فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۳۰، شماره ۱، صفحه ۱۴۳-۱۳۲، (۱۳۹۴)

بهبود ثبات ابعادی و خواص مکانیکی تخته‌های چوب گچ با افزودن سیمان سفید

سعید خجسته خسرو[۱*]، حسین رنگ‌آور[۲]، محمدحسن پایان[۳] و سید مهدی سیدی[۴]

۱* – نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه صنایع چوب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران
پست الکترونیک: saiedkhojasteh@ymail.com.

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

۳– دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه صنایع چوب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران

۴– دانش‌آموخته کارشناسی، گروه صنایع چوب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران

تاریخ دریافت: آذر۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۳

چکیده

در پژوهش حاضر بهبود ثبات ابعادی و خواص مکانیکی تخته‌های چوب گچ با استفاده از سیمان سفید مورد بررسی قرار گرفت. برای تولید تخته‌های چوب گچ، از گچ میکرونیزه با نسبت‌های ۲/۵، ۲/۷۵ و ۳ برابر جرم خشک مواد چوبی استفاده شد. برای تقویت ویژگی‌های تخته‌های چوب گچ، سیمان سفید با مقادیر ۵ و ۱۰ درصد نسبت به جرم خشک گچ به آنها اضافه گردید. خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های چوب گچ شامل جذب آب و واکشیدگی ضخامت بعد ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، مقاومت‌خمشی، مدول‌الاستیسیته و چسبندگی داخلی اندازه‌گیری شدند. برای بررسی تأثیر افزودن سیمان بر زمان گیرایی گچ، از روش ویکات نیدل استفاده گردید. نتایج نشان داد که افزودن سیمان تا مقدار ۵ درصد جرم گچ، باعث افزایش قابل‌توجه زمان گیرایی گچ و خواص مکانیکی تخته‌های چوب گچ می‌شود. افزودن بیش از ۵ درصد سیمان (۱۰ درصد)، بهبود چشمگیر ثبات ابعادی تخته‌های چوب گچ را درپی داشت اما کاهش زمان گیرایی گچ و خواص مکانیکی تخته‌ها را باعث شد. از طرف دیگر نتایج بیانگر این بود که با استفاده از گچ میکرونیزه تا ۲/۷۵ برابر جرم خشک مواد چوبی، مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته تخته‌های چوب گچ افزایش می‌یابد و با افزایش مقدار آن تا ۳ برابر، این خصوصیات کاهش یافتند اما چسبندگی داخلی و ثبات ابعادی بهبود یافتند.

واژه‌های کلیدی: تخته‌های چوب گچ، گچ میکرونیزه، سیمان سفید، زمان گیرایی، ثبات ابعادی، خواص مکانیکی.

مقدمه

در سال‌های اخیر برداشت از منابع جنگلی برای کاربردهای مختلف افزایش‌یافته است که کاهش منابع چوبی را درپی داشته است. بنابراین نیاز به یافتن موادی جایگزین و افزایش نسبت استفاده از فراورده‌های صفحه‌ای چوبی مانند تخته خرده چوب، تخته فیبر با دانسیته متوسط، تخته‌لایه و غیره به‌جای چوب احساس می‌شود. یکی دیگر از فراورده‌های صفحه‌ای که می‌تواند به‌عنوان یک ماده مناسب ساختمانی مورد استفاده قرار بگیرد، تخته‌های چوب گچ است. ویژگی‌هایی مانند عدم انتشار گاز فرم‌آلدهید و کاهش صدمات زیست‌محیطی، مقاومت بالا نسبت به آتش، عایق صوت، ثبات ابعادی بالا و غیره، تخته‌های چوب گچ

Archive of SID

www.SID.ir

را به‌عنوان یک ماده مناسب ساختمانی در مقایسه با دیگر فراورده‌های صفحه‌ای چوبی تبدیل نموده است (Pourjouzi, 2002; Lee, *et al.*, Deng, *et al.*, 2007; Ebrahimi and 2011;). در تولید تخته‌های چوب گچ ترکیبی از انواع گچ‌های طبیعی و همچنین باقیمانده و ضایعات خرده چوب که دسترسی به آنها به‌سادگی امکان‌پذیر است، استفاده می‌شود. از طرف دیگر تخته‌های چوب گچ در شرایط پرس سرد تولید شده و به انرژی حرارتی نیازی ندارند که این عامل نقش مهمی در جهت کاهش انرژی مصرفی در فرایند تولید این تخته‌ها دارد (Deng Furuno and Deng, 2001a; Lee, *et al.*, Kim, *et al.*, 2007; and Furuno, 2002; 2011;). تخته‌های چوب گچ به دلیل امکان تولید با طیف وسیعی از مواد اولیه معدنی (گچ) و لیگنوسلولزی، مصرف پایین انرژی طی فرایند تولید، هزینه‌های کم (تولید و مصرف) و بسیاری دیگر از ویژگی‌های مناسب، موردتوجه مطالعات زیادی برای کاربردهای درون ساختمان قرارگرفته است. ازجمله کاربردهای نهایی درون ساختمان که تخته‌های چوب گچ به‌طور موفقیت‌آمیزی می‌توانند در آن بخش‌ها مورد استفاده قرار گیرند: استفاده در سقف کاذب، دیوارهای جداکننده، پوشش‌های داخلی دیوارها، صفحات عایق صوت و حرارت و ... هستند (Lee, *et* Kim Lee, *et al.*, 2007; Doost Hosseini, 2007; *al.*, 2011;).

Deng و Furuno (a۲۰۰۱)، تأثیر افزودن چهار ماده سدیم کربنات، سدیم تترابورات، تری سدیم سیترات و اسیدسیتریک را بر زمان گیرایی و خصوصیات مکانیکی تخته‌های چوب گچ بررسی نمودند. اطلاعات به‌دست‌آمده از این مطالعه بیانگر این بود که افزودن ۰/۱ درصد اسیدسیتریک، زمان گیرایی گچ را افزایش داده و باعث افزایش خصوصیات مکانیکی تخته‌های چوب گچ شد. از طرف دیگر سدیم کربنات، سدیم تترابورات و تری سدیم سیترات از طریق کاهش زمان گیرایی، تأثیر منفی بر خواص مکانیکی داشتند.

