

پتانسیل ترکیب پلی آکریلات- سیلیکات سدیم در بهبود مقاومت به هواز دگی چوب پلیمر

بهبود محبی^{۱*}، مرضیه حاجی‌علیان^۲

۱. دانشیار، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۲۵

چکیده

این پژوهش با هدف ساخت نوعی چندسازه چوب- پلیمر با دیدگاه کاربرد بیرون ساختمان از گونه چوب نراد با ترکیب‌هایی از سیلیکات سدیم و پلی آکریلات با چند نسبت آمیختگی به منظور بررسی تأثیر آن بر بهبود آب‌شویی سیلیکات سدیم و مقاومت به تخریب ناشی از هواز دگی صورت گرفت. ابتدا نمونه‌ها براساس استانداردهای مورد نظر تهیه شده و سپس با استفاده از یک دستگاه سیلندر اشباع، ابتدا تحت خلأ ۰/۵ بار به مدت ۳۰ دقیقه و سپس فشار ۶ بار به مدت ۳ ساعت در حالت غوطه‌وری در درون سیلیکات سدیم و پلی آکریلات و آمیزه‌های آنها با دو نسبت ترکیبی متفاوت اشباع شدند. برای بررسی تأثیر این تیمارها بر مقدار آب‌شویی سیلیکات سدیم از چوب و مقاومت در برابر هواز دگی، نمونه‌ها به مدت ۸۰ روز در برابر هواز دگی طبیعی قرار داده شدند تا تغییرات ویژگی‌های آنها بررسی شود. یافته‌ها نشان داد که پلی آکریلات پتانسیل زیادی در کاهش آب‌شویی سیلیکات سدیم دارد و همچنین سبب کاهش تغییرات رنگ و زبری سطح نمونه‌ها ناشی از تخریب در برابر هواز دگی طبیعی می‌شود. این ویژگی موجب افزایش آب‌گریزی و کاهش خاصیت ترشوندگی سطح نمونه‌ها در طی هواز دگی طبیعی می‌شود. از بین تیمارهای ترکیبی بررسی شده، تیمار S60- Pa50 - (1:2)، به دلیل بیشتر بودن مقدار پلی آکریلات، بهترین عملکرد را نسبت به تیمارهای دیگر در برابر هواز دگی طبیعی و کاهش آب‌شویی سیلیکات سدیم از خود نشان داد و به‌عنوان بهترین گزینه انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی: آب‌شویی، پلی آکریلات، چوب پلیمر، سیلیکات سدیم، نراد، هواز دگی طبیعی.

مقدمه

چوب ماده‌ای طبیعی و پایدار است که جایگاه ویژه‌ای در زندگی بشر دارد. چوب به دلیل داشتن خواص مطلوب و منحصر به فرد کاربردهای فراوانی دارد [۱]. اما متأسفانه عواملی مانند نداشتن ثبات ابعاد، قابلیت اشتعال‌پذیری زیاد و تخریب در برابر پرتوهای فرابنفش خورشید از معایب اصلی چوب و از دلایل کاهش کاربرد آن در صنایع است

[۲]. فرآورده‌های چوبی در محیط‌های بیرونی تحت تأثیر هواز دگی دچار تخریب می‌شوند و نیز به دلیل اشتعال‌پذیری، خطر آتش‌سوزی در ساختمان‌های با نما و سازه‌های چوبی را افزایش می‌دهند. از این‌رو در کنار ویژگی‌های کاربردی چوب در صنعت ساختمان، چنین ویژگی‌هایی عامل بازدارنده یا محدودکننده محسوب می‌شوند و بازار سازه‌های چوبی را در رقابت‌پذیری با دیگر مواد ساختمانی دچار خطر می‌کنند.

به تخریب آهسته سطح چوب در محیط‌های بیرونی

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۸۹۱۱۲۵۵۹۷۲

Email: mohebyb@modares.ac.ir

نام برد [۱۰، ۱۱].

اصلاح به روش اشباع یکی از روش‌های اصلاح چوب است که در آن چوب به وسیله مونومرهای گوناگون اشباع می‌شود که سپس در داخل چوب، پلیمر می‌شوند. این فرایند به تولید فرآورده چوب پلیمر منجر می‌شود [۱۲]. فرآورده چوب پلیمر به بهبود خواص فیزیکی و مقاومت‌های مکانیکی چوب کمک می‌کند. در این فرایند گاهی از روش خلأ و فشار استفاده می‌شود که به کمک خلأ هوا از درون چوب خارج شده و سپس با اعمال فشار، امکان نفوذ بیشتری برای ماده شیمیایی فراهم می‌شود [۱۳]. از میان مواد شیمیایی اصلاح‌کننده چوب، می‌توان به انواع ترکیبات معدنی مانند بوراکس، سیلیکات سدیم، اسید بوریک و کلرید روی اشاره کرد [۱۴].

سیلیکات سدیم با فرمول شیمیایی Na_2SiO_3 از ترکیبات معدنی و ماده‌ای با خاصیت کندسوزکنندگی بسیار قوی در صنعت حفاظت و اصلاح چوب است [۱۵]. این ماده امروزه در صنایع مختلفی از جمله چسب‌سازی، ساخت مواد شوینده، ریخته‌گری فلزات و همچنین تصفیه آب کاربردهای گسترده‌ای را دارد [۱۶]. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که اصلاح چوب با سیلیکات سدیم موجب بهبود خواص آن از جمله سختی، مقاومت به ضربه، مقاومت در برابر عوامل مخرب زیستی و مقاومت در برابر آتش می‌شود [۱۷، ۱۸]. اما تثبیت نشدن و آب‌شویی این ماده از مشکلاتی است که سبب محدودیت کاربرد آن در شرایط بیرونی ساختمان شده است [۱۹]. به طوری که در تماس با آب، به راحتی آب را جذب می‌کند و همراه با آب از چوب خارج می‌شود. بنابراین برای کاهش آب‌شویی چوب اشباع‌شده با سیلیکات سدیم، باید آن را با انواع مواد دارای خاصیت کاهش جذب آب و ضد آب‌شویی ترکیب کرد. برای این منظور می‌توان از ماده شیمیایی پلی‌آکریلات استفاده کرد. پلی‌آکریلات نوعی ترکیب آلی با فرمول شیمیایی -

هوازدگی گفته می‌شود. پدیده هوازدگی تغییرات ناخوشایندی را در رنگ و شکل ظاهری چوب ایجاد می‌کند که در دیدگاه مصرف‌کنندگان جزو عوامل مهم است [۳]. این تغییرات مربوط به سطح چوب است که اغلب در اثر تخریب ترکیبات لیگنین، همی سلولز و مواد استخراجی به وجود می‌آیند. در اثر تخریب این ترکیبات، رنگ سطح چوب نیز دچار تغییر می‌شود. تغییر رنگ ایجادشده اولین نشانه هوازدگی چوب به حساب می‌آید. به طوری که بعد از گذشت دو ماه از هوازدگی طبیعی، رنگ سطح چوب‌های روشن و تیره به ترتیب تیره‌تر (قهوه‌ای) و روشن‌تر (زرد) می‌شود. اما با افزایش مدت هوازدگی (بیشتر از دوازده هفته هوازدگی طبیعی) رنگ سطح چوب‌ها در نهایت خاکستری می‌شود [۴، ۵]. عواملی مانند ایجاد و گسترش ترک، کاهش کیفیت و براق بودن سطح چوب، افزایش زبری، تغییر رنگ سطح چوب، رشد کپک، بیرون زدگی و جدا شدن الیاف و همچنین کاهش خواص فیزیکی و مکانیکی از تأثیرات هوازدگی چوب به شمار می‌آیند [۶، ۷]. هوازدگی در اثر ترکیبی از عوامل طبیعی شامل پرتو فرابنفش نور خورشید، رطوبت (باران، شبنم و برف)، گرما و سرما و آلودگی هوا رخ می‌دهد [۸]. امروزه تقاضا برای استفاده از فرآورده‌های چوبی رو به افزایش است؛ اما افزون‌بر آن، با گسترش روزافزون نگرانی‌های زیست‌محیطی ناشی از کمبود منابع جنگلی روبه‌رو هستیم. بنابراین برای استفاده بهینه از محصولات چوبی در زمان سرویس و افزایش دوام آنها، بهبود خواص چوب به موضوعی ضروری تبدیل شده است [۹]. با توجه به گسترش نگرانی‌های زیست‌محیطی ناشی از برخی مواد حفاظتی با بنیان‌های سمی، استفاده از روش‌های اصلاح چوب، اقبال زیادی پیدا کرده است. در واقع هدف از اصلاح، بهبود خواص چوب است. از جمله روش‌های دارای کاربرد در زمینه اصلاح چوب می‌توان تیمارهای حرارتی، سطحی، شیمیایی، مکانیکی و اشباع را

