

ارزیابی ویژگی‌های بلوک‌های چوب-سیمان ساخته شده از خاکاره

علی اکبر عنایتی^{۱*}، حسین ناظرانی هوشمند^۲، کاظم دوست حسینی^۳، احمد جهان لتیباری^۴ و سهراب رحیمی^۵

*- نویسنده مسئول، استاد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

پست الکترونیک: aenayati@ut.ac.ir

۲- کارشناس ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳- استاد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۴- دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد (واحد کرج)

۵- دانشجوی دکتری علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات

تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۰

چکیده

به منظور بررسی شرایط بهینه تولید بلوک‌های توخالی چوب-سیمان با مخلوط کردن خاکاره و سیمان پرتلند نوع دو، تعدادی بلوک حفره‌دار قالب‌گیری شد. از نسبت خاکاره به سیمان در سه سطح ۲۸ به ۷۲، ۳۵ به ۶۵ و ۴۲ به ۵۸، نوع ماده افزودنی (کلریدکلسیم و کلرید منیزیم) و مقدار ماده افزودنی در دو سطح (سه و پنج درصد، نسبت به وزن سیمان) برای ساخت بلوک‌های آزمونی استفاده شد. نتایج بدست‌آمده از اندازه‌گیری ویژگیهای فیزیکی (واکسیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب) و مکانیکی (مقاومت فشاری) بلوک‌های آزمونی نشان داد که تفاوت در نسبت‌های مختلف خاکاره به سیمان باعث تفاوت در خواص فیزیکی و مکانیکی بلوک‌ها گردیده‌است، به‌گونه‌ای که بیشترین مقاومت فشاری مربوط به بلوک‌های دارای نسبت خاکاره به سیمان ۵۸ به ۴۲ درصد و کمترین مقدار واکسیدگی ضخامت از آن بلوک‌های حاوی ۲۸٪ خاکاره و ۷۲٪ سیمان بوده است. همچنین مشاهده شد که نوع ماده افزودنی روی خواص فیزیکی و مکانیکی بلوک‌ها اثر معنی‌داری نداشته است، اما مقدار ماده افزودنی فقط در مورد کلرید منیزیم اثرش بر روی این ویژگی‌ها معنی‌دار بوده است.

واژه‌های کلیدی: خاکاره، سیمان پرتلند، مقاومت فشاری، واکسیدگی ضخامت.

مقدمه

شاخه‌های مختلف صنایع چوب کشور قابل ملاحظه می‌باشد. هر چند که مقداری از این مواد در زمستان به مصرف سوخت می‌رسند ولی در سایر فصول فضای زیادی از کارخانه‌ها را اشغال کرده و مشکل زیادی را برای دفع آن ایجاد می‌کند. از این‌رو استفاده بهینه از این ماده طبیعی تجدید شونده یک ضرورت قطعی به‌شمار می‌آید.

استفاده از ضایعات چوب مانند قطعات کناره‌بری و پشت‌لا، ضایعات روکش و لایه، تراشه، خرده‌های ناشی از رنده‌کاری و ... توجه کارشناسان صنایع چوب و متخصصان اقتصادی دنیا را به خود جلب نموده است. از جمله این ضایعات می‌توان خاکاره را نام برد که مقدار آن در

از جمله کاربردهای مناسب خاک اره، استفاده از آن در ساخت مصالح ساختمانی است. به طوری که تاکنون تحقیقات زیادی در مورد استفاده از خاک اره در ساخت مصالح ساختمانی انجام شده است. خاکاره در شکل طبیعی می‌تواند برای عایق‌سازی (عایق حرارتی و نیز جلوگیری از انتشار صوت)، مسلح کردن مصالح ساختمانی و کنترل اثری جو بر روی سطوح تازه سیمانی به‌کار رود (ارسطو و همکاران، ۱۳۷۴). از مهمترین دغدغه‌های صنعت ساختمان‌سازی یکی تأمین مصالح به ارزانه‌ترین شکل ممکن و دیگری کاهش وزن ساختمان است. مصالح ساختمانی ضمن داشتن استحکام لازم باید نخست با اقتصادی‌ترین روش قابل تهیه باشد، در ثانی حمل و نقل و کاربرد آنها، هزینه کمتری را در برداشته باشد. طبق تحقیقات انجام شده بتن یکی از مناسبترین مصالح ساختمانی است که دارای مزایایی از قبیل استحکام، مقاومت در مقابل زلزله، عایق صوتی و گرمایی (در صورت استفاده از بتن سبک) و ... است. استفاده از بتن معمولی دارای معایبی از جمله سنگینی قطعات تهیه شده و بالا بودن مصرف سیمان (که سبب افزایش قیمت تمام شده بتن می‌شود) (مهرجردی و همکار، ۱۳۶۹). در ارتباط با خواص مختلف مواد مرکب چوب-سیمان و افزایش کارایی آن برای کاربردهای مختلف، تحقیقات زیادی انجام شده است که از آن جمله می‌توان به بررسی‌های زیر اشاره کرد.

یزدی (۱۳۷۲) در بررسی تأثیر چهار نوع ماده افزودنی شامل کلریدکلسیم، آب‌شیشه، سولفات آلومینیوم و سولفات آهن بر روی خواص کاربردی صفحه‌های چوب صنوبر با سیمان گزارش کرد که تخته‌های ساخته شده با ۵ درصد کلریدکلسیم دارای خواص فیزیکی و مکانیکی

مطلوبی بوده‌اند. جمالی (۱۳۸۳) در بررسی تأثیر مواد افزودنی و Co_2 بر خواص کاربردی تخته‌های رشته چوب-سیمان بیان می‌کند که به‌رغم تأثیر مثبت گاز Co_2 بر افزایش سریع دمای هیدراتاسیون و در نتیجه گیرایی زود هنگام سیمان، اما بر کیفیت نهایی کلیه تخته‌ها تأثیر منفی داشته‌است. در این بررسی استفاده از کلریدکلسیم در سطح ۵٪ تأثیر بسزایی در افزایش کیفیت محصول داشته است. محمدکاظمی (۱۳۸۹) در تحقیقی اثر نانوسیلیس در چهار سطح ۰، ۱، ۲ و ۳ درصد (نسبت به وزن سیمان) بر خواص کاربردی صفحات چوب-سیمان ساخته شده از کارتن کهنه و پوست برنج را بررسی و نشان داد که تخته‌های ساخته شده از پوسته برنج با ۲ درصد نانوسیلیس بهترین خواص کاربردی را داشتند.

