



دانشگاه گولستان، دانشکده علوم و فنون

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد هفدهم، شماره چهارم، ۱۳۸۹

www.gau.ac.ir/journals

بررسی تأثیر پوشش رنگی (سیلروکیلر و نیم‌پلی‌استر براق) و نانوذرات (زایکوفیل و زایکوسیل) بر ظرفیت نگهداری پیچ و میخ در چوب

*هادی غلامیان^۱ و اصغر طارمیان^۲

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تهران،

^۲استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۹/۲۰

چکیده

در این پژوهش، پتانسیل استفاده از فن‌آوری نانو در بهبود ظرفیت نگهداری پیچ و میخ چوب مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، قدرت نگهداری پیچ و میخ در گونه چوبی صنوبر پوشش داده شده با انواع رنگ‌های رایج در صنعت مبلمان و نانوذرات در شرایط خشک و مرطوب اندازه‌گیری شد. از گونه چوبی صنوبر (*P. nigra*) نمونه‌هایی به ابعاد $۱۵ \times ۵ \times ۵$ (L×R×T) سانتی‌متر تهیه، و طبق استاندارد ASTM-D1۷۶۱ پیچ و میخ‌ها بر روی نمونه‌های چوبی نصب گردید. سپس، نمونه‌ها با ۴ نوع رنگ متفاوت با ترکیب: سیلروکیلر، نیم‌پلی‌استر براق، نانو زایکوسیل و نیم‌پلی‌استر براق تقویت شده با نانو زایکوفیل پوشش داده شدند، نمونه‌ها در شرایط آزمایشگاهی خشک شده و قدرت نگهداری پیچ و میخ با استفاده از دستگاه تست آزمون‌های مکانیکی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که به‌طور کلی کم‌ترین مقاومت به نگهداری پیچ و میخ مربوط به نمونه‌های مرطوب و بیش‌ترین آن مربوط به نمونه خشک می‌باشد. بیش‌ترین مقاومت به نگهداری پیچ در نمونه‌های پوشش داده شده با رنگ سیلروکیلر و نانوذرات زایکوسیل و همچنین بیش‌ترین مقاومت به نگهداری میخ در نمونه‌های پوشش داده شده با رنگ سیلروکیلر، رنگ نیم‌پلی‌استر تقویت شده با نانو زایکوفیل مشاهده گردید. افزایش قدرت نگهداری پیچ و میخ در نمونه‌های پوشش داده شده ناشی از به‌وجود آمدن سطوح صلب بر روی چوب و کاهش نفوذ آب به درون آن می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: صنوبر، قدرت نگهداری، پیچ و میخ، رنگ، نانوذرات

*مسئول مکاتبه: hadi_gholamiyan@yahoo.com

مقدمه

امروزه در جهان با بالا رفتن ارزش چوب و محصولات چوبی تمام تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان به فکر حفاظت آن‌ها افتاده‌اند. چوب با توجه به خصوصیات ویژه مانند هرسونایکسانی، ناهمگن بودن، نپذیری و تغییر ابعاد در شرایط خاص تخریب می‌شود. چوب ماسیو و سازه‌های چوبی که در فضاهای باز مورد استفاده واقع می‌شوند، در معرض عوامل مخرب محیطی (مانند رطوبت، باد و نورخورشید) قرار می‌گیرند. بنابراین، کاربرد چوب در خارج از ساختمان و در شرایط مرطوب محدودکننده است (استام و میل، ۱۹۴۰). علاوه بر آن، جذب رطوبت در چوب منجر به کاهش مقاومت‌های مکانیکی آن می‌گردد (چین و همکاران، ۲۰۰۵). با پوشش دادن چوب با مواد ضدآب و آب‌گریز می‌توان از نفوذ آب به درون چوب جلوگیری نمود (استرم، ۱۹۹۴؛ غلامیان و همکاران، ۲۰۰۹؛ منصوریار، ۲۰۰۸؛ کشانی، ۲۰۰۶) و به این ترتیب از تأثیر منفی جذب آب در خواص کاربردی چوب کاست. یکی از خواص مکانیکی بسیار مهم در ساخت مبلمان، اتصالات آن می‌باشد و از عوامل مهم در افزایش استحکام اتصالات مبلمان چوبی می‌توان به نوع و جنس اتصال‌دهنده، ضخامت قطعات و جهت الیاف اشاره کرد (فراه، ۱۹۹۱). به لحاظ اهمیت اتصالات در سازه‌های چوبی پژوهش‌های بسیاری بر روی تأثیر نوع گونه و شرایط اتصال انجام شده است (دوگانی، ۱۹۹۵؛ هلینسکا-رازکوسکا، ۱۹۹۳؛ فوجیتا، ۱۹۹۰). از پرکاربردترین انواع اتصالات در مبلمان چوبی، اتصالات فلزی هستند که پیچ‌ها و میخ‌ها نیز جزو این دسته از اتصالات می‌باشند. پژوهش‌های بویس و همکاران (۱۹۸۷)، بر قدرت نگهداری پیچ و میخ در گونه کاج نشان داد که قدرت نگهداری پیچ و میخ در جهت عمود بر الیاف بیش‌تر از موازی الیاف است. آیتکین (۲۰۰۸) نیز به نتایج مشابهی دست یافت. نتایج بررسی‌های وی بر روی اندازه‌گیری قدرت نگهداری پیچ و میخ در گونه‌های مختلف چوبی نشان داد که در همه گونه‌های چوبی قدرت نگهداری پیچ بیش‌تر از میخ می‌باشد. با توجه به کاربرد وسیع مبلمان چوبی در محیط‌های بیرون از ساختمان مانند مبلمان شهری، سازه‌های چوبی واقع در آب و همچنین سازه‌های ساختمانی و معماری که در معرض مستقیم نورخورشید و بارش باران قرار دارند تحلیل رفتار اتصالات در شرایط مرطوب دارای اهمیت است و با شناخت این رفتارها می‌توان راه‌حلهایی برای افزایش مقاومت اتصالات پیش‌بینی و طراحی نمود. طبق اظهار نظر آیلدیز و ملکوکوغلو (۲۰۰۱)، ظرفیت

