

ارزیابی رفتار و روند جذب آب و واکنشیدگی ضخامت تخته فیبر نیمه سنگین (MDF) ساخته شده از الیاف تیمار شده با روش گرمایی

پیمان فلاح مقدم بهمبری^۱، بهبود محبی^{*۲}، فیروز ایلبیگی^۳

دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تربیت مدرس

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تربیت مدرس

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

در این پژوهش، رفتار جذب آب و واکنشیدگی ضخامت تخته فیبر نیمه سنگین (MDF) ساخته شده از الیاف تیمار شده به روش گرمایی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور الیاف در درون آب و در سه سطح دمای ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ درجه سلسیوس و مدت زمان تیمار در سه سطح ماندگاری ۰، ۳۰ و ۹۰ دقیقه در رآکتور ویژه اصلاح چوب و مواد لیگنوسلولزی تیمار شدند. تخته‌های آزمونی با تراکم پایه ۰/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب و با چسب اوره فرم آلدهید (۱۰٪) بر پایه وزن خشک الیاف) و با بهره‌گیری از پرس گرم (با دمای ۱۷۵ درجه سلسیوس)، تحت فشار پرس ۳۰ بار و به مدت ۵ دقیقه ساخته شدند. سپس از تخته‌ها، نمونه‌های آزمونی به ابعاد ۱۰×۲۰×۲۰ میلی‌متر تهیه و پس از خشک شدن در اون و توزین، در آب غوطه ور شدند و رفتار و روند جذب آب همراه با رفتار و روند واکنشیدگی ضخامت تعیین شدند. نتایج نشان دادند که با افزایش دمای تیمار (به جز نمونه‌های تیمار شده در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس)، میزان جذب آب و واکنشیدگی تخته‌ها به طور قابل توجهی کاهش می‌یابند؛ در حالی که در یک سطح دمایی مشخص، افزایش زمان ماندگاری تاثیر قابل توجهی بر جذب آب ندارد؛ ولی افزایش دما تأثیر گذارتر است.

واژه‌های کلیدی: تیمار گرمایی، تخته فیبر نیمه سنگین (MDF)، روند جذب آب و واکنشیدگی ضخامت

مقدمه

رطوبت دوستی و جذب آب از ویژگی‌های قابل توجه در چوب و مواد لیگنوسلولزی می‌باشند که بسیاری از ویژگی‌های کاربردی مواد مزبور را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بدین سبب محدود کردن جذب رطوبت و یا آب با شیوه‌های مختلف اصلاحی^۱ انجام می‌شود که تیمار گرمایی^۲ یکی از آنهاست. تیمار گرمایی از شیوه‌های شناخته شده اصلاحی است که سبب کاهش جذب رطوبت و ثبات ابعاد چوب می‌شود [۱]، مقاومت در برابر عوامل مخرب زیستی را می‌افزاید [۲]، ساختار شیمیایی چوب را تغییر می‌دهد [۳، ۴، ۵، ۶] و سبب تغییر رنگ چوب می‌شود [۷، ۸].

در تیمارهای گرمایی، آب نقش انتقال گرما به بسپارهای دیواره‌های سلولی را بر عهده دارد. گرما سبب انجام واکنش‌های تخریبی همی‌سلولزها، کریستالی شدن سلولز و انجام واکنش‌های تراکمی^۳ لیگنین و هم چنین تشکیل پیوندهای عرضی^۴ لیگنین می‌شود [۴، ۵، ۹، ۱۰].

تغییر ساختار شیمیایی سلولز، همراه با تخریب همی‌سلولزها به عنوان بسپارهای آب‌دوست و تغییر ساختار شیمیایی لیگنین ناشی از تیمارهای گرمایی، همگی عامل‌هایی هستند که در رفتار آب دوستی و جذب آب اثرگذار می‌باشند. همان‌گونه که در بالا اشاره شد، تیمارهای گرمایی سبب ثبات ابعاد چوب و مواد لیگنوسلولزی می‌شوند. گرایش به سوی بهره‌گیری از روش‌های مختلف اصلاح گرمایی^۵ در چندسازه‌های چوب از چندی پیش مورد توجه قرار گرفته است. برای مثال Lukowsky و Ohlmeyer [۱۱] اقدام به تیمار تراشه‌های چوب برای ساخت تخته تراشه^۶ (OSB) کردند و نشان دادند که تیمار گرمایی سبب افزایش ثبات ابعاد تخته و دوام زیستی می‌شود.

