



بررسی استفاده از الیاف چوب بر خصوصیات مکانیکی بتن سبک

بهروز حسنی^۱، وحید رحیمی^۲، مجتبی عامری^۳

^۱ دانشیار دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی شاهرود؛ B_hassani@iust.ac.ir

^۲ کارشناس مهندسی عمران، رئیس هیئت مدیره شرکت نانو پودر پویا؛

Vahidrahimi1363@yahoo.com

^۳ مربی دانشکده عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود؛ M.ameri@iau-shahrood.ac.ir

آدرس پست الکترونیکی مولف رابط: B_hassani@iust.ac.ir

چکیده

در مقاله حاضر به بررسی استفاده از الیاف چوب بر خصوصیات مقاومت فشاری و وزن بتن سبک پرداخته شده است. ساخت بتن های سبک به روش های گوناگون صورت می پذیرد که از آن جمله جایگزین کردن مصالح سبک به جای مصالح معمولی است. یکی از مصالحی که در صنعت ساختمان نیز کاربرد دارد الیاف سلولزی می باشد. این الیاف دارای ویژگی هایی از جمله مقاومت کششی بالا و چگالی کم هستند. در کار حاضر از نمونه های مکعبی به ابعاد ۱۰*۱۰*۱۰ CM و با نسبتهای الیاف مختلف استفاده شد. با استفاده از نتایج به دست آمده آهنگ تغییرات وزن و مقاومت متناظر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان دهنده آن است که با توجه به جایگزین کردن الیاف چوب به جای مصالح سنگی، وزن نمونه ها کاهش چشمگیری داشته و متناسب با آن میزان مقاومت کاهش پیدا کرده است. در نهایت میزان بهینه جایگزینی براده های چوب برای حداقل وزن و حداکثر مقاومت فشاری نیز ارائه گردیده است. در این تحقیق میزان مصرف الیاف چوب از ۱ تا ۶۰ درصد جایگزین مصالح سنگی شد و نتایج آزمایش ثبت گردید. متغیرهای ما در این مقاله نسبت جایگزینی الیاف چوب به جای مصالح سنگی می باشد.

کلمات کلیدی: بتن سبک، الیاف چوب، مقاومت فشاری، بهینه سازی.

Abstract:

This paper is devoted to the use of wooden chips in light weight concrete. One possible technique in producing the light weight concrete is to replace the aggregates with light materials such as cellulosic fibers. Despite having low density, the tensile strength of these fibers is relatively high. Following a systematic procedure, several specimens with different percentages of wooden chips were tested and the variations of the weight of specimens regarding their compressive strength investigated. The wooden chips percentage was varied from 1 to 60 percent and the optimum value of chips in order to obtain a minimum weight together with maximum strength was obtained.

Keyword: light weight Concrete, Wooden Chips, Compressive strength, Optimization.



۱. مقدمه

از آنجاییکه وزن بتن قسمت عمده ای از کل بار وارده بر سازه را تشکیل می دهد، در صورت استفاده از بتن سبک در کارهای ساختمانی امتیازات قابل توجهی در کاهش وزن سازه به وجود خواهد آمد لذا در سالهای اخیر تولیدکنندگان مصالح ساختمانی توجه بیشتری به بتن سبک معطوف داشته اند و امکان استفاده از مواد زائد بازیافتی برای استفاده در بتن سبک مورد توجه محققین و دست اندرکاران صنعت ساختمان قرار گرفته است. مدیریت مواد زائد مستلزم تغییر عادت های زندگی و شرایط تولید است. امروزه همه به دنبال محصولاتی سازگار با محیط زیستند و بخشهای گوناگون صنعت نیز به دنبال مواد نوینی هستند که دارای چنین شرایطی باشند. چالش اصلی در این مسیر، در نظر داشتن مسائل زیست محیطی در مرحله طراحی محصول از طریق کاهش بکارگیری مواد زبانیخش در تولید محصول و کاهش مصرف منابع تجدید ناپذیر است. بر اساس اعلامیه ریو، توسعه پایدار در گروی حفظ محیط زیست است و صنعت ساختمان به عنوان بزرگترین مصرف کننده مصالح و برداشت کننده مواد از زمین و در عین حال بزرگترین تولید کننده زواید و زباله هایی که به محیط زیست ریخته می شود نقش مهمی در این راستا دارد. توجه به بکارگیری الیاف گیاهی توسط صنعت کامپوزیت در سالیان گذشته و راه حلهای بازیافت قابل اعتماد و امتحان شده در این صنعت منجر به ترکیب دقیق الیاف گیاهی و بعضی از مواد زمینه متداول و دستیابی به کامپوزیت های کارآمد شده است. از اینرو همانطور که گفته شد در صنعت بتن نیز لزوم توجه به این مواد و استفاده از الیاف گیاهی برای ساخت بتن کامپوزیت و کاربردهای آن باید مورد توجه قرار گیرد. از خواص براده های چوب علاوه بر کامپوزیت ساختن بتن و کاهش وزن می توان به خاصیت جاذب رطوبت بودن آن اشاره کرد. استفاده مناسب از این خاصیت می تواند برای عمل آوری داخلی بتن استفاده شود.