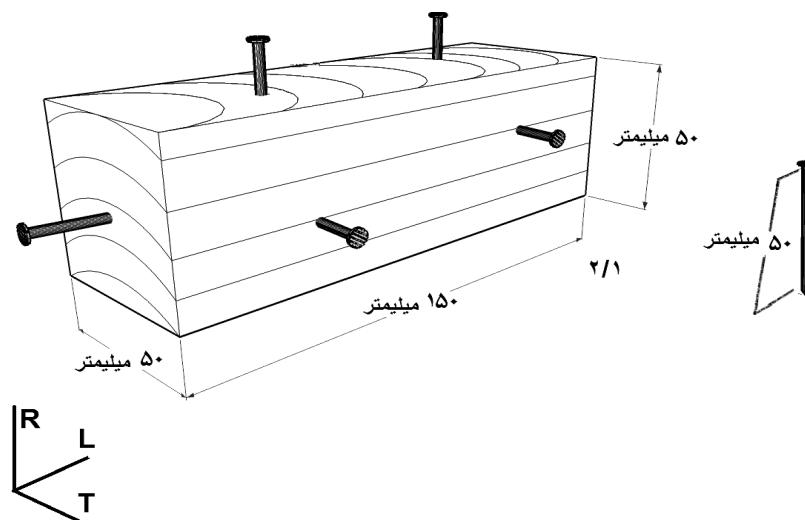
نگهداری پیچ و میخ در رطوبت‌های پایین‌تر نسبت به رطوبت‌های بالاتر افزایش می‌یابد. امروزه از پتانسیل فن‌آوری نانو با شتاب قابل ملاحظه‌ای در صنایع و علوم مختلف مانند پزشکی، نساجی، الکترونیک و پلیمر به‌منظور بهبود فرایند ساخت و افزایش کارایی محصولات استفاده می‌گردد. در عرصه صنایع چوب و کاغذ، از پتانسیل فن‌آوری نانو علاوه بر ساخت نانو کامپوزیت‌های لیگنوسلولزی، اصلاح چسبندگی و خواص صفحات فشرده چوبی، برای اصلاح خواص چوب ماسیو نیز استفاده می‌شود. برای مثال، محققان متعددی از این فن‌آوری در بهبود مقاومت به پوسیدگی (رایت و گوردون، ۲۰۰۶؛ رای و همکاران، ۲۰۰۹)، مقاومت به آتش (محمودی، ۲۰۰۷) و مقاومت به جذب آب چوب ماسیو بهره برده‌اند. پژوهش‌های غلامیان و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که می‌توان با استفاده از رنگ‌های پوششی سیلروکیلر و نیم‌پلی‌استر براق و نانو ذرات میزان جذب آب را در چوب کاهش داد. همچنین طبق اظهار نظر غلامیان و طارمیان (۲۰۰۹) با استفاده از نانو ذرات و رنگ‌های پوششی می‌توان نفوذپذیری سیال را در چوب کاهش داد. در این مطالعه ظرفیت نگهداری پیچ و میخ در گونه چوبی صنوبر پوشش داده شده با رنگ‌ها و نانو ذرات در شرایط خشک و مرطوب مورد بررسی قرار گرفت تا به بهترین پوشش رنگی و نانوذره برای افزایش ظرفیت نگهداری پیچ و میخ در آن دست یافت.

مواد و روش‌ها

روش تهیه نمونه‌های آزمونی: از الوارهای تبریزی (*P. nigra*) به ابعاد $2000 \times 100 \times 50$ (L×T×R) میلی‌متر و خشک شده مطابق برنامه چوب‌خشک‌کنی کد $T6E3$ (FPL)^۱ استفاده شد. الوار، تا میانگین رطوبت نهایی ۱۲ درصد خشک شده بودند. نمونه‌های آزمونی برای آزمون ظرفیت نگهداری با پیروی از استاندارد^۲ و با ابعاد $150 \times 50 \times 50$ میلی‌متر (L×T×R) تهیه شدند. میزان تکرار برای هر پوشش ۱۰ نمونه در نظر گرفته شد. روش تهیه نمونه‌ها و الگوی برش آن‌ها و نیز روش نصب پیچ و میخ بر روی آن‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است.

1- Forest Product Laboratory

2- ASTM-D 1761



شکل ۱- نحوه نصب میخ و پیچ بر روی نمونه‌های چوبی برای اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آن‌ها.

پوشش‌های رنگی و نانوذرات مورد استفاده: در این پژوهش از رنگ‌های سیلروکیلر و نیم‌پلی‌استر براق بر پایه رزین آلکید و نیترات سلولز، ساخت صنایع رنگ و رزین دُرسا شیمی (برلیان) و همچنین از نانو زایکوسیل و نانو زایکوفیل دارای ترکیبات آلی سیلیکون (Si) و ساخت شرکت زیدکس استفاده شد. از مهم‌ترین تفاوت‌های نانو زایکوسیل و نانو زایکوفیل میزان پراکنش در مقیاس نانومتری است، نانو زایکوسیل دارای محدوده کمی از نوسان می‌باشد و میانگین اندازه ذرات ۶-۴ نانومتر است ولی پراکنش ذرات در نانو زایکوفیل زیادتر بوده (ولی در مقیاس نانوذرات یعنی زیر ۱۰۰ نانومتر می‌باشد). ویژگی‌های کاربردی نانو ذرات مورد استفاده در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های نانوذرات مورد مصرف.