Boonstra و همکاران [۱۲] و Paul و همکاران [۱۳] نیز اقدام به ساخت تخته خرده چوب از ذرات چوب تیمار شده به روش گرمایی کردند و به تأثیر خوب این روش بر افزایش ثبات ابعاد تخته‌های بدست آمده اشاره نمودند. Menezzi و Tomaselli [۱۴] نیز تخته تراشه ساخته شده را به روش گرمایی تیمار کردند و نشان دادند که ویژگی‌های فیزیکی؛ مانند جذب آب، رطوبت و واکنش‌دهی همگی بهتر می‌شوند. به دنبال این پژوهش‌ها، Mohebbi و همکاران [۱۵] اقدام به ساخت تخته فیبر نیمه سنگین از الیاف تیمار شده به روش گرمایی نمودند و نیز نشان دادند که در این چندسازه، تیمار گرمایی ثبات ابعاد و افت نسبی مقاومت‌های مکانیکی؛ به ویژه چسبندگی درونی را به همراه دارد. اما در پژوهش یادشده دیدگاهی درباره روند و آهنگ جذب آب و واکنش‌دهی ناشی از آن ارائه نشد. به جز این که آنان مشخص نمودند که بیش‌ترین تغییرات ناشی از جذب آب و واکنش‌دهی در کم‌تر از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب نمایان می‌شود. لذا این پژوهش به دنبال همان بررسی، اقدام به تعیین و بررسی مدل و روند جذب آب و واکنش‌دهی در تخته فیبر نیمه سنگین می‌نماید که به روش گرمایی اصلاح شده بود تا بدین گونه درک درستی از رفتار این چند سازه تیمار شده ارائه شود؛ زیرا، بررسی روند جذب آب و واکنش‌دهی درک خوبی از رفتار ماده در واحد زمان را ارائه می‌کند و نشان می‌دهد که یک ماده با گذشت زمان تا چه اندازه نسبت به جذب آب میل و کشش دارد و تا چه اندازه تحت تأثیر آن قرار می‌گیرد [۱۶].

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از تخته‌های ساخته شده به روش گرمایی بهره‌گیری شد که شیوه ساخت آن‌ها پیشتر توسط Mohebbi و همکاران [۱۵] گزارش شده است. تخته‌های آزمونی مزبور از الیاف صنعتی تیمار شده در آب با سه سطح دمایی ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ درجه سلسیوس و

¹ Modification

² Hydrothermal

³ Condensation reactions

⁴ Cross linkings

⁵ Thermal Modification

⁶ Oriented Strand Board

R_S سرعت واکنشیدگی ضخامت در واحد زمان ($^{\circ}/\text{min}$)؛
 S_{ti} و S_{ti-1} جذب آب (%) در زمان‌های t_i و t_{i-1} (min)

نتایج

اثر تیمار گرمایی بر میزان جذب آب تخته فیبر نیمه سنگین در شکل ۱ نشان داده شده است. بر پایه نتایج، نمونه‌های تیمار نشده دارای بیشترین جذب آب بودند؛ در حالی که در نمونه‌های تیمار شده. میزان جذب آب با افزایش دمای تیمار کاهش یافت. البته نمونه‌های تیمار شده در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس بالاترین جذب آب و نمونه‌های تیمار شده در دمای ۱۸۰ درجه سلسیوس کمترین جذب آب را در بین نمونه‌های تیمار شده داشتند. نمونه‌هایی که در دمای ۱۵۰ درجه سلسیوس تیمار شده بودند، بین هر دو دمای تیمار قرار گرفتند. تفاوت بین زمان‌های مختلف ماندگاری و دماهای تیمار چندان قابل توجه نبود. از این نکته چنین بر آمد که نقش افزایش دمای تیمار بر کاهش جذب آب بیش‌تر از زمان ماندگاری است. یادآور می‌شود که نمونه‌های ساخته شده در دمای ۱۵۰ سلسیوس و با زمان ماندگاری ۰ دقیقه به دلیل آسیب دیدن در دوره آزمایش، حذف شدند.

شکل ۲ روند یا آهنگ جذب آب را در تخته فیبر نیمه سنگین تیمار شده به روش گرمایی نشان می‌دهد. بر پایه نتایج، سریع‌ترین مرحله جذب آب در همه نمونه‌ها در همان دقایق نخست روی داد و سرعت جذب آب به اوج خود رسید. در مقایسه نمونه‌ها با یکدیگر، دیده شد که بیشترین جذب آب در نمونه‌های تیمار نشده بروز کرد و با افزایش شدت تیمار از اندازه آن کاسته شد. به گونه‌ای که در نمونه‌های تیمار نشده، سرعت جذب آب در همان ۵ دقیقه نخست، حدود ۱۴ درصد بر دقیقه به عنوان بیشترین سرعت و در نمونه‌های تیمار شده در ۱۸۰ درجه سلسیوس با زمان ماندگاری ۰ دقیقه حدود ۴/۵ درصد بر دقیقه تعیین شد. پس از اوج گیری سرعت جذب آب در همه نمونه‌ها، شتاب جذب آب کم‌تر شد و پس از ۴۰ دقیقه غوطه‌وری در آب، جذب به‌طور کامل یکنواخت شد. این یکنواختی تا پایان مدت زمان غوطه‌وری ادامه پیدا کرد.

مدت زمان تیمار با سه سطح ماندگاری^۱ ۰، ۳۰ و ۹۰ دقیقه و با ضخامت ۱۰ میلی‌متر با بهره‌گیری از چسب اوره فرم آلدهید (با میزان مصرف ۱۰ درصد) و با تراکم پایه ۰/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب، تحت فشار پرس ۳۰ بار و دمای ۱۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۵ دقیقه ساخته شده بودند. الیاف یاد شده از کارخانه خزر چوب تهیه شدند.

