

جنگل و فرآورده‌های چوب، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۰۲

ص ۶۳۷-۶۴۵

پتانسیل پسماند واحد های جوهرزدایی کاغذهای باطله در

تولید تخته‌های فیبر گچ

- ❖ بنیامین حاج مهدی؛ کارشناس ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران
- ❖ شادمان پورموسی*؛ استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران
- ❖ احمد جهان لیبیاری؛ استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران
- ❖ آژنگ تاج دینی؛ دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران

چکیده

پسماندهای جوهرزدایی کاغذهای باطله دارای الیاف سلولزی و مواد معدنی هستند و استفاده از آنها بر کاربردها و ویژگی‌های محصول نهایی تاثیر گذار است. برای این منظور تحقیق حاضر با استفاده از پسماند واحدهای جوهرزدایی برای تولید تخته‌های فیبر گچ با نسبت گچ به پسماند، ۱۰۰:۰، ۹۰:۱۰، ۸۰:۲۰، ۷۰:۳۰ و ۶۰:۴۰ طی دو زمان پرس ۱۰ و ۲۰ دقیقه با مقدار فشار ثابت 30 kg/cm^2 به صورت سرد انجام شد و ضخامت تخته ۱۲ میلی متر در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد با توجه به این که پسماند مورد نظر دارای الیافی نرم، کوتاه و با مقدار زیاد مواد معدنی است با افزایش مقدار آن در تخته‌ها اتصال بین گچ و پسماند تحت تاثیر قرار می‌گیرد. اثر مقدار پسماند بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های فیبر گچ در سطح ۹۹ درصد احتمال معنی دار بود. به طوری که بیشترین جذب آب، واکشیدگی ضخامتی و کمترین دانسیته تخته‌ها برای ترکیب ۶۰:۴۰ درصد گچ به پسماند به ترتیب ۲۹/۷ درصد، ۲/۱۵ درصد و $0/616 \text{ g/cm}^3$ به دست آمد از طرفی کمترین مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته برای ترکیب ۳۰:۷۰ درصد گچ به پسماند به مقدار $1/7655 \text{ MPa}$ و $1/598 \text{ GPa}$ به دست آمد. زمان پرس در سطح ۹۵ درصد احتمال بر مقاومت‌های فیزیکی تخته‌ها معنی دار نبود. بر اساس نتایج تحقیق و حساسیت کمتر برخی از کاربردهای صنعتی تخته‌های فیبر گچ به مقاومت‌های فیزیکی می‌توان پیشنهاد داد که پسماندهای واحدهای جوهرزدایی کاغذهای باطله با رعایت برخی از الزامات، در تولید تخته‌های فیبر گچ برای مصارف داخلی مانند سقف‌های کاذب استفاده شود.

واژگان کلیدی: پسماند جوهرزدایی، تخته فیبر گچ، کاربردهای عایقی، ویژگی‌های فیزیکی، ویژگی‌های مکانیکی.

مقدمه

یکی از بزرگترین مشکلات صنایع بازیافت کاغذ در واحدهای جوهرزدایی، پسماندهایی است که ایجاد آنها با توجه به کارایی سیستم‌های مورد استفاده، ویژگی‌های اولیه انواع کاغذهای باطله و سطح توقع مشتریان نهایی اجتناب ناپذیر می‌باشند. روش‌های مختلفی برای مدیریت پسماندهای کاغذ سازی وجود دارد که دفن کردن، استفاده از آن به عنوان منبع سوخت در بویلرها، تهیه کمپوست [۱]، تولید اتانول [۲] و ساخت صفحات فشرده چوبی و چوب سیمان [۳، ۴] از آن جمله هستند. دفن پسماندهای کاغذسازی در زمین علاوه بر اقتصادی نبودن، مشکلات زیست محیطی و آلودگی آب‌های زیر زمینی را نیز موجب می‌گردد، از طرفی برای دفن آن نیاز به سطح وسیعی از زمین می‌باشد [۵]. طول الیاف پسماند کاغذسازی بسیار کوتاه بوده و برای ساخت کاغذ مناسب نیست [۶]. کاربرد پسماندها به عنوان منبع انرژی با وجود استقبال در کشورهایی که پسماندهای تجمیع شده دارند، معیایی مانند مقدار رطوبت بالای پسماند، آلودگی هوا، درصد بالای خاکستر به جای مانده و هزینه عملیاتی زیاد را به دنبال دارد.

