Archive of SID

بررسی تأثیر نانو ولاستونیت بر میزان مقاومت به رطوبت در رنگ‌های سیلر-کیلر و سیلر- نیم پلی استر روی گونه‌های راش، صنوبر و نراد

مجید عارفی[۱*]
حمیدرضا تقی یاری[۲]
حمیدرضا پیرایش[۳]

[۱] کارشناس ارشد، تربیت دبیر شهید رجایی، دانشکده مهندسی عمران، تهران، ایران

[۲] دانشیار تربیت دبیر شهید رجایی، دانشکده مهندسی عمران، تهران، ایران

[۳] دانش‌آموخته دکتری، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، گروه علوم و مهندسی صنایع چوب و کاغذ

مسئول مکاتبات:
majidarefi56@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۷

چکیده

در تولید مبلمان، فرآیندهای پرداخت برای عملکرد فنی، اقتصادی و زیبایی مواد چوبی بسیار مهم می‌باشد. بطوریکه، پوشش سطوح چوب بارنگ‌ها بتواند در برابر عوامل محیطی خاص ازجمله: رطوبت، تغییرات در ابعاد و تخریب توسط میکروارگانیسم‌ها و قارچ‌ها حفظ شود. هدف از این تحقیق، تأثیر نانو ولاستونیت (با سطوح ۰، ۵ و ۱۰ درصد) بر میزان مقاومت به رطوبت در رنگ‌های سیلر-کیلر و سیلر- نیم پلی‌استر روی گونه‌های چوبی راش، صنوبر و نراد می‌باشد. نتایج حاصل نشان داد که از بین گونه‌های موردمطالعه، راش تیمار شده با نانو و بدون نانو مقاومت چسبندگی بهتری در مقایسه با نراد داشت. همچنین، عملکرد رنگ نیم پلی‌استر در مقایسه با رنگ کیلر بر روی مقاومت چسبندگی کششی بهتر بود. درنهایت، بیشترین مقاومت چسبندگی مربوط به تیمار با سطح ۵ درصد نانوولاستونیت بود.

واژگان کلیدی: مقاومت مکانیکی، نیم پلی‌استر، کیلر، نانو ولاستونیت.

مقدمه

چوب ماده‌ای متخلخل، دارای خاصیت جذب و دفع رطوبت (هیگروسکوپیک)، هرسونایکسان (آنیزوتروپ) و ناهمگن (هتروژن) است و مستعد حمله حشرات و موریانه‌ها به‌ویژه در محیط مرطوب می‌باشد. چوب نراد به عوان یکی از پرکاربردترین سوزنی‌برگان در صنعت چوب ایران و نیز گونه راش به‌عنوان غالب‌ترین گونه پهن‌برگ بومی کشور برخلاف تمام مزیت‌هایی که دارند در برابر قارچ‌ها و حشرات از مقاومت پایینی برخوردار می‌باشد و اکثراً دچار پوسیدگی می‌گردد [۱]. در حقیقت، کاربردهای متنوع و نقش غیرقابل‌انکار چوب باعث شده که بشر جهت افزایش دوام و کیفیت ظاهری آن اقداماتی انجام دهد. ازجمله این اقدامات رنگ‌کاری و پوشش دهی می‌باشد. هدف از پوشش دهی سطوح چوبی علاوه بر بهبود زیبایی ظاهری آن کاهش تخریب خواص فیزیکی و مکانیکی چوب است. ازآنجایی‌که ساختمان چوب فیبری - اسفنجی و عناصر آن رشته‌ای می‌باشد. لذا آمادگی پذیرش عوامل مخرب بیرونی مانند رطوبت، قارچ‌ها، حشرات و انواع آلودگی‌ها را دارد. بعلاوه، ترکیبات موجود در چوب مانند سلولز و همی سلولز هر دو نم‌گیر می‌باشند. به همین دلیل میزان رطوبت و اثرات ناشی از آن بر پوشش‌های رنگی و سطوح رنگ‌شده در سازه‌های چوبی ضروری می‌باشد [۲]. تغییرات رطوبت در چوب باعث تغییر در شکل و حجم، یا با اصطلاح نجاران، بازی کردن و تغییر وزن مخصوص و مقاومت آن می‌گردد. درنتیجه خواص چوب در تغییرات رطوبت هوا همواره در تغییر است [۳]. به‌عبارت‌دیگر،

