

اثر مقدار نانو سیلیس و الیاف باگاس بر مقاومت خمشی و برخی ویژگی‌های فیزیکی فرآورده چندسازه "الیاف سیمان"

میشم عبدالعلی سربندی^۱، وحیدرضا صفدری^{۲*}، سید محمد جواد سپیده‌دم^۳ و اسماعیل گنجیان^۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۲- نویسنده مسئول، دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

پست الکترونیک: vahid.safdari@kiaou.ac.ir

۳- استادیار، علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۴- دانشیار گروه بتن و مصالح ساختمانی دانشگاه کاونتری انگلستان

تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۰

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۸۹

چکیده

در این پژوهش فرآورده چندسازه الیاف سیمان با استفاده از مقادیر مختلف نانو سیلیس و الیاف باگاس بدون لیگنین مورد بررسی قرار گرفت. الیاف باگاس، سیمان و نانوسیلیس با سطوح مختلف و بوسیله همزن با یکدیگر مخلوط شدند. سپس دوغاب بدست آمده در یک قالب به ابعاد ۱۵×۱۸×۸ سانتی متر ریخته شد و آب اضافی از طریق یک پمپ خلاء که در انتهای قالب قرار داشت خارج شد و پس از آن وزنه‌ای به وزن ۱۰ کیلوگرم روی نمونه‌ها قرار گرفت. نمونه تخته‌های ساخته شده به مدت ۱۴ روز در اتاق بخار با رطوبت ۹۰٪ نگهداری شدند و سپس آزمون مقاومت به خمش و ویژگی‌های فیزیکی بر روی نمونه‌ها انجام شد. نتایج نشان داد که میزان نانوسیلیس و الیاف باگاس بر روی مقاومت خمشی و سایر ویژگی‌های فیزیکی تأثیرگذار است، به طوری که مقاومت خمشی نمونه تخته‌های ساخته شده تا یک درصد نانوسیلیس افزایش و از آن مقدار بیشتر کاهش می‌یابد که علت آن را می‌توان در تمایل اتصال ذرات نانو به یکدیگر و در نتیجه شکل‌گیری کلوخه‌های سیلیسی و کلوخه‌های سیمانی و نهایتاً بروز شکاف‌های ریز در نمونه‌های ساخته شده دانست. همچنین مقاومت به خمش در تخته‌های ساخته شده تا ۴ درصد الیاف باگاس از خود افزایش نشان داده و از آن مقدار بیشتر کاهش می‌یابد که علت آن را می‌توان این طور توضیح داد که بالا بودن درصد الیاف باعث می‌شود تا توزیع مناسبی از الیاف (باگاس) در ماده زمینه‌ای (ماتریس) که همان سیمان می‌باشد بوجود نیاید و در نتیجه تجمع و یا درهم‌رفتگی آنها باعث کاهش مقاومت خمشی نمونه‌ها می‌شود. در ضمن با افزایش الیاف باگاس و نانوسیلیس ویژگی‌های جذب آب، جذب رطوبت و واکنش‌پذیری ضخامت افزایش ولی دانسیته نیز کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: فرآورده چندسازه "الیاف سیمان"، نانو سیلیس، الیاف باگاس، مقاومت خمشی، ویژگی‌های فیزیکی

مقدمه

استفاده از الیاف طبیعی در مصالح ساختمانی از گذشته‌های دور مورد توجه انسانها بوده است. مصالحی نظیر دیوارهای کاه‌گلی، ساروج و غیره از جمله مصارفی بود که از گذشته‌های دور مورد استفاده مردم در سراسر جهان بود. استفاده از مواد سلولزی باعث می‌شد تا علاوه بر سبک شدن مصالح، استحکام آنها نیز بیشتر شود. امروزه نیز با تکیه بر همین دلایل مصالح زیادی در سراسر جهان تولید می‌شود که یک گروه از آنها فرآورده‌های الیاف سیمان هستند. فرآورده‌های چندسازه الیاف سیمان کاربردهای فراوانی دارند. از جمله این کاربردها استفاده آنها به‌عنوان لوله‌های آبرسان، دیوارهای پیش‌ساخته، پارتیشن‌ها، و سقف‌های موجدار می‌باشد که به‌ویژه در مناطق مرطوب از آنها استفاده می‌شود.

اولین فرآورده چندسازه سیمانی ساخته شده در مقیاس انبوه، سیمان آزبستی بود که با اختراع فرایند هچک^۱ در اتریش برای تولید ورقه‌های سیمانی به‌کارگرفته شد (کوتس^۲ و همکاران، ۲۰۰۷) و هنوز هم در بسیاری از کشورهای در حال توسعه از جمله ایران رایج است. الیاف آزبست با خمیر سیمان سازگار بوده و به‌علت مقاومت و مدول الاستیسیته بالا استحکام زیادی در کامپوزیت سخت شده ایجاد می‌نماید. بعلاوه این نوع از الیاف در محیط قلیایی سیمان پایدار بوده و در نتیجه کامپوزیت تولید شده بادوام می‌باشد (بنتور^۳ و همکاران، ۱۹۹۰). اما از حدود سی سال پیش تاکنون کشورهای پیشرفته جهان به سبب خطرات تنفسی و سرطان‌زایی میزان مصرف این ماده را