فرآورده‌های مرکب چوبی از ترکیب چوب به شکل خرده چوب یا الیاف با مواد دیگر مثل الیاف مصنوعی، معدنی یا اتصال دهنده، چسب‌های معدنی یا آلی و یا مواد پلیمری تولید می‌گردند. نتایج پژوهش‌ها بکارگیری پسماندهای کشاورزی نظیر باگاس، سبوس، و پوست نارگیل در ساخت فرآورده‌های مرکب چوبی را نشان می‌دهد [۳]. تخته‌های چوب گچ از متداول‌ترین فرآورده‌های مرکب چوبی ساخته شده با اتصال

دهنده‌های معدنی می‌باشد [۷، ۸]. که دارای ویژگی‌های مهم کاربردی از جمله سبکی، عایق بودن، داشتن مقاومت‌های مکانیکی و فیزیکی مناسب هستند. از طرفی فراوانی ماده اولیه، مواد کمکی ارزان و در دسترس بودن آن‌ها، سادگی طرح تولیدی و هزینه کمتر تجهیزات خط تولید نقش موثری در خصوص جایگزینی آن‌ها با محصولات مشابه دارد [۹]. در داخل ساختمان که مسئله انتشار گاز فرم‌الدئید از اهمیت زیادی برخوردار است صفحات چوب گچ کاربرد گسترده‌ای پیدا کرده‌اند و برای پوشش کف، سقف، پوشش داخلی دیوارها و دیوارهای جداکننده مورد استفاده قرار می‌گیرند [۱۰]. محصولات حاصل از مواد چوبی و پیوند دهنده‌های معدنی، مقاومت بیشتری در برابر گرمای زیاد دارند و سبک‌تر از موادی هستند که فقط از پیوند دهنده‌های معدنی تشکیل یافته‌اند [۱۱]. پانل‌های حاصل از فرایند نیمه خشک نسبت به فرایند تر به علت پایین بودن رطوبت آن‌ها، با مصرف انرژی کمتری تولید می‌شوند [۶]. استفاده از پوشش‌های تزئینی مانند رنگ و انواع روکش‌های طبیعی و مصنوعی (کاغذهای آغشته به رزین)، و یا افزودن تا ده درصد سیمان علاوه بر بهبود سختی و مقاومت پانل‌های فیبر گچ، رطوبت‌پذیری آن‌ها را کاهش می‌دهد [۱۲]. مهمترین مزیت استفاده از مواد معدنی، قابلیت تحمل دمای بالا و توانایی این مواد برای محافظت از ذرات چوب در ماده اتصال دهنده معدنی است [۱۳]. در شرکت محصولات کاغذی لطیف روزانه ۳۰ تن پسماند جوهرزدایی ایجاد می‌گردد که با توجه به راه‌اندازی واحدهای کوچک تولید فرآورده‌های سلولزی بهداشتی جدید در کشور میزان پسماند مذکور به بیش از ۵۰ تن در روز میرسد و با فرض سالیانه ۳۰۰ روز کاری در

قرار داده شدند تا به رطوبت مورد نظر برسند و سپس در محیطی با دمای ۷۰ الی ۸۰ درجه سانتیگراد با تهویه دائمی خشک شدند [۱۳]. با توجه به دانسیته متفاوت مواد اولیه مصرفی و نسبت های مختلف گچ و ثابت بودن ضخامت در همه تخته های فیبر گچ، دانسیته تیمارها متفاوت بود که تاثیر عوامل متغیر بر دانسیته نیز بررسی شد.

نسبت پسماند کاغذ سازی به گچ در ۵ سطح، صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ درصد و در چهار تکرار استفاده شد. زمان پرس در دو سطح ۱۰ و ۲۰ دقیقه در نظر گرفته شد.