Deng و Furunuo (b۲۰۰۱)، در تأثیر افزودن الیاف پلی‌پروپیلن بر خواص تخته‌های چوب گچ بیان نمودند که افزایش الیاف پلی‌پروپیلن باعث کاهش میزان واکشیدگی ضخامت و جذب آب تخته‌های چوب گچ می‌شود. آنها همچنین به این نتیجه رسیدند که الیاف پلی‌پروپیلن باعث تقویت قابل‌توجه ویژگی‌های مکانیکی تخته‌های چوب گچ می‌شود؛ به‌طوری‌که بهترین تیمار، تخته‌های چوب گچ ساخته‌شده با افزودن ۱۲ درصد الیاف پلی‌پروپیلن با طول ۱۲ میلی‌متر بود.

Deng و Furuno (۲۰۰۲)، در بررسی تأثیر الیاف کنف بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های چوب گچ بیان نمودند که افزایش الیاف کنف سبب بهبود خواص مکانیکی تخته‌ها می‌گردد. در این خصوص بیشترین مقاومت‌خمشی مربوط به تخته‌های چوب گچ تولیدی با میزان ۱۵ درصد الیاف کنف با طول ۱۵ میلی‌متر بود. آنها همچنین نشان دادند که استفاده از الیاف کنف تأثیری بر خواص فیزیکی (واکشیدگی ضخامت و جذب آب) تخته‌ها نداشته است.

Rangavar (۲۰۱۳)، امکان استفاده از ضایعات اسکناس باطله را بر خواص تخته‌های چوب گچ همسان و سه لایه مورد ارزیابی قرار داد. ایشان بیان نمود که استفاده از ضایعات اسکناس باعث بهبود ثبات ابعادی تخته‌های چوب گچ تولیدی می‌شود اما بر خواص مکانیکی تخته‌های چوب گچ تأثیر منفی دارد. در این مطالعه حد بهینه استفاده از ضایعات اسکناس باطله در تولید تخته‌های چوب گچ، ۲۰ تا ۳۰ درصد بیان شد.

Nazerian و Kamyab (۲۰۱۳)، مقایسه‌ای بین خواص تخته‌های چوب گچ تولیدی با دو ماده لیگنوسلولزی حاصل از ضایعات باگاس و ساقه گندم انجام دادند. نتایج این مطالعه بیانگر این بود که باگاس ماده مناسبی برای تولید تخته‌های چوب گچ بوده و می‌توان آن را به‌صورت مخلوط با ساقه گندم نیز در تولید تخته‌های چوب گچ استفاده نمود. آنها همچنین نشان دادند که افزایش نسبت استفاده از ماده لیگنوسلولزی حاصل از ساقه گندم باعث کاهش خصوصیات مکانیکی و افزایش واکشیدگی ضخامت می‌شود ولی جذب آب را کاهش می‌دهد. آنها همچنین بیان نمودند که میزان گچ نیز تأثیر معنی‌داری بر خواص مورد بررسی

Archive of SID

www.SID.ir

داشته است.

Espinoza-Herrera و Cloutier (۲۰۱۱)، مطالعه‌ای روی تأثیر استفاده از سیمان پرتلند نوع ۱۰ بر خواص تخته‌های چوب گچ انجام دادند. در مطالعه انجام شده از ۳۰ درصد سیمان نسبت به جرم گچ، برای تقویت خواص تخته‌های چوب گچ استفاده شد. میزان مواد معدنی (گچ) نیز دو برابر جرم چوب بود. نتایج این مطالعه نشان داد که افزودن سیمان به تخته‌های چوب گچ باعث بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های چوب گچ شد.

در مطالعه‌ای دیگر Rangavar و همکاران (۲۰۱۴)، به بررسی تأثیر دو نوع گچ جبل و میکرونیزه بر خواص تخته‌های چوب گچ پرداختند. نتایج به‌دست‌آمده در مطالعه انجام شده بیانگر این بود که تخته‌های چوب گچ تولیدی با گچ میکرونیزه از ثبات ابعادی بالایی برخوردار بودند اما ویژگی‌های مکانیکی این تخته‌ها پایین‌تر از تخته‌های تولیدی با گچ جبل بود. آنها یکی از دلایل ثبات ابعادی بالای تخته‌های تولیدی با گچ میکرونیزه را اندازه ذرات بسیار ریز و خلل و فرج کمتر این تخته‌ها دانستند. آنها همچنین بیان نمودند که زمان گیرایی سریع گچ میکرونیزه عاملی در جهت کاهش خصوصیات مکانیکی تخته‌های چوب گچ بوده است.

با توجه به اینکه در تولید تخته‌های چوب می‌توان از انواع گچ و مواد چوبی استفاده نمود، شناسایی و انتخاب مناسب این مواد و همچنین تقویت خواص تخته‌های چوب گچ از اهمیت بالایی برخوردار است. به‌طوری‌که در مطالعات انجام شده در ایران در زمینه تولید تخته‌های چوب گچ نیز مشخص بود که یکی از گچ‌هایی که می‌تواند به دلیل خصوصیات مناسب آن در تولید این فراورده صفحه‌ای مورد استفاده قرار بگیرد، گچ میکرونیزه است. گچ میکرونیزه یکی از انواع گچ تولیدی در ایران است. این گچ در واقع غبار جمع شده از تولید گچ‌های معمولی بوده و ویژگی بارز آن اندازه ذرات ریزش است. گچ میکرونیزه دارای اندازه ذرات ریزی می‌باشد و برای مصارف سفیدکاری، مجسمه‌سازی و ... کاربرد فراوانی دارد. همان‌طور که در مطالعه Rangavar و همکاران (۲۰۱۴) در زمینه استفاده از گچ میکرونیزه در تولید تخته‌های چوب گچ نیز اشاره شد، ازجمله معایب تخته‌های چوب گچ تولید شده با گچ میکرونیزه، خواص مکانیکی پایین این تخته‌هاست. در همین راستا و در جهت تکمیل مطالعات گذشته، هدف از مطالعه حاضر، بررسی تأثیر افزودن سیمان سفید بر خواص تخته‌های چوب گچ ساخته شده از گچ میکرونیزه به‌منظور بهبود ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های چوب گچ است.

