بررسی ساخت الیاف-سیمان از کاغذ روزنامه باطله

نگارش:

فرداد گلبابایی، ابوالفضل کارگرفرد و رضا حاجی حسنی

اعضای هیئت علمی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

عنوان طرح منتج به این نشریه	
بررسی ساخت الیاف-سیمان از کاغذ روزنامه باطله	۲-۰۹-۰۹-۹۳۱۰۶

عنوان نشریه: بررسی ساخت الیاف- سیمان از کاغذ روزنامه باطله

نویسنده: فرداد گلبابایی – مربی پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

ابوالفضل کارگرفرد – دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

رضا حاجی حسنی – استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

مدیر داخلی: فاطمه عباسپور

ویراستاران علمی: کامیار صالحی و رضا جزایری

ویراستار فنی: اصغر احمدی

تهیه شده در: بخش تحقیقات علوم چوب و فراورده‌های آن / مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور / اداره ترویج و انتقال یافته‌های تحقیقاتی

نشانی: بزرگراه تهران-کرج، خروجی پیکانشهر، شهرک سرو آزاد، خیابان شهید علی گودرزی، بلوار باغ گیاه‌شناسی ملی ایران، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.

صندوق پستی: ۱۱۶-۱۳۱۸۵ **تلفن**: ۵-۴۴۷۸۷۲۸۲-۰۲۱ **وب‌سایت:** www.rifr-ac.ir

شمارگان: الکترونیکی

نوبت و سال انتشار: اول – ۱۳۹۹

این نشریه به شماره ۵۸۵۲۳ در تاریخ ۱۳۹۹/۰۸/۲۹ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است.

ISBN:978-964-473-439-7

فهرست مندرجات

مواد اولیه..... ۸

سیمان..... ۸

روزنامه باطله..... ۹

هدف..... ۱۰

دامنه..... ۱۰

مسئولیت..... ۱۱

روش کار..... ۱۱

مستندات مرتبط..... ۱۴

مستندات مرجع:..... ۱۴

دامنه:

مهندسان طراح و سازندگان ساختمان از جمله افرادی خواهند بود که در ساخت سازه می‌توانند از این محصول استفاده نمایند چون در حال حاضر بیشترین تلاش برای ساخت سازه ساختمانی با وزن پایین است. و طرحان با حذف مصالح سنگین تلاش در سبک‌سازی بیشتر دارند با اجرای این طرح ما دو هدف کلی را دنبال کردیم یکی استفاده از ضایعات روزنامه باطله و ایجاد ارزش افزوده و دیگری سبک‌سازی سازه که در قسمت‌های ساختمان که بار کمتری وارد می شود مانند دیواره پارتیشن قابل استفاده است.

اهداف آموزشی:

بتن‌های سبک الیاف روزنامه – سیمان،

کفپوش بتنی و پله پیش‌ساخته،

بلوک سبک سقفی و دیواری پارتیشن‌بندی،

سازه الیاف روزنامه سیمان بدلیل دارا بودن الیاف در داخل بتن در مقابل گرما، سرما و صوت عایقی مناسبی است.

نیاز به مصالح سبک و در عین حال مستحکم از ضرورت‌های خانه‌سازی صنعتی می‌باشد. پانل‌ها و صفحات چوب سیمان یا فراورده‌های کامپوزیتی با اتصال معدنی یکی از مصالحی است که می‌تواند این نیاز را پاسخگو باشد. توسعه فناوری پانل‌های چوب سیمان در هر منطقه به قابلیت در تأمین مواد اولیه موردنیاز آن یعنی چوب یا مواد لیگنوسلولزی و سیمان مربوط می‌شود. با توجه به افزایش جمعیت و تقاضا برای مواد مرکب چوبی به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که با محدودیت منابع جنگلی مواجه‌اند، لزوم به‌کارگیری سایر منابع لیگنوسلولزی مانند مواد حاصل از ضایعات پسماند گیاهان کشاورزی و روزنامه‌های باطله در ساخت فراورده‌های مرکب امری اجتناب‌ناپذیر است (Karade, 2010; Rowell, *et al.*, 1991).

