

ارزیابی ضریب نفوذپذیری گاز (هوا) و مایع در چوب تبریزی پوشش داده شده با رنگ‌های نیم پلی‌استر، سیلر و کیلر و نانوذرات

هادی غلامیان^{۱*}، اصغر طارمیان^۲، محمد آزادفلاح^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

^۲ استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱۰، تاریخ تصویب: ۸۹/۴/۱۴)

چکیده

در این تحقیق تاثیر پرداخت و رنگ‌کاری چوب با رنگ‌های نیم‌پلی‌استر و سیلر و کیلر و نانوذرات زایکوسیل^۱ و زایکوفیل^۲ بر فرایند انتقال سیال در چوب بررسی شد. دو نوع فرایند انتقال سیال در چوب مورد ارزیابی قرار گرفت: ضریب نفوذپذیری گازی و ضریب نفوذپذیری مایعی تعیین شده با آزمون رایلم^۳. برای این منظور، تخته‌های تهیه شده از برون چوب تبریزی (*P.nigra*) بر پایه برنامه چوب‌خشک‌کنی با کد T₆E₃ خشک شدند. سپس، نمونه‌های استوانه‌ای شکل در جهت طولی با قطر ۲۵ mm و طول ۴۰ mm تهیه و برای محدود کردن عبور سیال از جهت طولی، سطوح جانبی آن‌ها با رزین اپوکسی اندود شد. سپس، یکی از مقاطع عرضی نمونه‌ها با رنگ و نانوذرات یاد شده پوشش داده شد. شماری از نمونه‌ها در شرایط آزمایشگاهی و شماری دیگر در درون آون در دمای $30 \pm 210^\circ\text{C}$ خشک شدند. پس از خشک‌کردن، برای یکسان‌سازی رطوبت، نمونه‌ها در اتاق با شرایط ثابت (کلیما) قرار داده شدند و سپس ضریب نفوذپذیری گازی و ضریب نفوذپذیری مایعی نمونه‌ها برابر با آزمون رایلم اندازه‌گیری شد. ضریب همبستگی خوبی بین نتایج به دست آمده در هر دو روش یاد شده دیده شد. نتایج نشان داد که کمترین ضریب نفوذپذیری گازی و ضریب نفوذپذیری مایعی مربوط به نمونه‌های پوشش داده شده با رنگ سیلر و کیلر بود. در بین نانوذرات، نانوزایکوسیل در مقایسه با نانوزایکوفیل عملکرد بهتری در کاهش ضریب نفوذپذیری چوب داشت.

واژه‌های کلیدی: ضریب نفوذپذیری، نیم پلی‌استر، سیلر و کیلر، نانوذرات، چوب

مقدمه

انتشار بخار آب در آن است. ضریب جذب آب پوشش‌های رنگی ممکن است تحت تاثیر عواملی مانند اندازه دانه‌بندی، تراکم و دانسیته، پراکنش آنها قرار گیرد (Buslaev et al., 1934). بر پایه استاندارد ASTM E ۵۱۴ ضریب نفوذپذیری مواد متخلخل مانند چوب را می‌توان با سه روش اندازه‌گیری کرد، یکی از این سه روش، کاربرد فشارکم یا همان آزمون رایلم است، که میزان آب نفوذ کرده را بر حسب میزان نفوذ در واحد زمان (ml/s) محاسبه می‌کند (Monk, 1961). محققان دانشگاه Wyoming به این نتایج رسیدند که میزان ضریب نفوذپذیری اندازه‌گیری شده با آزمون رایلم در مواد با درصد تخلخل مختلف، متفاوت است (Roller, 1994)، (Roller, 1994). یکی از فناوری‌های نوین که وارد عرصه علم شده است فناوری نانو و پوشش‌های پلیمری است. فناوری نانو یکی از پیچیده‌ترین علوم می‌باشد، زیرا که اندازه ذرات در این مواد در مقیاس زیر ۱۰۰ نانومتر بوده و با توجه به اندازه خیلی ریز آنها کارایی آنها بسیار افزایش یافته است. فناوری نانو در صنعت چوب کاربردهای گوناگون و منحصر بفردی را ایجاد می‌نماید. در اثر استفاده از نانوذرات، سطح ویژه (تماس) افزایش پیدا کرده و ویژگی‌هایی مانند مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی بهبود می‌یابد (Celiker, 2005)، (Brinker et al., 1990)، (Klemperer & Brinker, 1992)، (Shaw et al., 1992). نانو پوشش‌ها این قابلیت را دارند که، ویژگی‌های ضد رطوبتی، ضد سایش و ضد گرمایی ایجاد کنند (Kaygin & Akgun, 2008)، (Michael & Lowry, 2008) به این نتیجه رسیدند که با نفوذ دادن نانو ذره ZnO به درون پوشش‌های رنگی می‌توان از تخریب این پوشش‌ها در برابر عوامل محیطی جلوگیری نمود. در این تحقیق، تاثیر پوشش‌دهی و رنگ‌کاری چوب با رنگ‌های پوششی سیلروکیلر، نیم‌پلی‌استربراق و نانوذرات زایکوسیلر زایکوفیل بر ضریب نفوذپذیری گازی و ضریب نفوذپذیری مایعی (آزمون رایلم) مورد ارزیابی قرار گرفت.