Fernandez, E. C. و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی خود بر روی ساخت کامپوزیت چوب - سیمان از پوسته برنج در نسبت‌های ۵۰:۵۰ و ۶۰:۴۰ (سیمان: پوسته برنج) به این نتیجه رسیدند که دانسیته، مدول الاستیسیته و مدول خمشی تخته‌های ساخته شده با نسبت ۶۰:۴۰ بیشتر از ۵۰:۵۰، ظرفیت نگهداری میخ در نسبت ۵۰:۵۰ بیشتر از نسبت ۶۰:۴۰ و میزان جذب آب و واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها در نسبت ۵۰:۵۰ بیشتر از نسبت ۶۰:۴۰ بوده است. Fernandez, E. C. و همکاران (۲۰۰۰) تخته‌های چوب-سیمان از الیاف پسماند کارخانه خمیرکاغذ با نسبت‌های ۶۰:۴۰ (سیمان: الیاف پسماند خمیرکاغذ) و ۵۰:۵۰ ساخته و گزارش کردند که تخته‌های ساخته شده با نسبت ۶۰:۴۰ دانسیته‌ای بیشتر از تخته‌های با نسبت ۵۰:۵۰ از خود نشان دادند ($1/2 \text{ g/} \text{Cm}^2$ در برابر $1/15 \text{ g/} \text{Cm}^2$). بعلاوه میزان واکنشیدگی ضخامت تخته‌هایی که با نسبت ۶۰:۴۰ تهیه شده‌اند کمتر از

از آنجایی که خاکاره در ایران کاربرد خاصی ندارد، از این رو بررسی امکان مصرف این ماده ضایعاتی با ارزش و در عین حال گرانقدر در ساخت بتن سبک، می‌تواند کمک قابل توجهی در امر استفاده از این ضایعات بنماید.

مواد و روشها

خاکاره مورد نیاز از کارخانه چوب‌بری نکا واقع در دشت‌ناز ساری تهیه و به آزمایشگاه منتقل گردید. خاکاره تهیه شده با الک‌هایی با درشتی ۶ و ۸۲ میلی‌متر غربال تا خرده‌های چوب‌سوزنی شکل و نرمه‌های آن جدا شدند. چون شکل و اندازه ذرات ماده‌چوبی و پراکنش ریزی و درشتی آنها بر روی ویژگی‌های فرآورده‌های مرکب چوبی اثرگذار می‌باشد، بنابراین پراکنش ریزی و درشتی ذرات خاک اره، با استفاده از الک‌های با مش ۶۰، ۴۰ و ۲۰ توسط الک آزمایشگاهی نوع Tyler طبق دستورالعمل ۷۴۰۱۱۰ - Bison اندازه‌گیری شد. از آنجایی که قندهای موجود در مواد لیگنوسولوزی باعث ایجاد اختلال در فرایند هیدراتاسیون و گیرایی سیمان در ساخت کامپوزیت‌های چوب-سیمان به حساب می‌آیند، بنابراین برای خارج ساختن این قبیل مواد قندی (طبق مسلمی و همکاران، ۱۹۸۳) خاکاره مورد مصرف در این بررسی با آب با دمای $10 \pm 65^\circ\text{C}$ به مدت تقریباً ۱۷ ساعت آبشویی گردید. برای جداسازی مواد قندی از خاکاره، شستشو با آب سرد انجام و بعد در محیط آزمایشگاه برای دستیابی به رطوبت ۸-۹٪ خشک گردید. با توجه به تیمار آبشویی انجام شده، مقدار مواد استخراجی اندازه‌گیری شده (طبق ۹۹ - ۲۰۷cm TAPPI, T) در خاکاره مصرفی قبل و بعد از تیمار آبشویی به ترتیب ۰/۹۱ و ۰/۴۷ درصد بود.

واکسیدگی ضخامت تخته‌هایی است که با نسبت ۵۰:۵۰ ساخته شده‌اند. Zhou, Y. و همکاران (۲۰۰۱) از خرده‌های تهیه شده از تیرهای برق تیمار شده با محلول حفاظتی CCA که عمر مفید آنها پایان و مقدار CCA موجود در چوب 8 Kg/m^3 بوده است، کامپوزیت‌های چوب-سیمان با نسبت‌های مختلف چوب-سیمان (شامل ۱:۱، ۱:۱/۵، ۱:۲/۵، ۱:۳ و ۱:۴) ساخته و گزارش کردند که با افزایش نسبت سیمان تا سه برابر مقدار خرده‌چوب، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته افزایش می‌یابد، ضمن اینکه واکسیدگی ضخامت این کامپوزیت‌ها، ۵ تا ۲۰٪ کمتر از تخته خرده‌چوب می‌باشد.

Aggarwal (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای بر استفاده از ضایعات گیاهان کشاورزی شامل پوسته برنج، پوسته بادام‌زمینی، پوست نارگیل و خرده‌چوب و باگاس در ساخت پانل‌های سیمانی بیان کرد که صفحات سیمانی ساخته شده با پوسته برنج، بادام‌زمینی و پوست نارگیل واکنش منفی کمتری بر مقاومت‌های سیمان پرتلند دارند. Hermawan, D. و همکاران (۲۰۰۱) در بررسی ویژگی‌های تخته سیمان ساخته شده با خرده‌های دمبرگ نخل به این نتیجه رسیدند که افزایش مقدار MgCl_2 در ترکیب تخته‌ها باعث کاهش مقاومت‌های مکانیکی تخته‌ها و افزایش واکسیدگی ضخامت آنها می‌شود.

