



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد هجدهم، شماره چهارم، ۱۳۹۰

<http://jwsc.gau.ac.ir>

تأثیر درصد چسب و پارافین مصرفی بر میزان نفوذپذیری گازی تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF)

* غلامرضا سام‌خانینی^۱، حمیدرضا تقی‌یاری^۲ و محمد غفرانی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه صنایع چوب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهیدرجایی،

^۲ استادیار گروه صنایع چوب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۳۰

چکیده

در این بررسی، با استفاده از الیاف پالایش‌شده کارخانه چوب خزر کاسپین آمل، و چسب اوره‌فرمالدئید در سه سطح ۸ و ۱۰ و ۱۲ درصد، و پارافین در سه سطح ۰/۵ و ۱ و ۱/۵ درصد، تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) به روش خشک ساخته شد. از هر تیمار، نمونه‌های استوانه‌ای برای نفوذپذیری به قطر ۱۳ و بلندای ۳۰ میلی‌متر تهیه گردید. نفوذپذیری گازی تخته‌ها در دو جهت موازی و عمود بر تخته، و همچنین در بخش‌های مرکزی و حاشیه‌ای تخته‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش میزان چسب مصرفی، نفوذپذیری کاهش یافت. همچنین، افزایش درصد پارافین مصرفی نیز باعث کاهش میزان نفوذپذیری شد. به‌طور کلی، در درصدهای چسب کم‌تر، نفوذپذیری در جهت عمود به تخته‌های ساخته‌شده، مقادیر بیشتری را نسبت به میزان نفوذپذیری در جهت افقی نشان داد ولی در درصدهای بیشتر، حالت معکوس مشاهده شد. بیشترین میزان نفوذپذیری گازی به مقدار عددی $(m^3 \cdot m^{-1}) \times 10^{-13}$ $6/26$ ، مربوط به نمونه‌هایی در جهت عمودی و با کمترین درصد چسب مصرفی و کمترین درصد پارافین بودند. کمترین میزان نفوذپذیری نیز به مقدار عددی $(m^3 \cdot m^{-1}) \times 10^{-13}$ $0/38$ ، در جهت عمودی نمونه‌هایی دیده شد که بیشترین درصد

*مسئول مکاتبه: skhaniyan@yahoo.com

چسب و پارافین مصرفی را داشتند. به‌طور کلی، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که درصد چسب و پارافین مصرفی به‌عنوان دو مورد از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تولید، باعث کاهش میزان نفوذپذیری گازی چوب می‌شوند. این بیان، تصور پیشین که پارافین را به‌عنوان ماده ضدآب می‌دانست اصلاح می‌نماید و کاهش جذب آب و واکنشیدگی ضخامتی را به عامل کاهش نفوذپذیری نیز مرتبط می‌داند.

واژه‌های کلیدی: تخته فیبر با دانسیته متوسط، نفوذپذیری گازی، درصد چسب، درصد پارافین.

مقدمه

نفوذپذیری توانایی یک جسم متخلخل برای عبور یک سیال تحت تاثیر گرادیان فشار است (توئمن و همکاران، ۲۰۱۰). به‌منظور کنترل فرآیند تولید تخته فیبر، نفوذپذیری تخته در مراحل مختلف خط تولید اندازه‌گیری می‌شود از جمله در موارد زیر:

۱- اندازه‌گیری نفوذپذیری تشک الیاف خمیر در ماشین فرمینگ در فرآیند خشک و تر (هونگ و همکاران، ۲۰۰۰)

۲- اندازه‌گیری نفوذپذیری تشک الیاف قبل از پرس تخته MDF (توئمن و همکاران، ۲۰۰۸) و (پترسن و همکاران، ۲۰۰۶)

۳- اندازه‌گیری نفوذپذیری تخته MDF بعد از پرس و تشکیل تخته به‌منظور انجام عملیات تیمار حرارتی و رطوبت دادن (سام خانپانی، ۲۰۰۹)

در فرآیند تولید تخته فیبر، دو عملیات تیمار حرارتی و رطوبت دادن بر روی تخته انجام می‌گیرد که به میزان زیادی به نفوذپذیری گازی تخته‌ها بستگی دارد (حسین‌زاده و همکاران، ۱۹۹۲). برای تیمار درست یک ماده متخلخل (از جمله تیمار گرمایی و رطوبت‌دهی) باید اطلاعاتی از محیط متخلخل و نیز مکانیسم انتقال سیال در این محیط متخلخل داشته باشیم. میزان جریان توده‌ای سیال در داخل چوب به‌وسیله نفوذپذیری آن اندازه‌گیری می‌شود. نفوذپذیری در تمام فرآیندهای صنایع چوبی که مبتنی بر حرکت سیال به داخل و یا خارج چوب و اوراق فشرده چوب مانند خمیرسازی، تیمار با مواد حفاظتی، تیمارهای کندسوزکننده در برابر آتش، تیمار حرارتی و رطوبت‌دهی و نیز خشک کردن چوب است، نقش مهم و اساسی دارد. عملاً هم در تحقیقاتی که برای ارتباط بین نفوذپذیری و

تیمارپذیری به عمل آمده است مشاهده شده که قابلیت تیمارپذیری تابعی از نفوذپذیری است (تاجدینی، ۱۹۹۹).