به‌شدت کاهش داده‌اند (کنگ^۴، ۲۰۰۲) و با جایگزینی الیاف طبیعی در رفع این مشکل برآمدند و استفاده از ضایعات محصول‌های کشاورزی نظیر باگاس، بامبو، اکالیپتوس، پوسته برنج (شلتوک) و ... در ساخت پانل‌های سیمانی را مورد مطالعه قرار داده‌اند (خرمی و همکاران، ۱۳۸۸؛ بیلبا^۵ و همکاران، ۲۰۰۳؛ عبدالعلی سربندی و همکاران، ۱۳۸۹).

باگاس یا تفاله نیشکر از جمله مواد لیگنوسلولزی است که قابلیت ترکیب با سیمان را داشته و ویژگی‌های فرآورده تولید شده در حد مطلوب ظاهر شده است. میزان سلولز باگاس معادل درختان پهن‌برگ و لیگنین آن کمتر از پهن‌برگان است (سپیده دم، ۱۳۸۵) و چون لیگنین موجود در الیاف سلولزی، زمان گیرایی (هیدراتاسیون) سیمان را به تأخیر می‌اندازد (بیلبا و همکاران، ۲۰۰۳) بنابراین مقدار لیگنین کم در الیاف باگاس از مزیت‌های این نوع الیاف به‌شمار می‌آید.

اما به‌طور کلی ورقه‌های سیمانی تولید شده از الیاف طبیعی به سبب اتصال، های ضعیف بین الیاف و سیمان نمی‌توانند مقاومت‌های مطلوبی نظیر ورقه‌های سیمانی حاصل از الیاف آزبستی ایجاد نمایند (پیریه^۶ و همکاران، ۱۹۹۰؛ استادینکا^۷، ۲۰۰۳) و در نتیجه حضور مواد افزودنی و اتصال‌دهنده می‌تواند در بهبود پیوند سیمان و الیاف مؤثر واقع شود.

با توجه به اثر مواد در مقیاس نانو، نظیر نانوسیلیس در افزایش مقاومت خمشی و فشاری در سیمان (بوالحسنی، ۲۰۱۰)، پیش‌بینی می‌شود نانو مواد به سبب حجم و اندازه

4 -Conge
5 -Bilba
6 -pirie
7 -Studinka

1 -Hatschek
2 -Coutts
3 -Bentur

• نانو سیلیس

نانو سیلیس بصورت پودری با خلوص ۹۹/۸٪ و سطح ویژه ۲۰۰ مترمربع بر گرم با قطر متوسط ذرات ۱۲ نانومتر ساخت شرکت دگوسای آلمان مورد استفاده قرار گرفت.

• طریقه اختلاط

در این تحقیق نانو سیلیس با سطوح ۰/۵ درصد، ۱ درصد، ۲ درصد و ۴ درصد (با ۱ درصد الیاف) و الیاف باگاس در چهار سطح ۲ درصد، ۴ درصد، ۶ درصد و ۸ درصد بدون نانو سیلیس، به انضمام تیمار شاهد جمعاً ۹ تیمار مطابق با جدول ۱ ساخته شد. در ابتدا سیمان، نانو سیلیس و الیاف به طور جداگانه با آب مخلوط شده و در نهایت از آن دوغاب تهیه گردید (آب مصرفی نیز به مقدار ۳ برابر وزن سیمان استفاده شد) و بعد در همزن برقی به مدت ۵ دقیقه با هم مخلوط شدند و در نهایت به داخل قالب مکعب مستطیلی به ابعاد $15 \times 18 \times 8$ سانتی متر ریخته شدند. در این قالب، آب اضافی از طریق مکش از پائین به وسیله پمپی با قدرت ۱/۶ بار، از نمونه‌ها خارج شد. پس از آبیگری، برای متراکم کردن نمونه‌ها وزنه‌ای به وزن ۱۰ کیلوگرم روی نمونه‌ها قرار گرفت. سپس نمونه‌ها از قالب خارج شدند. پس از دو ساعت نگهداری نمونه‌ها در هوای آزاد، این نمونه‌ها به مدت ۱۴ روز تحت دمای ۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد و در رطوبت ۹۰ درصد در اتاق بخار نگهداری شدند. نهایتاً نمونه‌ها به یک آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد منتقل شده و به مدت ۶ ساعت خشک شدند و آزمون مقاومت خمشی و ویژگی‌های فیزیکی بر روی آنها انجام شد (خرمی و همکاران ۱۳۸۸).

کوچک به‌عنوان مواد افزودنی در کامپوزیت‌ها کاربرد داشته باشد و در بهبود خواص کاربردی محصولات و یا بهبود مقاومت اتصالات بین مواد لیگنوسلولزی و مواد اتصال‌دهنده به‌صورت قابل توجهی ایفای نقش نماید (آجایان و همکاران^۱، ۲۰۰۳). بنابراین در این تحقیق از نانو سیلیس به‌عنوان ماده سازگار کننده استفاده شد. اما مقدار بهینه اختلاط الیاف و نانو سیلیس در سیمان از مسائل مهم و قابل توجه است (گنجیان و همکاران، ۲۰۰۸؛ بوالحسنی، ۲۰۱۰).