Wan Jo. et al., (۲۰۰۷) در تحقیقی در زمینه ساخت پودر بتن با کمک نانو سیلیس (در چهار سطح ۳٪، ۶٪، ۹٪ و ۱۲٪) و سیلیس فوم در سه سطح ۵٪، ۱۰٪ و ۱۵٪ نشان دادند که بهبود مقاومت فشاری با استفاده از ذرات نانو سیلیس بسیار بالاست ولی برای سیلیس فوم این افزایش کمتر و معادل ۰/۴۸ حالت اول است.

ساخت بلوک‌های آزمونی

بلوک‌های آزمونی با توجه به عوامل متغیر و ثابت زیر ساخته شدند.

عوامل متغیر

نسبت خاکاره به سیمان در سه سطح (۷۲:۲۸، ۶۵:۳۵ و ۵۸:۴۲)، نوع ماده افزودنی در دو سطح (کلریدکلسیم و کلریدمنیزیم) و میزان ماده‌افزودنی در دو سطح (۳٪ و ۵٪)

عوامل ثابت

گونه چوبی: خاک اره مخلوط گونه‌های پهن‌برگ

نوع سیمان: سیمان پرتلند

دانشیته: دانشیته بلوک آزمونی ($1/35 \text{ g / Cm}^3$)

فشار پرس: (30 kpa / cm^2)

دمای پرس: ۲۰ درجه سانتی‌گراد

زمان پرس: ۳۰-۴۵ دقیقه

و مدت قید در حالت فشار: ۲۰ ساعت.

از قالب فلزی به ابعاد $17/5 \times 10/5 \times 6/5$ سانتیمتر برای ساخت بلوک‌های آزمونی استفاده گردید. میزان خاکاره مورد نیاز برای ساخت هر بلوک آزمونی (با در نظر گرفتن تیمارهای مختلف) بین ۲۸۰ تا ۴۲۰ گرم بود. سپس ماده افزودنی (کلرید کلسیم یا کلرید منیزیم) به مقدار ۳٪ یا ۵٪ (نسبت به وزن سیمان مصرفی برای هر بلوک) در آب حل و در نهایت به خاک اره توزین شده اضافه گردید. سیمان مورد نیاز برای هر بلوک، به صورت پودر توزین و به مخلوط خاک اره و ماده افزودنی اضافه و با دقت با هم مخلوط گردید. مخلوط مواد را بتدریج و با دقت به داخل قالب ریخته و پس از فشردگی اولیه (برای دسترسی به

ارتفاع ۱۰/۵ سانتیمتر)، به مدت تقریباً ۲۰ ساعت در پرس سرد نوع Burkle-LA160 تحت فشار 30 KP/Cm^2 و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قید گردید تا ارتفاع قطعی بلوک (۱۰/۵ سانتی‌متر) حفظ شود. هر بلوک پس از خروج از قالب، طبق استاندارد EN-۶۳۴-۱ مدت ۴ هفته در شرایط کلمای با دمای 15°C و رطوبت نسبی $10 \pm 75\% \text{ RH}$ قرار داده شد تا ضمن کاهش سرعت خشک شدن سیمان، گیرایی مناسب آن تحقق یابد.

اندازه‌گیری خواص فیزیکی و مکانیکی بلوک‌ها

خواص فیزیکی و مکانیکی بلوک‌های آزمونی پس از گذشت ۲۸ روز از زمان ساخت نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. برای آزمون مقاومت فشاری از استاندارد ملی ایران شماره ۷۷۸۲ و به‌کارگیری ماشین آزمایش نوع Wolpert-5TUZ و برای آزمون واکشیدگی ضخامت از استاندارد DIN به شماره ۵۲۳۶۴ استفاده گردید. لازم به یادآوری است، که به علت متفاوت بودن دانشیته بلوک‌های آزمونی تیمارهای مختلف (به علت متغیر بودن نسبت سیمان و خاک اره) و به منظور امکان مقایسه ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی بلوک‌های آزمونی تیمارهای مختلف، مقاومت فشاری و واکشیدگی ضخامت ویژه بلوک‌های آزمونی تیمارهای مختلف محاسبه و بعد با هم مقایسه شدند.

این بررسی با استفاده از آزمون فاکتوریل و در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی انجام و نتایج بدست‌آمده پس از بررسی نرمال بودن با استفاده از تجزیه واریانس آزمون و اثرهای مستقل و متقابل عامل‌های متغیر بر خواص مورد مطالعه شامل: مقاومت فشاری و واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت در سطح ۱٪ و ۵٪ مورد تجزیه و تحلیل

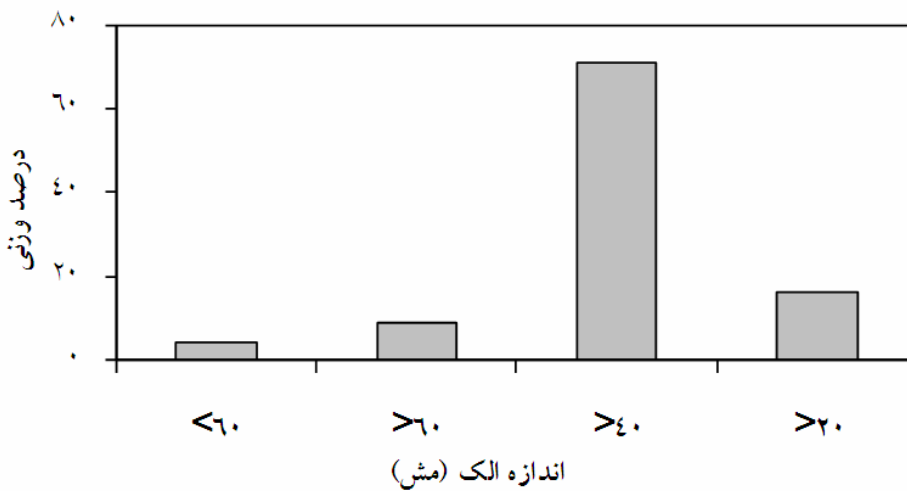
درصد وزنی ریزی و درشتی این ذرات به طور نسبی از پراکنش نرمال برخوردار است.