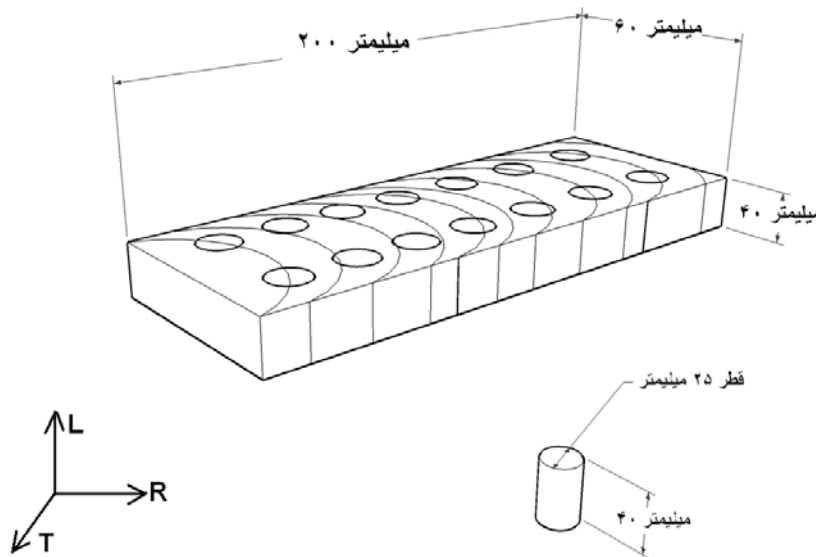
با پیشرفت فناوری، کاربردهای چوب در صنایع مختلف افزایش یافته است و با توجه به نیاز هر صنعت، می‌توان از ویژگی‌های منحصر به فرد چوب بیشتر استفاده کرد. در محیط بیرون از ساختمان و در هوای آزاد، چوب رطوبت محیط را جذب نموده و واکنشیده می‌شود، که می‌تواند باعث کاهش مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی و همچنین کاهش مقاومت در برابر عوامل ویرانگر بیولوژیکی شود. برای حفاظت چوب در برابر عوامل جوی و جذب آب، از تیمارها و روش‌های مختلفی می‌توان استفاده کرد. یکی از موثرترین و پرکاربردترین روش‌ها، استفاده از پوشش‌های رنگی شفاف است. به طور کلی پوشش‌های رنگی شفاف با دو هدف عمده بر روی چوب اعمال می‌شوند: افزایش زیبایی و درخشندگی چوب و افزایش عمر مفید چوب در شرایط خدمات و حفاظت آن در برابر عوامل جوی. ویژگی‌های کاربردی رنگ باید با توجه به نیاز بازار استانداردسازی شود (EN ۱۵۰۴). فرایند انتقال سیال در چوب تحت تاثیر عوامل زیادی مانند الگوی برش، ویژگی‌های آناتومی، میزان رطوبت، نوع رنگ و چگونگی پوشش‌دهی اعمال شده بر روی آن قرار دارد (Eldwson et al., 2006). همچنین، با استفاده از اندازه‌گیری ضریب نفوذپذیری گازی می‌توان ترکیبات رنگ و اجزاء آن را بررسی نمود (Nelson et al., 1992)، (Kajiwara et al., 1988). یکی از پوشش‌های رایج در صنعت چوب، پوشش‌های لاک هستند که از آغاز سده ۱۶ در کشورهای پرشماری از آن استفاده شده است (Hicks, 1961). نتایج مطالعات (Robert & Philip, 1991) نشان داد که ضریب نفوذپذیری گازی و انتشار بخار آب پوشش‌های لاک با توجه به نوع پوشش و حلال آنها متفاوت می‌باشد و اجزاء تشکیل دهنده لاک‌ها بر روی ضریب نفوذپذیری آنها تاثیر گذار هستند و بیشترین ضریب نفوذپذیری مربوط به پوششی است که در آن از حلال آبی استفاده شده باشد (Robert et al., 1991). تحقیقات (Buslaev et al., 2008) نشان داد که ضریب جذب آب پوشش‌های ارگانوسیلیکاتی^۱ بیشتر از ضریب

مواد و روش‌ها

نمونه برداری

از هر یک از تخته‌های خشک شده، توسط مته‌گردبر، نمونه‌های استوانه‌ای شکل به قطر ۲۵ و طول ۴۰ میلی‌متر در جهت طولی تهیه شد، همچنین میزان تکرار برای هر تیمار سه نمونه لحاظ شد. روش تهیه نمونه‌ها و الگوی برش آنها در شکل ۱ نشان داده شده است.

