

تفاوت‌های مهم برخی خواص تخته گچ مسلح با دو نوع الیاف طبیعی (باگاس و چوب)

Important Differences in Some Properties of Gypsumboard Reinforced with Two Types of Natural Fibers (Bagasse and Wood)

محمد پورجوژی*؛ قنبر ابراهیمی^۱

۱- گیلان، شهرک ولیعصر چوکا، پردیس ۳ دانشکده فنی دانشگاه تهران (صنایع سلولوزی)، صندوق پستی ۴۳۸۴۱/۱۱۹

۲- کرج، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، صندوق پستی ۳۱۵۸۵/۴۳۱۴

دریافت: ۸۰/۹/۲۱، پذیرش: ۸۱/۴/۳۰

چکیده

الیاف لیگنو سلولوزی (مثل چوب) برای بهبود مقاومت خمشی و جلوگیری از شکست ناشی از تردی تخته گچ‌ها بکار می‌روند. کامپوزیت حاصل به تخته فیر گچی موسوم است. دو نوع الیاف، باگاس و چوب حاصل از کارخانه تخته فیر در پنج درصد وزنی متفاوت (۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰) نسبت به گچ برای تولید نمونه‌های تخته فیر گچی مورد استفاده قرار گرفتند. از گچ ساختمانی با درصد بیشتری از بنا همی هیدرات استفاده شد. فرایند ساخت از نوع نیمه خشک بود و نسبت وزنی آب به گچ ۰/۴ در نظر گرفته شد. فرایند اختلاط دو مرحله‌ای شامل اختلاط خشک الیاف با گچ که منجر به یک مخلوط همگن شد و در مرحله بعدی افزایش مداوم آب به مخلوط اولیه بود. سپس، مخلوط قالب بندی و متراکم شد تا آبدار شدن گچ شروع شود و در نهایت نمونه‌ها خشک شدند (دارای رطوبت ۱ تا ۲ درصد). برای اندازه‌گیری خواص تخته‌ها، آزمایشهای مکانیکی شامل خمش ایستا، چسبندگی داخلی، فشار موازی سطح الیاف بر طبق استاندارد ASTM D ۱۰۳۷-۸۲ و نیز آزمایشهای فیزیکی شامل جذب آب و تورم در ۲ و ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد. تخته‌های ساخته شده از الیاف چوب نسبت به تخته‌های ساخته شده از باگاس از نظر خواص مکانیکی در سطح پایستری بودند، ولی بین دو نوع الیاف باگاس و چوب در خواص فیزیکی تفاوت معنی داری مشاهده نشد. همچنین، در بین درصد‌های وزنی مختلف الیاف به گچ در هر دو نوع تفاوت خاصی دیده نشد، ولی در ۲۰ درصد وزنی الیاف چوب و ۱۵ درصد وزنی الیاف باگاس بهترین خواص فیزیکی و مکانیکی حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: تخته فیر گچی، کامپوزیت، پیوند دهنده معدنی، الیاف طبیعی، باگاس

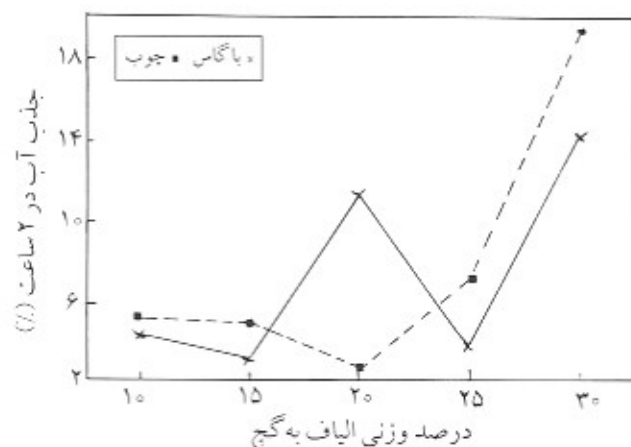
Key Words: gypsum fiberboard, composite, inorganic binder, natural fibers, bagasse

مقدمه

در دهه اخیر تلاشهای فراوانی در سراسر دنیا برای ساخت کامپوزیت از ذرات چوب (الیاف یا خرده‌ها) با پیوند دهنده‌های معدنی مثل

سیمان و گچ انجام شده است. دو بخش اصلی این کامپوزیتها، یعنی ذرات چوب و پیوند دهنده‌های معدنی به دلیل ماهیت خاص خود، خواص ویژه‌ای را در محصول نهایی ایجاد می‌کنند. هدف از

* مسئول مکاتبات، پیام نگار: M-pourjouzi@yahoo.com



شکل ۲- تغییرات جذب آب پس از ۲ ساعت برای تخته‌های دارای الیاف چوب و الیاف باگاس با درصدهای وزنی متفاوت الیاف به گج.