www.SID.ir

Archive of SID

وجود رطوبت در چوب می‌تواند باعث تحریک و ایجاد شرایط مناسب برای حمله عوامل مخرب زیادی مانند انواع قارچها، کپک‌ها و ... گردد. در چنین شرایطی پوشش آن بارنگ‌های شفاف، کمک به بهبود خواص کاربردی چوب خواهد کرد، خصوصاً اگر در محیط‌هایی با نوسانات شرایط آب و هوایی زیاد واقع گردد. پوشش‌های رنگی یکی از عواملی است که بسیاری از خواص فیزیکی و مکانیکی چوب و سازه‌های چوبی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ازجمله این خواص می‌توان به قابلیت جذب و دفع رطوبت که منجر به واکشیدگی و هم کشیدگی (تغییر شکل) سازه چوبی می‌شود و جذب آلودگی مانند چربی‌ها اشاره کرد. با توجه به این‌که منابع تولید چوب در جهان به دلایل مختلف ازجمله قطع بی‌رویه درختان، تغییرات آب‌وهوایی و آتش‌سوزی روزبه‌روز در حال کاهش می‌باشد؛ و از طرفی دیگر افزایش جمعیت نیز تقاضای مصرف چوب و فرآورده‌های چوبی را بالابرده، پس ضروری می‌باشد که برای تأمین این تقاضا هم از جنگل محافظت نمود و هم چوب آلات مصرفی را در مقابل عوامل مخرب فیزیکی و مکانیکی مانند خراش، آلودگی، ضربه و رطوبت محافظت کرد. استفاده از نانو تکنولوژی در رنگ باعث افزایش کیفیت رنگ و کاهش مصرف آن می‌گردد [۴]. رنگ‌کاری چوب به دلایل مختلفی ازجمله: زیبایی، پنهان شدن معایب، جلوگیری از نفوذ حشرات موذی، رطوبت و حفاظت در مقابل صدمات مکانیکی انجام می‌شود. برای رنگ‌آمیزی، رنگ‌های مختلفی وجود دارند که بسته به نوع رنگ‌آمیزی انتخاب می‌شوند. انواع رنگ‌های پرکاربرد مورداستفاده عبارت‌اند از سیلر، کیلر، نیم پلی‌استر. سیلر به رنگ کرم می‌باشد و جهت پر کردن منافذ و خلل و فرج چوب قبل از رنگ نهایی استفاده می‌شود. حدوداً ۱۵ دقیقه تا ۲ ساعت طول می‌کشد تا خشک شود و با تینر فوری رقیق می‌شود و نباید در کنار حرارت مستقیم یا زیر نور مستقیم خورشید استفاده شود چون باعث طبله زدن می‌شود [۵]. کیلرجزء وارنیش‌ها بوده و در دسته لاک‌های نیترو سلولوزی قرار دارند. اجزای اساسی رنگ‌ها و لاک‌های نیترو سلولوزی عبارت‌اند از خودرنگ پایه سلولوزی که قدرت و سختی به آن می‌دهد و یک رزین سخت که معمولاً صمغ استر یا رزین طبیعی است و درصد برق فیلم و مقدار چسبندگی را افزایش داده اما استحکام کششی و دوام خارجی آن را کم می‌کند. برای ساخت لاک‌های نیترو سلولزی از سه نوع حلال ازجمله: اول حلال‌های فعال مانند استرها و کتون‌ها و دوم حلال‌های پنهان مانند الکل ها و سوم رقیق‌کننده‌ها مانند هیدروکربن‌های آروماتیک استفاده می‌شود. حلال این رنگ نیز تینر فوری است [۵-۸]. نیم‌پلی‌استر نیز جزء لاک‌های براق و از خانواده وارنیش‌ها می‌باشد و معمولاً از مخلوط آلکید کوتاه روغن غیرهوا خشک و رزین‌های اوره فرم آلدئید بوتیله تشکیل می‌شود. برای خشک شدن آن از یک کاتالیزور اسیدی استفاده می‌شود. نیم پلی‌استر در دو نوع مات و براق به بازار عرضه می‌شود. از این لاک برای جلا دادن و صیقل شدن سطح کار استفاده می‌شود. این لاک‌ها نیاز به پولیش ندارند با تینر فوری رقیق می‌شوند [۹]. استفاده از نانوذرات با توجه به‌اندازه ذرات بسیار ریز، مساحت سطح بالا، واکنش‌پذیری بالا می‌توان ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی چوب را بهبود بخشید. در اثر استفاده از نانوذرات سطح ویژه (سطح تماس بین ذرات) افزایش‌یافته و مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی افزایش می‌یابد. نتایج تحقیقات انجام‌گرفته توسط [۱۰،۱۱]. نشان می‌دهد که با استفاده از نانو ذرات می‌توان مقاومت چوب را در مقابل رطوبت افزایش داد. نانو پوشش‌ها خواص مختلفی ازجمله خاصیت ضد فرسایش، ضد سایش و ضد رطوبت دارند [۱۲-۱۴]. پوشش دادن سطح چوب با ترکیبات پلی‌اولفین اصلاح‌شده با نانوزیرکونیم[1] به دلیل افزایش زاویه تماس آب، مقاومت آن را نسبت به جذب آب افزایش می‌دهد [۱۴]. استفاده از نانوذرات فلزی با ضرایب رسانایی حرارتی[2] بالا برای بهبود برخی ویژگی‌های چوب‌های ماسیو و مواد کامپوزیت چوبی استفاده می‌شوند [۲،۱۵].

