فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۱۴-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

عنوان مقاله: بررسی مقاومت خمشی بر مدول الاستیک بتن گوگردی در مقایسه با هبلکس
دوره ۱ / شماره ۳ / زمستان ۱۳۹۶/ ص ۱۴ - ۱

بررسی مقاومت خمشی بر مدول الاستیک بتن گوگردی در مقایسه با هبلکس

سجاد کفاشزاده[۱]، محمود رضا کی منش[۲]، محمد اعتمادی[۳] و سعید علی آبادی[۴]

۱ - استاد دانشگاه،گروه عمران،رشته مهندسی راه و ترابری،دانشگاه صنعتی بیرجند

۲ - استاد دانشگاه،گروه عمران،رشته مهندسی راه و ترابری،دانشگاه پیام نور

۳ - دانشجوی کارشناسی ارشد،گروه عمران،رشته مهندسی راه و ترابری،واحد مجازی دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکزی

۴ - دانشجوی کارشناسی،مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند

چکیده

بتن از پر کاربردترین مصالح ساختمانی است، که امروزه بیشتر از سایر مصالح در ساختمان انواع بناها از قبیل ساختمان پلها،ساختمان سدها، ساختمان متروها،ساختمان فرودگاه ها و ساختمان بناهای مسکونی و اداری و غیره به کار برده می شوند.و شاید به جرأت می توان گفت که بدون این پیشرفت جوامع بشری به شکل کنونی میسر نبود. با توجه به اهدافی که از ساخت یک بنا دنبال می شود، شناخت مشخصات بتن برای به‌کارگیری هر نوع بتن با توجه به مقاومت و شکل-پذیری آن در سازه‌های مورد نظر امری ضروری می‌باشد. در این مقاله به بررسی مقاومت خمشی بر مدول الاستیک بتن گوگردی در مقایسه با هبلکس پرداخته‌شده‌است. در این مقاله پس از مروری بر مطالعات گذشته خواص و مشخصات بتن گوگردی و هبلکس در مقایه با بتن معمولی مورد ارزیابی قرار گرفته‌است و در نهایت بتن گوگردی و هبلکس از نظر خواص مقایسه گشته است. نتایج این مقاله نشان داده‌است که مقاومت خمشی بتن هبلکس بیش‌تر گوگردی از بتن و به میزان ۱۶/۶ مگا پاسکال و ضریب الاستیسیته بتن گوگردی با مقدار ۳۵-۸ بیش‌تر از بتن هبلکس می‌باشد. بتن گوگردی با استفاده در برخی از سنگ دانه ها مانند لوماشل که مقاوت فشاری کمی را در بتن معمولی دارند در بتن گوگردی مقاومت قابل توجهی دارد که در مناطقی که این سنگ دانه در دست رس می‌باشد استفاده از بتن گوگردی از نظر اقتصادی بسیار حائز اهمیت است . در بتن هبلکس نیز با توجه به مقاومت بالا و ارزان بودن آن می‌تواند جایگزین خوبی برای اخر گردد. در پایان نیز راهکارهایی جهت کابرد این دو نوع بتن ارائه گشته است.

واژگان کلیدی: مدول الاستیک، بتن گوگردی، هبلکس، مقاومت خمشی

10.21859/engin-01031

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۱۴-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

۱- مقدمه

در دنیای پیشرفته امروزی و با توجه به پیشرفت‌های صورت‌گرفته در زمینه‌های مختلف علمی صنعت بتن نیز دچار تحول گردیده که تولید بتن سبک نیز حاصل همین پیشرفت‌ها می‌باشد. بتنی که علاوه بر کاهش بار مرده ساختمان از نیروی وارد به سازه در اثر شتاب زلزله می‌کاهد و در صورت تخریب وزن آوار حاصل نیز کاهش می‌یابد و امروزه آنرا به عنوان بتن قرن می‌نامند. بتن سبک با توجه به ویژگی‌هایی که دارد دارای کاربردهای مختلف می‌باشد که برحسب وزن مخصوص و مقاومت فشاری آن تفکیک می‌گردد.
پروژه‌های ساختمانی با استفاده از بلوک‌های هبلکس با در نظر گرفتن سرعت اجرا، به دستمزد کم‌تری احتیاج دارد و همچنین استفاده از هبلکس به سبب مصرف ملات کم‌تر و نیز کاهش بارهای وارده به سازه به دلیل وزن کم دیوار ها که موجب کاهش ابعاد سازه می‌شود، صرفه جویی قابل ماحظه ای را در هزینه مصالح مصرفی موجب می گردد. به علاوه در مقایسه میان مصالح سنتی و هبلکس می‌توان گفت سرعت زیاد آجر چینی با هبلکس، سرعت زیاد کارهای تأسیساتی، کاهش مقاطع ساختمانی به هنگام محاسبه و صرفه جویی قابل ماحظه در سازه های فلزی و بتنی. به عاوه استفاده از هبلکس موجب صرفه جویی چشم‌گیری در انرژی برای سرمایش و گرمایش ساختمان بعد از احداث می‌شود. همچنین ضایعات هبلکس به عنوان پوکه مورد استفاده قرار می گیرد در حالی‌که ضایعات زیاد آجر عملاً بلا استفاده می‌ماند[۱].
مزایای بتن گوگردی بر بتن سیمان پرتلندی از قبیل: گرفتن سریع ؛ مقاومت بالا و مقاومت دربرابر خستگی؛ نفوذ پذیری کم درمقابل آب؛ مقاومت استثنائی در مقابل اسید ها و عوامل نمکی، که اجازه استفاده در محیط های خیلی اسیدی را می دهد؛ بدون درنظر گرفتن شرایط آب و هوایی و قابلیت بازیافت. میتوان از گوگرد هایی که در تمامی پالایشگاه های نفتی و صنایع متالوژی استخراج می شود را نیز استفاده کرد که عملاً برای این پالایشگاه، مواد ضایعاتی ودور ریز به حساب می آید. تخریب بتن عموماً در شروع و گسترش ترک های کوچک و خرابی های ریز نتیجه می شود. ترک های کوچک بدلیل دخالت های شیمیایی ، فیزیکی و مکانیکی گسترش می یابند. تحقیقات فراوان نشان می دهد که حضور ترک های خیلی کوچک میتواند بطور قابل ملاحظه ای خواص مکانیکی بتن را تحت تاثیر قرار دهد. از آنجایی که کنترل و شناسایی میکروترک ها به آسانی امکان پذیر نیست، تشکیل آن ها یک نگرانی ضروری برای دوام بتن می باشد[۲ و ۳].با توجه به اهمیت خواص مکانیکی بتن در ساخت و ساز د ر این مقاله به بررسی بررسی مقاومت خمشی بر مدول الاستیک بتن گوگردی در مقایسه با هبلکس پرداخته شده است.