و از آزمون‌های دانکن و ارتوگونال برای گروه‌بندی میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج

پراکنش ریزی و درشتی ذرات خاک‌اره

با توجه به نتایج بدست آمده از بررسی پراکنش ریزی و درشتی ذرات خاک‌اره مورد استفاده برای ساخت بلوک‌های آزمونی (شکل ۱) می‌توان مشاهده نمود که



شکل ۱- پراکنش ریزی و درشتی ذرات خاک‌اره

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر عوامل متغیر بر روی ویژگی‌های بلوک‌های آزمونی

واکشیدگی ضخامت		مقاومت فشاری		منبع تغییرات		
۲۴ ساعت		۲ ساعت				
F	df	F	df	F	df	
**	۲	**	۲	**	۲	نسبت خاک اره به سیمان
ns	۱	ns	۱	ns	۱	نوع ماده افزودنی (کلرید کلسیم و کلرید منیزیم)
ns	۱	ns	۱	ns	۱	مقدار ماده افزودنی
**	۱	**	۱	**	۱	
**	۱۱	**	۱۱	**	۱۱	نسبت خاک اره به سیمان × نوع ماده افزودنی

جدول ۲- میانگین و گروه‌بندی مقاومت فشاری و واکنش‌دهی ضخامت بلوک‌های آزمون‌ی تیمارهای مختلف

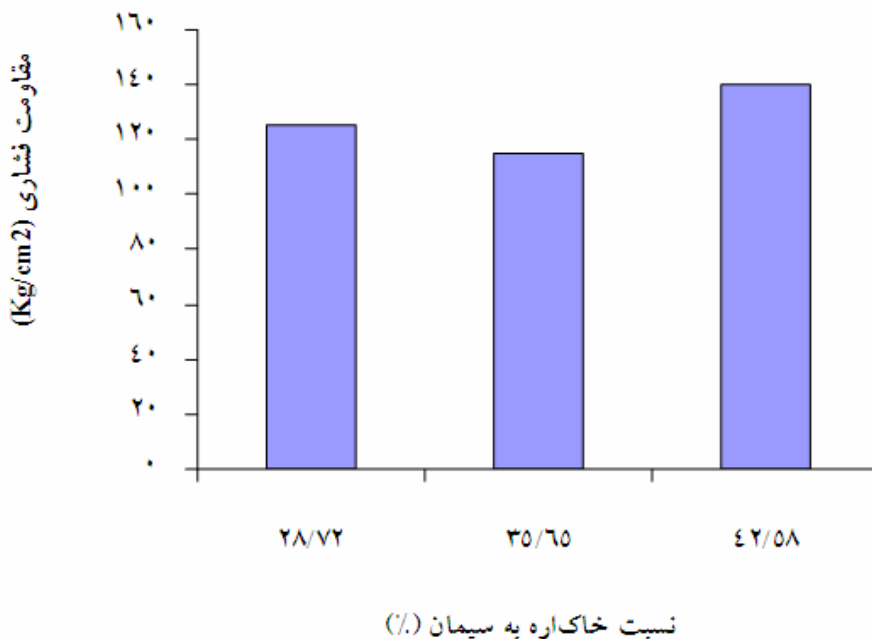
واکنش‌دهی ضخامت				مقاومت فشاری		ویژگی کد تیمار
۲۴ ساعت		۲ ساعت		گروه‌بندی دانکن	میانگین (kg/cm ²)	
گروه‌بندی دانکن	میانگین (%)	گروه‌بندی دانکن	میانگین (%)	گروه‌بندی دانکن	میانگین (kg/cm ²)	
cd	۱/۰۱	d	0/99	cd	۹۴	A3,Mg,3
d	۱/۲۰	cd	1/14	b	۵۵	A3,Mg,5 A1,Mg,3g
cd	۱/۱۴	d	۱/۱۱	bcd	۱۱۰	A3,Ca,3 A1,Mg,5g
cd	۱/۱۵	d	۱/۱۲	bcd	۱۲۲	A3,Ca,5
bcd	۱/۶۸	bcd	۱/۵۵	cd	۱۵۰	A1,Mg,3
bcd	۱/۷۱	bcd	۱/۵۶	c	۸۵	A1,Mg,5
bcd	۱/۴۴	bcd	۱/۳۸	bc	۱۳۱	A1,Ca,3
bc	۱/۷۹	bcd	۱/۶۵	bc	۱۳۲	A1,Ca,5
bcd	۱/۵۹	bcd	۱/۴۴	a	۱۸۹	A2,Mg,3
bcd	۳/۲۷	a	۳/۲۱	bc	۱۳۲	A2,Mg,5
b	۲/۰۶	bc	۱/۸۶	bcd	۱۱۳	A2,Ca,3
b	۲/۱۱	b	2/00	cd	۱۰۷	A2,Ca,5

A۳ (نسبت خاک اره به سیمان): A۱ (۲۸:۷۲)، A۲ (۶۵ : ۳۵)، A۳ (۵۸ : ۴۲)