از الوارهای تبریزی (*P.nigra*) به ابعاد ۵۰×۲۰۰×۱۵۰ (L×T×R) میلی‌متر و خشک شده برابر برنامه چوب‌خشک‌کنی کد T_EE₃ سه قطعه تخته به ابعاد ۴۰×۶۰×۲۰۰ میلی‌متر (R×T×L) برش داده و در نهایت



شکل ۱- روش برش نمونه‌ها برای اندازه‌گیری ضریب نفوذپذیری طولی

پوشش‌دهی نمونه‌ها

برای پوشش‌دهی، در آغاز سطوح نمونه‌چوبی 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 خشک‌شدن رنگ در شرایط آزمایشگاهی، ۱۵ الی ۲۰ دقیقه است، ولی در این تحقیق برای تشبیت 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 خشک‌شدن سریع‌تر به رنگ اضافه شد. سپس، رنگ با استفاده از قلم‌مو بر روی سطوح پوشش داده شد. زمان خشک‌شدن رنگ در محیط آزمایشگاهی ۱۵ الی ۲۰ دقیقه به طول انجامید.

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 که دارای ترکیبات آلی سیلیکون (Si) و ساخت شرکت زیدکس است استفاده شد. ویژگی‌های کاربردی نانوذرات مورد استفاده در جدول یک ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های نانوذرات مورد مصرف

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

در شرایط آزمایشگاهی (دمای $23 \pm 2^\circ\text{C}$) و گروه دوم در درون آون ($103 \pm 2^\circ\text{C}$) به مدت ۲۴ ساعت. ترکیب تیمارهای مورد استفاده و کدگذاری آنها در جدول ۲ نشان داده شده است.

پس از تمیز نمودن سطح نمونه‌ها، نانوذرات زایکوسیل و زایکوفیل را با استفاده از قلم‌مو بر روی سطوح چوب پوشش داده شدند و در مدت ۲۴ ساعت در دو شرایط متفاوت خشک شدند. نمونه‌ها در دو روش خشک شدند: گروه اول

جدول ۲- ترکیب تیمارهای مورد استفاده و کدگذاری آنها

نوع تیمار	کد تیمار
	نمونه شاهد
نمونه آندود شده با رنگ نیم پلی‌استربراق و خشک شده در شرایط آزمایشگاه	CPS
نمونه آندود شده با رنگ سیلروکیلر و خشک شده در شرایط آزمایشگاه	CSC
نمونه آندود شده با نانو زایکوسیل با غلظت ۱۰۰٪ و خشک شده در آون	CZ
نمونه آندود شده با نانو زایکوفیل با غلظت ۱۰۰٪ و خشک شده در آون	CZF
نمونه آندود شده با نانو زایکوسیل با غلظت ۱۰۰٪ و خشک شده در آزمایشگاه	CZ۱۰۰٪
نمونه آندود شده با نانو زایکوفیل با غلظت ۱۰۰٪ و خشک شده در آزمایشگاه	CZF۱۰۰٪

نصب شده‌اند و وظیفه آنها نگه‌داری و جابجایی ستون آبی است که در لوله شیشه‌ای که در حد فاصل مخازن قرار دارد، می‌باشد. این دستگاه همچنین مجهز به دستگاه ثبت الکترونی زمان است و دارای دو حسگر ثبت زمان در فاصله (۱۰cm) از یکدیگر می‌باشد و با دقت هزارم ثانیه زمان جابه‌جایی ستون آب را اندازه‌گیری می‌کند. اندازه‌گیری نفوذپذیری گازی به روش ستون آب (ستون در حال سقوط آب) با استفاده از فرمول (Siau, 1984) برای به دست آوردن ضریب نفوذپذیری ظاهری (Kg) انجام می‌شود. جزئیات بیشتر مربوط به روش اندازه‌گیری و محاسبه‌های مربوطه در تحقیقات (Gholamiyan & Tarmian, 2009) و (Parhizgari et al., 2009) ارائه شده است. از معادله زیر (Siau, 1984) برای اندازه‌گیری ضریب نفوذ پذیری ظاهری نمونه‌ها استفاده شد.

متعادل‌سازی نمونه‌ها

پیش از اندازه‌گیری ضریب نفوذپذیری، برای متعادل‌سازی رطوبت، نمونه‌ها به مدت ۱۴ روز در اتاق کلیما در دمای 20°C و رطوبت نسبی (RH) ۶۴ درصد قرار داده شدند تا به رطوبت تعادل ۱۲ درصد برسند.

