

## بررسی اثرگذاری رنگ های شفاف و نانوذرات زایکوفیل و زایکوسیل بر زاویه تماس و جذب آب در چوب صنوبر

هادی غلامیان<sup>۱\*</sup>، اصغر طارمیان<sup>۲</sup>، کاظم دوست حسینی<sup>۳</sup>، محمد آزاد فلاح<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

<sup>۲</sup> استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

<sup>۳</sup> استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

### چکیده

در این تحقیق تاثیر نانو ذرات زایکوسیل و زایکوفیل و رنگ های پلی استر و سیلروکیلر در بهبود مقاومت به جذب آب و افزایش زاویه تماس چوب مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور، تخته های تهیه شده از برون چوب صنوبر (*P.nigra*) برابر برنامه چوب خشک کنی با کد T<sub>6</sub>E<sub>3</sub> خشک شدند و سپس نمونه هایی برابر با استاندارد EN ۹۲۷-۵ (۲۰ × ۷۰ × ۱۵۰ میلیمتر) تهیه شد. نمونه ها با تیمارهای مختلفی از نانو ذرات و رنگ های شفاف یاد شده پوشش داده شدند. نمونه های پوشش داده شده با رنگ های شفاف در شرایط آزمایشگاهی و نمونه های پوشش داده شده با نانو ذرات در درون آون در دمای ۱۰۳±۲ C خشک شدند. پس از خشک کردن، جذب آب نمونه ها پس از ۲، ۲۴، ۷۲ و ۱۶۸ ساعت غوطه وری در آب مقطر و میزان زاویه تماس آن ها در ثانیه اول و دهم اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که برای هر یک از پوشش ها، الگوی تغییرات جذب آب و زاویه تماس متفاوت بود. نمونه های پوشش داده شده با ترکیب دو رنگ سیلروکیلر و نیم پلی استر براق و نمونه های پوشش داده شده با نانو ذرات زایکوسیل بیشترین مقاومت را به جذب آب از خود نشان دادند. بیشترین زاویه تماس در نمونه پوشش داده شده با نانو زایکوسیل مشاهده شد.

**واژه های کلیدی:** جذب آب، زاویه تماس، نانو زایکوسیل، نانو زایکوفیل، سیلروکیلر، نیم پلی استر براق

## مقدمه

چوب چندسازه طبیعی است که به علت متخلخل بودن و ترکیبات آبدوست تشکیل دهنده آن به ویژه همی سلولز و سلولز به شدت نم پذیر بوده و در اثر جذب رطوبت دچار واکنش‌دهی می شود. علاوه بر این، جذب رطوبت توسط چوب، آن را به محیط مناسبی برای فعالیت برخی از عوامل مخرب قارچی تبدیل می کند (۱ و ۲). در اثر جذب رطوبت، اغلب مقاومت‌های مکانیکی چوب نیز کاهش می‌یابد (۳). تلاش‌های بسیاری صورت گرفته است تا با روش‌ها و تیمارهای مختلف، مقاومت به جذب آب چوب بهبود یابد (۴). مقاومت به جذب آب چوب را می‌توان با روش‌های مختلفی افزایش داد. کاهش خاصیت نم پذیری چوب با جایگزین کردن گروه‌های آبدوست هیدروکسیل چوب با گروه‌های آب گریز دیگر مانند گروه‌های استیل (استیله کردن)، اصلاح گرمایی چوب و تغییر ساختار شیمیایی چوب به ویژه از راه تخریب همی سلولزهای به شدت آبدوست و پوشش‌دهی با مواد اندود کننده مانند پارافین نمونه‌هایی از روش‌های افزایش مقاومت به جذب آب چوب به شمار می‌آیند. بر پایه تحقیقات منصوریار (۱۳۸۹)، با استفاده از امولسیون پارافین، کواترنری آمونیوم و نشاسته هیدراته، مقاومت به جذب آب چوب صنوبر را می‌توان بهبود بخشید (۵). جذب رطوبت و انتقال سیال در چوب رنگ خورده تحت تاثیر عوامل زیادی مانند الگوی برش، ویژگی‌های ساختاری، نوع رنگ و چگونگی پوشش‌دهی است (۶). رنگ‌های پوششی چوب مانند سیلر و کیلر و پلی استر که از رنگ‌های رایج در صنایع مبلمان چوبی به شمار می‌آیند بر رفتار فیزیکی چوب تاثیر بسزائی دارند. نتایج بررسی‌های Robert و Philip (۱۹۹۱) نشان داد که نفوذپذیری و انتشار بخار آب در پوشش‌های لاک‌ی متفاوت می‌باشد و اجزای تشکیل دهنده‌ی لاک‌ها بر روی ضریب انتشار آنها تاثیر گذار هستند و بیشترین ضریب نفوذپذیری مربوط به پوشش رنگی است که در آن از حلال آبی استفاده شده باشد (۸). همچنین تحقیقات بیانگر آن است که به دلیل ساختار صلب پوشش‌رنگی پلی‌استر، در اثر پوشش‌دهی چوب با این رنگ،

