

## امکان استفاده از پلی پروپیلن به عنوان چسب در ساخت تخته لایه

علی اکبر عنایتی<sup>1\*</sup>، داود رسولی<sup>2</sup>، و حسین یوسفی<sup>3</sup>

\*1- مسئول مکاتبات، دانشیار، علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران [aenayati@chamran.ut.ac.ir](mailto:aenayati@chamran.ut.ac.ir)

2- کارشناس ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

3- دانشجوی دکتری علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

### چکیده

در این بررسی امکان استفاده از پودر پلی پروپیلن به عنوان چسب جهت ساخت تخته سه لایه با استفاده از لایه های صنوبر (*Populus alba*) بررسی گردید. عوامل متغیر این مطالعه، مقدار پلی پروپیلن (PP) در سه سطح 80، 120 و 160 گرم بر مترمربع و ماده جفت کننده انیدرید مالئیک پیوند خورده با پلی پروپیلن (MAPP) در دو سطح 0 و 4 گرم بر متر مربع بودند. تخته های ساخته شده با چسب اوره فرمالدهید و فیلر آرد گندم (به ترتیب 120 و 40 گرم بر متر مربع) به عنوان تخته شاهد این مطالعه انتخاب شدند. بعد از تهیه تخته های آزمایشی خصوصیات آن ها شامل مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته موازی و عمود بر جهت الیاف لایه های سطحی، واکشیدگی ضخامت و جذب آب بعد از 2 و 24 ساعت غوطه وری در آب اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که اثر مقدار عامل جفت کننده بر مدول گسیختگی در جهت موازی الیاف لایه های سطحی تخته ها معنی دار بوده به طوری که با افزایش مقدار عامل جفت کننده، مدول گسیختگی افزایش یافت. مقدار پلی پروپیلن بر واکشیدگی ضخامت و جذب آب تخته ها بعد از 2 و 24 ساعت اثر معنی دار داشت و با افزایش مقدار پلی پروپیلن واکشیدگی ضخامت و جذب آب تخته ها کاهش یافت. اثر مقدار عامل جفت کننده بر جذب آب بعد از 24 ساعت معنی دار شد به طوری که با افزایش مقدار عامل جفت کننده، این ویژگی بهبود پیدا کرد. اگر چه نتایج نشان داد که با افزایش مقدار پلی پروپیلن خصوصیات تخته بهبود می یابد ولی تخته های شاهد در همه موارد به غیر از واکشیدگی ضخامت بعد از 24 ساعت، خصوصیات بهتری نسبت به تخته های ساخته شده با پلی پروپیلن داشتند.

کلمات کلیدی: تخته لایه، پلی پروپیلن، انیدرید مالئیک، خصوصیات فیزیکی و مکانیکی

### مقدمه

دارای مشکل انتشار فرمالدهید (در زمان پرس کردن و در محل کاربرد) بوده و نیز در مقابل عوامل جوی مقاومت خوبی ندارد. علی رغم کنترل های شدید زیست محیطی به دلیل سمی بودن گاز فرمالدهید در دراز مدت می تواند باعث ایجاد سرطان و بیماری های تنفسی گردد. لذا بایستی مقدار فرمالدهید آزاد در محیط کنترل شود بعلاوه دوام کم اتصالات آن در برابر آب می تواند مشکلات فراوانی را در کاربرد فرآورده های ساخته شده با آن بوجود آورد. یکی از راه های حذف انتشار فرمالدهید و افزایش مقاومت در برابر آب چندسازه ها، استفاده از مواد

تخته لایه از قدیمی ترین فرآورده های لایه ای چوب است که به منظور کاهش ناپایداری ابعاد چوب و دست یابی به خواص کاربردی ویژه با استفاده از چسب های گرما سخت ساخته می شود. در بین چسب های مورد استفاده در صنعت مواد مرکب چوبی، چسب اوره فرمالدهید یکی از مهمترین و پرکاربردترین اتصال دهنده ها می باشد. هر چند این چسب دارای محاسنی مانند ارزانی نسبی در مقایسه با سایر اتصال دهنده ها، حمل و کاربرد آسان و چسبندگی خوب و... می باشد اما