طبیعی و علوم دریایی واقع در شهر نور انتقال داده و به الوار تبدیل شد. در مرحله بعد از الوار مورد نظر، نمونه‌های چوبی راست‌تار، بدون گره و بدون عیب تهیه شد. به‌منظور اشباع نمونه‌ها، ۱۰ کیلوگرم رزین پلی آکریلات و سیلیکات سدیم از شرکت آبنیل شیمی اصفهان تهیه شد. از آب نیز به‌عنوان حلال برای اشباع نمونه‌ها استفاده شد. مشخصات رزین پلی آکریلات در جدول ۱ ارائه شده است [۲۶].

تهیه نمونه‌های آزمونی

نمونه‌های چوبی مطابق با استاندارد مورد نظر هر آزمون، به ابعاد مورد نیاز برش داده و تهیه شدند. در مرحله بعد نمونه‌ها در آون با دمای 103 ± 2 درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. سپس وزن نمونه‌های خشک‌شده (m_1) با ترازوی دیجیتال به دقت 0.01 گرم اندازه‌گیری شد.

آماده‌سازی تیمارها و محلول اشباع

در این پژوهش از دو گروه تیمار تک‌ی و ترکیبی برای اشباع نمونه‌ها استفاده شد. بدین منظور برای آماده‌سازی محلول اشباع، ابتدا سیلیکات سدیم و پلی آکریلات به ترتیب در غلظت‌های ۶۰ و ۵۰ درصد تهیه شد. تیمارهای ترکیبی نیز از همین غلظت‌ها اما با نسبت‌های ۱-۲ برای یک تیمار و نسبت ۲-۱ برای تیمار دیگر تهیه و آماده شد. کد و شرح تیمارهای آزمونی در جدول ۲ خلاصه شده است.

$\text{CH}_2\text{CHCOOH}_n$ است که از ترکیبات وینیلی به حساب می‌آید [۲۰]. پلی آکریلات از مونومر استرهای متاآکریلیک و آکریلیک اسید ساخته می‌شود [۲۱]. از پلی آکریلات برای کاهش جذب آب، افزایش ثبات ابعاد و بهبود خصوصیات مکانیکی مانند مقاومت فشاری و سختی چوب تیمارشده می‌توان استفاده کرد [۲۲، ۲۳]. پلی آکریلات اغلب در صنایع مختلفی از جمله صنایع چوب و کاغذ، چسب‌سازی و پوشش کاربرد دارد [۲۴]. پژوهش‌های گوناگونی درباره این ماده و کاربرد آن در صنایع چوب انجام گرفته است که در بین آنها، چند گزارش در زمینه قابلیت استفاده از آن به‌عنوان پوشش چوب برای کاربردهای بیرون ساختمان گواه بر این است که می‌توان از آن برای جلوگیری از هوازگی چوب نیز استفاده کرد [۲۵]. از این رو با توجه به ویژگی کاهش جذب آب و دوام زیاد چوب پلیمر اشباع‌شده با پلی آکریلات در برابر هوازگی و از سوی دیگر آب‌شویی سیلیکات سدیم در محیط‌های بیرونی، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر پلی آکریلات بر کاهش آب‌شویی سیلیکات سدیم و افزایش مقاومت به هوازگی چوب پلیمر نراد اشباع‌شده با ترکیب سیلیکات سدیم و پلی آکریلات انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد

در این پژوهش از گرده‌بینه گونه نراد (*Abies sp.*) استفاده شد. بدین منظور گرده‌بینه به کارگاه نجاری دانشکده منابع

جدول ۱. خصوصیات رزین پلی آکریلات

رنگ	نوع پلیمر	نوع رزین	ویسکوزیته (cp)	pH	درصد ماده جامد	چگالی (g/cm^3)
سفید	ترموپلاستیک	مایع	۳۵۰۰-۴۵۰۰	۸-۷	۱±۶۵	۱/۰±۰۵/۸

جدول ۲. کد و شرح تیمارهای آزمونی

ردیف	کد تیمار	شرح تیمار
۱	Unt	شاهد
۲	S60	سیلیکات سدیم ۶۰٪ + ۴۰٪ آب
۳	Pa50	پلی آکریلات ۵۰٪ + ۵۰٪ آب
۴	S60- Pa50 - (2:1)	سیلیکات سدیم ۶۰٪ + پلی آکریلات ۵۰٪ با نسبت ۲ به ۱
۵	S60- Pa50 - (1:2)	سیلیکات سدیم ۶۰٪ + پلی آکریلات ۵۰٪ با نسبت ۱ به ۲

فرایند اشباع نمونه‌های آزمونی

از دستگاه سیلندر اشباع آزمایشگاهی با روش خلأ- فشار برای اشباع نمونه‌ها استفاده شد. در ابتدا وزن (m_1) خشک نمونه‌ها یادداشت شد. نمونه‌ها به دستگاه سیلندر اشباع آزمایشگاهی انتقال داده شده و سپس در ظرف مخصوص قرار گرفتند. برای جلوگیری از شناور شدن نمونه‌ها در محلول اشباع، سطح آنها با توری آلومینیومی پوشانده شد. ظرف مورد نظر در داخل دستگاه قرار گرفت و در دستگاه محکم بسته شد. در مرحله بعد نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در معرض خلأ ۰/۵ بار قرار گرفتند. بعد از اعمال خلأ، محلول اشباع با استفاده از لوله‌ای درون ظرف حاوی نمونه‌ها اضافه شد. نمونه‌ها به همراه محلول اشباع به مدت سه ساعت تحت فشار ۶ بار قرار گرفتند. سپس نمونه‌های اشباع‌شده از محلول جدا شدند. در ادامه نمونه‌های اشباع‌شده به مدت دو هفته در محیط آزمایشگاهی در دمای 20 ± 2 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد قرار گرفتند و سپس در آن با دمای 10.3 ± 2 درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. پس از خشک شدن نمونه‌ها، وزن (m_2) خشک نمونه‌های اشباع‌شده اندازه‌گیری شد. درصد افزایش وزن نمونه‌ها بر مبنای وزن خشک نمونه‌های اشباع‌شده با رابطه ۱ محاسبه شد.

$$WPG(\%) = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100 \quad (1)$$

که در آن WPG: افزایش وزن نمونه‌ها (%); m_1 : وزن خشک نمونه بعد از تیمار (g); و m_0 : وزن خشک نمونه قبل از تیمار (g) است.