واکنش‌دهی چوب در محیط‌های مرطوب کاهش می‌یابد (۹). Faucheu و همکاران (۲۰۰۶) نیز با استفاده از پوشش‌های رنگی پلی‌وینیلیدن فلورید به نتایج همانندی دست یافتند (۱۰).

در سال‌های اخیر، کاربرد فناوری‌نانو در بخش‌های مختلف صنایع چوب در حال افزایش است (۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴). کاربرد نانو ذرات در چوب می‌تواند ویژگی‌های منحصر به فردی را ایجاد نماید. نانو پوشش‌ها خواص مختلفی از جمله خاصیت ضدفسایش، ضدسایش و ضد رطوبت دارند (۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰ و ۲۱). تحقیقات غلامیان و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که با پوشش‌دهی سطح چوب با رنگ‌های سیلروکیلر و نیم‌پلی-استربراق و نانو ذرات زایکوسیل و زایکوفیل می‌توان نفوذپذیری گازی و مایعی را در سطح چوب کاهش داد (۷). در این تحقیق، از قابلیت فناوری نانو با استفاده از نانو ذرات زایکوسیل و زایکوفیل و انواع پوشش‌های رنگی، برای بهبود مقاومت به جذب آب و افزایش زاویه تماس چوب صنوبر استفاده شد.

## مواد و روش‌ها

### نمونه برداری

الوارهای تبریزی (*P.nigra*) به ابعاد  $۱۵۰ \times ۲۰ \times ۵۰$  میلیمتر برابر برنامه چوب‌خشک‌کنی با کد  $T_6E_3$  (جدول ۱) خشک شدند و سپس به تخته‌هایی به ابعاد  $۵۰ \times ۲۰ \times ۲۰$  میلیمتر تبدیل شدند و در نهایت برابر با استاندارد EN ۹۲۷-۵ نمونه‌هایی به ابعاد  $۷۰ \times ۲۰ \times ۱۵۰$  میلیمتر از ناحیه چوب برون تهیه شد. شمار تکرار برای هر تیمار برابر با ۱۰ عدد در نظر گرفته شد.

جدول ۱- برنامه مورد استفاده برای خشک کردن الوار تبریزی (کد TE۳)

رطوبت نسبی (%)	رطوبت تعادل (%)	اختلاف دمای تر و خشک (°C)	دمای تر (°C)	دمای خشک (°C)	رطوبت گام (%)
۸۴	۱۸/۴	۳	۴۶	۴۹	بیشتر از ۶۰
۸۰	۱۶	۴	۴۵	۴۹	۶۰
۶۹	۱۲/۹	۶	۴۳	۴۹	۵۰
۵۳	۹/۸	۱۰	۳۹	۴۹	۴۰
۲۲	۵/۱	۱۹	۳۰	۴۹	۳۵
۱۰	۱/۴	۲۸	۲۶	۵۴	۳۰
۱۴	۲/۵	۲۸	۳۲	۶۰	۲۵
۱۸	۱/۶	۲۸	۳۷	۶۵	۲۰
۲۵	۶/۳	۲۸	۵۴	۸۲	۱۵
۲۵	۶/۳	۲۸	۵۴	۸۲	۱۰
۲۵	۶/۳	۲۸	۵۴	۸۲	۸
۵۰	۹	۱۸	۶۴	۸۲	متعادل سازی
۸۰	۱۴/۱	۸	۷۴	۸۲	مشروط سازی

#### رنگ‌های مورد استفاده

از رنگ‌های سیلروکیلر بر پایه رزین آلکید، نیترات سلولز و نیم‌پلی‌استربراق بر پایه رزین آلکید، ساخت صنایع رنگ و رزین دُرسا شیمی (برلیان) استفاده شد.