اندازه گیری خواص فیزیکی و مکانیکی تخته های

فیبر گچ

نمونه ها برای انجام آزمایش های مکانیکی (خمش و مدول الاستیسیته) بر طبق استاندارد ASTM D 1037 82 اندازه بری و از دستگاه اینسترون مدل ۴۰۶۴ برای آزمون آزمون ها با بارگذاری یک نقطه ای و سرعت بارگذاری ۱۰ mm/min استفاده شد.

جذب آب و واکنش پذیری ضخامت در ۲ و ۲۴ ساعت بر اساس استاندارد DIN/EN 317 و با استفاده از رابطه های زیر اندازه گیری شد.

$$\%WA_r = [(W_r - W_h) / (W_h)] \times 100 \quad (1)$$

$$\%WA_{r,t} = [(W_{r,t} - W_h) / (W_h)] \times 100 \quad (2)$$

W_h : وزن نمونه در شرایط آزمایشگاه (g)

W_r : وزن نمونه پس از ۲ ساعت غوطه وری (g)

$W_{r,t}$: وزن نمونه پس از ۲۴ ساعت غوطه وری (g)

$WA_r\%$: جذب آب در ۲ ساعت (%).

جذب آب در ۲۴ ساعت (%).

$$\%TS_r = [(T_r - T_h) / (T_h)] \times 100 \quad (3)$$

شرکت های مذکور میزان تولید سالیانه پسماندهای جوهرزدایی به حدود ۱۵۰۰۰ تن بالغ می گردد. هدف از این تحقیق امکان کاربرد پسماندهای جوهرزدایی در صنعت کاغذسازی در تولید تخته های فیبر گچ است تا بتوان از مشکلات زیست محیطی مربوط به دفن آن ها کم کرد و از آن به عنوان جایگزین احتمالی چوب در ساخت فرآورده های مرکب چوبی استفاده نمود.

مواد و روش ها

در این تحقیق از پسماند واحد جوهرزدایی شرکت محصولات کاغذی لطیف و گچ ساختمانی ساوه استفاده شده است. قالبی با ابعاد $270 \times 350 \text{ mm}^2$ از جنس فولاد و به حالت پیچی ساخته شد تا تخته ها هنگام خارج شدن از قالب دچار شکستگی نگردند. الیاف خشک پسماند و گچ خشک آماده شده با دقت با یکدیگر مخلوط شده و سپس آب با نسبت وزنی ۴۰ درصد به صورت پودری به مخلوط الیاف گچ پاشیده تا ترکیب یکنواخت تر الیاف گچ به دست آید. پس از تهیه مخلوط، آن را به دقت داخل قالب ریخته و در زیر و روی آن فویل آلومینیومی که مانع از چسبندگی مخلوط به صفحات می شود قرار داده شد. تخته های فیبر گچ، پس از قالب گیری برای رسیدن به ضخامت ۱۲ میلی متر در زیر دستگاه پرس سرد با فشار ۳۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع به مدت ۱۰ و ۲۰ دقیقه قرار داده شدند. تخته ها پس از مدت زمان تعیین شده از زیر پرس برداشته و سپس از درون قالب خارج شدند. تخته ها برای گیرایی مناسب به مدت ۳۰ دقیقه در فضای آزاد نگهداری شدند. برای کاهش رطوبت، تخته ها را در حرارت ۲۰ درجه سانتی گراد و رطوبت ۶۰ درصد به مدت یک هفته

فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سطح اطمینان ۹۵٪ تجزیه و تحلیل شدند. برای مقایسه میانگین گروه‌ها از آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های پسماند مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده است. همانطوری که ملاحظه می‌گردد بیش از نیمی از یک واحد پسماند خشک را خاکستر تشکیل می‌دهد. اکسید کلسیم، دی اکسید سیلیسیم، اکسید منیزیم و اکسید آلومینوم بیش از ۹۵ درصد کل خاکستر پسماندرا تشکیل می‌دهند [۴].

$$\%TS_{T_f} = [(T_{T_f} - T_h) / (T_h)] \times 100 \quad (۴)$$

T_h : ضخامت نمونه در شرایط آزمایشگاه (mm)

T_f : ضخامت نمونه پس از ۲ ساعت غوطه‌وری

(mm)

T_{T_f} : ضخامت نمونه پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری

(mm)

$TS_{T_f}\%$: واكشیدگی ضخامت ۲ ساعته (٪).