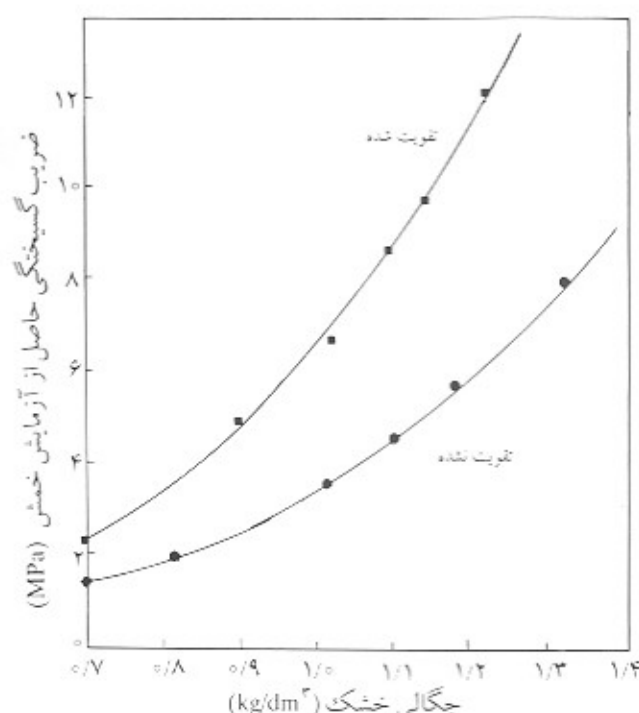
این (modulus of rupture) بکارگرفته می‌شوند. موفقیت در این آمیختگی بستگی به نوع مواد تقویت کننده و همچنین به مقدار و پیوند آن با ماده پرکننده گج دارد. طبق شکل ۱ تخته گج تقویت شده مقاومت خمشی بیشتری در مقایسه با تخته تقویت نشده دارد [۳].

این تخته‌ها از مدتها قبل در چند کشور برای ساختمان سازی تولید شده‌اند. قدیمی‌ترین تکنولوژی ساخت تخته فیبر گچی در سوئیس طی سالهای ۱۹۴۰ تا ۱۹۴۵ ابداع شده است، زمانی که به علت کمبود سیمان و آزیست پژوهشگران دریافتند که از گج و الیاف چوب به ترتیب برای جایگزینی سیمان و آزیست می‌توانند استفاده کنند. نحوه اختلاط دو بخش گج و چوب با آب برای آبدار شدن گج و نیز میزان مصرف آب از آن زمان تاکنون تغییرات زیادی پیدا کرده است تا محصولات با کیفیت بهتر و فرایندهای با مصرف انرژی کمتر و غیر آلوده کننده ساخته شوند [۴].

در مقایسه با تخته‌های با پیوند دهنده‌های آلی، تخته فیبر و تخته خرده چوب گچی مقدار پیوند دهنده بیشتری لازم دارد (جدول ۱)، زیرا سطح مخصوص سیستم‌های معدنی در حدود ۱۰۰۰ مرتبه

جدول ۱- موازنه مواد برای ساخت تخته خرده چوب و تخته فیبر.

نوع تخته	نسبت وزنی	جگالی تخته
تخته خرده چوب با پیوند دهنده گج	(۰/۱۵-۰/۳۰)/۱	۰/۹-۱/۳
تخته فیبر با پیوند دهنده گج	(۰/۱۰-۰/۲۵)/۱	۰/۹-۱/۳
تخته خرده چوب با رزینهای معمولی	(۸-۱۵)/۱	۰/۵-۰/۸
تخته فیبر با رزینهای معمولی	(۳۰-۴۸)/۱	۰/۳-۰/۹

