

تأثیر شرایط خشک کردن چوب راش بر pH، ظرفیت بافرکنندگی و مقاومت اتصال آن با رزین اوره - فرمالدهید

امیر زمانی^۱، احمد جهان لیبیاری^{۲*}، آژنگ تاج‌دینی^۳ و ابوالفضل کارگرفرد^۴

۱- کارشناس ارشد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۲- نویسنده مسئول، استاد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، پست الکترونیک: latibari@kiauo.ac.ir

۳- دانشیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۴- دانشیار، بخش تحقیقات چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۲

چکیده

در این تحقیق، ویژگی‌های شیمیایی لایه سطحی چوب راش اندازه‌گیری شده و کیفیت اتصال آنها مورد مطالعه قرار گرفت. از چوب راش عاری از عیب‌های ظاهری نمونه‌برداری شده و میزان رطوبت قبل از خشک کردن آن در سه سطح ۳۰، ۴۰ و ۵۰٪ (مینا: وزن خشک) تنظیم شد. بعد از کاهش رطوبت تا رطوبت تعادل در هوای آزاد (دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۳۰٪) نمونه‌های چسبانده شده با چسب اوره - فرمالدهید تهیه و مقاومت برشی اتصال آنها اندازه‌گیری گردید. pH، ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی لایه سطحی و لایه‌ای به عمق ۰/۵ میلی‌متر از سطح چوب راش اندازه‌گیری شد. با زیاد شدن مقدار رطوبت قبل از خشک کردن چوب‌ها، مقاومت‌کششی اتصال کاهش یافت، ولی تأثیر آن معنی‌دار نبود. تأثیر این عامل بر درصد شکست در چوب در سطح اعتماد آماری ۹۹٪ معنی‌دار شده و میانگین‌ها در دو گروه مجزا قرار گرفتند. تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد که تأثیر pH لایه عمقی بر مقاومت‌کششی و تأثیر آن بر درصد شکست در چوب در سطح اعتماد آماری زیاده‌تر از ۹۵٪ معنی‌دار شد. در اثر زیاد شدن رطوبت اولیه لایه‌ها، pH لایه سطحی چوب افزایش یافته و در اثر زیاد شدن pH مقاومت اتصال چوب با رزین اوره - فرمالدهید کم گردید. نتایج نشان دادند که کمترین ظرفیت بافرکنندگی اسیدی مربوط به نمونه‌های با ۴۰٪ رطوبت قبل از خشک کردن بود. در اثر زیاد شدن ظرفیت بافرکنندگی اسیدی لایه سطحی، مقاومت‌کششی کاهش یافته و درصد شکست در چوب افزایش یافت. تأثیر ظرفیت بافرکنندگی اسیدی لایه سطحی بر مقاومت‌کششی معنی‌دار نبوده، ولی تأثیر آن بر درصد شکست در چوب در سطح اعتماد آماری ۹۹٪ معنی‌دار شد.

واژه‌های کلیدی: اوره - فرمالدهید، مقاومت‌کششی، درصد شکست، pH، ظرفیت بافرکنندگی.

مقدمه

می‌تواند بر ویژگی‌های سطح چوب و کیفیت اتصال بین لایه‌های چوب اثر عمیقی داشته باشد. دماهای زیاد، رطوبت کم و مواجهه طولانی با گرما، همگی تغییرات گرمایی - شیمیایی مهمی را در سطح چوب ایجاد می‌کنند که در اثر آنها مواضع تشکیل اتصال بین لایه‌ها از بین می‌رود و چسبندگی کاهش می‌یابد. شرایط خشک کردن می‌تواند شیمی سطح چوب را تحت تأثیر قرار دهد و این تغییرات نیز

چوب به‌عنوان یک ماده مهندسی، کاربردهای متنوعی دارد. چوب با وجود بسیاری از ویژگی‌های مثبت (در دسترس بودن، تنوع، قیمت کم، تجدیدشوندگی، استحکام وابسته به وزن و ...) ولی برخی معایب آن، کاربرد چوب را برای مصارف بیرونی محدود می‌کند. دما، زمان و رطوبت محیطی که در آن محیط لایه‌های چوبی خشک می‌شوند،

با چوب همان گونه‌ها دارد که این پدیده به علت مواد استخراجی بیشتر پوست می‌باشد. در سطوح پایین تر افزودن کاتالیزور، تأثیر pH ماده خام بر روی زمان ژله‌ای شدن رزین UF بارز می‌باشد. در حالی که در سطوح بالای استفاده از کاتالیزور، این اثر بارز نیست. در مقادیر زیادتر کاتالیزور و در مورد تمام مواد مطالعه شده که با رزین UF مخلوط شده‌اند زمان ژله‌ای شدن در مقایسه با حالتی که فقط از رزین UF استفاده شده است طولانی تر می‌باشد.

Aydin (۲۰۰۴) در تحقیق خود اثر فعال‌سازی سطوح چوب، از طریق پیش تیمار مکانیکی جهت بهبود اتصالات با چسب و اثر آن بر روی خواص سطوح روکش و تخته لایه را مورد مطالعه قرار داد. برای خشک کردن روکش‌ها از دو روش خشک کردن در هوای آزاد با دمای ۲۰°C و خشک کردن در کوره با دمای ۱۱۰°C نیز استفاده شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که سطوح روکش‌های خشک شده در کوره نسبت به روکش‌های خشک شده در هوای آزاد، زبرتر بودند. زاویه تماس قطره‌های چسب فنول فرمالدهید نسبت به قطره‌های چسب اوره-فرمالدهید برای هر دو نمونه سنباده شده و سنباده نشده بزرگتر بود. در مورد تخته‌های سنباده نشده (شاهد)، مقادیر زاویه تماس نمونه‌های خشک شده در هوا نسبت به نمونه‌های خشک شده در کوره بزرگتر بودند. این تفاوت مخصوصاً برای قطره‌های اوره فرمالدهید خیلی واضح بود. البته مقاومت برشی تخته لایه‌های تولید شده با چسب فنول فرمالدهید نسبت به تخته‌های تولید شده با چسب اوره فرمالدهید کمتر بود.

Baharoglu و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای بررسی ویژگی‌های سطح، خواص فیزیکی (واکسیدگی ضخامت) و مکانیکی (مدول گسیختگی، مدول الاستسیته و چسبندگی داخلی) و انتشار فرمالدهید از تخته خرده‌چوب، متأثر از مقدار رطوبت چوب را انجام دادند. تخته‌ها از خرده‌چوب با ۵ مقدار رطوبت مختلف (۲۰٪، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۹۵) تولید شدند. نتایج نشان داد که ویژگی‌های سطح، خواص فیزیکی و مکانیکی و انتشار فرمالدهید از تخته خرده‌چوب به‌طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر مقدار رطوبت چوب بودند.