در زمینه چوب ماسیو پژوهش‌هایی در زمینه نفوذپذیری انجام شده است (تیرانداز، ۱۹۹۷؛ تاجدینی، ۱۹۹۹؛ نصری‌منش، ۲۰۰۲؛ تقی‌یاری، ۲۰۰۸؛ تقی‌یاری و همکاران، ۲۰۱۰) و نیز (پترسن و همکاران، ۲۰۰۶) روشی برای اندازه‌گیری نفوذپذیری تشک الیاف خشک ذکر می‌کند این مطالعه شامل یک قسمت از فرآیند تولید تخته MDF می‌باشد. این روش امکانی برای اندازه‌گیری نفوذپذیری در نرخ‌های جریان متفاوت و بنابراین در گرادیان دلخواه فشار از میان مواد را پیشنهاد می‌کند. (توئمن و همکاران، ۲۰۰۶) روشی برای شبیه‌سازی سه‌بعدی نفوذپذیری ماکروسکپی و هدایت حرارتی از ریزساختار شبکه‌های الیاف چوب ارائه کرده‌اند.

(هونگ و همکاران، ۲۰۰۰) روشی برای اندازه‌گیری تشک الیاف خمیر، تحت شرایط فرمینگ شبیه‌سازی شده را ذکر می‌کنند. آن‌ها یک تست‌کننده (دستگاه تست) نفوذپذیری که به‌طور رایج برای اندازه‌گیری تشک الیافی که تحت شرایط ورقه‌سازی شبیه‌سازی شده است، را توسعه داده‌اند.

از محدودیت‌های روش تجربی اندازه‌گیری نفوذپذیری آن است که فقط یک رابطه (پیوند) تجربی بین مواد خام و مراحل فرآیند زودتر در تولید از یک سو و خواص فیزیکی از سوی دیگر تولید می‌کند. اما برای فهم قطعی این رابطه، آشکار می‌شود که مفید است مواد خام و پارامترهای فرآیند را به ساختار شبکه مربوط سازیم، و سپس ساختار خواص انتقال گرما و جرم را ارتباط دهیم برای پیروی کردن از این نظر تعدادی پژوهشگر برای مدل‌سازی روش‌ها استخدام گردید (دای و همکاران، ۲۰۰۵) و (زومبوری، ۲۰۰۱) چنین روش‌هایی، به‌طور نمونه دو مدل غیروابسته را ترکیب می‌کند.

از سوی دیگر، ترکیبات شیمیایی ویژه‌ای که در جریان ساخت صفحات فشرده چوبی به‌منظور کنترل فرآیند تولید یا بهبود خواص کاربردی محصولات مورد استفاده قرار می‌گیرند و مواد افزودنی نامیده می‌شوند نیز تاثیر بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خواهند گذاشت و در نتیجه نفوذپذیری را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهند. از مهم‌ترین مواد افزودنی که در بیشتر فرآیندهای تولید پانل‌های چوبی مورد استفاده قرار می‌گیرد رزین وموم (پارافین یا عامل آهارزنی) است. سایر مواد افزودنی مانند مواد حفاظتی، مواد ضد آتش، کاتالیزورها، و مواد بافوری در مقیاس محدودتری مصرف می‌شوند. کاربرد مواد افزودنی دارای مزایایی به شرح زیر است: بهبود مقاومت اتصالات بین خرده چوب‌ها و

الیاف، افزایش مقاومت تخته در برابر رطوبت، افزایش مقاومت در برابر آتش و عوامل بیولوژیک (قارچ‌ها و حشرات)، خواص رنگ‌پذیری بهتر، تنظیم pH سیستم رزین باچوب، کنترل سرعت پلیمریزاسیون رزین وعدم چسبندگی تخته به صفحات فلزی (دوست حسینی، ۲۰۰۱).

هدف از اجرا این پژوهش، بررسی و اندازه‌گیری نفوذپذیری گازی MDF و متغیرهایی که بر آن تاثیر می‌گذارند، مانند درصد چسب و پارافین مصرفی. برای این منظور از دستگاه اندازه‌گیری نفوذپذیری گازی^۱ استفاده شده است. با توجه به اهمیت نفوذپذیری در تمام فرآیندهای مرتبط با انتقال سیال در چوب می‌توان پیش‌بینی‌هایی در مورد جذب آب و واکنش‌دهی ضخامتی در این فرآورده مرکب انجام داد که در زمینه کاربرد می‌تواند مفید باشد.