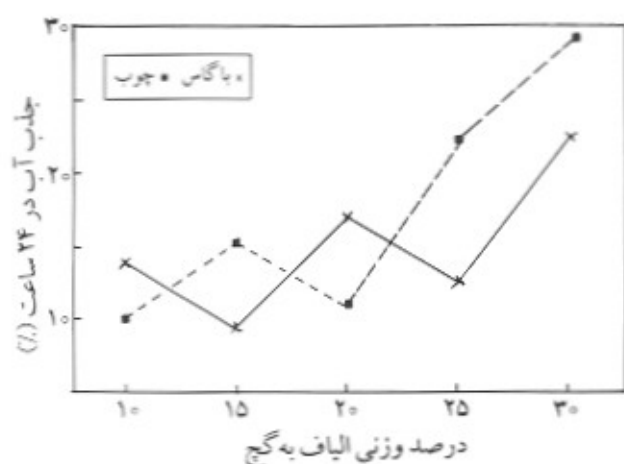


شکل ۱- ضریب گسیختگی حاصل از آزمایش خمش برای گج تقویت شده و تقویت نشده در برابر چگالی.

بکارگیری مواد چوبی کاهش چگالی، کاهش ترکها و ایجاد مواضع واکنش است و هدف از بکارگیری پیوند دهنده معدنی بهبود مقاومت در برابر اشتعال، کاهش صدمات زیست‌شناختی و بهبود هوازدگی (weathering) است. بطور خلاصه کامپوزیت حاصل از این دو بخش (مواد چوبی و پیوند دهنده‌های معدنی) دارای مقاومت در برابر گرمای زیاد است و سبکتر از موادی است که فقط از پیوند دهنده‌های معدنی تشکیل یافته‌اند [۱].

گج به دلیل ارزان بودن و نیز تولید فراوان حتی به عنوان محصول فرعی سایر صنایع و از طرف دیگر، به علت داشتن زمان آبدار شدن کوتاهتر (در حدود ۳۰ دقیقه) و نداشتن تاثیرات جنبی بر ذرات چوبی در مقایسه با سیمان در ساخت محصولات کامپوزیت چوب و گج مورد توجه فراوان قرار گرفته است. با استفاده از الیاف چوب و گج به عنوان پیوند دهنده و به کمک فرایندهای مخصوص، اوراق یا تخته‌هایی ساخته می‌شوند که تحت عنوان تخته گج تقویت شده با الیاف یا تخته فیبر گچی (gypsum fiberboard) نامیده می‌شوند. توزیع یکنواخت الیاف در این تخته‌ها موجب تقویت آنها می‌شود [۲].

محصول نهایی بعد از آبدار شدن گج شکننده است و مقاومت کمی در مقابل تنش وارد شده دارد، از این رو الیاف آلی (مثل چوب، باگاس یا کاه ...) برای بهبود مقاومت و کاهش شکنندگی و تقویت خمش از جمله مدول کشسانی و ضریب گسیختگی



شکل ۳- تغییرات جذب آب پس از ۲۴ ساعت برای نخته‌های دارای الیاف چوب و الیاف باگاس با درصدهای وزنی متفاوت الیاف به گج.

استفاده شد. در اثر افزودن ۰/۵ درصد سریش نسبت به وزن گج، تغییرات زمان گیرایی گج طبق جدول ۲ خواهد بود.

در این پژوهش، از الیاف مورد استفاده در کارخانه تولید نخته فیبر (حسن رود گیلان) به روش تر از گونه انجیلی (*parotia persica*) با طول متوسط الیاف ۱۲۵۰ میکرون استفاده شد. الیاف بعد از حمل به آزمایشگاه خشک شدند (دارای رطوبت ۸ تا ۱۰ درصد). سپس با الک با مش ۸ جداسازی انجام شد و الیاف به هم چسبیده از یکدیگر جدا شدند. الیاف باگاس از نوع (*Sugar Cane-Sacharum Officinatum*) نیز که از خرد کردن ساقه باگاس بدست آمده و قبلاً در کارخانه تولید شکر مغز زدایی شده بود با طول متوسط الیاف ۱۳۰۰-۱۲۵۰ میکرون برای مقایسه با الیاف نخته فیبر مورد استفاده قرار گرفت.

دستگاهها

در این پژوهش، آزمایشهای مکانیکی با دستگاه instron مدل ۴۴۶۵ و آزمایشهای فیزیکی نیز در آزمایشگاه توسط کولیس و ترازوهای آزمایشگاهی انجام گرفت.