البته تلاش بیشتر محققان استفاده از این مواد و تولید مصالح سبک‌تر می‌باشد، به‌طوری‌که انسان در محیط زندگی خود با پدیده‌های طبیعی زیادی برخورد می‌کند که جلوی بروز برخی از آنها را نمی‌تواند بگیرد اما با بکار بردن برخی امکانات می‌تواند اثرهای آن را کمتر کند. در این میان زلزله از پدیده‌های طبیعی است که در طول تاریخ حیات بشر بارها انسان را به وحشت انداخته و باعث تخریب شهرها و روستاهای زیاد همراه با تلفات انسانی شدید و داغدار کردن انسان شده است. به‌گونه‌ای که انسان چون خود را در مقابل آن عاجز و درمانده دیده، آن را به پدیده‌های ماوراء طبیعت و خشم خدایان بر انسان نسبت داده است؛ اما درواقع آنچه در اثر زلزله به انسان آسیب می‌رساند شدت زلزله نبوده، بلکه این مصالح ساختمانی است که با ریختن بر روی سروصورت مردم آنها را مجروح و یا از بین می‌برد. نیاز به مصالح سبک و در عین‌حال مستحکم از ضرورت‌های خانه‌سازی صنعتی می‌باشد. پانل‌ها و صفحات چوب و یا الیاف سیمان یا فراورده‌های کامپوزیتی با اتصال معدنی یکی از مصالحی است که می‌تواند این نیاز را پاسخگو باشد. توسعه فناوری پانل‌های چوب سیمان در هر منطقه به قابلیت در تأمین مواد اولیه موردنیاز آن یعنی چوب یا همانطورکه در این تحقیق بررسی شده روزنامه باطله که در واقع همان مواد لیگنوسلولزی و سیمان است، مربوط می‌شود. در این زمینه نیز تحقیقات چندی در ایران انجام شده که به برخی از آنها اشاره می‌شود.

Sedan و همکاران (۲۰۰۸)، در بررسی خواص مکانیکی سیمان تقویت‌شده با الیاف شاهدانه بیان کردند که با افزودن الیاف تا ۱۶٪، باعث افزایش مقاومت خمشی و همزمان تیمار قلیایی الیاف باعث بهبود مقاومت خمشی و بهبود چسبندگی شبکه سیمان - الیاف شده است.

Abdolalisarbandi و همکاران (۲۰۱۲)، در پژوهشی اثر مقادیر مختلف نانو سیلیس و الیاف

باگاس بر مقاومت خمشی و ویژگی‌های فیزیکی چندسازه الیاف- سیمان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنان نشان داد که میزان نانو سیلیس و الیاف باگاس بر روی مقاومت خمشی و سایر ویژگی‌های فیزیکی تأثیر معنی‌داری دارد. مقاومت خمشی تخته‌ها با افزودن الیاف باگاس تا ۴ درصد نسبت به جرم سیمان افزایش یافته و بیشتر از ۴ درصد کاهش یافته است.

Golbabaei و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی ویژگی‌های چوب سیمان تهیه‌شده از پسماندهای محصولات کشاورزی پرداختند. در این تحقیق تخته‌های ساخته‌شده با کلش برنج، کاه گندم و ساقه پنبه به‌عنوان عوامل متغیر و تخته سیمان با خرده چوب صنوبر به‌عنوان شاهد مورد توجه قرار گرفت. نتایج حکایت از آن داشت که تخته چوب سیمان ساخته‌شده با خرده چوب صنوبر در مقایسه با تخته‌های ساخته‌شده با ساقه پنبه، کاه گندم و کلش برنج خصوصیات خمشی بهتری دارند.

Hassanpoor و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که چسبندگی داخلی و مقاومت فشاری در تخته حاوی نانو ولاستونیت در مقایسه با تخته‌های فاقد نانو افزایش یافته است، به‌طوری‌که بیشترین چسبندگی داخلی (۱/۶Mpa) و مقاومت فشاری (۱۰/۸۵Mpa) مربوط به تخته‌های حاوی ۱۰ درصد الیاف کرافت و ۶ درصد نانو ولاستونیت می‌باشد.