سیلیس با هیدروکسید کلسیم که در فرایند هیدراتاسیون سیمان آزاد می‌شود واکنش یافته و با قلیایی کردن محیط، موجب بهبود واکنش سیمان با الیاف لیگنوسلولزی و افزایش مقاومت اتصالات آن می‌گردد (دوست حسینی، ۱۳۸۰). اما مقدار ماده نانو سیلیس افزوده شده باید در حد بهینه و مطلوب بوده و افزودن بیش از اندازه این ماده باعث تردی و شکنندگی فرآورده می‌شود (عبدالعلی سربندی و همکاران، ۱۳۸۹). هدف از این مطالعه بررسی تاثیر نانو سیلیس، الیاف باگاس و مقدار بهینه آنها بر مقاومت خمشی فرآورده چندسازه "الیاف سیمان" می‌باشد.

مواد و روشها

• الیاف باگاس

در این مطالعه الیاف باگاس رنگبری شده (لیگنین-زدایی شده) با میانگین طول ۰/۵ - ۰/۹ میلی‌متر از کارخانه حریر خوزستان استفاده شد.

• سیمان

سیمان مصرفی از نوع تیپ ۲ کارخانه تهران تهیه شد.

- صفات قابل اندازه گیری:

- اندازه گیری مقدار مقاومت خمشی نمونه‌ها: نمونه‌های ساخته شده برای مقاومت خمشی به صورت صفحه‌ای و به ابعاد $16 * 8 * 1$ سانتیمتر بوده و به روش بارگذاری یک نقطه‌ای مطابق استاندارد EN 12467:2004 آزمایش می‌شوند.

- ویژگی‌های فیزیکی شامل:

- دانسیته: برای اندازه گیری دانسیته از استاندارد

- ASTM C 1185 – 03 استفاده می‌شود.

- جذب آب: برای انجام این آزمایش از

- استاندارد ASTM C 1185 – 03 استفاده می‌شود.

- جذب رطوبت: آزمون جذب رطوبت بر اساس

- استاندارد ASTM C 1185 – 03 انجام می‌شود.

- واکنش‌دهی ضخامت بعد از غوطه‌وری در آب:

- روش انجام این آزمون در استاندارد BS EN 634-2

- 2007 ارائه شده است.

جدول ۱ - تیمارهای فرآورده چندسازه الیاف - سیمان

نام نمونه	الیاف باگاس (درصد وزنی)	نانو سیلیس (درصد وزنی)	سیمان (درصد وزنی)
B1-N0.5	۱	۰/۵	۹۸/۵
B1-N1	۱	۱	۹۸
B1-N2	۱	۲	۹۷
B1-N4	۱	۴	۹۵
B2	۲	۰	۹۸
B4	۴	۰	۹۶
B6	۶	۰	۹۴
B8	۸	۰	۹۲
شاهد (Control)	۰	۰	۱۰۰

B: معرف باگاس و عدد کنار آن معرف درصد مورد استفاده می‌باشد.

N: معرف نانو سیلیس و عدد کنار آن معرف درصد مورد استفاده می‌باشد.



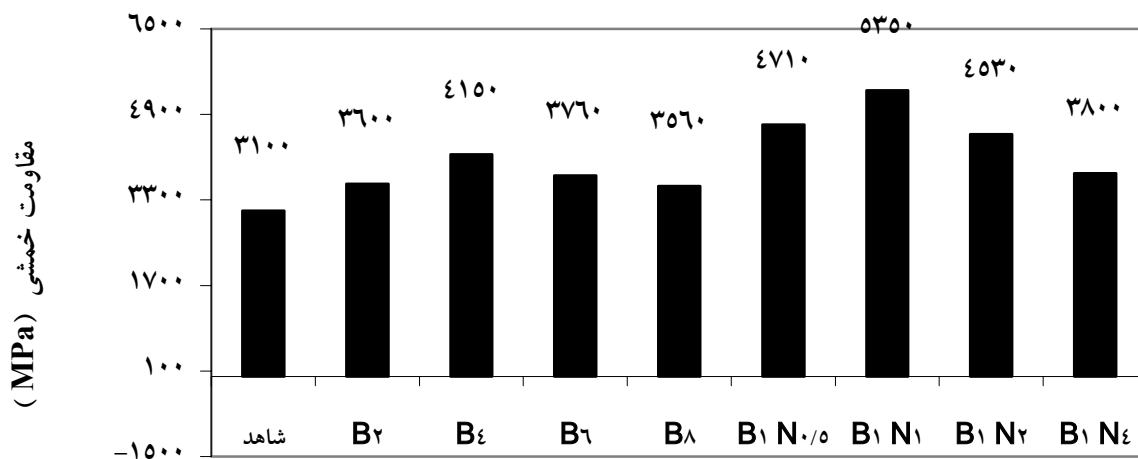
شکل ۱- نمونه‌های پرس شده، قبل از ورود به اتاق بخار