۲- مروری برمطالعات گذشته

محققان زیادی در مورد مقاوت انواع بتن به‌ویژه بتن گوگردی و هبلکس اشاره کرده‌اند که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می-کنیم. همان‌طور که گفته شد در دهه‌های مختلف، محققان زیادی تلاش کردند تا از طریق کاهش تخلخل مواد سیمانی، به مقاومت فشاری بالایی برسند. Yudenfreund و همکاران ۱۹۷۲، به بتنی با مقاومت فشاری ۲۳۰ مگاپاسکال با تخلخل پایین از طریق کاربرد روش اختلاط بتن در خلاء دست یافتند. اعمال دما و فشار زیاد برای نخستین بار توسط Royو همکاران انجام شد. آن‌ها موفق شدند به مقاومت فشاری ۵۱۰ مگاپاسکال با استفاده از اعمال فشار ۵۰ مگاپاسکال و دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد دست یابند[۴]. در اوایل دهۀ ۱۹۸۰، مواد سیمانی اصلاح شده با پلیمر (MDF) معرفی شدند[۵]. این مواد مقاومتی بیش از ۲۰۰ مگاپاسکال داشتند درسال ۱۹۸۰ Bache نوعی مادۀ سیمانی با عنوان DSP2 را به ثبت رساند که تخلخل آن با به کار بردن میکروسیلیس و فوقروانکننده کاهش یافت. این امر منجر به کسب مقاومت فشاری بین ۱۲۰ و ۲۵۰ مگاپاسکال شد[۶]. بسیاری از این بتن‌های ویژه، به راحتی قابل دسترس یا قابل کنترل در هنگام مصرف نبودند تا اینکه بتنهای فوقتوانمند معرفی شدند و در کاربردهای مختلف مورد استفاده قرار گرفتند. در سال Richard و Cheyrezyدر سال ۱۹۹۵، بتن پودری واکنشپذیر را به عنوان نوعی بتن فوقتوانمند معرفی کردند[۸ و۷].

10.21859/engin-01031

ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

در ایران نیز در ایران نیز یوسف‌وند و همکارانش در سال ۱۳۹۴ ، به مقایسه مقاومت سیمان‌های پرتلند و گوگردی ساخته‌شده با سنگ‌دانه‌های مختلف پرداخته‌اند. نتایج آن‌ها نشان داده است که بتن‌هایی که با سنگ‌دانه‌های کربناته از مقاومت بالاتری ببرخودار بودند ولی از نظر دوام در محلول اسید سولفوریک افت مقومت بیش‌تری را نسبت به‌سنگ دانه‌های سیلسی داشته‌اند[۹].
مقصودی در سال ۱۳۹۲، به بررسی بتن هبلس پرداخت. نتایج وی نشان داد که م یتوان با استفاده از دانه های سبک لیکا، بتن سبک سازه ای در۱۹۶۵ کیلوگرم برمتر مکعب با مقاومت فشاری مکعبی از ۳۴ تا ۷۱ مگا پاسگال دست یافت[۱۰]. زارعیان و همکاران در سال ۱۳۹۱، به بررسی عملکرد و مقایسه بلوک سبک بتنی هبلکس به عنوان جایگزین آجر پرداختند. نتیاج آن‌ها نشان داد که هبلکس را می‌توان با توجه به مقاوت بالا و اقتصادی بودن به جای آجر به کار برد[۱۱].

۳- مواد و روش

۳-۱- بتن گوگردی

بتن گوگردی مصالح نسبتاً جدیدی است، گرچه ظاهر آن در نهایت شبیه بتن معمولی می‌باشد اما ساخت، حمل، کاربرد و آزمایش آن متفاوت است. هدف این راهنما آشنائی مهندسین، پیمانکاران، سازندگان و مصرف کنندگان این بتن، کاربردها و کمک برای انتخاب مصالح، نسبت‌های اختلاط و خواص آن جهت استفاده بهینه بتن گوگردی است. بتن گوگردی مصالحی ترموپلاستیک است که با اختلاط سیمان‌های گوگردی بصورت گرم با سنگدانه‌های معدنی ساخته می‌شود. بتن گوگردی سریعاً دراثر خنک شدن سخت می‌شود و کسب مقاومت می‌کند. اگر سنگدانه‌های مقاوم در برابر اسیدها و نمک‌ها بکار رود بتن گوگردی پر مقاومت و بادوام می‌تواند تولید شود و در مواردی که سایر بتن‌ها سریعاً از بین می‌روند بخوبی مصرف گردد. بتن گوگردی در محیط های قلیائی و اکسید کننده‌ها پایدار نیست اما در محیط‌های اسیدی و نمک‌ها عملکرد عالی دارد[۱۲]. بتن‌های گوگردی اولیه که با گوگردهای اصلاح نشده ساخته می‌شوند از نظر دوام مشکل داشتند. حتی وقتی از مصالح مقاوم و بادوام برای تولید این بتن استفاده می‌شد، این بتن‌ها در زمان نسبتاً کوتاهی از بین می‌رفت و خراب می‌گشت. با مصرف سیمان‌های گوگردی اصلاح شده دوام بتن‌های گوگردی افزایش یافت و کاربرد آن را بعنوان مصالح ساختمانی امکان‌پذیر نمود. در این حالت این نوع بتن برخی خواص منحصر بفرد را به اثبات رسانده است که عبارتند از:

- مقاومت زیاد و مقاومت در برابر خستگی؛
- مقاومت عالی در برابر بیشتر اسیدها و نمک‌های آن‌ها؛
- گیرش فوق‌العاده سریع و کسب مقاومت زود هنگام[۱۳].

پارامترهای انتخاب مصالح مناسب از بین مصالح ذکر شده با بررسی تأثیر آن‌ها بر مقاومت فشاری و روانی بتن و سپس بررسی تأثیر انواع روش‌های عمل‌آوری بر خواص مذکور و در نهایت تعیین طرح اختلاط مناسب و استفاده از الیاف فولادی برای رسیدن به مقاومت فشاری و خمشی بیشتر با روانی که قابل قبول می‌باشد می‌تواند حائز اهمیت باشد. جهت سنجش روانی بتن‌ها از روش ASTM C 230/C 230Mو برای تعیین مقاومت خمشی آن‌ها از روش ASTM C 1609/C 1609M استفاده می‌شود[۱۳ و ۱۴].