اندازه‌گیری ضریب نفوذپذیری گازی

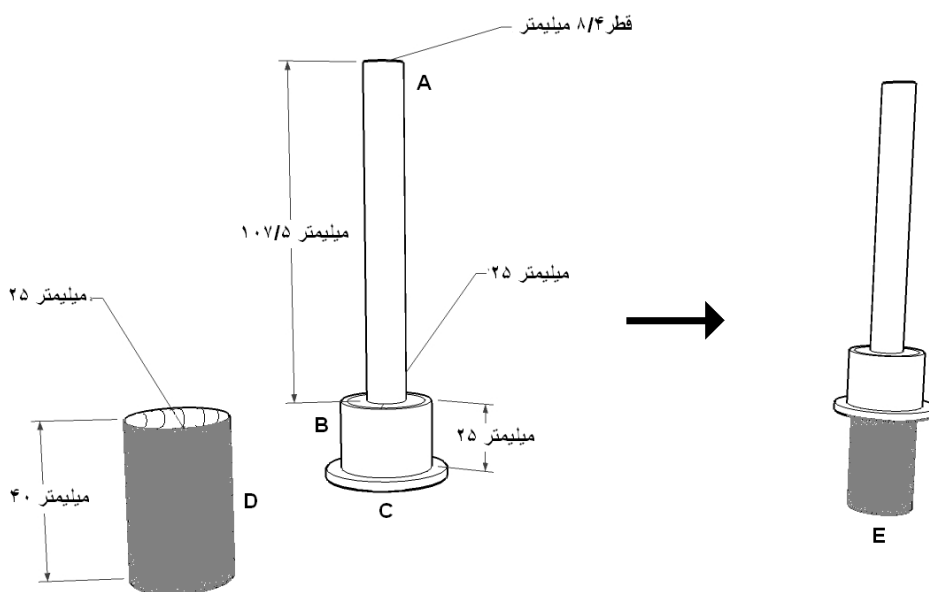
به منظور اندازه‌گیری ضریب نفوذپذیری گازی، سطوح جانبی نمونه‌های استوانه‌ای شکل با رزین اپوکسی آندود شد تا جریان گاز تنها در راستای طولی رخ دهد. ضریب نفوذپذیری طولی با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری ضریب نفوذپذیری گازی به روش حجم آب جابه‌جا شده از آب در حال سقوط اندازه‌گیری شد (Taghiyari, 2008). این دستگاه از دو مخزن که در قسمت‌های بالا و پایین دستگاه

$$k_g = \frac{V_d C L (P_{atm} - 0.074 \bar{z})}{t A (0.074 \bar{z}) (P_{atm} - 0.037 \bar{z})} \times \frac{0.760 \text{ m Hg}}{1.013 \times 10^6 \text{ Pa}}, \quad C = 1 + \frac{V_f (0.074 \Delta z)}{V_d (P_{atm} - 0.074 \bar{z})}$$

رابطه ۱- فرمول محاسبه ضریب نفوذپذیری

آمده از آزمون رایلم می‌تواند شاخص مناسبی برای تعیین میزان نفوذ آب در چوب در معرض بارندگی همراه با وزش باد شدید و طوفان باشد (جدول ۳). پس از نصب نمونه چوبی بر روی دستگاه و پرکردن لوله رایلم با مایع (آب)، میزان نفوذ آب در واحد زمان (ml/s) در جهت طولی اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری ضریب نفوذپذیری مایعی (آزمون رایلم)
 پس از اندازه‌گیری ضریب نفوذپذیری گازی، نمونه‌های استوانه‌ای شکل درون دستگاه رایلم قرار گرفتند و میزان نفوذپذیری مایعی (آب) طی مدت ۶۰ دقیقه، برابر با استاندارد ASTM E ۵۱۴ بررسی شد. روش آماده‌سازی دستگاه رایلم و چگونگی نصب نمونه بر روی آن و روش اندازه‌گیری در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج به دست



شکل ۲- روش آماده‌سازی دستگاه رایلم و نصب نمونه چوبی بر روی آن

۷۵/۲	۲/۵
۷۱/۱	۳
۶۵/۵	۳/۵
۵۹/۴	۴
۵۲/۸	۴/۵
۴۴/۸	۵

{ A: لوله شیشه‌ای با قطر درونی ۱/۴ mm و ارتفاع mm
 B: لوله شیشه‌ای با قطر درونی ۲۵ mm و ارتفاع ۱۰۷/۵ mm
 C: پایه نگه دارنده، ۲۵ mm
 D: نمونه چوبی تهیه شده در جهت طولی، E: نمونه چوبی نصب شده بر روی دستگاه رایلم. }

جدول ۳- همبستگی میان نتایج آزمون رایلم با میزان جذب آب همراه با طوفان

میزان نفوذ مایع (ml)	سرعت طوفان (mph)
۰	۹۸/۱
۰/۵	۹۴/۱
۱	۹۰/۰۴
۱/۵	۸۵/۷
۲	۸۱/۱

نوع طرح آماری

طرح آماری مورد استفاده، طرح کاملاً تصادفی (CRD) بود. نتایج با نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن انجام شد.