تعیین مقدار آب‌شویی

برای اندازه‌گیری مقدار آب‌شویی مواد از نمونه‌های تیمار شده، ابتدا نمونه‌ها مطابق استاندارد EN-۸۴ با تعداد ده تکرار و ابعاد $15 \times 25 \times 50$ میلی‌متر (مماسی × شعاعی × طولی) تهیه شده و سپس به مدت ۲۴ ساعت در آن با دمای 10.3 ± 2 درجه سانتی‌گراد خشک

شدند. وزن نمونه‌های خشک‌شده با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. در ادامه نمونه‌ها در داخل ظروف آزمایشگاهی قرار گرفتند و یک توری آلومینیومی (به منظور جلوگیری از شناور شدن نمونه‌ها روی آب)، روی آنها قرار گرفت. سپس نمونه‌ها در داخل آب مقطر غوطه‌ور شدند. این فرایند به مدت دو هفته ادامه پیدا کرد. در طول دو هفته هشت بار تعویض آب در دوره‌های زمانی مختلف انجام گرفت. به این صورت که تعویض آب ابتدا در روزهای اول و دوم غوطه‌وری و در دوازده روز بعدی شش تعویض آب دیگر در دامنه زمانی حداقل ۲۴ ساعت و حداکثر ۷۲ ساعت مطابق استاندارد انجام گرفت. بعد از پایان دوره آزمون، نمونه‌ها ۲۴ ساعت در آن خشک شدند. سپس وزن خشک آنها با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. مقدار مواد آب‌شویی شده با رابطه ۲ محاسبه شد.

$$L(\%) = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 \quad (2)$$

که در آن L: مقدار آب‌شویی مواد (%); W_2 : وزن خشک نمونه‌ها بعد از آب‌شویی (g) و W_1 : وزن خشک نمونه‌های اشباع‌شده (g) است.

در نهایت نیز مقدار ماندگاری مواد در همه تیمارها پس از آزمون آب‌شویی با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شد.

$$Retention = \frac{m_1 - m_0}{V_1} \times 1000 \quad (3)$$

که در آن Retention: مقدار ماندگاری مواد (Kg/m^3); V_1 : حجم خشک نمونه بعد از تیمار (cm^3); m_1 : وزن خشک نمونه پیش از آب‌شویی (g) و m_0 : وزن خشک نمونه بعد از آب‌شویی (g) است.

آزمون هوازگی طبیعی

نمونه‌های چوبی با تعداد پنج تکرار در هر تیمار برای اجرای آزمون هوازگی طبیعی مطابق با استاندارد ۲۲۴۴-ASTM D ۱۵۰×۱۰۰×۲۰ ابعاد میلی‌متر تهیه شدند. نمونه‌های

ایستگاه سینوپتیک ایزدشهر به عنوان نزدیک ترین ایستگاه در دوره سه ماهه هوازدگی ارائه شده است. در هر مرحله سنجش (دوره صفر، چهل و هشتادروزه)، آزمون های گوناگونی مانند تغییرات رنگ، زبری سطح و زاویه تماس روی سطح نمونه ها اجرا شد.

تیمار شده با زاویه ۴۵ درجه و در جهت جنوب شرقی در دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی واقع در شهر نور قرار گرفتند (شکل ۱). نمونه ها به مدت هشتاد روز از تاریخ ۱۴۰۰/۰۹/۰۲ تا ۱۴۰۰/۱۱/۲۵ در معرض هوازدگی طبیعی قرار گرفتند. در جدول ۳ مشخصات آب و هوایی

جدول ۳. مشخصات آب و هوایی منطقه در مدت زمان هوازدگی طبیعی

ماه	میانگین مجموع بارندگی (mm)	میانگین ساعت آفتابی (h)	میانگین درجه حرارت محیط (°C)	میانگین رطوبت نسبی محیط (%)
آذر	۱۱۷/۵۱	۹۷	۱۶/۲	۹۲
دی	۹۸/۵	۸۹	۱۲/۳	۸۸
بهمن	۱۳۶/۹	۷۸	۱۱/۹	۹۴

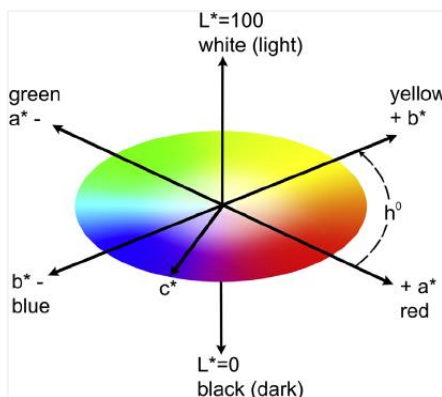
زرد شدن تا آبی شدن نمونه هاست. اگر عدد مورد نظر منفی باشد (-b) نشان دهنده آبی شدن و اگر مثبت باشد (+b) نشان دهنده زرد شدن است [۲۷]. در شکل ۲ تغییرات رنگی ترسیم شده برای هر سه فاکتور (L^* , a^* , b^*) را می توان دید.



شکل ۱. نحوه قرارگیری نمونه ها در هوازدگی طبیعی

اندازه گیری تغییر رنگ

برای اندازه گیری تغییر رنگ سطح نمونه ها پیش و پس از هوازدگی از دستگاه اسپکتروفتومتر Micromatch Sheen مطابق استاندارد ASTM D-۲۲۴ در سیستم $L^* a^* b^*$ CIE استفاده شد. در این سیستم یک فضای رنگی سه بعدی (z) وجود دارد (شکل ۲). تغییرات فاکتور L^* از صفر تا صد است، به طوری که نزدیک بودن عدد اندازه گیری شده به صفر نشان دهنده تیره تر شدن نمونه و نزدیک بودن آن به صد، نشان دهنده روشن شدن نمونه است. تغییرات فاکتور a^* از قرمز شدن تا سبز شدن نمونه هاست. اگر عدد مورد نظر منفی باشد (-a) نشان دهنده سبز شدن و اگر مثبت باشد (+a) نشان دهنده قرمز شدن نمونه است. تغییرات فاکتور b^* از



شکل ۲. تغییرات رنگی ترسیم شده برای سه فاکتور (L^* , a^* , b^*)

در این بررسی و بر روی هر نمونه آزمونی، تغییرات رنگ در پنج نقطه (از پیش تعیین شده در سطح هر نمونه) توسط دستگاه مزبور سنجیده و سپس میانگین آنها محاسبه شد. به ترتیب تغییرات روشنی- تیرگی (ΔL^*)، قرمز شدن- سبز شدن (Δa^*) و زرد شدن- آبی شدن (Δb^*) نمونه ها با استفاده از رابطه های ۴ تا ۶ و تغییرات کلی رنگ (ΔE^*) نمونه ها نیز با رابطه ۷ اندازه گیری شد.

طرح آماری

پس از جمع‌آوری داده‌ها، آنالیز و تحلیل نتایج در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها نیز بر مبنای آزمون چنددامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

درصد افزایش وزن

بر اساس آنالیزهای آماری و معنی‌دار شدن اثر تیمارها بر ویژگی درصد افزایش وزن، مقادیر میانگین درصد افزایش وزن نمونه‌ها (WPG) برای تیمارهای مختلف با رعایت گروه‌بندی الفبایی دانکن در جدول ۴ ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در اثر اشباع درصد افزایش وزن در تیمارهای مختلف افزایش یافته است، به طوری که تیمارهای ترکیبی پلی‌آکریلات و سیلیکات سدیم، توانسته‌اند درصد افزایش وزن بیشتری را نسبت به تیمارهای تکی فقط با پلی‌آکریلات و سیلیکات سدیم از خود نشان دهند. درصد افزایش وزن نمونه‌ها در تیمار ترکیبی (2:1) - S60- Pa50 نسبت به تیمار S60- Pa50 (1:2) افزایش بیشتری داشته است. نتایج آزمون تجزیه واریانس یکطرفه نشان داد که بین مقادیر حاصل از درصد افزایش وزن نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۹ درصد وجود دارد. آزمون دانکن نیز تیمارها را در چهار گروه مختلف قرار داد.

$$\Delta L^* = L_f^* - L_i^* \quad (4)$$

$$\Delta a^* = a_f^* - a_i^* \quad (5)$$

$$\Delta b^* = b_f^* - b_i^* \quad (6)$$

$$\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2} \quad (7)$$

پارامترهای L_i^* ، a_i^* و b_i^* مربوط به تغییر رنگ سطح نمونه‌ها در روز قبل از هوازدگی، و پارامترهای L_f^* ، a_f^* و b_f^* مربوط به تغییر رنگ سطح نمونه‌ها در چهل و هشتاد روز بعد از قرارگیری در طی فرایند هوازدگی طبیعی است.

