

## بررسی اثر نوع پلیمر و کیفیت ماده لیگنوسولوزی بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی چندسازه چوب-پلاستیک

حسین رنگ‌آور<sup>۱\*</sup>، طاهره قلی‌پور<sup>۲</sup> و ابوالفضل کارگرفرد<sup>۳</sup>

\*۱- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه صنایع چوب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، پست الکترونیکی: hrangavar@yahoo.com

۲- کارشناس ارشد صنایع چوب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

۳- دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران

تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۳

### چکیده

در این تحقیق اثر نوع پلیمر شامل پلی وینیل کلراید و پلی اتیلن سنگین در ساخت چندسازه چوب-پلاستیک با استفاده از پسماند ساقه کلزا به صورت مغززدایی شده و با مغز در ترکیب با پودر چوب در ۵ سطح شامل: ۱۰۰ درصد پودر چوب، ۱۰۰ درصد پودر کلزای با مغز و بدون مغز، ۵۰ درصد پودر چوب با ۵۰ درصد پودر کلزای با مغز و ۵۰ درصد پودر چوب با ۵۰ درصد پودر کلزای بدون مغز بر ویژگی‌های چندسازه‌های ساخته شده از آنها بررسی شد. خواص فیزیکی و مکانیکی مورد بررسی شامل واکنش‌پذیری، ضخامت و جذب آب تخته‌ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، مقاومت به پیچ عمود بر سطح تخته، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته بر اساس استاندارد EN بودند. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که چندسازه چوب-پلاستیک ساخته شده از پلی اتیلن سنگین در مقایسه با پلی وینیل کلراید دارای خواص فیزیکی و مکانیکی مناسب‌تری بوده و با استفاده از مواد لیگنوسولوزی پرکننده با ترکیب ۵۰ درصد پودر چوب و ۵۰ درصد پودر کلزای مغززدایی شده در ترکیب با پودر پلی اتیلن سنگین می‌توان تخته‌های چوب پلاستیک با خواص فیزیکی و مکانیکی مناسب تولید کرد.

واژه‌های کلیدی: پلی اتیلن سنگین، پلی وینیل کلراید، مغززدایی، ساقه کلزا، خواص فیزیکی و مکانیکی

### مقدمه

فراوانی از جمله دانسیته کمتر، مقاومت و مدول ویژه بالاتر و سهولت اصلاح سطح الیاف بوده و ضمناً به طور گسترده‌ای در دسترس می‌باشند. همچنین این الیاف ارزان‌تر از الیاف مصنوعی بوده و می‌توانند در بسیاری از کاربردهایی که در آنها صرفه‌جویی در هزینه بر خواص مقاومتی محصول ارجح است جایگزین الیاف مصنوعی شوند (Najafi, 2007). این واقعیت که الیاف طبیعی، قابل بازیافت و تجزیه در طبیعت و تجدیدشونده هستند در

در سال‌های اخیر تولید و مصرف چندسازه‌های پلیمری از رشد زیادی برخوردار بوده و در این میان استفاده از الیاف طبیعی به عنوان تقویت‌کننده و یا پرکننده در ساخت این چندسازه‌ها مورد توجه بسیاری از محققان و بخش‌های مختلف صنعت قرار گرفته است. این الیاف در مقایسه با دیگر تقویت‌کننده‌های رقیب خود مانند الیاف شیشه و پرکننده‌های معدنی دارای مزیت‌های

فیزیکی و مکانیکی چندسازه پلی پروپیلن تقویت شده با الیاف نارگیل اعلام کردند که مقاومت به آتش و استحکام خمشی و سختی چندسازه با افزایش الیاف تا ۶۰ درصد بهبود می یابد و کامپوزیت های ساخته شده از ۶۰ درصد الیاف، ۳۷ درصد پودر پلی پروپیلن و ۳ درصد مالتیک انیدرید را برای محصولات داخل خودرو پیشنهاد کردند. Rangavar و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی استفاده از پلی وینیل کلراید بازیافتی در ساخت چندسازه چوب پلاستیک با استفاده از آرد چوب اعلام کردند که استفاده از پی وی سی بازیافتی به میزان ۵۰ درصد در ساخت چندسازه چوب پلاستیک سبب افزایش مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته گردید. در حالی که مقاومت به ضربه آیزود و ازدیاد طول نمونه ها در نقطه تسلیم کاهش و جذب آب آنها کاهش یافت. Nourbakhsh Ashori (۲۰۱۰) در بررسی اثر نوع الیاف حاصل از ۳ نوع ضایعات کشاورزی شامل ذرت نی و ساقه کلزا در ترکیب با پلی پروپیلن برای تولید چندسازه های چوب پلاستیک نتیجه گرفتند که چندسازه های دارای الیاف ساقه کلزا به علت داشتن الیاف بلندتر و ضریب لاغری بالاتر نسبت به الیاف ساقه ذرت و نی، مدول کشش و مدول خمشی و مقاومت به ضربه بالاتری داشتند. با توجه به مطالب فوق، هدف از این تحقیق بررسی مقایسه ای خواص چندسازه چوب پلاستیک ساخته شده از دو نوع پلیمر پلی وینیل کلراید و پلی اتیلن سنگین با استفاده از درصد های مختلف پودر ساقه کلزا با مغز و بدون مغز در ترکیب با پودر چوب می باشد.