مواد و روش‌ها

الیاف چوبی مرطوب به‌عنوان ماده اولیه از کارخانه MDF آمل (شرکت چوب خزر کاسپین) تهیه گردید و سپس به کارگاه صنایع چوب دانشگاه شهید رجایی انتقال داده شد. به‌منظور کاهش رطوبت اولیه، به مدت دو هفته در معرض هوا آزاد قرار داده شدند تا در خشک‌کن دچار پدیده کلوخه‌شدن نشوند. پس از متعادل‌شدن رطوبت، به‌منظور کاهش نهایی رطوبت تا ۸ درصد، الیاف با دستگاه خشک‌کن، خشک گردید. الیاف خشک‌شده، درون کیسه‌های نایلونی قرار گرفت و به‌منظور کاهش تبادل رطوبت الیاف با محیط در نایلون محکم بسته شد.

عوامل متغیر: عوامل متغیر در ساخت تخته‌ها عبارت بودند از: درصد چسب، درصد پارافین. در این بررسی از سه سطح ۸ و ۱۰ و ۱۲ درصد مصرف چسب اوره فرمالدئید (براساس وزن خشک الیاف) در ساخت تخته‌ها استفاده گردید. همچنین از سه سطح ۰/۵ و ۱ و ۱/۵ درصد مصرف پارافین (براساس وزن خشک الیاف) در ساخت تخته‌ها استفاده گردید. پارافین مصرفی از نوع پارافین مایع بود. از ترکیب عوامل فوق ۹ تیمار حاصل و برای هر تیمار، تخته‌هایی با چهار تکرار، ساخته شد؛ و از هر تیمار ده نمونه نفوذپذیری افقی وعمودی تهیه گردید.

عوامل ثابت در این پژوهش عبارت بودند از:

ماده اولیه: الیاف چوب از کارخانه MDF آمل (چوب خزر کاسپین)

جرم مخصوص تخته: ۰/۷ گرم بر سانتی‌مترمکعب
درجه حرارت خشک کن: ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد
مقدار مصرف هاردنر (NH_4Cl): یک درصد بر مبنای وزن خشک الیاف
رطوبت کیک الیاف: ۱۲ درصد
حرارت پرس: ۱۶۵ درجه سانتی‌گراد
فشار پرس: ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع
سرعت بسته شدن دهانه پرس ۴/۵ میلی‌متر در ثانیه
ضخامت تخته: ۳۰ میلی‌متر
زمان پرس: ۱۲ دقیقه

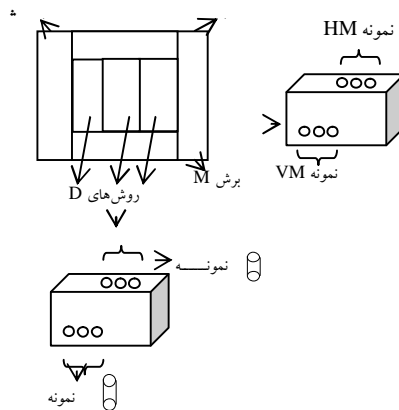
برای چسب زنی از یک دستگاه چسب زن آزمایشگاهی استفاده شد. این دستگاه، شامل یک استوانه به قطر ۵۰ سانتی‌متر و به طول یک متر بوده و عمل چسب زنی در استوانه با حالت افقی و کمی شیب دار با سرعت دوران حدود ۴۵ دور در دقیقه انجام شد. محلول چسب همراه مخلوط پارافین مایع و کاتالیزور (NH_4Cl) به وسیله یک پیستوله با استفاده از هوا فشرده ۳ الی ۴ اتمسفری در داخل استوانه پاشیده شده و با الیاف داخل آن مخلوط گردید برای شکل دادن کیک الیاف، قالب چوبی به ابعاد $۷۵ \times ۲۵ \times ۴۰$ سانتی‌متر استفاده شد. (لازم به ذکر است که چون ضخامت تخته بعد از پرس باید حدود ۳۰ میلی‌متر می‌شد تا امکان نمونه‌گیری برای دستگاه نفوذپذیری گازی فراهم می‌آمد، ارتفاع کیک در قالب حدود ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.) برای جلوگیری از نوسان‌های ارتفاع کیک در داخل قالب، از یک تخته افقی استفاده شد که الیاف داخل قالب را به هم می‌فشرده. به این صورت، ارتفاع کیک در همه جهات با هم همسطح و متعادل گردید.

کیک الیاف تشکیل شده توسط یک دستگاه پرس آزمایشگاهی ساخت شرکت فرابری قومس ایران با صفحه پرس به ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر و حداکثر فشار ۱۵۰ بار، و حداکثر دما ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد پرس شد. سیستم حرارتی پرس الکتریکی و دما صفحات آن قابل تنظیم است. تنظیم حرارت و فشار و زمان پرس با استفاده از کلیدهای مربوطه انجام شد. ضخامت تخته‌ها نیز با استفاده از شابلون فلزی که به همین منظور تهیه شده بودند در حدود ۳۰ میلی‌متر کنترل گردید. زمان مورد

نیاز برای پرس تخته‌ها ۱۲ دقیقه بود. در این بررسی از ترکیب عوامل متغیر در مجموع ۹ ترکیب شرایط و برای هر ترکیب (تیمار) ۴ تکرار ساخته شده است.