بحث و نتیجه‌گیری

ضریب نفوذپذیری گازی (هوا)

در جدول ۴ میانگین ضریب نفوذپذیری ویژه گاز در هر یک از تیمارها ارائه شده است. میزان ضریب نفوذپذیری گاز برای هر یک از تیمارها متفاوت بود. همان‌طور که در جدول ۴ نشان داده شده است بیشترین ضریب نفوذپذیری (هوا) به ترتیب در تیمارهای CSC، CZ، CZ۱۰۰٪، CPS، CZF۱۰۰٪، CZF، نمونه شاهد دیده شد و اختلاف معناداری در سطح اعتماد ۹۵ درصد بین تیمارهای با نمونه شاهد وجود داشت برابر جدول ۴، همچنین ضریب نفوذپذیری هوا در تیمارهای CSC، CZ، CZ۱۰۰٪، CPS، CZF۱۰۰٪، CZF به ترتیب برابر با (m^2) $۱۲/۹ \times ۱۰^{-۱۴}$ ، $۶/۸۴ \times ۱۰^{-۱۴}$ ، $۵/۷۷ \times ۱۰^{-۱۴}$ ، $۰/۰۲۱ \times ۱۰^{-۱۴}$ ، $۱۹/۱ \times ۱۰^{-۱۴}$ و $۲۷/۷ \times ۱۰^{-۱۴}$ و ضریب نفوذپذیری نمونه شاهد برابر با (m^2) $۶۱/۳۱ \times ۱۰^{-۱۴}$ اندازه‌گیری شد. به عبارت دیگر، ضریب نفوذپذیری نمونه‌های تیمار شده به طور میانگین ۲/۵ تا ۳۰۰۰ برابر کمتر از ضریب نفوذپذیری نمونه شاهد بود. در میان رنگ‌ها، رنگ سیلروکیلر به دلیل حالت صلبی که بر روی سطوح چوب ایجاد کرده و همچنین به علت روش پوشش‌دهی دو مرحله‌ای (سیلرزی و کیلرزی) ضریب نفوذپذیری کمتری داشت. (Keshani, 2006) و (Faucheu et al., 2006) به نتایج همانندی دست یافتند. نتایج همچنین نشان داد که تیمار نمونه‌های چوبی با نانوذرات زایکوسیل و زایکوفیل منجر به کاهش ضریب نفوذپذیری آنها می‌شود. نفوذپذیری گازی نمونه تیمار شده با نانو زایکوسیل نسبت به نمونه تیمار شده با نانو زایکوفیل کمتر بود. بسته شدن لوله‌های موئین نانومتری در ساختمان چوب (مانند روزنه‌های بین دیواره سلول‌ها) با نانو ذرات یاد شده و در نتیجه، کاهش جریان لغزشی ممکن است یکی از دلایل کاهش ضریب نفوذپذیری نمونه‌های پوشش‌داده شده با نانوذرات باشد. (Gholamiyan & Tarmian, 2009) و (Robert & Philip, 1991) و (Buslaev et al., 2008) به نتایج همانندی با استفاده از نانوذرات دیگر دست یافتند.

ضریب نفوذپذیری مایعی (آزمون رایلم)

میزان نفوذپذیری مایع برای هر یک از تیمارها متفاوت بود. همان‌طور که در جدول ۵ نشان داده شده است بیشترین مقاومت به نفوذپذیری مایعی در چوب به ترتیب در تیمارهای CSC، CZ۱۰۰٪، CZ، CZF۱۰۰٪، CPS، CZF، نمونه شاهد دیده شد و اختلاف معناداری در سطح اعتماد ۹۹ درصد بین همه تیمارها با نمونه شاهد وجود داشت. در آزمون رایلم میانگین میزان نفوذ آب در نمونه‌های تیمار شده (CSC، CZ۱۰۰٪، CZ، CZF۱۰۰٪، CPS، CZF) به ترتیب برابر با (ml/s) $۲/۴ \times ۱۰^{-۴}$ ، ۱۹×۱۰^{-۴} ، $۳۳/۶۷ \times ۱۰^{-۴}$ ، $۷۸/۶۷ \times ۱۰^{-۴}$ و $۱۰۶/۶۷ \times ۱۰^{-۴}$ ، $۱۲۴/۴۴ \times ۱۰^{-۴}$ بود. میزان نفوذ آب در نمونه شاهد برابر با (ml/s) $۱۸۱/۲۲ \times ۱۰^{-۴}$ بود. به عبارت دیگر، میزان نفوذ آب در واحد میلی‌لیتر در ثانیه در نمونه‌های تیمار شده به طور میانگین ۱/۴ تا ۷۵ برابر کمتر از میزان نفوذ آب در نمونه‌های شاهد بود. همچنین تحقیقات (Gholamiyan et al., 2009) نشان داد که میزان جذب آب (غوطه‌وری در آب مقطر در زمان‌های متفاوت) در نمونه‌های پوشش‌داده شده با رنگ‌های شفاف و نانوذات با نمونه شاهد دارای اختلاف معناداری می‌باشد و بیشترین مقاومت به جذب آب در پوشش‌های نانویی و رنگی مربوط به نانوذات زایکوسیل و رنگ سیلروکیلر است، در این پژوهش هم، بیشترین مقاومت به نفوذپذیری مایعی در همین پوشش‌ها دیده شد. در پوشش‌دهی با نانوذات به علت واکنش بیشتر نانوذات با گروه‌های هیدروکسیلی (OH) و کاهش گروه‌های هیدروکسیلی آزاد در سطح چوب، میزان جذب آب کاهش می‌یابد.