$TS_{T_{T_f}}\%$: واكشیدگی ضخامت ۲۴ ساعته (٪).

برای تجزیه و تحلیل نتایج و اطلاعات به دست آمده در این تحقیق از نرم افزار آماری SPSS استفاده شد. برای بررسی اثر عوامل متغیر تحقیق با استفاده از آزمون

جدول ۱. ویژگی‌های شیمیایی پسماند مصرفی (٪) (براساس وزن خشک پسماند)

ویژگی‌های شیمیایی	لیگنین (٪)	سلولز (٪)	سایر مواد (٪)	مواد معدنی (٪)	pH
میانگین	۱۵/۴۱	۲۲/۸۳	۱۱/۵۶	۵۰/۲	۸/۲۳
انحراف معیار	۱/۹۸	۴/۰۷۲	۱/۲۳	۰/۲۵	۰/۰۱۶
ویژگی‌های فیزیکی	طول الیاف (mm)	قطر الیاف (μ)	ضریب لاغری	درصد خشکی	مواد آلی (٪)
میانگین	۱/۰۴	۲۵	۴۱/۶۰	۴۵	۴۹/۸
انحراف معیار	۰/۳۵	۲/۱	۳/۲	۳	۰/۱۸

مدول الاستیسیته (در جدول ۲، نشان داده شده است. گروه بندی‌های دانکن که با توجه به معنی داری اختلاف میانگین‌ها با سطح اطمینان ۹۹ درصد ترسیم شده است حاکی از آن است که با بیشتر شدن سهم نسبی الیاف در ترکیب نهایی تخته‌ها، دانسیته کاهش می‌یابد البته در مقادیر مصرف بیشتر الیاف به علت خاصیت برگشت پذیری ضخامت تخته‌ها، دانسیته بیشتر تحت تاثیر قرار گرفته است. با کاهش دانسیته کاهش کلیه مقاومت‌های مکانیکی قابل تفسیر می‌شوند. با بیشتر شدن الیاف به علت ایجاد بافتی نایکسان در تخته، فرصت کافی برای گیرایی گچ به تخته داده

نتایج حاصل از اندازه گیری ویژگی‌های پسماند مشخص کرد که الیاف پسماند مصرفی به دلیل بازیافتی بودن و پالایش‌های متعدد دارای الیاف نرم و کوتاه می‌باشند که با داشتن خاصیت قلیائی (۸/۲۳) و خاکسترزیاد (۵۰/۲ ٪) می‌توانند بر دانسیته و کیفیت اتصال تخته‌های ساخته شده و در نتیجه بر ویژگی‌های مقاومتی و خواص فیزیکی آن اثر گذار باشد.

خصوصیات مکانیکی

نتایج تاثیر مستقل درصد پسماند واحد جوهرزدایی بر دانسیته و ویژگی‌های مکانیکی (مقاومت خمشی و

نشان از نبود اختلاف معنی داری میانگین ها با سطح اطمینان ۹۵ درصد می باشد در نتیجه می توان فرض نمود که رفتار تخته های فیبر گچ در درصدهای یکسان پسماند با سطوح متغیر مدت زمان پرس شبیه هم می باشد. در پانل های با ۱۰ درصد وزنی پسماند، بیشترین مقادیر مدول الاستیسیته مشاهده شدو با افزایش میزان پسماند مدول الاستیسیته روند کاهشی را نشان داد که با مطالعات پورجوزی و ابراهیمی (۲۰۰۴) و سلطان (۲۰۰۱) همخوانی داشت.

با زیاد شدن پسماند، سهم ماده معدنی گچ در تیمار مربوطه کاهش می یابد و با توجه به افزایش سطح مخصوص الیاف، هم پوشانی بین الیاف و گچ کمتر شده و در نتیجه اتصال بین آن ها نیز کاهش می یابد. مواد استخراجی و خاکستر موجود در پسماند نیز مانع از انجام بهتر واکنش هیدراسیون می شود لذا مقاومت خمشی با افزایش پسماند کاهش پیدا می کند. بر این اساس سیماتوپسینگ (۱۹۹۰)، در مورد بهبود اتصال بین گچ و چوب در تخته های گچ ساخته شده از چوب گونه توس نشان داد که مواد استخراجی موجود در چوب از ایجاد پیوندهای قوی بین چوب و گچ جلوگیری می کنند البته اثر بازدارندگی فوق را می توان با شستشو و استفاده از مواد تسریع کننده واکنش کاهش داد.