از تخته‌های آزمونی، نمونه‌هایی به ابعاد ۲۰×۲۰×۱۰ میلی‌متر بریده شدند و در اون و با دمای 103 ± 2 درجه سلسیوس خشک شدند تا وزن خشک و ضخامت آن‌ها تعیین شوند. سپس نمونه‌های یاد شده در شرایط دمای محیط، در درون آب مقطر غوطه‌ور شدند. تغییر وزن و ضخامت نمونه‌ها در فاصله‌های زمانی ۵ دقیقه و به مدت ۶ ساعت اندازه‌گیری شدند. میزان و روند جذب آب و واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها بر پایه رابطه‌های ۱ تا ۴ تعیین شدند.

$$A_t = \frac{W_t - W_o}{W_o} \times 100 \quad \text{رابطه ۱}$$

$$R_A = \frac{A_{ti} - A_{ti-1}}{t_i - t_{i-1}} = \frac{\Delta A}{\Delta t} \quad \text{رابطه ۲}$$

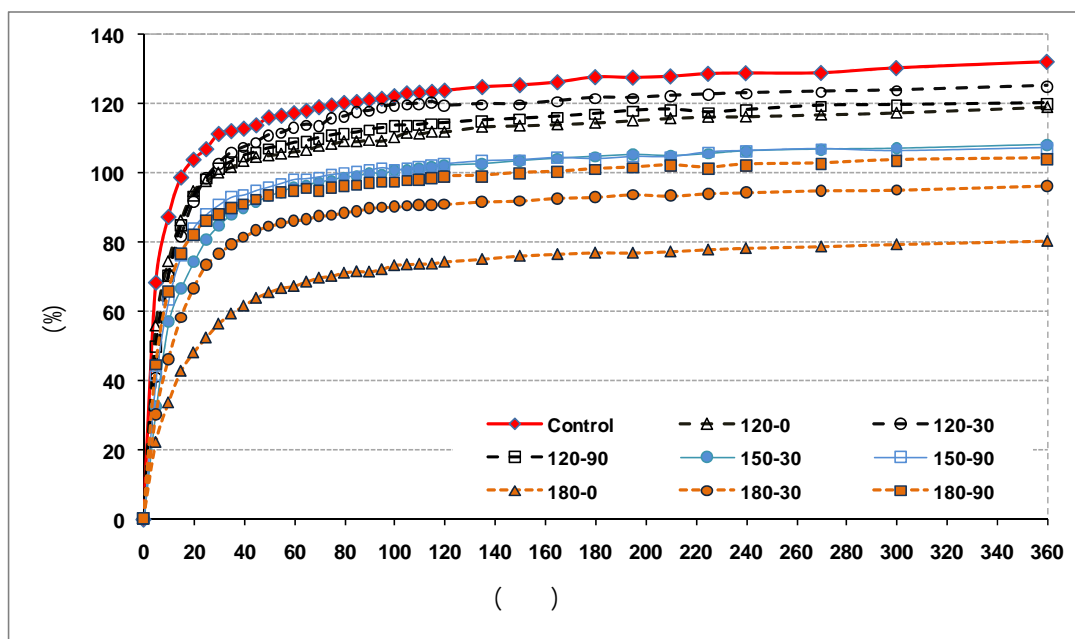
به طوری که: A_t جذب آب در زمان t (%); W_t و W_o وزن نمونه (g) در زمان غوطه‌وری t و حالت خشک
 R_A سرعت جذب آب در واحد زمان ($^{\circ}/\text{min}$); A_{ti} و A_{ti-1} جذب آب (%) در زمان‌های t_i و t_{i-1} (min)

$$S_t = \frac{T_t - T_o}{T_o} \times 100 \quad \text{رابطه ۳}$$

$$R_S = \frac{S_{ti} - S_{ti-1}}{t_i - t_{i-1}} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad \text{رابطه ۴}$$

به طوری که: S_t واکنشیدگی ضخامت در زمان t ($^{\circ}/\text{min}$);
 T_0 و T_t ضخامت نمونه (mm) در زمان غوطه‌وری t و حالت خشک.