تعیین زبری سطح

برای تعیین زبری سطح نمونه‌های آزمون با تعداد پنج تکرار در هر نمونه از دستگاه زبری‌سنج HUATEC مدل SRT-6200 استفاده شد. دستگاه زبری‌سنج HUATEC دو فاکتور Ra و Rz را اندازه‌گیری می‌کند. Ra بیانگر میانگین همه بلندی‌هایی است که سوزن دستگاه (حسگر) در خط سیر تعیین شده (۲/۵ میلی‌متر) طی می‌کند. Rz نیز بیانگر میانگین ارتفاع پنج قله مرتفع و پنج دره عمیق است.

اندازه‌گیری زاویه تماس

زاویه تماس دینامیک نمونه‌ها در طی فرایند هوازدگی با استفاده از دستگاه زاویه‌سنج مدل PG-X اندازه‌گیری شد. زاویه تماس سطح نمونه‌های چوبی در مدت زمان ۶۰ ثانیه با حجم قطره ۳/۵ میکرولیتر با تعداد پنج تکرار برای هر نمونه اندازه‌گیری شد.

جدول ۴. میانگین درصد افزایش وزن (WPG) در تیمارهای مختلف

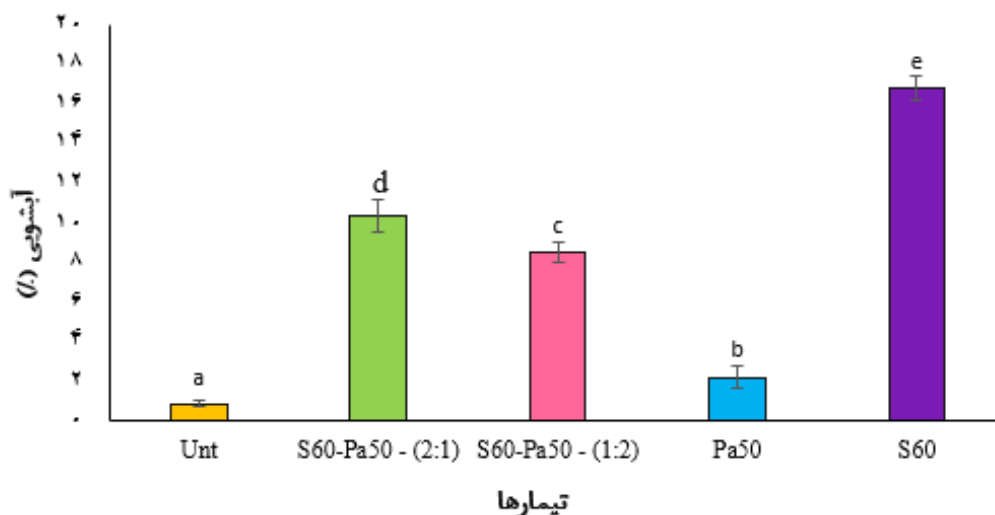
ردیف	شرح تیمار	درصد افزایش وزن (WPG)	گروه‌بندی دانکن**
۱	Unt	-	-
۲	S60	۲۲/۰ ± ۰.۸/۸۱*	b
۳	Pa50	۱۵/۰ ± ۰.۸۶/۳۲	a
۴	S60- Pa50 - (2:1)	۳۰/۰ ± ۰.۱۶/۷۲	d
۵	S60- Pa50 - (1:2)	۲۷/۰ ± ۰.۹۳/۶۷	c

* نشان‌دهنده انحراف معیار، ** نشان‌دهنده گروه‌بندی دانکن به روش الفبایی

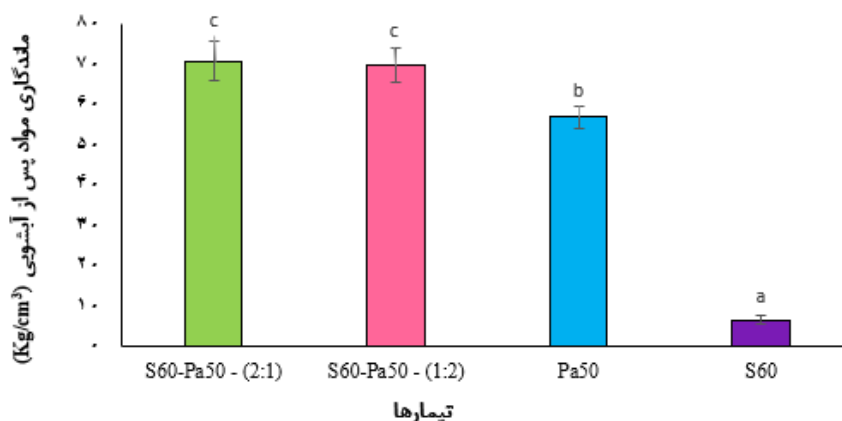
آب شویی

نتایج مربوط به آب شویی مواد پس از گذشت دو هفته غوطه‌وری در آب برای تیمارهای مختلف در شکل ۳ نشان داده شده است. یافته‌ها نشان دادند که کمترین آب شویی در تیمار Pa50 رخ داده است؛ به طوری که آب شویی آن تقریباً همانند نمونه شاهد بوده است. در شکل ۴ نیز مقدار ماندگاری ترکیب‌های تیمارکننده درون چوب پس از دو هفته غوطه‌وری در آب نشان داده شده است. مقدار ماندگاری بیان‌کننده درصد ماده تیمارکننده‌ای است که در درون چوب پس از آب شویی باقی می‌ماند. به نظر می‌رسد که به دلیل دوام آب شویی (شکل‌های ۳ و ۴)، پلی آکریلات پس از گذشت دو هفته غوطه‌وری توانست به خوبی در چوب پلیمر شود و پیوند خوبی را با دیواره سلولی چوب برقرار سازد و در برابر آب شویی از درون چوب شسته نشود [۲۳]. در حقیقت این مقدار آب شویی را تا حدودی می‌توان به شسته شدن مواد استخراجی و دیگر ترکیبات چوب نسبت داد [۲۸]. با توجه به شکل‌های ۳ و ۴، تیمارهای ترکیبی نیز پتانسیل

زیادی در کاهش آب شویی و افزایش ماندگاری مواد از خود نشان دادند. در بین تیمارهای ترکیبی، مقدار آب شویی مواد در تیمار S60- Pa50 - (1:2) نسبت به تیمار S60- Pa50 - (2:1) کمتر شده است که علت آن کارایی بهتر پلی آکریلات در کاهش آب شویی تیمار Pa50 است. در واقع حضور پلی آکریلات در تیمارهای ترکیبی توانست مقدار آب شویی مواد را به طور مؤثری کاهش دهد. بیشترین مقدار آب شویی در تیمار S60 مشاهده شد. سیلیکات سدیم به دلیل داشتن خاصیت آب دوستی و نپذیری زیاد، توانایی تشکیل پیوندی پایدار با چوب را نداشته و از این رو در برابر آب دوام ندارد و به محض تماس با آب به راحتی همراه با آن شسته و از چوب خارج می‌شود [۲۹]. آزمون تجزیه واریانس یکطرفه نشان داد که اختلاف معنی‌داری در نتایج مربوط به آب شویی و مقدار ماندگاری مواد پس از آزمون آب شویی در تیمارهای مختلف در سطح اعتماد ۹۹ درصد وجود دارد. آزمون دانکن نیز تیمارها را در پنج گروه و ماندگاری مواد را در سه گروه مختلف قرار داد.