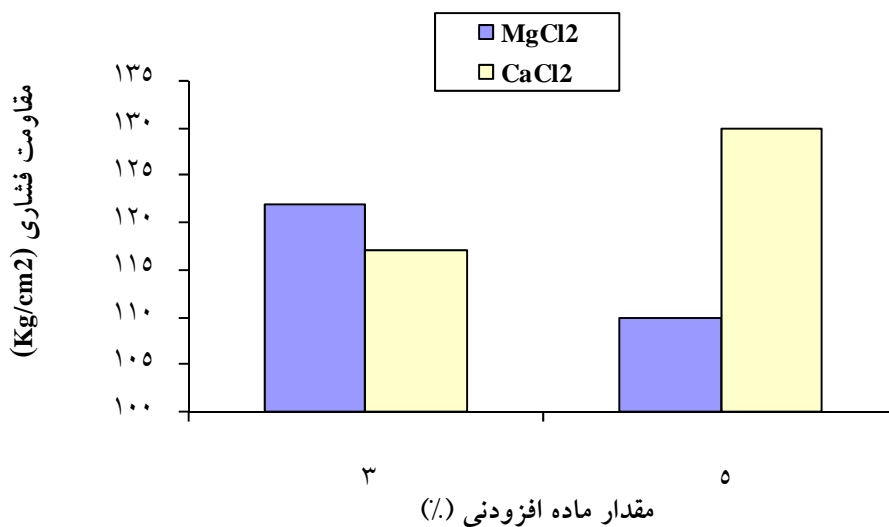
مقاومت فشاری

نتایج بدست‌آمده نشان می‌دهند که بین مقاومت فشاری بلوک‌های آزمون‌ی ساخته‌شده از نسبت‌های مختلف خاک‌اره به سیمان (۲۸:۷۲، ۲۸:۶۵، ۳۵:۵۸ و ۴۲:۵۸) در سطح $\alpha = 1\%$ تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱)، به طوری که با افزایش مقدار درصد خاک‌اره در ساختار بلوک‌ها، مقاومت فشاری آنها به ترتیب ۳۰ و ۴۵ درصد افزایش یافته است (شکل ۲). Zhou, Y. و همکاران (۲۰۰۱) در بررسی خود بر روی اثر نسبت خرد چوب/سیمان بر روی مقاومت‌های مکانیکی تخته‌چوب-سیمان نیز به نتیجه مشابهی رسیدند. اثر نوع ماده‌افزودنی

($MgCl_2$ ، $CaCl_2$) بر روی مقاومت فشاری بلوک‌ها معنی‌دار نمی‌باشد. ولی مقدار ماده‌افزودنی (۳٪ و ۵٪) فقط برای $MgCl_2$ اثر معنی‌داری بر روی مقاومت فشاری بلوک‌ها داشته است (جدول ۱). به طوری که در بلوک‌های ساخته شده با کلرید منیزیم، با افزایش مقدار این ماده، مقاومت فشاری بلوک‌های آزمون‌ی کاهش یافته است (شکل ۳). Hermawan, D. و همکاران (۲۰۰۱) نیز در بررسی ویژگی‌های تخته سیمان ساخته شده با خرده‌های دمبرگ نخل بیان می‌کنند که افزایش مقدار $MgCl_2$ در ترکیب تخته‌ها باعث کاهش مقاومت‌های مکانیکی تخته‌ها می‌شود.



شکل ۲- اثر نسبت خاکاره به سیمان بر روی مقاومت فشاری



شکل ۳- اثر نوع و مقدار ماده افزودنی بر روی مقاومت فشاری

ضخامت بلوک‌های آزمونی در سطح $\alpha = 1\%$ اثر معنی‌داری داشته‌است (جدول ۱). همان‌طور که شکل ۴ نشان می‌دهد با افزایش نسبت درصد خاکاره در ساختار

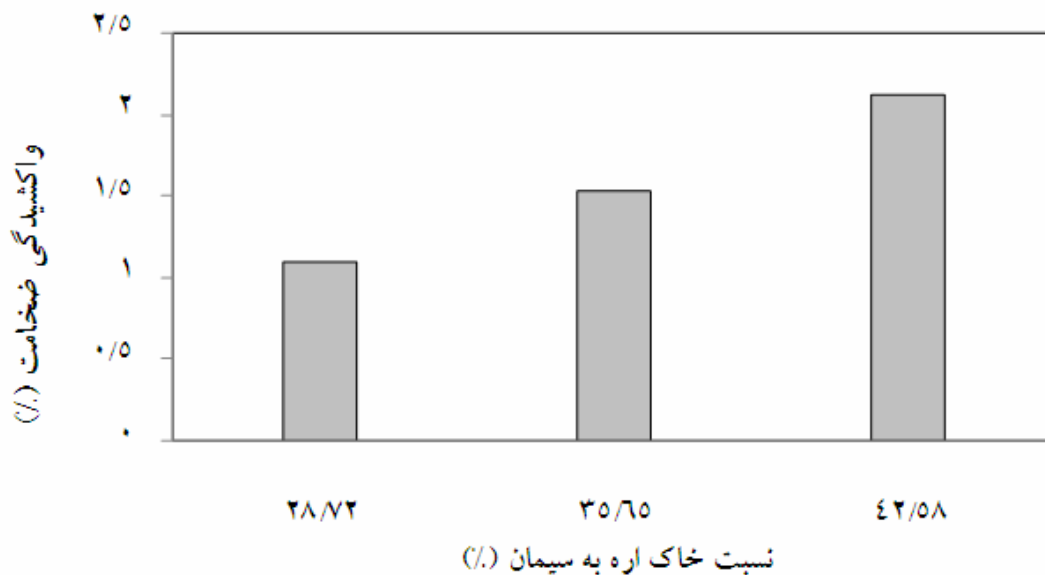
واکسیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت نتایج نشان می‌دهند که سطوح مختلف نسبت خاکاره به سیمان (۲۸:۷۲، ۳۵:۶۵ و ۴۲:۵۸) بر روی واکسیدگی

ویژگی‌های تخته سیمان ساخته شده با خرده‌های دمبرگ نخل بیان می‌کنند که افزایش مقدار $MgCl_2$ در ترکیب تخته‌ها باعث افزایش واکنش‌پذیری ضخامت تخته‌ها می‌شود.