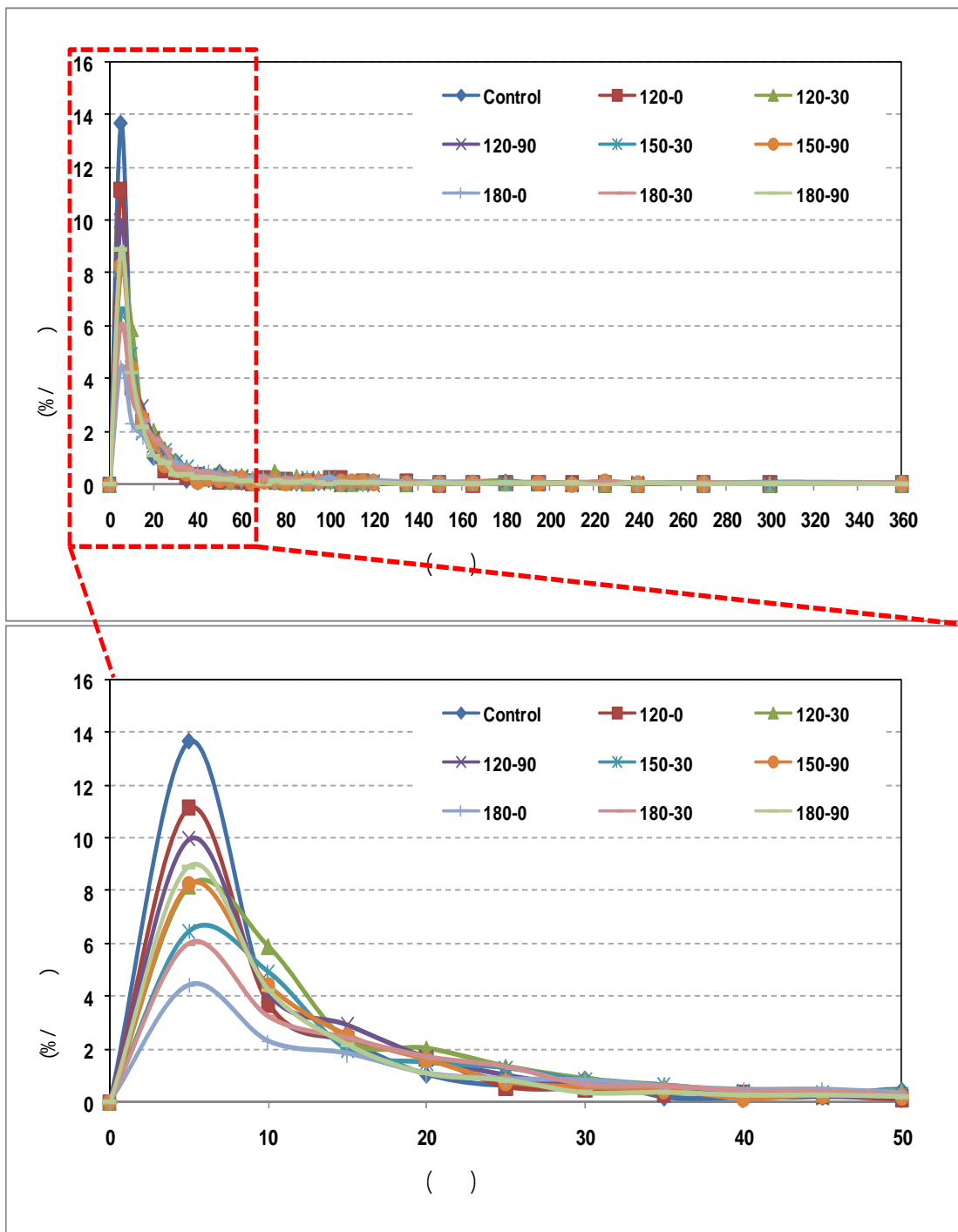
¹ Holding time



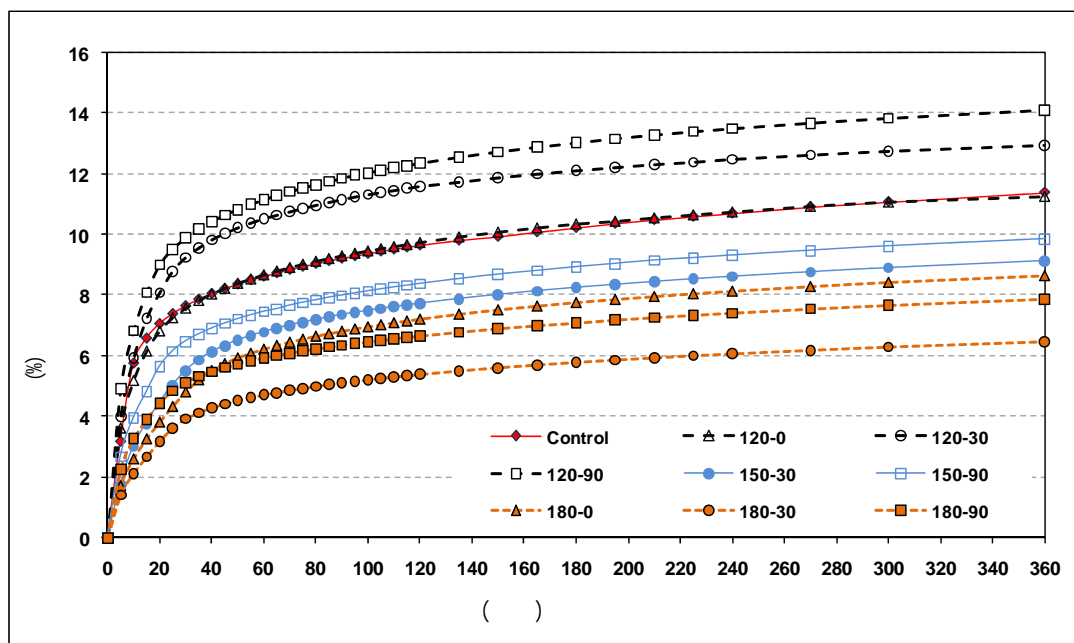
شکل ۱- جذب آب در تخته فیبر نیمه سنگین تیمار شده به روش گرمایی

دقیقه به کمترین حد خود رسید و واكشیدگی به طور یکنواخت ادامه یافت. بالاترین سرعت واكشیدگی ضخامت در نمونه‌های تیمار شده در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس با مدت زمان ماندگاری ۹۰ دقیقه تعیین شد و کمترین آن در نمونه‌های تیمار شده در دمای ۱۸۰ درجه سلسیوس و با زمان ماندگاری ۹۰ دقیقه اندازه‌گیری شد. در کل نتایج نشان دادند که به غیر از نمونه‌های تیمار شده در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس، افزایش دمای تیمار افت سرعت واكشیدگی ضخامت را سبب می‌گردد. همچنین با مقایسه نتایج مشخص شد که در عمل تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین زمان‌های ماندگاری تیمار در هر دما وجود نداشت.