جدول ۴ - میانگین ضریب نفوذپذیری ویژه نمونه‌های تیمارشده در مقایسه با نمونه شاهد

شماره نمونه	وزن پوشش پایه (g/m ^۲)	ضخامت آزمون (m)	سطح مقطع آزمون (m ^۲) (۱۰ ^{-۴})	میانگین زمان‌های ثبت شده (s)	نفوذپذیری ویژه آزمون (μm ^۳ /μm) (۱۰ ^{-۱۴})	انحراف معیار	F	گروه‌بندی دانکن
CSC	۱۶۳/۲	۰/۰۴	۴/۹	۸۰۵/۷۷	۰/۰۲۱	۰/۰۰۳	۶/۸۴*	a
CPS	۶۹۳/۲	۰/۰۴	۴/۹	۱/۳۴	۱۲/۹	۵/۱۱	۴/۲۲*	b
CZ	۲۰۴	۰/۰۴	۴/۹	۳/۰۱	۵/۷۷	۲/۵۷	۵/۴۹*	ab
CZ۱۰۰٪	۲۰۴	۰/۰۴	۴/۹	۲/۵۴	۶/۸۴	۰/۴۰	۶/۶۳*	ab
CZF	۱۸۳/۶	۰/۰۴	۴/۹	۰/۷۰۳	۲۴/۷	۱/۳۸	۶/۱۷*	c
CZF۱۰۰٪	۱۸۳/۶	۰/۰۴	۴/۹	۰/۹۱	۱۹/۱	۲/۱	۵/۷۶*	b
نمونه شاهد	-----	۰/۰۴	۴/۹	۰/۲۸	۶۱/۳۱	-----	-----	

* معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۵ درصد.

جدول ۵ - میانگین ضریب نفوذپذیری مایع (آزمون رایلم) در زمان‌های متفاوت

شماره نمونه	وزن پوشش پایه (g/m ^۲)	ضخامت آزمون (m)	سطح مقطع آزمون (m ^۲) (۱۰ ^{-۴})	میانگین میزان نفوذ مایع در واحد زمان (ml/s)					F	سرعت طوفان (mph)	انحراف معیار	گروه‌بندی دانکن
				۳۰۰	۶۰۰	۹۰۰	۱۸۰۰	۳۶۰۰				
CSC	۱۶۳/۲	۰/۰۴	۴/۹	۰/۰۵	۰/۰۵۸	۰/۰۶۸	۰/۰۷۸	۰/۱۱	۶/۳۷**	۹۲/۲	۰/۰۲۵	a
CPS	۶۹۳/۲	۰/۰۴	۴/۹	۲/۲۶	۲/۹۶	۳/۲۳	۳/۶۳	۳/۹	۰/۶۸۱**	۹۰/۰۴	۰/۶۳	cd
CZ	۲۰۴	۰/۰۴	۴/۹	۰/۰۵	۰/۸۱	۰/۹۸	۱/۲	۱/۵۵	۲/۱۷**	۹۴/۱	۰/۳۹	
CZ۱۰۰٪	۲۰۴	۰/۰۴	۴/۹	۰/۲۱	۰/۴	۰/۴۶	۰/۶۵	۱/۱۱	۲/۶۶**	۶۸/۳	۰/۳۴	b
CZF	۱۸۳/۶	۰/۰۴	۴/۹	۳/۳	۳/۶۳	۳/۸	۳/۹۱	۴/۰۱	۳/۲**	۷۸/۱	۰/۲۸	ab
CZF۱۰۰٪	۱۸۳/۶	۰/۰۴	۴/۹	۲/۱	۲/۲۶	۲/۳۵	۲/۴۶	۲/۶۱	۴/۱**	۶۶/۱	۰/۱۹	
نمونه شاهد	-----	۰/۰۴	۴/۹	۳/۸۶	۵/۱۶	۵/۵۶	۵/۹	۶/۶۸	-----	۴۴/۸	-----	d c

** معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۹ درصد.

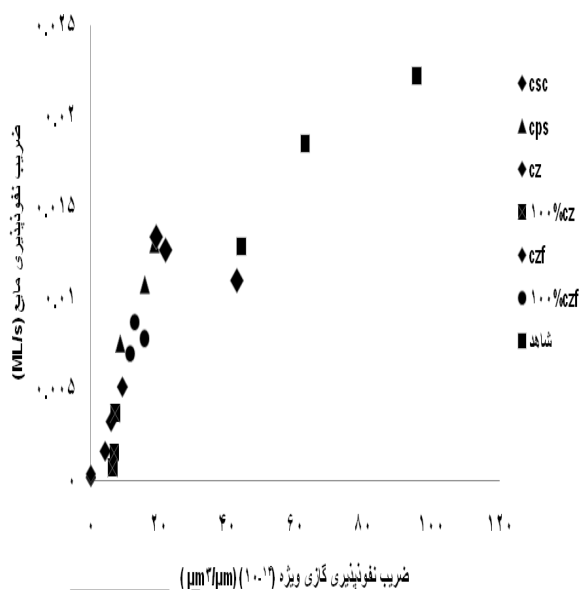
نفوذ آب و گاز از ساختمان چوب، همبستگی خوبی بین ضرایب نفوذپذیری اندازه‌گیری شده با گاز و آب در این بررسی وجود داشت.