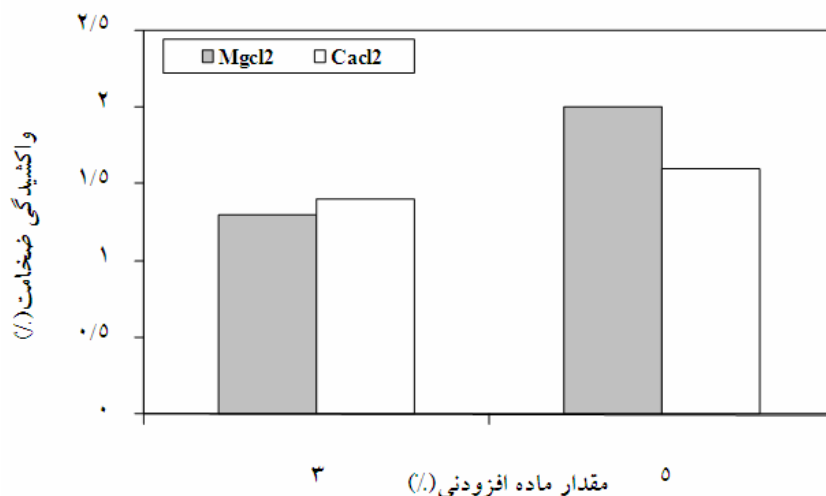
واکنش‌پذیری ضخامت در ۲۴ ساعت

نتایج نشان می‌دهند که سطوح مختلف نسبت خاکاره به سیمان (۲۸:۷۲، ۳۵:۶۵ و ۴۲:۵۸ درصد) بر روی واکنش‌پذیری ضخامت بعد از ۲۴ ساعت بلوک‌های آزمونی در سطح $\alpha = 1\%$ اثر معنی‌داری نداشته‌است (جدول ۱) به طوری که با افزایش نسبت درصد خاکاره در ساختار بلوک‌های آزمونی، مقدار واکنش‌پذیری ضخامت بعد از ۲۴ ساعت آنها به طور واضحی افزایش می‌یابد (شکل ۶).

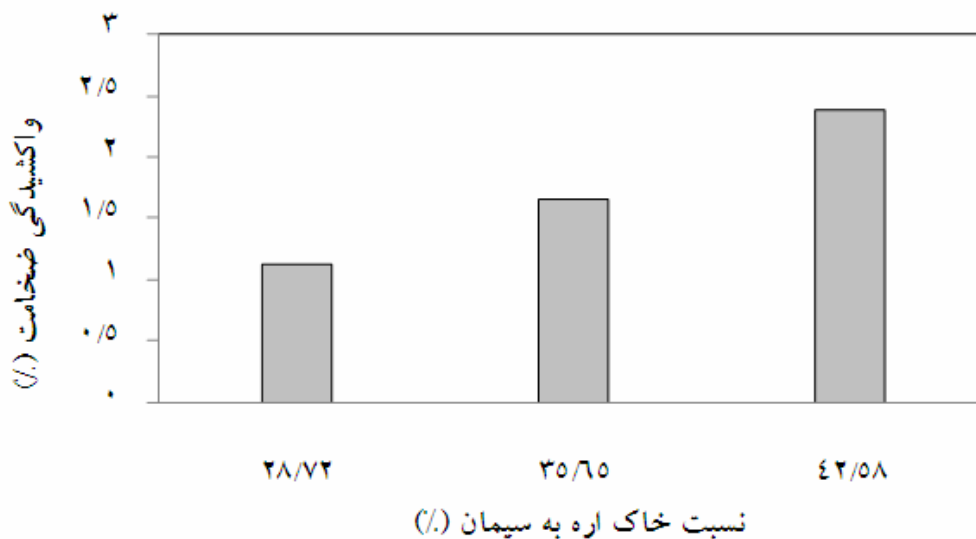
بلوک‌های آزمونی مقدار واکنش‌پذیری ضخامت آنها به طور مشخص افزایش و در نسبت ۴۲ درصد مقدار این ویژگی به بیش از دو برابر مقدار آن در بلوک‌های حاوی ۲۸ در خاکاره می‌رسد. Fernandez, E. C. و همکاران (۲۰۰۲)، در بررسی خود بر روی ساخت کامپوزیت چوب-سیمان از پوسته برنج نیز به نتیجه مشابهی رسیدند. نوع ماده افزودنی ($MgCl_2$ ، $CaCl_2$) اثر معنی‌داری روی واکنش‌پذیری ضخامت بلوک‌های آزمونی نداشته‌است ولی مقدار ماده افزودنی (۳٪ یا ۵٪) فقط برای $MgCl_2$ اثر معنی‌داری روی واکنش‌پذیری ضخامت بعد از ۲ ساعت بلوک‌های آزمونی داشته‌است (جدول ۱) به طوری که با افزایش مقدار آن در ترکیب بلوک‌ها، مقدار واکنش‌پذیری ضخامت آنها افزایش یافته‌است (شکل ۵). Hermawan, D و همکاران (۲۰۰۱) نیز در بررسی