نتایج

مقاومت خمشی

مطابق با نتایج بدست آمده، با افزایش درصد الیاف باگاس از ۲٪ به ۴٪ مقاومت خمشی نیز افزایش می‌یابد ولی هنگامی که از درصدهای بالاتر (۶ درصد و ۸ درصد) استفاده می‌شود، مقاومت خمشی کاهش می‌یابد (شکل ۲). همچنین با افزودن نانوسیلیس در ابتدا مقاومت خمشی

نمونه‌های ساخته شده افزایش و بعد کاهش می‌یابد. به طوری که بالاترین مقاومت خمشی در نانوسیلیس ۱ درصد مشاهده می‌شود و در درصد نانوسیلیس‌های بالاتر (۲ درصد و ۴ درصد) مقاومت خمشی کاهش می‌یابد. متوسط مقاومت خمشی نمونه ساخته شده از شاهد (سیمان خالص، بدون الیاف و نانو سیلیس) در بین تیمارها از کمترین مقدار (۳۱۰۰ مگاپاسکال) برخوردار بوده است.



تیمارهای مختلف "الیاف سیمان"

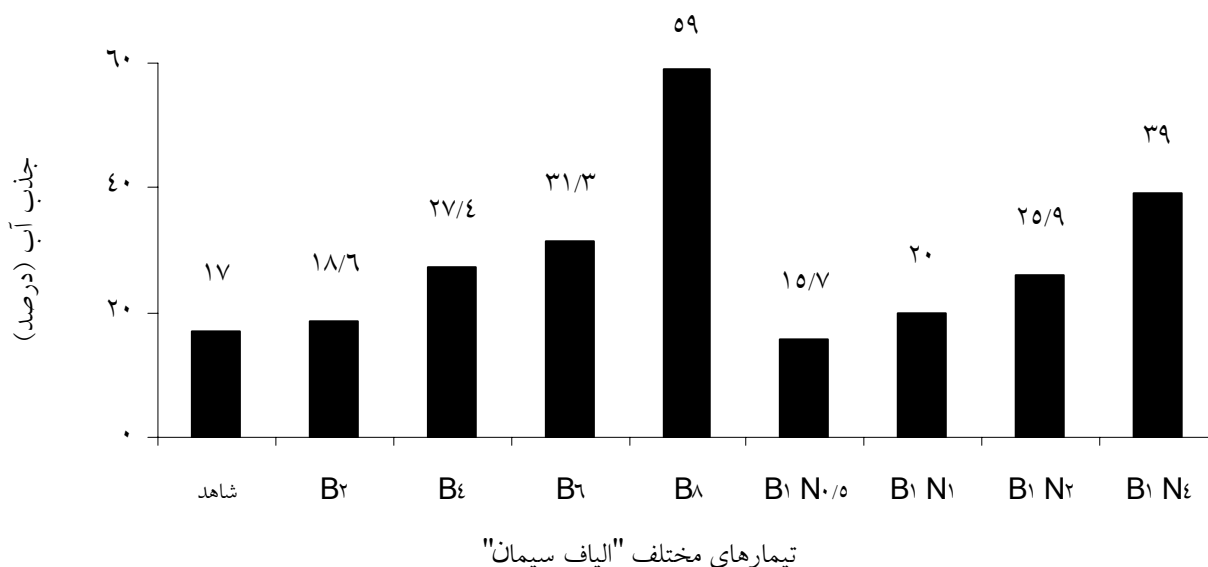
شکل ۲ - مقاومت خمشی نمونه‌ها

(حرف لاتین B معرف باگاس و N معرف نانو سیلیس و اعداد کناری آنها معرف درصد مورد استفاده می‌باشد.)

جذب آب

مقدار آب جذب شده توسط نمونه‌ها در شکل ۳ نشان داده شده است. با افزایش مقدار درصد الیاف، مقدار جذب آب افزایش یافته است، به طوری که نمونه‌های ساخته شده از ۸ درصد الیاف از بالاترین مقدار جذب آب برخوردار بوده است (شکل ۳). همچنین با افزایش مقدار نانو سیلیس، مقدار جذب آب نیز افزایش یافته است،

بدین صورت که تیمار B1N4 (باگاس ۱ درصد + نانو سیلیس ۴ درصد) در بین تیمارهای دارای نانو از بالاترین مقدار جذب آب برخوردار بوده است. اما نکته قابل توجه بالاتر بودن مقدار جذب آب نمونه شاهد (سیمان خالص بدون الیاف) نسبت به تیمار B1N0.5 (باگاس ۱ درصد + نانوسیلیس ۰/۵ درصد) می‌باشد.



شکل ۳ - جذب آب نمونه‌ها

(حرف لاتین B معرف باگاس و N معرف نانو سیلیس و اعداد کناری آنها معرف درصد مورد استفاده می‌باشد.)