ماهیت اصلی	نانو سیلیکا
اندازه ذرات	۶-۴ نانومتر
عمق نفوذ	۳-۲ میلی‌متر
رنگ	زرد کم‌رنگ
چگالی	۱/۷۰ (۲۵ درجه سانتی‌گراد)
آستانه آتش‌گیری	بالاتر از ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد
نوع حلال	آب

پوشش دهی نمونه‌ها: برای پوشش دهی، ابتدا سطوح نمونه چوبی را تمیز کرده سپس، رنگ سیلروکیلر مخلوط شده با حلال تینری (۱۰۰۰۰ فوری) با استفاده از قلم‌مو، بر روی سطوح چوبی اعمال شد. زمان مورد نیاز برای خشک شدن رنگ در شرایط آزمایشگاهی، ۱۵ تا ۲۰ دقیقه است، ولی در این پژوهش برای تثبیت بهتر رنگ بر روی سطوح نمونه چوبی، نمونه‌های رنگ شده به مدت ۲۴ ساعت در شرایط یاد شده نگهداری شدند. برای پوشش دهی سطوح چوبی با رنگ نیم‌پلی‌استر براق، پوشش رنگی نام برده با حلال تینری (۱۰۰۰۰ فوری) رقیق گردید. سپس ۱۰ درصد کاتالیزر (هاردنر، خشک‌کننده) به منظور خشک شدن سریع‌تر به رنگ اضافه، و سپس رنگ با استفاده از قلم‌مو بر روی سطوح پوشش داده شد. زمان خشک شدن رنگ در محیط آزمایشگاهی ۱۵ تا ۲۰ دقیقه به طول انجامید. بعد از تمیز نمودن سطح نمونه‌ها، نانوذرات زایکوسیل و زایکوفیل با استفاده از قلم‌مو بر روی سطوح چوب پوشش داده شده و در مدت ۲۴ ساعت در شرایط آزمایشگاهی (دمای 23 ± 2 درجه سانتی‌گراد) خشک شدند. ترکیب تیمارهای مورد استفاده و کدگذاری آن‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- ترکیب تیمارهای مورد استفاده و کدگذاری آن‌ها.

کد تیمار	نوع تیمار
CZ	نمونه اندود شده با نانو زایکوسیل با غلظت ۱۰۰ درصد
CSC	نمونه اندود شده با رنگ سیلروکیلر
CPS	نمونه اندود شده با رنگ نیم‌پلی‌استر براق
CZF& CPS	رنگ نیم‌پلی‌استر براق و تقویت شده با نانو زایکوفیل با غلظت ۱۰۰ درصد
نمونه خشک	نمونه بدون هیچ پوشش و خشک شده تا رطوبت ۱۲ درصد
نمونه مرطوب	نمونه بدون هیچ پوشش و ۲۴ ساعت غوطه‌ور در آب مقطر

غوطه‌وری در آب: قبل از اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری پیچ و میخ، تمام نمونه‌ها (به‌جز نمونه خشک) به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر غوطه‌ور شدند. همچنین، پارامترها و عوامل مورد مطالعه در این پژوهش به صورت مجزا در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- پارامترها و عوامل مورد مطالعه.

مشخصات	عوامل
صنوبر (تهیه شده از برون چوب)	گونه چوب
ابعاد ۵۰×۲/۴ (L×D)، رزوه درشت با قطر ریشه ۳/۲ میلی‌متر	نوع و ابعاد پیچ
ابعاد ۵۰×۲/۴ (L×D)، نوع میخ فولادی	نوع و ابعاد میخ
D1۷۶۱-ASTM	عمق نفوذ پیچ و میخ
	نوع پوشش در ۵ تیمار:
وزن پوشش پایه ۱۰۸/۲۵ (گرم بر مترمربع) و ضخامت فیلم ۷۵۰ میکرون	۱- رنگ سیلر و کیلر
وزن پوشش پایه ۴۴/۷۵ (گرم بر مترمربع) و ضخامت فیلم ۵۰۰ میکرون	۲- رنگ نیم‌پلی‌استر
وزن پوشش پایه ۴۱/۳۳ (گرم بر مترمربع) و ضخامت فیلم ۵۰۰ میکرون	۳- نانو زایکوسیل
وزن پوشش پایه ۷۰/۲۵ (گرم بر مترمربع) و ضخامت فیلم ۶۰۰ میکرون	۴- رنگ نیم‌پلی‌استر تقویت شده با نانو زایکوفیل
بدون پوشش رنگی	۵- نمونه بدون پوشش
	روش آماده‌سازی نمونه‌ها در ۲ سطح:
به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر	۱- غوطه‌ور شده
بدون غوطه‌وری در آب و رطوبت ۱۲ درصد	۲- نمونه خشک
موازی و عمود بر الیاف (بینابینی)	جهت بارگذاری (کشش)

اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری پیچ و میخ: پس از غوطه‌وری نمونه‌های در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت (به جز نمونه خشک)، نمونه‌ها از آب خارج شده و سپس ظرفیت نگهداری پیچ سطح نمونه‌های چوبی اندازه‌گیری شد. سرعت بارگذاری در این آزمون ۵ میلی‌متر بر دقیقه بود. ابعاد تمامی پیچ و میخ‌ها مورد استفاده در این پژوهش ۵۰×۲/۴ (L×D) و نوع میخ فولادی و پیچ رزوه درشت با قطر ریشه ۳/۲ میلی‌متر (طول ۲ اینچ و شماره ۸) بودند. میزان عمق نفوذ پیچ و میخ مطابق با استاندارد D1۷۶۱-ASTM و به اندازه ۲۹ میلی‌متر بود که ۴ میلی‌متر آن مربوط به حالت نوک پیکان پیچ و میخ است و به دلیل نداشتن اثر منفی پیچ و میخ‌ها، باید در یک راستا قرار نگیرند. ظرفیت نگهداری پیچ و میخ بر سطوح نمونه‌های آماده شده با دستگاه Instron اندازه‌گیری شد. از رابطه زیر برای محاسبه ظرفیت نگهداری پیچ و میخ استفاده گردید (ابراهیمی، ۲۰۰۷).