نمی شود و با افزایش بیشتر الیاف، به علت ایجاد ترک های موئین مقاومت های مکانیکی نیز کاهش می یابند. دنگ و همکاران (۲۰۰۱)، عنوان داشتند که کاهش زمان گیرایی باعث کاهش مقاومت های مکانیکی در تخته های فیبر گچ می شود [۱۲]. رنگاور و همکاران (۲۰۱۵)، نشان دادند که با بیشتر شدن سهم نسبی خرده چوب در ترکیب نهایی تخته به علت ایجاد ترک های موئین مقاومت های مکانیکی کاهش می یابد [۹].

نتایج تاثیر مستقل زمان پرس تخته های فیبر گچ بر دانسیته و ویژگی های مکانیکی (مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته) در جدول ۳، نشان داده شده است. گروه بندی های دانکن که با توجه به نبود اختلاف معنی داری میانگین ها با سطح اطمینان ۹۵ درصد ترسیم شده است حاکی از آن است که با بیشتر شدن زمان پرس، دانسیته و مقاومت های مکانیکی تغییر قابل توجهی نداشتند. بنابراین با توجه به محدودیت های هزینه ای و اقتصادی در تولید تخته های فیبر گچ با پسماند واحد های جوهرزدایی ترجیحا زمان پرس ده دقیقه می تواند انتخاب بهینه باشد.

نتایج تاثیر متقابل درصد پسماند و زمان پرس تخته های فیبر گچ بر دانسیته در جدول ۴ و ویژگی های مکانیکی (مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته) در شکل های ۱ و ۲، نشان داده شده است. گروه بندی های دانکن

جدول ۲. تاثیر مستقل الیاف پسماند بر ویژگی های مکانیکی تخته های فیبر گچ

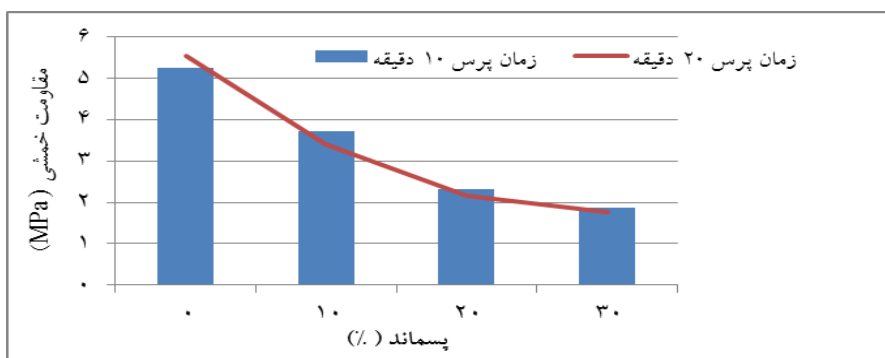
پسماند (%)	دانسیته (g/cm ³)	مدول الاستیسیته (GPa)	مقاومت خمشی (MPa)
۰	۱/۲۸ ^{a**}	۷/۱۶ ^{a**}	۵/۴۰ ^{a**}
۱۰	۱/۱۹ ^{b**}	۴/۵۶ ^{b**}	۳/۵۶ ^{b**}
۲۰	۱/۱۷ ^{b**}	۳/۱۱ ^{c**}	۲/۲۳ ^{c**}
۳۰	۰/۸۴ ^{c**}	۱/۶۰ ^{d**}	۱/۴۴ ^{d**}
۴۰	۰/۶۵ ^{d**}		به علت تردی نمونه قابل اندازه گیری نبود