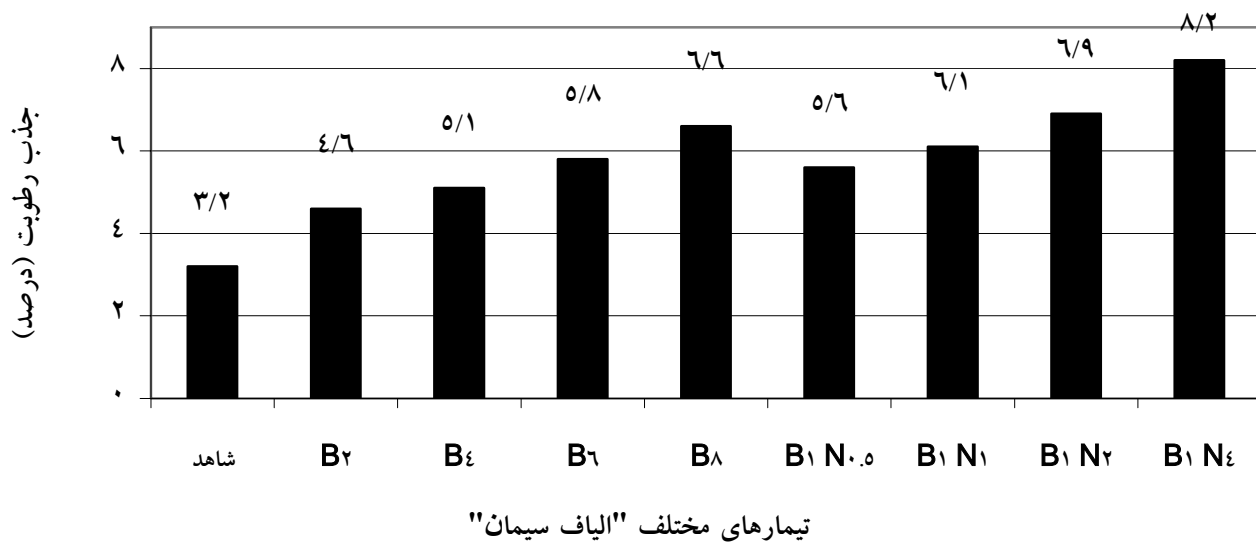
جذب رطوبت:

مطابق با شکل ۴، با افزایش مقدار الیاف باگاس مقدار جذب رطوبت نیز افزایش یافته است، به طوری که تیمار ۸ درصد الیاف از بالاترین مقدار جذب آب برخوردار بوده است (شکل ۴). همچنین با افزایش مقدار نانو سیلیس، مقدار جذب رطوبت نیز افزایش یافته است، بدین صورت که تیمار BIN4 (باگاس ۱ درصد + نانو سیلیس ۴ درصد) در بین تیمارهای دارای نانو از بالاترین مقدار جذب رطوبت برخوردار بوده و شاهد (سیمان خالص فاقد نانو سیلیس و الیاف) از کمترین مقدار جذب رطوبت برخوردار بوده است.

واکشیدگی ضخامت

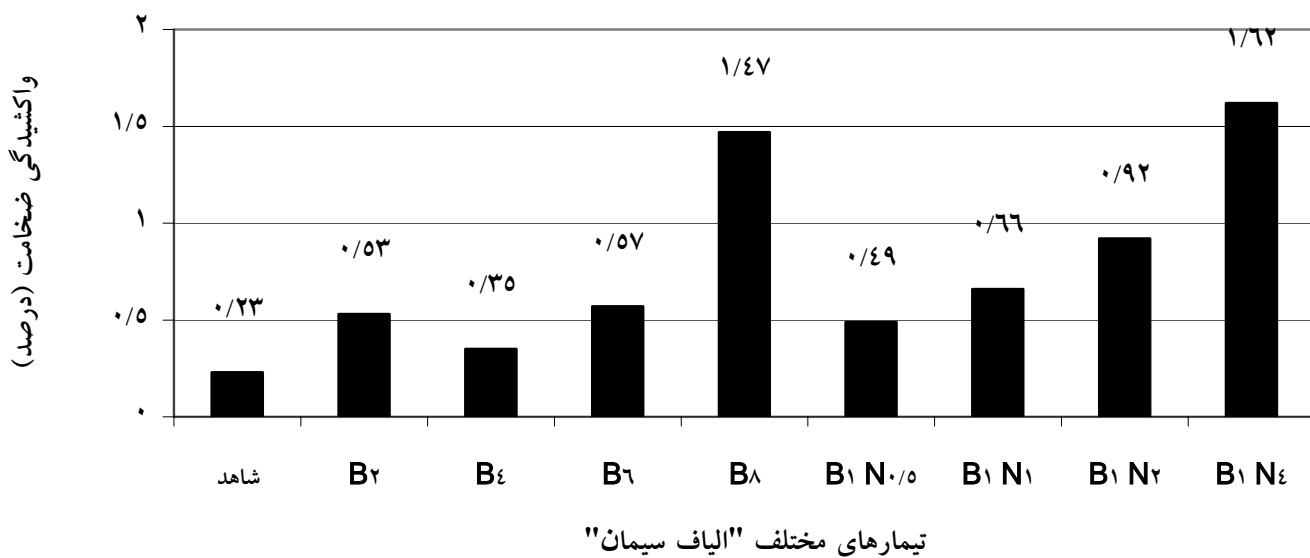
مطابق با شکل ۵ نتایج حاصل از واکشیدگی ضخامت در خصوص تیمارهای دارای الیاف باگاس (بدون نانو سیلیس) تا حدودی دارای نوسان می‌باشد. یعنی در تیمارهای B₂، B₆ و B₈ با افزایش مقدار الیاف، مقدار