۳-۱-۱- بررسی تأثیر زمان عمل‌آوری بر مقاومت فشاری بتن گوگردی

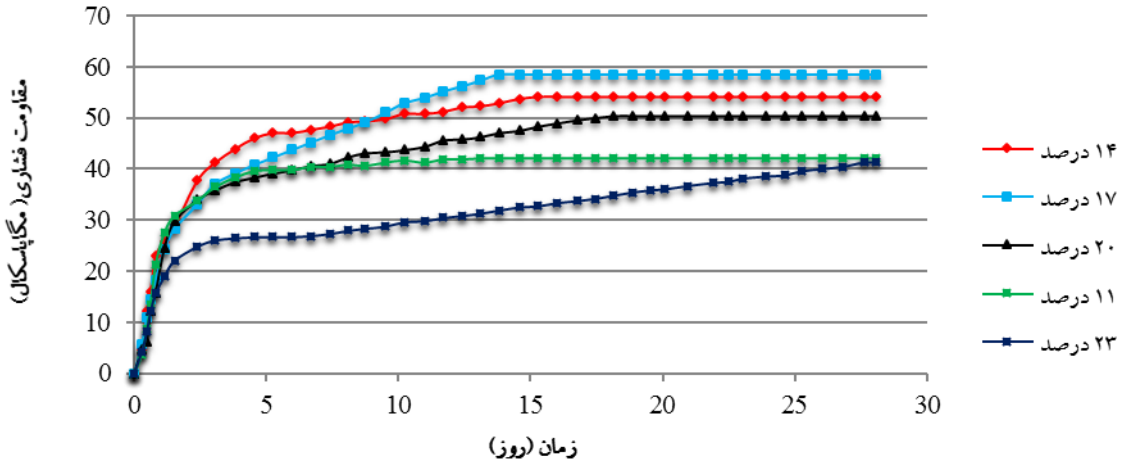
در شکل ۱ مشاهده می‌شود که در روزهای اول بعد از بتن ریزی مقاومت با سرعت زیادی افزایش می‌یابد و به طور متوسط حدود ۷۰ درصد مقاومت ۲۸ روزه در همان ۳ روز اول کسب شده‌است. بعضی محققان نشان دادند که بتن گوگردی یک روزه بعد از ساخت، بیش از ۷۰ درصد مقاومت نهایی خود را به دست می‌آورد[۱۵]. ولی این سرعت توسعه مقاومت به عوامل دیگری مثل دما و نوع افزودنی نیز بستگی دارد. مقاومت نهایی در دماهای بالاتر آهسته‌تر و در دماهای پایینتر سریعتر به دست می‌آید[۱۶].

10.21859/engin-01031

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۱۴-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

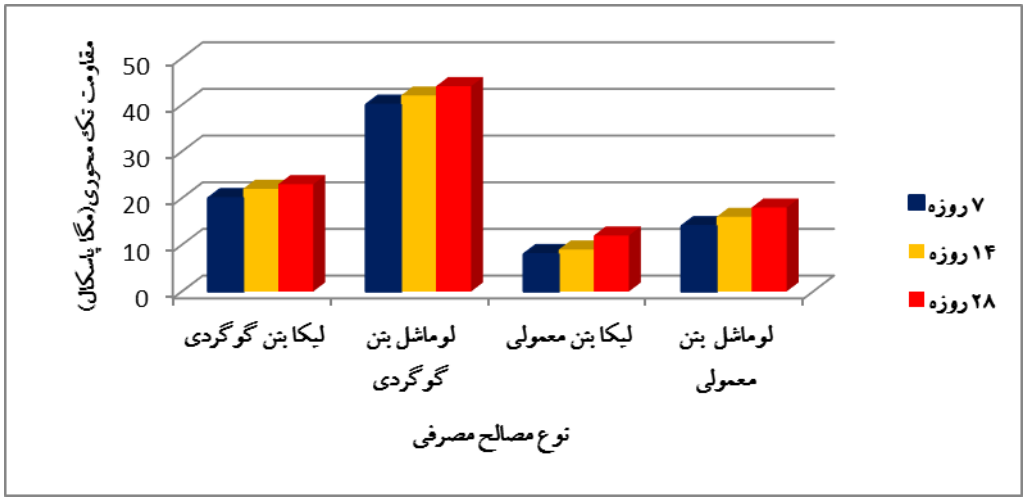
نتایج آزمایش‌های Loov و همکارانش در ۱۹۷۴ نشان می‌دهد که مواد افزودنی مورد استفاده در این تحقیق، نسبت به مواد افزودنی استفاده شده در مقاله مذکور سرعت رشد کم‌تری در بتن ایجاد کرده است[۱۶].

همان طور که در شکل ۱ نشان داده شده است به طور کلی با افزایش روز عمل‌آوری مقاومت بتن بیش‌تر بوده است و مقاومت بتن در ۱۷ درصد گوگرد بیش‌تر از بقیه درصدها بوده است و کم‌ترین مقاوت مربوط به ۲۳ گوگرد می‌باشد.



شکل۱: بررسی تأثیر زمان بر مقاومت فشاری بتن گوگردی در درصدهای مختلف گوگرد[۱۷]

همان‌طور که اشاره شد نوع سنگ دانه‌ها در بتن می‌تواند تأثی بسزایی را در مقاومت بتن ایجاد کند در شکل ۲ به مقایسه بتن گوگردی با بتن معمولی پرداخته‌شده است نتیاج نشان داده است که به طور کلی لوماشل در بتن نسب به لیکا دارای مقاومت بالاتری بوده‌است و از طرف دیگر افزایش زمان نیز در مقاومت تک محوره اثر مثبتی دارد. همان طور که در شکا ۲ نشان داده شده است مقاومت بتن گوگردی نسبت به بتن معمولی در هر دو نوع سنگ‌دانه بیش‌تر می‌باشد. بیش‌ترین مقاومت در بتن گوگردی با لوماشل در زمان ۲۸ روزه به میزان ۴۳ مگا پاسکال اتفاق افتاده است.



شکل۲: آزمایش تک محوری نمونه‌های بتن با سنگ دانه های مختلف[۹]

10.21859/engin-01031

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۱۴-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

۳-۱-۲- تأثیر درصد گوگرد و زمان عمل آوری بر خواص الاستیسیته بتن گوگردی

تـأثیر مقدار گوگرد و زمـان عمل آوری بـر خـواص الاستیـسیته بـا توجه بـه نتایج جـدول ۱ و منحنی‌های تنش - کرنش در شکل ۳ قابـل مشاهده‌است[۱۷ و ۲۰]. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، روندهای شرح داده شده برای مقاومت فشاری در مورد نقطـهٔ تسلیم و مدول یانگ نیز صدق می‌کند. برای مثال، مقاومت نمونه‌ها در نقطهٔ تسلیم و مدول یانگ در زمان ، ۱ ،۳و ۷ روزه برای نمونه‌های با ۱۴ درصد گوگرد حداکثر مقدار است ولـی در نمونه‌های ۲۸ روزه حداکثر مقادیر در نمونه‌های حاوی ۱۷ سیمان گوگردی حاصل شده‌است.