از جمله بتنهایی که از خاک اره چوب به عنوان سنگدانه در آن استفاده می شود بتن میخ پذیر می باشند. چنین بتنی خیلی خوب به بتن معمولی میچسبد و عایق حرارتی خوبی نیز می باشد [۱]. از خاک اره چوب سفت مناطق گرمسیری برای ساختن بتن خاک اره ای با مقاومت فشاری ۲۲ روزه ۳۰ Mpa استفاده گردید، این بتن دارای چگالی 1490 kg/m^3 بود [۲]. ضایعات دیگر چوبی مانند خرده و تراشه چوب که به طریق شیمیایی مناسب عمل آورده شده بودند نیز برای ساختن بتن غیر باربر با چگالی 800 تا 1200 kg/m^3 به کار برده شده اند [۳]. بتن های ساخته شده با خاک اره یا خاک چوب و دیگر مواد ریز و گرد مانند، دارای مقاومت پیوستگی خوبی هستند [۴]. طبق تحقیقات USBR بتن های مناسب برای میخکاری از مخلوط کردن نسبت های حجمی برابر از سیمان پرتلند، ماسه و گرد و خاک اره و مقدار کافی آب به گونه ای که اسلامپ مخلوط تازه بین ۲۵ تا ۵۰ میلیمتر باشد بدست می آید. نسبت خاک اره معمولاً برحسب نوع و کیفیت بتن مورد نظر در یک مصرف خاص تنظیم می شود، به خصوص اگر خاک اره از جنس های مختلف نظیر چوب کاج، صنوبر، گردو، بلوط و قان یا سرو باشد [۴].

۲. برنامه آزمایشگاهی

در این بخش به بیان فعالیتهای آزمایشگاهی، روشهای عملی و نتایج آزمایشهای این تحقیق می پردازیم. ابتدا با یک طرح اختلاط ثابت نمونه های مکعبی $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}$ برای آزمایش مقاومت فشاری در ۷،۲۸ و ۹۰ روز ساخته شده و به عنوان نمونه های شاهد برای مقایسه با سایر نمونه ها در نظر گرفته شد. سپس براده های چوب از ۱ الی ۶۰ درصد وزنی بجای مصالح سنگی به مخلوط اضافه شدند. براده های زائد چوب از طریق شرکت نئوپان گنبد تهیه گردید که به علت مخلوط بودن با پوست درختان و ذرات ریز، براده ها را از الک نمره ۸ ASTM عبور دادیم و ذرات روی الک را برای این تحقیق در نظر گرفتیم. بر طبق تحقیقات در بتن میخ پذیر بهترین نتایج با خاک اره ای که اندازه آن بین الک های $6/33 \text{ mm}$ (۱/۴in) و $1/18 \text{ mm}$ (نمره ۱۶ ASTM) باشد بدست می آید [۱]. براده های چوب پس از الک شدن و قبل از اضافه شدن به مخلوط در آب اشباع شدند. شکل ۱ نمایی از براده های چوب را قبل از اشباع نشان می دهد. براده های چوب پس از الک شدن و قبل از اضافه شدن به مخلوط در آب اشباع شدند. مدت زمان اشباع چوب در آب به میزان ۱۵ دقیقه در نظر گرفته شد. شکل ۱ نمایی از براده های چوب را قبل از اشباع نشان می دهد.