واکشیدگی ضخامت افزایش می‌یابد. ولی به‌رغم آنکه تیمار B₄ مقدار الیاف آن ۴٪ بوده ولی نسبت به تیمار B₂ که حاوی ۲ درصد الیاف بوده از واکشیدگی ضخامت کمتری برخوردار بوده است. ضمناً با افزایش نانو سیلیس مقدار واکشیدگی ضخامت در همه تیمار با یک الگوی تقریباً یکسان رشد داشته است، به طوری که تیمار BIN4 (۱ درصد باگاس + ۴ درصد نانو سیلیس) از بالاترین مقدار واکشیدگی ضخامت (۱/۶۲ درصد) برخوردار بوده است. مقادیر مجاز برای واکشیدگی ضخامت (تورم) در مورد ورقهای سیمانی - الیافی در استاندارد BSEN 634-2 2007 حداکثر ۱/۵ درصد تعیین شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده از این آزمون همه تیمارها به غیر از تیمار BIN4 (۱ درصد باگاس + ۴ درصد نانو سیلیس) دارای واکشیدگی ضخامت کمتر از ۱/۵ درصد بوده‌اند و به عبارت دیگر در محدوده مجاز استاندارد قرار داشتند.



شکل ۴- جذب رطوبت نمونه‌ها

(حرف لاتین B معرف باگاس و N معرف نانو سیلیس و اعداد کناری آنها معرف درصد مورد استفاده می‌باشد.)



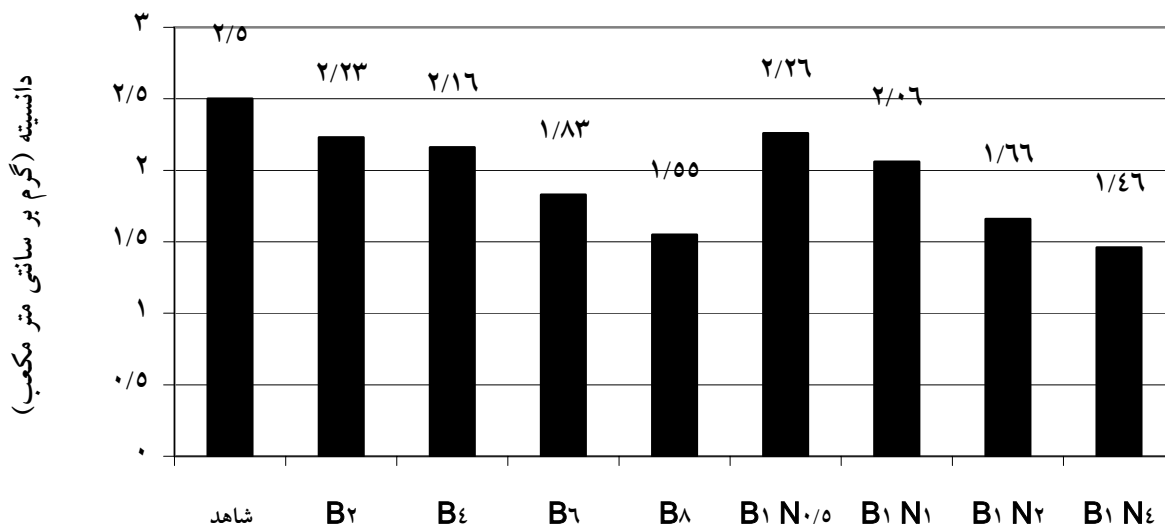
شکل ۵- واکشیدگی ضخامت تیمارها

(حرف لاتین B معرف باگاس و N معرف نانو سیلیس و اعداد کناری آنها معرف درصد مورد استفاده می‌باشد.)

دانشیته

در شکل ۶، دانشیته تیمارهای مورد آزمایش نشان داده شده است. تمام تیمارهای حاوی الیاف و همچنین تیمارهای حاوی نانوسیلیس دانشیته کمتری نسبت به

نمونه شاهد (سیمان خالص، بدون الیاف و نانو سیلیس) داشتند. تقریباً در هر دو گروه با افزایش درصد الیاف یا نانوسیلیس، دانشیته نمونه‌ها کاهش می‌یابد. این موضوع به سادگی با مقایسه دانشیته نمونه‌ها مشاهده می‌شود.