$$W = \frac{P_{\max}}{L}$$

که W ، P_{\max} و L به ترتیب: ظرفیت نگهداری پیچ و میخ (نیوتن بر میلی‌متر)، نیروی حداکثر (نیوتن) و طول نفوذ (میلی‌متر) می‌باشد.

طرح آزمایش: از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در این مطالعه استفاده گردید و در نهایت نتایج به دست آمده با نرم‌افزار SPSS مورد آنالیز قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد.

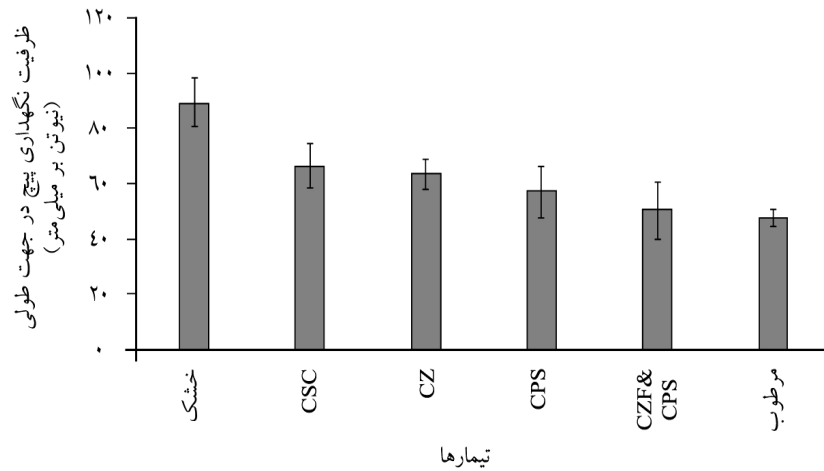
نتایج

ظرفیت نگهداری پیچ: در شکل‌های ۲ و ۳ به ترتیب میانگین ظرفیت نگهداری پیچ در جهت طولی و عرضی (بینایی) برای هر یک از تیمارها ارایه شده است. ظرفیت نگهداری پیچ برای هر یک از تیمارها و در جهت‌ها طولی و عرضی متفاوت بود. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است بیش‌ترین ظرفیت نگهداری پیچ در جهت طولی، به ترتیب در تیمارهای خشک، CSC، CZ، CPS و CZF&CPS و نمونه مرطوب مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۹ درصد بین تعدادی از تیمارها وجود داشت. همچنین، ظرفیت نگهداری پیچ در تیمارهای خشک، CSC، CZ، CPS و CZF&CPS به ترتیب برابر با ۸۹/۴، ۶۶/۴، ۶۳/۵، ۵۷ و ۵۰/۴ (نیوتن بر میلی‌متر) و ظرفیت نگهداری پیچ نمونه مرطوب برابر با ۴۷/۴ (نیوتن بر میلی‌متر) اندازه‌گیری شد. به عبارت دیگر، ظرفیت نگهداری نمونه‌های خشک و تیمار شده به‌طور متوسط به ترتیب ۱/۸، ۱/۳، ۱/۳، ۱/۲ و ۱/۰۶ برابر بیش‌تر از ظرفیت نگهداری نمونه مرطوب بود. در شکل ۳ بیش‌ترین ظرفیت نگهداری پیچ در جهت عرضی، به ترتیب در تیمارهای خشک، CSC، CZ، CPS و CZF&CPS و نمونه مرطوب مشاهده شد و به ترتیب برابر با ۱۰۳/۴، ۸۱/۶، ۷۷/۷، ۷۶ و ۷۵/۲ (نیوتن بر میلی‌متر) و ظرفیت نگهداری پیچ نمونه مرطوب برابر با ۷۳/۰۴ (نیوتن بر میلی‌متر) اندازه‌گیری شد. به عبارت دیگر، ظرفیت نگهداری نمونه‌های خشک و تیمار شده به‌طور متوسط به ترتیب ۱/۴، ۱/۱، ۱/۰۶، ۱/۰۴ و ۱/۰۲ برابر بیش‌تر از ظرفیت نگهداری نمونه مرطوب بود. نتایج نشان داد که، میانگین ظرفیت نگهداری پیچ در جهت طولی برای همه تیمارها برابر با ۶۲/۳ و در جهت عرضی برابر با ۸۱/۱ (نیوتن بر میلی‌متر) است. به عبارت دیگر ظرفیت نگهداری پیچ در جهت طولی به‌طور متوسط ۱/۳ برابر کم‌تر از جهت عرضی می‌باشد. در میان نانوذرات بیش‌ترین ظرفیت