جدول ۳. تاثیر مستقل زمان پرس بر ویژگی های مکانیکی تخته های فیبر گچ

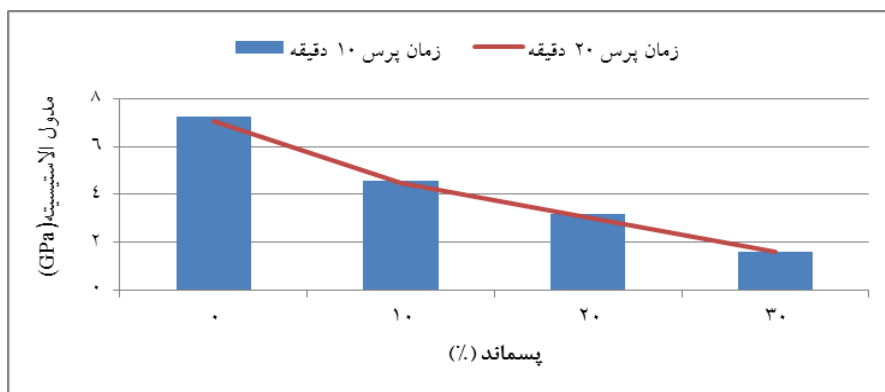
زمان پرس (دقیقه)	دانسیته (g/cm ³)	مدول الاستیسیته (MPa)	مقاومت خمشی (MPa)
۱۰	۱/۰۳ ^a	۴/۲۱ ^a	۳/۲۹ ^a
۲۰	۱/۰۳ ^a	۴/۰۴ ^a	۳/۲۲ ^a

جدول ۴. تاثیر متقابل درصد پسماند و زمان پرس بر دانسیته تخته ها

دانسیته (/g/cm ³)	عوامل متغیر	
	زمان پرس (دقیقه)	درصد الیاف پسماند (%)
۱/۲۷±۰/۱۹	۱۰	۰
۱/۲۹±۰/۲۸	۲۰	۰
۱/۱۸±۰/۲۵	۱۰	۱۰
۱/۱۹±۰/۱۹	۲۰	۱۰
۱/۱۴±۰/۰۶	۱۰	۲۰
۱/۲۰±۰/۰۷	۲۰	۲۰
۰/۸۷±۰/۰۸	۱۰	۳۰
۰/۸۷±۰/۰۹	۲۰	۳۰
۰/۶۳±۰/۰۸	۱۰	۴۰
۰/۶۵±۰/۰۹	۲۰	۴۰



شکل ۱. تاثیر متقابل درصد پسماند و زمان پرس بر مقاومت خمشی



شکل ۲. تاثیر متقابل الیاف پسماند و زمان پرس بر مدول الاستیسیته

خصوصیات فیزیکی

کمترین جذب آب پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری، در ترکیب های با نسبت پسماند کمتر به دست آمد (جدول ۵). با افزایش سهم الیاف در ترکیب ها، همپوشانی ماده معدنی گچ و الیاف کاهش یافته و جذب آب بیشتری گردد. موهان (۱۹۷۲) در مطالعه اثر نسبت گچ به چوب برای خواص فیزیکی پانل فیبر گچ نشان داد که با افزایش خرده چوب میزان جذب آب و واکنشیدگی پانل بیشتر می شود البته واکنشیدگی ضخامت یک خاصیت منفی برای فرآورده های مرکب بوده و کاربرد آنها را محدود می کند. پورجوزی و ابراهیمی (۲۰۰۴)، عنوان کردند که با افزایش مقدار الیاف در تخته فیبر گچ، واکنشیدگی ضخامت تخته افزایش می یابد.