شکل ۶ - دانشیته تیمارها

(حرف لاتین B معرف باگاس و N معرف نانو سیلیس و اعداد کناری آنها معرف درصد مورد استفاده می‌باشد.)

بحث

نتایج حاصل از ویژگی مکانیکی و فیزیکی در خصوص اثر میزان الیاف و نانو سیلیس بر خواص فرآورده "الیاف (باگاس) سیمان" بسیار قابل توجه بوده است. مقاومت خمشی نمونه‌های ساخته شده نسبت به افزایش الیاف باگاس تا حد ۴ درصد افزایش یافته و از آن مقدار بالاتر اثرهای معکوس بر روی مقاومت به خمش داشته است. علت پائین بودن مقاومت خمشی تخته ساخته شده از باگاس ۲٪ (B₂) نسبت به تیمار باگاس ۴ درصد (B₄) را می‌توان در کمبود الیاف و در نتیجه شکل‌گیری سیمان بدون الیاف دانست. همچنین علت پائین بودن

مقاومت خمشی تخته ساخته شده از ۶ درصد و ۸ درصد الیاف (B₆ و B₈)، را می‌توان بدین سبب دانست که بالا بودن درصد الیاف باعث شده تا توزیع مناسبی از الیاف (باگاس) در ماده زمینه‌ای (ماتریس) که همان سیمان می‌باشد بوجود نیاید و در نتیجه تجمع و یا درهم‌رفتگی آنها باعث کاهش مقاومت خمشی نمونه‌ها شود. بنابراین بهترین تیمار در رابطه با تیمارهای الیاف خالص (بدون نانو سیلیس) همان تیمار B₄ یعنی ۴ درصد الیاف باگاس می‌باشد.

همچنین کاهش مقاومت خمشی در اثر افزایش نانو سیلیس بیش از ۱ درصد را می‌توان به تمایل اتصال ذرات

می‌تواند باعث افزایش جذب آب و جذب رطوبت هم بشود. سیمان در حالت عادی حدوداً ۲۰ درصد جذب آب دارد. به طور کلی اغلب نمونه‌های حاوی الیاف باگاس (شامل B2, B4, B6, B8) آب بیشتری نسبت به نمونه‌های حاوی نانوسیلیس (شامل B1N0.5, B1N1, B1N2, B1N4) جذب کرده‌اند که این مقدار بالای جذب آب بدلیل عدم توزیع یکنواخت الیاف در زمینه کامپوزیت سیمانی می‌باشد. الیاف باگاس بدلیل خاصیت آبدوستی، باعث افزایش جذب آب در تیمارهای حاوی الیاف شده‌اند و وجود نانوسیلیس بدلیل برخورداری از سطح ویژه بالا (ابعاد بسیار کوچک) باعث جذب آب بیشتری نسبت به نمونه شاهد می‌گردد. همچنین در رابطه با جذب رطوبت می‌توان گفت که جذب رطوبت تابعی از جذب آب بوده و دلایل و استنباط‌های فوق را می‌توان به نتایج آزمون جذب رطوبت نیز تعمیم داد. اساساً هنگامی که نمونه‌ها آب و یا رطوبت محیط را جذب می‌کنند، حجم آنها نیز افزایش می‌یابد که در نتایج واکنشیدگی ضخامت مشهود است. البته باید دانست هدف از انجام پژوهش بر روی الیاف و مواد جایگزین آزیست در سیمان، رسیدن به مقاومت‌های خمشی بالاتر بوده و سایر موارد از جمله آزمونهای فیزیکی اهمیت چندانی ندارند.

منابع مورد استفاده

- خرمی مهندس، م. خلیلی طبس، ا. نوربخش، ا. ۱۳۸۸، مجله علمی و پژوهشی تحقیقات علوم و صنایع چوب و کاغذ ایران، شماره ۳۱، صفحه ۳۱.
- دوست حسینی، ک.، ۱۳۸۰، فناوری تولید و کاربرد صفحات فشرده چوبی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۷۰۸ صفحه.
- سپیده دم، ج.، ۱۳۸۵، کاغذسازی، جزوه درسی.

نانو به یکدیگر و در نتیجه شکل‌گیری کلوخه‌های سیلیسی و کلوخه‌های سیمانی و نهایتاً بروز شکاف‌های ریز در نمونه‌های ساخته شده دانست. ولی افزایش مقاومت در تیمار B1N1 (باگاس ۱ درصد + نانو سیلیس ۱ درصد) را می‌توان در توزیع مناسب ذرات نانو سیلیس در بین ماده زمینه‌ای (سیمان) و در نتیجه اتصال مناسب این دو ماده معدنی (سیمان و نانوسیلیس) با الیاف باگاس دانست.