شکل ۴- اثر نسبت خاکاره به سیمان بر روی واکنش‌پذیری ضخامت در ۲ ساعت



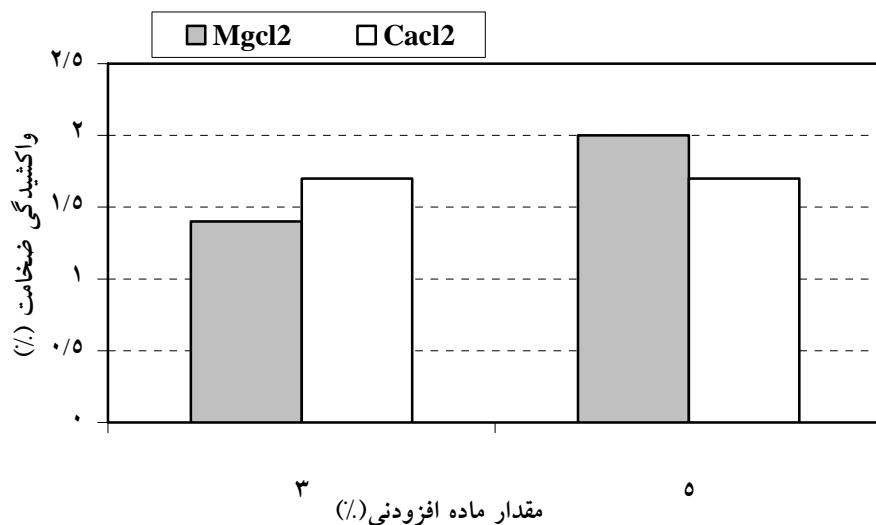
شکل ۵ - اثر نوع و مقدار ماده افزودنی بر روی واكشیدگی ضخامت در ۲ ساعت



شکل ۶ - اثر نسبت خاک‌اره به سیمان بر روی واكشیدگی ضخامت در ۲۴ ساعت

ساعت داشته‌است (جدول ۱)، به گونه‌ای که با افزایش مقدار کلرید منیزیم در ترکیب بلوک‌های آزمون، مقدار واكشیدگی ضخامت بعد از ۲۴ ساعت به طور مشخصی افزایش یافته است (شکل ۷).

نوع ماده افزودنی ($MgCl_2$ و $CaCl_2$) و نیز مقدار ماده افزودنی (۳٪ و ۵٪) برای $CaCl_2$ اثر معنی‌داری روی واكشیدگی ضخامت بعد از ۲۴ ساعت بلوک‌های آزمون نداشتند ولی مقدار ماده افزودنی (۳٪ و ۵٪) برای $MgCl_2$ اثر معنی‌داری روی واكشیدگی ضخامت در ۲۴



شکل ۷ - اثر نوع و مقدار ماده افزودنی بر روی واکنشیدگی ضخامت در ۲۴ ساعت

بحث

درصد) برای کلریدکلسیم اثر معنی داری بر روی مقاومت فشاری بلوک‌های آزمون‌ی نداشته است. با افزایش مقدار خاکاره در ترکیب بلوک‌های آزمون‌ی، مقدار واکنشیدگی ضخامت آنها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب افزایش یافته است به گونه‌ای که بیشترین واکنشیدگی ضخامت مربوط به بلوک‌های ساخته شده با نسبت خاکاره به سیمان ۴۲ : ۵۸ درصد و مقدار ۳ درصد کلریدمنیزیم ($Ts2 = ۳/۲۱\%$ و $Ts24 = ۳/۲۴\%$) و کمترین واکنشیدگی ضخامت مربوط به بلوک‌های دارای نسبت خاکاره به سیمان ۲۸ : ۷۲ درصد و مقدار ۳ درصد کلریدمنیزیم ($Ts2 = ۰/۹۹\%$ و $Ts24 = ۱/۰۱\%$) می‌باشد. لازم به یادآوری است که میانگین واکنشیدگی ضخامت بلوک‌های آزمون‌ی تیمار اخیر با میانگین واکنشیدگی ضخامت بلوک‌های آزمون‌ی ساخته شده با ۴۲ درصد خاکاره و مقدار ۳ درصد کلریدمنیزیم در یک گروه قرار گرفته و تفاوت بین آنها معنی دار نیست (جدول ۲). البته افزایش مقدار خاکاره و کلریدمنیزیم در ساختار

نتایج بدست آمده از این بررسی نشان دادند که اثر سطوح مختلف نسبت خاکاره به سیمان (۲۸ : ۷۲، ۳۵ : ۶۵ و ۵۸ : ۴۲) بر روی مقاومت فشاری بلوک‌های آزمون‌ی معنی دار بوده و در گروه‌های جداگانه قرار دارند (جدول ۲)، به طوری که بلوک‌های آزمون‌ی حاوی ۴۲ درصد خاکاره و ۳ درصد کلریدمنیزیم دارای بیشترین مقدار مقاومت فشاری (189 kp/cm^2) و بلوک‌های آزمون‌ی حاوی ۲۸ درصد خاکاره و ۵ درصد کلریدمنیزیم دارای کمترین مقدار مقاومت فشاری (55 kp/cm^2) می‌باشند. افزایش مقدار خاکاره در ساختار بلوک‌های آزمون‌ی، باعث افزایش فشردگی مخلوط خاکاره و سیمان شده (به دلیل ضرورت دستیابی به ارتفاع ثابت ۱۰/۵ سانتیمتری بلوک‌ها) و در نتیجه مقاومت فشاری بلوک‌ها افزایش می‌یابد. ضمن اینکه استفاده از دو نوع ماده افزودنی ($MgCl_2$ و $CaCl_2$) و مقدار متفاوت از آنها (۳ و ۵