شکل ۱- براده‌های زائد چوب پس از الک شدن و قبل از اشباع در آب

سنگدانه‌های مورد استفاده از نوع سیلیسی شکسته شده انتخاب شدند. نسبت وزنی سنگدانه‌ها و درصد جایگزینی براده‌های چوب یکی از متغیرهای این تحقیق بود، لذا برای بررسی دقیق متغیرهای در نظر گرفته شده که شامل نسبت وزنی براده‌های چوب و محیط عمل آوری بودند، میزان وزنی سایر مصالح برای تمام نمونه‌ها یکسان در نظر گرفته شدند. علت این امر این بود که بتوان تاثیر تغییر میزان مصالح سنگی بر مقاومت فشاری بتن را سنجید و تاثیر بقیه متغیرها را در این تحقیق نداشته باشیم. سیمان مورد استفاده، سیمان تیپ II شاهرود و میکروسیلیس سمنان برای این تحقیق در نظر گرفته شد. بر اساس تحقیقات انجام شده استفاده از ۵ درصد میکروسیلیس سمنان در نسبت آب به سیمان کمتر از ۴۳ درصد و ۱۵ درصد میکروسیلیس در نسبت‌های بیشتر توصیه شده است [۵]. بر این اساس از آنجایی که نسبت آب به سیمان برابر ۲۵ درصد در نظر گرفته شده بود، میزان مصرف میکروسیلیس را برابر ۵ درصد وزن سیمان در نظر گرفتیم. با توجه به کارایی پایین مخلوط حاصل، از فوق روان کننده PCE برای بهبود کارایی نمونه‌های ساخته شده استفاده شد. میزان مصرف فوق روان کننده ۰/۱۵٪ وزن سیمان در نظر گرفته شد. نسبت آب به سیمان برای تمام نمونه‌ها ۲۵ درصد و مقدار سیمان 700 kg/m^3 می باشد.

برای ساخت نمونه‌ها، سنگدانه‌ها به نسبت ۱، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ درصد وزنی کاسته شده و براده‌های چوب بجای آن اضافه شد. از هر طرح اختلاط دو سری نمونه برای آزمایش مقاومت فشاری ۲۸، ۷ و ۹۰ روزه ساخته شده که یک سری به صورت مرطوب و در آب و یک سری در محیط خشک و مجاورت هوا عمل آوری شدند.

۳. انواع و روشهای عمل آوری

روشهای مختلف عمل آوری براساس پیشنهاد کمیته فنی RILEM با نام مخفف TC-196 ICC طبقه بندی شده است [۶]. اصولاً دو نوع عمل آوری داخلی و خارجی برای بتن وجود دارد. روشهای عمل آوری خارجی به دو دسته تقسیم بندی می شوند:

الف- عمل آوری بوسیله آب ، ب- عمل آوری در محیط بسته [۷].

عمل آوری داخلی مثل عمل آوری خارجی به دو دسته طبقه بندی می شود:

۱- عمل آوری داخلی با ایجاد یک محیط ایزوله داخلی که در این حالت ماده عمل آورنده با این هدف وارد بتن می شود که زمان از دست دادن آب بتن سفت شده را به تاخیر بیندازد و با از فرایند خارج شدن آب جلوگیری به عمل آورد [۸].

۲- عمل آوری داخلی بوسیله آب که در بسیاری از مقالات با عنوان بتن آبدار (water-entrained) بکار برده شده است. در واقع این زمانی است که ماده عمل آورنده به عنوان یک منبع آب عمل می کند و به مرور زمان آب خود را از دست می دهد.