بحث و نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج نشان داد که الگوی تغییرات ضریب نفوذپذیری گاز و مایع در همه تیمارها همانند بود و پوشش‌دهی چوب با هر یک از انواع نانوذرات و رنگ‌های پوششی باعث کاهش ضرایب نفوذپذیری گاز و مایع (رایلم) می‌شود. در میان انواع پوشش‌ها، چوب رنگ‌شده با سیلروکیلر مقاومت بیشتری به ضریب نفوذپذیری گاز و مایعی از خود نشان داد. پوشش‌دهی چوب با نانوذرات زایکوسیل و زایکوفیل در بهبود مقاومت چوب به نفوذپذیری گاز و مایعی موثر است و در این میان، نانوذرات زایکوسیل عملکرد بهتری دارند. با این وجود، نانوذرات زایکوفیل در مقایسه با دیگر پوشش‌ها، تاثیر کمتری در بهبود مقاومت چوب به نفوذپذیری گاز و مایعی به دنبال داشت. با توجه به همبستگی خوبی که بین ضریب نفوذپذیری گاز و ضریب نفوذپذیری مایع (آزمون رایلم) به دست آمده می‌توان از آزمون رایلم برای ارزیابی ضریب نفوذپذیری چوب استفاده کرد. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده، تاثیر تقویت رنگ پوششی رایج در صنایع مبلمان با نانوذرات زایکوسیل و نانو زایکوفیل در بهبود عملکرد این نوع پوشش‌ها در برابر نفوذ آب و هوا مورد ارزیابی قرار گیرد. همچنین، با توجه به موفق بودن آزمون رایلم در ارزیابی ضریب نفوذپذیری چوب در جهت طولی، پیشنهاد می‌شود که کارایی و عملکرد این آزمون در ارزیابی ضریب نفوذپذیری عرضی چوب نیز مورد ارزیابی قرار گیرد.

سپاسگزاری

این تحقیق با پشتیبانی مالی قطب علمی مدیریت کاربرد گونه‌های چوبی تندرشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شد که موجب نهایت سپاسگزاری است.



شکل ۳- ضریب همبستگی میان نفوذپذیری گازی و مایعی (آزمون رایلم)

همبستگی ضریب نفوذپذیری گاز و مایعی

از قانون دارسی به‌طور گسترده‌ای برای اندازه‌گیری ضریب نفوذپذیری مواد متخلخل استفاده می‌شود (Bao et al., 1999). با این وجود، کاربرد قانون دارسی با محدودیت‌هایی روبرو است، برای مثال جریان سیال باید ویسکوس و خطی باشد و ماده متخلخل نیز همگن باشد. یکی از شرایط استفاده از قانون دارسی برای اندازه‌گیری ضریب نفوذپذیری این است که واکنشی میان سیال و ماده متخلخل رخ ندهد. در مورد چوب، به‌هنگام عبور مایعات قطبی مانند آب، به دلیل برقراری اتصال‌های هیدروژنی، نفوذ آب با نسبت کمتری در مقایسه با نفوذ گاز از قانون دارسی پیروی می‌کند. همچنین، به دلیل رخداد جریان لغزشی^۲ (نادسن^۳) در لوله‌های موئین کوچکتر از اندازه میانگین مسیر آزاد مولکول‌ها، ضریب نفوذپذیری اندازه‌گیری شده با گاز بیشتر از ضریب نفوذپذیری اندازه‌گیری شده مایع برآورد می‌شود. با وجود محدودیت‌های یاد شده و تفاوت‌های موجود در سینتیک