#### نانو ذرات مورد استفاده

از نانوذرات زایکوسیل و زایکوفیل استفاده شد. نانو زایکوسیل از ترکیبات آلی سیلیکون (Si) است که در

درون آب ذرات نانومتری را تشکیل می‌دهد و به سطح چوب نفوذ می‌کند. نانو زایکوفیل نوعی نانو پلیمر می‌باشد که خاصیت ضدآب در سطوح کار شده با نانوزایکوسیل را با پر کردن ترک‌های ریز و روزنه‌های نانو بهبود می‌بخشد و برخی از ویژگی‌های آن مانند نانوزایکوسیل می‌باشد. مشخصات فنی نانو ذرات مصرفی در جدول ۲ آمده است. نانوذرات یاد شده از شرکت نانوپوشش خریداری شدند.

جدول ۲- ویژگی‌های نانوذرات زایکوسیل مورد مصرف

اندازه ذرات	۴-۶ نانومتر
عمق نفوذ	۳-۵ میلی‌متری یا بیشتر
رنگ	زرد کم رنگ
چگالی	۱/۷۰ (g/cm <sup>۳</sup> ) (۲۵ درجه سلسیوس)
آستانه آتش‌گیری	بالاتر از ۱۰۰ درجه سلسیوس
نوع حلال	آب

### روش پوشش‌دهی

از روش پوشش‌دهی با دستگاه لایه کش استفاده شد که مبنای محاسبه میزان رنگ مصرفی برای هر نمونه ضخامت لایه رنگ بود. دستگاه لایه کش مورد استفاده مدل «Sheen-10» و ساخت کشور انگلستان بود (شکل ۱). برای پوشش‌دهی، ابتدا سطوح نمونه‌چوبی را تمیز کرده سپس، رنگ سیلر و کیلر مخلوط شده با حلال تینری (۱۰۰۰۰ فوری)، بر روی سطوح چوبی با دستگاه لایه کش پوشش داده شد. زمان مورد نیاز برای خشک شدن رنگ در شرایط آزمایشگاهی، ۱۵ الی ۲۰ دقیقه است، ولی در این تحقیق برای تثبیت بهتر رنگ بر روی سطوح نمونه چوبی، نمونه‌های رنگ‌شده به مدت ۲۴ ساعت در شرایط یاد شده نگهداری شدند. برای پوشش‌دهی سطوح چوبی با رنگ نیم‌پلی‌استربراق، پوشش رنگی یاد شده با حلال تینری (۱۰۰۰۰ فوری) رقیق شد. سپس ده درصد کاتالیزر (هاردنر، خشک‌کننده) به منظور

خشک شدن تندتر به رنگ اضافه شد. سپس، رنگ با استفاده از دستگاه لایه کش بر روی سطوح پوشش داده شد. به منظور پوشش دادن چوب با نانوذرات، پس از تمیز نمودن سطح نمونه‌ها، نانوذرات زایکوسیل و زایکوفیل با استفاده از دستگاه لایه کش بر روی سطوح چوب پوشش داده شدند. بر پایه شیوه نامه ارائه شده توسط شرکت عرضه کننده این نوع نانوذرات به منظور اثرگذاری نانوذرات، نمونه‌های پوشش داده شده برای مدت ۲۴ ساعت در درون آون (C ۱۰۳\*۲) خشک شدند. میزان ضخامت فیلم برای همه نمونه‌ها ۲۵۰ میکرون و سرعت لایه کش ۱۵ میلی‌متر در ثانیه بود. کدگذاری تیمارهای مورد استفاده در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳ - تیمارهای مورد استفاده و کد گذاری آن‌ها

کد	پوشش رنگی
CSC	سیلر و کیلر
CPS	نیم پلی‌استربراق
CSC + CPS	ترکیب سیلر و کیلر و نیم پلی‌استربراق
CZ	نانو زایکوسیل
CZF	نانو زایکوفیل
CZZF	ترکیب نانو زایکوسیل و زایکوفیل



شکل ۱- نمائی از دستگاه فیلم کش مدل «Sheen-10» مورد استفاده

در این معادله:

$$\begin{aligned} \theta &= \text{زاویه تماس} \\ H &= \text{ارتفاع قطره آب} \\ R &= \text{نصف عرض قطره} \end{aligned}$$