هدف از این پژوهش بررسی و اندازه‌گیری مقاومت‌های چسبندگی رنگ‌های شفاف ازجمله مقاومت به جذب رطوبت و در چوب ماسیو با استفاده از نانو ذرات و همچنین اتخاذ تدابیر لازم جهت تقویت مقاومت‌های پوشش‌های

[1] Nano zirconium-modified-polyolefin
[2] Thermal conductivity coefficients

www.SID.ir

Archive of SID

رنگی بر روی چوب در راستای کاهش جذب رطوبت و درنتیجه بهبود ثبات ابعادی چوب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد

گونه‌های مصرفی

الوارهای نراد و راش مورداستفاده از منطقه طالقان استان البرز و الوار صنوبر از منطقه گلپایگان تهیه شد و به کارگاه و آزمایشگاه گروه صنایع چوب دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی منتقل شد. همه الوارها به علت داشتن رطوبت بالاتر از نقطه اشباع فیبر (FSP) مطابق برنامه چوب خشک‌کنی با کد T_6E_3 (جدول ۱) تا رطوبت نسبی ۸ درصد خشک شدند، سپس الوارها در کارگاه به ابعاد مناسب‌تر با استفاده از اره نواری برش داده شد و درنهایت تخته‌های با ابعاد ۲۰×۹۰×۴۲۰ میلی‌متر تهیه شد. تخته-های بریده‌شده برای متعادل‌سازی رطوبت، در اتاق کلیما در دمای ۲۰ °C و رطوبت نسبی (RH) ۶۴ درصد قرار داده شدند تا به رطوبت تعادل ۱۲ درصد برسند.

جدول-۱ برنامه مورداستفاده برای خشک‌کردن چوب نراد، راش و صنوبر (کد T_6E_3)

رطوبت گونه چوبی (درصد)	دمای خشک (°C)	دمای تر (°C)	اختلاف دمای تر و خشک (°C)	رطوبت نسبی (درصد)	رطوبت تعادل (درصد)
بیشتر از ٦٠	٤٩	٤٦	٣	٨٤	١٨/٤
٦٠	٤٩	٤٥	٤	٨٠	١٦
٥٠	٤٩	٤٣	٦	٦٩	١٢/٩
٤٠	٤٩	٣٩	١٠	٥٣	٩/٨
٣٥	٤٩	٣٠	١٩	٢٢	٥/١
٣٠	٥٤	٢٦	٢٨	١٠	١/٤
٢٥	٦٠	٣٢	٢٨	١٤	٢/٥
٢٠	٦٥	٣٧	٢٨	١٨	١/٦
١٥	٨٢	٥٤	٢٨	٢٥	٦/٣
١٠	٨٢	٥٤	٢٨	٢٥	٦/٣
٨	٨٢	٥٤	٢٨	٢٥	٦/٣
متعادل‌سازی	٨٢	٦٤	١٨	٥٠	٩
مشروط سازی	٨٢	٧٤	٨	٨٠	١٤/١

رنگ‌های مصرفی

در این تحقیق از رنگ‌های سیلر، کیلر و نیم پلی‌استر براق بر پایه‌ی رزین آلکید استفاده شد. رنگ‌های مصرفی از کارخانه‌ی صنایع رنگ و رزین پارس اشن تهیه شدند؛ و درصد ماده‌ی خشک برای رنگ‌کاری ۱۱ درصد بودند. مشخصات رنگ‌های مصرفی در جدول ۲ نشان داده‌شده است.

جدول-۲ مشخصات رنگ‌های مورداستفاده

نوع رنگ	حجم خشک (درصد)	حلال	رنگ	زمان خشک شدن اولیه (دقیقه)
سیلر	۳۷/۸	تینر فوری	شیری	۲۰
کیلر	۴۲/۵	تینرفوری	شفاف	۲۰
نیم پلی‌استر	۶۵/۲	تینرفوری	شفاف	۲۰

www.SID.ir

Archive of SID

نانو ولاستونیت

ولاستونیت یک متاسیلیکات کلسیم سوزنی شکل بارنگ سفید تا خاکستری یا قهوه‌ای می‌باشد. این ماده طبیعی با فرمول شیمیایی CaSiO3 و ترکیب شیمیایی شامل ۴۸/۳ درصد اکسید کلسیم و ۵۱/۷ درصد اکسید سیلیسیم می‌باشد که باهدف اصلی افزایش مقاومت‌های مکانیکی چوب مورداستفاده قرار می‌گیرد. نانو ولاستونیت مورداستفاده در این پژوهش به‌صورت پودر از شرکت فرآورده‌های صنعتی ورد در استان خراسان جنوبی تهیه گردید. محدوده ابعاد نانوالیاف ولاستونیت ۳۰ تا ۱۱۰ نانومتر بود.

نحوه ترکیب رنگ‌ها با نانوولاستونیت، تیمار حرارتی و رنگ‌کاری نمونه‌ها

پودر نانوولاستونیت ابتدا در مقدار تینر مصرفی جهت رقیق کردن رنگ‌ها حل شد، سپس محلول حاصل به رنگ‌ها اضافه شود و توسط دستگاه اولتراسونیک مخلوط گردید. سپس نمونه‌ها در داخل اتو اتو روشن‌شده در دمای ۱۸۵°C به مدت ۴ ساعت قرار گرفتند. درنهایت، رنگ‌کاری به روش اسپری توسط پیستوله انجام شد.