Ozcan و همکاران (۲۰۱۲) اثرات تیمار حرارتی و زبری سطح روی مقاومت چسبندگی چوب ۴ گونه‌ی

بر چگونگی تشکیل اتصال و مقاومت آن تأثیر می‌گذارد. Kehr و Schilling (۱۹۶۵) در بررسی تأثیر pH چوب بر مقاومت اتصال آن با رزین اوره-فرمالدهید در ساخت تخته خرده‌چوب با انتخاب چوب گونه‌های مختلف پهن‌برگ و سوزنی‌برگ عنوان کرده‌اند که چوب دو گونه *Ulmus carpinifolia* و *P.nigra* به علت pH زیاد، مشکلاتی را در سخت و گیرا شدن رزین بوجود آورده‌اند که با افزودن مقادیر بیشتر سخت کننده قابل رفع شدن نبوده است.

Niazi و Johns (۱۹۸۰) در بررسی جامعی بر روی pH و ظرفیت بافرکنندگی چوب چندین گونه پهن‌برگ و سوزنی‌برگ و تأثیر آن بر زمان ژله‌ای شدن رزین اوره-فرمالدهید عنوان می‌کنند که محدوده pH چوب‌های پهن‌برگ مورد بررسی بین ۴ تا ۵/۸۶ و محدوده pH چوب‌های سوزنی‌برگ بین ۴/۰۲ تا ۵/۸۲ متغیر است. زمان ژله شدن رزین اوره-فرمالدهید به‌طور مستقیم تحت تأثیر pH چوب و به‌طور معکوس تحت تأثیر ظرفیت بافرکنندگی اسیدی قرار دارد.

Kubel و Simatupang (۱۹۹۴) اندازه‌گیری pH سطح چوب پس از خشک کردن و تخریب قارچی آن را مورد بررسی قرار داده و مشخص کرده‌اند که با زیاد شدن زمان و دمای خشک کردن و زیاد شدن زمان تأثیر قارچ، میزان pH سطح چوب کم شده است. این پدیده بر کم شدن مقاومت اتصال بین رزین اوره - فرمالدهید و روکش مؤثر خواهد بود.

Resnik و Medved (۲۰۰۳) اثر اسیدیته و اندازه‌ی ذرات چوب راش روی سخت شدن چسب اوره-فرمالدهید را مورد بررسی قرار دادند. اندازه‌گیری مقدار pH و اسیدهای قابل حل نتایج نشان دادند که اندازه ذرات بر میزان pH و مقدار اسیدهای قابل حل آنها تأثیر نمی‌گذارد. اما بر روی کمیت اسیدهای غیر قابل حل تأثیر دارد. علاوه بر این، اندازه ذرات زمان ژله‌ای شدن چسب UF را تحت تأثیر قرار می‌دهد و کوتاه‌ترین زمان ژله‌ای شدن در ریزترین ذرات حاصل می‌شود.

Xing و همکاران (۲۰۰۴) اثر اسیدیته و کاتالیزور را بر روی زمان ژله‌ای شدن رزین اوره-فرمالدهید مورد بررسی قرار دادند. این تحقیق نشان داد که پوست و چوب pH کمتر و ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی زیادتری را در مقایسه

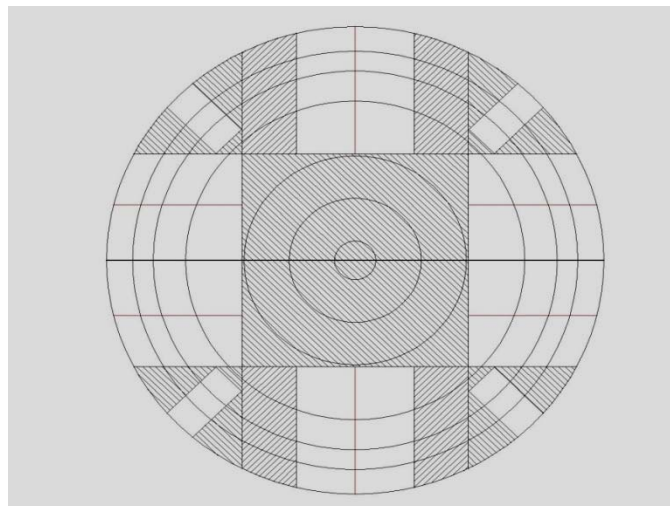
تعیین شده است.

Kargarfard و همکاران (۲۰۰۳) تأثیر دما بر اسیدیت چوب در هنگام فرایند ساخت تخته خرده چوب را مورد بررسی قرار داده‌اند. اندازه‌گیری مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها نشان داد که این ویژگی‌ها در تخته‌های ساخته شده از خرده چوب‌های خشک شده در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به تخته‌های ساخته شده از خرده چوب‌های خشک شده در دمای ۱۱۰ و ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد، در حد معنی‌داری بیشتر بود. تخته‌های ساخته شده از خرده چوب‌های خشک شده در دماهای ۸۰ و ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد، دارای مقاومت چسبندگی داخلی زیادتری بودند که نشان می‌دهد حداکثر تأثیر منفی مواد استخراجی بر مقاومت اتصال و سخت شدن چسب در دمای خشک‌کن ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد است.

با توجه به اینکه رطوبت چوب قبل از خشک کردن قادر به تغییر ویژگی‌های شیمیایی سطح چوب است و این پدیده نیز بر واکنش بین رزین اوره‌فرمالدهید و چوب تأثیر می‌گذارد. بنابراین تعیین مقدار رطوبت مناسب برای خشک کردن چوب و نیز pH و ظرفیت بافرکنندگی چوب برای افزایش مقاومت اتصال ضروری می‌باشد. در این تحقیق اثر آن بر روی چوب گونه راش بررسی شده است.

مختلف کاج، راش، بلوط سفید و دوگلاس‌فر را بررسی کرده‌اند. نمونه‌ها در معرض سه سطح دمایی ۱۲۰°C، ۱۵۰ و ۱۸۰ در دوره‌های زمانی ۲ و ۶ ساعت قرار گرفتند. نمونه‌های بلوط سفید بالاترین متوسط زبری (R_a) را برابر با $9/49 \mu m$ و بالاترین مقدار حداکثر زبری (R_{MAX}) را برابر با $48/9 \mu m$ داشت. این مطالعه نشان داد که فراوری حرارتی کیفیت کل سطح نمونه را افزایش می‌دهد. همچنین مقاومت چسبندگی نمونه‌های ۴ گونه تیمار شده در مقایسه با نمونه‌های شاهد مقداری کاهش دارد. با افزایش دمای تیمار و زمان تیمار مقادیر دانسیته و زبری سطح کاهش یافت.

Latibari و همکاران (۱۹۹۷) ظرفیت بافرکنندگی و اسیدیت چوب‌های صنعتی ایران را مورد بررسی قرار داده و عنوان می‌کنند که pH چوب‌های مورد بررسی شامل گونه‌های انجیلی، راش، افرا، ملج، توسکا، خرمندی، نمدار، بلوط و ممرز به ترتیب برابر با ۴/۸۸، ۵/۵۱، ۶/۰۵، ۶/۰۴، ۵/۴۷، ۵/۲۳، ۵/۳۷، ۴/۴۴ و ۵/۱۹ است. ظرفیت بافرکنندگی اسیدی گونه راش مورد بررسی برابر با ۰/۰۰۸۷ سانتی‌متر مکعب هیدروکسید نرمال برای هر گرم چوب و ظرفیت بافرکنندگی قلیایی چوب معادل راش ۰/۰۳۸۱ سانتی‌متر مکعب اسید سولفوریک نرمال برای هر گرم چوب



شکل ۱- چگونگی برش نمونه‌ها از گرده‌بینه (محل نمونه‌برداری بدون هاشور می‌باشد)

مواد و روش‌ها

تهیه مواد اولیه و آماده سازی: نمونه‌برداری از چوب

راش عاری از عیب‌های ظاهری انجام شد. دو پایه درخت راش از جنگل‌های منطقه تنکابن قطع شده و گرده‌بینه‌ها به

اکستندر چسبانده شده‌اند. مقدار مصرف چسب اوره - فرمالدهید معادل ۲۰۰ گرم (ماده خشک) در هر مترمربع و مقدار آرد گندم معادل ۴۰٪ چسب اوره - فرمالدهید انتخاب شده است.