مقاومت بالای بتن گوگردی و درعین حال کوچکی مدول الاستیـسیته و نزدیکـی نقطـهٔ تـسلیم بـه مقاومـت حداکثر، در مقایسه با بتن معمولی، نشان می‌دهد که بتن گوگردی خاصیت ارتجاعی بالاتری نسبت به بـتن سـیمانی دارد. بنابراین، بتن گوگردی، خاصیت ارتجاعی خود تحت بار بیش‌تری حفـظ می‌کند و در حالـت الاسـتیک بـاقی می‌ماند. اگر بـا دقت بـه منحنی‌های فـوق توجـه شـود مشاهده خواهد شد که کرنش در نقطه شکست و همچنین فاصلهٔ افقی (کرنش)بین نقـاط تـسلیم و مقاومـت فـشاری حداکثر، با افزایش درصد گوگرد افـزایش یافتـه‌است. بـا توجـه بـه اینکه میزان تغییر شکل ماده در مرحلـهٔ گسیختگی یا شکست معیـاری اسـت بـرای تعیـین میـزان از بـتن نرمـی این رو این پدیده نشان میدهد کـه میـزان نرمی بـتن با افزایش درصد گوگرد افزایش یافته است[۱۸ و ۱۹].

جدول۱: نقطه تسلیم(گیگا پاسکال)[۲۰]

درصد گوگرد					
زمان(روز)	۲۳	۲۰	۱۷	۱۴	۱۱
۱	۱۶/۴	۱۸/۹	۲۰/۸	۲۹	۲۶/۱
۳	۲۱/۶	۲۷/۱	۳۳/۲	۴۲/۶	۳۳/۳
۷	۲۱/۴	۳۵/۴	۳۵/۹	۴۲/۶	۳۶/۱
۲۸	۳۵	۴۴/۴	۵۲/۵	۴۹/۷	۴۰

جدول۲: ضریب ارتجاعی(گیگا پاسکال)[۲۰]

درصد گوگرد					
زمان(روز)	۲۳	۲۰	۱۷	۱۴	۱۱
۱	۱/۳۹۵	۱/۳۱۹	۱/۸۷۲	۲/۷۰۴	۲/۴۲۵
۳	۲/۱۵۳	۲/۷۸۰	۳/۴۷۷	۴/۳۳۴	۳/۹۲۸
۷	۲/۲۲۸	۳/۴۵۶	۳/۵۰۹	۵/۵۴۶	۴/۰۱۳
۲۸	۳/۳۹۸	۴/۴۵۶	۵/۳۰۰	۵/۰۱۴	۴/۲۵۷

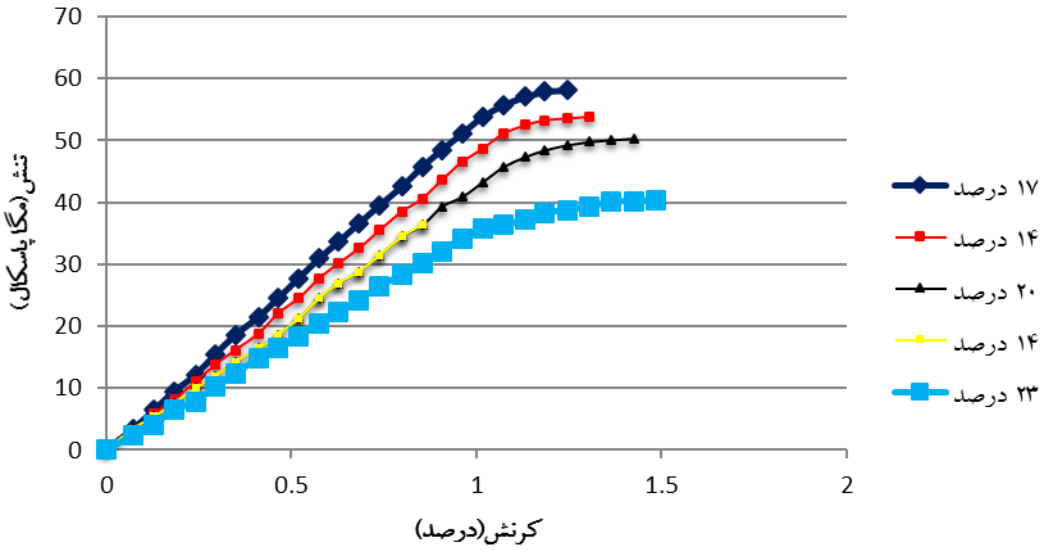
در شکل رابطهٔ مستقیم بین مقاومـت فـشاری حـداکثر، نقطهٔ تسلیم نقطه‌ای که، قسمت خطی نمودار به منحنـی تبدیل می‌شود و مدول یانگ ضریب زاویهٔ قسمت خطـی منحنی در منحنی‌های فـوق نـشان داده شـده اسـت. بـا افزایش مقاومت فشاری حداکثر، نقطـهٔ تـسلیم و مـدول الاستیسیته نیز افزایش می‌یابند[۲۰].

10.21859/engin-01031

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۱۴-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

۳-۱-۳- تأثیر درصد گوگرد بر خواص کرنشی بتن گوگردی

قسمتی که منحنی به صورت خط مستقیم است و در واقع کرنش متناسب با تنش اعمال شده است، رفتار ماده حالت ارتجاعی دارد و این بخش از تغییر شکل ماهیت الاستیک دارد. در این محدودهٔ تغییر شکل، چنانچه نیروی اعمال شده به ماده حذف شود، تغییر شکل نیز به طور کامل از دست می‌رود و ماده به حالت قبل از بارگذاری بر می‌گردد[۱۷ و۱۴].



شکل ۳: منحنی‌های تنش- کرنش میانگین بین تکرارها برای در صدهای مختلف بتن گوگردی ۲۸ روزه[۱۷]

به طور کلی بتن گوگردی نسبت به بتن معمولی ضریب انبساط خطی برابر، پسبندگی بتن بسیار بالا، قدرت پسبندگی به آرماتور بالا، ضریب ارتعاجی و مثاوت کششی باباتری نسبت به بتن معمولی دارد.

در بتن‌های معمولی میزان مقاومت فشاری ۵۵۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع است در حالی که در بتن‌های گوگردی این میزان به ۶۸۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع می‌رسد. مقاومت کششی در خمش در بتن‌های معمولی به میزان ۷۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع است در حالی که در بتن‌های گوگردی این میزان به ۱۴۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع می‌رسد. و زمان نهگداری تا تعیین مقاومت‌ها در بتن‌های معمولی ۲۸ روز است در حالی که در بتن‌های گوگردی این میزان به ۲ روز می‌رسد و این نشان‌دهنده‌ی این است که بتن گوگردی سریعاً می‌تواند مقاومت خود را پیدا کند.

۳-۲- بتن هبلکس

در دنیای پیشرفته امروزی و با توجه به پیشرفت های صورت گرفته در زمینه های مختلف علمی صنعت بتن نیز دچار تحول گردیده که تولید بتن سبک نیز حاصل همین پیشرفت ها می باشد. بتنی که علاوه بر کاهش بار مرده ساختمان از نیروی وارد به سازه در اثر شتاب زلزله می کاهد و در صورت تخریب وزن آوار حاصل نیز کاهش می یابد و امروزه آنرا به عنوان بتن قرن می‌نامند . بتن سبک با توجه به ویژگی هایی که دارد دارای کاربردهای مختلف می باشد که برحسب وزن مخصوص و مقاومت فشاری آن تفکیک می‌گردد[۱].