۱-۳. عمل آوری با مصالح سبکدانه

این مصالح به صورت طبیعی یا غیر طبیعی وجود دارند که می‌توانند به عنوان یک منبع عمل‌آوری داخلی مفید باشند. تا کنون تحقیقات زیادی در این زمینه انجام شده است که هدف اصلی آن استفاده از این مصالح برای عمل‌آوری داخلی است و گاهی نیز به عنوان پرکننده مورد استفاده قرار می‌گیرد [۹]. با استفاده از این مواد بخش کمی از مواد سیمانی ممکن است همراه با آب به داخل ساختمان حفرات کشیده شوند. این امر به پیوستگی و یکپارچگی خمیر سیمان با محیط اطراف آن کمک می‌کند ولی به دلیل طولانی‌تر شدن مسیر انتقال آب و کاهش حجم لازم و قابل دسترس برای منابع آب داخلی، اثر عمل‌آوری داخلی را کاهش می‌دهد. بنز و اشنایدر رابطه‌ای را برای محاسبه آب مورد نیاز برای عمل‌آوری داخلی بوسیله مصالح سنگی سبک وزن ارائه داده‌اند [۱۰]. میزان آبی که طی فرآیند عمل‌آوری و هیدراسیون در دسترس خمیر سیمان قرار می‌گیرد به این صورت است که هنگامیکه آب محیط اطراف یک مصالح سبک (LWA) به طرف ذرات سیمان در حال هیدراته شدن منتقل می‌شود، آب جذب شده توسط LWA جایگزین این آب می‌شود تا شرایط اشباع در داخل خمیر سیمان حفظ شود که این امر باعث کاهش رطوبت موجود در LWA می‌شود. آبی که در LWA وجود دارد باید به طور مؤثر در فرآیند هیدراسیون شرکت کند و قبل از اینکه رطوبت نسبی داخلی به ۸۵ تا ۹۰ درصد برسد، از آزاد شدن آن کاملاً مطمئن باشیم [۱۰]. در این تحقیق نیز همانطور که گفته شد برای سنجش تأثیر انواع عمل‌آوری داخلی و خارجی بر مقاومت فشاری بتن سبک تولیدی دو محیط خشک و مرطوب را برای عمل‌آوری نمونه‌ها در نظر گرفتیم تا تأثیر این دو محیط بر روی نمونه‌های یکسان را سنجیده و امکان عمل‌آوری داخلی را بررسی کنیم.

۴. نتایج و بحث

با در نظر گرفتن آزمایش‌های انجام شده در این تحقیق و اطلاعات موجود در مطالعات آزمایشگاهی، موارد زیر قابل نتیجه‌گیری می‌باشد. با توجه به اینکه چوب یکی از مصالح طبیعی جاذب رطوبت است می‌تواند نقش مصالح سبک جاذب آب را در بتن داشته باشد و از آن برای عمل‌آوری داخلی بتن استفاده کرد. از طرفی به دلیل وزن کم این مصالح و جایگزینی آن با مصالح سنگی، وزن بتن ساخته شده با آن نیز به طور محسوسی پایین می‌آید. جدول ۱ میانگین وزن نمونه‌ها و نتایج آزمایش مقاومت فشاری را برای نمونه‌هایی که در محیط مرطوب عمل‌آوری شده‌اند را نشان می‌دهد.

جدول ۱- نتایج آزمایش مقاومت فشاری و میانگین وزن نمونه‌ها در عمل‌آوری مرطوب

نام	درصد جایگزینی	میانگین وزن نمونه‌ها (kg/m ³)	مقاومت فشاری (kg/cm ²)		
			7 روزه	28 روزه	90 روزه
Mix1	1	2118	240	620	540
Mix2	5	1954	220	300	360
Mix3	10	2005	120	230	260
Mix4	15	2077	100	180	160
Mix5	20	2002	130	170	260
Mix6	30	1968	240	110	150
Mix7	40	1916	70	110	140
Mix8	50	1813	20	70	20
Mix9	60	1758	20	120	130



همان طور که در جدول مشاهده می شود مقاومت فشاری تعدادی از نمونه ها در ۹۰ روز کمتر از ۲۸ روز می باشد که دلیل آن را می توان در کاهش رطوبت اشباع براده ها در ۹۰ روز نسبت به ۲۸ روز و کاهش میزان هیدراسیون بعد از سن ۲۸ روز ارزیابی و حدس زد، این موضوع نیاز به بررسی بیشتر دارد.

سری دوم نمونه های ساخته شده دقیقاً مشخصات نمونه‌های قبل را داشته و تنها تفاوت آن نوع عمل آوری بود که این تفاوت برای مشخص شدن امکان عمل آوری داخلی از طریق براده‌های چوب جاذب رطوبت در داخل مخلوط در نظر گرفته شد. جدول ۲ میانگین وزن نمونه ها و نتایج آزمایش مقاومت فشاری را برای نمونه‌هایی که در محیط خشک و در مجاورت هوا عمل آوری شدند را نشان می دهد. همانطور که گفته شد در این نمونه ها فرض می کنیم که عمل آوری داخلی اتفاق افتاده است.