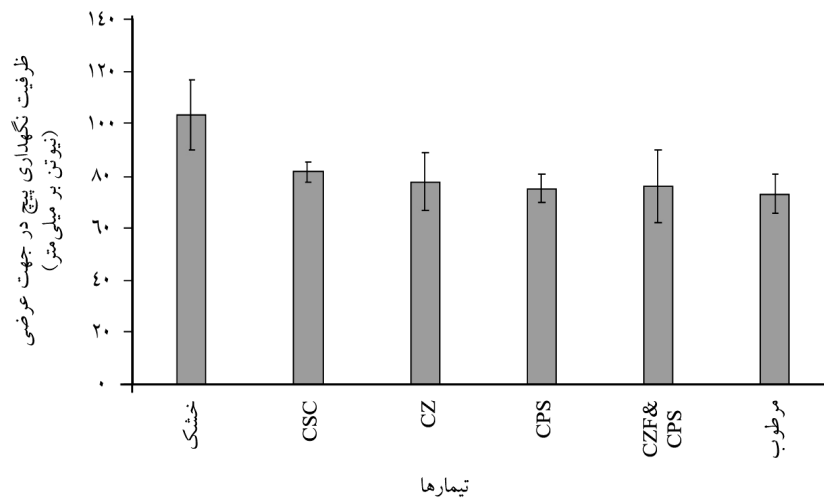
نگهداری پیچ در جهت طولی و عرضی، مربوط به نمونه‌های داده شده پوشش با نانو ذرات زایکوسیل بود که به ترتیب ۱/۲۵ و ۱/۰۲ برابر بیش‌تر از مقدار آن برای نمونه‌های پوشش داده شده با رنگ نیم‌پلی‌استر براق و تقویت شده با نانو زایکوفیل بود.

جدول ۴- میانگین ظرفیت نگهداری پیچ و میخ نمونه‌های تیمار شده.

ردیف	تیمار	نوع	پایه (گرم بر مترمربع)	وزن پوشش	جهت	میانگین ظرفیت نگهداری (نیوتن بر میلی‌متر)	انحراف معیار	F	گروه‌بندی دانکن
۱	CZ	پیچ	۴۱/۳۳	طولی	۶۳/۵	۵/۵	۶۳/۵۰**	cd	
		پیچ	۴۱/۳۳	عرضی	۷۷/۷۸	۱۱/۲۴	۷۷/۷۸**	B	
		میخ	۴۱/۳۳	طولی	۸/۰۲	۷/۱۸	۸/۰۲**	a	
		میخ	۴۱/۳۳	عرضی	۱۷/۵	۱/۹۹	۱۱/۵۲**	A	
۲	CSC	پیچ	۱۰۸/۲۵	طولی	۶۶/۴۶	۷/۹۶	۶۶/۴۶**	e	
		پیچ	۱۰۸/۲۵	عرضی	۸۱/۶۴	۳/۸۲	۸۱/۶۴**	B	
		میخ	۱۰۸/۲۵	طولی	۹/۹۴	۲/۷	۹/۹۴**	a	
		میخ	۱۰۸/۲۵	عرضی	۲۰/۹۲	۴/۷۹	۲۰/۹۲**	A	
۳	CPS	پیچ	۴۴/۷۵	طولی	۵۷/۰۷	۹/۵۵	۵۷/۰۷**	bcd	
		پیچ	۴۴/۷۵	عرضی	۷۵/۲۱	۵/۵۴	۷۵/۲۱**	B	
		میخ	۴۴/۷۵	طولی	۸/۱۶	۱/۶۳	۸/۱۶**	a	
		میخ	۴۴/۷۵	عرضی	۱۷/۸۸	۱/۷۹	۱۷/۸۸**	A	
۴	CZF& CPS	پیچ	۷۰/۲۵	طولی	۵۰/۴۸	۱۰/۵۱	۵۰/۴۸**	bc	
		پیچ	۷۰/۲۵	عرضی	۷۶/۰۱	۱۴/۰۹	۷۶/۰۱**	B	
		میخ	۷۰/۲۵	طولی	۱۰/۶۷	۲/۱۱	۱۰/۶۷**	a	
		میخ	۷۰/۲۵	عرضی	۲۲/۲۲	۱/۷۹	۲۲/۲۲**	A	
۵	نمونه خشک	پیچ	-----	طولی	۸۹/۴۰	۸/۸	۸۹/۴۰**	f	
		پیچ	-----	عرضی	۱۰۳/۴۶	۱۳/۳۵	۱۰۳/۴۶**	C	
		میخ	-----	طولی	۱۰/۶۷	۲/۵۶	۱۰/۶۷**	a	
		میخ	-----	عرضی	۱۶/۵۵	۳/۸	۱۶/۵۵**	A	
۶	نمونه مرطوب	پیچ	-----	طولی	۴۷/۴۹	۷/۶۸	۴۷/۴۹**	b	
		پیچ	-----	عرضی	۷۳/۰۴	۳/۳۱	۷۳/۰۴**	B	
		میخ	-----	طولی	۴/۸۴	۰/۶۸	۴/۸۴**	a	
		میخ	-----	عرضی	۱۴/۹	۱/۰۷	۱۷/۳۷**	A	



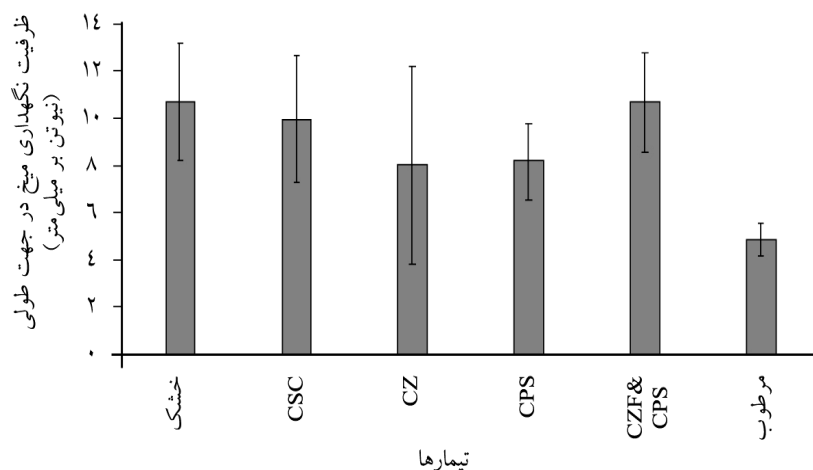
شکل ۲- ظرفیت نگهداری پیچ در جهت طولی نمونه‌ها.