تهیه نمونه‌های آزمونی: تخته‌های حاشیه‌ای و مرکزی با استفاده از ماشین اره مجموعه‌ای بریده شد و تهیه نمونه‌های آزمونی نفوذپذیری با استفاده از دستگاه دریل ستونی انجام گرفت؛ یعنی تخته‌ها ابتدا به وسیله اره گردبر برش خورد و سپس نمونه‌های نفوذپذیری با قطر ۱۳ میلی‌متر و بلندای ۳۰ میلی‌متر (در دو جهت عمود و موازی راستا ضخامت تخته) به صورت زیر تهیه شد.

بعد از برش تخته‌ها، تخته‌ها را مطابق شکل ۱ کدگذاری شد. برش‌های حاشیه با علامت M و برش‌های داخلی با علامت D سپس از هر یک از برش‌های D و M با استفاده از مته توخالی با قطر ۱۳ میلی‌متر که به سر دریل ستونی بسته می‌شود، استوانه‌های عمود و موازی تخته به ترتیب با علامت‌های V و H خارج شد و سپس از هر نمونه استوانه‌ای به ارتفاع ۳۰ میلی‌متر و قطر ۱۳ میلی‌متر با یکی از علامت‌های VD، VM، HD، HM به وجود آمد.



شکل ۱- نحوه برش تخته‌ها و در آوردن و کدگذاری نمونه‌های نفوذپذیری.

اندازه‌گیری نفوذپذیری گازی: برای اندازه‌گیری نفوذپذیری گازی، از روش ستون آب (ستون آب در حال سقوط) استفاده شد (تقی‌یاری و افهامی، ۲۰۱۱) که در روش سایو (۱۹۹۵) برای به دست آوردن ضریب نفوذپذیری ظاهری^۱ (k_g) تشریح شده است (شکل ۳). طرح‌واره این دستگاه در شکل ۴ آمده است. دستگاه مجهز به فشارسنج با دقت میلی‌بار بود و به این شکل گرادیان فشار (Δp) در هر لحظه و هر ارتفاعی از ستون آب قابل اندازه‌گیری بود. اندازه‌گیری‌ها گرادیان فشار، نشان‌دهنده جریان خطی در تخته‌فیبر بود. میزان گرادیان فشار در نقطه ۱ (آغاز اندازه‌گیری زمان در شکل ۲) ۱۲۶/۵ میلی‌بار منفی، و در نقطه ۲ (پایان اندازه‌گیری زمان) ۱۱۷ میلی‌بار منفی بود و در طول پایین آمدن شاخص در لوله شیشه‌ای، گرادیان فشار درون لوله و محیط آزاد، با جریان ثابتی کاهش می‌یافت. هر یک از نمونه‌ها ۳ بار زیر بار قرار گرفت، پس از آن‌که زمان هر یک از نمونه‌ها مشخص شد با کمک فرمول زیر نفوذپذیری ظاهری به دست آمد (آورامیدیز و منزفیلد، ۲۰۰۵):

$$K_g = \frac{V_a C L (P_{atm} - 0/074 Z)}{LA(0/074Z)(P_{atm} - 0/037 Z)} \times \frac{0/760 \text{ mHg}}{1/013 \times 10^6 \text{ pa}} \quad (\text{رابطه ۱})$$

$$C = 1 + \frac{V_r (0/074 \Delta Z)}{V_d (P_{atm} - 0/074 \Delta Z)} \quad (\text{رابطه ۲})$$

در این فرمول‌ها:

$$K_g = \text{نفوذپذیری ویژه طولی } (m^3 / m)$$

$$V_d = \pi r^2 \Delta Z \quad [m^3] \quad [r = \text{شعاع لوله اندازه‌گیری } m]$$

$$C = \text{فاکتور تصحیح در نتیجه انبساط هوا}$$

$$L = \text{طول نمونه } (m)$$

$$P_{atm} = \text{فشار جوی } (mHg)$$

$$Z = \text{میانگین بلندی آب نقطه ۱ در طول انجام آزمون } (m)$$

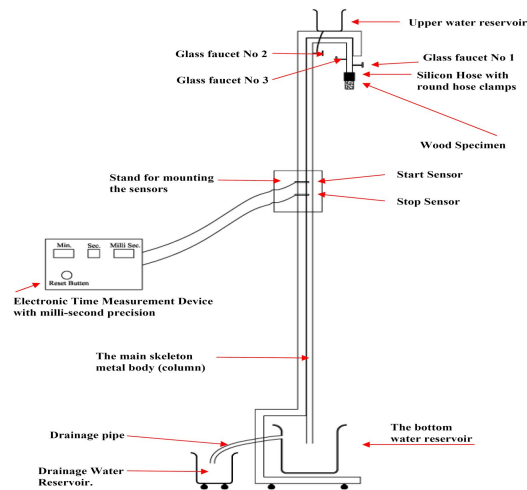
$$t = \text{زمان } (s)$$

$$A = \text{سطح مقطع نمونه چوبی}$$

$$\Delta Z = \text{تغییر ارتفاع سطح آب در طی زمان (یعنی زمان } t \text{) آزمایش هر نمونه } (m)$$