تهیه شد. لایه‌ها ابتدا به ابعاد  $45 \times 45$  سانتی متر تبدیل و در دمای 70 درجه سانتی گراد تا رسیدن به رطوبت 3٪ خشک گردیدند. پودر پلی پروپیلن و پودر انیدرید مالئیک پیوند خورده با پلی پروپیلن (MAPP) از شرکت کیمیا جاوید سپاهان تهیه شد. عوامل متغیر در این مطالعه شامل مقدار پلی پروپیلن در سه سطح 80، 120 و 160 گرم بر متر مربع و مقدار انیدرید مالئیک پیوند خورده با پلی پروپیلن در دو سطح 0 و 4 گرم بر متر مربع بود. سایر عوامل شامل ضخامت تخته‌ها (6 میلی‌متر)، دمای پرس (180 درجه سانتی‌گراد)، زمان پرس (5 دقیقه) و فشار پرس (8 کیلوگرم بر سانتی متر مربع) ثابت در نظر گرفته شدند. تخته‌های شاهد با ویژگی‌های مشابه ولی با چسب اوره فرمالدهید به میزان 120 گرم بر مترمربع و فیلر آرد گندم به مقدار 40 گرم بر متر مربع ساخته شدند. جهت ساخت تخته سه لایه آزمونی ابتدا به نسبت‌های ذکر شده پودر پلی پروپیلن با انیدرید مالئیک پیوند خورده با پلی پروپیلن با یکدیگر مخلوط و بوسیله دست و با دقت بر روی لایه‌ها به صورت یکنواخت پخش شد. لایه‌ها پس از مونتاژ و استقرار بر روی یکدیگر در پرس با دمای 180 درجه سانتی‌گراد به مدت 5 دقیقه و فشار 8 کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع قرار گرفتند و پس از خارج کردن از پرس گرم به مدت 15 دقیقه و با میزان فشار مشابه مرحله قبلی در پرس سرد قرارداد شدند. تخته‌ها به مدت 2 هفته تحت شرایط  $20 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی  $65 \pm 1$  درصد مشروط شدند. با استفاده از استاندارد ملی 5784 هر یک از تخته‌ها به نمونه‌های آزمایشی مورد نیاز برای اندازه‌گیری مقاومت خمشی (MOR)، مدول الاستیسیته (MOE)، واکشیدگی ضخامت (TS) و جذب آب (WA) در 2 و 24 ساعت تبدیل شدند. برای بررسی آماری، نتایج حاصله با استفاده از طرح کاملاً تصادفی و بکارگیری آزمون فاکتوریل دو عامله و به کمک تکنیک تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل

اتصال دهنده ای است که فاقد فرمالدهید بوده و دارای خاصیت آب‌گریزی و انعطاف‌پذیری مناسبی باشند. پلیمر پلی پروپیلن از جمله موادی است که در ساختار خود فرمالدهید نداشته و دارای مزایایی از قبیل مقاومت به ضربه خوب، خواص الکتریکی مطلوب، مقاومت شیمیایی عالی در مقابل اسیدها و بازها و نمکها و مقاومت مناسب در مقابل آب گرم و شوینده‌ها می‌باشد. Pentti و همکاران (1999) در بررسی خود با عنوان اندود کردن تخته لایه با پلیمر پلی پروپیلن اعلام کردند که لایه اندود شده بسیار صاف و سالم بوده و نیز استفاده از عامل جفت‌کننده باعث بهبود اتصال بین لایه اندود و چوب شده است.

سرزراع (1375) امکان استفاده از ضایعات پلی اتیلن را در ساخت تخته خرده چوب به منظور بهبود خواص کاربردی آن مورد ارزیابی قرار دادند. مقدار پلی اتیلن در 5 سطح 0، 5، 10، 15 و 20 درصد و دمای پرس در سه سطح 180، 190 و 200 درجه سانتی‌گراد به عنوان عوامل متغیر این تحقیق بودند. نتایج نشان دادند که با افزایش مقدار پلی اتیلن مدول گسیختگی و مقاومت به برش کاهش یافته و خواص فیزیکی نظیر جذب آب و واکشیدگی ضخامت در 2 و 24 ساعت غوطه‌وری در آب بهبود می‌یابند. همچنین افزایش دمای پرس از 180 به 190 درجه سانتی‌گراد باعث بهبود مقاومت‌ها و از 190 به 200 درجه سانتی‌گراد موجب کاهش مقاومت‌ها می‌شود. عنایتی و مرصاد (1380) امکان استفاده از پلی استایرن در ساخت تخته خرده چوب را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش مقدار پلی استایرن کلیه خواص فیزیکی و مکانیکی به غیر از مقاومت برشی بهبود پیدا می‌کنند.