واكشیدگی ضخامت ناشی از غوطه‌وری تخته‌های تیمار شده به روش گرمایی در شکل ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان دادند که نمونه‌هایی که در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس تیمار شده بودند، بیش از نمونه‌های تیمار نشده و یا در حد آن واكشیدگی داشتند. اما واكشیدگی تخته‌هایی که در دمای بالاتر از ۱۲۰ درجه سلسیوس تیمار شده بودند، کمتر از نمونه‌های شاهد بود؛ به گونه‌ای که با افزایش دما میزان آن نیز کمتر شد. بررسی روند و آهنگ واكشیدگی ضخامت نیز نشان داد که سرعت واكشیدگی ضخامت در نخستین دقایق غوطه‌وری به بالاترین حد خود رسید و پس از آن با آهنگی کند شونده رو به کاهش گذاشت (شکل ۴). این روند نیز پس از ۴۰



شکل ۲- روند جذب آب در تخته فیبر نیمه سنگین تیمار شده به روش گرمایی



شکل ۳- واکشیدگی ضخامت در تخته فیبر نیمه سنگین تیمار شده به روش گرمایی

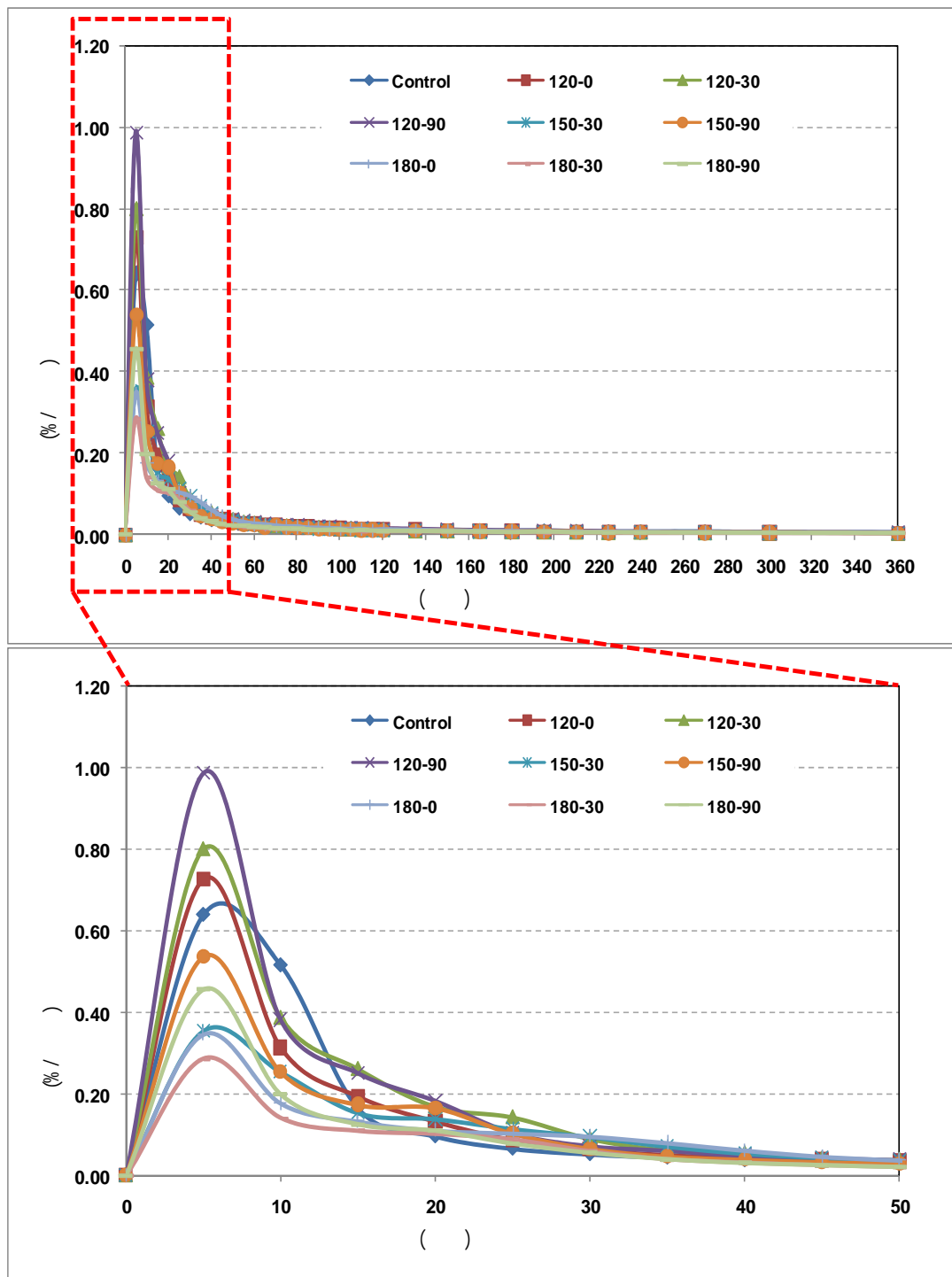
در کل افزایش شدت تیمار، کاهش ضریب جذب آب را به دنبال داشت (جدول ۱).

همانند جذب آب، مدل واکشیدگی ضخامت نیز تابع نمایی $(S=b_{5min}T^{b_1})$ تعیین شد. از بررسی ضریب ثابت b_{5min} نیز دریافت شد که در نمونه‌های تیمار شده در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس، مقادیر این ثابت بزرگ‌تر از دیگر نمونه‌ها (حتی شاهد) بود؛ ولی با افزایش دمای تیمار به بالاتر از این ضریب کمتر شد (جدول ۲). علامت توان تعیین شده در مدل‌های یاد شده بیانگر شتاب روند کاهش سرعت جذب آب و واکشیدگی ضخامت پس از نقطه اوج می‌باشد.