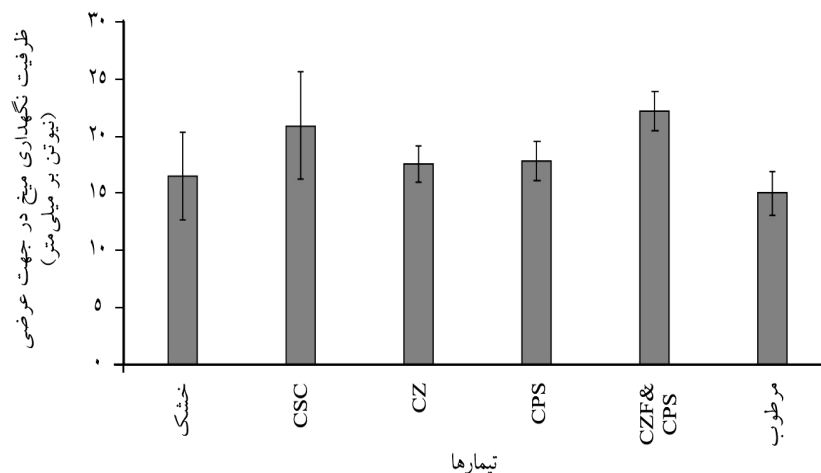
شکل ۳- ظرفیت نگهداری پیچ در جهت عرضی نمونه‌ها.

ظرفیت نگهداری میخ: در شکل‌های ۴ و ۵ به ترتیب میانگین ظرفیت نگهداری میخ در جهت طولی و عرضی برای هر یک از تیمارها ارائه شده است. ظرفیت نگهداری میخ برای هر یک از تیمارها و در جهت‌ها طولی و عرضی متفاوت بود. همان‌طور که در شکل ۴ نشان داده شده است بیشترین ظرفیت نگهداری میخ در جهت طولی، به ترتیب در تیمارهای خشک، CZF&CPS، CSC، CPS، CZ و مرطوب.

نمونه مرطوب مشاهده شد و اختلاف معناداری در سطح اعتماد ۹۹ درصد بین تعدادی از تیمارها وجود داشت. همچنین، ظرفیت نگهداری میخ در تیمارهای خشک، CZF&CPS، CSC، CPS، CZ و CZF&CPS به ترتیب برابر با ۱۰/۶، ۱۰/۶، ۹/۹، ۸/۱ و ۸/۰۲ (نیوتن بر میلی‌متر) و ظرفیت نگهداری پیچ نمونه مرطوب برابر با ۴/۸ (نیوتن بر میلی‌متر) اندازه‌گیری شد. به عبارت دیگر، ظرفیت نگهداری نمونه‌های خشک و تیمار شده به‌طور متوسط به ترتیب ۲/۲، ۲/۲، ۲، ۱/۶ و ۱/۶ برابر بیش‌تر از ظرفیت نگهداری نمونه مرطوب بود. در شکل ۵ بیش‌ترین ظرفیت نگهداری میخ در جهت عرضی، به ترتیب در تیمارهای CZF&CPS، CSC، CPS، CZ، خشک و مرطوب مشاهده شد و به ترتیب برابر با ۲۲/۲، ۲۰/۹، ۱۷/۸، ۱۷/۵، ۱۶/۵ و ۱۴/۹ (نیوتن بر میلی‌متر) بود. به عبارت دیگر، ظرفیت نگهداری نمونه‌های خشک و تیمار شده به‌طور متوسط به ترتیب ۱/۴، ۱/۴، ۱/۱، ۱/۱ و ۱/۱ برابر بیش‌تر از ظرفیت نگهداری نمونه مرطوب بود. نتایج نشان داد که، میانگین ظرفیت نگهداری میخ در جهت طولی برای تمامی تیمارها برابر با ۸/۷ و در جهت عرضی برابر با ۱۸/۳ (نیوتن بر میلی‌متر) است. به عبارت دیگر ظرفیت نگهداری میخ در جهت طولی به‌طور متوسط ۲/۱ برابر کم‌تر از جهت عرضی می‌باشد. در میان نانوذرات بیش‌ترین ظرفیت نگهداری میخ در جهت طولی و عرضی، مربوط به پوشش با رنگ نیم‌پلی‌استر براق تقویت شده با نانو زایکوفیل است که به ترتیب ۱/۳۲ و ۱/۲۶ برابر بیش‌تر از نانو زایکوسیل می‌باشد.



شکل ۴- ظرفیت نگهداری میخ در جهت طولی نمونه‌ها.

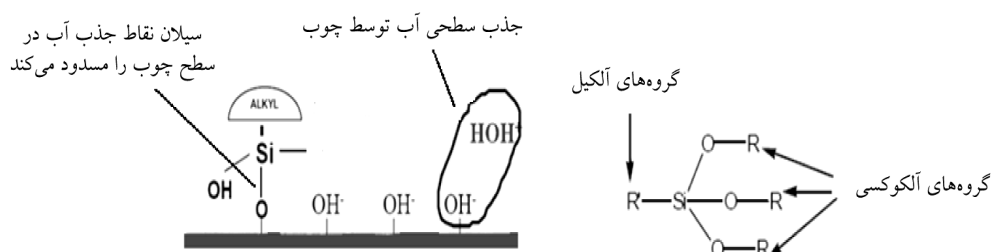


شکل ۵- ظرفیت نگهداری میخ در جهت عرضی نمونه‌ها.