بعد از مونتاژ نمونه‌های چسب‌زنی شده، فشار لازم توسط گیره بر آن وارد شده و به مدت ۵ روز در محیط آزمایشگاه تا رسیدن به مقاومت حداکثر نگهداری شدند. سپس نمونه‌ها بریده شده و مقاومت‌کشی آن توسط دستگاه اینسترون اندازه‌گیری شد. سرعت بارگذاری معادل ۵ mm/min تنظیم شده و بار در نقطه شکست و درصد شکست در چوب محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های این بررسی با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی تجزیه و تحلیل آماری شده و در صورت معنی دار شدن اختلاف بین میانگین‌ها، گروه‌بندی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شده است.

نتایج

عوامل مختلفی بر فرایند تشکیل اتصال بین چوب و چسب اوره - فرمالدهید تأثیر می‌گذارد. این عوامل شامل دو گروه عوامل فیزیکی و شیمیایی می‌باشند. عوامل شیمیایی شامل ترکیب شیمیایی سطح چوب، pH و ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی لایه سطحی و احتمالاً عمقی می‌باشد. در این بررسی با تغییر رطوبت چوب سعی در تغییر ویژگی‌های شیمیایی لایه سطحی (pH و ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی) و بررسی تأثیر آنها بر مقاومت اتصال چوب با چسب اوره فرمالدهید و درصد شکست در چوب شده است.

میزان رطوبت چوب در سه سطح ۳۰، ۴۰ و ۵۰٪ (مبنا وزن خشک) تنظیم شده و بعد از رسیدن به رطوبت تعادل مورد نظر، چوب‌ها در هوای آزاد در دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد در رطوبت نسبی ۳۰٪ تا رطوبت تعادل خشک شدند. رطوبت تعادل چوب‌ها بعد از خشک کردن معادل ۱۰٪ اندازه‌گیری شد. بعد از رسیدن به رطوبت تعادل pH، ظرفیت بافرکنندگی و لایه سطحی و لایه‌ای به عمق ۰/۵ میلی‌متر از سطح اندازه‌گیری شد. با توجه به اینکه چسب

کارگاه چوب بری شرکت پیوند هراز انتقال یافته و یک قطعه به طول حدود یک متر از هر کدام بریده شد. قطعه بریده شده توسط دستگاه اوره نواری به قطعات کوچک‌تر تبدیل شد (شکل ۱). نمونه‌های برش خورده به ابعاد نمونه‌های برش داده ۶۵۰×۶۰×۸ mm به مدت ۲ هفته در محیط کارگاه صنایع چوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج قرار داده شد تا رطوبت آنها کاهش یابد.

پس از آن نمونه‌ها به سه گروه تفکیک شده و توسط دستگاه گندگی تا ابعاد ۶۰×۵۰×۵ mm رنده شدند. از این سه گروه، ۶۰ عدد نمونه به ابعاد ۶۰×۵۰×۵ میلی‌متر تهیه شده و به تفکیک در سه محیط با رطوبت نسبی و دمای مشخص برای رسیدن به رطوبت نهایی ۳۰، ۴۰ و ۵۰٪ قرار داده شدند تا به وزن ثابت برسند.

اندازه‌گیری pH و ظرفیت بافرکنندگی لایه سطحی و لایه عمقی

اندازه‌گیری pH و ظرفیت بافرکنندگی نمونه‌ها در دو لایه سطحی و لایه‌ای به عمق ۰/۵ میلی‌متر انجام شده است. ۷ عدد نمونه از هر یک از رطوبت‌های مورد بررسی (۳۰، ۴۰ و ۵۰٪) انتخاب شده و از هر سطح نمونه‌ها به اندازه دقیقاً ۰/۵ میلی‌متر رنده شد. پوشال رنده شده را آسیاب کرده و بعد ذرات با اندازه ۶۰-۴۰، جداسازی شدند.

۱۰ عدد نمونه دیگر از هر یک از رطوبت‌های مورد بررسی (۳۰، ۴۰ و ۵۰٪) انتخاب شده و از هر طرف نمونه‌ها با یک تیغه تیز حداکثر تا عمق ۰/۰۵ میلی‌متر از سطح آن با دست تراشیده شد. این نمونه‌ها به‌طور جداگانه در یک کیسه پلاستیکی قرار گرفته و بدون پودر کردن مورد استفاده قرار گرفتند.

اندازه‌گیری pH و ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی مطابق با دستورالعمل پیشنهادی Johns و Niazi (۱۹۸۰) انجام شده است.

ساخت نمونه و اندازه‌گیری مقاومت اتصال

برای اندازه‌گیری مقاومت‌کشی اتصال لایه‌های چوب راش با چسب اوره - فرمالدهید از دستورالعمل مربوطه ASTM استفاده شد. ابتدا ۶ عدد نمونه از هر کدام از رطوبت‌ها (۳۰، ۴۰ و ۵۰٪) انتخاب شده و بعد با مخلوط چسب اوره - فرمالدهید حاوی آرد گندم به‌عنوان پرکننده -

رطوبت قبل از خشک کردن چوب بر pH و ظرفیت بافرکنندگی قلیایی لایه سطحی و لایه عمقی قابل ملاحظه نمی‌باشد ولی تأثیر آن بر ظرفیت بافرکنندگی اسیدی، قابل ملاحظه بوده و تغییراتی را شاهد هستیم. ظرفیت بافرکنندگی اسیدی لایه سطحی زیادتر از لایه عمقی اندازه‌گیری شده است.