روشها

از الیاف چوب و باگاس نسبت به گج در پنج درصد وزنی ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ (جمعاً ۱۰ ترکیب) استفاده شد. با توجه به اینکه با هر ترکیب ۶ نخته برای تکرار آزمایش ساخته شد، جمعاً حدود ۶۰ عدد نخته بدست آمد. نخته‌های نهایی دارای ابعاد ۴×۲۰ سانتی‌متر با ضخامت اسمی (۱۲/۷ میلی‌متر، ۰/۵ اینچ) و چگالی اسمی ۱/۱ بودند. فرایند مورد استفاده در ساخت نخته‌ها فرایند نیمه خشک (نسبت وزنی آب به گج ۰/۴) بود و فرایند تر که در ساخت نخته گجهای

جدول ۲- تاثیر افزودن ۰/۵ درصد سریش نسبت به وزن گج در زمان گیرایی گج [۵].

تاثیر افزودن سریش	زمان گیرایی گج (دقیقه)	
	شروع گیرایی	پایان گیرایی
بدون سریش	۴	۱۰
با سریش	۲۰	۳۰

کوچکتر از رزینهای مصنوعی کلوییدی است. از طرف دیگر، پیوند ماده تقویت کننده و ماده پر کننده گج بر اساس اثر متقابل مکانیکی است، در صورتی که پیوندهای شیمیایی و یژگی کامپوزیت بر اساس رزین و مواد تقویت کننده است. در نتیجه، فیبر و نخته خرده چوب گجی به علت چگالی زیادتر گج، سنگینتر از نخته خرده چوب و نخته فیبر معمولی است [۲].

نخته گجهای تقویت شده با الیاف یا خرده چوب صرفنظر از نوع ساخت بطور موفقیت آمیزی برای کاربردهای نهایی درون ساختمان مفیدند. برخی از خواص مفید این نوع نخته‌ها عبارتند از [۱]:

- ۱- فقدان آثار جنبی فیزیولوژیک،
- ۲- مقاومت در برابر اشتعال،
- ۳- عامل تنظیم کننده برای آب و هوای محیط اتاق،
- ۴- تغییر ابعاد خیلی کم،
- ۵- هزینه‌های کم (تولید و مصرف).

یک نکته مهم در مورد نخته گجهای تقویت شده با مواد لیگنو سلولوزی این است که آنها بر خلاف نخته سیمان قلبایی نیستند و بنابراین نیاز به چسبهای گران و مقاوم در برابر قلیا یا اندود کردن سطحی ندارند. با استفاده از نخته گجهای تقویت شده با مواد لیگنو سلولوزی انواع سیستمهای سطح مثل (روکش چوب، کاغذ تزئینی و ورقهای نازک پلاستیکی) ایجاد می‌شود و کیفیت پیوند رضایت بخشی با چسبهای تجاری موجود بدست می‌آید [۲].

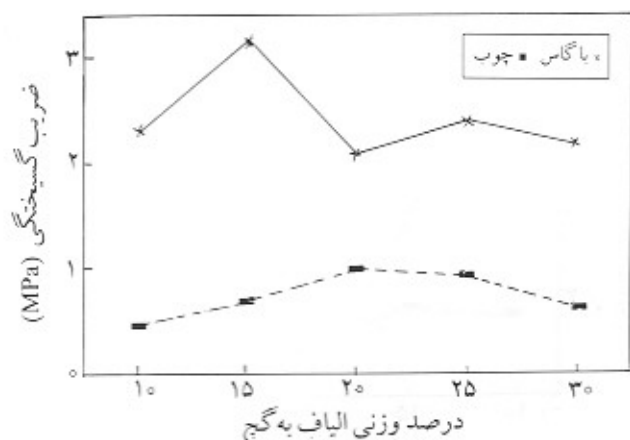
تجربی

مواد

گج مورد استفاده در تمام آزمایشها گج ساختمانی سمنان بود که حجم بیشتری از آن را بنا همی هیدرات تشکیل می‌دهد. ابتدا، ذرات درشت گج با الک با مش ۴۰ جداسازی و ذرات ریز برای ساخت نمونه آماده شد. از آنجا که عموماً گیرایی گجهای ایران نسبتاً سریع است، در این پژوهش از سریش به عنوان تاخیر انداز گیرایی گج

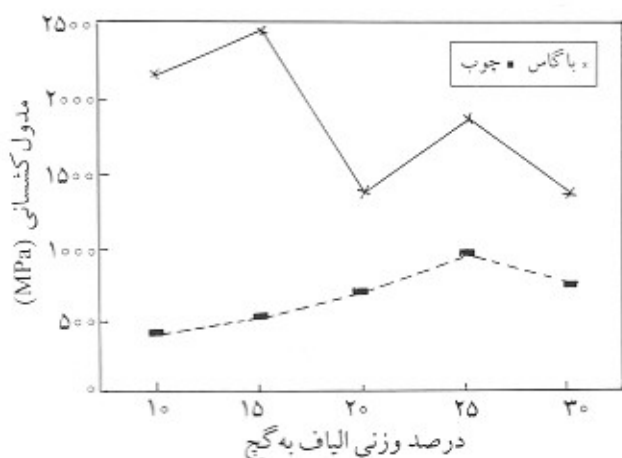
جدول ۳- ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته‌های کامپوزیت الیاف - گچ با دو نوع الیاف و پنج درصد وزنی الیاف به گچ.