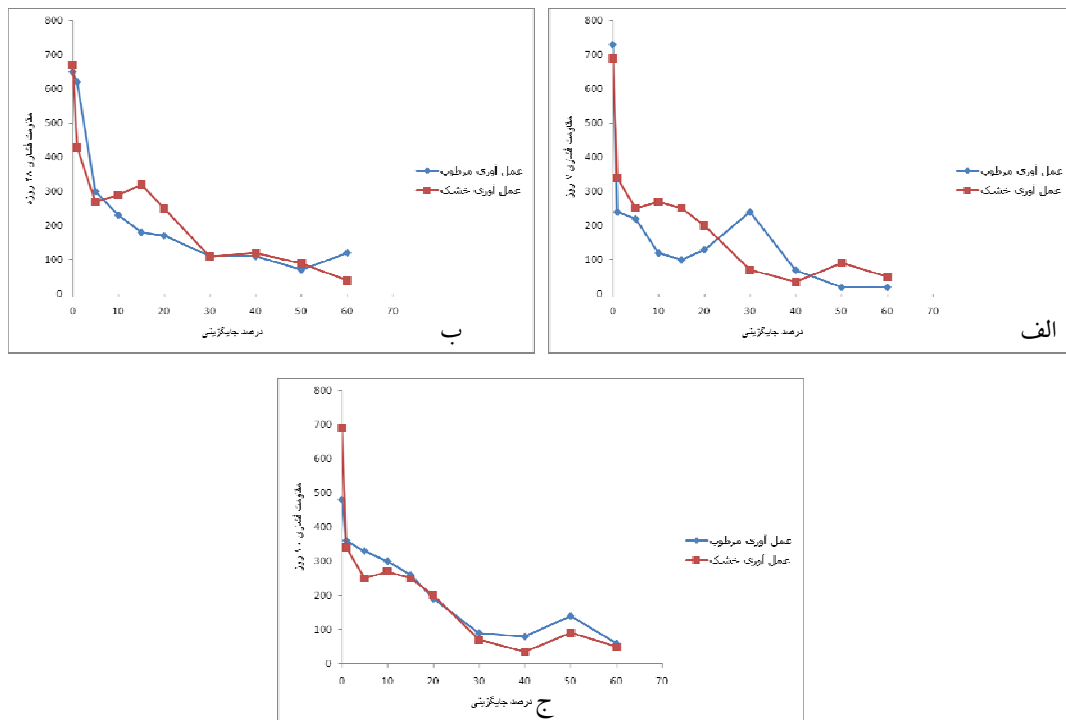
جدول ۲- نتایج آزمایش مقاومت فشاری و میانگین وزن نمونه ها در عمل آوری داخلی و در مجاورت هوا

نام	درصد جایگزینی	میانگین وزن نمونه ها (kg/m ³)	مقاومت فشاری (kg/cm ²)		
			7 روزه	28 روزه	90 روزه
Mix1	1	2183	340	430	360
Mix2	5	2015	250	270	330
Mix3	10	2063	270	290	300
Mix4	15	2029	250	320	260
Mix5	20	1962	200	250	190
Mix6	30	1791	70	110	90
Mix7	40	1804	35	120	80
Mix8	50	1765	90	90	140
Mix9	60	1598	50	40	60