اندازه‌گیری خواص فیزیکی و مکانیکی

آزمون مقاومت به جذب آب

پس از خشک شدن پوشش‌های رنگی، مقاومت به جذب آب نمونه‌ها پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب مطابق با استاندارد EN ۹۲۷-۵ (۲۰×۷۰×۱۵۰ میلی‌متر) اندازه‌گیری شد.

آزمون مقاومت مکانیکی

آزمون مکانیکی آزمون چسبندگی کششی(Pull-Off) طبق استاندارد ASTM D 4541 انجام شد. در روش‌های مکانیکی، چسبندگی به‌وسیله اعمال یک نیرو به پوشش اندازه‌گیری می‌شود.

آنالیز آماری

نتایج با نرم‌افزار آماری SPSS مورد آنالیز قرار گرفت. از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. برای بررسی اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر، نتایج با استفاده از آزمون فاکتوریل در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. برای مقایسه میانگین گروه‌ها از آزمون چند دامنه دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

مقایسه چسبندگی کششی[3]

اثر مستقل نوع گونه چوبی و نوع رنگ‌بر **مقاومت چسبندگی کششی (Pull-Off)**

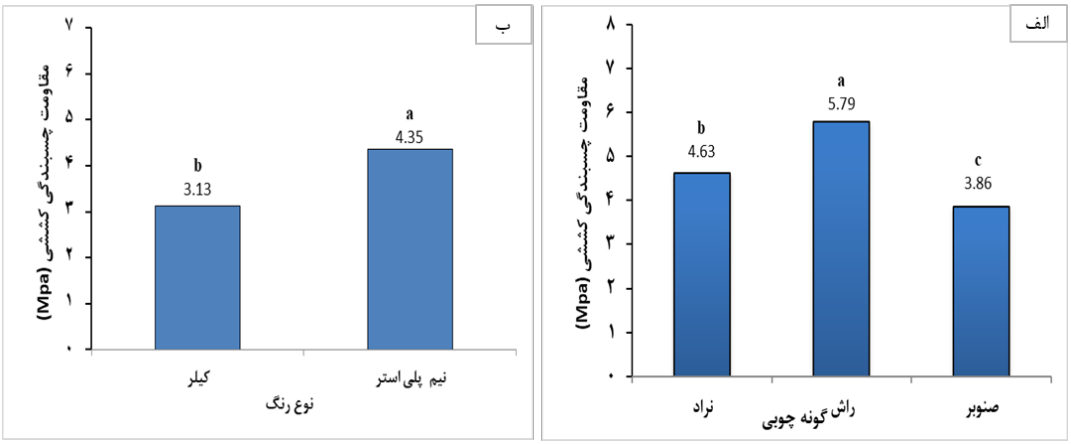
نتایج بررسی تأثیر مستقل گونه چوبی بر شاخص مقاومت چسبندگی کششی نشان داد که بیشترین مقدار مقاومت چسبندگی کششی (۵/۷۹ MPa) مربوط به گونه‌ی راش بوده و کمترین مقدار مقاومت چسبندگی کششی (۳/۸۶ MPa) نیز مربوط به گونه‌ی صنوبر می‌باشد (شکل ۱(الف)). به‌عبارت‌دیگر، در بررسی حاصل از تجزیه‌وتحلیل داده‌ها گونه راش، نراد و صنوبر مشخص گردید که به‌طورکلی راش تیمار شده با نانو و بدون نانو مقاومت چسبندگی به‌مراتب بهتری در مقایسه با نراد و صنوبر داشته است. در آزمایشات مشابه که بر روی گونه‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ انجام دادند به این نتیجه رسیدند که گونه پهن‌برگ به‌مراتب مقاومت چسبندگی بهتری داشته‌اند که دلیل اصلی آن ساختار متفاوت آن‌ها (بافت، مواد استخراجی، چوب برون، چوب درون، و غیره...) می باشد [۱۸]. نتایج بررسی تأثیر مستقل نوع رنگ مصرفی بر مقاومت چسبندگی کششی بیانگر آن است که رنگ‌های نیم پلی‌استر به‌طور معنی‌داری بیشترین شاخص مقاومت چسبندگی کششی را در مقایسه بارنگ کیلر نشان داده‌اند (شکل ۴ (ب)). شاید دلیل اصلی چسبندگی بالای رنگ نیم پلی‌استور ساختار متفاوت آن در مقایسه بارنگ‌های سیلر کیلر باشد که باعث می‌شود که واکنش پلیمریزاسیون روی سطح چوب را کامل شود و پیوند شیمیایی با چوب ایجاد گردد. درنتیجه چسبندگی قوی‌تری روی سطح ایجاد کند. نتایج فوق مطابق با نتایج Hagas و Knospe، ۲۰۰۸ می‌باشد [۱۷]. آنها در تحقیقشان به ارزیابی تأثیر استیلاسیون چوب راش بر کاهش میزان چسبندگی سطحی رنگ‌های شفاف سیلر-