علامت منفی این ضریب‌ها نشان‌دهنده کاهش بودن این شتاب می‌باشد. پرشتاب‌ترین روند کاهش جذب آب در نمونه‌های تیمار نشده بود که پس از اوج‌گیری آغازین جذب آب روی داد؛ در حالی که شتاب کاهش واکشیدگی در نمونه‌های تیمار نشده کمتر از کلیه نمونه‌های تیمار شده بود. این نکته مبین ادامه‌دار بودن روند واکشیدگی در نمونه‌های تیمار نشده در مقایسه با نمونه‌های تیمار شده بود.

برازش منحنی‌های روند جذب آب و واکشیدگی ضخامت نشان داد که روندهای یاد شده از یک تابع نمایی تبعیت می‌کنند (جدول‌های ۱ و ۲). مدل به دست آمده برای روند جذب آب به صورت تابع نمایی $A=b_{5min}T^{b_1}$ تعیین شد. نتایج محاسبه ضریب تشخیص (R^2) نشان دادند که روندهای تغییرات جذب آب و واکشیدگی ضخامت، همبستگی بالایی با مدت زمان غوطه‌وری دارند. برای محاسبه این روندها و تعیین مدل‌های یاد شده، نقطه آغازین، زمانی در نظر گرفته شد که سرعت جذب آب و واکشیدگی ضخامت به اوج می‌رسند. این زمان در پنجمین دقیقه پس از آغاز غوطه‌وری در آب شناسایی شد که با ضریب b_{5min} نشان داده شد. همچنین در این مدل، b_1 نمای مدت زمان غوطه‌وری (T) است.

مقایسه ضریب b_{5min} نیز به خوبی نشان داد که بیش‌ترین میزان مربوط به نمونه‌های تیمار نشده است و با افزایش دمای تیمار این ضریب نیز کمتر می‌شود. گرچه کم‌ترین میزان ضریب b_{5min} در نمونه‌های تیمار شده در دمای ۱۸۰ درجه سلسیوس و مدت زمان ماندگاری ۰ دقیقه تعیین شد.



شکل ۴- روند واکنش پذیری ضخامت در تخته فیبر نیمه سنگین تیمار شده به روش گرمایی

جدول ۱- مدل جذب آب در تخته فیبر تیمار شده به روش گرمایی

دما (°C)	زمان ماندگاری (min)	R ²	b _{5min}	b ₁	A=b _{5min} T ^{b₁}
شاهد	-	۰/۸۸۲	۱۵۱/۵۳۴	-۱/۶۶۲۶	A=۱۵۱/۵۳۴×T ^{-۱/۶۶۲۶}
۱۲۰	۰	۰/۸۹۶	۱۱۹/۷۶۹	-۱/۵۹۴۷	A=۱۱۹/۷۶۷×T ^{-۱/۵۹۴۷}
	۳۰	-	-	-	-
	۹۰	۰/۹۳۳	۱۳۸/۱۹۳	-۱/۶۱۱۲	A=۱۳۸/۱۹۳×T ^{-۱/۶۱۱۲}
۱۵۰	۰	-	-	-	-
	۳۰	۰/۹۴۴	۱۳۱/۷۵۷	-۱/۵۶۷۱	A=۱۳۱/۷۵۷۷×T ^{-۱/۵۶۷۱}
	۹۰	۰/۹۴۴	۱۲۱/۸۴۱	-۱/۵۹۸۶	A=۱۲۱/۸۴۱۷×T ^{-۱/۵۹۸۶}
۱۸۰	۰	۰/۸۹۰	۹۷/۶۹۱	-۱/۵۳۶۴	A=۹۷/۶۹۱۳۷×T ^{-۱/۵۳۶۴}
	۳۰	۰/۹۲۵	۱۴۰/۷۰۷	-۱/۶۳۴۷	A=۱۴۰/۷۰۷×T ^{-۱/۶۳۴۷}
	۹۰	۰/۹۴۷	۱۳۰/۷۴۳	-۱/۶۲۷۵	A=۱۳۰/۷۴۳×T ^{-۱/۶۲۷۵}

جدول ۲- مدل واکنشیدگی ضخامت در تخته فیبر تیمار شده به روش گرمایی

دما (°C)	زمان ماندگاری (min)	R ²	b _{5min}	b ₁	S=b _{5min} T ^{b₁}
شاهد	-	۰/۹۶۴	۳/۰۵۷۵	-۱/۱۳۷۳	S=۳/۰۵۷۵×T ^{-۱/۱۳۷۳}
۱۲۰	۰	۰/۹۹۱	۴/۴۱۷۶	-۱/۲۱۹۱	S=۴/۴۱۷۶×T ^{-۱/۲۱۹۱}
	۳۰	۰/۹۹۱	۷/۷۲۲۲	-۱/۳۳۹۰	S=۷/۷۲۲۲×T ^{-۱/۳۳۹۰}
	۹۰	۰/۹۸۸	۵/۸۲۵۶	-۱/۲۴۸۹	S=۵/۸۲۵۶×T ^{-۱/۲۴۸۹}
۱۵۰	۰	-	-	-	-
	۳۰	۰/۹۸۲	۳/۸۵۴۳	-۱/۲۰۳۰	S=۳/۸۵۴۳ T ^{-۱/۲۰۳۰}
	۹۰	۰/۹۸۱	۳/۶۲۰۸	-۱/۱۹۳۹	S=۳/۶۲۰۸ T ^{-۱/۱۹۳۹}
۱۸۰	۰	۰/۹۸۱	۳/۲۳۴۳	-۱/۱۵۹۴	S=۳/۲۳۴۳T ^{-۱/۱۵۹۴}
	۳۰	۰/۹۸۲	۲/۲۵۷۹	-۱/۱۵۶۵	S=۲/۲۵۷۹ T ^{-۱/۱۵۶۵}
	۹۰	۰/۹۸۳	۲/۶۹۳۷	-۱/۱۷۶۵	S=۲/۶۹۳۷ T ^{-۱/۱۷۶۵}