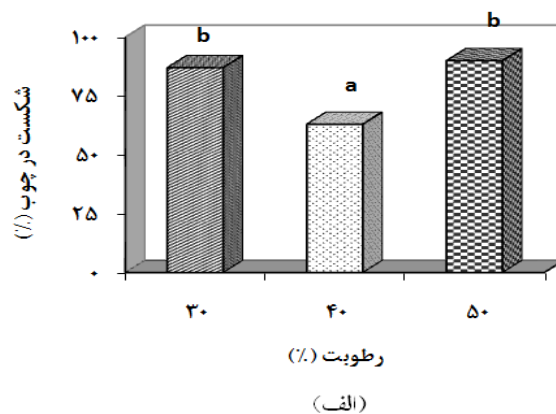
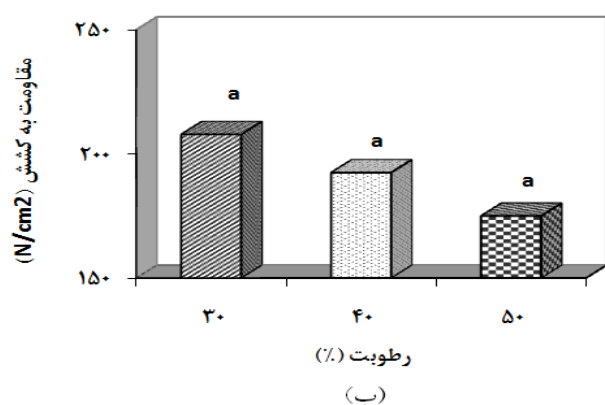
اوره- فرمالدهید به میزان اندکی در چوب نفوذ می‌کند و همچنین مواد لایه زیر سطحی قادر به انتقال به سطح چوب و تأثیر بر فرایند تشکیل اتصال هستند، بنابراین اندازه‌گیری ظرفیت بافرکنندگی از لایه سطحی و همچنین از لایه‌ای به عمق ۰/۵ میلی‌متر از سطح چوب انجام شده است (جدول ۱). همان طوری که از جدول ۱ مشخص می‌گردد تأثیر

جدول ۱- میانگین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده از لایه‌های با رطوبت‌های متفاوت چوب راش و مقاومت کششی، درصد شکست در چوب بین چوب راش و اتصال زیرین اوره - فرمالدهید

شکست در چوب (%)	مقاومت به کشش N/cm ²	ظرفیت بافرکنندگی		pH	شرایط ساخت	
		اسیدی (معادل حجم اسید یک نرمال برای یک گرم چوب)	ظرفیت بافرکنندگی قلیایی (معادل حجم قلیایی یک نرمال برای یک گرم چوب)		محل نمونه	درصد رطوبت
۸۷	۲۰۷/۸۵	۰/۰۰۲۵	۰/۰۴	۶/۷۳	سطحی	۳۰
		۰/۰۰۱۵	۰/۰۵	۶/۷۱	۰/۵mm	
۶۳	۱۹۲/۴۵	۰/۰۰۱۲۵	۰/۰۵	۶/۷۵	سطحی	۴۰
		۰/۰۰۰۷۵	۰/۰۵	۶/۸۵	۰/۵mm	
۹۰	۱۷۵	۰/۰۱	۰/۰۶	۶/۹۸	سطحی	۵۰
		۰/۰۰۲۵	۰/۰۶	۶/۷۳	۰/۵mm	

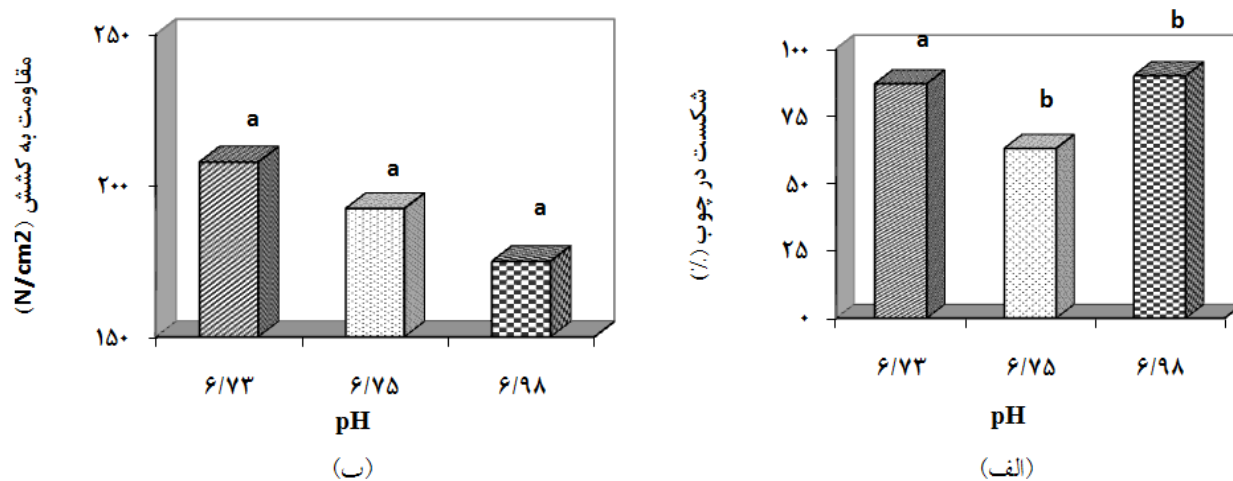
مقاومت‌کششی اتصال کاهش یافته ولی تأثیر آن معنی‌دار نبوده است. تأثیر آن بر درصد شکست در چوب در سطح اعتماد آماری ۹۹٪ معنی‌دار شده و میانگین‌ها در دو گروه مجزا قرار گرفته‌اند.

تأثیر رطوبت قبل از خشک کردن چوب‌ها بر مقاومت به کشش نمونه اتصال یافته با چسب اوره-فرمالدهید و درصد شکست در چوب در شکل ۲ نشان داده شده است. با زیاد شدن مقدار رطوبت قبل از خشک کردن چوب‌ها



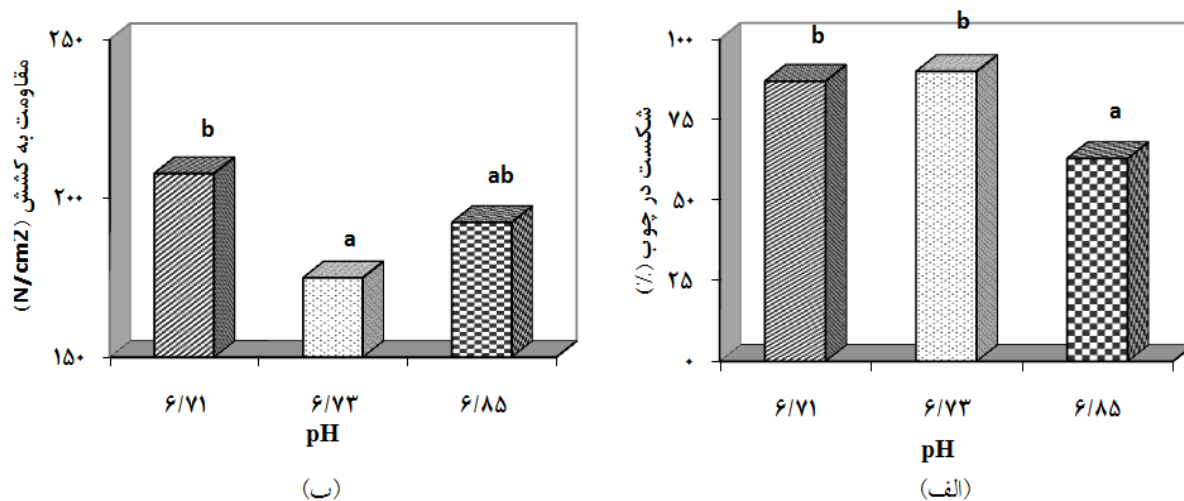
شکل ۲- تأثیر رطوبت قبل از خشک کردن چوب بر

الف- مقاومت به کشش اتصال چوب با رزین اوره-فرمالدهید، ب- درصد شکست در چوب



شکل ۳- تأثیر pH لایه سطحی چوب بر

الف- مقاومت به کشش اتصال چوب با رزین اوره- فرمالدهید، ب- درصد شکست در چوب



شکل ۴- تأثیر pH لایه ۰/۵ میلی متری چوب بر

الف- مقاومت به کشش اتصال چوب با رزین اوره- فرمالدهید، ب- درصد شکست در چوب

شده است (شکل ۳).