#### نوع طرح آزمایشی

از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در این بررسی استفاده شد و در نهایت نتایج حاصل با نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

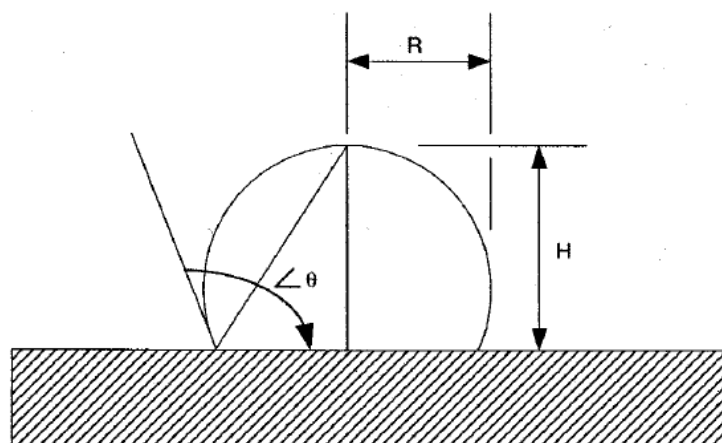
#### اندازه‌گیری مقاومت به جذب آب

پس از خشک شدن نمونه‌ها، جذب آب آن‌ها با غوطه‌ور کردن در آب مقطر پس از ۲، ۲۴، ۷۲ و ۱۶۸ ساعت اندازه‌گیری شد.

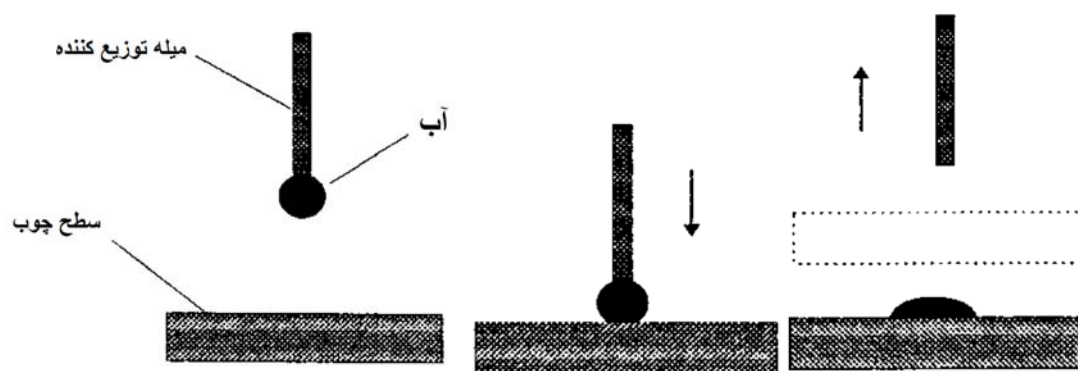
#### اندازه‌گیری زاویه تماس

با استفاده از روش قطره‌گذاری محلول آب مقطر (شکل‌های ۲ و ۳) و بر پایه استاندارد ASTM D ۵۹۴۶ زاویه تماس آب در سطح نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. از معادله ۱ برای اندازه‌گیری زاویه تماس استفاده شد.

$$\theta = 2 \cdot \text{arc tan} (H/R) \quad (1)$$



شکل ۲- شمایی از روش اندازه‌گیری زاویه تماس



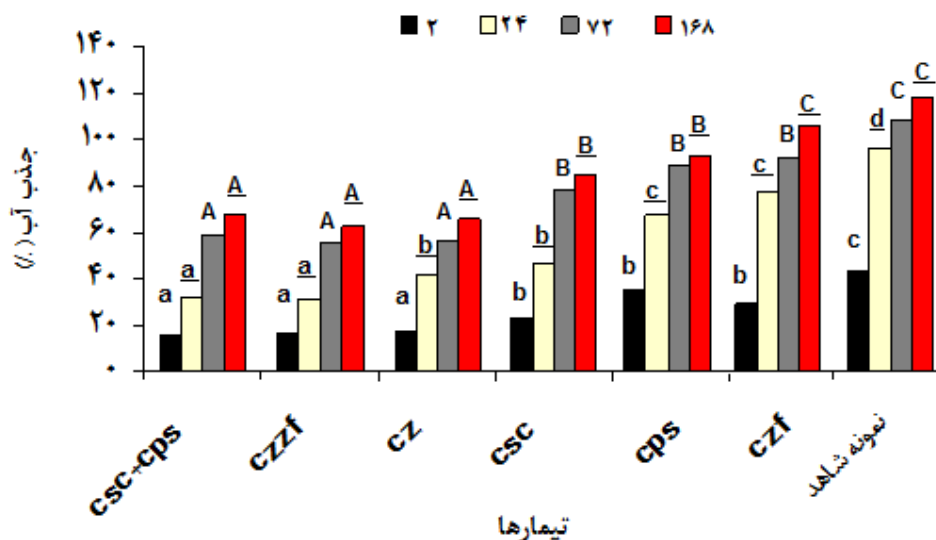
شکل ۳- مراحل قرارگیری قطره آب بر سطح چوب (از چپ به راست)