درصدهای مختلف وزنی الیاف با گچ نسبت به گچ						درصدهای مختلف وزنی الیاف تخته فیبر نسبت به گچ						عوامل متغیر تخته‌های کامپوزیت					
۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	ویژگیهای اندازه گیری شده		
۱۳/۷۸	۳/۷۷	۱۱/۱۵	۳/۲۸	۴/۵	۱۹	۶/۸۴	۲/۶۴	۴/۹	۵/۳۱	۱۳/۷۸	۳/۷۷	۱۱/۱۵	۳/۲۸	۴/۵			
۲۲/۳۲	۱۲/۴۷	۱۶/۹۹	۹/۳۶	۱۳/۹	۲۸/۸۲	۲۲/۷۸	۱۰/۸	۱۵/۲۱	۱۰/۱	۲۲/۳۲	۱۲/۴۷	۱۶/۹۹	۹/۳۶	۱۳/۹			
۰/۸۶	۱/۱	۰/۹۷	۰/۲۷	۳/۲۶	۱/۶۷	۰/۵۴	۰/۲۸	۰/۷	۰/۶۴	۰/۸۶	۱/۱	۰/۹۷	۰/۲۷	۳/۲۶			
۱/۱۹	۲/۱۶	۱/۶۳	۱/۰۵	۳/۹۵	۲/۲۲	۱/۸۸	۱/۲۱	۱/۴۷	۱/۶۲	۱/۱۹	۲/۱۶	۱/۶۳	۱/۰۵	۳/۹۵			
۲/۱۷	۲/۴	۲/۰۷	۳/۱۶	۲/۲۹	۰/۱۱	۰/۹۱۶	۰/۹۸۱	۰/۶۸۵	۰/۴۵۳	۲/۱۷	۲/۴	۲/۰۷	۳/۱۶	۲/۲۹	جذب آب پس از ۲ ساعت		
۱۳۲۳	۱۸۳۲	۱۳۵۹	۲۴۸۳/۷	۲۱۶۴/۷۲	۷۳۵/۸۸	۹۲۴/۵۵	۲۷۵/۳۲	۵۱۴/۷۳	۴۰۸/۳۷	۱۳۲۳	۱۸۳۲	۱۳۵۹	۲۴۸۳/۷	۲۱۶۴/۷۲	جذب آب پس از ۲۴ ساعت		
۰/۲	۰/۵۵	۰/۳۸	۰/۶۳	۱/۷	۰/۱۳۵	۰/۲۰۹	۰/۴۰۷	۰/۲۸۴	۰/۲۵۶	۰/۲	۰/۵۵	۰/۳۸	۰/۶۳	۱/۷	تورم پس از ۲ ساعت		
۴/۳۷	۴/۴۴	۴/۲۷	۶/۵	۸/۰۳۴	۲/۱۴	۱/۷	۱/۷۹	۱/۴	۲/۰۳۶	۴/۳۷	۴/۴۴	۴/۲۷	۶/۵	۸/۰۳۴	تورم پس از ۲۴ ساعت		
															ضریب گسیختگی		
															مدول کشسانی		
															چسبندگی داخلی		
															فشار موازی سطح		

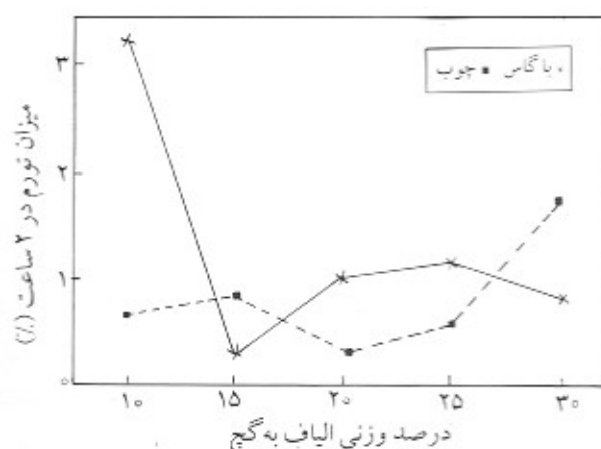


شکل ۶- تغییرات ضریب گسیختگی تخته‌های دارای الیاف چوب و الیاف باگاس با درصدهای وزنی متفاوت الیاف به گچ.