### مواد و روش ها

پودر چوب مورد استفاده در این بررسی مخلوطی از گونه های مختلف پهن برگ تهیه شده از شرکت آریاسلولز با ابعاد ۶۰-۲۰ مش بود. پسماند ساقه کلزا برای تهیه پودر آن از مزارع منطقه مازندران خریداری شد که پس از خرد شدن و عملیات مغززدایی به دو صورت با مغز و بدون مغز و در همان اندازه ۶۰-۲۰ مش به وسیله دستگاه

استفاده از این مواد در آینده نقش مهمی ایفا می کند و علاقه روزافزون مصرف کنندگان به خرید محصولات دوستدار محیط زیست نیاز صنایع به استفاده از مواد طبیعی را افزایش داده است (Karimi et al., 2004). یکی از این مواد که اخیراً به لحاظ تولید دانه های روغنی مورد توجه زیاد قرار گرفته است، گیاه کلزا می باشد که مازاد ساقه آن کاربرد خاصی نداشته و حتی به لحاظ ارزش غذایی پایین مورد استفاده دام نیز قرار نمی گیرد. تحقیقات گسترده ای در زمینه استفاده از آرد چوب و سایر الیاف گیاهی و مازاد محصولات کشاورزی در مخلوط با پلی پروپیلن به منظور تولید چندسازه های چوب پلاستیک شده است. اما استفاده از پلیمرهای پلی اتیلن سنگین و پلی وینیل کلراید در تولید آن چندسازه ها اندک بوده است. به طوری که Bajwa و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی خصوصیات چندسازه ترموپلاستیک ساخته شده با الیاف پنبه، باگاس و چوب بلوط با پلی اتیلن نتیجه گرفتند که جذب آب و واکنشیدگی ضخامت تخته های ساخته شده با الیاف ضایعات کشاورزی در مقایسه با تخته های ساخته شده با الیاف چوب بلوط بیشتر بود اما سختی و ظرفیت نگهداری میخ مشابهی داشتند. همچنین الیاف بلوط سهم زیادی را در مدول خمشی داشت. به طور کلی در این تحقیق الیاف حاصل از ضایعات کشاورزی، پرکننده مناسبی در کامپوزیت های ترموپلاستیک می باشد. Panthapulakkal و همکاران (۲۰۰۳) چندسازه تریقی پلی پروپیلن با ساقه ذرت، کاه گندم، آرد چوب و روزنامه های کهنه تولید کردند. آنان در این بررسی دو نوع پلی پروپیلن را مورد استفاده قرار دادند و دریافتند که ویژگی های مقاومتی چندسازه ساخته شده با آرد چوب از چندسازه حاوی آرد مواد لیگنوسلولزی بیشتر است. به طوری که با افزودن پرکننده به میزان ۳۰ درصد به هر دو نوع پلی پروپیلن، مقاومت کششی تغییری پیدا نکرد. همچنین با اضافه کردن سازگار کننده، مقاومت کششی در هر دو نوع پلی پروپیلن افزایش یافت. Ayrimis و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی خواص

۵۰ درصد پودر کلزای با مغز و ۵۰ درصد پودر چوب + ۵۰ درصد پودر کلزای بدون مغز ( آماده و در داخل یک قالب فولادی به ابعاد ۳۰ \* ۳۰ سانتی متر و به ضخامت ۱ سانتی متر پرس شدند. دانسیته تخته‌های تولیدی ۰/۹ گرم بر سانتی متر مکعب و زمان پرس نمونه‌ها ۲۰ دقیقه در نظر گرفته شد. از ترکیب عوامل متغیر و سطوح آنها ۱۰ تیمار به دست آمد که با احتساب ۳ تکرار برای هر تیمار، در مجموع ۳۰ تخته ساخته شد. نمونه‌های آزمونی برای بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی آنها شامل مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته بر اساس استاندارد EN 310، مقاومت به نگهداری پیچ عمود بر سطح تخته بر اساس استاندارد EN و واکنشیدگی ضخامت و جذب آب تخته‌ها پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری طبق استاندارد EN 317 تهیه گردیدند. برای بررسی و مقایسه خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه در قالب طرح کاملاً تصادفی در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه چندگانه میانگین‌ها انجام شد.

آسیاب آماده گردید. جدول ۱ ابعاد ذرات و درصد پودر چوب و ساقه کلزای مورد استفاده در این تحقیق را نشان می‌دهد. پودر پلیمرهای پلی وینیل کلراید و پلی اتیلن سنگین از شرکت پتروشیمی اراک و سازگارکننده بین دو فاز چوب و پلیمر مورد استفاده در این پژوهش، انیدرید مالتیک غنی شده با پلی اتیلن بود که از شرکت کیمیا جاوید خریداری شد. پودر چوب و کلزا به وسیله دستگاه خشک‌کن تا رطوبت حدود ۳ درصد خشک شد. نسبت اختلاط پودر مواد لیگنوسلولزی و ماتریس زمینه (پودر پلیمر) و سازگارکننده MAPE به ترتیب ۶۰، ۳۸ و ۲ درصد وزنی در نظر گرفته شد. برای ساخت تخته‌ها از دستگاه پرس مسطح با ابعاد صفحه ۵۰ \* ۵۰ سانتی متر و با درجه حرارت ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد و فشار ۳۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع استفاده گردید. برای این منظور مخلوط پودر پلیمر و مواد لیگنوسلولزی با توجه به سطوح عوامل متغیر (نوع پلیمر: پلی وینیل کلراید و پلی اتیلن سنگین و نوع ماده لیگنوسلولزی اولیه: ۱۰۰ درصد پودر چوب، ۱۰۰ درصد پودر کلزای با مغز، ۱۰۰ درصد پودر کلزای بدون مغز، ۵۰ درصد پودر چوب +