[3] Pull-Off

www.SID.ir

Archive of SID

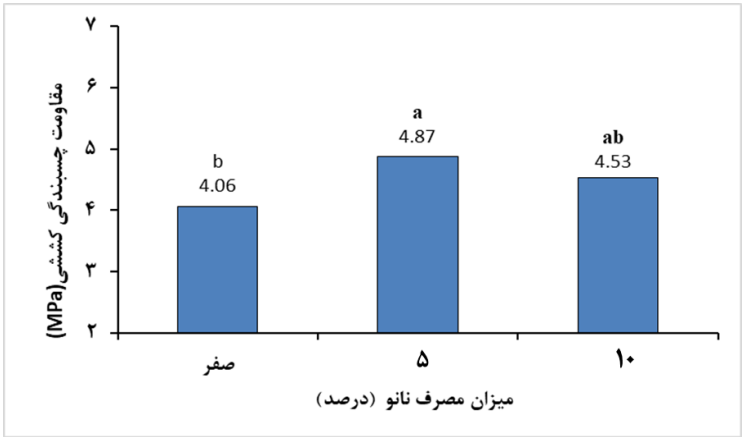
کیلر و نیم پلی‌استر پرداختند. نتایج به‌دست‌آمده آن‌ها نشان داد که استفاده از پوشش رنگ سیلر- نیم پلی‌استر در مقایسه با پوشش رنگ سیلر- کیلر دارای مقاومت چسبندگی بالاتری است.



شکل-۱ (الف) تأثیر مستقل نوع گونه چوبی و (ب) تأثیر مستقل نوع گونه چوبی بر مقاومت چسبندگی کششی

اثر مستقل مصرف نانو بر مقاومت به چسبندگی

بین مقادیر مربوط به میزان مصرف نانو بر درصد از دست دادن چسبندگی در سطح اعتماد ۹۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد. یعنی به‌احتمال بیش از ۹۵ درصد تغییرات درصد از دست دادن چسبندگی ناشی از میزان مصرف نانو می‌باشد. بیشترین درصد از دست دادن چسبندگی مربوط به نانو ولاستونیت ۵ درصد بوده و کمترین درصد از دست دادن چسبندگی مربوط به نانو ۰ درصد می‌باشد (شکل ۲).



شکل ۲. تأثیر مستقل میزان بر مقاومت چسبندگی کششی

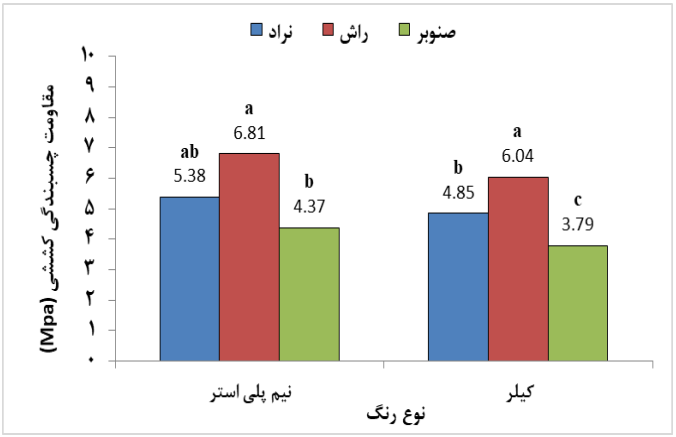
تأثیر متقابل گونه‌ی چوبی و نوع رنگ‌بر مقاومت چسبندگی کششی (Pull-Off)

همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، اثر متقابل گونه‌ی چوبی و نوع رنگ‌بر مقاومت چسبندگی کششی در سطح اعتماد ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، در گونه‌های راش و نراد، تغییر نوع رنگ تأثیر معنی‌داری بر شاخص مقاومت چسبندگی کششی نشان نداد و نتایج آزمون نیز این تیمارهای آزمایشی را در یک گروه مشابه قرار داده است. همچنین در رنگ‌های مختلف موردبررسی، گونه راش (بارنگ نیم پلی‌استر) و صنوبر (بارنگ کیلر) به ترتیب بیشترین و

www.SID.ir

Archive of SID

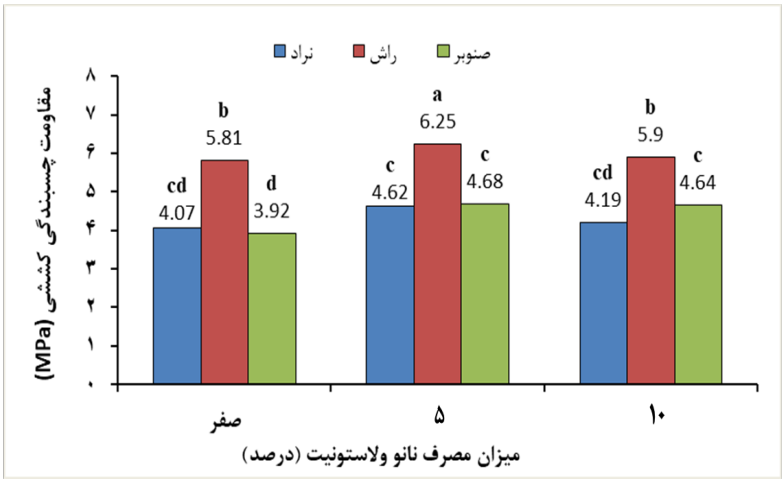
کمترین مقادیر مقاومت چسبندگی کششی را نشان داده است به‌طوری‌که این مقادیر به ترتیب ۶/۸۱MPa و MPa ۳/۷۹ می‌باشند. در مقایسه با این پژوهش [۷]. مقاومت چسبندگی پوشش‌های سیلر – نیم پلی‌استر و سیلر– کیلر را بر روی گونه‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ با درصد رطوبت مختلف را بررسی نمودند و گزارش کردند که بهترین مقاومت چسبندگی در گونه‌های پهن‌برگ بارنگ نیم پلی‌استر بوده است.