شکل ۳. مقدار آب شویی مواد پس از دو هفته غوطه‌وری در تیمارهای مختلف



شکل ۴. ماندگاری مواد پس از آزمون آبشویی در تیمارهای مختلف

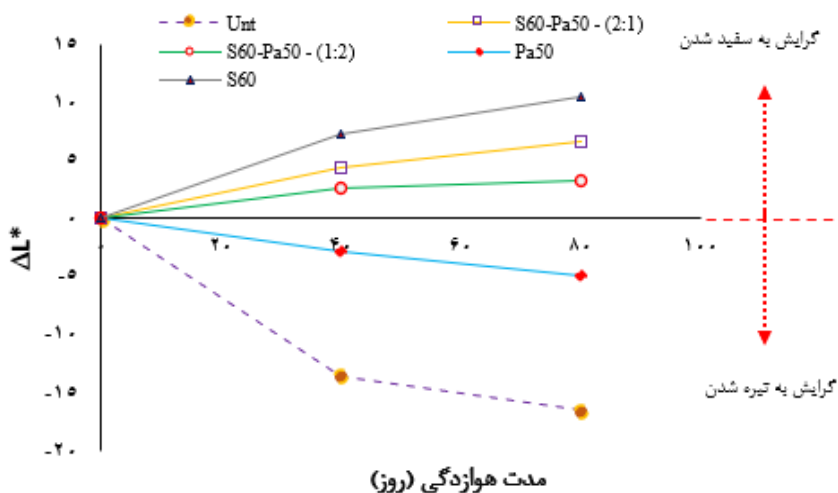
در تیمار Pa50 تغییرات روشنی رنگ چوب در اثر هوازگی کاهش یافته و سطح نمونه‌ها تیره‌تر شده است. به دلیل دوام اندک پلی‌آکریلات در برابر رشد کپک، می‌توان تیره شدن رنگ سطح نمونه‌ها را تا حدودی به رشد کپک در این تیمار نسبت داد [۳۱]. حضور پلی‌آکریلات در تیمارهای ترکیبی توانست از افزایش تغییرات روشنی جلوگیری کند، به طوری که به نظر می‌رسد در تیمار S60- Pa50 - (1:2) نسبت به تیمار S60- Pa50 - (2:1)، به دلیل بیشتر بودن پلی‌آکریلات، پس از گذشت هشتاد روز از هوازگی طبیعی تغییرات روشنی کمتری مشاهده شده است.

هوازگی

تغییرات رنگ در برابر هوازگی طبیعی

تغییرات روشنی (ΔL^*)

تأثیر هوازگی بر تغییرات روشنی (ΔL^*) نمونه‌های تیمار شده در طی هشتاد روز هوازگی طبیعی در شکل ۵ نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود تغییرات روشنی نمونه‌های اشباع شده با سیلیکات سدیم در تیمارهای ترکیبی و تیمار S60 نسبت به روز نخست در اثر هوازگی افزایش یافته است و سطح نمونه‌ها روشن‌تر شده‌اند. تیمار چوب با سیلیکات سدیم موجب سفیدتر شدن سطح نمونه‌ها در اثر هوازگی می‌شود [۳۰].

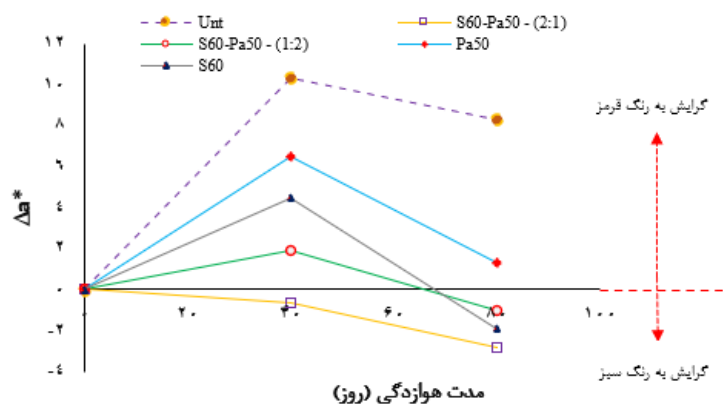


شکل ۵. تغییرات روشنی (ΔL^*) تیمارهای مختلف در اثر هوازگی طبیعی

تغییرات قرمز- سبز (Δa^*)

نمونه‌ها به سبز تمایل بیشتری پیدا کرد. در این دوره روند تغییرات قرمزی کاهش بیشتری داشت و نمونه‌ها روشن‌تر شدند. تیمارهای ترکیبی به دلیل تغییرات روشنی کمتر، تغییرات قرمزی جزئی‌تری نسبت به تیمارهای Pa50 و S60 نشان دادند. از بین تیمارهای ترکیبی، تیمار S60-Pa50 (2:1) نسبت به تیمار S60-Pa50 (1:2) تأثیر بیشتری در کاهش قرمزی و روشنی نمونه‌ها پس از گذشت هشتاد روز هوازگی طبیعی نشان دهد.

نتایج حاصل از تغییرات قرمز- سبز نمونه‌های تیمار شده در طی هشتاد روز هوازگی طبیعی در شکل ۶ نشان داده شده است. در چهل روز اول هوازگی روند افزایش تغییرات شاخص قرمزی در همه تیمارها به جز تیمار S60-Pa50 (2:1) روی داد و نمونه‌ها نسبت به روز اول قرمزتر شدند. در دوره بعدی هوازگی، کاهش روند تغییرات قرمزی در نمونه‌ها مشاهده شد، به طوری که رنگ

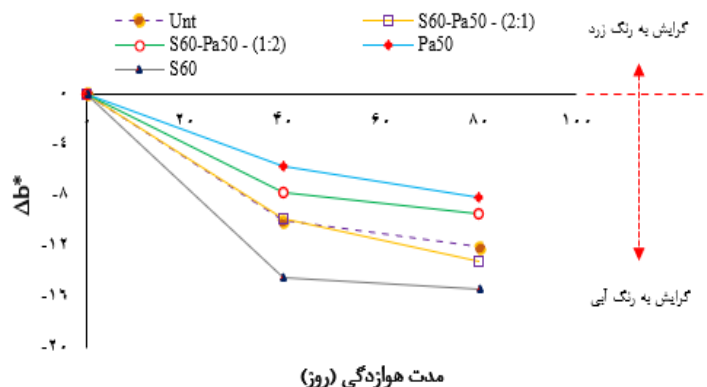


شکل ۶. تغییرات قرمز- سبز (Δa^*) تیمارهای مختلف در اثر هوازگی طبیعی

تغییرات زرد- آبی (Δb^*)

تیمارهای ترکیبی، تیمار S60-Pa50 (1:2) نسبت به تیمار S60-Pa50 (2:1)، از افزایش بیشتر آبی شدن و در پی آن روشن شدن سطح نمونه‌ها پس از گذشت هشتاد روز هوازگی طبیعی جلوگیری کرد. بیشترین تغییرات آبی شدن مربوط به S60 است که با شیب به نسبت تندی همراه است.

میزان تغییرات زرد- آبی نمونه‌ها در شکل ۷ ارائه شده است. در اثر هوازگی رنگ زرد همه نمونه‌ها کاهش و رنگ آبی افزایش یافت. آبی‌تر شدن نمونه‌ها نشان‌دهنده افزایش روشنی است، به طوری که کمترین تغییرات به سوی رنگ آبی در تیمار Pa50 مشاهده شد. در بین



شکل ۷. تغییرات زرد- آبی (Δb^*) تیمارهای مختلف در اثر هوازگی طبیعی

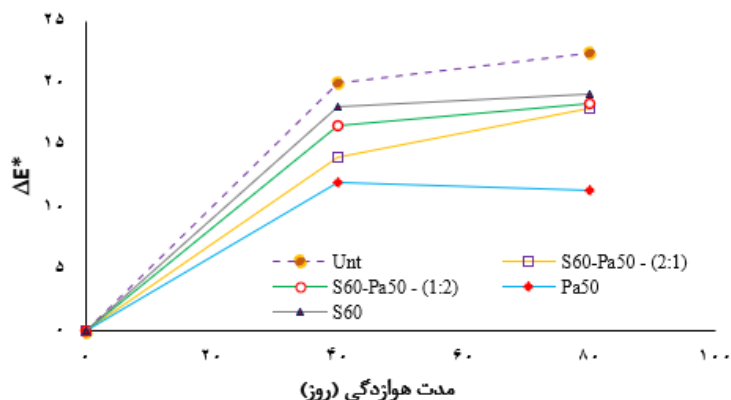
تغییرات کلی رنگ (ΔE^*)