جدول ۱- ابعاد ذرات و درصد پودر چوب و ساقه کلزا

اندازه مش و ابعاد آن به میلی‌متر نوع ماده لیگنوسلولزی	۲۰-۳۰	۳۰-۴۰	۴۰-۵۰	۵۰-۶۰
	(۰/۸۴ - ۰/۵۹) mm	(۰/۵۹ - ۰/۴۰) mm	(۰/۴۰ - ۰/۲۹) mm	(۰/۲۹ - ۰/۲۵) mm
۱۰۰ درصد پودر چوب	۱۵ درصد	۱۹ درصد	۳۱ درصد	۳۵ درصد
پودر کلزای با مغز	۳۵ درصد	۲۴ درصد	۲۳ درصد	۱۸ درصد
پودر کلزای بدون مغز	۴۱ درصد	۲۸ درصد	۱۸ درصد	۱۳ درصد

درصد معنی‌دار می‌باشد.

اثر مستقل هر یک از عوامل متغیر (نوع پلیمر و نوع ماده لیگنوسلولزی) بر واکنشیدگی ضخامت و جذب آب پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری و گروه‌بندی آن به روش دانکن در جدول ۲ ارائه شده است.

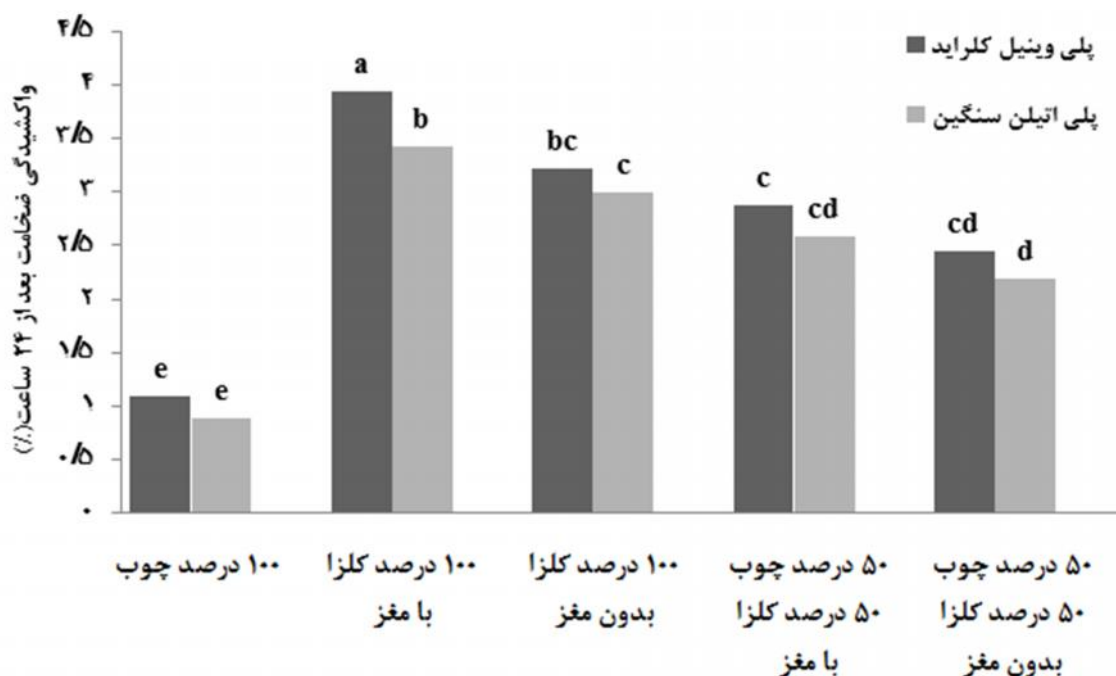
## نتایج

### خواص فیزیکی

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری اثر عوامل متغیر بر خواص فیزیکی چندسازه چوب پلاستیک نشان داد که اثر مستقل عوامل متغیر بر خواص فیزیکی در سطح اطمینان ۹۵

جدول ۲- اثر مستقل عوامل متغیر بر خواص فیزیکی چندسازه چوب پلاستیک

عوامل متغیر		اثر نوع پلیمر			اثر نوع ماده اولیه		خواص فیزیکی
پلی وینیل کلراید	پلی اتیلن سنگین	۱۰۰ درصد چوب	۱۰۰ درصد کلزای با مغز	۱۰۰ درصد کلزای بدون مغز	۵۰ درصد چوب و ۵۰ درصد کلزای با مغز	۵۰ درصد چوب و ۵۰ درصد کلزای بدون مغز	
۰/۸۱	۰/۶۹	۰/۲۳	۱/۳۹	۰/۹۹	۰/۶۸	۰/۵	واکسیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت (%)
۱/۸۱	۱/۴۳	۰/۵۸	۳/۰۱	۲/۳۶	۱/۷۱	۱/۳۶	واکسیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت (%)
۹/۴۱	۸/۰۱	۴/۳۱	۱۰/۱۲	۸/۴۱	۶/۶۳	۵/۴۵	جذب آب پس از ۲ ساعت (%)
۱۰/۲۱	۸/۹۸	۵/۶۹	۱۲/۰۱	۹/۸۹	۸/۸۸	۷/۰۱	جذب آب پس از ۲۴ ساعت (%)