مواد و روش‌ها

مواد

ماده چوبی مورد استفاده در این بررسی از سرشاخه‌های حاصل از هرس درختان انگور بود که از استان چهارمحال بختیاری تهیه گردید. سرشاخه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه با استفاده از یک خردکن غلتکی به خرده چوب‌های درشت و بعد به‌وسیله یک آسیاب حلقوی به خرده چوب‌های ریز و مناسب برای تولید تخته‌های چوب گچ تبدیل شدند. خرده چوب‌ها به وسیله یک خشک‌کن آزمایشگاهی تا رسیدن به سطح رطوبتی ۳ درصد خشک گردیده و در کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی و برای ساخت تخته‌های آزمایشگاهی نگهداری شدند.

گچ مورد استفاده در این بررسی از نوع گچ میکرونیزه بود. برای تقویت خواص تخته‌های چوب گچ از سیمان سفید استفاده گردید.

ساخت تخته‌ها

برای تولید تخته‌های چوب گچ، نسبت اختلاط گچ با خرده چوب‌ها در سه سطح ۲/۵، ۲/۷۵ و ۳ برابر جرم خشک مواد چوبی در نظر گرفته شد. همچنین میزان استفاده از سیمان سفید در تولید تخته‌های چوب گچ در سه سطح ۰، ۵ و ۱۰ درصد نسبت به جرم خشک گچ انتخاب گردید. با توجه به عوامل متغیر مورد بررسی در این تحقیق (مقدار گچ و میزان سیمان‌سفید) مواد با یکدیگر ترکیب شدند. میزان استفاده از آب برای تشکیل مخلوط چوب گچ، ۴۰ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

نسبت به جرم خشک گچ بود. برای فرم‌دهی مخلوط چوب گچ از یک قالب فولادی با ابعاد ۴۰ ×۴۰ سانتی‌متر استفاده گردید. کیک تشکیل‌شده به‌وسیله پرس آزمایشگاهی هیدرولیکی در حالت سرد و با فشار ۱۳۰ بار تا رسیدن به ضخامت ۱۶ میلی‌متر فشرده شد. سپس به‌منظور سخت شدن کامل گچ، قالب‌های فولادی در بین فک‌های فولادی محصور گردیده و از داخل پرس خارج شدند. دانسیته تخته‌های آزمایشگاهی ساخته شده در این تحقیق ۱ گرم بر سانتیمتر مکعب در نظر گرفته شد. از ترکیب عوامل متغیر و با در نظر گرفتن ۳ تکرار برای هر تیمار، درمجموع ۲۷ تخته آزمایشگاهی ساخته شد. تخته‌های ساخته شده به‌منظور یکنواخت سازی رطوبت و همچنین متعادل‌سازی تنش‌های داخلی، به مدت ۳۰ روز در محیطی با شرایط آزمایشگاهی قرار داده شدند.

تعیین خصوصیات فیزیکی

نمونه‌های آزمونی برای ارزیابی جذب آب و واکشیدگی‌ضخامت مطابق با استاندارد EN-317 با ابعاد۵۰×۵۰ میلی‌متر تهیه شدند. نمونه‌های تهیه شده طی زمان‌های ۲ و ۲۴ ساعت در آب غوطه‌ور گردیدند. ضخامت نمونه‌ها با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر به‌وسیله کولیس دیجیتال و وزن نمونه‌ها نیز به کمک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم قبل و بعد از غوطه‌وری برای محاسبه میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت، اندازه‌گیری شدند.

برای ارزیابی زمان گیرایی (هیدراته شدن) گچ مورد استفاده در این تحقیق و همچنین بررسی تأثیر افزودن سیمان بر روی آن، از دستگاه ویکات نیدل بر طبق استاندارد ASTM C-191 استفاده گردید. برای این منظور خمیر گچ خالص میکرونیزه و همچنین خمیر گچ حاوی ۵ و ۱۰ درصد سیمان نسبت به جرم خشک گچ در داخل محفظه دستگاه قرارگرفته و زمان گیرایی گچ محاسبه شد.

تعیین خصوصیات مکانیکی

نمونه‌های لازم برای تعیین خواص مکانیکی تخته‌ها شامل مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته بر طبق استاندارد EN-310 از تخته‌های آزمایشگاهی تولیدی، برش داده شدند. ابعاد نمونه‌های تهیه شده ۵۰ ×۳۷۰ میلی‌متر بود که با دستگاه INSTRON 4486 مورد آزمون خمش سه‌نقطه‌ای قرار گرفتند. برای ارزیابی چسبندگی داخلی تخته‌های تولید شده نیز نمونه‌هایی با ابعاد ۵۰×۵۰ میلی‌متر بر طبق استاندارد EN-319 تهیه شدند.

طرح آماری

برای تجزیه و تحلیل آماری نتایج به‌دست‌آمده از ارزیابی خواص تخته‌های چوب گچ تولیدی، از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ (۲۰۱۳) استفاده شد. برای بررسی اثر عوامل متغیر (مقدار گچ و میزان استفاده از سیمان)، نتایج با استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین گروه‌ها، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج

نتایج تحلیل آماری انجام شده در بررسی تأثیر متقابل دو عامل مقدار گچ و میزان سیمان بر هر یک از خصوصیات فیزیکی و مکانیکی موردمطالعه، در جدول ۱ آورده شده است. بر طبق نتایج به‌دست‌آمده، عوامل مورد بررسی تأثیر معنی‌داری بر خواص فیزیکی و مکانیکی مورد مطالعه داشته‌اند.