## مواد و روش‌ها

در این بررسی از لایه‌های چوب صنوبر (Populus alba) به ضخامت 2 میلی‌متر از شرکت نما چوب زنجان

کننده بر ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌ها در جدول 1 آورده شده است.

قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر عوامل متغیر مورد بررسی شامل میزان پلی پروپیلن و میزان عامل جفت

جدول 1: تجزیه واریانس ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های آزمونی

ویژگی		منبع تغییرات							
df	MOE    F	MOE ⊥ F	MOR    F	MOR ⊥ F	WA (2h) F	WA (24h) F	TS (2h) F	TS (24h) F	
2	0/22 <sup>ns</sup>	0/98 <sup>ns</sup>	0/05 <sup>ns</sup>	0/48 <sup>ns</sup>	14/9**	22/73**	4/74**	3/19*	
1	0/04 <sup>ns</sup>	0/74 <sup>ns</sup>	5/05*	0/9 <sup>ns</sup>	1/56 <sup>ns</sup>	7/28**	0/29 <sup>ns</sup>	0/6 <sup>ns</sup>	
2	3/31*	0/89 <sup>ns</sup>	1/26 <sup>ns</sup>	0/83 <sup>ns</sup>	0/549 <sup>ns</sup>	1/03 <sup>ns</sup>	0/85 <sup>ns</sup>	/91 <sup>ns</sup>	

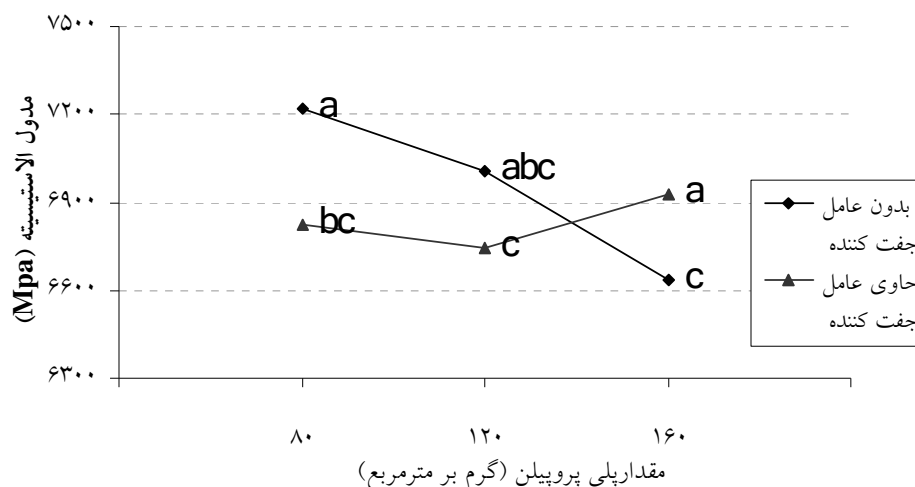
\*\* : معنی دار در سطح 1 درصد \* : معنی دار در سطح 5 درصد ns : معنی دار نیست

### مدول گسیختگی

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد (جدول 1) که اثر مقدار پلی پروپیلن و ماده جفت کننده بر مدول گسیختگی تخته‌ها در جهت عمود بر الیاف لایه های سطحی معنی دار نبود ولی اثر مقدار عامل جفت کننده بر مدول گسیختگی تخته‌ها در جهت موازی الیاف لایه های سطحی در سطح 5 درصد معنی دار شد. بطوریکه با افزایش مقدار عامل جفت کننده، این ویژگی افزایش پیدا کرد. شکل 1 نشان می‌دهد که بیشترین مقدار مدول گسیختگی در جهت موازی الیاف لایه های سطحی مربوط به نمونه های شاهد (52/23 مگاپاسکال) و کمترین مقدار آن مربوط به تخته‌های فاقد عامل جفت کننده (46/3 مگا پاسکال) می‌باشد.