۱- slip flow

۲- Knudsen

منابع

- ASTM, E 514. 1992 . “Standard Test Method for Water Penetration and Leakage through Masonry,” ASTM Standards on Masonry, American Society for Testing and Materials.
- Bao, F & J. Lu, 1999. On permeability of main wood species in China. *Holzforschung* 53: 350-354.
- Buslaev, G. S. & Voronkov, M. G. Zelenin ,A. K, 2008. Vapor and Water Permeabilities and Moisture Absorbability of Organosilicate Coatings. published in *Fizika i Khimiya Stekla, Glass Physics and Chemistry*, 34(4), 492–496.
- Brinker, CF. & Clark, DE, Ulrich, DR, 1990. Better ceramic through chemistry IV, *Mater Res Symp Proc*, 180.
- Celiker, G. 2005. Nanotechnology in Packaging Industry and Its Applications. Presented at the 4th , Packaging Congress, Turkey.
- EN 1504-2, April. 2004. “Products and Systems for the Protection and Repair of Concrete Structures—Definitions, Requirements, Quality Control and Evaluation of Conformity—Part 2: Surface Protection Systems for Concrete”.
- 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 *Holzforschuy* . 57:219-227.
- Edwards, J. D. & Mason, R. B. 1934. INDE. XG.C HEM.A, nal. Ed., 6, 159.
- 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.
- Gholamiyan, H. and Tarmian, A. 2009. Radial variation in longitudinal permeability of beech (*Fagus orientalis*(wood containing red heart wood. *Journal of forest and wood products* (in press).
- Gholamiyan, H. and Tarmian, A. and 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 journal agricultural and natural resources.
- Hicks, E. 1961. Shellac, Its Origin and Applications; Chemical Publishing: New York, 11.
- Kajiwara, M. & Kimura, T. 1988. *ACS Symp. Sci. Technol*, 572, 268. 23(12/13).
- Keshani, S. 2006. The effect comparison of polyester, acid catalyzed lacquers and nitrocellulose lacquers ”*fagus orientalis*” wood and plywood furniture, MSc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 231.
- Klemperer, WG. Brinker, CJ. 1992. Better ceramic through chemistry V, *Mater Res Symp Proc*, 271.
- Kaygin, B. & 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.
- Kaygin, B. & Akgun, E. 2009. A nano-technological product: An innovative varnish type for wooden surfaces. *Scientific Research and Essay*. 4 (1): 1-7.
- Monk, C. B. 1982. “Adaptations and Additions to ASTM Test Method E 514 (Water Permeance of Masonry) for Field Conditions,” *Masonry: Materials, Properties and Performance*, ASTM STP 778, J.G. Borchelt, Ed., American Society for Testing and Materials.
- Michael, S. & Lowry, D. 2008. Assessment of UV-permeability in nano-ZnO filled coatings via high throughput experimentation, *J. Coat. Technol. Res.*, 5 (2) :233–239.

- Nelson, C. J. & Coggio, W. D. 1992. Polym. Prepr. (Am. Chem. Soc., Div. Polym. Chem.), 33(1), 319.
- Parhizkari, M. and Tarmian. A. 2009. Tension Wood Formation in *Populus nigra* and its Effects on Longitudinal Gas Permeability under Different Drying Conditions. submitted to wood and paper research.
- Robert, D, & Philip. E. 1991. Permeability of Shellac Coatings to Gases and Water Vapor. American chemical society. 39, 5.
- Roller, S. 1994. Effects of Pressure on Water Penetration in Brick Masonry, M.S. Thesis, Department of Civil and Architectural Engineering, University of Wyoming, Laramie, Wyo.
- Roller, S. 1994. A Comparison of ASTM E 514 and MAT Tube Water Penetration Testing Methods Including an Evaluation of Saver- Systems Water Repellents, Report submitted to SaverSystems, Richmond, Ind.
- Shaw, TM. & Gottshall. RJ. Chen. Y. 1992. Synthesis and processing of ceramics: scientific issues, Mater Res Symp Proc, Pittsburgh.
- Siau.J.F, 1984. Transport processes in wood. Springer, Berlin, Heidelberg, NewYork, 245pp.
- Taghiyari. H.R., Parsapajouh. D., Karimi. A.N., Pourtahmasi, K. 2008. Study on Gas Permeability of Juvenile wood and mature wood in *Populus deltoids* (69/55) and *Populus × euroamericana* (cv. I-214), Grown in Gillan Province, Iran; The Second National Congress on Poplar and Potential Use in Poplar Plantation, Vol. 2, P.P. 133- 140, 5th to 7th May, 2008.

Archive of SID

Gas and Water Permeability of Poplar Wood Coated with Sealer and Nitrocellulose Lacquer, Polyester Lacquer and Nano-particles

H. Gholamiyan*¹, A. Tarmian² and M. Azadfallah²

¹ MSc. Student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran

² Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran

(Received: 31 December 2009, Accepted: 05 July 2010)

Abstract

In this research, the effect of coating with sealer, nitrocellulose and polyester lacquers, nanozycosil and nanozycofil particles on mass transfer properties of wood was investigated. Two types of transport processes in wood were studied: gas permeability and water permeability determined by Rilem test. The boards prepared from poplar sapwood were dried according to the schedule of T₆E₃. Then, cylindrical samples of 25 mm in diameter and 40 mm in length were longitudinally prepared. The lateral surfaces of the samples were coated using epoxy resin to confine fluid transfer along the longitudinal direction. Then, one of the end sections of the samples was coated by the coating materials. Some samples were dried in laboratory condition and the others in oven at temperature of 103±2 °C. After equalizing of samples, their water and gas permeability coefficients were measured. A strong correlation was found between the water and gas permeability. The lowest gas and liquid permeability was related to the samples coated with sealer and nitrocellulose lacquer. Among nano particles, nanozycosil had better performance than nanozycofil to decrease the wood permeability.

Key words: Permeability, Polyester Lacquer, Sealer and Nitrocellulose Lacquer, Nano-Particles, Wood

*Corresponding author: Tel: +98 915 5235012 ,Fax: 98261 2249311 ,E-mail: hadi_gholamiyan@yahoo.com