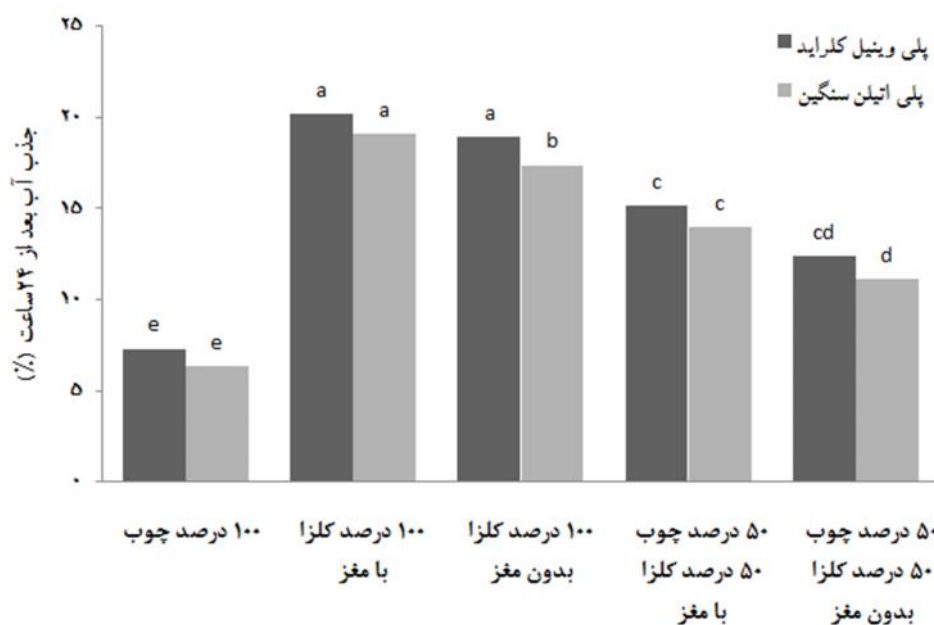


شکل ۱- اثر متقابل نوع پلیمر و نوع کیفیت ماده لیگنوسولوزی بر واکسیدگی ضخامت بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب

مغززدایی ساقه کلزا سبب گردید تا واكشیدگی و جذب آب نیز کاهش محسوسی داشته باشد. در این خصوص مقدار واكشیدگی و جذب آب تخته‌های ساخته شده با ۱۰۰ درصد کلزا و بدون مغز و نیز تخته‌های ساخته شده با ۵۰ درصد پودر چوب و ۵۰ درصد پودر کلزای بدون مغز پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب به ترتیب ۲/۳۶، ۹/۸۹ و ۱/۳۶ و ۷/۰۱ بودند.

اثر متقابل نوع پلیمر و کیفیت ماده لیگنوسولوزی بر واكشیدگی ضخامت و جذب آب تخته‌ها بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در شکل ۱ و ۲ نشان داده شده است.

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود حداقل واكشیدگی ضخامت و جذب آب پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب مربوط به تخته‌های ساخته شده با پلی اتیلن سنگین می‌باشد. از طرف دیگر بهترین خواص فیزیکی را تخته‌های ساخته شده با ۱۰۰ درصد پودر چوب داشتند. به طوری که مقدار واكشیدگی ضخامت و جذب آب آنها پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری به ترتیب ۰/۵۸ و ۵/۶۹ بود. درحالی که واكشیدگی ضخامت و جذب آب تخته‌های ساخته شده با ۱۰۰ درصد کلزای با مغز پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری به ترتیب ۳/۰۱ و ۱۲/۰۱ بودند. همچنین



شکل ۲- اثر متقابل نوع پلیمر و نوع کیفیت ماده لیگنوسولوزی بر جذب آب ۲۴ ساعت

#### خواص مکانیکی

اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر خواص مکانیکی چندسازه چوب پلاستیک مورد بررسی در این تحقیق در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بوده است. جدول ۳ اثر مستقل نوع پلیمر و ماده لیگنوسولوزی را بر مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و مقاومت به پیچ عمود بر سطح را نشان می‌دهد.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود تخته‌های ساخته شده با ترکیب مواد لیگنوسولوزی ۵۰ درصد پودر چوب و ۵۰ درصد پودر کلزا با هریک از پلیمرهای مورد استفاده در این تحقیق بعد از تخته‌های ساخته شده با ۱۰۰ درصد پودر چوب در رتبه دوم واكشیدگی ضخامت و جذب آب تخته‌ها بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری قرار گرفته‌اند.