### مدول الاستیسیته

جدول 1 نشان می‌دهد که اثر مقدار پلی پروپیلن و ماده جفت کننده به تنهایی بر روی مدول الاستیسیته تخته‌ها معنی دار نبوده است. اثر متقابل موارد ذکر شده بر مدول الاستیسیته تخته‌ها در جهت موازی الیاف سطحی جهت موازی الیاف معنی دار شده است (شکل 2). بیشترین مقدار مدول الاستیسیته متعلق به تخته‌های شاهد (7231 مگاپاسکال) بوده است که با میانگین مدول الاستیسیته تخته‌های حاوی 80 گرم بر متر مربع پلی پروپیلن و فاقد عامل جفت کننده در یک گروه قرار گرفتند و کمترین مقدار مدول الاستیسیته در جهت موازی الیاف لایه های سطحی مربوط به تخته‌های حاوی 160 گرم بر متر مربع پلی پروپیلن و بدون استفاده از MAPP (6637 مگاپاسکال) می‌باشد.



شکل ۲: اثر مقدار پلی پروپیلن و مقدار عامل جفت کننده بر مدول الاستیسیته در جهت موازی الیاف لایه های سطحی

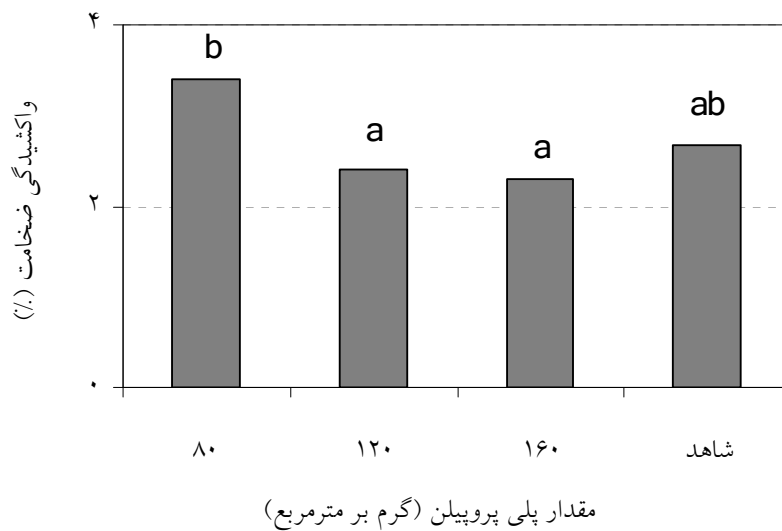
است (شکل های 5 و 6). همانطور که مشاهده می شود که با افزایش مقدار پلی پروپیلن مقدار جذب آب بعد از 2 و 24 ساعت کاهش می یابد. به طوری که کمترین مقدار جذب آب بعد از 2 و 24 ساعت مربوط به تخته های شاهد (به ترتیب 40/3 و 71/76 درصد) که با جذب آب بعد از 2 و 24 ساعت تخته های ساخته شده با 160 گرم بر متر مربع پلی پروپیلن در یک گروه قرار گرفته اند و بیشترین مقدار جذب آب بعد از 2 و 24 ساعت در تخته های حاوی 80 گرم بر متر مربع پلی پروپیلن ملاحظه گردید (به ترتیب 52/7 و 97 درصد). همچنین تجزیه واریانس داده های جذب آب بعد از 24 ساعت نشان داد که اثر مقدار عامل جفت کننده بر آن معنی دار می باشد. با توجه به شکل 7 دیده می شود که کمترین مقدار جذب آب بعد از 24 ساعت مربوط به تخته های شاهد (71/76 درصد) و بیشترین مقدار آن مربوط به تخته های فاقد عامل جفت کننده می باشد (92/2 درصد).