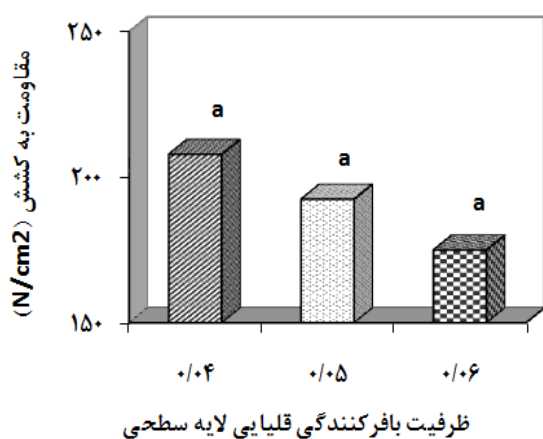
تأثیر pH لایه عمقی بر مقاومت به کشش اتصال و درصد شکست در چوب در شکل ۴ نشان داده شده است. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نشان می‌دهد که تأثیر pH لایه عمقی بر مقاومت کششی و بر درصد

با وجودی که تغییر pH لایه سطحی خیلی محدود بوده و بین ۶/۷۳ تا ۶/۹۸ تغییر کرده است، ولی تغییراتی در مقاومت کششی اتصال در اثر تغییر pH مشاهده می‌گردد که این تغییرات معنی‌دار نمی‌باشد. بنابراین احتمالاً تأثیر سایر عوامل باعث چنین تغییراتی

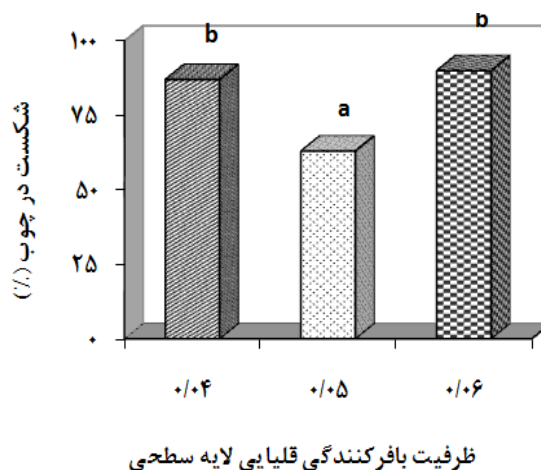
کاهش یافته و به مرحله ژله‌ای شدن می‌رسد، این پدیده به افت مقاومت اتصال چوب با چسب اوره- فرمالدهید می‌انجامد. بنابراین ظرفیت بافرکنندگی اسیدی به‌عنوان شاخصی از توانایی چوب در آزاد کردن اسید و ظرفیت بافرکنندگی قلیایی به‌عنوان شاخص پتانسیل جذب اسید چسب توسط چوب در لایه سطحی و لایه عمقی اندازه‌گیری شده است و تأثیر آنها بر مقاومت کششی اتصال و درصد شکست در چوب مشخص شده است (شکل ۵ و ۶).

شکست در چوب در سطح اعتماد آماری ۹۵٪ معنی‌دار شده است. گروه‌بندی دانکن میانگین‌های مقاومت کششی اتصال در اثر تغییر pH لایه عمقی در سه گروه و گروه‌بندی دانکن میانگین‌های درصد شکست در چوب در دو گروه قرار گرفته‌اند.

در فرایند تشکیل اتصال چوب با چسب دوره فرمالدهید به علت اینکه واکنش سخت شدن این چسب در محیط اسیدی اتفاق می‌افتد و هر چه محیط اسیدی‌تر باشد واکنش سریع‌تر است و حتی اگر مقدار زیادی اسید از چوب به چسب انتقال یابد، pH چسب خیلی سریع



(ب)



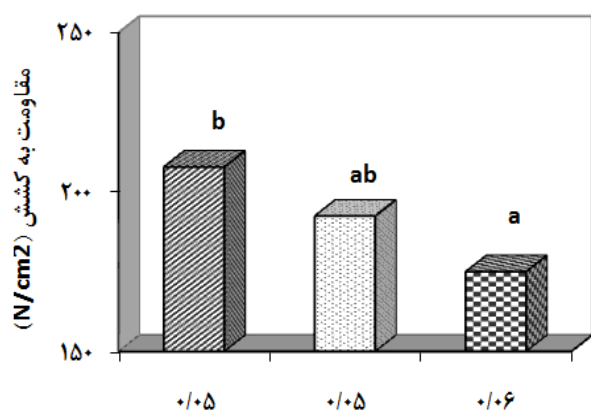
(الف)

شکل ۵- تأثیر ظرفیت بافرکنندگی قلیایی لایه سطحی چوب بر

الف- مقاومت به کشش اتصال چوب با رزین اوره- فرمالدهید، ب- درصد شکست در چوب

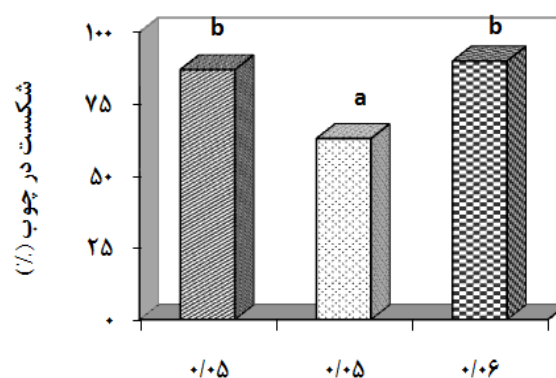
عمقی نیز تغییر کرده و تأثیر آن بر مقاومت کششی اتصال و بر درصد شکست در چوب در سطح اعتماد آماری ۹۵٪ معنی‌دار شده و گروه‌بندی میانگین‌های مقاومت کششی اتصال ساخته شده از این چوب‌ها در سه گروه مجزا و گروه‌بندی میانگین‌های درصد شکست در چوب در دو گروه قرار گرفته‌اند.