در طرح اختلاط هر نوع بتن ابتدا باید خواسته‌ها را بررسی و فهرست نمود که در مورد بتن سبک نیز این خواسته‌ها مقاومت فشاری در سن مورد نظر ، وزن مخصوص بتن تازه و خشک ، دوام بتن در شرایط محیطی یا سولفاتی ، اسلامپ و کارآئی بتن، مقدار حباب هوای لازم با توجه به حداکثر اندازه وشرایط محیطی و احتمالاً موارد دیگری همچون مدول الاستیسیته

10.21859/engin-01031

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۱۴-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

یا خواص فیزیکی مکانیکی دیگر مثل قابلیت انتقال حرارت و غیره ، در کنار این موارد ممکن است محدوده دانه‌بندی مطلوب بویژه در روش‌های اروپائی از جمله محدودیت‌ها و خواسته‌ها باشد [۱۰].

در کنار این خواسته ها ، داده هائی نیز بر اساس اطلاعات موجود از سیمان ، سنگدانه و ... در دست است و یا باید در آزمایشگاه بدست آید از جمله این‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود نوع سیمان، حداقل و حداکثر مجاز مصرف سیمان، حداکثر مجاز نسبت آب به سیمان ، نوع مواد افزودنی مورد نظر و مشخصات آن ، نوع سنگدانه درشت و ریزدانه ، شکل و بافت سطحی سنگدانه‌ها، چگالی و جذب آب سبکدانه‌ها و سنگدانه‌های معمولی، رژیم و روند جذب آب سبکدانه، وزن مخصوص توده‌ای سنگدانه درشت متراکم با میله(در طرح امریکائی)، دانه بندی سنگدانه‌ها و حداکثر اندازه آن‌ها ، ویژگی‌های مکانیکی و دوام سنگدانه‌ها ، مدول ریزی سنگدانه ها و ریزدانه ها و چگالی ذرات سیمان گاه لازمست دانه‌بندی یا مدول ریزی سبکدانه ها معادل سازی شود یعنی با توجه به اختلاف در چگالی ذرات، دانه بندی وزنی به دانه‌بندی و مدول ریزی حجمی تبدیل گردد که در این حالت لازمست برای چگالی ذرات هر بخش اندازه‌ای را تعیین کنیم. در روش وزنی یا فاکتور چگالی که برای سبکدانه درشت و ریز دانه معمولی کاربرد دارد یعنی صرفاً برای بتن نیمه سبکدانه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش از فاکتور چگالی خشک استفاده می‌شود در ادامه مقاومت فشاری، مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی بتن هبلس مورد بحث قرار گرفته‌است.

۳-۲-۱- بررسی مقاومت فشاری بتن هبلکس با مصالح دیگر

نیاز گسترده و روز افزون جامعه به ساختمان و مسکن وضرورت استفاده از روش ها و مصالح جدید به منظور افزایش سرعت ساخت سبک سازی افزایش عمر مفید ونیز مقاوم نمودن ساختمان در برابر زلزله را بیش از پیش مطرح کرده است .حل مشکلاتی نظیر زمان طولانی اجرا عمر مفید کم ویا هزینه زیاد اجرای ساختمان ها نیاز مند ارائه راهکار هائی به منظور استفاده عملی از روش های نوین ومصالح ساختمانی جدید جهت کاهش وزن و کاهش زمان ساخت، دوام بیش‌تر ونهایتاً کاهش هزینه اجراست.سبک سازی یکی از مباحث نوین در علم ساختمان است که روز به روز در حال گسترش و پیشرفت می‌باشد.این فن اوری عبارتست از کاهش وزن تمام شده ساختمان با استفاده از تکنیک های نوین ساخت مصالح جدید و بهینه سازی روش های اجرا کاهش وزن ساختمان علاوه بر صرفه جویی در هزینه زمان و انرژی زیان های ناشی از حوادث طبیعی مانند زلزله را کاهش داده و صدمات ناشی از وزن زیاد ساختمان را به حداقل می‌رساند. برای بکارگیری تکنیک های سبک سازی نخست باید به مسئله اول علل سنگین شدن وزن ساختمان توجه کافی شود پس از شناخت این علل و عوامل باید جهت حذف یا به حداقل رساندن تاثیر آنها ووزن تمام شده ساختمان تلاش نمود[۱۰].

بتن‌های سبک سازه‌ای بتنهایی هستند که علی رغم دارا بودن چگالی کم‌تر از ۲۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب، مقاومت فشاری بیش از ۱۷ مگاپاسکال دارند. ساخت این بتنها صرفا با استفاده از سنگدانه های سبک و مقاوم امکان پذیر است. تمام بتنهای سبک سازه ای از خانواده بتن های سبکدانه می باشند که در آن برای کاهش وزن مخصوص بتن از سنگدانه های سبک استفاده شده است. به این دلیل بعضا از عبارات بتن سبکدانه و بتن سبک سازه ای برای بیان یک مفهوم استفاده می شود. در بتنهای سبکدانه سازهای از سنگ‌دانه‌هایی استفاده می‌شود که بتن ساخته شده مقاومتی بیش از ۱۷ مگاپاسکال و جرم مخصوصی کمتر از ۲۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب را دارا باشد. سنگ‌دانه‌هایی که این شرایط را عموماً برآورد میکنند و طبق استاندارد ASTM-C330 برای ساخت بتن سبک سازهای مورد استفاده قرار می گیرند، عمدتا شیل، رس و اسلیت منبسط شده در کورهی دوار، سنگدانه هایی که از فرآیند های کلوخه‌ای شدن به دست می آیند، سرباره‌های منبسط شده، پوکه‌های معدنی، پوکه‌های صنعتی، خاکستر بادی ته نشین شده می‌باشد.