#### واکسیدگی ضخامت بعد از 2 و 24 ساعت

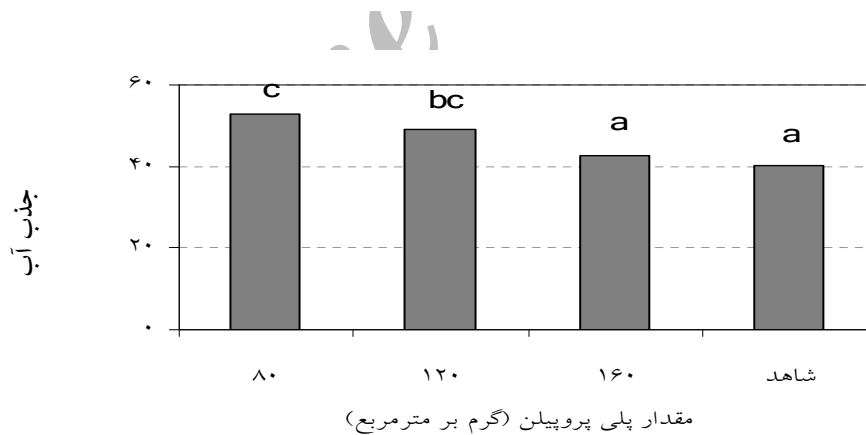
نتایج بدست آمده از اندازه گیری ویژگی ها نشان می دهد که اثر مقدار پلی پروپیلن بر این ویژگی معنی دار شده است (جدول 1). کمترین مقدار واکسیدگی ضخامت بعد از 2 و 24 ساعت مربوط به تخته های حاوی 160 گرم بر متر مربع پلی پروپیلن (به ترتیب 2/3 و 3/02 درصد) و بیشترین مقدار واکسیدگی ضخامت بعد از 2 ساعت مربوط به تخته های حاوی 80 گرم بر متر مربع پلی پروپیلن (4/15 درصد) و برای 24 ساعت مربوط به تخته های شاهد بود. لازم به ذکر است که بین واکسیدگی ضخامت بعد از 2 و 24 ساعت تخته های ساخته شده با 160 و 120 گرم بر متر مربع پلی پروپیلن تفاوت معنی داری مشاهده نگردید (شکل های 3 و 4).

#### جذب آب بعد از 2 و 24 ساعت

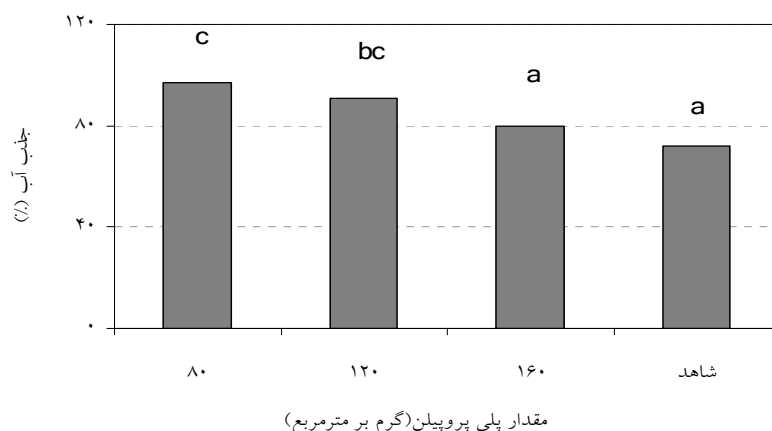
نتایج نشان داد که اثر مستقل مقدار پلی پروپیلن بر جذب آب تخته ها بعد از 2 و 24 ساعت معنی دار بوده



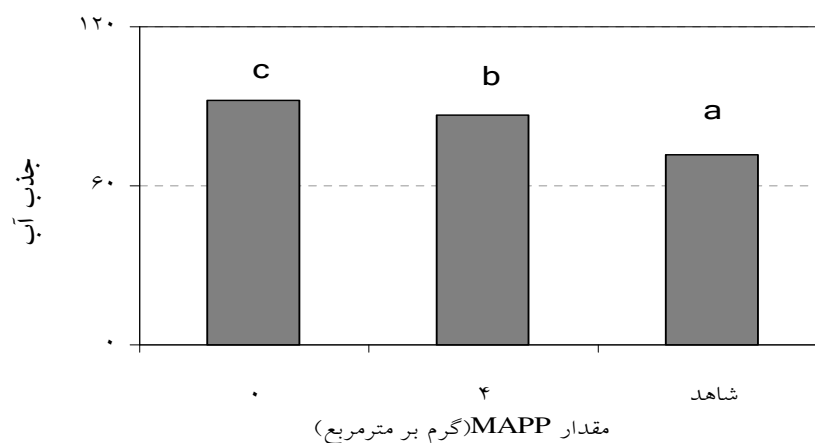
شکل ۳: اثر مقدار پلی پروپیلن بر واکسیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت



شکل ۵: اثر مقدار پلی پروپیلن بر جذب آب بعد از ۲ ساعت



شکل ۶: اثر مقدار پلی پروپیلن بر جذب آب بعد از ۲۴ ساعت



شکل ۷: اثر مقدار MAPP بر جذب آب بعد از ۲۴ ساعت

ایجاد کرده و در نتیجه انتقال تنش بین لایه ها و پلیمر بهتر صورت می گیرد (ROWELL et al. 1997). در تخته‌های فاقد MAPP، به دلیل عدم سازگاری بین خواص سطحی الیاف قطبی با PP غیر قطبی، مقدار تنش کمتری از لایه‌ها به ماده پلیمر انتقال یافته و در نتیجه تخته‌های حاصل دارای مدول گسیختگی کمتری خواهند بود. علت بیشتر بودن مدول گسیختگی در جهت موازی الیاف لایه‌های سطحی نمونه شاهد را می‌توان به کیفیت بهتر اتصال چسب اوره فرمالدهید با لایه چوب در مقایسه با پلی

### بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از اندازه گیری ویژگی‌های مکانیکی تخته‌های آزمون نشان داد که با افزایش عامل جفت کننده، مدول گسیختگی در جهت موازی الیاف لایه‌های سطحی افزایش می‌یابد زیرا با افزایش مقدار عامل جفت کننده امکان به وجود آمدن اتصالات شیمیایی قویتر بین لایه های چوبی و پلی پروپیلن بیشتر می گردد به طوری که گروه های انیدرید موجود در MAPP می توانند با گروه های هیدروکسیل سطح لایه ها پیوند کوالانسی

در نتیجه منافذ موجود در خط چسب، محل‌های مناسبی برای جذب آب خواهند بود.

در نهایت می‌توان گفت که چنانچه در ساخت تخته لایه از پلی پروپیلن به مقدار 160 گرم بر مترمربع و 4 گرم بر مترمربع MAPP استفاده شود می‌توان تخته‌های با کیفیت مناسب تهیه نمود. با توجه به قیمت پایین ضایعات پلی پروپیلن و با در نظر گرفتن نتایج بدست آمده از این تحقیق اگر تخته‌هایی حتی با قیمت مشابه تخته‌های تهیه شده از چسب اوره فرمالدهید تهیه گردند به لحاظ زیست محیطی ارجح می‌باشند.

### منابع مورد استفاده

- استاندارد ملی ایران. شماره 5784  
باریکانی، مهدی، 1374. ایمنی در آزمایشگاهها. انتشارات نشر دانا، 184 صفحه
- بصری، ع، 1368. طرح آزمایشات در علوم کشاورزی. انتشارات دانشگاه شیراز. شماره 279-368 صفحه
- سرزراع، م، 1375. امکان استفاده از ضایعات پلی اتیلن در ساخت تخته خرده چوب. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران
- کاظمی نجفی، س، دوست حسینی، ک، 1379. استفاده از آرد گال به عنوان فیلر چسب فنل فرمالدهید در ساخت تخته لایه. مجله منابع طبیعی ایران. 53(2): 155-163
- عنایتی، علی اکبر، مرصاد، علیرضا، 1380. امکان استفاده از پلی استایرن در ساخت تخته خرده چوب. مجله منابع طبیعی ایران. 54(3): 283-298
- Pentti, K., rvelaK, J., Tervalo, P., 1999. Coating plywood with a thermoplasti. International Journal of Adhesion & Adhesives VOL.19 :295-301
- Rowell, R.M., Yang, R.A., Rowell, J., 1997, Paper and composites from agro-based resources. p:446
- Aydin, I., Colakoglu, G., Colak, S., Demirkir, C., 2006. Effects of moisture content on formaldehyde emission mechanical properties of plywood. Building and Environment 41:1311-1316
- Colak, S., Colakoglu, G., 2006. Effect of wood species and adhesive types on the amount of volatile acetic acid of plywood by using desiccator method. Holz als Roh und werkstoff. Vol64:513-514