با زیاد شدن رطوبت قبل از خشک کردن چوب ظرفیت بافرکنندگی قلیایی لایه سطحی افزایش یافته ولی تأثیر آن بر مقاومت کششی اتصال معنی‌دار نشده است. تأثیر این ویژگی بر درصد شکست در چوب در سطح اعتماد آماری ۹۹٪ معنی‌دار شده و میانگین‌ها در دو گروه مجزا قرار گرفته‌اند. در اثر تغییر رطوبت قبل از خشک کردن چوب، ظرفیت بافرکنندگی قلیایی لایه



ظرفیت بافرکنندگی قلیایی لایه ۰/۵ میلی متر

(ب)



ظرفیت بافرکنندگی قلیایی لایه ۰/۵ میلی متر

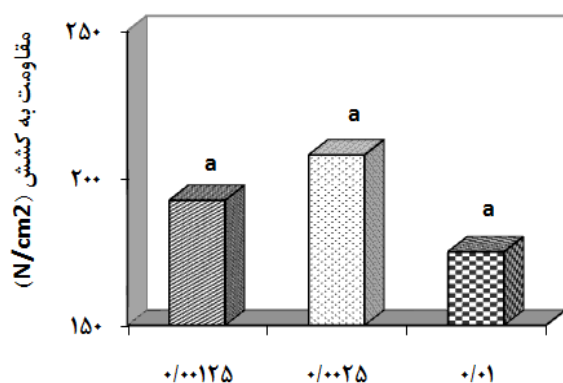
(الف)

شکل ۶- تأثیر ظرفیت بافرکنندگی قلیایی لایه ۰/۵ میلی متر چوب بر

الف- مقاومت به کشش اتصال چوب با رزین اوره- فرمالدهید، ب- درصد شکست در چوب

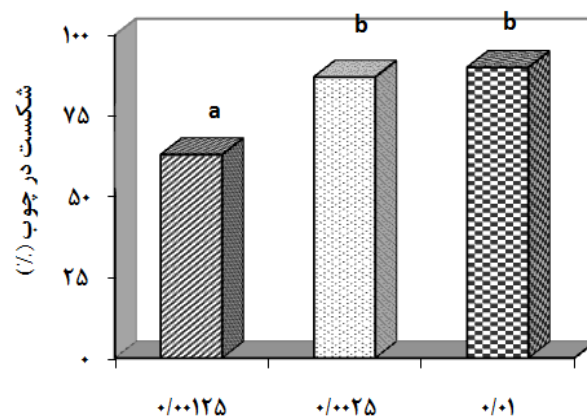
افزایش یافته است (شکل ۷). تأثیر ظرفیت بافرکنندگی اسیدی لایه سطحی بر مقاومت کششی معنی دار نبوده ولی تأثیر آن بر درصد شکست در چوب در سطح اعتماد آماری ۹۹٪ معنی دار شده و میانگین‌ها در دو گروه قرار گرفته‌اند. وضعیت مشابهی نیز در مورد ظرفیت بافرکنندگی اسیدی لایه عمقی مشاهده می‌گردد.

اندازه‌گیری ظرفیت بافرکنندگی اسیدی لایه سطحی و لایه عمقی چوب‌های با رطوبت قبل از خشک کردن متفاوت نشان می‌دهد که کمترین ظرفیت بافرکنندگی اسیدی از نمونه‌های با ۴۰٪ رطوبت قبل از خشک کردن اندازه‌گیری شده و در دو رطوبت دیگر بافرکنندگی اسیدی زیادتر است. در اثر زیاد شدن ظرفیت بافرکنندگی اسیدی لایه سطحی، مقاومت کششی کاهش یافته و درصد شکست در چوب



ظرفیت بافرکنندگی اسیدی لایه سطحی

(ب)

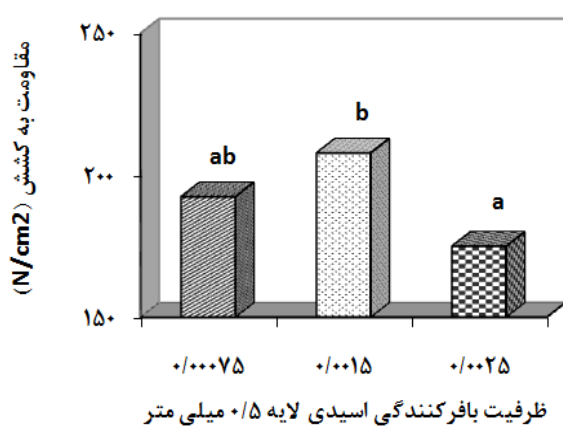


ظرفیت بافرکنندگی اسیدی لایه سطحی

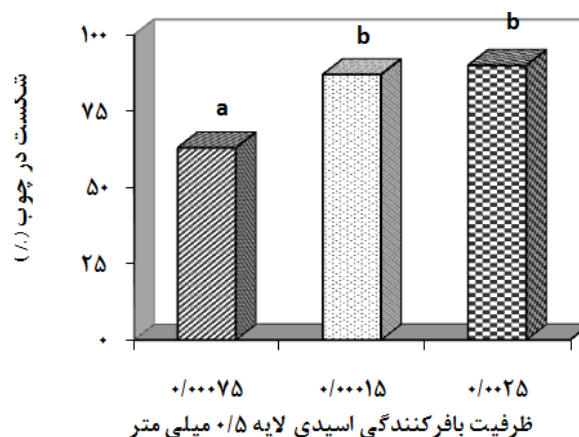
(الف)

شکل ۷- تأثیر ظرفیت بافرکنندگی اسیدی لایه سطحی چوب بر

الف- مقاومت به کشش اتصال چوب با رزین اوره- فرمالدهید، ب- درصد شکست در چوب



(ب)



(الف)

شکل ۸- تأثیر ظرفیت بافرکنندگی اسیدی لایه ۰/۵ میلی متر چوب بر
الف- مقاومت به کشش اتصال چوب با رزین اوره- فرمالدهید، ب- درصد شکست در چوب

بحث

عوامل شیمیایی و فیزیکی چوب از طریق برهم‌کنش با چسب، اثرات بهبود دهنده و کاهش‌دهنده بر مقاومت اتصال چسب با چوب دارند. از جمله عوامل تأثیرگذار شیمیایی چوب، دو ویژگی pH و ظرفیت بافرکنندگی نقش مهمی در فرایند سخت شدن چسب اوره- فرمالدهید با چوب دارد (Xing et al., 2004). این عوامل بر چگونگی و زمان ژله‌ای شدن این چسب در تماس با چوب تأثیر گذاشته و می‌توانند نقش تسریع کننده یا کند کننده ژله‌ای شدن چسب را داشته باشند (Aydin 2004). به‌طورکلی مواد استخراجی به دلیل حضور ترکیب‌های اسیدی چوب در آنها و همچنین پتانسیل اسیدی مانند تانن‌ها قادر به کم کردن مقاومت اتصال چسب با چوب هستند. بنابراین عقیده عمومی بر این است که برای دستیابی به یک اتصال خوب نیاز به سطح تمیز و عاری از آلاینده‌ها از آن جمله مواد استخراجی می‌باشد. مواد استخراجی در زمان خشک کردن چوب به سطح آن انتقال یافته و در آن منطقه رسوب می‌کند. به‌طوری که بعد از مدت کوتاهی از برش چوب، سطح بریده شده آن تا حدودی غیرفعال می‌شود (Aydin, 2004). این پدیده غیرفعال شدن متأثر از انتقال مواد استخراجی به سطح چوب و تأثیر عوامل محیطی بر آن است. بنابراین دانستن pH و ظرفیت بافرکنندگی چوب برای درک اثرات ماده اولیه بر سرعت گیرا و سخت شدن رزین اوره- فرمالدهید و طراحی رزین‌های اوره- فرمالدهید متناسب با چوب خاصی