خواص فیزیکی

نتایج ارزیابی جذب آب و واکشیدگی ضخامت تخته‌های چوب گچ ساخته شده بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، در شکل‌های ۱ تا ۴ ارائه شده است. به‌طوری‌که مشاهده می‌شود افزایش میزان گچ از ۲/۵ تا ۳ برابر جرم خشک خرده چوب‌ها و همچنین افزودن سیمان تا میزان ۱۰ درصد جرم خشک گچ، باعث کاهش قابل‌توجه جذب آب و واکشیدگی ضخامت تخته‌های چوب گچ شده است. کمترین میزان جذب آب و

Archive of SID

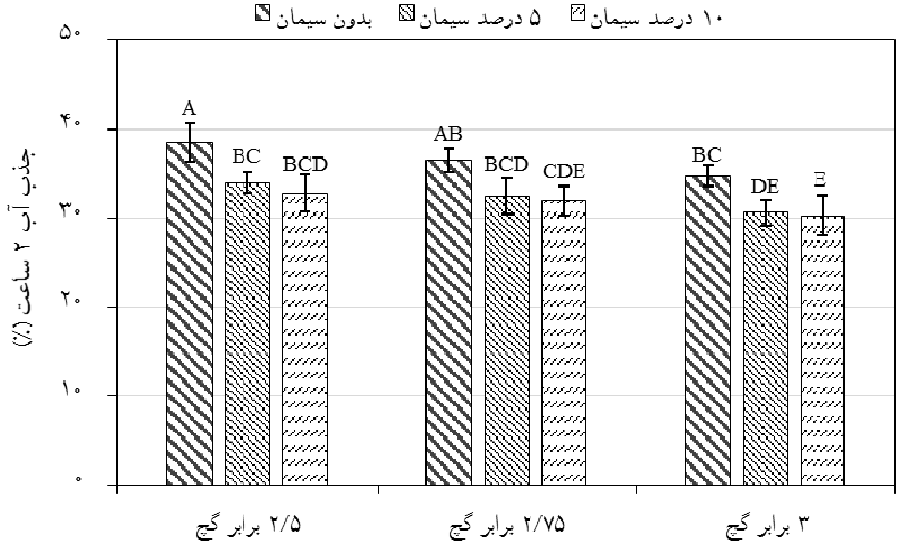
www.SID.ir

واکشیدگی ضخامت تخته‌ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری، در تخته‌های چوب گچ ساخته شده با ۳ برابر گچ و ۱۰ درصد سیمان به‌دست آمد. البته با توجه به نتایج گروه‌بندی دانکن انجام شده، می‌توان بیان نمود که افزودن سیمان به مقدار ۵ درصد نیز تأثیر معنی‌داری بر افزایش ثبات ابعادی در تخته‌های چوب گچ داشته است. بالاترین میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت تخته‌های چوب گچ بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در نمونه‌های حاوی ۲/۵ برابر گچ و بدون سیمان مشاهده شد (شکل‌های ۱ تا ۴).

جدول ۱- نتایج تحلیل آماری مربوط به خصوصیات فیزیکی و مکانیکی بررسی‌شده در تأثیر متقابل عوامل متغیر

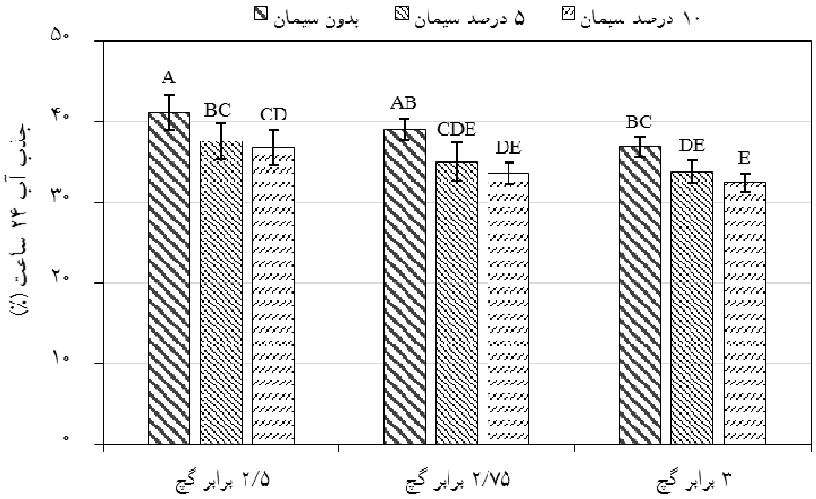
خصوصیات فیزیکی و مکانیکی	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	Sig.
	df	SS	MS	محاسبه‌شده	
جذب آب بعد از ۲ ساعت	۸	۲۵۴	۳۱/۸۴	۱۰/۰۷	۰/۰۰۰**
جذب آب بعد از ۲۴ ساعت	۸	۲۳۴	۲۹/۳۷	۱۰/۶۱	۰/۰۰۰**
واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت	۸	۳/۱۶	۰/۳۹۵	۲۵/۳۳	۰/۰۰۰**
واکشیدگی ضخامت بعد از ۲۴ ساعت	۸	۴/۱۲	۰/۵۱۵	۲۱/۵۶	۰/۰۰۰**
مقاومت‌خمشی	۸	۲/۷۹	۰/۳۴۹	۱۰/۰۹	۰/۰۰۶**
مدول‌الاستیسیته	۸	۹۱۲×۱۰^{۴}	۱۱۴×۱۰^{۴}	۵۳	۰/۰۰۰**
چسبندگی داخلی	۸	۰/۰۳۱	۰/۰۰۴	۱۸/۱۶	۰/۰۱۱*

** تفاوت معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۹ درصد * تفاوت معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۵ درصد

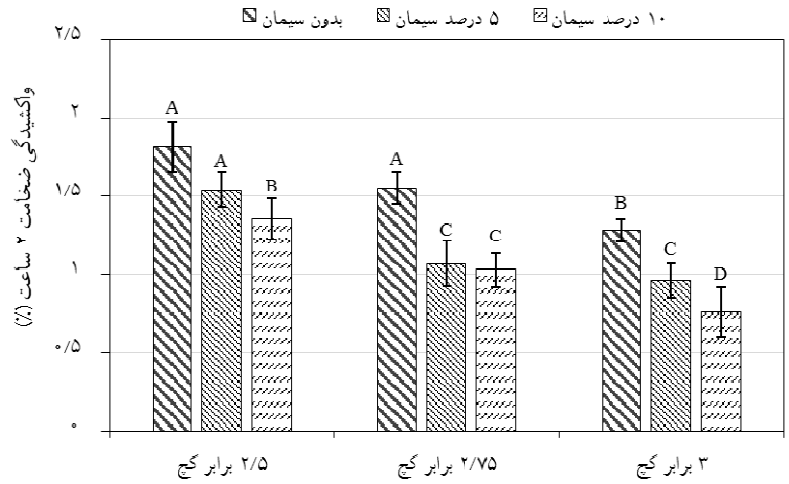


شکل ۱- جذب آب تخته‌های چوب گچ بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب

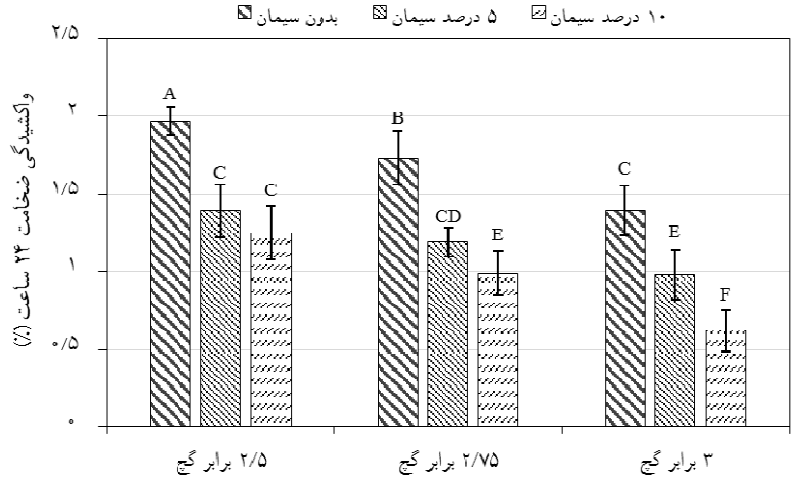
Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲- جذب آب تخته‌های چوب گچ بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب



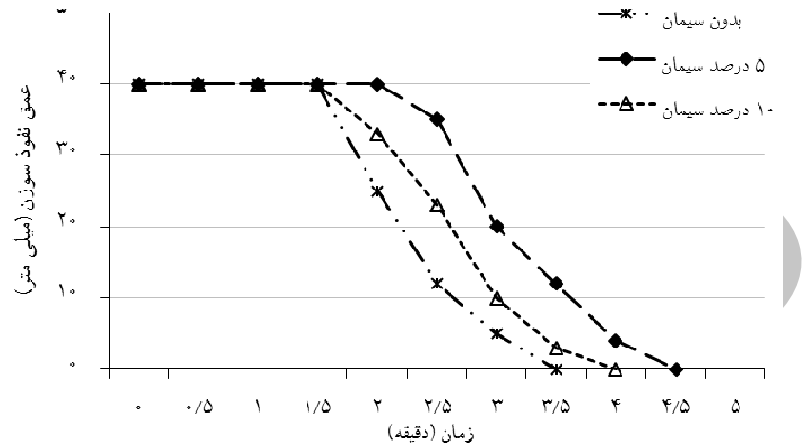
شکل ۳- واکشیدگی ضخامت تخته‌های چوب گچ بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب



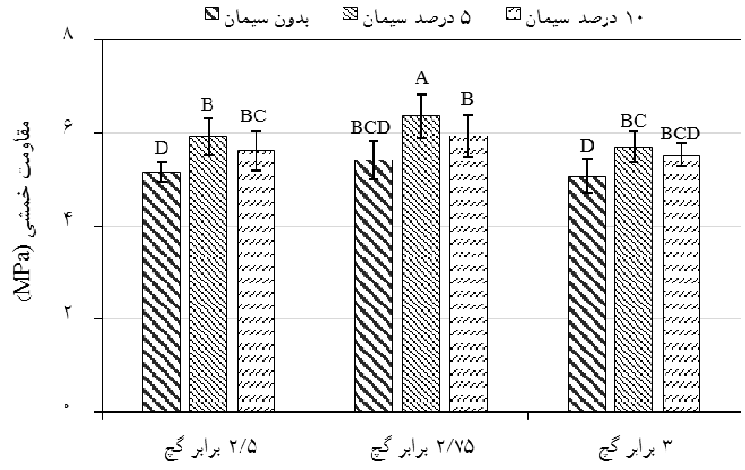
شکل ۴- واکشیدگی ضخامت تخته‌های چوب گچ بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب

www.SID.ir

برای بررسی تأثیر افزودن سیمان بر زمان گیرایی گچ، زمان گیرایی گچ قبل و بعد از افزودن سیمان محاسبه شد. نتایج حاصل از ارزیابی تأثیر سیمان بر زمان گیرایی گچ بیانگر این بود که افزودن سیمان تا ۵ درصد جرم گچ، باعث افزایش معنی‌دار زمان گیرایی گچ نسبت به نمونه بدون سیمان می‌شود. اما با افزایش مقدار سیمان تا ۱۰ درصد، زمان گیرایی گچ کاهش یافت (شکل ۵).



شکل ۵- زمان گیرایی گچ خالص و مخلوط با سیمان



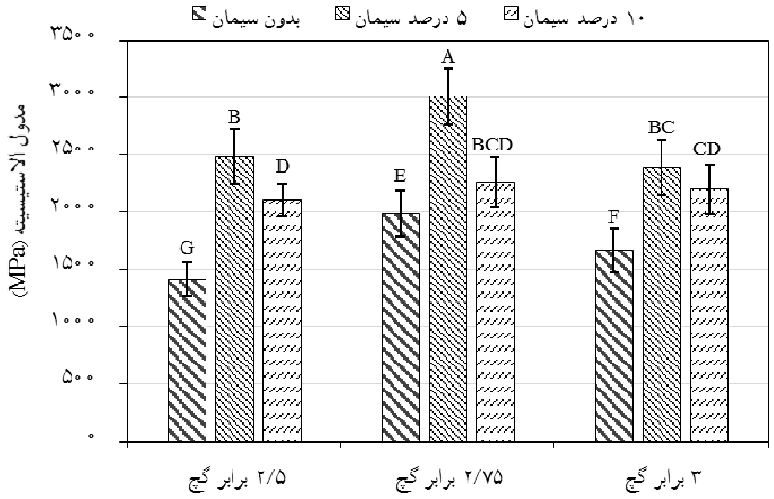
شکل ۶- مقاومت‌خمشی تخته‌های چوب گچ

خواص مکانیکی

نتایج بیانگر این بود که بالاترین مقدار مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته در تخته‌های چوب گچ تولیدی با ۲/۷۵ برابر گچ نسبت به جرم خشک خرده چوب‌ها و همچنین ۵ درصد سیمان نسبت به جرم گچ به‌دست آمد. از طرف دیگر کمترین میزان مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته تخته‌ها در نمونه‌های حاوی ۳ برابر گچ و بدون سیمان مشاهده گردید. گروه‌بندی دانکن ارائه شده در شکل‌های ۶ و ۷ نیز مؤید مطالب بیان شده است.