تخته‌ها کاسته می‌شود. دلیل این کاهش، افزایش ویژگی آب‌گریزی الیاف است. زیرا، بر پایه نظر Garrote و همکاران [۵] همی سلولزها به عنوان بسپارهای به شدت آب‌دوست دچار تخریب گرمایی می‌شوند و به اسید

بحث

بررسی روند جذب آب و واکنشیدگی نمونه‌های تخته فیبر نیمه سنگین نشان داد که تیمار گرمایی الیاف بر این دو فاکتور اثر می‌گذارد. بر اثر تیمار گرمایی، جذب آب

نظر می‌رسد که تغییر کم ساختار شیمیایی الیاف در ماهیت چسب‌پذیری آنها اثرگذار باشد و به دلیل سستی پیوند بین الیاف فضاهای خالی باقی مانده باشند که همراه با باقی مانده ماهیت به نسبت آب دوست الیاف در افزایش رفتار آب دوستی و واکنش‌پذیری اثر گذاشته‌اند. افزایش دمای تیمار شدت تغییر ساختار شیمیایی را افزایش داده است و سبب آب‌گریزی الیاف و در نهایت تخته‌ها شده است. بررسی Mohebbi و همکاران (۲۰۰۸) به افزایش ثبات ابعاد تخته فیبر نیمه سنگین ساخته شده از الیاف تیمار شده به روش گرمایی اشاره می‌کند. Paul و Ohlmeyer به کاهش قابل توجه قابلیت آب دوستی تخته تراشه ساخته شده از الیاف تیمار شده به روش گرمایی می‌پردازند.

نتیجه‌گیری

این بررسی به دنبال ارزیابی روند جذب آب و واکنش‌پذیری ناشی از آن در تخته فیبر نیمه سنگین بود و منجر شد که نتایج زیر به دست آیند:

- ۱- تیمار گرمایی سبب کاهش جذب آب تخته فیبر نیمه سنگین می‌شود.
 - ۲- در اثر تیمار گرمایی از واکنش‌پذیری ضخامت تخته کاسته می‌شود و ابعاد تخته‌ها در دمای تیمار بالاتر از ۱۲۰ درجه سلسیوس، ثبات پیدا می‌کنند.
 - ۳- بیشینه جذب آب و واکنش‌پذیری تخته‌ها و شتاب آن‌ها در نخستین دقایق پس از غوطه‌وری می‌دهند و سپس از شدت آن‌ها کاسته می‌شود.
- بررسی نفوذپذیری تخته‌ها و سطح مشترک بین الیاف که توسط چسب تشکیل می‌شوند به اثبات دیدگاه‌های بالا کمک شایانی خواهد کرد.

استیک، اسید فرمیک، فورفورال و ... تبدیل می‌شوند. تخریب و کاهش میزان همی‌سلولزهای دیواره‌های سلولی خود عامل‌هایی هستند که از ویژگی آب دوستی می‌کاهند. از سوی دیگر، به نظر می‌رسد که رشد نواحی کریستالی سلولز و کاسته شدن از نواحی بی‌شکل سلولز [۹] نیز عامل‌های دیگری برای کاهش ویژگی آب دوستی الیاف باشند؛ اما در تخته‌های ساخته شده باید توجه داشت که علاوه بر نقش میل ذاتی الیاف برای جذب آب، وجود فضاهای خالی بین الیاف در درون تخته‌ها نیز عامل دیگری است که در جذب آب نقش دارد.

شبهات مدل‌های جذب آب و واکنش‌پذیری تخته‌های تیمار شده به مدل‌های مربوط به تخته‌های تیمار نشده نشان دهنده همانندی رفتاری تخته‌ها پس از تیمار است؛ ولی تغییر ضریب‌ها در مدل‌ها نشان از اثر تیمار گرمایی در تغییر ماهیت فیزیکی تخته‌هاست.

بزرگی میزان بیشترین روند جذب آب (b_{5min}) و افت شدت آن (b_1) و از سوی دیگر، کوچکی میزان شتاب واکنش‌پذیری (b_1) در نمونه‌های تیمار نشده نسبت به نمونه‌های تیمار شده، نشان از بالا بودن ویژگی آب دوستی الیاف تیمار نشده و گرایش بالای آن‌ها در جذب سریع آب در تخته‌های تیمار نشده دارد. کندی افت واکنش‌پذیری تخته‌های تیمار نشده نیز نشان‌دهنده وجود شمار زیادی از گروه‌های هیدروکسیل است که هنوز در حال تشکیل پیوند با آب و بروز پدیده واکنش‌پذیری هستند. در کنار پدیده جذب آب، شکستن پیوندهای چسب در بین الیاف را نیز باید در نظر داشت که بر اثر بروز واکنش‌پذیری الیاف روی می‌دهند. این پدیده سبب ایجاد فضاهای بیش‌تر برای نفوذ آب به درون تخته می‌شود. از سوی دیگر، به احتمال نامناسب بودن پیوند چسب بین الیاف تیمار شده در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس به دلیل تغییر ساختار شیمیایی آن‌ها، می‌تواند دلیل بالا بودن واکنش‌پذیری این تخته‌ها باشد. در واقع می‌توان چنین گفت که در تخته‌های تیمار نشده، جذب آب می‌تواند به ماهیت آب دوستی الیاف بازگردد تا سستی پیوند چسب و وجود تخلخل درون تخته؛ اما در تخته‌های تیمار شده در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس، به