نمی‌تواند یکنواخت باشد. کیکهای با الیاف بیشتر برای متراکم شدن و رسیدن به چگالی مورد نظر به فشار بیشتری نیاز دارند تا گچ قادر به مهار افزایش ضخامت تخته باشد. مدت زمان پرس ۱۵ دقیقه در نظر گرفته شد. بعد از پرس، تخته‌ها به مدت ۳۰ دقیقه برای انعقاد کامل در هوای آزاد نگهداری شدند. چون تخته‌ها بعد از تکمیل انعقاد دارای رطوبت بین ۱۶ تا ۲۰ درصد بودند، بنابراین برای رسیدن به مقاومت مطلوب دوباره خشک شدند. برای این کار تخته‌ها در محلی با دمای ۷۰ تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد و تهویه دائمی خشک شدند. خشک کردن تخته‌ها تا رطوبت یک تا دو درصد ادامه یافت و فقط آب موجود در بلورهای گچ باقی ماند. خشک کردن بیشتر باعث کاهش مقاومت تخته‌ها می‌شود. بعد از خشک کردن، نمونه‌ها برای آزمایشهای فیزیکی (جذب آب و تورم در ۲ و ۲۴ ساعت) و آزمایشهای مکانیکی (خمش ایستا، چسبندگی داخلی و فشار موازی

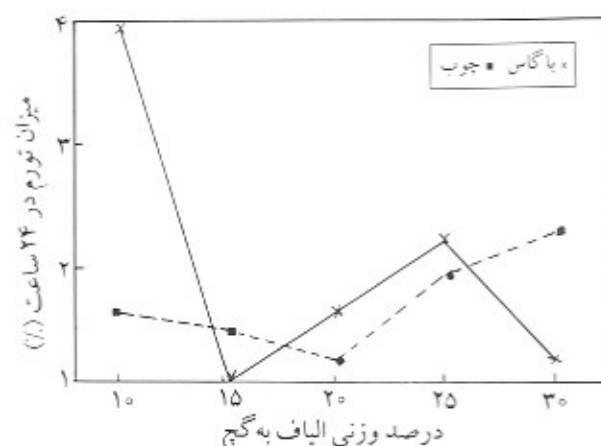


شکل ۷- تغییرات مدول کشسانی تخته‌های دارای الیاف چوب و الیاف باگاس با درصدهای وزنی متفاوت الیاف به گچ.



شکل ۸- تغییرات تورم پس از ۲ ساعت برای تخته‌های دارای الیاف چوب و الیاف باگاس با درصدهای وزنی متفاوت الیاف به گچ.

معمولی بکار می‌رود مورد استفاده قرار نگیرد (اشاره می‌شود که در فرایند نیمه خشک در حدود ۳۰ درصد از انرژی لازم برای خشک کردن تخته‌ها در مقایسه با فرایند تر صرفه جویی می‌شود). ابتدا، مقادیر دقیقی از الیاف خشک و گچ خشک و مقدار ۰/۵ درصد سریش به عنوان تاخیر دهنده توزین و به صورت خشک به کمک یک همزن با دور گردش قوی کاملاً با هم مخلوط شدند و سپس، مقدار آب لازم به صورت ذرات ریز در حین هم زدن روی مخلوط خشک پاشیده شد. بدین ترتیب، مخلوط یکنواخت و همگن الیاف و گچ مرطوب بدست آمد. سپس، این مخلوط همگن در قالب فلزی به ابعاد ۴۰×۲۰ سانتی متر بدقت ریخته شد تا تغییرات ضخامت در تخته نهایی اتفاق نیفتد. سپس، کیک زیر پرس سرد با فشار حدود ۲±۲ کیلوگرم بر سانتی متر مربع قرار گرفت. با توجه به اینکه درصد الیاف به گچ مورد مصرف متفاوت است فشار وارد بر کیک