تغییرات کلی رنگ نمونه‌های تیمارشده در طی هشتاد روز هوازگی طبیعی (شکل ۸)، نشان داد که تیمار Pa50 کمترین تغییر رنگ را در اثر هوازگی داشت. تیمار S60 بیشترین تغییر رنگ را در بین تیمارها به خود اختصاص داد. تیمارهای ترکیبی نسبت به تیمار S60 تغییر رنگ کمتری نشان دادند. در بین تیمارهای ترکیبی، تیمار (1:2) - Pa50 - S60 تأثیر بیشتری در کاهش تغییر رنگ داشت. در چهل روز اول دوره هوازگی تغییر رنگ تیمارها بسیار شایان توجه است. تغییر رنگ در این دوره را تا حدودی می‌توان به تخریب لیگنین و تشکیل گروه‌های رنگی در حضور پرتو فرابنفش نسبت داد [۳۲]. در تیمار Pa50 افزون‌بر تخریب لیگنین و تشکیل گروه‌های رنگی، رشد کپک در سطح نمونه‌ها به مقدار ناچیزی مشاهده شد که این امر تأثیر مهمی در تیره شدن و قرمزی بیشتر در سطح نمونه‌ها ایجاد کرد [۳۳]. اما در دوره بعدی هوازگی، به‌علت آب‌شویی مواد از نمونه‌ها طی بارندگی و همچنین شست‌وشوی فرآورده‌های حاصل از تخریب لیگنین چوب، روند تغییرات رنگ کاهش بیشتری داشت [۳۱]. به‌طوری که همه تیمارها تغییرات رنگ بیشتری در دوره اول هوازگی نسبت به دوره بعدی هوازگی نشان دادند. اما با توجه به شکل ۸ میزان تغییرات کلی رنگ در نمونه شاهد در هر دو دوره هوازگی از تیمارهای دیگر بسیار بیشتر بوده است.

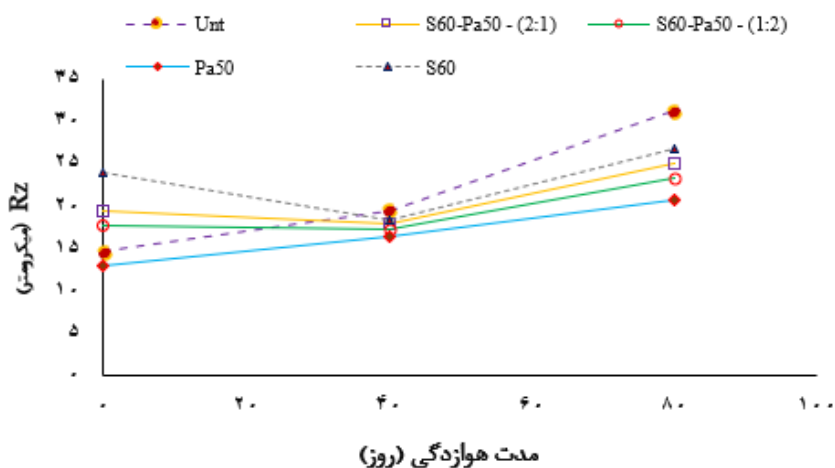
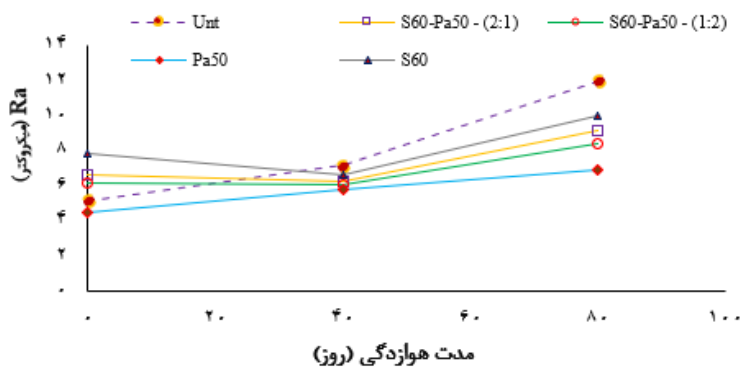
تغییرات زبری سطح

نتایج مربوط به میزان تغییرات زبری سطح نمونه‌های تیمارشده و تیمارنشده برای دو فاکتور R_a و R_z در طی هشتاد روز هوازگی طبیعی در شکل ۹ ارائه شده است. با توجه به شکل ۹، هر دو فاکتور R_a و R_z نتایج یکسانی برای زبری سطح نمونه‌های تیمارشده در طی هشتاد روز هوازگی طبیعی ارائه دادند. براساس نتایج، بعد از فرایند اشباع، سطح نمونه‌ها البته به‌جز تیمار Pa50 نسبت به نمونه شاهد زبرتر شده است. در تیمار Pa50، سطح نمونه‌ها بعد از اشباع با پلی‌آکریلات کاملاً صاف و براق شد. به همین دلیل

زبری سطح این تیمار از تیمارهای دیگر کمتر شده است [۲۵]. اما در تیمارهای ترکیبی و S60 زبری سطح پس از اشباع افزایش یافته است. تیمار چوب با ترکیباتی مانند سیلیکات سدیم، اسید بوریک و بوراکس به‌دلیل افزایش زبری الیاف و حجیم شدن دیواره سلولی، سبب افزایش زبری سطح نمونه‌های چوبی می‌شود [۳۳]. براساس نتایج مشخص شد که در چهل روز اول دوره هوازگی، زبری سطح در تیمار Pa50 و نمونه شاهد روند افزایشی داشت و نمونه‌ها نسبت به روز اول زبرتر شدند. اما در تیمارهای S60 - Pa50 (1:2) و Pa50 - (2:1) - S60، با توجه به آب‌شویی سیلیکات سدیم در این تیمارها، زبری سطح در این دوره به‌دلیل از بین رفتن اثر سیلیکات سدیم تحت تأثیر عواملی نظیر باران، مه و شبنم کاهش یافت. در چهل روز دوره بعدی هوازگی، زبری سطح نمونه‌ها افزایش چشمگیری یافت؛ به‌طوری که سطح همه نمونه‌ها نسبت به روز اول زبرتر شد. اما شدت افزایش زبری سطح نمونه‌ها در تیمارهای S60 و Pa50 - (2:1) - S60، نسبت به تیمارهای دیگر بارزتر و مشخص‌تر است. افزایش زبری در این دوره ممکن است به‌دلیل تخریب بسپارهای دیواره سلولی چوب، فرسایش سطح، شست‌وشوی مواد حفاظتی و ترکیبات حاصل از تخریب بسپارها، جذب و دفع رطوبت و تخریب نوری اتفاق افتاده باشد. از بین تیمارهای ترکیبی، تیمار - Pa50 - S60 (1:2) نسبت به تیمار (2:1) - Pa50 - S60 تأثیر بیشتری در کاهش زبری سطح نمونه‌ها داشته است. کمترین زبری سطح در تیمار Pa50 مشاهده شد، اما سطح نمونه‌ها در این تیمار با گذشت زمان و تحت تأثیر عوامل اقلیمی، دستخوش تغییرات قرار گرفت. می‌توان نتیجه‌گیری کرد که وجود پلی‌آکریلات در تیمارهای ترکیبی، زبری سطح نمونه‌ها را کاهش داده و تأثیر بیشتری در بهبود زبری سطح این تیمارها نسبت به سیلیکات سدیم از خود نشان داده است. ولی در نهایت بیشترین تغییر زبری سطح پس از گذشت هشتاد روز هوازگی طبیعی، در نمونه شاهد مشاهده شد.