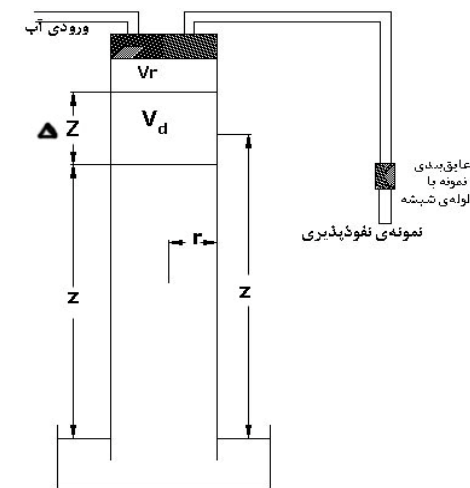
$$V_r = \text{کل حجم بالا نقطه ۱ (شامل حجم لوله‌ها و شیلنگ‌ها)} (m^3)$$

1- Superficial Permeability Coefficient.



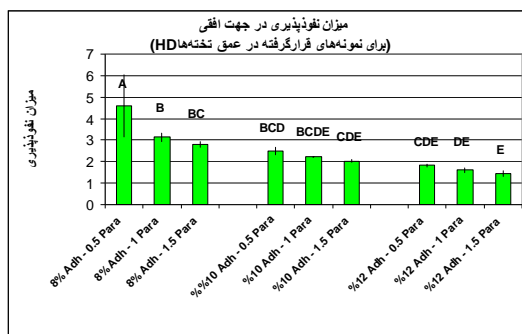
شکل ۲- نمای کلی دستگاه اندازه‌گیری نفوذپذیری (تقی‌یاری و افهامی، ۲۰۱۱)

اعداد به‌دست آمده سپس در گرانیوی (Viscosity) سیال ضرب شدند تا نفوذپذیری ویژه حاصل شود (در مورد این پژوهش، اعداد در گرانیوی سیال هوا ($1/8 \times 10^{-5}$ pas) ضرب شدند.

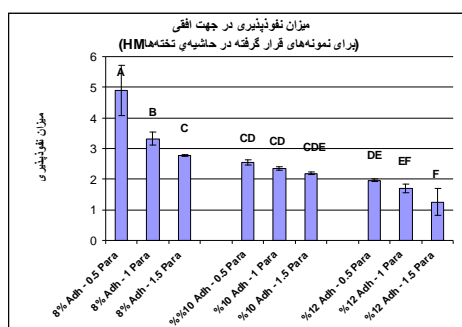


شکل ۳- طرح وارده دستگاه اندازه‌گیری نفوذپذیری گازی به روش حجم آب جا‌به‌جا شده از آب در حال سقوط (سایو، ۱۹۹۵).

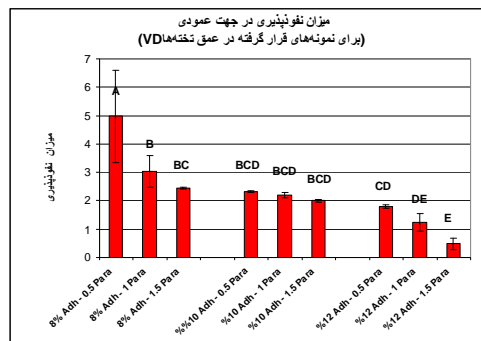
تحلیل آماری: نتایج در قالب طرح کاملاً تصادفی آزمون فاکتوریل و با نرم‌افزار آماری SAS، ویرایش ۹/۱ انجام گرفت. برای تهیه نمودارها از نرم‌افزارهای Sigmaplot و Excel استفاده شد. نتایج: میانگین نفوذپذیری تخته‌های ساخته شده به صورت افقی و عمودی و با ترکیب عوامل متغیر درصد چسب و درصد پارافین در شکل‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ خلاصه شده است. بالاترین نفوذپذیری در ۰/۵ درصد پارافین و ۸ درصد چسب به مقدار عددی $(m^3.m^{-1}) \times 10^{-13}$ $6/26$ و کمترین نفوذپذیری در ۱/۵ درصد پارافین و ۱۲ درصد چسب به مقدار عددی $(m^3.m^{-1}) \times 10^{-13}$ $0/38$ اندازه‌گیری شدند. در نتیجه اثر متقابل درصد چسب و درصد پارافین، ۹ تیمار به وجود آمد که میانگین اعداد به دست آمده در شکل‌های ۸، ۷، ۶، ۵ ارائه شده است.