جدول ۳- اثر مستقل عوامل متغیر بر خواص مکانیکی چندسازه چوب پلاستیک

خواص مکانیکی	عوامل متغیر		اثر نوع پلیمر				
	پلی وینیل کلراید	پلی اتیلن سنگین	۱۰۰ درصد چوب	۱۰۰ درصد	۱۰۰ درصد	۱۰۰ درصد	۱۰۰ درصد
مقاومت خمشی (MPa)	۱۶/۰۱ (b)	۲۰/۳۴ (a)	۲۲/۵۶ (c)	۱۷/۸۸ (e)	۱۹/۶۳ (d)	۲۳/۴۱ (b)	۲۴/۶۵ (a)
مدول الاستیسیته (MPa)	۱۷۵۰ (b)	۱۹۸۷ (a)	۲۲۷۳ (b)	۱۷۷۰ (d)	۱۸۸۰ (c)	۲۶۲۰ (a)	۲۶۷۷ (a)
مقاومت به پیچ عمود بر سطح (N/mm)	۱۳۹ (b)	۱۶۸ (a)	۱۷۵ (a)	۱۲۷ (d)	۱۳۵ (c)	۱۶۲ (b)	۱۶۸ (ab)

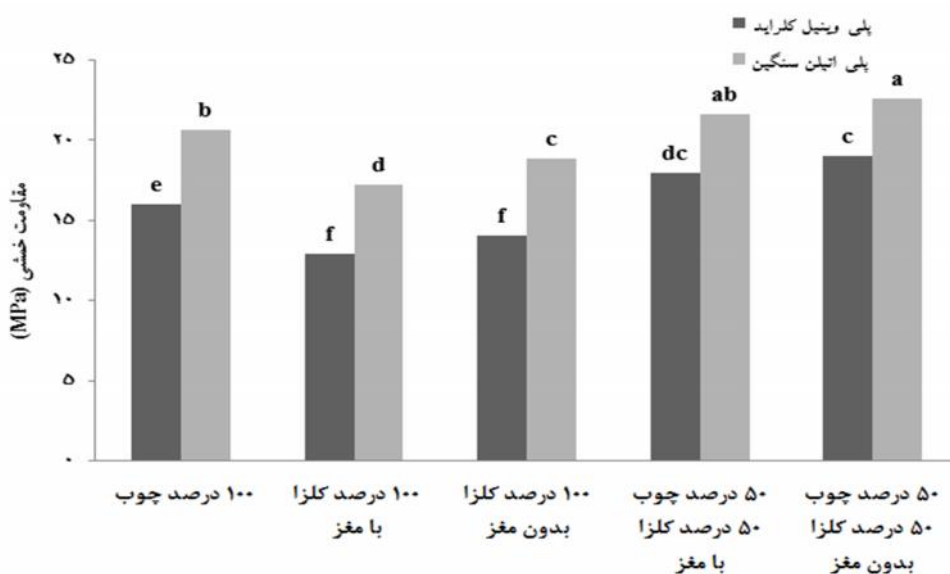
با توجه به جدول ۳ مشاهده می شود که چندسازه چوب پلاستیک ساخته شده از پلی اتیلن سنگین در مقایسه با پلیمر پلی وینیل کلراید خواص مکانیکی بالاتری را داشته است. به طوری که مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته های ساخته شده با پلی اتیلن سنگین به ترتیب ۲۰/۳۴ و ۱۹۸۷ مگاپاسکال و مقاومت به پیچ عمود بر سطح آنها ۱۶۸ نیوتن بر میلی متر بود. همچنین استفاده از پودر کلزا در ساخت چندسازه های چوب پلاستیک به میزان ۵۰ درصد نسبت به پودر چوب، سبب افزایش مقاومت های مکانیکی تخته ها شده است. از طرف دیگر مغززدایی کلزا باعث بهبود خواص مکانیکی تخته گردید. در این خصوص تخته های ساخته شده با ۵۰ درصد پودر چوب و ۵۰ درصد پودر کلزای مغززدایی شده بیشترین مقدار مقاومت های مکانیکی را داشته است.

اثر متقابل نوع پلیمر و نوع ماده اولیه بر مقاومت خمشی

چندسازه چوب پلاستیک مورد بررسی در این تحقیق در شکل ۳ نشان داده شده است.

حداکثر مقاومت خمشی را نمونه های ساخته شده با ترکیب ۵۰ درصد پودر چوب + ۵۰ درصد پودر کلزای مغززدایی شده با پلیمر پلی اتیلن سنگین داشته اند. کمترین مقدار مقاومت خمشی نیز مربوط به تخته های ساخته شده با ۱۰۰ درصد پودر کلزای حاوی مغز با پلیمر پلی وینیل کلراید می باشد. شایان ذکر است که استفاده از پودر کلزا در مخلوط با پودر چوب به میزان مساوی ۵۰ درصد حتی اگر مغززدایی نشده باشند با استفاده از پلیمرهای پلی اتیلن سنگین و پلی وینیل کلراید در قیاس با سایر تخته ها مقاومت خمشی بیشتری داشته اند.

شکل ۴ اثر متقابل عوامل متغیر مورد بررسی در این تحقیق را بر مدول الاستیسیته چندسازه چوب پلاستیک نشان می دهد.