نمونه‌هایی که حاوی براده‌های چوب بودند در آزمایش مقاومت فشاری پس از شکسته شدن از هم نمی‌پاشند. شکل ۲ تصویر نحوه شکست نمونه‌های بدون چوب و نمونه‌های حاوی براده‌های چوب را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل ۲ الف مشخص است شکستگی با زاویه حدود ۲۰ تا ۳۰ درجه نسبت به جهت بار وارده به وجود آمده است که علت آن را می توان به خاطر ایجاد سیستم پایداری از ترکها که به ترکهای پیوستگی برشی موسومند و در نزدیکی سنگدانه های درشت به وجود می آیند ارزیابی کرد. در تنش های بالاتر، ترکهای جدیدی در خمیر ایجاد می شود که تعداد آنها به سرعت با افزایش تنش، رشد پیدا می کند. ترکهای موجود در خمیر و در ناحیه انتقال سرانجام به هم متصل شده و شکل شکستگی با زاویه حدود ۲۰ تا ۳۰ درجه نسبت به جهت بار وارده به وجود می آید [۱۱]. لذا می توان با توجه به شکل ۲ ب ارزیابی کرد که به علت حذف مقداری زیادی از درشت دانه های سنگی در مخلوط، ترکهای پیوستگی برشی کمتر بوجود می آیند و از طرفی بعلا استفاده از براده های چوب، مقداری از مواد سیمانی به داخل بافت براده ها جذب شده و باعث تقویت ناحیه انتقال در این نمونه ها شده است و مسلح شدن مخلوط بتن به براده های چوب باعث این نوع شکست و عدم فروپاشی نمونه بعد از بارگذاری می شود.



شکل ۲- الف) تصویر نحوه شکست نمونه بدون براده‌های چوب، ب) تصویر نحوه شکست نمونه حاوی براده‌های چوب
 روند و آهنگ کاهش مقاومت فشاری نمونه‌های با درصد‌های مختلف براده چوب و در دو محیط عمل‌آوری مرطوب و خشک در شکل ۳ (الف، ب، ج) برای آزمایش ۷، ۲۸ و ۹۰ روز نشان داده شده است. در نمونه‌هایی که در محیط خشک عمل‌آوری شدند فرض بر این است که عمل‌آوری داخلی و پس‌دادن آبی که توسط براده‌ها جذب شده است باعث هیدراسیون سیمان و کسب مقاومت است.

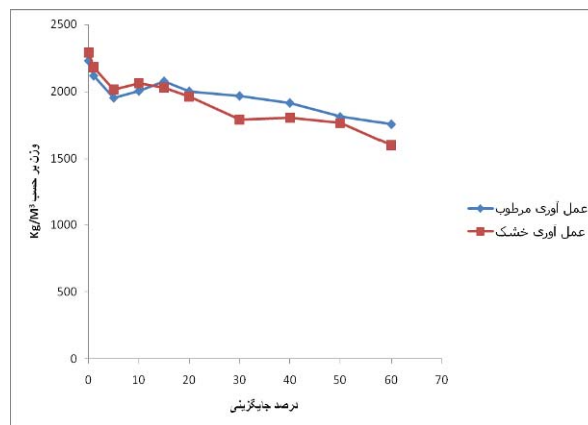


شکل ۳- نمودار روند کاهش مقاومت فشاری در دو محیط عمل‌آوری مرطوب و خشک (شکل الف، ب، ج)

با توجه به نمودارهای بدست آمده از نتایج مقاومت فشاری می‌توان دید که با جایگزینی ۱ درصد از وزن مصالح سنگی با براده‌های چوب، مقاومت فشاری نمونه‌ها در هر دو نوع عمل‌آوری به شدت کاهش پیدا کرد. در عمل‌آوری مرطوب با افزایش جایگزینی براده‌های چوب، متوسط بیشترین مقاومت فشاری در آزمایش ۷، ۲۸ و ۹۰ روزه در ۲۰ درصد جایگزینی بدست آمد و مقدار آن $186/6 \text{ kg/cm}^2$ بود. در عمل‌آوری خشک در ۲۰ درصد جایگزینی متوسط مقدار فشاری 213 kg/cm^2 بود که نسبت به عمل‌آوری مرطوب میزان آن بالاتر است. بر این اساس طبق نتایج مقاومت فشاری ۲۸ روزه در درصد‌های ۱۰ الی ۵۰، بیشترین مقاومت مربوط به نمونه‌هایی است که در محیط خشک و با عمل‌آوری داخلی نگهداری شده‌اند. در تست ۹۰ روزه نیز در جایگزینی‌های ۱۰ و ۱۵ درصد، میزان مقاومت فشاری در این نمونه‌ها بیشتر از نمونه‌های با عمل‌آوری مرطوب است. در مجموع