منابع

- 1- Mohebbi B., Sanaei I., 2005. Influences of the hydro-thermal treatment on physical properties of beech wood (*Fagus orientalis*). The International Research Group on Wood Preservation, IRG Document No. IRG/WP 05-40303.
- 2- Militz H., 2002. Heat treatment technologies in Europe: scientific background and technological state-of-art. In: Proceedings of conference on "Enhancing the durability of lumber and engineered wood products". Kissimmee, Orlando. Forest Products Society, Madison, US.
- 3- Tjeerdsma B.F., Boonstra M., Pizzi A., Tekely P., Militz H., 1998. Characterization of thermally modified wood: molecular reasons for wood performance improvement, Holz Roh- Werkst 56: 149-153.
- 4- Tjeerdsma B.F., Militz H., 2005. Chemical changes in hydrothermal treated wood: FTIR analysis of combined hydrothermal and dry heat treated wood. Holz Roh Werkst 63 (1): 102-111.
- 5- Garrote G, Domínguez H., Parajó J.C., 2001. Study on the deacetylation of hemicelluloses during the hydrothermal processing of Eucalyptus wood. Holz als Roh- und Werkstoff 59: 53-59.
- 6- Boonstra M.J., Tjeerdsma B., 2006. Chemical analysis of heat treated softwoods. Holz als Roh- und Werkstoff 64: 204-211.
- 7- Sundqvist B., 2004. Color changes and acid formation during heating, PhD Thesis, Luleå University of Technology, Sweden: 50p.
- 8- Sundqvist B., Karlsson O., Westermark U., 2006. Determination of formic-acid and acetic acid concentrations formed during hydrothermal treatment of birch wood and its relation to colour, strength and hardness, Wood Sci. Technol. 40: 549-561.
- 9- Yildiz S., Gümüşkaya E., 2007. The effects of thermal modification on crystalline structure of cellulose in soft and hardwood, Building and Environment, 42: 62-67.
- 10- Garrote G., Domínguez H., Parajo J.C., 1999. Hydrothermal processing of lignocellulosic materials, Holz als Roh- und Werkstoff 57 (3): 191-202.
- 11- Ohlmeyer M., Lukowsky D., 2004. Wood based panel produced from thermal-treated material, proceeding of wood frame housing durability disaster issue, 4-6 Oct 2004, Las Vegas, Nevada, USA: 127-131.
- 12- Boonstra M.J., Pizzi A., Zomers F., Ohlmeyer M., Paul W., 2006. The effect of a two stage heat treatment process on the properties of particleboard. Holz als Roh-und Werkstoff, Vol. 64(2): 157-164.
- 13- Paul W., Ohlmeyer M., Leithoff H., Boonstra M.J., Pizzi A., 2006. Optimising the properties of OSB by a one-step heat pre-treatment process. Holz Roh Werkst 64(3): 227-234.
- 14- Menezzi C.H.S., Tomaselli I., 2007. Technonlogical and economic feasibility to produce OSB with enhanced properties in Brazil, Proceeding of the International Panel Products Symposium, 17-19th October, Cardiff, Wales, UK: 35-45.
- 15- Mohebbi B., Ilbeighi F., Kazemi-Najafi S., 2008. Influence of hydrothermal modification of fibers on some physical and mechanical properties of medium density fiberboard (MDF), Holz als Roh-und Werkstoff 66: 213-218.
- 16- Mohebbi B., Younesi H., Ghotbifar A., Kazemi-Najafi S., 2009. Water and Moisture Absorption and Thickness Swelling Behavior in Polypropylene/Wood Flour/Glass Fiber Hybrid Composites, Journal of Reinforced Plastics and Composites: *Article in press*.

Water Absorption and Thickness Swelling behavior of Medium Density Fiberboard Manufactured by Hydrothermally Treated Fibers

Peyman Fallah-Moghadam-Behambari¹, Behbood Mohebbi^{2*}, Firooz Ilbeigi³

Abstract

In this research, water absorption and thickness swelling behavior of hydrothermally modified fiberboard (MDF). Were evaluated Fibers were treated in a stainless steel reactor at temperatures of 120, 150 and 180°C for holding times of 0, 30 and 90 min. Test boards were prepared based on the target density of 0.7g/cm³ at the press temperature of 175°C as well as the pressure of 30 bar and the press time of 5 min. Urea formaldehyde (UF) resin was applied at 10% based on the fibers dry weight. Test samples (10×20×20mm) were cut from the boards, dried in an oven and soaked in the water. Water absorption, thickness swelling and their rates were measured in the soaked samples.

Results revealed that increase of the treatment temperature caused decrease of water absorption and thickness swelling in the treated boards except in samples treated at 120°C. It was also indicated that increase of the holding time did not significantly affect water absorption and thickness swelling.

Keywords: Hydrothermal treatment, medium density fiberboard (MDF), water absorption, thickness swelling

* Corresponding author mohebbi@modares.ac.ir