مقایسه ظرفیت نگهداری پیچ و میخ: نتایج نشان داد که ظرفیت نگهداری پیچ و میخ برای هر یک از تیمارها و در جهت‌ها طولی و عرضی متفاوت بود و ظرفیت نگهداری میان پیچ و میخ تفاوت چشم‌گیری داشت. ظرفیت نگهداری پیچ در جهت طولی و عرضی برای همه تیمارها به ترتیب برابر با $62/3$ و $81/1$ (نیوتن بر میلی‌متر) و ظرفیت نگهداری میخ در جهت طولی و عرضی برای همه تیمارها به ترتیب برابر با $8/7$ و $18/3$ (نیوتن بر میلی‌متر) است. به عبارت دیگر ظرفیت نگهداری پیچ در جهت‌های طولی و عرضی به ترتیب به طور متوسط $7/16$ و $4/43$ برابر بیش‌تر از ظرفیت نگهداری میخ در جهت‌های طولی و عرضی می‌باشد. تأثیر پوشش‌های رنگی و نانوذرات در قدرت نگهداری میخ بیش‌تر از پیچ بوده است. تأثیر پوشش‌های رنگی و نانوذرات بر قدرت نگهداری پیچ در جهت طولی بیش‌تر از جهت عرضی بود، که به طور متوسط قدرت نگهداری پیچ در جهت طولی و عرضی به ترتیب برابر با $1/2$ و $1/05$ بیش‌تر از نمونه مرطوب بود. همچنین تأثیر پوشش‌های رنگی و نانوذرات بر قدرت نگهداری میخ در جهت طولی بیش‌تر از جهت عرضی بود. که به طور متوسط قدرت نگهداری پیچ در جهت طولی و عرضی به ترتیب برابر با $1/8$ و $1/2$ بیش‌تر از نمونه مرطوب بود. در جدول ۴ میانگین ظرفیت نگهداری پیچ و میخ در جهت طولی و عرضی برای هر یک از تیمارها ارائه شده است. همچنین، نتایج آزمون معناداری در سطح اعتماد ۹۹ درصد نشان داده شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش بهبود عملکرد اتصال و ظرفیت نگهداری پیچ و میخ در چوب‌آلات با استفاده از نانوذرات و رنگ‌های سیلروکیلر در شرایط مرطوب بررسی شد. به‌طورکلی نتایج نشان داد ظرفیت نگهداری پیچ و میخ چوب خشک نسبت به چوب مرطوب بیش‌تر می‌باشد که مطابق با پژوهش‌های آیلدیز و ملکوکوغلو (۲۰۰۱) است. یکی از مهم‌ترین عوامل در ظرفیت نگهداری پیچ و میخ، جهت راستای قرارگیری است، در جهت طولی به‌علت هم‌راستا بودن با الیاف و نفوذ راحت‌تر در این جهت، قدرت نگهداری میخ و پیچ در آن کم‌تر از جهت عرضی می‌باشد، چون پیچ و میخ باید در جهت عرضی و عمود بر جهت الیاف حرکت کرده و برای نفوذ خود در این جهت نیازمند نیروی بیش‌تری است، بنابراین قدرت نگهداری افزایش می‌یابد، نتایج به‌دست آمده در این پژوهش با بررسی‌های بویس و همکاران (۱۹۸۷) مطابقت داشت. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، میزان قدرت نگهداری پیچ بسیار بیش‌تر از میخ است که علت آن وجود رزوه بر سطوح پیچ (ریشه پیچ) و سطح تماس بیش‌تر آن در اثر نفوذ در الیاف چوب می‌باشد. به‌طورکلی نمونه‌های چوبی پوشش داده شده با رنگ سیلروکیلر و نانوذرات زایکوسیل بیش‌ترین مقاومت را در برابر نفوذ رطوبت از خود نشان دادند، که در نتیجه منجر به افزایش ظرفیت نگهداری پیچ و میخ در آن‌ها گردید. با توجه به پژوهش‌های غلامیان و همکاران (۲۰۰۹) میزان جذب رطوبت در نمونه‌های پوشش داده شده با نانو زایکوفیل زیاد بوده و رفتار آن مانند نمونه چوبی بدون پوشش است، بنابراین در این پژوهش از پوشش رنگی نیم‌پلی‌استر تقویت شده با نانو زایکوفیل استفاده شد. رنگ سیلروکیلر به‌دلیل حالت صلبی که بر روی سطوح چوب ایجاد کرده و همچنین به‌علت روش پوشش‌دهی دو مرحله‌ای (سیلرزی و کیلرزی) جذب آب کم‌تری داشت. کشانی (۲۰۰۶)، غلامیان و طارمیان (۲۰۰۹) به نتایج مشابهی دست یافتند. همچنین، در پوشش‌دهی با نانوذرات به‌علت واکنش بیش‌تر نانوذرات با گروه‌های هیدروکسیلی (OH) و کاهش گروه‌های هیدروکسیلی آزاد در سطح چوب، میزان جذب آب کاهش یافته و منجر به بهبود ظرفیت نگهداری پیچ و میخ در چوب در شرایط مرطوب می‌شود (شکل ۶). پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های بعدی، عملکرد سایر نانوذرات در افزایش مقاومت به اتصال پیچ و میخ در چوب بررسی شود. همچنین پیشنهاد می‌گردد که عملکرد نانو ذرات زایکوفیل و زایکوسیل در بهبود اتصالات غیرفلزی مانند اتصال دوبل چوبی و فاق‌وزبانه نیز بررسی شود.



شکل ۶- مکانیسم واکنش بین نانوزایکوسیل و گروه‌های هیدروکسیلی (رایت و گوردون، ۲۰۰۶).