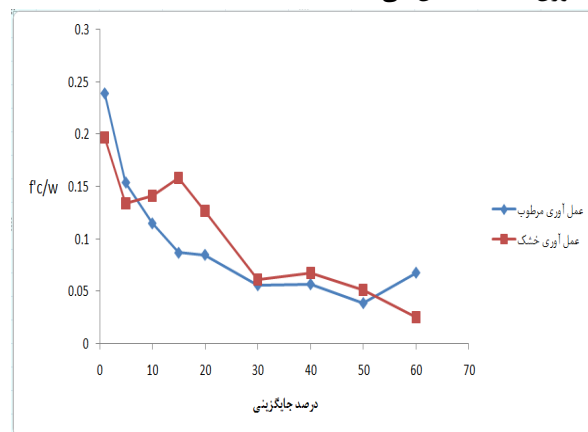


میزان جایگزینی ۱۰ الی ۲۰ درصد بهینه ترین حالت برای بیشترین جایگزینی و در عین حال بالاترین مقاومت فشاری میانگین در ۳ سری آزمایش ۲۸، ۷ و ۹۰ روزه است. روند و آهنگ کاهش وزن نمونه های با درصدهای مختلف براده چوب و در دو محیط عمل آوری مرطوب و خشک در شکل ۴ نشان داده شده است. وزن گزارش شده، میانگین وزن نمونه ها در هنگام شکستن در ۲۸ و ۹۰ روز می باشد.



شکل ۴- نمودار روند کاهش وزن نمونه ها در دو محیط عمل آوری مرطوب و خشک

با توجه به نمودارهای بدست آمده از نتایج وزن نمونه های ساخته شده می توان دید که آهنگ کاهش وزن نمونه هایی که در محیط خشک عمل آوری شده اند بیشتر از نمونه هایی است که در محیط مرطوب عمل آوری شده اند. علت این امر جذب آب بیشتر بتن در محیط عمل آوری مرطوب حدس زده می شود. در نمونه هایی که در محیط مرطوب عمل آوری شدند از درصد جایگزینی ۱۰ الی ۳۰ درصد، وزن نمونه ها مجدداً نسبت به درصدهای قبلی تغییری نمونه با جایگزینی ۵ درصد افزایش می یابد که علت آن را می توان به جذب مجدد آب از محیط در این درصدهای جایگزینی نسبت داد. در نمونه های با محیط عمل آوری خشک، آهنگ سریع تر کاهش وزن نسبت به محیط عمل آوری مرطوب را می توان به پس دادن آب براده های اشباع شده چوب به مخلوط مرتبط دانست. با توجه به نمودار بدست آمده می توان دید از درصد جایگزینی ۱۵ الی ۶۰ درصد، وزن این نمونه ها نسبت به نمونه هایی که در محیط مرطوب عمل آوری شده اند کمتر است. شکل ۵ نمودار رابطه درصد جایگزینی براده های چوب را در برابر نسبت مقاومت به وزن (f_c/w) نشان می دهد.



شکل ۵- نمودار رابطه درصد جایگزینی براده های چوب در برابر نسبت مقاومت به وزن



در این نمودار سعی داریم تا میزان بهینه استفاده از براده های چوب برای رسیدن به نتیجه ای که بیانگر بیشترین مقاومت همراه با کمترین وزن ممکن باشد را بوسیله پارامتر نسبت مقاومت فشاری به وزن نشان دهیم. درصد جایگزینی براده های چوب بر روی محور افقی و نسبت مقاومت فشاری به وزن بتن تولیدی بر روی محور عمودی داده شده است. هرچه این نسبت بالاتر باشد نشان دهنده وضعیت بهینه تر بتن تولیدی است که نشان می دهد مقاومت فشاری نمونه بالا و وزن متناظر آن پایین است. میزان مقاومت فشاری ۲۸ روزه نمونه ها در این نمودار استفاده شده است. نتایج این نمودار نشان می دهد که نسبت مقاومت فشاری به وزن در عمل آوری داخلی مقادیر بهینه تری را در درصد جایگزینی ۱۰ تا ۵۰ درصد نسبت به عمل آوری خارجی و در مجاورت محیط مرطوب از خود نشان می دهد.