شکل ۸. تغییرات کلی رنگ (ΔE*) تیمارهای مختلف در اثر هوازگی طبیعی



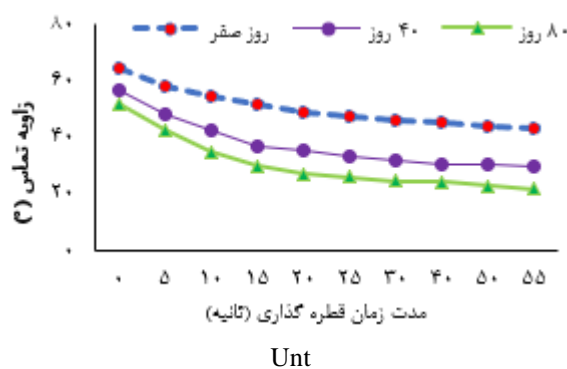
شکل ۹. تغییرات زبری سطح (Rz و Ra) تیمارهای مختلف در اثر هوازگی طبیعی

تغییرات زاویه تماس
نتایج مربوط به تغییرات زاویه تماس تیمارهای مختلف در طی هشتاد روز هوازگی طبیعی در شکل ۱۰ ارائه شده است. همان طور که مشاهده می شود بیشترین تغییرات زاویه تماس در روز اول در تیمارهای Pa50 و S60- Pa50

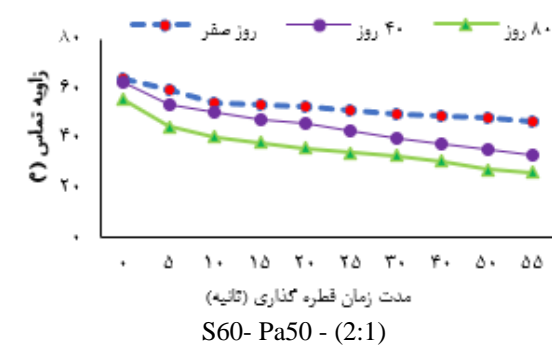
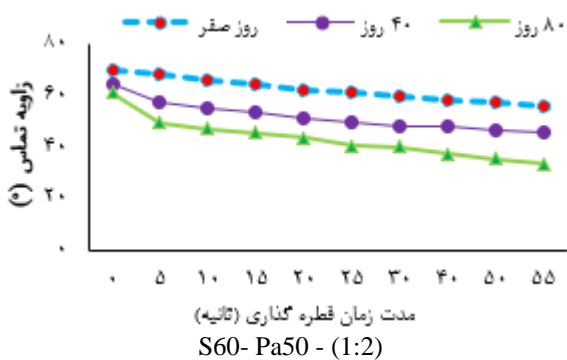
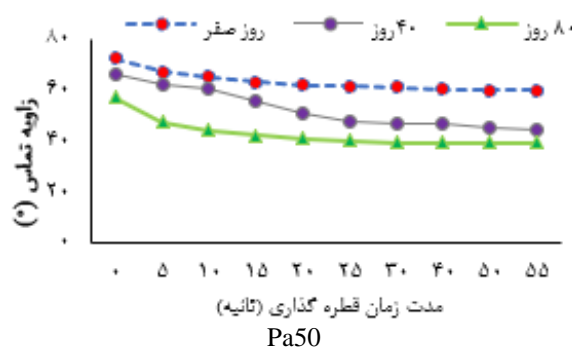
(1:2) رخ داده است. در واقع با پر شدن دیواره سلولی چوب توسط پلی آکریلات و در پی آن کاهش دسترسی به گروه های هیدروکسیل، امکان نفوذ و پخش شدن قطره کاهش یافته که موجب افزایش زاویه تماس و کاهش خاصیت نم پذیری شده است [۲۴]. میزان زاویه تماس در

تغییرات زاویه تماس
نتایج مربوط به تغییرات زاویه تماس تیمارهای مختلف در طی هشتاد روز هوازگی طبیعی در شکل ۱۰ ارائه شده است. همان طور که مشاهده می شود بیشترین تغییرات زاویه تماس در روز اول در تیمارهای Pa50 و S60- Pa50

و ترکیبات حاصل از تخریب بسپارها، جذب و دفع رطوبت و تخریب نوری اتفاق افتاده که این عوامل در نهایت موجب افزایش خاصیت نم‌پذیری و آب‌دوستی سطح چوب شده است. از بین تیمارهای ترکیبی، تیمار S60- Pa50 (1:2) نسبت به تیمار S60- Pa50 (2:1) به دلیل بیشتر بودن پلی‌آکریلات تأثیر بیشتری در افزایش زاویه تماس و آب‌گریزی سطح نمونه‌ها داشته است. زاویه تماس در تیمار Pa50 نیز با گذشت زمان و تحت تأثیر عوامل اقلیمی کاهش یافت. می‌توان نتیجه گرفت که حضور پلی‌آکریلات در تیمارهای ترکیبی، زاویه تماس نمونه‌ها را افزایش داد و تأثیر بیشتری در بهبود ویژگی ترشوندگی نسبت به سیلیکات سدیم نشان داد.



تیمار S60- Pa50 (2:1) - به دلیل بیشتر بودن مقدار سیلیکات سدیم، نسبت به تیمارهای دیگر تا حدودی کمتر بوده است. علت آن نیز خاصیت آب‌دوستی و نم‌پذیری سیلیکات سدیم است [۲۸]. شایان ذکر است که در تیمار S60، به دلیل ویژگی آب‌دوستی سیلیکات سدیم و پخش شدن سریع قطره آب در سطح نمونه، امکان اندازه‌گیری زاویه تماس وجود نداشت. براساس نتایج مشخص شد که پس از گذشت هشتاد روز هوازدگی طبیعی، در همه نمونه‌ها زاویه تماس کاهش یافت؛ اما بیشترین کاهش زاویه تماس در نمونه شاهد دیده شد. کاهش زاویه تماس در این دوره تحت تأثیر عواملی مانند تخریب بسپارهای دیواره سلولی چوب، فرسایش سطح، شست‌وشوی مواد حفاظتی



شکل ۱۰. تغییرات زاویه تماس برای تیمارهای مختلف در اثر هوازدگی طبیعی

از نمونه‌های چوبی نراد می‌شود. از بین تیمارهای ترکیبی، تیمار S60- Pa50 (1:2) بهترین عملکرد را در کاهش آب‌شویی سیلیکات سدیم از خود نشان داد. در واقع حضور پلی‌آکریلات پتانسیل زیادی در کاهش آب‌شویی

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از آب‌شویی و ماندگاری مواد پس از آزمون آب‌شویی نشان داد که تیمار چوب با ترکیب پلی‌آکریلات و سیلیکات سدیم سبب کاهش آب‌شویی سیلیکات سدیم

می‌شود. از بین تیمارهای ترکیبی سیلیکات سدیم و پلی آکریلات، تیمار (1:2) - S60- Pa50، به دلیل بیشتر بودن مقدار پلی آکریلات بهترین عملکرد را نسبت به تیمارهای دیگر در برابر هوازدگی طبیعی و کاهش آب‌شویی سیلیکات سدیم نشان داد.

سیلیکات سدیم داشت. نتایج آزمون هوازدگی نیز نشان داد که پلی آکریلات سبب کاهش تغییرات رنگ و زبری سطح نمونه‌ها بر اثر تخریب در برابر هوازدگی طبیعی می‌شود. این امر موجب افزایش آب‌گریزی و کاهش ویژگی ترشوندگی سطح نمونه‌ها در طی هوازدگی طبیعی