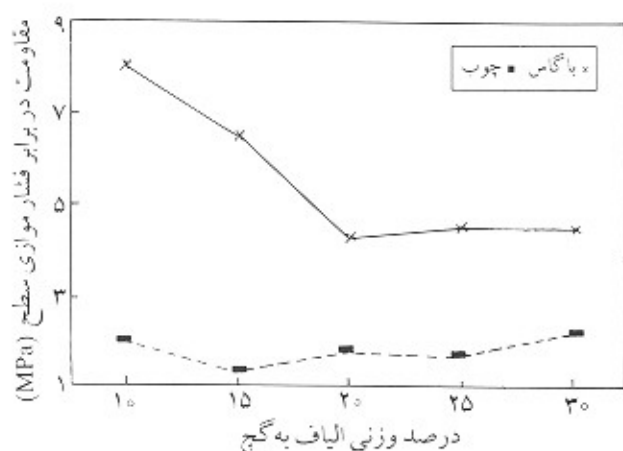
شکل ۹- تغییرات تورم پس از ۲۴ ساعت برای تخته‌های دارای الیاف چوب و الیاف باگاس با درصدهای وزنی متفاوت الیاف به گچ.

معنی‌داری مشاهده نشد، اما در ۱۵ درصد وزنی الیاف باگاس و ۲۰ درصد وزنی الیاف چوب کمترین مقدار تورم مشاهده شد (شکل ۵). در ضریب گسیختگی اختلاف معنی‌دار بین تخته‌های دارای دو نوع الیاف مشاهده شد و تخته‌های دارای الیاف باگاس بطور معنی‌داری ضریب گسیختگی بیشتری نسبت به تخته‌های دارای الیاف چوب داشتند. بین درصد‌های مختلف از هر نوع الیاف تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد، ولی در ۲۰ درصد وزنی الیاف چوب و ۱۵ درصد وزنی الیاف باگاس بیشترین مقادیر ضریب گسیختگی مشاهده شد (شکل ۶).

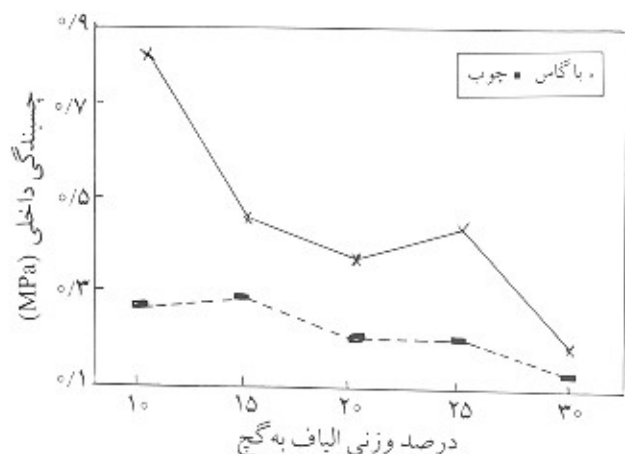
در مدول کشسانی بین تخته‌های دارای دو نوع الیاف اختلاف معنی‌دار مشاهده شد و تخته‌های دارای الیاف باگاس بطور معنی‌داری مدول کشسانی بیشتری در مقایسه با تخته‌های دارای الیاف چوب داشتند. بین درصد‌های مختلف هر نوع الیاف تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، ولی در ۲۵ درصد وزنی الیاف چوب و ۱۵ درصد وزنی الیاف باگاس بیشترین مقادیر مدول کشسانی مشاهده شد (شکل ۷).

در چسبندگی داخلی اختلاف معنی‌دار بین تخته‌های دارای دو نوع الیاف مشاهده شد و تخته‌های دارای الیاف باگاس چسبندگی داخلی بیشتری در مقایسه با تخته‌های دارای الیاف چوب داشتند. بین درصد‌های مختلف از هر نوع الیاف، تفاوت معنی‌دار در چسبندگی داخلی مشاهده نشد، ولی در ۱۵ درصد وزنی الیاف چوب و ۱۰ درصد وزنی الیاف باگاس بیشترین مقادیر چسبندگی داخلی مشاهده شد (شکل ۸).

در مورد مقاومت در برابر فشار موازی سطح، تفاوت معنی‌دار بین تخته‌های دارای دو نوع الیاف مشاهده شد و تخته‌های دارای الیاف باگاس مقاومت به فشار بیشتری در مقایسه با تخته‌های دارای



شکل ۹- تغییرات فشار موازی سطح تخته‌های دارای الیاف چوب و الیاف باگاس با درصد‌های وزنی متفاوت الیاف به گج.



شکل ۸- تغییرات چسبندگی داخلی تخته‌های دارای الیاف چوب و الیاف باگاس با درصد‌های وزنی متفاوت الیاف به گج.