بیشترین تأثیر در بین عوامل متغیر (میزان گچ میکرونیزه و مقدار سیمان) بر مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته در افزودن میزان سیمان به میزان ۵ درصد جرم گچ مشاهده شد و افزودن بیش از این مقدار سیمان (۱۰ درصد سیمان) کاهش این ویژگی‌ها را درپی داشت (شکل‌های ۶ و ۷).

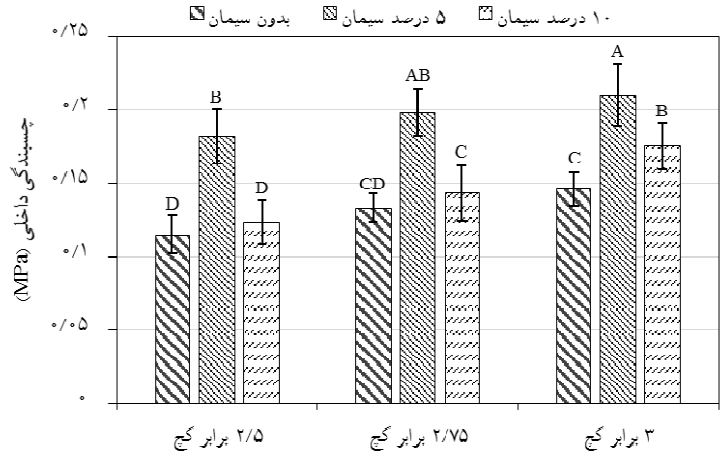
www.SID.ir



شکل ۷- مدول‌الاستیسیته تخته‌های چوب گچ

میزان بهبود مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته تخته‌های چوب گچ ساخته شده با مقدار ۲/۷۵ برابر گچ و ۵ درصد سیمان نسبت به نمونه‌های بدون سیمان، به‌ترتیب ۱۵/۵ و ۵۲ درصد بود.

نتایج بررسی چسبندگی داخلی تخته‌های چوب گچ نشان داد که با افزایش مقدار گچ از ۲/۵ تا ۳ برابر جرم خرده چوب‌ها و همچنین افزودن مقدار ۵ درصد سیمان در تولید تخته‌های چوب گچ، بالاترین میزان چسبندگی داخلی در تخته‌های تولیدی به‌دست آمد. این در حالیست که افزودن سیمان به میزان ۱۰ درصد، کاهش چسبندگی داخلی تخته‌های چوب گچ نسبت به تخته‌های حاوی ۵ درصد سیمان را درپی داشت. گروه‌بندی دانکن ارائه شده در شکل ۸ نیز بیانگر نتایج فوق است. میزان بهبود مقاومت‌چسبندگی داخلی تخته‌های چوب گچ با افزودن سیمان به میزان ۵ درصد در نمونه‌های حاوی ۲/۷۵ و ۳ برابر گچ نسبت به نمونه‌های بدون سیمان هر یک از این گروه، به‌ترتیب ۴۹ و ۴۳ درصد بود. همچنین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان بیان نمود که کمترین میزان مقاومت‌چسبندگی داخلی در تخته‌های حاوی ۲/۵ برابر گچ و بدون سیمان بود (شکل ۸).



شکل ۸- چسبندگی داخلی تخته‌های چوب گچ

Archive of SID

www.SID.ir

بحث

خواص فیزیکی

نتایج به‌دست‌آمده در مورد تأثیر مقدار گچ بیانگر بهبود جذب آب و واکشیدگی ضخامت تخته‌های چوب گچ با افزایش میزان گچ تا ۳ برابر جرم خشک خرده چوب‌ها بود. دلیل کاهش جذب آب و واکشیدگی ضخامت با افزایش میزان گچ را می‌توان محصور شدن بیشتر خرده چوب‌ها با گچ و پر شدن مناسب‌تر خلل و فرج و فضاهای خالی بین ذرات خرده چوب توسط گچ دانست. به‌طوری‌که با کاهش خلل و فرج در تخته، فضای لازم برای نفوذ آب وجود نداشته که در پی آن افزایش ثبات ابعادی در تخته تولیدی حاصل می‌شود. Pourjouzi و Ebrahimi (۲۰۰۲)، Nazerian و Kamyab (۲۰۱۳)، Rangavar و همکاران (۲۰۱۴) نیز در مطالعه خود در مورد تأثیر میزان گچ بر جذب آب و واکشیدگی ضخامت به نتایج مشابهی دست یافته و بیان نمودند که افزایش نسبت گچ در تولید تخته‌های چوب گچ، باعث کاهش جذب آب و واکشیدگی ضخامت در این تخته‌ها می‌شود. در مورد تأثیر افزودن سیمان سفید بر جذب آب و واکشیدگی ضخامت تخته‌های چوب گچ مشخص شد که افزودن سیمان سفید به تخته‌های چوب گچ، باعث کاهش این خصوصیات می‌شود و بیشترین کاهش نیز در بالاترین میزان سیمان مشاهده گردید. به‌طورکلی سیمان از پایداری بیشتری در مقابل آب برخوردار است. به‌نحوی‌که با افزودن سیمان به گچ در تولید تخته‌های چوب گچ، این ماده تعامل مناسبی با گچ برقرار نموده و باعث بهبود ثبات ابعادی تخته‌های چوب گچ از طریق کاهش جذب آب و واکشیدگی ضخامت می‌شود. Espinoza-Herrera و Cloutier (۲۰۱۱) نیز طی مطالعه‌ای نشان دادند که افزودن سیمان پرتلند نوع ۱۰ در تولید تخته‌های چوب گچ باعث بهبود ثبات ابعادی این تخته‌ها می‌شود. آنان دلیل این امر را به مقاومت بالای سیمان در مقابل آب نسبت دادند. یکی از دیگر دلایل افزایش ثبات ابعادی تخته‌های چوب گچ با افزایش نسبت گچ و همچنین سیمان را می‌توان به چسبندگی مناسب بین مخلوط گچ و سیمان با ذرات چوب نسبت داد، به‌طوری‌که Nazerian و Kamyab (۲۰۱۳) نیز در مطالعه خود بیان نمودند که چسبندگی بین اتصال‌دهنده معدنی و ذرات چوب در تولید تخته‌های چوب گچ می‌تواند از دلایل تأثیرگذار بر پایداری این تخته‌ها در برابر غوطه‌وری در آب باشد.