References

- [1]. Ormondroyd, G., Spear, M., and Curling, S. (2015). Modified wood: review of efficacy and service life testing. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Construction Materials*, 168(4), 187-203.
- [2]. Wang, W., Zhu, Y., and Cao, J. (2013). Evaluation of copper leaching in thermally modified southern yellow pine wood impregnated with ACQ-D. *BioResources*, 8(3), 4687-4701.
- [3]. Jirouš-Rajković, V. L. A. T. K. A. (2004). Surface pH and colour change of a wood exposed to weathering. *Wood Research*, 49, 9-16.
- [4]. Feist, W. C., and Hon, D. N. S. (1984). Chemistry of weathering and protection. *The chemistry of solid wood*, 207, 401-451.
- [5]. Hon, D. N. S., and Feist, W. C. (1992). Hydroperoxidation in photoirradiated wood surfaces. *Wood and Fiber Science*, 24, 448-448.
- [6]. Sudiyani, Y., Tsujiyama, S. I., Imamura, Y., Takahashi, M., Minato, K., and Kajita, H. (1999). Chemical characteristics of surfaces of hardwood and softwood deteriorated by weathering. *Journal of Wood Science*, 45(4), 348-353.
- [7]. Deka, M., Humar, M., Rep, G., Kričej, B., Šentjurc, M., and Petrič, M. (2008). Effects of UV light irradiation on colour stability of thermally modified, copper ethanamine treated and non-modified wood: EPR and DRIFT spectroscopic studies. *Wood Science and Technology*, 42(1), 5-20.
- [8]. Zahri, S., Belloncle, C., Charrier, F., Pardon, P., Quideau, S., and Charrier, B. (2007). UV light impact on ellagitannins and wood surface colour of European oak (*Quercus petraea* and *Quercus robur*). *Applied Surface Science*, 253(11), 4985-4989.
- [9]. Agoudjil, B., Benchabane, A., Boudenne, A., Ibos, L., and Fois, M. (2011). Renewable materials to reduce building heat loss: Characterization of date palm wood. *Energy and buildings*, 43(2-3), 491-497.
- [10]. Sandberg, D., Kutnar, A., and Mantanis, G. (2017). Wood modification technologies-a review. *Forest-Biogeosciences and Forestry*, 10(6), 895.
- [11]. Li, Y., Liu, Z., Dong, X., Fu, Y., and Liu, Y. (2013). Comparison of decay resistance of wood and wood-polymer composite prepared by in-situ polymerization of monomers. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 84, 401-406.
- [12]. Li, P., Zhang, Y., Zuo, Y., Lu, J., Yuan, G., and Wu, Y. (2020). Preparation and characterization of sodium silicate impregnated Chinese fir wood with high strength, water resistance, flame retardant and smoke suppression. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(1), 1043-1053.
- [13]. Garskaite, E., Karlsson, O., Stankeviciute, Z., Kareiva, A., Jones, D., and Sandberg, D. (2019). Surface hardness and flammability of Na₂SiO₃ and nano-TiO₂ reinforced wood composites. *RSC Advances*, 9(48), 27973-27986.
- [14]. Slimak, K.M., and Slimak, R.A., (2000). Enhancing the strength, moisture resistance a fire-resistance of wood, timber, lumber, similar plant derived construction and building materials and other cellulosic materials. *United States Patent*. 6, 146-766.
- [15]. Li, P., Zhang, Y., Zuo, Y., Lu, J., Yuan, G., and Wu, Y. (2019). Preparation and characterization of sodium silicate impregnated Chinese fir wood with high strength, water resistance, flame retardant and smoke suppression. *Journal of Materials Research and Technology*.

- [16]. Chen, X. (2009). Students Who Study Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) in Postsecondary Education. Stats in Brief. NCES 2009-161. National Center for Education Statistics.
- [17]. Peng, Y., Han, Y., Gardner, D.J. (2010). Sodium silicate coated wood. In: Proceedings of the International Convention of Society of Wood Science and Technology and United Nations Economic Commission for Europe. Timber Committee. October 11-14, 2010, Geneva, Switzerland.
- [18]. Neyses, B., Rautkari, L., Yamamoto, A., and Sandberg, D. (2017). Pre-treatment with sodium silicate, sodium hydroxide, ionic liquids or methacrylate resin to reduce the set-recovery and increase the hardness of surface-densified Scots pine. *Forest-Biogeosciences and Forestry*, 10(5), 857.
- [20]. Xu, E., Zhang, Y., and Lin, L. (2020). Improvement of mechanical, hydrophobicity and thermal properties of Chinese fir wood by impregnation of nano silica sol. *Polymers*, 12(8), 1632.
- [21]. Bulian F., Graystone, J. A. (2009). Wood coatings - theory and practice (1st ed.), Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, 9(9), 425.
- [22]. Cocca, M., D'ariento, L., D'orazio, L., Gentile, G., and Martuscelli, E. (2004). Polyacrylates for conservation: chemico-physical properties and durability of different commercial products. *Polymer Testing*, 23(3), 333-342.
- [23]. Tiralová, Z., and Reinprecht, L. (2004). Fungal decay of acrylate treated wood. International Research Group on Wood Preservation, Doc. No. IRG/WP, 04-30357.
- [24]. Miklečić, J., Blagojević, S. L., Petrič, M., and Jirouš-Rajković, V. (2015). Influence of TiO₂ and ZnO nanoparticles on properties of waterborne polyacrylate coating exposed to outdoor conditions. *Progress in Organic Coatings*, 89, 67-74.
- [25]. Bao, Y., Ma, J., Zhang, X., and Shi, C. (2015). Recent advances in the modification of polyacrylate latexes. *Journal of Materials Science*, 50(21), 6839-6863.
- [26]. Nowrouzi, Z., Mohebbi, B., Ebrahimi, M., & Petrič, M. (2021). Weathering performance of thermally modified wood coated with polyacrylate containing olive leaf extract as a bio-based additive. *European Journal of Wood and Wood Products*, 79(6), 1551-1562.
- [27]. Teacă, C. A., Roșu, D., Bodîrlău, R., and Roșu, L. (2013). Structural changes in wood under artificial UV light irradiation determined by FTIR spectroscopy and color measurements—A brief review. *BioResources*, 8(1), 1478-1507.
- [28]. Reinprecht, L., and Vidholdová, Z. (2019). Rot resistance of tropical wood species affected by water leaching. *BioResources*, 14(4), 8664-8677
- [29]. Altun, S., Ozcifci, A., Şenel, A., Baysal, E., and Toker, H. (2010). Effects of silica gel on leaching resistance and thermal properties of impregnated wood. *Wood Research*, 55(4), 101-112.
- [30]. Pfeffer, A., Mai, C., and Militz, H. (2012). Weathering characteristics of wood treated with water glass, siloxane or DMDHEU. *European Journal of Wood and Wood Products*, 70(1), 165-176.
- [31]. Pandey, K. K., and Srinivas, K. (2015). Performance of polyurethane coatings on acetylated and benzoylated rubberwood. *European Journal of Wood and Wood Products*, 73(1), 111-120.
- [32]. Yildiz, S., Yildiz, U. C., and Tomak, E. D. (2011). The effects of natural weathering on the properties of heat-treated alder wood. *BioResources*, 6(3), 2504-2521.
- [33]. Togay, A., Kilic, Y. and Colakoglu, G. (2009). Effect of impregnation with Timber care Aque to surface roughness of some varnishes. *Journal of Applied Science*, 9(9), 1719-1725.

Potential roles of polyacrylate- silicate sodium compound on weathering performance of a wood polymer composite

B. Mohebbi*; Assoc., Prof., Tarbiat Modares University, Faculty of Natural Resources, Wood and Paper Science and Technology Department, I.R. Iran

M. Hajjalian; MSc, Wood and Paper Science and Technology Department, Natural Resources Faculty, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, I.R. Iran

(Received: 12 April 2022, Accepted: 15 June 2022)

ABSTRACT

The aim of the current research work was to prepare a kind of the wood-polymer composite from fir wood with a combination of sodium silicate and polyacrylate compound and also to study their effects on prohibition in leaching of the sodium silicate and also increase in resistance of wood against the weathering. For this purpose, the test samples were initially prepared according to the standard methods. Afterwards, the specimens were impregnated with the sodium silicate and the polyacrylate under a vacuum of 0.5 bar for 30 minutes and then a pressure of 6 bar for 3 hours in a cylinder. The samples were then exposed to the natural weathering for 80 days period to study their weathering resistances, changes in color coordinates, roughness and also wettability of the treated wood as well as leaching of the impregnation compounds. The results showed that the presence of the polyacrylate had a higher potential performance to reduce leaching of the sodium silicate from wood. The polyacrylate also reduced the color changes and surface roughness of the samples due to the degradation during the weathering period. It was also revealed that the polyacrylate increased the hydrophobicity of the samples and reduced the wettability of the surface of the samples against the water droplets during the natural weathering. Among those treatments, the treatment S60- Pa50 - (1: 2) indicated the best performances compared to other treatments against the natural weathering and prohibition in leaching of the sodium silicate from the treated wood due to the higher amount of polyacrylate.

Keywords: Leaching, polyacrylate, wood polymer composites, sodium silicate, fir wood, natural weathering.

* Corresponding Author, Email: mohebbiy@modares.ac.ir, Tel: +98911125597