۵. نتیجه گیری

لزوم توجه به مدیریت مواد زائد ناشی از صنایع یکی از راه حل‌های حفظ محیط زیست در دنیای امروزی است. در این میان صنعت ساختمان می تواند با مصرف درست و هوشمندانه مواد زائد ناشی از صنایع دیگر، هم از استخراج بی رویه منابع طبیعی بکاهد و هم با مدفون سازی این زوائد در مصالح ساختمانی مانند بتن از آلودگی بیشتر محیط زیست جلوگیری کند. زوائد و براده های چوبی که در این تحقیق از آنها استفاده شد، علاوه بر سبک سازی بتن بدست آمده، موجب عمل آوری داخلی آن نیز شد و بتنهای ساخته شده کمتر نیاز به عمل آوری خارجی و نگهداری پس از ساخت دارند. میزان بهینه استفاده از این براده ها برای ساخت بتن جهت عمل آوری داخلی ۱۰ الی ۲۰ درصد وزن سنگدانه های مصرفی می باشد. البته بهتر است قبل از استفاده صنعتی برای کاربردهای خاص، این میزان برای هر پروژه و موقعیت مجدداً تعیین شود تا بتوان حداکثر مقاومت متناظر با جایگزینی براده های چوب به جای مصالح سنگی را بدست آورد. این گونه بتن برای استفاده به عنوان بتن سازه ای مناسب نمی باشد و بهتر است به عنوان پرکننده و بتن غیر سازه ای استفاده شود. میزان کاهش وزن نیز همانطور که انتظار می رفت با جایگزینی براده های چوب سیر نزولی پیدا کرد که میزان این کاهش در ۶۰ درصد جایگزینی در حدود 700 kg/m^3 می باشد. از دیگر مشخصات و خصوصیات بتن تهیه شده با این مواد می توان به عدم فروپاشی پس از شکست بتن اشاره کرد که می تواند کاربردهای گسترده ای در ساخت پانلهای پیش ساخته برای کاهش صدمات زلزله داشته باشد، علت این امر مسلح شدن بتن بوسیله براده های چوب می باشد. همچنین عمل آوری داخلی نسبت به عمل آوری در محیط مرطوب نتایج بهینه تری را در درصد جایگزینی ۱۰ تا ۵۰ درصد از خود نشان می دهد.



۶. مراجع

۱. نویل ، آدام، "خواص بتن"، ترجمه: هرمز فامیلی ، انتشارات ابوریحان بیرونی ، چاپ اول، بازنگری چهارم، ۱۳۷۸.
2. P. PARAMASIVRAM And Y. O. LOKE, Study of sawdust concrete, The international Journal of Lightweight Concrete. 2, No. 1, pp. 57-61 (1980) .
3. M. A. AZIZ, C. K. MURPHY and S. D. RAMASWAMY, Lightweight Concrete Using cork granules, Int. J. Lightweight Concrete, 1, No. 1, pp.29-23 (Lancaster, 1979) .
۴. وادل، دو بروولسکی، "دستنامه اجرای بتن"، ترجمه: علی اکبر رمضانپور ، شاپور طاحونی ، منصور پیدایش، انتشارات علم و ادب، ۱۳۸۲.
۵. تقاضایی اول، داود، "اثر میکروسیلیس بر نرخ کسب مقاومت بتن"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۳۸۳.
6. Konstantin Kovler and Ole. Jensen. "Novel Techniques for Concrete Curing". Concrete International / September 2005.
۷. میقانی ، قاسم، "اثر عمل آوری داخلی بتن بر مقاومت و کارایی آن"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۳۸۷.
8. Jensen OM, P.F. Hansen, "Models to Support justification for international water curing", Materials & Structures, V.27, No. 174, 2005, pp. 606-615
9. Daniel Cusson and Ted Hoogeveen, "International curing of high-performance concrete with presoaked lightweight aggregate sand for prevention of autogenous shrinkage cracking." National Research Council Canada, Ottawa, Ontario, Canada, KIA 0R6(2008).
10. Dale P. Bentz , Phillip M. Halleck, Abraham S. Grader, and John W. Roberts., "water Movement during Internal Curing.", Concrete international / October 2006
۱۱. مهتا، کومار- مونته ئیرو، پائولو، "ریزساختار، خواص و اجزای بتن"، ترجمه: علی اکبر رمضانپور، پرویز قدوسی، اسماعیل گنجیان، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ اول، ۱۳۸۳.