خواص مکانیکی

در بررسی مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته تخته‌های چوب گچ مشخص شد با افزایش مقدار گچ تا ۲/۷۵ برابر جرم خشک خرده چوب‌ها، این خصوصیات بهبود یافتند اما افزایش مقدار گچ تا میزان ۳ برابر، کاهش مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته را درپی داشت. کاهش مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته بر اثر افزایش میزان گچ تا ۳ برابر را می‌توان افزایش تردی و شکنندگی تخته‌های چوب گچ با بالا رفتن میزان گچ که ماده‌ای شکننده است، بیان نمود. Rangavar و همکاران (۲۰۱۴) نیز به نتایج مشابهی در مورد تأثیر میزان گچ بر مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته دست یافتند. Sattler و Lempfer (۱۹۸۹) و همچنین Pourjouzi و Ebrahimi (۲۰۰۲) در مطالعه خود بیان نمودند که گچ شکنندگی بالایی داشته و تغییر شکل آن قبل از شکست بسیار محدود است اما ترکیب گچ و ذرات چوب با یک مقدار معین می‌تواند باعث افزایش مدول‌گسیختگی و مدول‌الاستیسیته شود. Rangavar (۲۰۱۳)، Nazerian و Kamyab (۲۰۱۳) نیز نشان دادند که افزایش میزان گچ بیش از یک حد مشخص، تأثیر منفی بر مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته تخته‌های چوب گچ دارد.

در بررسی تأثیر میزان گچ بر مقاومت‌چسبندگی داخلی تخته‌های چوب گچ مشخص شده که تأثیر این عامل بر چسبندگی داخلی مشابه مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته نبود. به‌طوری‌که در مورد چسبندگی داخلی مشاهده شد که افزایش میزان گچ از ۲/۵ تا ۳ برابر جرم خشک مواد چوبی، باعث افزایش چسبندگی بین گچ با ذرات چوبی می‌شود. دلیل بهبود چسبندگی داخلی تخته‌های چوب گچ با افزایش نسبت گچ را می‌توان محصور شدن بیشتر خرده چوب‌ها با گچ و بالا رفتن چسبندگی بین ذرات چوبی

Archive of SID

www.SID.ir

دانست. Nazerian و Kamyab (۲۰۱۳) در مطالعه نشان دادند که عدم محصور شدن مناسب ذرات چوب با گچ از دلایل پایین بودن چسبندگی داخلی در تخته‌های چوب گچ تولیدی با مقادیر کم گچ است. Rangavar (۲۰۱۳)، Rangavar و همکاران (۲۰۱۴) نیز در مطالعات خود بر افزایش چسبندگی داخلی تخته‌های چوب گچ با افزایش میزان گچ تأکید نمودند.

در تأثیر افزودن سیمان بر خواص مکانیکی، نتایج بیانگر این بود که افزودن سیمان تا ۵ درصد جرم خشک گچ، باعث بهبود خواص مکانیکی (مقاومت‌خمشی، مدول‌الاستیسیته و چسبندگی داخلی) می‌شود ولی افزایش مقدار آن تا ۱۰ درصد، کاهش این خصوصیات را درپی دارد. زمان گیرایی کامل (هیدراته شدن) گچ از عوامل تأثیرگذار بر خواص مکانیکی تخته‌های چوب گچ بوده و رابطه مستقیم با این خصوصیات دارد (Rangavar و همکاران، ۲۰۱۴). با افزایش زمان گیرایی گچ، می‌توان خواص مکانیکی را بهبود بخشید اما از طرف دیگر کاهش زمان گیرایی، کاهش خواص مکانیکی را باعث می‌شود. در مطالعه حاضر نیز نتایج ارزیابی زمان گیرایی گچ حاوی سیمان و بدون سیمان، بیانگر این بود که افزودن میزان سیمان تا ۵ درصد، باعث افزایش زمان گیرایی می‌شود که نتیجه آن بهبود خواص مکانیکی تخته‌های چوب گچ است. اما با افزودن ۱۰ درصد سیمان، زمان گیرایی گچ کاهش یافت که در پی آن کاهش خواص مکانیکی نیز مشاهده شد. دلیل تأثیر منفی کاهش زمان گیرایی بر خواص مکانیکی را این‌گونه می‌توان بیان نمود که با آغاز شدن سریع شروع گیرایی گچ و همچنین سخت شدن و گیرایی کامل سریع آن، فرصت کافی برای ایجاد پیوندهای شیمیایی لازم وجود ندارد. درنتیجه عدم تشکیل پیوندهای مناسب بین گچ و خرده چوب‌ها، اتصال مناسب گچ با خرده چوب‌ها به‌منظور به‌دست آمدن حداکثر مقاومت به وجود نیامده که در نتیجه اتصالات تشکیل شده بین گچ و خرده چوب‌ها ضعیف بوده و خواص مکانیکی کاهش یافت. Deng و Furuno (a۲۰۰۱) طی مطالعه‌ای نشان دادند که کاهش زمان گیرایی گچ، سبب کاهش قابل‌توجه خواص مکانیکی در تخته‌های چوب گچ می‌شود. Rangavar و همکاران (۲۰۱۴) نیز در مطالعه خود بیان نمودند که در اثر گیرایی و هیدراته شدن سریع گچ در طی زمان سخت شدن، احتمال به وجود آمدن ترک‌های ریز و مویین در تخته‌های چوب گچ وجود دارد که این ترک‌ها می‌توانند در کاهش خواص مکانیکی تخته‌ها بخصوص مقاومت‌خمشی تأثیر بسزایی داشته باشند.