نیز نمونه های پوشش داده شده با ترکیب دو نانوذره زایکوسیل و زایکوفیل بود و اختلاف معناداری در سطح اعتماد ۹۹ درصد بین تیمارهای *csc+cps*، *czzf* و *cZ* با نمونه شاهد وجود داشت. در بین نانوذرات، نانوذرات زایکوسیل در مقایسه با نانوذرات زایکوفیل عملکرد بهتری در بهبود مقاومت چوب به جذب آب در دوره های غوطه وری کوتاه مدت و طولانی مدت داشت. با افزایش زمان غوطه‌وری، در نمونه شاهد و نمونه های پوشش داده شده میزان جذب آب افزایش یافت.

### نتایج

#### جذب آب

میانگین درصد جذب آب و آزمون معناداری پس از ۲، ۲۴، ۷۲ و ۱۶۸ ساعت غوطه وری در آب در شکل ۴ ارائه شده است. الگوی تغییرات درصد جذب آب برای هر یک از تیمارها متفاوت بود؛ ولی همه پوشش ها منجر به افزایش مقاومت چوب به جذب آب شدند. بیشترین مقاومت به جذب آب مربوط به نمونه های پوشش داده شده با ترکیب رنگ های سیلروکیلر و نیم‌پلی‌استربراق و