ضروری و مهم خواهد بود (Xing et al., 2004). در این بررسی با هدف شناسایی و درک عوامل مؤثر بر فرایند تشکیل اتصال، با استفاده از لایه‌های چوب راش حاوی مقادیر متفاوت رطوبت و خشک کردن آنها در هوای آزاد، سعی در ایجاد ویژگی‌های سطحی متفاوت در این لایه‌ها و تأثیر آنها بر مقاومت‌کششی اتصال چوب راش با رزین اوره- فرمالدهید و درصد شکست در چوب شده است. با توجه به اینکه وقتی چوب در معرض دمای بالا قرار می‌گیرد، سطح آن غیر فعال می‌شود و این پدیده نقش منفی بر مقاومت اتصال چوب با چسب اوره- فرمالدهید دارد (Aydin, 2004). در این بررسی به‌منظور حذف تأثیر دمای خشک کردن، تمام لایه‌ها در هوای آزاد و عاری از آلودگی‌های محیطی خشک شده‌اند. به علاوه اینکه در تمام مدت آزمایش، و ساخت نمونه‌ها، لایه‌ها در فویل‌های آلومینیومی قرار داده شدند تا در معرض نور آفتاب که پتانسیل تغییر ویژگی‌های سطح چوب را دارد قرار نگیرند. با تغییر رطوبت قبل از خشک کردن لایه‌ها و ایجاد شرایط یکسان خشک کردن، ویژگی‌های متفاوت سطحی ایجاد شده است. در پایان مرحله خشک کردن و رسیدن به رطوبت تعادل محیط با ۳۰٪ رطوبت نسبی و ۲۱ درجه سانتی‌گراد، pH و ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی لایه سطحی و لایه‌ای با عمق ۰/۵ میلی‌متر از سطح چوب اندازه‌گیری شده است. با توجه به اینکه عقیده بر این است که حلال چسب تا حدودی به داخل چوب نفوذ می‌کند و در

۲- ظرفیت بافرکنندگی اسیدی لایه‌های سطحی چوب افزایش یافته است. در اثر افزایش این ویژگی به محض تماس چسب اوره- فرمالدهید با سطح چوب، مقدار اسید زیادتری به چسب انتقال یافته و به کم شدن pH چسب انجامیده است. در اثر انتقال اسید از چوب به چسب پدیده ژله‌ای شدن چسب اتفاق افتاده و در نتیجه آن چسب سطح چوب را کمتر تر کرده و کمتر پخش شده است (Johns and Niazi, 1980). البته در این زمینه عقیده دیگری نیز مطرح شده است که عنوان می‌کند "هیچ‌گونه رابطه‌ای بین زمان ژله‌ای شدن چسب اوره- فرمالدهید و ظرفیت بافرکنندگی اسیدی یا قلیایی وجود ندارد (Xing et al., 2004) که دور از انتظار می‌باشد. بنابراین باید به این عبارت با دیده شک نگاه کرد. بلکه Resnik و Medved (۲۰۰۴) عنوان کرده‌اند که اندازه ذرات چوب بر زمان ژله‌ای شدن رزین اوره- فرمالدهید تأثیر دارد و کوتاه‌ترین زمان ژله‌ای شدن مرتبط با اندازه ذرات ریز تر است. وقتی ذرات ریزتر باشند شانس انتقال مواد استخراجی از داخل چوب به سطح چوب بیشتر و سریع‌تر و در اثر آن زمان ژله‌ای شدن کوتاه‌تر می‌شود، که مؤید تأثیر تسریع‌کنندگی اسید چرب بر ژله‌ای شدن رزین اوره- فرمالدهید می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه اثرات ویژگی‌های شیمیایی لایه‌های سطحی چوب بر مقاومت به کشش اتصال چسب اوره - فرمالدهید با چوب راش بررسی شده است. به‌منظور ایجاد شرایط متفاوت مؤثر بر فرایند تشکیل اتصال چسب با چوب، مقادیر رطوبت مختلف در لایه‌های چوب بوجود آورده شد و پس از آن چوب‌ها در هوای آزاد و عاری از آلودگی محیطی تا رطوبت تعادل محیط خشک شدند. رطوبت اولیه لایه‌های چوب راش در مقادیر ۳۰، ۴۰ و ۵۰٪ وزن خشک آنها تنظیم شده است.

در اثر تغییر مقدار رطوبت اولیه چوب؛ pH و ظرفیت بافرکنندگی قلیایی لایه سطحی و لایه به عمق ۰/۵ میلی‌متر از سطح چوب تغییر جزئی نشان داد. pH و ظرفیت بافرکنندگی اسیدی لایه زیرسطحی زیادتر از لایه سطحی و ظرفیت بافرکنندگی قلیایی آن کمتر بود. pH لایه‌های سطحی بین حداقل ۶/۷۳ و حداکثر ۶/۹۸ متغیر بوده است. ظرفیت بافرکنندگی قلیایی لایه سطحی در اثر زیاد شدن

اثر این پدیده مقداری از مواد استخراجی از لایه‌های مجاور سطح به داخل چسب انتقال پیدا می‌کنند، بنابراین به‌منظور مشخص کردن این پدیده، عوامل شیمیایی در لایه‌ای به عمق ۰/۵ میلی‌متر از سطح چوب مشخص شده‌اند.

در اثر تغییر رطوبت قبل از خشک کردن لایه‌ها بین ۳۰ تا ۵۰٪، pH و ظرفیت بافرکنندگی آنها تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشته بلکه PH در محدوده ۶/۷۱ تا ۶/۹۸ و ظرفیت بافرکنندگی قلیایی در محدوده ۴۰ تا ۶۰ میلی‌اکووالانت قلیایی یک نرمال به ازای یک گرم چوب و ظرفیت بافرکنندگی اسیدی معادل حداقل ۰/۷۵ تا ۱۰ میلی‌اکووالانت اسید سولفوریک یک نرمال به ازای یک گرم چوب متغیر بوده است؛ به علاوه اینکه در اثر زیاد شدن رطوبت قبل از خشک کردن چوب‌ها، pH زیادتر شده ولی ظرفیت بافرکنندگی اسیدی و قلیایی در لایه سطحی و لایه‌ای به عمق ۰/۵ میلی‌متر کاهش یافته است. این نکته بیانگر آن است که در خشک کردن چوب در هوای آزاد به علت حرکت کند رطوبت از لایه‌های داخلی به لایه سطحی چوب، مواجه با انتقال مواد استخراجی نبوده و این ویژگی‌ها ثابت مانده است. Aydin (۲۰۰۴) عنوان می‌کند که مقاومت برشی و خمشی اتصال بین لایه‌های چوب راش با چسب اوره- فرمالدهید خشک شده در هوای آزاد زیادتر از لایه‌های خشک شده در اتوو می‌باشد که نشان‌دهنده تمیزتر بودن سطح لایه‌های خشک شده در هوای آزاد است.