به‌طورکلی می‌توان بیان نمود که مقدار گچ تأثیر معنی‌داری بر خواص تخته‌های چوب گچ داشته و حد بهینه استفاده از آن در تولید تخته‌های چوب گچ را می‌توان ۲/۷۵ برابر جرم خشک چوب دانست. در مورد تأثیر سیمان نیز می‌توان بیان نمود که افزودن سیمان تأثیر قابل‌توجهی بر بهبود ثبات ابعادی و خواص مکانیکی تخته‌های چوب گچ تولیدی از گچ میکرونیزه داشت. به‌طوری‌که استفاده از سیمان در تولید تخته‌های چوب گچ توانست خواص مکانیکی ضعیف تخته‌های تولیدی با گچ میکرونیزه را که در مطالعات پیشین نیز به آن اشاره‌شده بود، به‌صورت قابل‌توجهی افزایش دهد. در حالت کلی نیز بیشترین میزان ثبات ابعادی، مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته و همچنین مقاومت‌چسبندگی داخلی در تخته‌های چوب گچ تقویت شده با سیمان به‌دست آمد. البته در مورد میزان استفاده از سیمان باید بیان نمود که اگر هدف از تولید تخته‌های چوب گچ استفاده در محیط‌های مرطوب باشد، استفاده از ۱۰ درصد سیمان ارجحیت دارد ولی اگر علاوه بر ثبات ابعادی خواص مکانیکی نیز مدنظر باشد، استفاده از ۵ درصد سیمان به‌عنوان حد بهینه افزودن سیمان برای تقویت خواص تخته‌های چوب گچ توصیه می‌شود.

منابع مورد استفاده

-ASTM C191. 1999. Standard Test Method for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle.

-Doost Hosseini, K., 2007. Wood composite materials, Manufacturing, Aplications. 2nd ed. University of Tehran, 708 p.

-Deng, Y., Furuno, T., Wu, Y., 2001a. Effect of buffers on gypsum particleboard properties, J Wood Sci. 47:356-361.

Archive of SID

www.SID.ir

Eucalyptus Sp. Macromolecular Materials and Engineering, 292(12): 1256-1262.

-Lee, B. H., Kim, H. S., Kim, S., Kim, H. J., Lee, B., Deng, Y., Q, Feng.. & Luo, J., 2011. Evaluating the flammability of wood-based panels and gypsum particleboard using a cone calorimeter. Construction and Building Materials, 25(7):3044-3050.

-Nazerian, M., and Kamyab, M., 2013. Gypsum-bonded particleboard manufactured from agricultural based material. Forest Science and Practice, 15(4): 325-331.

-Pourjouzi, M., and Ebrahimi, GH., 2002. Important differences in some properties of gypsumboard reinforced with two type of natural fibers (Bagasse and Wood). Iranian Journal of Polymer Science and Technology, 15(4): 237-243.

-Rangavar, H., Payan, M.S., and Khojasteh Khosro, S., 2014. Investigation of the type and content of gypsum on the dimensional stability and mechanical properties of gypsum particleboard, 5(1): 45-54.

-Rangavar, H., 2013, Study on the possibility of recycled-banknote utilization in the production of wood gypsum composite-boards. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 4 (1): 87-99.

-Sattler, H., and Lempfer, K., 1989. Gypsum-bonded particleboards and fiberboards. In: Moslemi AA, Hamel MP (eds) Proceedings of the Fiber and Particleboards Bonded with Inorganic Binders. Idaho, USA, p91–93.

-Deng, Y. H., and Furuno, T., 2001b. Properties of gypsum particleboard reinforced with polypropylene fibers. Journal of wood science, 47(6), 445-450.

-Deng, Y., Kim, H., Lei, W., Sun, Z., Jia, Y., Xuan, L., and Kim, S., 2007. Observation and analysis of gypsum particleboard using SEM. Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed., 22(1): 44-47.

-Deng, Y., and Furuno, T., 2002. Study on gypsum-bonded particleboard reinforced with jute fibres. Holzforschung, 56(4): 440-445.

-Espinoza-Herrera, R., and Cloutier, A., 2011. Physical and mechanical properties of gypsum particleboard reinforced with Portland cement. European Journal of Wood and Wood Products, 69(2): 247-254.

-EN 317,1993. Particleboard and fiberboard - Ditermination of swelling in thickness after immersion in water. European committee for standardization.

-EN 310,1993. Wood based panels - Determination of modulus of elasticity and bending strength. European committee for standardization.

-EN 319,1993. Particleboard and fiberboard - Ditermination of tensile strength perpendicular to the plane of the board.

-Kim, S., Kim, J. A., An, J. Y., Kim, H. S., Kim, H. J., Deng, Y., Feng, Q., and Luo, J., 2007. Physico-Mechanical Properties and the TVOC Emission Factor of Gypsum Particleboards Manufactured with Pinus Massoniana and

Archive of SID

www.SID.ir

Improvement of dimensional stability and mechanical properties of gypsum particleboard by adding white cement

S. Khojasteh Khosro[1]*, H. Rangavar[2], M.H. Payan[3] and S.M. Seyydi[4]

1*- Corresponding author, M.Sc student, Wood Science and Technology Department, Faculty of Civil Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran, Email: saiedkhojasteh@ymail.com.
2- Assistant Professor of Wood Science and Technology Department, Faculty of Civil Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran
3- M.Sc., student, Wood Science and Technology Department, Faculty of Civil Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran
4- Bc., Wood Science and Technology Department, Faculty of Civil Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

Received: Dce., 2014 Accepted: Mar., 2015

Abstract

In the present research improvement of dimensional stability and mechanical properties of gypsum particleboard by using white cement was investigated. In manufacturing gypsum particleboard, Micronize gypsum was used in three levels of 2.5:1, 2.75:1 and 3:1 to dried mass of wooden materials. White cement was added in 2 levels of 5 and 10% based on oven dried mass of gypsum to reinforce gypsum particleboard properties. Water absorption, thickness swelling after 2 and 24 hours immersion in water, bending strength, modulus of elasticity and internal bond strength were measured. Vicat needle method was used to investigate the effect of adding cement on setting time of gypsum. The results showed that adding 5% cement based on oven dried mass of gypsum, increased setting time and also mechanical properties. Adding cement over than 5% (10%), significantly improved dimensional stability but reduced setting time of gypsum and mechanical properties of the boards. On the other hand, results indicated that using Micronize gypsum to 2.75 times to dried mass of wooden materials, increased bending strength and modulus of elasticity. Increasing gypsum in to 3 times, reduced bending strength and modulus of elasticity, but improved internal bond strength and dimensional stability.

Keywords: Gypsum particleboard, Micronize gypsum, White cement, Setting time of gypsum, Dimensional stability, Mechanical properties.

Archive of SID

www.SID.ir