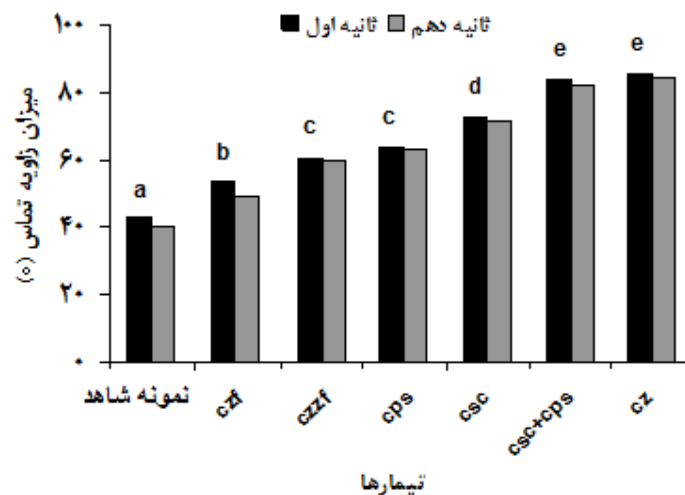


شکل ۴- میانگین درصد جذب آب نمونه‌های تیمار شده در زمان‌های مختلف غوطه‌وری

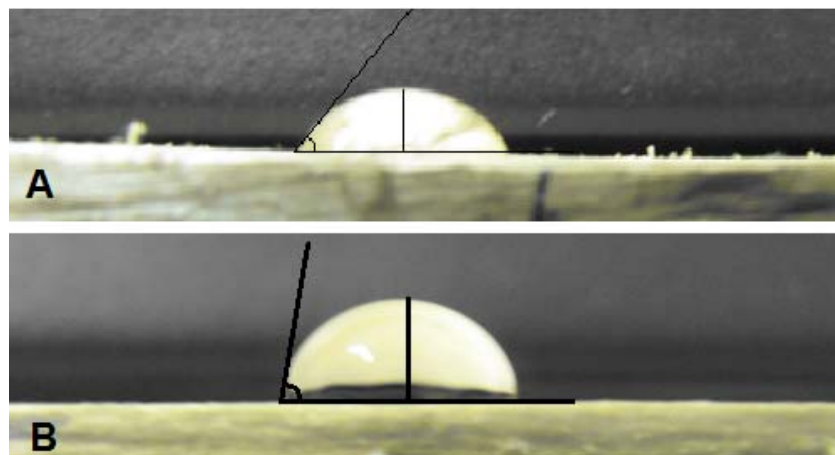
## زاویه تماس

زاویه تماس داشت. در بین نانوذرات، نانوذرات زایکوسیل عملکرد بهتری در مقایسه با نانوذرات زایکوفیل در افزایش زاویه تماس نمونه ها داشت. در بین همه پوشش ها، نانوذرات زایکوفیل تاثیر کمتری در افزایش زاویه تماس نمونه ها داشت. همچنین نتایج نشان داد که میزان زاویه تماس در همه نمونه ها پس از ۱۰ ثانیه نسبت به ثانیه اول کاهش یافته است، ولی در نمونه های پوشش داده شده میزان این تغییر کم تر از میزان آن در نمونه شاهد بود. در شکل ۶ میزان زاویه تماس آب با نمونه شاهد و نمونه پوشش داده شده با نانوذرات زایکوسیل در ثانیه اول و دهم نشان داده شده است.

در شکل ۵ میزان زاویه تماس اندازه گیری شده پس از ۱ و ۱۰ ثانیه در نمونه های پوشش داده شده با رنگ و نانو ذرات ارائه شده است. نتایج نشان می دهد که همه نمونه های پوشش داده شده با رنگ و نانو ذرات دارای زاویه تماس بیشتری نسبت به نمونه شاهد می باشند. نمونه های پوشش داده شده با نانو زایکوسیل و نیز نمونه های پوشش داده شده با ترکیب رنگ های سیلر و کیلر و نیم پلی استر در مقایسه با دیگر نمونه ها زاویه تماس بیشتری داشت. در بین رنگ های شفاف، رنگ سیلر و کیلر در مقایسه با رنگ نیم پلی استر تاثیر بیشتری بر افزایش



شکل ۵- میزان زاویه تماس اندازه گیری شده بر روی نمونه شاهد و نمونه های پوشش داده شده



شکل ۶- زاویه تماس اندازه گیری شده بر روی نمونه شاهد (A) و نمونه پوشش داده شده با نانوذرات زایکوسیل (B)

## بحث

به طور کلی نتایج نشان داد که عملکرد رنگ سیلروکیلر در مقایسه با رنگ نیم‌پلی‌استربراق در بهبود مقاومت به جذب آب چوب بهتر است. دلیل اصلی افزایش جذب آب در نمونه های پوشش‌داده شده با رنگ نیم‌پلی‌استربراق، استفاده نکردن از آستری در مرحله اولیه پوشش‌دهی است. بهبود مقاومت به جذب آب چوب در اثر پوشش‌دهی با رنگ سیلروکیلر ممکن است ناشی از نفوذ سیلر به درون حفره ها و روزنه های دیوار سلولی و بستن آن‌ها باشد؛ به این ترتیب که در مرحله اول سیلر به درون حفره‌های سلولی نفوذ کرده و به سرعت خشک شده و مسیر نفوذ آب را از راه حفره‌ها مسدود می‌نماید و سپس کیلر در سطح چوب حالت شیشه‌ای و صلبی ایجاد کرده و از نفوذ آب با ایجاد یک لایه، جلوگیری می‌کند. تحقیقات کشانی (۲۰۰۶) نیز نشان داد که با پوشش‌دهی سطوح صفحه‌های فشرده چوبی (تخته‌لایه) با سیلروکیلر و پلی-استر مقاومت آن‌ها در برابر جذب رطوبت افزایش می‌یابد و در نهایت بهترین پوشش رنگی را برای کاهش جذب رطوبت رنگ سیلروکیلر معرفی کرد. Faucheu و همکاران (۲۰۰۶) نیز با استفاده از پوشش‌های رنگی پلی‌وینیلیدن فلورید به نتایج مشابهی دست یافتند. همچنین، نتایج تحقیقات غلامیان و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که میزان ضریب نفوذپذیری گازی و مایعی در پوشش رنگی سیلروکیلر کمتر از پوشش رنگی نیم‌پلی-استر می‌باشد و در نهایت با کاهش ضریب نفوذپذیری، میزان جذب رطوبت کاهش می‌یابد. همچنین، نتایج نشان داد که نانوذرات زایکوسیل در مقایسه با نانوذرات زایکوفیل عملکرد بهتری در افزایش مقاومت به جذب آب چوب صنوبر دارد. علاوه بر آن، پوشش سطح چوب با ترکیب هر دو نوع نانوذره در مقایسه با پوشش آن با هر یک از ذرات تاثیر بیشتری در بهبود مقاومت به جذب آب چوب صنوبر داشت. بهبود مقاومت به جذب آب نمونه‌ها در اثر پوشش‌دهی با نانو ذرات زایکوسیل و زایکوفیل ممکن است ناشی از کاهش گروه‌های هیدروکسیلی چوب (OH) در اثر واکنش با این نانوذرات باشد. همچنین، کوچک بودن ذرات نانو و نفوذ موثر آن‌ها به