با تغییر رطوبت قبل از خشک کردن، شرایط شیمیایی متفاوت بر سطح چوب ایجاد شده و با اتصال این نمونه‌های چوب توسط رزین اوره- فرمالدهید، تأثیر شرایط ایجاد شده بر مقاومت کششی اتصال و درصد شکست در چوب تعیین شده است. نتایج اندازه‌گیری‌های انجام شده نشان می‌دهد که در اثر زیاد شدن رطوبت اولیه لایه‌های چوب راش، مقاومت کششی اتصال بین این لایه‌ها و رزین اوره- فرمالدهید از مقدار اولیه $207/85 \text{ N/cm}^2$ (لایه‌های با رطوبت اولیه ۳۰٪) به 175 N/cm^2 (لایه‌های با رطوبت اولیه ۵۰٪) کاهش یافته است که مؤید افت پتانسیل تشکیل اتصال چوب می‌باشد، زیرا زیاد شدن رطوبت اولیه لایه‌ها:

۱- pH لایه سطحی چوب افزایش یافته و در اثر زیاد شدن pH مقاومت اتصال چوب راش با رزین اوره- فرمالدهید کم می‌شود ولی در مورد رزین فنول- فرمالدهید تأثیری ندارد (Aydin, 2004).

- doi:10.1016/j.compositesb.2011.10.020.
- Jahan Latibari, A., 2007. Adhesion Science and Technology Lignocellulosic materials. Azad university branch Karaj. No.2, 348.
 - Jahan Latibari, A., 2006. Adhesion Science and Technology lignocellulosic material. Karaj Azad University Press, 348 pages.
 - Jahan Latibari, A., Hosseinzadeh, A., Nourbakhsh, A., kargarfard, A., Arabtabar, H., 1997. Determine the capacity and acidity Bafering industrial wood Iran. Journal of Wood and Paper 2, Institute of Forests and Rangelands Publication 166. Pages 116 to 151.
 - Jahan Latibari, A., Hosseinzadeh, A., Noorbakhsh, A., Kargarfard, A., Arabtabar, H., 1997. Acidity and buffering capacity of Iranian industrial woods. Research Institute of Forests and Rangelands, Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, No.2, 151-116
 - Johns, W.E., Niazi, K., 1980. Effect of PH and buffering capacity of wood on the gelation time of Urea-Formaldehyde resin. Wood and Fiber Sci. J.12(4):255-263
 - Kargarfard A., Hosseinzadeh, A., Noorbakhsh, A., Golbabaie, F. and Hadjihassani, R., 2003. The Effect of Heat on Wood Acidity In Particleboard Process, Research Institute of Forests and Rangelands, Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, Vol.18, No.1, 39-62.
 - Keher, E., Schilling, W., 1965. Studies on the suitability of various species and categories of wood for particleboard manufacture. Holz Technol. Dresden 6(40):225-232.
 - Kubel, H., Simatupang, M.H., 1994. Determination of the change in surface PH of dried and fungus-attacked veneer of Norway spruce and poplar with a surface electrode and a calorimetric method. Holz-als-Roh-Und-Werkstoff 52(4):272-278.
 - Medved, S., Resnik, J., 2004. Influence of the acidity and size of beech particles on the hardening of the Urea-Formaldehyde adhesive. Acta Chim. Slov. 51:353-360.
 - Xing, C., Zhang, S.Y., Deng, J., 2004. Effect of wood acidity and catalyst on UF resin gel time. Holzforschung 58:408-412.

رطوبت اولیه از ۴۰ میلی‌اکووالانت تا ۶۰ میلی‌اکووالانت هیدروکسید سدیم یک نرمال متغیر بوده ولی مقدار ظرفیت بافرکنندگی قلیایی لایه زیر سطحی بین ۵۰ تا ۶۰ میلی‌اکووالانت هیدروکسید سدیم یک نرمال تغییر کرد. ظرفیت بافرکنندگی اسیدی این چوب کم بوده و بین ۰/۷۵ میلی‌اکووالانت اسید سولفوریک یک نرمال برای لایه زیر سطحی چوب‌های با رطوبت اولیه ۴۰٪ و ۱۰ میلی‌اکووالانت برای لایه سطحی نمونه‌های با رطوبت اولیه ۵۰٪ تغییر کرده است. نتایج نشان می‌دهد که در اثر زیاد شدن رطوبت اولیه لایه‌های چوب راش مواد استخراجی آن که رفتار اسیدی دارند به لایه‌های سطحی چوب انتقال پیدا می‌کند.

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که در یک فرایند چوب خشک‌کنی در هوای آزاد، رطوبت اولیه زیادتر تأثیر منفی بر مقاومت اتصال داشته، بنابراین باید فرایند چوب خشک‌کنی در هوای آزاد متناسب با میزان رطوبت اولیه چوب طراحی گردد.

منابع مورد استفاده

- American Society & Testing and Material. (2010). ASTM Annual Book of Standard no 4.10, wood, Philadelphia, PA. USA.
- Aydin, I. (2004). Activation of wood surfaces for glue bonds by mechanical pre-treatment and its effects on some properties of veneer surfaces and plywood panels. Applied Surface Science 233:268-274.
- Baharoglu, M., Nemli, G., Sari, B., Bardak, S., Ayrlmis, N. (2011). The influence of moisture content of raw material on the physical and mechanical properties, surface roughness, wettability, and formaldehyde emission of particleboard composite. Composites, part b

The influence of beech wood drying condition on its pH, buffering capacity and UF bond strength

Zamani, A.¹, Jahan Latibari, A.^{2*}, Tajdini, A.³ and Kargarfard, A.⁴

1-M.Sc., Wood and Paper Science and Technology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

2*- Corresponding Author, Professor, Wood and Paper Science and Technology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran,
Email: latibari@kiaau.ac.ir

3- Associate professor, Wood and Paper Science and Technology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

4- Associate professor, Wood and Wood Products Research Division, Iran Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

Received: Dec., 2013

Accepted: April, 2014

Abstract

In this investigation, the surface chemical properties of the beech wood layers were characterized and the impact of drying condition on the strength of the bond was examined. Defect free beech logs were harvested and then the layers were prepared. The moisture content of the specimens were adjusted at 30, 40 and 50% (dry basis) and then the specimens were air dried under the environment of 30% relative humidity and 21°C to reach the equilibrium moisture content of about 10% (dry basis). The pH and buffering capacity of the surface layer and the layer 0.5 mm underneath the surface were measured. The dried specimens were bonded using urea-formaldehyde resin and the tensile strength and wood failure were measured using relevant ASTM method. The results showed that as the moisture content prior to air drying was increased, the tensile strength was reduced, but the effect of this variable on tensile strength was not statistically significant. However, the effect of moisture content on wood failure was statistically significant at 99% significance level. The effect of the pH of the under layer on both tensile strength and wood failure was statistically significant at 95%. As the moisture content of the wood increased, the pH of the surface layer increased and the strength of the bond with urea-formaldehyde resin was deteriorated. At higher initial moisture of the wood, the alkaline buffering capacity of the surface layer was lower and its effect of the strength was not statistically significant, but it was significant on wood failure at 99% level. The alkaline buffering capacity of under layer was also changed and statistically affected the bond strength and wood failure at 95% level. The higher alkaline buffering capacity of the under layer adversely affected the tensile strength of the bond. The lowest acid buffering capacity was measured from specimens with 40% initial moisture content and as the acid buffering capacity was increased, the tensile strength was reduced and the wood failure was higher. The impact of surface layer acid buffering capacity on tensile strength was on statistically significant, but on wood failure was statistically significant at 99% level.

Key words: Beech wood, buffering capacity, moisture content, tensile strength, wood failure.