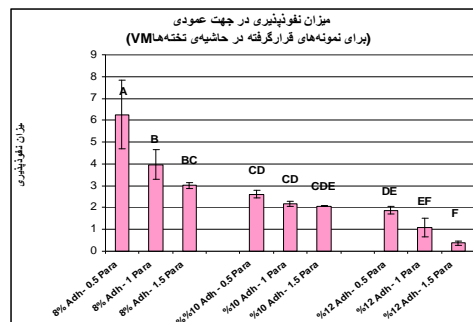
شکل ۴- تاثیر متقابل درصد چسب (%Adh) و درصد پارافین (%Para) بر روی میانگین نفوذپذیری نمونه‌های مرکزی (D) و موازی با سطح تخته‌ها (H).



شکل ۵- تاثیر متقابل درصد چسب (%Adh) و درصد پارافین (%Para) بر روی میانگین نفوذپذیری نمونه‌های حاشیه‌ای (M) و موازی با سطح تخته‌ها (H).



شکل ۶- تاثیر متقابل درصد چسب (%Adh) و درصد پارافین (%Para) بر روی میانگین نفوذپذیری نمونه‌های مرکزی (D) و عمود بر سطح تخته‌ها (V).



شکل ۷- تاثیر متقابل درصد چسب (%Adh) و درصد پارافین (%Para) بر روی میانگین نفوذپذیری نمونه‌های حاشیه‌ای (M) و عمود بر سطح تخته‌ها (V).

همچنین با نگاه دقیق‌تر متوجه می‌شویم که میانگین نفوذپذیری نمونه‌های حاشیه‌ای بیشتر از میانگین نفوذپذیری نمونه‌های مرکزی چه در نمونه‌های عمود بر سطح تخته‌ها و چه در نمونه‌های موازی با سطح تخته‌ها می‌باشد. البته بین نفوذپذیری نمونه‌های حاشیه‌ای و مرکزی در جهت عمود بر سطح تخته‌ها تفاوت معنی‌دار دیده شد ولی در جهت موازی با سطح تخته‌ها، تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد.

$$VD = 2/27 \times 10^{-13} \text{ (m}^3 \cdot \text{m}^{-1}\text{)}$$

$$VM = 2/60 \times 10^{-13} \text{ (m}^3 \cdot \text{m}^{-1}\text{)}$$

$$HD = 2/45 \times 10^{-13} \text{ (m}^3 \cdot \text{m}^{-1}\text{)}$$

$$HM = 2/55 \times 10^{-13} \text{ (m}^3 \cdot \text{m}^{-1}\text{)}$$

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به میانگین نفوذپذیری و با بررسی شکل‌ها (شکل‌های ۳، ۴، ۵ و ۶) مشخص می‌گردد که ترکیب ۱۲ درصد چسب و ۱/۵ درصد پارافین دارای کمترین میزان نفوذپذیری گازی است و ترکیب ۸ درصد چسب و ۰/۵ درصد پارافین دارای بیشترین نفوذپذیری گازی می‌باشد. در این مورد با افزایش میزان پارافین ۰/۵ به ۱/۵ درصد، در تمامی تیمارها از نفوذپذیری تخته کاسته می‌شود و همچنین می‌توان دید با افزایش میزان چسب از ۸ به ۱۲ درصد نیز از نفوذپذیری تخته مجدداً کاسته می‌شود. علت این امر آن است که با افزایش میزان پارافین از ۰/۵ به ۱/۵ درصد مقدار پارافین بیشتری به سطح الیاف رسیده و سطح الیاف آغشته‌تر می‌گردد؛ از این رو، باعث انعطاف‌پذیری بیشتر الیاف و در نتیجه درهم‌تنیدگی الیاف بیشتر می‌شود. چون بر طبق نظر (زومبوری، ۲۰۰۱) و (دای و همکاران، ۲۰۰۵) پارامترهای هندسی عناصر تشک از جمله اندازه و ضخامت و جهت الیاف در نفوذپذیری مؤثر است. از سوی دیگر، با افزایش درصد چسب سطح بیشتری از الیاف به چسب آغشته شده و توانسته است اتصالات بیشتر و قوی‌تری ایجاد کند و در نتیجه مانع از جریان سیال از فضا بین الیاف می‌شود. گروه‌بندی دانکن (جدول ۱) نیز نشان دهنده افزایش مقاومت‌های مکانیکی (مقاومت خمشی، و چسبندگی داخلی) با افزایش درصد چسب مصرفی بوده است که خود بیانگر وجود اتصالات بیشتر بین الیاف می‌باشد. از سوی دیگر، درصد جذب آب و واکنشیدگی ضخامتی نیز با افزایش پارافین کاهش می‌یابد، که قابلیت نفوذ کمتر سیال آب به درون بخش‌های عمقی‌تر است. در این ارتباط، افزایش مصرف پارافین باعث نرم شدن و تراکم بیشتر لایه‌های سطحی می‌شود و در نتیجه فشردگی سطحی بیشتری حاصل شده که حتی کیفیت سطحی را نیز افزایش می‌دهد (اکرمی و همکاران، ۲۰۰۸)، این تراکم بیشتر در نهایت باعث نفوذپذیری کمتر می‌شود چراکه فضا خالی که سیال بتواند از بین آن گذر کند کمتر می‌گردد. چنین نتیجه‌گیری را (افرابندی، ۲۰۰۲) نیز گزارش کرده است؛ وی عنوان می‌کند که هر چه سطح کامپوزیت‌های چوب از جمله کاغذ و تخته فیبر صاف‌تر باشد نفوذپذیری گازی کامپوزیت کمتر می‌شود در نتیجه با افزایش پارافین در تخته باعث نفوذپذیری کمتر تخته می‌گردد.