هدف اصلی از افزودن الیاف و نانوسیلیس به سیمان افزایش مقاومت خمشی این گونه فرآورده‌ها می‌باشد و سایر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی نسبت به مقاومت خمشی از اهمیت کمتری برخوردار هستند. با این سه ویژگی جذب آب، جذب رطوبت و واکنشیدگی ضخامت در اثر افزایش مقدار باگاس و نانوسیلیس یک روند افزایشی از خود نشان می‌دهند (شکل ۴، ۵) که این موضوع را می‌توان به افزایش تخلخل کامپوزیت در اثر افزایش درصد الیاف دانست (آلن^۱، ۲۰۰۳). دلیل کاهش دانسیته در اثر افزایش الیاف باگاس و نانوسیلیس را می‌توان به اختلاف قابل توجه در چگالی الیاف طبیعی (معمولاً در حدود ۱/۲ تا ۱/۵ گرم بر سانتیمتر مکعب) و چگالی نانوسیلیس (۲/۶ گرم بر سانتیمتر مکعب) نسبت به چگالی سیمان (حدود ۳/۱۵ گرم بر سانتیمتر مکعب) دانست. در نتیجه افزودن الیاف طبیعی و نانوسیلیس به خمیر سیمان سبب می‌شود که دانسیته کامپوزیت ساخته شده کاهش یابد. نتایج تحقیقات انجام شده توسط سایر محققان از جمله "آلن - ۲۰۰۳" نیز نشان داده است که با افزودن الیاف به خمیر سیمان، مقدار حفرات و منافذ در ماتریس سیمان بیشتر شده و در نتیجه تخلخل کامپوزیت ایجاد شده افزایش می‌یابد. ضمن اینکه افزایش تخلخل

- Conge, S. Hearing Asbestos Litigation. 2002. 107th Cong., 2nd sess. Washington: GPO.HRG.107-993.
- Ganjian,E. Khorami,M. Sadeghi-poya, H .(2008).IIBCC 11 Th Int.Inorganic-Bonded Fiber Confernce.Spain .
- Pirie, B.G . Glasser, F. P. Schmitt-Henco, C. S.A.S. Akers, products, Cement and Concrete Composites, Volume 12, Issue 4, 1990, Pages 233-244.
- Studinka, Asbestos substitution in the fibre cement industry , Ametex AG, 8867 Niederurnen, 2003.Switzerland, 14:32-798.
- Virta, R.L. “Asbestos: Geology, Mineralogy, Mining, and Uses”. U.S. Department of the Interior, U.S.Geological Survey, 2003. Open-File Report 02-149.
- عبدالعلی سربندی، م؛ یوالحسنی، م؛ بیلبا، ک. و اشجاری، ر.، ۱۳۸۹. نخستین همایش ملی فناوری‌های نوین در صنایع چوب و کاغذ. دانشگاه آزاد اسلامی چالوس. صفحه ۱۰۳.
- Ajayan,P.M .Schadler,L.S. Braun,WileyP.V. VCH . Nano composite Science And Technology", (2003).
- Allen, H.G. "Tensile properties of seven asbestos cements", Composites, . 2003.2(1971) 98-103.
- Bentur, A. Midness, S. Fiber Reinforced cementitious composites, Elsevier, 1990. 46:222-41 .
- Bilba,K. Arsene, M.A, Ouensanga, A. Cement & Concrete Composites(2003). 25 : 91-96 .
- Bolhassani, M. 1st Makassar International Conference in Civil Engineering 2010 Makassar Indonesia.

Effect of nano-silica and bagasse fibers on bending strength and physical properties of cement fiberboards

Abdolali Sarbandi, M.¹, Safdari, V.^{2*}, Sepideh-dam, S.M.J.³ and Ganjian, E.⁴

1- MSc., Department of Wood and Paper Science, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

2*- Corresponding author, Associate Prof., Department of Wood and Paper Science, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran, Email: vahid.safdari@kiauo.ac.ir

3- Assistant Prof., Department of Wood and Paper Science, Karaj Branch, Islamic Azad University

4- Coventry University, Department of the Built Environment, Faculty of Engineering & Computing, Sir John Laing Building, Coventry, CV1 5FB.

Received: Oct., 2010

Accepted: Oct., 2011

Abstract

In this research, the properties of cement fiberboard produced using different contents of nano-silica and bleached bagasse fibers were evaluated. Different ratios of bagasse fibers, cement and nano-silica were blended using an electrical blender. The mixture was then poured into a mould (15x18x18 cm dimension). The produced mould samples were matured for 14 days at room temperature and high moisture content (100%) and after maturing, the bending strength and physical properties of boards were measured. Results showed that both materials (nanosilica and bagasse fibers) changed the bending and physical properties of the final boards. The bending strength of samples increased with the increase in nano-silica up to 1% and exceeding 1% decreased this property. It is because high content of silica (more than 1%) results in aggregate of nano-silica and cement and micro cracks occurred in samples. Also the increase in bagasse fiber up to 4% increased of bending strength of boards and more bagasse fibers decreased the bending strength. It is because high bagasse fibers cannot distribute in the cement matrix and fiber bundles reduced the bending strength. However, as the nano-silica and bagasse fibers content increase, the water and moisture absorption as well as thickness swelling increases, whereas density decreases.

Keywords: Cement fiberboards, nano-silica, bagasse fibers, bending strength, physical properties

1. J.B. Studinka, Asbestos substitution in the fibre cement industry Ametex AG, 8867, Niederurn