درون ساختار چوب و دیوار سلولی و کاهش نقاط جذب آب و شاید تشکیل لایه بر روی سطح چوب از دلایل افزایش مقاومت به جذب آب چوب در اثر پوشش دهی با این نوع نانوذرات باشد. نتایج تحقیقات Matsunaga و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان داد که در اثر تیمار چوب با نانو ذرات مس و اکسید آهن، نانو ذرات به علت ابعاد نانومتری خود در حفره‌های ریز سلول‌های چوبی قرار می‌گیرند.

همچنین، تحقیقات Leach و Zhang (۲۰۰۵) و Chen و همکاران (۲۰۰۶) نیز نشان داد که نانو ذرات فلزی می‌توانند لوله‌های موئین موجود در چوب را مسدود کنند. نتایج حاصل از اندازه‌گیری زاویه تماس نشان داد که استفاده از پوشش‌های رنگی تاثیر قابل توجهی بر افزایش زاویه تماس داشته است. پوشش نانوذرات زایکوسیل در مقایسه با دیگر پوشش‌ها عملکرد بهتری در افزایش زاویه تماس داشت و در بین رنگ های شفاف نیز رنگ سیلر و کیلر در مقایسه با رنگ نیم پلی استر تاثیر بیشتری در افزایش زاویه تماس داشت. همچنین نتایج نشان داد که، با افزایش زمان قطره گذاری از یک به ده ثانیه اندازه زاویه تماس در نمونه ها تغییر می کند. این مسئله به این معنی است که مایع تر کننده (آب) توانسته است فرصت کافی برای نفوذ به درون چوب داشته باشد و عوامل دیگری مانند دمای محیط بر آن تاثیر گذاشته است. علت افزایش زاویه تماس در نمونه های پوشش داده شده با رنگ های شفاف می تواند ناشی از تشکیل لایه رنگ بر روی سطوح (پوشش‌های لاک) باشد. به این موضوع نیز باید توجه کرد که ماهیت اصلی این لایه‌های رنگی نیترات سلولزی است که خود خاصیت ضد آبی دارند. در میان نانو ذرات مصرفی، نانوذرات زایکوسیل در مقایسه با نانوذرات زایکوفیل عملکرد بهتری در بهبود مقاومت به جذب آب و افزایش زاویه تماس داشت و نسبت به نانوذرات زایکوفیل ترجیح داده می شود. در بین رنگ های شفاف نیز رنگ سیلر و کیلر برای بهبود مقاومت به جذب آب چوب صنوبر در مقایسه با رنگ نیم پلی استر براق پیشنهاد می شود.