Khorami و همکاران (۲۰۱۳) جایگزینی الیاف آزبست را با سه نوع الیاف باگاس، ساقه گندم و اکالیپتوس در چندسازه فیبر- سیمان مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق الیاف پسماند گیاهان کشاورزی سبب بهبود خواص خمشی و جذب انرژی شده است.

همچنین در تحقیق دیگری توسط Fernandez (۲۰۰۰) از نسبت‌های سیمان به کاه برنج ۶۰ به ۴۰ و ۵۰ به ۵۰ برای ساخت چندسازه الیاف-سیمان استفاده کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که تخته‌های ساخته‌شده با نسبت ۶۰ به ۴۰ سیمان به کاه برنج کمترین مقدار واکشیدگی ضخامت و بیشترین مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته را داشتند.

Ashori و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر مخلوط دو گونه چوبی (اکالیپتوس و صنوبر) را بر خواص مکانیکی و حرارت هیدراتاسیون تخته‌های پشم چوب سیمان مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که گونه چوبی صنوبر سازگاری بهتری با ماتریس سیمان دارد و با افزایش نسبت صنوبر به اکالیپتوس حرارت هیدراتاسیون سیمان افزایش و خواص مکانیکی تخته‌های ساخته شده بهبود می‌یابد.

Torkaman و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی استفاده از الیاف ضایعاتی چوب و خاکستر پوست

برنج در بلوک‌های بتنی سبک پرداختند. نتایج مورد بررسی نشان داد که استفاده از خاکستر سبوس برنج به‌عنوان پسماند کشاورزی موجب بهبود خواص بلوک‌های ساخته‌شده می‌شود.

ساخت چندسازه چوب سیمان با استفاده از چوب‌آلات کاج تیمار شده به آرسنات، مس و کروم (CCA) توسط Wolfe و Gjinolli در سال ۱۹۹۹ مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق به‌منظور کاهش زمان گیرایی سیمان و رسیدن به مقاومت‌های بالا در زمان‌های اولیه سخت شدن از سیمان پرتلند نوع ۳ استفاده شد. نتایج آنان نشان داد که محصول ساخته شده دوام مورد نظر را برای برنامه‌های ساخت‌وساز و دوره‌های ذوب و انجماد دارد.

Pehanich و همکاران (۲۰۰۴) به بررسی اثر تیمارهای مختلف (سیلیکات سدیم، سیلیکات پتاسیم و سیلان) روی الیاف کاغذ روزنامه و کرافت رنگ‌بری نشده در ساخت چندسازه الیاف سیمان ساخته شده با سیمان پرتلند نوع ۳ پرداختند. نتایج آنان بیان کرد که تیمار الیاف توسط این مواد شیمیایی سبب بهبود ویژگی‌های مکانیکی چندسازه ساخته‌شده می‌شود.

Sorn و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیقی با عنوان چندسازه‌های سیمانی تقویت‌شده با الیاف به روش اکسترودی برای ساختمان‌های مسکونی، بیان کردند که تکنولوژی جدید اکستروژن برای تولید چندسازه‌های سیمانی تقویت‌شده با الیاف کارآیی بالایی دارند و می‌توان به‌وسیله این روش تخته‌هایی با دوام بیشتر، هزینه نگهداری کمتر، ایمنی بیشتر و مقاومت در برابر خطرات محیطی بهبودیافته تولید کرد.

Jenifer و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی اثر تیمار سطحی الیاف کاغذ روزنامه باطله و خمیر کرافت رنگ‌بری شده با سلیکات سدیم و پتاسیم روی خصوصیات مکانیکی چندسازه‌های الیاف - سیمان دریافتند که تیمار شیمیایی الیاف قبل از ساخت چندسازه باعث بهبود مقاومت فشاری و خمشی چندسازه می‌شود.

Stevulova و همکاران (۲۰۱۶) چگالی کامپوزیت با فیبر را تحت تأثیر جایگزینی پرکننده‌ها مورد بررسی قرارداده و گزارش نمودند که مقاومت فشاری کامپوزیت با ۲٪ از جایگزینی پرکننده به ۱۸ مگاپاسکال می‌رسد.