شکل ۳- اثر متقابل نوع پلیمر و نوع ماده لیگنوسلولزی بر مقاومت خمشی چندسازه چوب پلاستیک

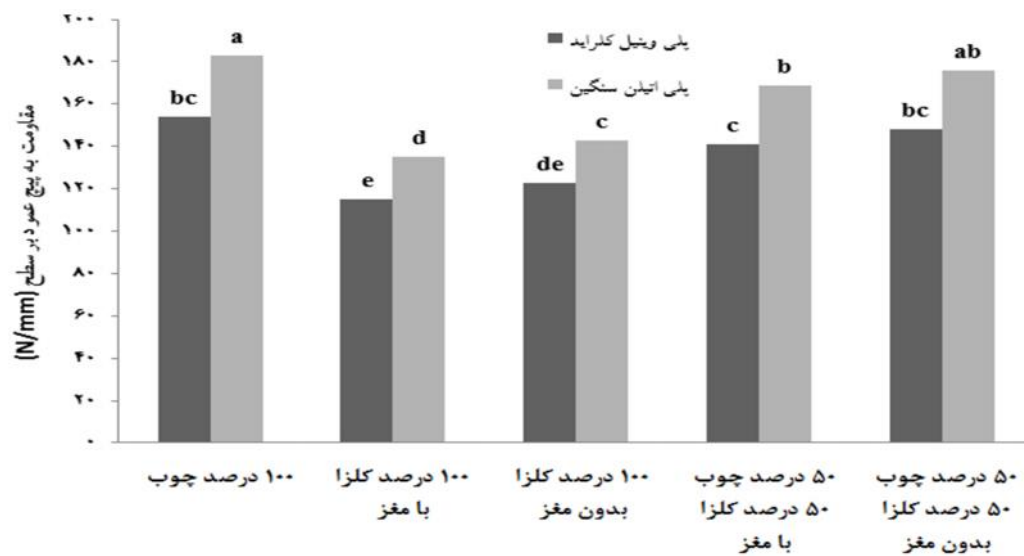


شکل ۴- اثر متقابل نوع پلیمر و ماده لیگنوسلولزی بر مدول الاستیسیته چندسازه چوب پلاستیک

با مغز و بدون مغز و همچنین تخته‌های ساخته شده با ۵۰ درصد پودر چوب و ۵۰ درصد کلزای دارای مغز با همان پلیمر (پلی اتیلن سنگین) به ترتیب ۲۰۴۲، ۱۴۸۱، ۱۶۵۰ و ۲۳۳۸ مگاپاسکال بودند.

شکل ۵ اثر متقابل نوع پلیمر و نوع ماده لیگنوسلولزی را بر مقاومت به پیچ عمود بر سطح چندسازه چوب پلاستیک نشان می‌دهد.

با توجه به شکل ۴، بیشترین مقدار مدول الاستیسیته را چندسازه‌های چوب پلاستیک ساخته شده با ۵۰ درصد پودر چوب و ۵۰ درصد پودر کلزای بدون مغز با استفاده از پلیمر پلی اتیلن سنگین داشته‌اند که مقدار آن ۲۳۷۰ مگاپاسکال بوده است. لازم به ذکر است که مدول الاستیسیته چندسازه‌های چوب پلاستیک ساخته شده با ۱۰۰ درصد پودر چوب، ۱۰۰ درصد پودر کلزای



شکل ۵- اثر متقابل نوع پلیمر و ماده لیگنوسلولزی بر مقاومت به پیچ عمود بر سطح چندسازه چوب پلاستیک

فیزیکی دارد. پلی اتیلن سنگین در مقایسه با پلی وینیل کلراید، در عملیات پرس گرم از روانی جریان مذاب بیشتری برخوردار بوده و سطح بیشتری را پوشش می دهد. در نتیجه اتصالات بهتری در تخته های ساخته شده با پلی اتیلن سنگین به وجود آمده و باعث افزایش مقاومت های مکانیکی و کاهش خواص فیزیکی چندسازه شد. نتایج به دست آمده در تحقیق Taheri و همکاران (۲۰۱۲) در خصوص اثر درجات مختلف پلی پروپیلن و ماده سازگارکننده بر روی ویژگی های چندسازه چوب پلاستیک مطابقت دارد. از طرف دیگر دانسیته پلی اتیلن سنگین کمتر از پلی وینیل کلراید می باشد و در یک جرم ثابت و دانسیته یکسان تخته، حجم بیشتری از ذرات پودر پلی اتیلن سنگین با مقدار ماده لیگنوسلولزی اتصال برقرار کرده و به خوبی توانسته است پوشش مورد نظر را بر روی پودر چوب و کلزا به وجود آورد و باعث افزایش اتصال بین اجزای چندسازه چوب پلاستیک و مقاومت های مکانیکی و بهبود خواص فیزیکی گردد. از آنجایی که سازگارکننده (MAPE) برای هر دو نوع پلیمر پلی وینیل کلراید و پلی اتیلن سنگین یکسان بود، این ماده با پلی اتیلن سنگین سازگاری بیشتری داشته، در نتیجه باعث ایجاد اتصالات بهتر و قوی تری در مقایسه با تخته های ساخته شده از همان سازگارکننده و پلی وینیل کلراید بوده است و همین

همان طور که ملاحظه می شود بیشترین مقدار مقاومت به پیچ عمود بر سطح را تخته های ساخته شده با ۱۰۰ درصد پودر چوب و پلی اتیلن سنگین داشته اند و کمترین مقدار آن مربوط به تخته های ساخته شده با ۱۰۰ درصد کلزای دارای مغز و پلیمر پلی وینیل کلراید می باشد. لازم به ذکر است که چندسازه چوب پلاستیک ساخته شده از ۵۰ درصد پودر کلزای مغز دابی شده به همراه ۵۰ درصد پودر چوب با پلی اتیلن سنگین دارای مقاومت به پیچ عمود بر سطح ۱۷۶ N/mm بوده است که در مقایسه با تیمار برتر (۱۰۰ درصد پودر چوب و پلیمر پلی اتیلن سنگین) تنها ۷ نیوتن بر میلی متر کاهش را نشان می دهد.