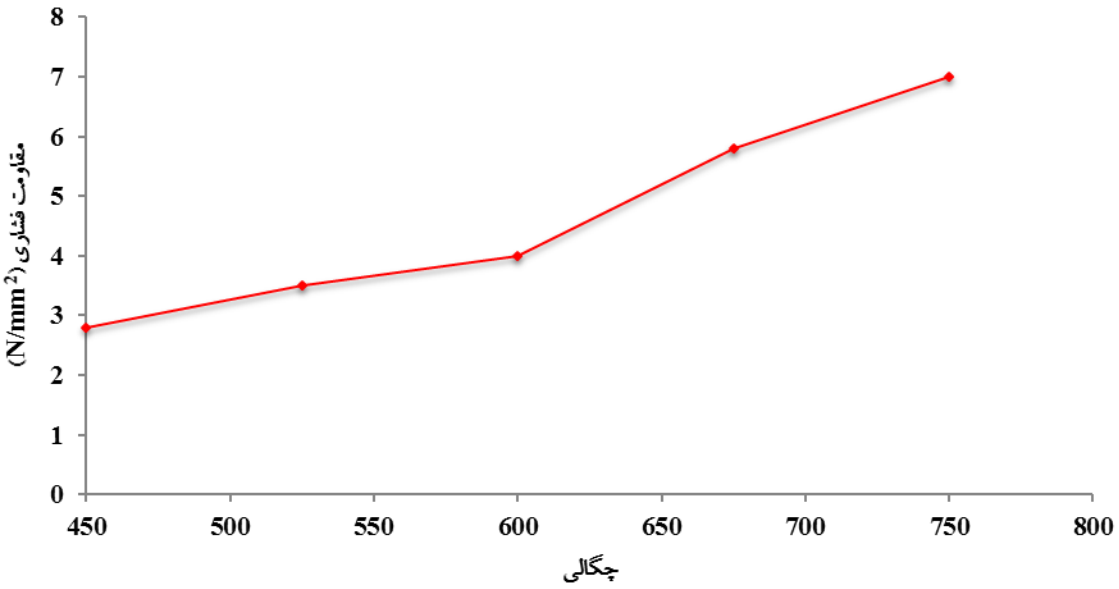
تأمین مقاومت فشاری معادل ۲۰ نیوتن بر میلیمترمربع و بیشتر با بعضی از این سنگدانه‌ها امکان‌پذیر است. شرایط سایر سنگدانه-ها نیزطوری است که قادر به حصول حداقل مقاومت فشاری مقرر شده برای بتن سبک سازهای می‌باشند. همانطور که پیش از این

10.21859/engin-01031

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۱۴-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

ذکر شد، مقاومت بتن سبک تابعی از جرم مخصوص آن است. باید توجه داشت که جرم مخصوص بتن عمدتاً متأثر از جرم مخصوص سنگدانه‌های مصرفی است، به گونه‌ای که استفاده از مصالح سبکتر موجب کاهش وزن مخصوص بتن می شود .ولی استفاده از مصالح سنگینتر از سبکدانه‌ها، لزوماً باعث افزایش مقاومت بتن ساخته شده نخواهد شد. بیشترین مقاومت بتن سبکدانه معمولا وقتی حاصل می شود که از سبکدانه های ساخته شده از شیل، رس و اسلیت منبسط شده در فرآیند کوره دوار برای سبک سازی چگالی بتن استفاده گردد[۲۱]

همان طور که در شکل ۴ گفته‌شده است میزان مقاوت فشاری اسمی در انواع بتن هبلکس متفاوت می‌باشد. میزان مقاومت فشاری با افزایش چگالی افزایش پیدا کرده‌است و بیش‌ترین مقدار را در چگالی ۷۵۰ Kg/m^3 به میزان ۷ N/mm^2 می‌باشد. این نشان دهنده‌آن است که میزان چگالی اثر مثبتی را بر افزایش مقاومت فشاری بتن هبلکس داشته است



شکل۴: مقاومت فشاری انواع بتن هبلکس بر اساس چگالی های مختلف

همان طور که در جدول ۳ نشان داده شده است مقاومت فشاری هبلکس از بتن معمولی کم‌تر می باشد البته این مقاومت در انواع مختلف آن متفات است که بیش‌ترین مقدار آن به بتن سبک مقاوم با میزان ۲۰۰-۱۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب اختصاص دارد.

جدول۳: مقایسه انواع بتن سبک با آجر و بتن معمولی[۱]

نوع مصالح ساختمانی	مقاوت فشاری(kg/m3)
بتن معمولی	۲۵۰-۸۰۰
آجر	۱۰۰
بتن سبک از نوع عایق حرارتی	۵-۱۰
بتن سبک ساختمانی	۱۰-۲۰
بتن سبک مقاوم	۱۰۰-۲۰۰

10.21859/engin-01031

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۱۴-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

۳-۲-۲- بررسی مدول ارتجاعی انواع بتن هبلکس

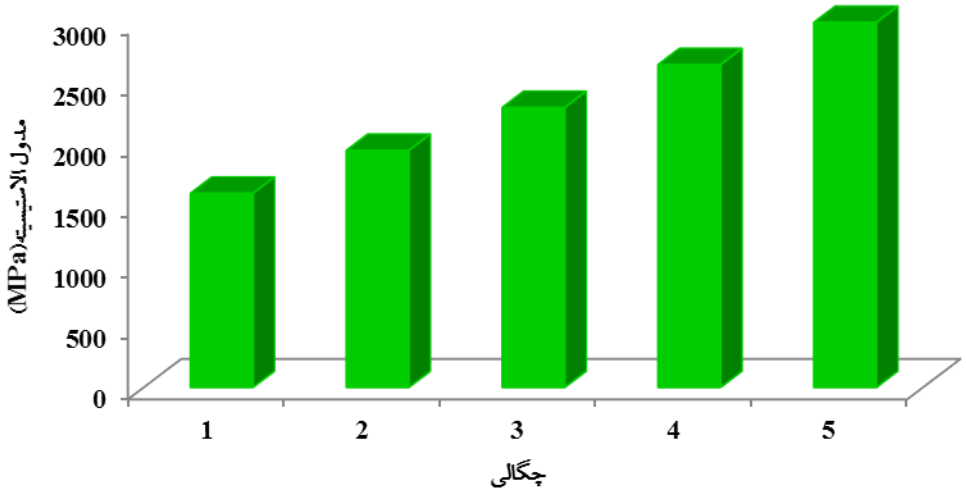
وزن مخصوص هر متر مکعب دارای ۶۵۰ الی ۷۵۰ کیلوگرم می‌باشد که برابر یک سوم تا یک چهارم وزن بتن می‌باشد. (بسته به نوع مصالح و مواد اولیه و نوع تجهیزات تولید متفاوت است و هم اکنون توسط دستگاه های جدید و مرغوب تر امکان تهیه با دانیسته کمتر نیز وجود دارد). مدول الاستیسیته بتن هوادار اتوکلاو شده بین ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ مگا پاسکال می باشد. رابطهٔ زیر می تواند برای تخمین به کار برده شود:

رابطه۱:

$$E = 4.7 \times r_{Dry} - 520(MPa)$$

r_{Dry} : چگالی خشک محصول بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب

همان طور که در شکل ۵ گفته‌شده است میزان مدول الاستیسیته در انواع بتن هبلکس متفاوت می‌باشد. میزان مقاومت فشاری با افزایش چگالی افزایش پیدا کرده‌است و بیش‌ترین مقدار را در چگالی ۷۵۰ Kg/m^3 به میزان ۳۰۰۰ مگا پاسکال می‌باشد. این نشان دهنده‌آن است که میزان چگالی اثر مثبتی را بر افزایش مدول الاستیسیته بتن هبلکس داشته است



شکل۵: مدل الاستیسیته انواع بتن هبلکس بر اساس چگالی های مختلف

از نظر مقایسه مدول ارتجاعی بتن معمولی با مقاومت فشاری ۲۱ مگا پاسکال برابر است با:

رابط۲:

$$E = 5000\sqrt{21} = 22913\,(MPa)$$

همان طور که در شکل ۵ نشان داده شده است بیش‌ترین میزان مدول ارتجاعی ۳۰۰۰ مگا پاسکال است که در برابر بتن معملی اخلاف چشم‌گیری دارد و میزان مدول ارتجاعی در بتن معمولی بیش‌تر از بتن هبلکس است.