## منابع

- 1- Sjostrom, E., 1993. Wood Chemistry Fundamentals and Applications; Academic Press: San Diego, p 293.
- 2- Stamm, A. J. and Millett, A., 1940. The Internal Surface of Cellulosic Materials, Presented at the Seventeenth Colloid Symposium, Ann Arbor, Michigan, June 6-8, 43-45.
- 3- 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.
- 4- Sturm, Jeffrey, C. 1994. Method of waterproof wood and associated composition, United States patent 5968294.
- 5- 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, University of Tehran, 102 pages (In prsian).
- 6- Eldwson, T., Bergstrom and Hamalainen, M., 2003. Moisture dynamics in Norway spruce and scots pin during outdoor exposure in relation to different surface Hutments and handling condition Holzforschung, 57:219-227.
- 7- Gholamiyan, H., Tarmian, A and Azadfallah, M. 2011. Gas and Water Permeability of Poplar Coated with Paints and Nano-particles. Journal of Forest and Wood Products (JFWP), Iranian Journal of Natural Resources, Vol. 63, No. 3, 2010. pp.281-291.
- 8- Robert, D, & Philip. E. 1991. Permeability of Shellac Coatings to Gases and Water Vapor. American chemical society. 39, 5.
- 9- Rolleri, A. Roffael, E. 2010. influence the surface roughness of part clipboards and their performance towards coating. maderas CIENCIA Y TECNOLOGIA. 12(2):143-148.
- 10- Keshani, S., 2006. The effect composition of polyester, acid catalyzed lacquers and nitrocellulose lacquers "Fagus orientalis" wood and plywood furniture, M. Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. 185 pages (In prsian).
- 11- Faucheu J, Wood KA, Sung LP, Martin JW, 2006. Relating Gloss Loss to Topographical Features of a PVDF Coating. J. Coatings Technol. Res. 3: 29-39.
- 12- Morshed, M., 2002. Modification of wood by graft treatment to enhance water repellency, MSc. Thesis. Mississippi State University Department of Forest Products. 188 pages.
- 13- Lee, Y.K. Kim, H.J. Park, H.J. 2002. Performance of water-repellent treated wooden bath by contact angle analysis. J. Ind. Eng. Chem. vol 8, 6. 206-514.
- 14- Celiker, G., 2005. Nanotechnology in Packaging Industry and Its Applications, Presented at the 4<sup>th</sup>, Packaging Congress, Turkey. 120-128.
- 15- Mahmodi, M., 1386. Nano technology simply, Publications sabzan, 100 (In prsian).
- 16- Kaygin B, and Akgun E., 2008. Comparison of Conventional Varnishes with Nanolacke UV Varnish With Respect to Hardness and Adhesion Durability, Int. J. Mol. Sci. 9: 476-485.
- 17- Kaygin B, and Akgun E., 2009. A nano-technological product: An innovative varnish type for wooden surfaces, Scientific Research and Essay, 4 (1), 1-7.
- 18- Matsunaga , H., Kiguchi, M. and Philip, D., 2009. Microdistribution of copper-carbonate and iron oxide, nanoparticles in treated wood, J Nanopart Res, 11:1087-1098.
- 19- Leach, R. M., and Zhang, J., 2004. Micronized wood preservative formulations comprising metal compounds and organic biocides, World Patent 2004091875, 32 pp.
- 20- Leach, R. M. and Zhang, J., 2005. Micronized wood preservative formulation, World Patent 2005104841, 26.
- 21- Chen, R., Chen, D, and Li, H., 2006. Wood preservative containing copper and ammonium compounds, Chinese Patent 1883899, 10.

## The Effect of Clear Paints, Nanozycofil and Nanozycosil on Water Absorption and Contact Angle of Poplar Wood

Hadi Gholamiyan<sup>1\*</sup>, Asghar Tarmian<sup>2</sup>, Kazem Doost Hosseini<sup>3</sup>  
Mohammad Azadfallah<sup>4</sup>

### Abstract

In this research, the effect of nano-zycosil, nano-zycofil, acid catalyzed lacquer and nitrocellulose lacquer and polyester on improving the water absorption and contact angle of wood was investigated. Some boards were prepared from the sapwood of poplar (*P.nigra*). They were dried based on T6E3 schedule and some specimens were cut according to EN 927-5 standard (20 × 70 × 150 mm). They were coated and immersed with the nano particles and clear paints. The clear paint- and nanoparticles-coated samples were dried in laboratory environment and in an oven at the temperatures of 103\*2 °c, respectively. After drying process, the water absorption of the samples was measured after 2, 24, 72, 168 h immersion. The contact angle of samples was measured after 1 and 10 seconds. The results revealed that the pattern of water absorption for the paints and nanoparticles is different. The samples coated with combined acid catalyzed lacquers and nitrocellulose lacquers and those coated with nanozycosil had the highest resistance to water absorption. The greatest contact angle was observed for the samples coated by nanozycosil.

**Keywords:** Water absorption, Contact angle, Nanozycosil, Nano-zycofil Acid catalyzed lacquers, Polyester

---

\* corresponding author: Email: hadi\_gholamiyan@yahoo.com