## بحث

نتایج به دست آمده از تأثیر نوع پلیمر مورد استفاده در این تحقیق نشان داد که تخته های ساخته شده با پلی اتیلن سنگین دارای مقاومت های فیزیکی و مکانیکی (واکشیدگی، ضخامت و جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت، مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و مقاومت به پیچ عمود بر سطح) بهتر در قیاس با تخته های ساخته شده با پلی وینیل کلراید هستند. نوع ماده پلیمری نقش مهمی در به وجود آوردن اتصالات بین اجزا و بالا بردن مقاومت های مکانیکی و بهبود خواص



شده و کاهش ویژگی‌های مکانیکی چندسازه‌ها اتفاق افتاده باشد. همچنین عدم اتصال مناسب در سطح مشترک دو ماده برای تشکیل چندسازه باعث جلوگیری از پراکنش تنش در چندسازه شده و در نهایت مقاومت‌های چندسازه کاهش می‌یابد. البته در بسیاری از مطالعات کاهش در مقاومت‌های چندسازه با افزایش میزان پرکننده مشاهده شده است ( *et al.*, 2004, Yang *et al.*, 2007). شایان ذکر است با توجه به پایین بودن دانسیته کلزا در مقایسه با پودر چوب استفاده از آن سبب افزایش ضخامت کیک چندسازه چوب پلاستیک و ضریب فشردگی تخته‌ها شده و در نتیجه مقاومت‌های خمشی و مدول الاستیسیته را افزایش دادند. نتایج به دست آمده با تحقیقات Nourbakhsh Ashori (۲۰۱۰) و Razavi و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد. استفاده از پودر ساقه کلزا به همراه پودر چوب در ساخت چندسازه چوب پلاستیک سبب کاهش مقاومت به پیچ عمود بر سطح تخته‌ها گردید. با توجه به اینکه ساختار پودر کلزا در مقایسه با پودر چوب مقاومت کمتری دارد و از طرف دیگر وجود مغز در ساختار آن و همچنین پایین بودن دانسیته آن سبب شده تا ذرات پودر کلزا به خوبی توسط پلیمر کپسوله نشده، در نتیجه مقاومت به پیچ عمود بر سطح تخته‌ها را کاهش دهند. به طور کلی می‌توان بیان کرد که در ساخت چندسازه چوب پلاستیک، استفاده از پلی اتیلن سنگین با ترکیب مواد لیگنوسلولزی ۵۰ درصد پودر چوب و ۵۰ درصد پودر کلزای مغززدایی شده می‌توان تخته‌هایی به روش پرس مسطح و با خصوصیات فیزیکی و مکانیکی مناسب تولید کرد.

#### سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، طبق قرارداد شماره ۱۵۱۶۰ مورخ ۹۳/۶/۲۶ انجام شده است. بدین وسیله از مسئولان محترم دانشگاه تشکر می‌گردد.

امر باعث بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها گردید. این موضوع را می‌توان به افزایش انتقال تنش از ماتریس زمینه به ماده لیگنوسلولزی نسبت داد. به طور کلی استفاده از سازگارکننده باعث اصلاح سطحی بین پرکننده و ماتریس زمینه شده و چسبندگی سطحی بین این دو فاز را افزایش می‌دهد (Lai *et al.*, 2003 و *et al.*, 2003). نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که استفاده از پودر ساقه کلزا سبب بهبود مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته چندسازه چوب پلاستیک با استفاده از هر دو پلیمرهای مورد بررسی در این تحقیق گردید. از طرف دیگر مغززدایی ساقه کلزا و تهیه پودر از ساقه بدون مغز آن در ساخت تخته‌های چوب پلاستیک سبب افزایش مقاومت‌های مکانیکی آنها شد. در این خصوص استفاده از ترکیب ۵۰ درصد پودر چوب با ۵۰ درصد پودر ساقه کلزای مغززدایی شده با استفاده از پلی اتیلن سنگین و پلی وینیل کلراید در مقایسه با تخته‌های ساخته شده با ۱۰۰ درصد پودر چوب به ترتیب ۱/۹۹ و ۲/۹۷ مگاپاسکال مقاومت خمشی و ۳۲۸ و ۲۲۰ مگاپاسکال مدول الاستیسیته را افزایش دادند. بدیهی است افزودن آرد ساقه کلزا که دارای دانسیته کمتر نسبت به چوب و به تبع آن دارای سطح ویژه بیشتر نسبت به آرد چوب است به ماده پلیمری زمینه (پلی اتیلن و پلی وینیل کلراید که از نظر ویژگی‌های مکانیکی ضعیف تر از مواد لیگنوسلولزی می‌باشد) باعث افزایش و بهبود ویژگی‌های خمشی و مدول الاستیسیته چندسازه خواهد شد؛ اما در درصد‌های بالای اختلاط، با افزایش سطح ویژه بدیهی است که اتصال بین ذرات لیگنوسلولزی و ماده ترموپلاستیک ضعیف شده و گرایش به سوی پیوندهای مکانیکی بیشتر می‌گردد. به عبارت دیگر، ماده پلیمری توان کپسوله کردن ذرات چوب را از دست داده و همگنی ترکیب چندسازه کاهش می‌یابد. از این رو احتمال دارد در شرایط استفاده از ۵۰ درصد آرد چوب و ۵۰ درصد آرد ساقه کلزا شرایط چندسازه در حالت ایده‌آل بوده و با افزایش آرد ساقه کلزا به ۱۰۰ درصد، باعث افزایش سطح ویژه و پراکنش نامناسب مواد لیگنوسلولزی در چندسازه