۳-۲-۳- بررسی مدول گسیختگی (مقاومت کششی در خمش) در بتن هبلکس

مقاومت نمونه های بتنی سبک سازه ای با وزن مخصوص رابطه ای تقریباً لگاریتمی دارد و باتوجه به نوع بتن سبک دارای طیف مقاومتی متفاوتی میباشد مدول گسیختگی بتن هوادار اتوکلاو شده معمولا بین ۲۰ تا ۴۰ درصد مقاومت فشاری آن است و می تواند با رابطه زیر تخمین زده شود:

10.21859/engin-01031

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۱۴-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

رابطه۳:

$$f_r = 0.27 + 0.21 \times f_{AAC}(MPa)$$

f_{AAC} : مقاومت فشاری بتن گازی با نمونه مکعبی ۱۰ سانتیمتری

مدول ارتجاعی نیز بیش ترین مقدار را در چگالی ۷۵۰ Kg/m^3 به میزان ۲/۵۵ KN/mm^3می‌باشد.

جمع شدگی بتن های فاقد ریزدانه بمراتب کمتر از بتن معمولی است زیرا مقدار سنگدانه در مقایسه با خمیر سیمان زیاد است و یقه قابل توجه بوجود می آورد . بتن فاقد ریزدانه سریعا "خشک می شود زیرا خمیر سیمان در مجاورت هوای موجود و فضای خالی است و علی القاعده در ابتدا از جمع شدگی بیشتری نسبت به بتن معمولی برخوردار می باشد و عمل آوری آن از اهمیت برخوردار است . قابلیت انتقال حرارتی آن بمراتب از بتن معمولی با سنگدانه مشابه کمتر است که با افزایش رطوبت و اشباع بودن این بتن ، این قابلیت انتقال حرارت افزایش می یابد [۲۱]. مدول الاستیسیته این بتن ها بین ۵ تا۲۰ گیگا پاسکال است برای مقاومت های ۲ تا ۱۵مگا پاسکال نسبت مقاومت خمشی به فشاری حدود ۳۰ درصد است که از نسبت مقاومت خمشی به فشاری بتن‌های معمولی بیشتر می باشد . ضریب انبساط حرارتی این نوع بتن در حدود تا بتن معمولی است

همان طور که در جدول ۴ نشان داده شده است افزایش چگالی خشک اثر بسزایی را در خواص مکانیکی بتن هبلکس ایجاد نموده است. میزان مقاومت فشاری اسمی با افزایش چگالی افزایش پیدا کرده‌است و بیش‌ترین مقدار را در چگالی ۷۵۰ Kg/m^3 به میزان ۷ N/mm^2 می‌باشد. این نشان دهنده‌آن است که میزان چگالی اثر مثبتی را بر افزایش مقاومت فشاری بتن هبلکس داشته‌است. میزان مدول گسیختگی با افزایش چگالی خشک افزایش پیدا کرده‌است و بیش‌ترین مقدار را در چگالی ۷۵۰ Kg/m^3 به میزان ۱/۲۵ N/mm^2 می‌باشد. میزان هدایت حرارتی با ۳٪ رطوبت با افزایش چگالی خشک افزایش پیدا کرده‌است و بیش-ترین مقدار را در چگالی ۷۵۰ Kg/m^3 به میزان ۰/۲ $W/(m^\circ K)$ می‌باشد. میزان مدول ارتعاجی با افزایش چگالی خشک افزایش پیدا کرده‌است و بیش‌ترین مقدار را در چگالی ۷۵۰ Kg/m^3 به میزان ۲/۷ KN/mm^3 می‌باشد. به طور کلی افزایش چگالی خشک باعث افزایش خواص مکانیکی گشته است این افزایش چگالی به نوع سنگ‌دانه‌های به‌کاربرده شده در بتن بستگی دارد.

جدول۴ : مشخصات بتن هبلکس[۱۰]

چگالی خشک	مقاومت فشاری اسمی	مدول گسیختگی	مدول ارتعاجی	هدایت حرارتی با ۳٪ رطوبت
Kg/m^3	N/mm^2	N/mm^2	KN/mm^3	$W/(m^\circ K)$
۴۵۰	۸/۲	۶۵/۰	۶/۱	۱۰/۰
۵۲۵	۵/۳	۷۵/۰	۲	۱۲/۰
۶۰۰	۴	۸۵/۰	۴/۲	۱۶/۰
۶۷۵	۸/۵	۰/۱	۵۵/۲	۱۸/۰
۷۵۰	۷	۲۵/۱	۷/۲	۲/۰

۴- نتایج و بحث

در جدول ۵ نشان داده‌شده است که مقاومت فشاری در بتن گوگردی به میزا ۶۶-۳۵ بیش‌ترین مقدار را نسبت به دو نوع بتن دیگر دارد. پس می‌توان گفت از نظر مقاومت فشاری بتن گوگردی بهترین بتن از میتان ۳ نوع بتن ذکر شده می‌باشد. که مقاومت فشاری در بتن گوگردی به میزان ۶۶-۳۵ مگا پاسکال بیش‌ترین مقدار را نسبت به دو نوع بتن دیگر دارد. پس می‌توان گفت از نظر مقاومت فشاری بتن گوگردی بهترین بتن از میان ۳ نوع بتن ذکر شده می‌باشد. مقاومت خمشی در بتن هبلکس به میزان ۱۶/۶

10.21859/engin-01031

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۱۴-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

مگا پاسکال بیش‌ترین مقدار را نسبت به دو نوع بتن دیگر دارد. پس می‌توان گفت از نظر مقاومت خمشی بتن هبلکس بهترین بتن از میان ۳ نوع بتن ذکر شده می‌باشد. مقاومت کششی در بتن هبلکس به میزان ۷-۴ مگا پاسکال و در بتن گوگردی ۸-۳ مگا پاسکال را به خود اختصاص داده‌اند که نسبت به بتن معمولی مقاومت بیش‌تری دارند و تقریبا مقاومت کششی این دو بتن به هم دیگر شبیه است. ضریب الاستیسیته در بتن معمولی به میزان ۲۸ گیگا پاسکال بیش‌ترین مقدار را نسبت به دو نوع بتن دیگر دارد. جرم حجمی در بتن معمولی به میزان ۲۳۰۰ گیگا پاسکال بیش‌ترین مقدار را نسبت به دو نوع بتن دیگر دارد و در بتن هبلکس به میزان ۱۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد که این نشان دهنده‌ی سبک بوده بتن هبلکس نسب به دو نوع بتن دیگر بوده که در ساخت و ساز و سبک سازی ساختمان‌ها نقش بسزایی می‌تواند داشته‌باشد.