ضریب همبستگی بین میزان نفوذپذیری با میزان جذب آب و واکنشیدگی ضخامتی نشان می‌دهد که تا حد زیادی به یکدیگر ارتباط دارند (ضریب همبستگی در هر دو مورد ۰/۷۶ محاسبه شد). با توجه به

آن‌که متغیرهای پارافین و چسب، هردو با خواص نفوذپذیری، جذب آب، و واکنشیدگی ضخامتی ارتباط مستقیم دارند، وجود چنین همبستگی بین این خواص قابل توجه خواهد بود. از سوی دیگر ضریب همبستگی بین میزان نفوذپذیری با مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی به ترتیب مقدار ۰/۵۵ و ۰/۵۴ محاسبه شد. با توجه به این‌که متغیر چسب با مقاومت‌های مکانیکی رابطه مستقیم، ولی با نفوذپذیری رابطه معکوس دارد ولی متغیر پارافین با مقاومت‌های مکانیکی و نیز نفوذپذیری رابطه معکوس دارد می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که برهم‌کنش این دو متغیر باعث تضعیف همدیگر شده در نتیجه باعث می‌شوند ضرائب همبستگی در حد نه چندان بالایی محاسبه گردند.

همچنین، با نگاه کلی به ارقام جدول و شکل‌ها در می‌یابیم که به‌طور کلی در درصد چسب پایین، میزان نفوذپذیری عمودی در هر دو بخش حاشیه‌ای و مرکزی، بیشتر از جهت افقی می‌باشد ولی در درصدهای چسب بالاتر میزان نفوذپذیری در جهت افقی بیشتر است. دلیل این امر آن است که در نتیجه درصد چسب بالا، گرما، و حرارت، اتصالات بیشتری در الیاف لایه‌های سطحی تخته (سطوح زیرین و زبرین) به‌وجود می‌آید به‌طوری‌که نفوذپذیری لایه‌های سطحی، کمتر می‌شود.

به‌طور کلی، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که درصد چسب و پارافین مصرفی به‌عنوان دو مورد از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار در تولید، باعث کاهش میزان نفوذپذیری گازی چوب می‌شوند. این بیان، تصور پیشین که پارافین را به‌عنوان ماده ضدآب می‌دانست و در نتیجه کاهش جذب آب و واکنشیدگی ضخامتی در درصدهای بالاتر را به این عامل نسبت می‌داد، اصلاح می‌نماید و کاهش جذب آب و واکنشیدگی ضخامتی را به عامل کاهش نفوذپذیری نیز مرتبط می‌داند.

منابع

1. Afrabandpay, E; 2002; Properties of paper; oloome keshavarzi publication; 392pp. (In Persian)
2. Akrami, A., Doost Hoseini, K., Jahan Latibari, A., and Faezipour, M.M. 2008 Investigation on The Effect of Paraffin Content, Press Time and Temperature on Practical Properties Especially Surface Roughness of Particleboard; Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. 23: 1, 50-62.
3. Avramidis, S., and Mansfield, S.D. 2005. On Physical Properties of six Aspen Clones; Holzforschung, 59, 54-58 pp.