شکل-۳ میانگین اثر متقابل گونه چوبی و نوع رنگ مصرفی بر مقاومت چسبندگی کششی

تأثیر متقابل گونه‌ی چوبی و سطوح مختلف نانو بر مقاومت چسبندگی کششی

نتایج تجزیه‌وتحلیل آماری اثر متقابل گونه چوبی و سطوح مختلف نانو ولاستونیت بر مقاومت چسبندگی کششی حاکی از اختلاف معنی‌دار این شاخص اندازه‌گیری شده در سطح اعتماد ۹۵ درصد می‌باشد (شکل ۴). در گونه چوبی راش، استفاده از نانو ولاستونیت و تغیر میزان مصرف آن نسبتاً تأثیر به‌مراتب بهتری برافزایش مقدار مقاومت چسبندگی کششی داشته است هرچند در سطح مصرف ۱۰ درصد، مقاومت چسبندگی کششی در تمامی گونه‌های موردمطالعه نیز کاهش‌یافته است. درمجموع در سطوح مختلف نانو ولاستونیت، گونه چوبی راش و همچنین در تمامی گونه‌های چوبی موردبررسی، استفاده از ۵ درصد نانو ولاستونیت بیشترین مقادیر مقاومت چسبندگی کششی را نشان داده‌اند.



شکل ۴. میانگین اثر متقابل گونه چوبی و میزان مصرف نانو ولاستونیت بر مقاومت چسبندگی کششی

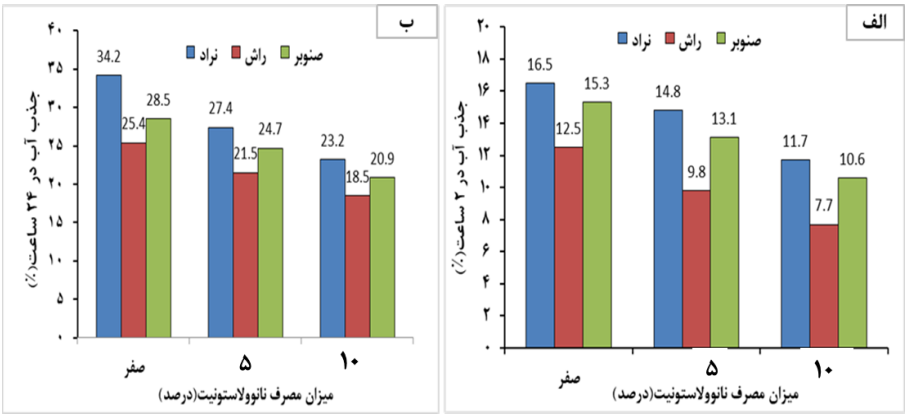
www.SID.ir

Archive of SID

بررسی ویژگی‌های فیزیکی گونه‌های چوبی

جذب آب

جـــذب آب در گونه‌های چوبی از ویژگی‌های مهمی است که مصارف نهایی این قبیـل گونه‌های چوبی را تعیین می‌کند. آزمایش ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، مقدار جذب آب توسط گونه‌های چوبی و تأثیر آن را بر ابعاد فرآورده را مشخص مـی‌کنـد. نتایج تجزیه واریانس نشـان می‌دهد که تأثیر مقدار نانو در گونه‌های راش، نراد و صنوبر برجذب آب ۲ و ۲۴ ساعت در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد. همچنین در شکل ۵ (الف و ب) مشاهده می‌گردد، بـا افزایش مقدار نانو تا حد ۵ درصد، جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت گونه‌های چوبی کاهش داشت. به‌نحوی‌که کمترین مقدار جذب آب بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری، مربوط به استفاده از ۵ درصد نانو و گونه چوبی راش بود که نسبت به نمونه شاهد خیلی کاهش داشت.