Ashori و همکاران (۲۰۱۱) در این مطالعه، اثر الیاف کاغذهای روزنامه بازیافت در مخلوط سیمان را بررسی کردند. تجزیه‌وتحلیل آماری آنان نشان داد که تفاوت بین مقادیر میانگین الیاف کاغذهای روزنامه بازیافت و CaCl2 در میان هریک از گروه‌های مورد مقایسه معنی‌دار بوده است. نتایج آزمون نشان داد که CaCl2 باعث افزایش خواص مکانیکی و فیزیکی محصول می‌شود. تمام

خواص محصول با افزایش CaCl2 از ۳٪ به ۵٪ افزایش یافته است. پارگی و مدول‌الاستیسیته محصول با افزایش مقدار الیاف کاغذهای روزنامه بازیافتی، حداکثر میزان خود را در اثر افزایش ۱۰٪ الیاف به‌دست آورد. افزایش الیاف به‌طور قابل‌توجهی میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت را افزایش داده است. البته افزایش الیاف کاغذهای بازیافتی روزنامه از ۱۰٪ تا ۲۰٪، هر دو خاصیت مکانیکی و فیزیکی را به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌دهد. به‌طوری‌که بهترین شرایط ساخت در افزایش ۱۰٪ الیاف کاغذهای بازیافتی روزنامه و ۵٪ CaC12 بوده است.

مواد اولیه

سیمان ----------

سیمان‌ها مواد چسبنده‌ای هستند که قابلیت چسباندن ذرات به یکدیگر و به‌وجود آوردن جسم یکپارچه از ذرات متشکله را دارند. سیمان در بتن کاربرد دارد و وظیفه آن فقط چسباندن دانه‌ها به یکدیگر است و به‌خودی‌خود تأثیری در مقاومت و باربری ندارد. ازاین‌رو بتن خوب بتنی است که وقتی نمونه‌ای از آن شکسته می‌شود، دانه‌های سنگی آن از وسط شکسته شده و سیمان‌ها پاره نشود. سیمان‌ها دارای ریشه آهکی هستند. به‌عبارت‌دیگر ماده اصلی تشکیل‌دهنده آنها آهک و ماده اولیه اصلی آنها سنگ‌آهک است؛ بنابراین اساس سیمان ترکیبی است از اکسید کلسیم (آهک) با سایر اکسیدها مانند اکسید آلومینیوم، اکسید سیلیسیم، اکسید آهن، اکسید منیزیم و اکسیدهای قلیایی که میل ترکیب را با آب داشته و در مجاورت هوا و در زیر آب به‌مرور سخت می‌گردد و دارای مقاومت می‌شود. این سیمان تا حدی کندگیر بوده و تا حدی در مقابل حمله سولفات‌ها مقاوم است. در نتیجه برای ساختن کانال‌های فاضلاب و غیره مناسب است. درجه حرارت تولیدشده این نوع سیمان نسبت به سیمان نوع یک کمتر است، در نتیجه برای بتن‌ریزی در هوای گرم مناسب است. مصرف این نوع سیمان برای سازه‌هایی که مورد حمله شدید سولفات‌ها هستند مجاز نیست (سیمان مصرفی در بدنه اصلی برج میلاد از نوع ۲ است به‌اضافه مواد افزودنی شامل روان کننده، دیرگیرکننده و مواد هوازا). برای ساخت این نوع سیمان سعی می‌شود تا حد ممکن از مقدار S۳C و A۳C کاسته و بر مقدار S۲C افزوده شود.