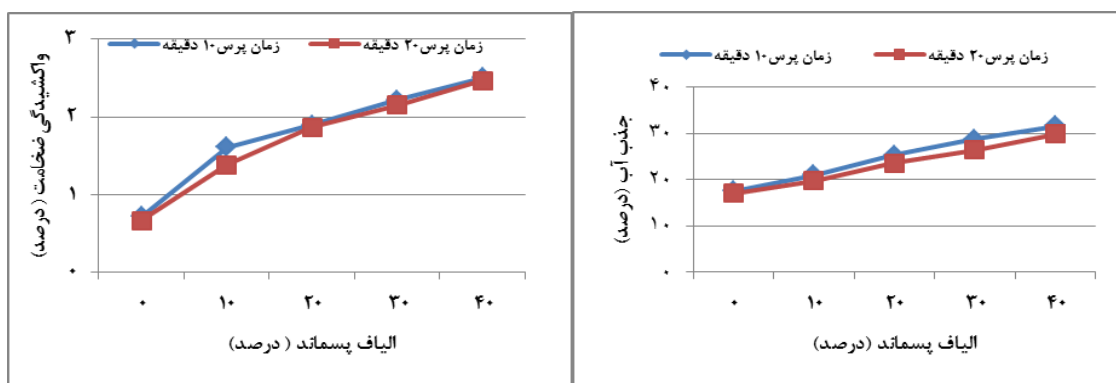
نتایج تاثیر مستقل و متقابل عوامل متغیر (درصد پسماند و زمان پرس) بر ویژگی های فیزیکی تخته های فیبر گچ در جداول ۵، ۶ و شکل ۳ نشان داده شده است. تنها تاثیر مستقل الیاف پسماند بر ویژگی های فیزیکی تخته های فیبر گچ با سطح احتمال ۹۹٪ معنی دار می باشد. کمترین مقدار افزایش ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه وری در آب در نمونه با گچ تنها و سپس با ترکیب با ۱۰ درصد وزنی پسماند جوهرزدایی مشاهده شد (شکل ۳). تاثیر مستقل زمان پرس و اثر متقابل زمان پرس و مقدار پسماند بر روی واکنشیدگی ضخامت تخته های فیبر گچ تفاوت معناداری را نشان نداد (جدول ۶ و شکل ۳).

جدول ۵. تاثیر مستقل الیاف پسماند بر ویژگی های فیزیکی تخته های فیبر گچ

پسماند (%)	واکنشیدگی ضخامت (%)		جذب آب (%)	
	۲ ساعت	۲۴ ساعت	۲ ساعت	۲۴ ساعت
۰	۰/۵۵ ^a	۰/۶۶ ^a	۱۲/۶۳ ^a	۱۶/۹۶ ^a
۱۰	۰/۹۰ ^b	۱/۳۸ ^b	۱۴/۲۵ ^a	۱۹/۷۵ ^a
۲۰	۱/۵۳ ^c	۱/۸۷ ^c	۱۹/۳۶ ^b	۲۳/۵۴ ^b
۳۰	۱/۷۴ ^d	۲/۱۵ ^d	۲۲/۶۰ ^c	۲۶/۳۷ ^b
۴۰	۱/۹۹ ^e	۲/۴۶ ^e	۲۴/۸۵ ^c	۲۹/۷۹ ^b

جدول ۶. تاثیر مستقل زمان پرس بر ویژگی های فیزیکی تخته های فیبر گچ

زمان پرس (دقیقه)	واکنشیدگی ضخامت (%)		جذب آب (%)	
	۲ ساعت	۲۴ ساعت	۲ ساعت	۲۴ ساعت
۱۰	۱/۳۰ ^a	۱/۷۸ ^a	۱۸/۷۴ ^a	۲۴/۸۱ ^a
۲۰	۱/۲۹ ^a	۱/۷۲ ^a	۱۸/۲۹ ^a	۲۳/۲۸ ^a



شکل ۳. تاثیر متقابل الیاف پسماند و زمان پرس بر واکنشیدگی ضخامت و جذب آب تخته ها

نتیجه گیری

با زیاد شدن مقدار پسماند در تخته های فیبر گچ، سطح مخصوص الیاف بیشتر شده، هم پوشانی بین الیاف و گچ کاهش یافته و اتصال بین آن ها نیز ضعیف می شود. از طرفی دلیل ثابت بودن ضخامت در تمام تخته های ساخته شده با افزایش پسماند، دانسیته تخته های ساخته شده کاهش پیدا کرد که عاملی مهم در کاهش خواص مکانیکی و افزایش خواص فیزیکی محسوب می شود.