4. Dai C.P., Yu, C.M., and Zhou X.Y. 2005. Heat and mass transfer in wood composite panels during hot pressing. Part II. Modeling void formation and mat permeability. *Wood Fiber Sci.* 37 (2): 242–57.
5. Doosthoseini, K., 2001. Wood composite materials, Manufacturing, Applications; Tehran university publication; 648 pp. (In Persian)
6. Ebrahimi, G.h., and Eezadyar, S. 1992. Transport process in wood; Tehran university publication. 290pp. (In Persian)
7. Hoseinzadeh, A., Latibari, A., and Ebrahimi, Gh. 1992. Fiberboard manufacturing practices in the United States; Institute of researches of forests and pasturages publication; 460 pp. (In Persian)
8. Hung, L., Leung, W.K., and Green, S.I. 2000 Pulp Fibre Mat Permeability Measurement Under Simulated Forming Conditions, Engineering Conference Proceedings.
9. Naserimanesh, T. 2002. Investigation and measuring the value of longitudinal permeability of MAMRAZ wood to liquids; MS Thesis of wood and paper science and technology; Tarbiat Modarres University. 103pp.
10. Pettersson, P., Lundstrom, T.S. and Wikstrom, T. 2006. "A method to measure the permeability of dry fiber mat". *wood Fiber Sci.* 38 (3).
11. Samkhaniani, G.h. 2010. Study on the Effects of Adhesive and Paraffin Content on Gas Permeability of Medium Density Fiberboard; MS Thesis; Civil Engineering Faculty, Shahid Rajaei Teacher Training University.
12. Siau, J.F. 1995. Wood: Influence of Moisture on Physical Properties; Blacksburg, V.A, Department of Wood Science and Forest Products Virginia Polytechnic Institute and State University, 1-63.
13. Taghiyari, H.R. 2008. Evaluation of Juvenile Wood and Mature Wood Properties of *Populus deltoides* (69/55) and *Populus euro Americana* (cv. I-214) for Pulping Industry; Ph.D thesis Faculty of Natural Resources, Tehran university, 100pp.
14. Taghiyari, H.R., Karimi, A.N., Parsapajouh, D., and Pourtahmasi, K. 2010. Study on the Longitudinal Gas Permeability of Juvenile Wood and Mature Wood; Special Topics and Reviews in Porous Media, Begell House Production, Vol. 01, Issue 01.
15. Taghiyari, H.R., and Efhami, D. 2011. Diameter Increment Response of *Populus nigra* var. *betulifolia* Induced by Alfalfa; *Austrian Journal of Forest Science*. Heft 2, pp. 112–127.
16. Tajdini, A., 1999. Investigation and measuring the value of longitudinal permeability of BOLAND MAZOO wood to liquids; MS Thesis of wood and paper science and technology. Tehran University. 90 pp.

17. Thoemen H., Thomas Walther B., and Wiegmann, A. 2006. 3D simulation of macroscopic heat and mass transfer properties from the microstructure of wood fibre networks. *Composites Science and Technology* 68; Pp. 608–616.
18. Thoemen H., Irle, M., and Sernek, M. 2010. *Wood-Based Panels, An Introduction for Specialists*, Brunel University Press, ISBN: 978-1-902316-82-6; Pp. 283.
19. Tirandaz, A., 1997. Design and building the apparatus of measuring liquids permeability in wood. MS Thesis of wood and paper science and technology; Tehran University. 77Pp.
20. Zombori, B.G. 2001. Modeling the Transient Effects during the Hot-Compression of Wood- Based Composites Thesis, Virginia State University.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 18(4), 2012
<http://jwsc.gau.ac.ir>

Effects of Adhesive and Paraffin Content on Gas Permeability of Medium Density Fiberboard

Gh.R. Samkhaniani¹, *H.R. Taghiyari² and M. Ghofrani²

¹M.Sc. student at Civil Engineering Faculty, Shahid Rajaei Teacher Training University,

²Assistant Prof. of Wood Industries Dept., Civil Engineering Faculty, Shahid Rajaei Teacher Training University

Received: 2010-7-18; Accepted: 2011-10-22

Abstract

In this study, medium density fiberboard (MDF), was produced by dry process using refined fibers from Choob Khazare Caspian Amol factory, with 3 levels of urea formaldehyde adhesive at 8, 10, and 12 percent, and 3 levels of paraffin at 0.5, 1, and 1.5 percent. From every treatment, cylindrical samples for permeability measurement with 13 mm in diameter, and 30 mm of height were cut using hole-saw. Gas permeability of the boards was measured in two directions, parallel and perpendicular to the boards, as well as in central and marginal sections of the boards. Results indicated that increase in adhesive content decreased gas permeability. In addition increase in paraffin content decreased gas permeability. Gas permeability perpendicular to the boards showed greatest values. The highest value of gas permeability was measured to be $6.26 \times 10^{-13} \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-1}$ with the lowest adhesive and the lowest paraffin content. The lowest value of gas permeability though was measured in the direction perpendicular to the boards ($0.38 \times 10^{-13} \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-1}$) with the highest adhesive and paraffin contents. It can therefore be concluded that both adhesive and paraffin contents may decrease gas permeability. This would modify the previously belief that used to consider paraffin as a water proof agent in MDF composite and clarifies that water absorption and thickness swelling decrease may also be related to the lower permeability values.

Keywords: Medium density fiberboard (MDF), Gas permeability, Adhesive content, Paraffin content.

*Corresponding Author: Email: skhaniyan@yahoo.com