روزنامه باطله

کاغذ روزنامه به‌طورمعمول از مخلوطی از خمیرکاغذ مکانیکی و پربازده سوزنی‌برگان (برای تأمین ویژگی‌هایی مانند بالک، ماتی و چاپ‌پذیری) و خمیر شیمیایی الیاف بلند رنگبری شده یا نیمه رنگبری شده (برای تأمین مقاومت‌های لازم) تولید می‌گردد. در کشورهای فاقد چوب سوزنی‌برگان، کاغذ روزنامه عمدتاً بر پایه تولید خمیرکاغذ پربازده CTMP و CMP چوب پهن‌برگان بومی و واردات خمیر شیمیایی الیاف بلند ساخته می‌شود که به‌عنوان‌مثال می‌توان به تولید کاغذ روزنامه در صنایع چوب و کاغذ مازندران که تنها تولیدکننده کاغذ روزنامه در کشور ماست، اشاره کرد. در این کشورها تأمین چوب موردنیاز به دلیل تخریب و کاهش سطح جنگل‌ها و عدم توسعه جنگل‌کاری‌ها و نیز تأمین ارز مورد نیاز برای واردات خمیرکاغذ شیمیایی الیاف بلند، با محدودیت‌هایی مواجه است.

با عنایت به توسعه کشت نیشکر در جنوب ایران و با توجه به نتایج مطالعات انجام‌شده در مقیاس جهانی در مورد استفاده از باگاس در تولید کاغذ روزنامه، در این تحقیق که برای اولین بار در ایران انجام‌شده است، امکان استفاده از خمیر شیمیایی باگاس در ترکیب خمیرکاغذ CMP چوب پهن‌برگان برای تولید کاغذ روزنامه در مقیاس آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داده است که کاغذ حاصل از اختلاط تا ۳۰٪ خمیرکاغذ شیمیایی باگاس در ترکیب با خمیرکاغذ CMP پهن‌برگان در محدوده قابل‌قبول خصوصیات فیزیکی و نوری، دارای ویژگی‌های مقاومتی بهتر و مطلوب‌تر از ترکیب اصلی کارخانه (۸۳٪ خمیرکاغذ CMP پهن‌برگان و ۱۷٪ خمیر الیاف بلند وارداتی) بوده است. به‌عبارت‌دیگر، در صورت استفاده از خمیر شیمیایی باگاس در ترکیب خمیر CMP پهن‌برگان، ضمن تولید کاغذ روزنامه قابل‌قبول، در مصرف خمیرکاغذ CMP و در نتیجه مصرف چوب پهن‌برگان و نیز در مصرف خمیرکاغذ شیمیایی الیاف بلند وارداتی کاهش و صرفه‌جویی قابل‌توجهی ایجاد خواهد شد. کاغذ روزنامه، کاغذی ارزان‌قیمت است که به‌شکل رول و ورق یافت می‌شود. قدرت جذب بالا داشته و معمولاً برای چاپ روزنامه با ماشین افست و لترپرس استفاده می‌شود.

هدف

امروزه در ساختمان‌سازی یکی از اهداف مهمی که دنبال می‌شود استفاده از مصالح ساختمانی سبک بوده تا هر چه بیشتر بتوان وزن سازه ساختمانی را کاهش داد که این امر کمک به حفظ جان مردم در وقوع وقایع طبیعی مانند زلزله خواهد کرد. در هنگام زلزله گاهی شدت آن اعلام می‌شود که باعث وحشت مردم می‌گردد. باید بدانیم که این شدت زلزله نیست که باعث مرگ و میر می‌شود بلکه برخورد مصالح ساختمانی سنگین بر سر و بدن مردم است که باعث مرگ و میر می‌گردد. در بسیاری از کشورهای زلزله‌خیز جهان مانند ژاپن تقریبا در هر ماه یک زلزله اتفاق می‌افتد ولی با تدبیر مسئولان خسارتهای جانی به حداقل می‌رسد اما در کشور ما با توجه به اینکه ما در کمربند زلزله قرار داریم هر روز شاهد ساخت برجهایی هستیم که از زمین سر در می‌آورند. هدف این طرح در چند قسمت به‌شرح زیر خلاصه می‌شود.