با توجه به مشخصات مواد اولیه مورد استفاده و انتخاب مناسب فرآیند ساخت، امکان تولید تخته های فیبر گچ از پسماندهای واحدهای جواهرزدایی

کارخانجات کاغذسازی وجود دارد. مناسب ترین تیمار برای ساخت تخته های فیبر گچ را با توجه به کاربرد آن می توان تعیین کرد. بنابراین تخته با ترکیب ۷۰٪ گچ و ۳۰٪ پسماند را به دلیل دانسیته کم در داخل ساختمان به عنوان سقفهای کاذب می توان استفاده نمود که محدودیت های مربوط به مقاومت های فیزیکی و مکانیکی را ندارند. با انجام و تجاری سازی تولید پانل های سقف کاذب از پسماندهای جواهرزدایی که حاوی مواد معدنی و مواد استخراجی بالایی هستند می توان از میزان آلودگی مربوط به دفن این گونه پسماندها کم کرد و بهره وری مناسبی را از نظر محدودیت تامین ماده اولیه برای واحدهای متقاضی ایجاد نمود.

References

- [1]. Alton, G. (1991). Composting a combined RMP/CMP pulp and paper sludge. *Tappi Journal*, 74(9):183-191.
- [2]. Lee, P.W., and Iison, J. (1996). Tensile strength of composites from hanji (Korean paper) sludge mixed with wood fiber or particle. *Department of Forest Product, Seoul national University journal*, Suwon: 441-744, Korea.
- [3]. Elvira, K. (2001). Housing construction material from paper mill sludge. *Department of Forest and Paper Science. Proceeding of 5th international workshop on the use of paper industry sludge*: 68-80.
- [4]. Yadollahi, R., Hamzeh, Y., Ashori, A., Pourmousa, Sh., Jafari, M., and Rashedi, K. (2013). Reuse of waste sludge from papermaking process in cement composites. *Polymer Engineering Science*:53(1): 181-185.
- [5]. Mirshokraei, S.A (2000). *Pulp and Paper Technology*. Payamnoor University Tehran. Vol.2.P, 271.
- [6]. Horace, K., Moo, Y., and Charles, E .O. (1999). The Future of paper industry waste Management. *Department of Civil and Environmental Engineering, Lehigh University. proceeding of 5th international workshop on the use of paper industry sludge*:81-99.
- [7]. Doris, O. C., and Pelkonen, H. (2001). Generation and Characterization of paper Mill sludge. *Department of Science and Technology. Proceeding of 5th international workshop on the use of paper industry sludge*: 15-22.
- [8]. 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 particle boards manufactured with *Pinus massoniana* and *Eucalyptus Sp*. *Macromolecular Materials and Engineering* 292(12):1256-1262.
- [9]. Rangavar, H., Payan, M.H., and Khojaste Khosro, S. (2014). Investigation of the type and content of gypsum on the dimensional stability and mechanical properties of gypsum particleboard, *Iranian Journal of Wood and Paper Industries*,5(1):45-54
- [10]. Espinoza-Herrera, R., and Cloutier, A. (2011). Physical and mechanical properties of gypsum particle board reinforced with Portland cement. *European journal of Wood and Wood Products* 69(2):247-254.
- [11]. Lee ,B.H ., Kim,H.S., Kim,S., Kim,H.J., Lee ,B ., Deng ,Y., Feng,Q., and Luo,J. (2011). Evaluating the flammability of wood –based panels and gypsum particle board using calorimeter .*Construction and Building Materials* 25:3044-3050.
- [12]. Deng, Y., Xuan, L., and Feng, Q. (2006). Effect of water proof agent on gypsum particle board properties. *Holzforschung*, 60(3):318-321.
- [13]. Pourjozi, M ., and Ebrahimi, Gh. (2004). Important differences in some properties of gypsum board reinforced with two types of natural fibers (Bagasse and Wood), *Journal of Science and Polymer Technology*, 15(4):237-244.
- [14]. Sultan, M., and Lougheed, G. (2001). Fire Resistance of Gypsum Board Wall Assemblies, *Construction Technology Update* No.2.
- [15]. Simatupcing, A., Wolter, K., and Ming, H. (1990). On the real structure of gypsum crystals, *Crystal Research and Technology* 37 (23): 207–218.
- [16]. Mohan, D. (1972). The use of bamboo and Waste in building construction. *United Nations Document ST/SOA/113*. New York: Department of Economic and Social Affairs. United Nations Publication sales. 12 (2):23-28.