## منابع مورد استفاده

- Nourbakhsh, A., Ashori, A., 2010. Wood plastic composite analysis of mechanical properties. *Journal of Bioresource Technology*, 101: 2525-2528.
- Panthapulakkal, S., and Sain, M., 2006. Injection molded wheat straw and corn stem filled polypropylene composites. *Journal of Polymers and the Environ*, 14(3): 265- 272.
- Panthapulakkal, S., Sain, M. and Law, S., 2003. Effect of coupling agents on rice-husk-filled HDPE extruded profiles. *Polymer International*, 54 (8):137-142.
- Rangavar, H., Oromiehie, A., Safarpour, A., and Gholipour, T., 2013. Study of utilizing recycled polyvinyl chloride (PVC) in wood plastic composite. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*. 28: 35-47.
- Razavi, M., Jafarzadeh, F., Oromiehie, A. and Langroudi, A., 2006. Mechanical properties and water absorption behavior of chopped rice husk-filled polypropylene composites. *Iranian Polymer Journal*, 9: 757-766.
- Taheri, F., Enayati, A., Oromiehie, A. and Tajvidi, M., 2012. Effect of different Polypropylene grades and coupling agent on the properties of wood plastic composites. *Iranian journal of wood and paper science research*. 26(4): 757-771.
- Yang, S., Kim, J., Son, J., Park, J., Lee, J. and Hwang S., 2004. Rice-husk filled polypropylene composites; mechanical and morphological study. *Composite Structure*, 63(3): 305-312.
- Yang, S., Wolcott, M., Kim, H., Kim, S. and Kim, H., 2007. Effect of different compatibilizing agents on the mechanical properties of lignocellulosic material filled polyethylene bio-composites. *Composite Structures*, 79(4): 369-375.
- Ayrlimis, N., Jarusombuti, S., Fueangvivat, V., Bauchongkol, P., and Whitem, RH., 2011. Core fiber reinforced polypropylene composite panel for automotive interior applications. *Fiber polym*, 12:919-926.
- Bajwa, S., Bajwa, D., Holt, G., Coffelt, T., and Nakayama, F., 2011. Properties of thermoplastic composites with cotton and guayule biomass residues as fiber fillers. *Industrial Crops and Products*, 33: 747-755.
- EN 310. (1996). Wood based panels, determination of modulus of elasticity bending and bending strength. European Standardization Committee Brussell.
- EN 317. (1996). Particleboards and fiberboards determination of swelling in thickness after immersion. European Standardization Committee Brussell.
- EN 320. 1996. Fiberboards, determination of resistance to axial of screw. European Standardization Committee Brussell.
- Karimi, A.N., Roohani, M., Parsapazouh. D., Ebrahimi, GH., 2004 A Study of the Feasibility of the Use of Lignocellulosic, Bagasse and Kenaf Fibers in the Manufacture of Fiber-Polypropylene Composites, *Iranian Journal of Natural Resources*, 57(3):379-390.
- Lai, S., Yeh, C., Wang, Y., Chan, C. and Shen H., 2003. Comparative study of maleated polyolefin as compatibilizers for polyethylene/ wood flour composites. *Journal of Applied Polymer Science*, 87(4): 487-496.
- Najafi, A., 2007. Evaluation of many properties of Wood Plastic Composites Made from Lignocellosic Fillers and Recycled HDPE. Ph.D. thesis. IAU. 175 pp.

## Study on the effect of polymer types and quality of lignocellulosic materials on the properties of wood plastic composite made of air forming method

H. Rangavar<sup>1\*</sup>, T. Gholipour<sup>2</sup> and A. Kargarfard<sup>3</sup>

1\*- Corresponding author, Associate Prof., Wood Science and Technology Department, The Faculty of Civil Engineering, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran, E-mail: hrangavar@yahoo.com

2- M.sc, Wood Science and Technology Department, The Faculty of Civil Engineering, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran

3-Associate Prof., Wood and Forest Products Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

Received: Dec., 2014

Accepted: May, 2015

### Abstract

In this study, the effect of the type of polymer including polyvinyl chloride and high density polyethylene in the production of wood plastic composite was studied. Two forms of canola straw waste, with and without pith (depithed), in combination with wood flour were used. Five levels of lignocellulosic material were used consisting of 100% wood flour, 100% canola flour including pith, 100% depithed canola flour, 50% wood flour plus 50% canola flour with pith and 50% wood flour plus 50% depithed canola flour. Physical properties of boards including thickness swelling and water absorption after 2 and 24 hours immersion in water and mechanical properties such as screw withdrawal strength perpendicular to the surface, flexural strength and modulus of elasticity were evaluated according to EN. The results of this study showed that wood plastic composite made of high density polyethylene had better physical and mechanical properties compared with polyvinyl chloride. Using canola flour combined with wood flour lead to increasing flexural strength and modulus of elasticity, but decreased screw withdrawal strength perpendicular to the surface. Using lignocellulosic filler material containing 50% wood flour and 50 % depithed canola flour combined with high density polyethylene powder can produce wood plastic composite board with suitable physical and mechanical properties.

**Keywords:** High density polyethylene, polyvinyl chloride, canola Straw, lignocellulosic materials, physical and mechanical properties.