۱- ساخت سازه سبک‌تر
۲- استفاده از روزنامه باطه
۳- ایجاد دیواره‌های سبک برای جداسازی اتاق‌ها

دامنه

بتن‌های سبک الیاف روزنامه – سیمان در ساخت انواع سازه‌های پیش‌ساخته بتنی ازجمله **پله گرد**، کفپوش بتنی و **پله پیش‌ساخته**، بلوک سبک سقفی و دیواری پارتیشن‌بندی، کف‌سازی طبقات و شیب‌بندی استفاده می‌گردد. همچنین الیاف روزنامه سیمان در مقابل گرما، سرما و رطوبت عایقی مقاوم است. به‌علاوه اینکه به دلیل وجود الیاف سلولزی این ترکیب به‌عنوان یک **عایق صوتی** قوی عمل می‌کند. از دیگر کاربردهای الیاف روزنامه – سیمان، تولید بلوک‌های سبک بتن است که عموما در دیوارکشی ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد و به‌علت وزن سبک آن مانع افزایش بار مرده ساختمان می‌شود.

مسئولیت

همان‌طوری‌که در دستورالعمل به تکرار آورده شده است استفاده از این سازه در قسمت‌های مختلف ساختمان که بار به آن وارد نمی‌شود و یا خیلی کم وارد می‌گردد مانند دیوارهای پارتیشن که قسمت‌های مختلف ساختمان را به اتاق‌های مختلف تقسیم می‌کند قابل استفاده بوده و هیچ مشکلی از نظر مقاومت و سایر امور ندارد، بنابراین مسئولیت استفاده در این نقاط بعهده طرح می‌باشد اما در قسمت‌هایی که بار زیاد وارد می‌گردد استفاده نشود.

روش کار

برای ساخت تخته‌های الیاف سیمان باید سیمان پرتلند نوع ۲ به‌عنوان عامل اتصال‌دهنده و الیاف حاصل از بازیافت کاغذ روزنامه باطله به‌عنوان ماده اولیه و همچنین از کلرید کلسیم به‌عنوان تسریع‌کننده گیرایی سیمان استفاده می‌شود. نسبت سیمان به الیاف ۹۰ به ۱۰ درصد و میزان کلرید کلسیم مصرفی ۵ درصد در نظر گرفته شود.

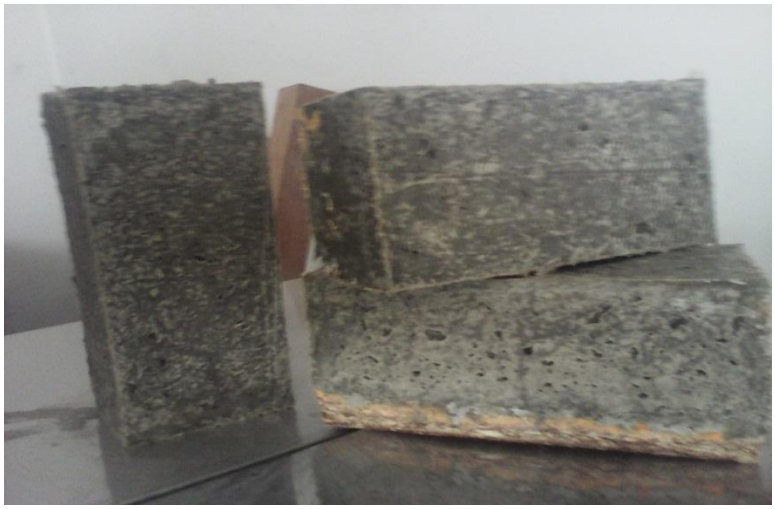
شکل ۱- مراحل تهیه الیاف از روزنامه باطله(a) جداکننده الیاف (b)

ابتدا باید کاغذ روزنامه باطله در داخل ظرفی به مدت ۲۴ ساعت در آب غوطه‌ور گردد، سپس برای جداسازی الیاف کاغذ خیس‌شده، با یک دفیبراتور (جدا کننده الیاف) الیاف روزنامه از هم