سپاسگزاری

از همکاری جناب آقای مهندس اکبر رستم‌پور بی‌نهایت سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

1. ASTM-D 1761-88. 1995. Standard Test Methods for Mechanical Fasteners in Wood. 20p.
2. Aytikin, A. 2008. Determination of Screw and Nail Withdrawal Resistance of Some Important Wood Species. *Int. J. Mol. Sci.* 9: 626-637.
3. Ayyildiz, H. and Malkocoglu, A. 2001. Wood Screw Withdrawal Resistance of Some Important Tree Species Growing in Eastern Blacksea Region. *J. Artvin. Kafkas. Forest. Fac.* 2: 1. 10.
4. Bues, C.T., Schulz, H. and Eichenseer, F. 1987. Investigation of the Pull-out Resistance of Nails and Screws in Pine Wood. *J. Holz als Roh und Werkstoff.* 45:12. 514.
5. Chin, J., Byrd, E., Martin, J. and Nguyen, T. 2005. Validation of the Reciprocity Law for Coating Photo degradation, *J. Coat. Technol. Res.* 2:7. 499-508.
6. Doğanay, S. 1995. Determination of Screw Withdrawal Resistance of Wood Using in Furniture Industry. M.Sc. Thesis, Gazi University, Technical Education Faculty, Ankara, 85p.
7. Ebrahimi, G. 2007. Engineering design of furniture structure, Tehran University, 491p. (In Persian)
8. Ferah, O. 1991. Determination of Nail and Screw Withdrawal Resistance of Some Important Wood Species. Report for the Institute of Forestry Resource, Ankara, Turkey; Technical Note No. 252p.
9. Fujita, S. 1990. Withdrawal Resistance of Some Nails to Sugi Wood Growing in Takakuma University Forest. *cinii*, 40: 201-206.

10. Gholamiyan, H. and Tarmian, A. 2009. Gas and water permeability of poplar coated with paints and nano-particles. Journal of Forest and Wood Products. 63:281-291. (In Persian)
11. Gholamiyan, H., Tarmian, A., Doost Hosseini, K. and Azadfallah, M. 2009. The effect of nano particles and common furniture paints on water resistance behavior of poplar wood (*P. nigra*). Submitted to Iranian Journal wood and paper. Accept, 4:25-36. (In Persian)
12. Helinska-Raczkowska, L. 1993. Withdrawal Resistance of Nails from Juvenile Wood of Scots Pine. Sylwan. 137:9. 31-36.
13. Keshani, S. 2006. The effect comparison of polyester, acid catalyzed lacquers and nitrocellulose lacquers "fagus orientalis" wood and plywood furniture. M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, Tehran University, 231p. (In Persian)
14. Mahmodi, M. 2007. Nano technology simply, Publications sabzan, 100p. (In Persian)
15. Mansouryar, I. 2008. The Water Repellency of Poplar Wood by Paraffin Emulsion, Quaternary ammonium and hydrated starch using full-cell treatment. M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, Tehran University, 128p. (In Persian)
16. Rai, M., Yadav, A.E. and Gade, A. 2009. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials, Biotechnol Adv. 27: 76-83.
17. Stamm, A.J. and Millett, M.A. 1940. The Interior Surface of Cellulosic Materials. Presented at the Seventeenth Colloid Symposium, held at Ann Arbor, Michigan, June 6-8. Pp: 43-45.
18. Sturm, J.C. 1994. Method of waterproof wood and associated composition. United States patent 5968294.
19. Write, J. and Gordon, O. 2006. Nano-Scalic Solutions to Protection of Wood and Wood Coatings. JDW Technical Services, U.K. Consultant, ISP (Switzerland) A.G., Switzerland. Zydexindustries, 2009. www.zydexindustries.com/cms/index.php.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 17(4), 2011
www.gau.ac.ir/journals

The Effect of Paint Coating Types (Acid Catalyzed Lacquers and Nitrocellulose Lacquers and Polyester) and Nano-particles (Zycosil, Zycofil) on Withdrawal Resistance of Nail and Screw in Wood

***H. Gholamiyan¹ and A. Tarmian²**

¹M.Sc. Student, Dept. of Wood and Paper Science and Technology, University of Tehran,

²Assistant Prof., Dept. of Wood and Paper Science and Technology, University of Tehran

Received: 4,4,2010; Accepted: 11,12,2010

Abstract

The potential use of nano technology for improving of withdrawal resistance of nail and screw in wood was evaluated. For this, the maintenance strength of nail and screw was measured under dry and wet conditions for Poplar wood (*Populus nigra*) coated with common paints in furniture industry and nano-particles. Specimens with dimensions of 15×5×5 cm³ (L×R×T) were cut from Poplar wood (*Populus nigra*), Then, nails and screws were fixed on wood specimens, with respect to the ASTM-D 1761 standard. Afterward, specimens were separately coated with acid catalyzed lacquers and nitrocellulose lacquers and polyester paints, nano-zycosil and nano-zycofil reinforced polyester. Some specimens were dried in laboratory conditions and the others, under temperature of 103±2 °C in oven, Then, the maintenance strength of nail and screw was measured by a mechanical test apparatus (Instron). The results revealed that the minimum maintenance strength of nail and screw is for wet specimens and the maximum is for dry ones coated with acid catalyzed lacquers and nitrocellulose lacquers paint and Zycosil nano-particles. Zycosil nano-particles had better performance in comparison with Zycofil nano-particles. Increase in the maintenance strength of nail and screw in coated specimens with nano-particles reinforced paint is due to the formed rigid surfaces and decrease of water penetration in wood.

Keywords: Poplar, Maintenance strength, Nail, Screw, Paint, Nano-Particles

* Corresponding Author; Email: hadi_gholamiyan@yahoo.com