- محمد کاظمی، ف، ۱۳۸۹، بررسی اثر نانوسیلیس بر خواص کاربردی صفحات چوب-سیمان ساخته شده از کارتن کهنه و پوسته برنج. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- مهرجردی، صدرالدین، مهر، نورالدین، ۱۳۶۹، شناخت، طرح و کاربرد بتن سبک در ساختمان، چاپ اول، وزارت مسکن و شهر سازی، مرکز تحقیقات مسکن.
- یزدی، م، ۱۳۷۵. بررسی خواص کاربردی صفحات چوب-سیمان و تاثیر مواد افزودنی بر آنها. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
- Agrawal, L.K., Agrawal, S.P., Thapliyal.P.C. Karada, S.R., 2008, Cement-bonded composite boards with arhar stalks, Cement & concrete Composites 30:44-51.
- Deutsche Normen, DIN 52364, 1995, Testing of wood chipboards, determination of thickness swelling. Deutscher Normenausschuss, Berlin, Germany
- European Standard, EN 634-1, 1995, Cement bonded Particleboards-Specification- Part 1: General requirements. Department of European Committee for Standardization. Brussels. Belgium.
- Fernandez, E. C.; Lamason, C. R. G.; Delgado, T. S., 2000. Cement-bonded boards from waste water treatment sludge of a recycled paper mill natural resources, university of the philippines los Baflos.
- Fernandez, E. C.; Taja-on, V. P. 2002. the use and processing of rice straw in the manufacture of cement bonded fiberboard. Department of forest products and paper science, college of forestry and natural resources, university of the Philippines los Baflos.
- Hermawan, D., Subiyanto, B., Kawal, S., 2001, Manufacture and properties of oilpalm frond cement-bonded board., J. of wood Science, 47:208-213.
- Moslemi, A. A., Francisco Garcia, J., Hofstrand, A. D., 1983, Effect of Various Treatments and Additives on Wood-Portland Cement-Water Systems, Wood and Fiber Science, Vol. 15, No. 2
- TAPPI Standard, T-207cm 99, 2002, Water solubility of Wood and Pulp, TAPPI press, Atlanta, ca. USA.
- Wan Jo. By Byung, Hyun Kim. Chang, Hoon Lim. Jae, 2007, investigating on the development of powder concrete with nano-sio₂ particles, KSCE, Journal of civil engineering. Vol 11, No.1, 37-42..
- Zhou Yaguang. Kamdem D. P. 2001. Effect of cement/wood ratio On the properties of cement-bonded particleboard using CCA - treated wood removed from service, Forest products Journal, Vol.1 52, No.3.

بلوک‌های آزمونی باعث افزایش جذب آب و واکنشیدگی ضخامت آنها می‌شود، زیرا خاکاره ماده‌ایست لیگنوسولوزی و آب‌دوست و در کنار آن کلرید منیزیم به دلیل ماهیت قلیائی جذب آب را بالا می‌برد. لازم به یادآوری است، چون در این بررسی با انجام تیمار آبشویی خاکاره و کاهش ۵۰ درصدی مواد فنلیدی و استخراجی آن، بنظر می‌رسد که در شرایط استفاده از ۵ درصد کلرید منیزیم بخشی از آن صرف مهار کردن مواد استخراجی باقیمانده شده و بقیه در محیط باقیمانده و باعث جذب آب بیشتر توسط بلوک‌ها می‌شود. به طور کلی با در نظر گرفتن نتایج به دست آمده از این بررسی، می‌توان گفت که مناسبترین شرایط برای ساخت بلوک‌های سیمانی استفاده از نسبت خاکاره به سیمان ۴۲:۵۸ درصد و مصرف ۳ درصد کلرید منیزیم می‌باشد و از این بلوک‌ها می‌توان در دیواره‌های غیر باربر در ساختمان‌ها استفاده کرد، زیرا بلوک‌های سیمانی ساخته شده با این شرایط حداقل مقاومت فشاری تعیین شده از سوی استاندارد ملی شماره ۷۷۸۲ (۱۰۰ kg/cm²) این گروه از بلوک‌های سیمانی را کسب کرده‌اند.

منابع مورد استفاده

- ارسطو، سعید، قلعه‌بیگی، هایده، ۱۳۷۴، نگرش کلی بر مصارف احتمالی خاکاره و بررسی تکنولوژیهای قابل کاربرد. انتشارات شرکت تحقیقات و مهندسی صنایع سلولزی، تهران
- استاندارد ملی ایران شماره ۷۷۸۲، ۱۳۸۵، بلوک‌های سیمانی سبک غیر باربر - ویژگی‌ها، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. چاپ اول
- جمالی، ی، بررسی تاثیر دی اکسید کربن بر روی خواص کاربردی تخته‌های رشته‌چوب-سیمان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

Evaluation of the properties of wood sawdust-cement perforated blocks

Enayati, A.A.^{1*}, Nazerani Hooshmand, H.², Doosthoseini, K.³, Jahan Latibari, A.⁴ and Rahimi S.⁵

1*- Corresponding author, Professor, Dept. of Wood and Paper Sciences and Technology, Faculty of Natural Resources, Tehran University. Iran. Email: aenayati@ut.ac.ir

2-M.Sc, Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, Tehran University. Iran.

3-Professor, Wood and Paper Science and Technology, Natural Resources Faculty, Tehran University, Iran.

4-Associated Professor, Wood and Paper Science and Technology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

5-PhD Student, Science and Research Branch, Islamic Azad University (IAU), Tehran, Iran

Received: April, 2011

Accepted: April, 2012

Abstract

In order to study the optimum manufacturing conditions of wood sawdust-cement perforated blocks, sawdust of headrige saw was mixed with portland cement type II, and then perforated blocks were molded from this mixture. The mixture ratios of sawdust to cement were selected as 28:72, 35:65 and 42:58, respectively. CaCl₂ (Calcium chloride) or MgCl₂ (Magnesium chloride) at two levels (3%,5% based on the weight of the cement) were used as additives. The results of physical (thickness swelling after 2 and 24 hours soaking in water) and mechanical (compressive strength) properties of the blocks revealed that varying the sawdust to cement ratio imparted differences in physical and mechanical properties of the blocks. The blocks with sawdust to cement ratio of 42:58 showed the highest compressive strength and blocks with sawdust to cement ratio of 28:72 showed the lowest thickness swelling. It was observed that the type of additive did not impose any significant effect on physical and mechanical properties of blocks. Whereas the effect of MgCl₂ level on the properties was significant.

Keywords: Sawdust, portland cement, perforated blocks, compressive strength, thickness swelling