جداسازی شده و در مرحله بعد برای آبگیری الیاف بر روی توری‌های سیمی گذاشته تا آب اضافی الیاف گرفته شود و الیاف تا حدود ۱۰٪ خشک شود. به‌طوری‌که با دست احساس شود کمی تر است. نیاز است تا الیاف که بهم چسبیده‌اند از هم جدا گردند، این عمل را به راحتی می‌توان در داخل یک مخزن بزرگ پلاستیکی با یک شلنگ پمپ باد در داخل آنالیاف چسبیده از هم باز کرد، در این مرحله ابتدا کلرید کلسیم به اندازه ۵٪ وزن کل مخلوط الیاف و سیمان در آب حل کرده و محلول کلرید کلسیم و آب را با سیمان و بعد به اندازه ۱۰٪ وزن کل مخلوط الیاف اضافه کرده و مخلوط را به آرامی و کامل بهم بزنید. برای تشکیل کیک، مخلوط تهیه شده را در داخل قالب‌هایی (با ابعاد مورد نظر) بریزید. کیک آماده شده را در دو ضخامت مورد نیاز (معمولا ۵۰ میلیمتر) پرس اولیه بکنید (نوع پرس سرد با دمای معمولی باید باشد). این عمل باعث شکل‌گیری اولیه مخلوط می‌شود. پس از پرس اولیه تخته‌ها به مدت ۲ روز در شرایط قیدگذاری‌شده با قالب باقی بماند. بعد از ۲ روز قِیدها را به آرامی باز کنید و برای گیرایی نهایی تخته‌ها به مدت ۲۸ روز در محیط ملایم قرار دهید و هر روز آبیاری نمایید تا سیمان به گیرایی نهایی خود برسد. نمونه بعد از این مدت در محیط قرار گیرد تا خشک شود، وقتی خشک شد آماده استفاده است.

شکل۲– الیاف تهیه شده از روزنامه باطله

شکل ۳- مخزن شیشه‌ای با چرخش آب برای تأمین رطوبت اشباع



شکل ۴- نمونه‌های آزمونی تهیه شده

مستندات مرتبط

- دستورالعمل فنی - اجرایی بلوک بتن سبک هوادار اتوکلاو شده (AAC هبلکس001 – CT)
- دستورالعمل ساخت و اجرای بتن در کارگاه

مستندات مرجع:

-ASTM, 1979. Standard method of the properties of wood base fiber and particle panel material USA.
-Doosthosseini, K., 1996. Effect of material added on connection quality of Portland cement with populous particleboard, magazine of Iran Natural Resources 48 (47-58).in Persian
-Doosthoseini, K., 2001.Wood composite materials, volume1 Publications of Tehran university (compilation).in Persian.
-Fernandes, Ec., and Delgado, S., 1999. Cement bonded board from waste water treatment sludge of recycle paper mill. Department of Forest Product and Paper Science in the University of New Brunswick.
-Jenifer, e., 2003. Wood fiber surface treatment level effect on selected mechanical of wood fiber-cement composites. Forest Resources Laboratory.
-Huang Ch., 1998. Study on the manufacturing technology of cement bonded particle board using CCA-treated wood.
-However, M., 2012. The fiber-cement panel manufacture using waste paper, thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
-Kolofta, J.L. and Miler, M.L., 1994. Effect of deinking on the recycle potential of papermaking fibers, Pulp and Paper Canada, 95: 8. 41-49. (In Persian)
-Tabarsa, T.1, Hossieni, M. and Valizadeh, E., 2012. Effect of nano- wollastonite on microscopic, mechanical and physical properties of cement-wood fibers composite
-Mirshokrai, A., 1995. Technology of pulp &paper (translation),volume 1&2,publication of Payamenoor university. in Persian
-Mohr, B.j. and Kurtis, K.L,2003. Fiber cement composites for housing construction.Georgia institute of technology.
-Moslemi, A., 1980. A new technique to classify the compatibility of wood with cement. Wood Science and Technology. Volume 24, Number 4, 345-354.
-Stevulova, N., Hospodarova, V. and Junak, J., 2016 Potential utilization of recycled waste paper fibres in cement CHEMINĖ TECHNOLOGIJA. 2016. Nr. 1(67)
- Qixuate, 2001, Effect of alkaline accelerator on cement composite properties. Faculty of Civil Engineering.
-Younguist, J.A., 1997. Properties of composite panels. WOOD HANDBOOK. Printed in 1999 by the Forest Products Society FSP catalogue no. 7269. Page 10-26