سطح) بر طبق استاندارد ASTM D1۰۳۷-۸۲ بریده شدند.

نتایج و بحث

جدول ۳ ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های کامپوزیتی الیاف - گج با دو نوع الیاف چوب و باگاس در پنج درصد وزنی نسبت به گج را نشان می‌دهد. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تجزیه و تحلیل آماری شد و در سطح اطمینان آماری (statistical confidence) ۵ درصد مشاهدات زیر حاصل شد: در جذب آب پس از ۲ ساعت غوطه وری، اختلاف معنی‌دار بین تخته‌های دارای دو نوع الیاف چوب و باگاس و پنج درصد وزنی الیاف به گج مشاهده نشد، ولی در ۲۰ درصد وزنی الیاف چوب و ۱۵ درصد وزنی الیاف باگاس کمترین مقدار جذب آب مشاهده شد (شکل ۲).

در جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه وری نیز بین تخته‌های دارای دو نوع الیاف و پنج درصد وزنی الیاف به گج تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما در ۱۰ و ۲۰ درصد وزنی الیاف چوب و ۱۵ درصد وزنی الیاف باگاس کمترین مقدار جذب آب مشاهده شد (شکل ۳).

در تورم پس از ۲ ساعت غوطه وری در آب بین تخته‌های دارای دو نوع الیاف و پنج درصد وزنی الیاف به گج اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما در ۱۵ درصد وزنی الیاف باگاس و ۲۰ درصد وزنی الیاف چوب کمترین مقدار تورم مشاهده شد (شکل ۴).

در تورم پس از ۲۴ ساعت غوطه وری در آب، بین تخته‌های دارای دو نوع الیاف و ۵ درصد وزنی الیاف به گج اختلاف

تفاوتهای مهم برخی خواص تخته گچ مسلح...

تفاوت معنی دار مشهود بود و تخته‌های دارای الیاف باگاس بر تخته‌های دارای الیاف چوب برتری داشتند که علت آن سفتی الیاف باگاس و خواص سطحی و سایر خواص این الیاف در مقایسه با الیاف چوب مربوط است.

در ۲۰ درصد وزنی الیاف چوب و ۱۵ درصد وزنی الیاف باگاس، مطلوبترین خواص فیزیکی و بهترین خواص مکانیکی مشاهده شد، زیرا در درصدهای وزنی الیاف به گچ یاد شده پیوند دهنده گچ قابلیت پوشش کامل الیاف را داشته و پیوند مناسبتری بین الیاف و گچ ایجاد شده است و نقش تقویت کنندگی الیاف بیشتر مشهود است.

مراجع

1. Lipinsky E.S., "Potential Technologies for Effectively Bonding Wood with Inorganic Binders", In: Proceeding Fiber and Particleboards Bonded with Inorganic Binders. Moslemi A.A., (Ed). *Forest. Prod. Res. Soc*, Madison, Wis, 53- 58, 1989.
2. Lempfer K., Hilbert .T. and Gunzerodt H., "Development of Gypsum - bonded Particleboard Manufacture in Europe", *Forest. Prod. J.*, **40**, 6, 37-40, 1989.
3. Sattler H, and Lempfer K, "Gypsum-bonded

الیاف چوب داشتند. بین درصدهای مختلف از هر نوع الیاف اختلاف معنی دار در مقامت در برابر فشار موازی سطح مشاهده نشد، ولی در ۳۰ درصد وزنی الیاف چوب و ۱۰ درصد وزنی الیاف باگاس بیشترین مقادیر مقاومت در برابر فشار مشاهده شد (شکل ۹).

نتیجه گیری

تخته‌های دارای دو نوع الیاف چوب و باگاس، در ویژگیهای فیزیکی تفاوت معنی داری نشان ندادند، اما در ویژگیهای مکانیکی

Particleboards and Fiberboard". In Proceeding Fiber and Particleboards Bonded with Inorganic Binders, Moslemi A.A., (Ed). *Forest. prod. Res. soc.*, Madison, wis. , 19-25, 1989.

4. Kraemer E.F. and Lepfer K. H "Gypsum Fiber Board History and Outlook", In: Proceeding of the Second International Inorganic Bonded Wood and Fiber Composite Materials Conference, Moscow, U.S.A, Idaho, 77-84, october 1990.

۵. جعفر پور فاطمه، "گچ"، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، چاپ هفتم، ۱۳۷۲.