پروپیلن دانست. نتایج حاصل از اندازه گیری ویژگی‌های فیزیکی نشان داد که با افزایش مقدار پلی پروپیلن مقدار واکنشیدگی ضخامت بعد از 2 و 24 ساعت کاهش می‌یابد با توجه به ماهیت آبریزی پلی پروپیلن، تمایل به جذب آب این ماده کم بوده و از سوی دیگر با تشکیل لایه ایزوله در سطح لایه های چوب امکان دسترسی آب به سطح لایه های چوبی را کاهش و در نتیجه آب کمتری به لایه میانی رسیده و واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها کاهش می‌یابد. در حالی که واکنشیدگی ضخامت تخته‌های شاهد در زمان 24 ساعت غوطه وری در آب مقدار چشمگیری را نشان داده و بیشترین مقدار واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها مربوط به آن بود. این پدیده می‌تواند گویای این واقعیت باشد که در زمان طولانی (24 ساعت غوطه وری در آب) و به دلیل مقاومت کمتر چسب اوره فرمالدهید به آب، پیوندهای بیشتری بین مولکول‌های چسب اوره فرمالدهید و چوب شکسته شده و با آزاد شدن تنش‌ها، مقدار واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها افزایش می‌یابد. افزایش مقدار پلی پروپیلن، جذب آب تخته‌ها در 2 و 24 ساعت کاهش معنی‌داری را نشان داد که این امر را می‌توان به خاصیت آب‌گریزی پلی پروپیلن نسبت داد که با افزایش مقدار ماده آب‌گریز و اشغال مکان‌های جذب آب، تخته‌ها تمایل کمتری به جذب آب خواهند داشت (شکل 4 و 5). بعلاوه همان‌طور که در شکل 6 دیده می‌شود با افزایش مقدار MAPP جذب آب تخته‌ها کاهش می‌یابد دلیل این مسئله را می‌توان به ایجاد پیوندهای شیمیایی بیشتر، تقویت اتصالات و کاهش مکان‌های جذب آب تخته در اثر استفاده از عامل جفت‌کننده دانست. علیرغم آب‌گریز بودن پلی پروپیلن، جذب آب تخته‌های حاوی پلی پروپیلن بیشتر از جذب آب نمونه‌های شاهد (تخته‌های ساخته شده با چسب اوره فرمالدهید) بود. که این امر نشان می‌دهد که مقدار پلی پروپیلن در حدی نبوده که بتواند یک لایه عایقی پیوسته را به وجود آورده و

## Feasibility of utilizing polypropylene as a binder for plywood manufacture

Enayati, A.<sup>\*1</sup>, Rasouli.D.<sup>2</sup> and Yousefi, H.<sup>2</sup>

1\* - Corresponding author, Associate professor of Natural Resources College of Tehran University, [aenayati@chamran.ut.ac.ir](mailto:aenayati@chamran.ut.ac.ir)

2- Msc of Wood Science of Tehran University

3-Phd student, Tehran University

Received: Jan. 2008 Accepted: May, 2008

### Abstract

In this study, plywood manufacture with use of polypropylene as a binder has been studied. The variables were polypropylene in three levels of 80, 120 and 160 g/m<sup>2</sup> and maleic anhydride polypropylene coupling agent in two levels of 0 and 4 g/m<sup>2</sup>. Ureformaldehyde and wheat flour were used for control samples (120 and 40 g/m<sup>2</sup> respectively). Physical and mechanical properties including MOR and MOE (parallel and perpendicular to grain of face layers), water absorption and thickness swelling after 2 and 24 hours of immersion in water were tested. The results showed that maleic anhydride polypropylene coupling agent has significant effect on MOR parallel to grain of face layers. With increase of maleic anhydride polypropylene coupling agent, MOR increased. Polypropylene has positive effect on thickness. With increase of maleic anhydride polypropylene coupling agent, water absorption after 24 hours improved. Although the results revealed improvement in board properties resulted from more polypropylene use but in all properties (except thickness swelling after 24 hours), control samples had better quality than plywood made from polypropylene.

**Key words:** plywood, polypropylene, MAPP, Physical and mechanical properties