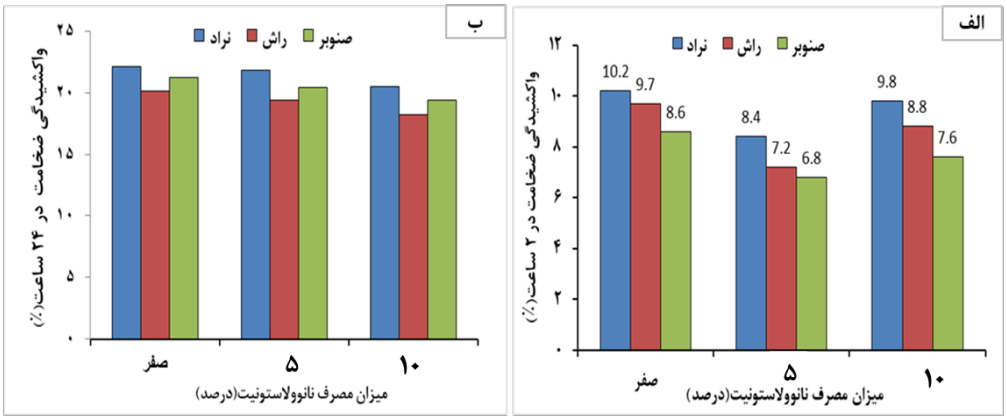
شکل ۵. میانگین اثر متقابل گونه چوبی و مقدار نانو مصرفی بر جذب آب ۲ ساعت (الف) و جذب آب ۲۴ ساعت (ب)

واکشیدگی ضخامت

واکشیدگی ضخامت یکی از خصوصیات فیزیکی حـائز اهمیت می‌باشد کـه میـزان پایـداری ابعاد گونه‌ها را در برابر آب مشخص می‌کنـد و در تعیین کاربرد آن بسیار مؤثر است [۴]. نتایج تجزیه واریانس نشـان می‌دهد که تأثیر مقدار نانو بر واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت گونه‌های ساخته‌شده در سطح اطمینان آماری ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد. مقادیر مربوط به واکشیدگی ضخامت نمونه‌ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت در شکل ۶ (الف و ب) نشان داده‌شده است. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌گردد، بـا افزایش مقدار صفرتا ۱۰ درصد، واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت گونه‌ها کاهش یافت. مطابق نتایج گروه‌بنـدی دانکـن بین مقدار واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت تخته‌های حاوی ۱۰ درصـد در گونه راش با سایر تیمارها در سطح اطمینان آماری ۹۵ درصد اختلاف معنی‌دار بود. شایان‌ذکر است که دلیل این کاهش می‌تواند به خاطر حضور نانو ولاستونیت باشد که باعث می‌شود میزان نم پذیری و نفوذپذیری را کاهش داد چون یکی از خصوصیات اصلی و مهم نانوولاستونیت خاصیت ضدآب بودن است [۴،۱۹].

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶. میانگین اثر متقابل گونه چوبی و مقدار نانو مصرفی بر واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت (الف) و واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت (ب)

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی با توجه به نتایج این تحقیق، از بین گونه‌های راش، نراد و صنوبر، راش تیمار شده با نانو و بدون نانو مقاومت چسبندگی به‌مراتب بهتری در مقایسه با نراد و صنوبر داشت. همچنین، عملکرد رنگ نیم‌پلی‌استر در مقایسه بارنگ کیلر بر روی مقاومت چسبندگی کششی بهتر بود. بعلاوه، از بین سطوح مختلف نانو ولاستونیت بکار رفته در پوشش‌های رنگی مشخص شد که درمجموع سطح ۵ درصد مقاومت چسبندگی بالاتر نسبت به بقیه سطوح داشته است و کمترین چسبندگی مربوط به نمونه‌های شاهد بود. شایان‌ذکر است که دلیل این کاهش می‌تواند به خاطر حضور نانو ولاستونیت باشد که باعث می‌شود میزان نم‌پذیری و نفوذپذیری را کاهش داد چون یکی از خصوصیات اصلی و مهم نانوولاستونیت خاصیت ضدآب بودن است که این بهبود در سطوح بالاتر نانوولاستونیت به‌واسطه کلوخه شدگی احتمالی ضعیف بوده است. ارزیابی چشمی نمونه‌های رنگ‌کاری شده بیانگر این بود که نمونه‌هایی که با نانو ولاستونیت ۵ درصد تیمار شدند دارای رنگ کدرتری نسبت به نمونه شاهد بودند. درنهایت، نتایج نشان داد که با تغییر در درصد نانو ولاستونیت، جذب آب ناشی از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب تغییر کرد به‌عبارت‌دیگر به‌طورکلی، با افزایش نانوذرات جذب آب تخته‌ها کاهش یافت. در این گروه‌بندی تخته‌های بدون نانو (شاهد) در گروه C بیشترین میزان جذب آب و تخته-های با نانو ولاستونیت ۵ درصد در گروه A کمترین میزان جذب آب قرار دارند که در مقایسه با نمونه شاهد جذب آب کاهش یافت.

منابع

[1] Ebrahimi, Gh. 1997. Mechanics of wood and its composite products. University of Tehran Press. (In Persian)

[2] Asadi, A. 1392. The effect of nanosilver treatment on the gas permeability of beech wood and determining the correlation with color resistance, M.Sc. Thesis, Faculty of Civil Engineering, Tarbiat Dabir Shahid Rajaei University. (In Persian)

[3]- Gholamian, H., 1389. Increasing the resistance to water absorption and weathering of wood by using nano-zycosyl and nano-zycophiles and colored coatings. M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. (In Persian)

[4] Gholamian, H., Tarmian, A., Doost Hosseini, K. and Azad Fallah, M. 2010. Hydrophobicity of poplar wood using transparent dyes reinforced with zycophilic zycosyl nanoparticles. Iranian Journal of Wood and Paper Sciences and Industries.

www.SID.ir

Archive of SID

[5] Keshani, A. 2006. Comparison of the performance of polyester, semi-polyester and sealer and killer coatings. Applied properties of wood furniture and beech plywood. M.Sc., Faculty of Natural Resources, University of Tehran. (In Persian)

[6] Kashani. A., Moradian, S., 2010. The effect of nano-alumina on the physical-mechanical properties of a transparent coating based on water-based acrylic resin. Journal of Color Science and Technology. 4, 169-174. (In Persian)

[7] Maanavi, Gh. Ghofrani, M., 2012. Investigation of adhesion resistance of transparent paints (sealer-killer, semi-polyester) Massive furniture surfaces made of beech, mulch, alder and spruce wood species. Iranian Journal of Wood and Paper Sciences, 27(4)753-743. (In Persian)

[8] Chang, Ting, H. Feng Yeh, T. Tzen Chang. S.2002. Comparisons of chemical characteristic variations for photodegraded softwood and hardwood with/without 6polyurethane clear coatings. Polymer Degradation and Stability. 77. 129-135.

[9] Anonymous., 1980. Structure of Wood; United States Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, March 1980; FPL-04.

[10] Ash, B. J., D. F. Rogers, C. J. Wiegand, L. S. Schadler, R. W. Siegel, B. C. Benicewicz,and T . Apple. 2002. Mechanical behavior of Al2O3/polymethylmethacrylate nanocompocites. Polym. Compos. 23, 1014-1019.

[11] Amerio, E., M. Sangermano, G. Colucci, G. Ma]ucelli, M. Messori, R. Taurino,and P. Fabbri. 2008. Preparation and characterization of hyperbranched polymer/silica hybrid nanocoatings by dual-curing process. Macromol. Mater. Eng. 293, 700-707.

[12] Eldwson, T., Bergstrom, and M. Hamalainen. 2003. Moisture dynamics in Norwayspruce and scots pin during outdoor exposure in relation to different surface Hutments and handling condition Holzforschuy. vol 57:219-227.

[13] Kollmann, F.P., 1984. Solid Wood, Principles of Wood Scienceand Technology, Reprint Springer-Verlag, Tokyo, 1: 180.

[14] Stamm, A.J. and Millett, M.A. 1940. The Interial Surface of Cellulosic Materials. Presented at the Seventeenth Colloid Symposium, held at Ann Arbor, Michigan, June 6-8. Pp: 43-45.

[15] Chen, Y., S, Zhou, G. Chen, and L. Wu.2005. Preparation and characterization of polyester/ silica nanocomposite resins, Prog. Org. Coat. 54 -120–126.

[16] Kashani, A., and S. Moradian. 2010. Effects of nano alumina on some physical and mechanical properties of an acrylic water based clear coat. J. Color Sci. Tech. 4, 169-174.

[17] Hagas, J. and M. Knospe. 2008. Wear resistance of acrylic coatings, http://www.BYK Chemie.com/ coatings/ wear, accessed online Feb.

[18] Kaygin. B, E .Akgun.2008. Comparison of Conventional Varnishes with Nanolacke UVVarnish with Respect to Hardness and Adhesion Durability, Int. J. Mol. Sci. 9: 476-485.

[19] Kardar, P., M. Ebrahimi, and S. Bastani.2008. Study the effect of nano-alumina particles on physical-mechanical properties of UV cured epoxy acrylate via nano-indentation. Prog. Org. Coat. 62, 321-325.

www.SID.ir

Archive of SID

The effect of nano-wollastonite on moisture resistance in sealer-killer and sealer-semi-polyester paints on *Fagus orientalis*, Abies sp. and Populus sp.

Abstract

In furniture production, polishing processes are very important for the technical, economic, and aesthetic performance of wood materials. Thus, surface coating with paints can protect wood against specific environmental factors such as moisture, changes in dimensions, and degradation by microorganisms including fungi. This study aimed to investigate the effect of nano-wollastonite (0, 5, and 10%) on moisture resistance in sealer-killer and sealer-semi-polyester paints on *Fagus orientalis*, *Abies* sp, and *Populus* sp. The results showed that among the studied species, beech treated with nano and without nano had better adhesion resistance compared with Abies. Also, the performance of semi-polyester paint was better on tensile strength compared with killer paint. Finally, the highest adhesion resistance was related to the 5% nano-wollastonite.

Keywords: Mechanical resistance, semi-polyester, killer, nano-wollastonite.

M. Arefi[1*]
H. Taghiyari[2]
H. Pirayesh[3]

[1] M.Sc., Department of Wood Industry Faculty of Civil Engineering Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

[2] Associate Professor, Department of Wood Industry Faculty of Civil Engineering Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

[3] Ph.D., Student, Department of wood and paper science and technology, Faculty of natural resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Corresponding author:
majidarefi56@gmail.com

Received: 2021/01/16
Accepted: 2021/03/17

www.SID.ir