جدول۵: مقایسه مشخصات بتن معمولی، هبلکس و گوگردی

پارامتر	بتن معمولی	بتن گوگردی	بتن هبلکس
مقاومت فشاری	۳۵	۳۵-۶۶	۱۷
مقاومت خمشی	۶	۸-۱۰	۱۶/۶
مقاومت کششی	۳	۳-۸	۴-۷
ضریب الاستیسیته	گیگا پاسکال ۲۸	۸-۳۵	۵-۲۰ گیگا پاسکال
جرم حجمی	۲۳۰۰	۲۰۷۰	۱۸۰۰

۵- راهکارها

با توجه به خواص مکانیکی و مشخصات ذکر شده برای بتن‌هی گوگردی و هبلکس برای کاربرد آن‌ها راهکارهای زیر پیشنهاد می-گردد:

- با توجه به مزایای عنوان شده بتن هبلکس از جمله مقاوت خوب، وزن کم و مقرون به صرفه از نظر اقتصادی می‌توان بتن هبلکس را به عنولن آجر جایگزین نمود.
- بتن گوگردی به نحوه‌ی خود پیشنهاد مناسب برای استفاده در صنعت ساخت و ساز و مدیریت تثبیت مواد زائد سیستم-های فاضلابی و زباله‌های خطرناک باشد.
- بتن گوگردی با استفاده در برخی از سنگ دانه ها مانند لوماشل که مقاوت فشاری کمی را در بتن معمولی دارند در بتن گوگردی مقاومت قابل توجهی دارد که در مناطقی که این سنگ دانه در دست رس می‌باشد استفاده از بتن گوگردی از نظر اقتصادی بسیار حائز اهمیت است.

۵- نتیجه گیری

سبکی وزن، عایق حرارات و برودت، عایق صدا، استحکام و پایداری در مقابل زلزله و آتش سوزی، حمل و نقل آسان و با صرفه، اجرای سریع از مهمترین و بارزترین مزایای بلوک‌های هبلکس می‌باشد. پروژه‌های ساختمانی با استفاده از بلوک‌های هبلکس با در نظر گرفتن سرعت اجرا، نیروی اجرایی کمتر و مصرف ملات کمتر و همچنین کاهش زیاد بارهای وارده به سازه به دلیل وزن کم دیوارهای از نوع بتن سبک هبلکس موجب کاهش ابعاد سازه می‌شود که خود صرفه جویی قابل ملاحظه‌ای را در هزینه مصالح مصرفی موجب می‌گردد. عایق بودن هبلکس در برابر گرما، سرما علاوه بر صرفه‌جویی چشمگیری که در فضاهای تاسیساتی و سطح حرارتی برودتی موجب کاهش قابل ملاحظه در مصرف انرژی لازم برای سرمایش و گرمایش ساختمان در آینده خواهد شد.

10.21859/engin-01031

ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

۶- منابع

۱- مجتبی مغربی، ۱۳۹۲، جایگزین کردن مصالح سبک و ارزان به جای اجر، دهمین کنفرانس مهندسی عمران.
2- Vlahovic´ M, Boljanac T, Brankovic´ A, Vidojkovic´ V, Martinovic´ S, Dord-evic´ N. The influence of filler type on the corrosion stability of the sulfur concrete. Hemijska Industrija 2010;64:129–37
3- Mohamed AMO, El Gamal MM. Sulfur concrete for the construction industry – a sustainable development approach. J. Ross Publishing; 2010.
4- Yudenfreund M, Skalny J, Mikhail RS, Brunauer S. "Hardened portland cement pastes of low porosity, II. Exploratory studies. Dimensional changes", Cement and Concrete Research, 2(3), 331–348, 1972.
5- Roy DM, Gouda GR, Bobrowsky A. "Very high strength cement pastes prepared by hot pressing and other high pressure techniques", Cement and Concrete Research, 2, 349–366, 1972.
6- Birchall JD, Howard AJ, Kendall K. "Flexural strength and porosity of cements", Nature, 289, 388–390, 1981.
7- Bache HH. "Densified cement/ultrafine particle-based materials", In: 2nd international conference on superplasticizers in concrete, Ottawa, 10–12, June 1981
8- Richard P, Cheyrezy M. "Composition of reactive powder concretes", Cement and Concrete Research, 25, 1501–1511, 1995.
۹- یوسف‌وند، محمد رضا نیکودل، ایر مازیار رئیس قاسمی،۱۳۹۴، به مقایسه مقاومت سیمان‌های پرتلند و گوگردی ساخته‌شده با سنگگ‌دانه‌های مختلف، دهمین کنگره بین‌المللی عمران، تبریز، ۱۳۹۴.
۱۰- افشین مقصودی، ۱۳۹۲، بررسی کلی بتن هبلکس، نشریه مهندسین عمران، سنندج.
۱۱- رکسانا، زارعیان، احمد رضا رئیسی وانانی، محمد رضا قاسمیان، ۱۳۹۱، بررسی عملکرد و مقایسه بلوک سبک بتنی هبلکس به عنوان جایگزین آجر، دومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین در مهندسی عمران، دانشگاه آزاد واحد نجف‌آباد.
12- Vlahovic, M. Martinovic, S. Boljanac, T. Jovanic, P. and Volkov Husovic, T. (2011), "Durability of sulfur concrete in various aggressive environments," Constr Build Mater, Vol. 25, pp. 3926-34.
13- ASTM C 230/C 230M – 03, Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement, ASTM International, West Conshohocken, p. 6, 2003.
14- ASTM C 1609/C 1609M – 05, Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading), ASTM International, West Conshohocken, p. 8, 2005
15- McBee, W.C., Sullivan, T.A. and Jong, B.W. 1983. Industrial evaluation of sulfur concrete in corrosive environments. BuMines Report No. RI 8786. U.S. Bureau of Mines. Washington. D.C
16- Loov, R.E., Vroom, A.H. and Ward, M.A. 1974. Sulfur concrete a new construction materials. J. Prestressed Concr. Inst. 19 (1): 86-95.
۱۷- مهدی صادقیان رنانی، عاطفه پرورش ریزی، نادر عباسی و علی رئیسی استبرق، ۱۳۹۱، مطالعه آزمایشگاهی برخی خواص فیزیکی و مکانیکی بتن گوگردی، مجله تحقیقات مهنسی کشاورزی، جلد ۱۳، شماره۱، ۱۸-۱.
18- Rahimi, H. 2006. Construction Materials. Uni. Tehran Press. (in Farsi)
19- Yue, Li., Caiyun, Jin. and Yunping, Xi. 2006. The properties of sulfur rubber concrete (SRC). J. Wuhan
Uni. Tecnol– Mater. Sci. Ed. 129-133.

10.21859/engin-01031

ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

20- Hibbeler, R.C. 1992. Engineering Mechanics: Statics and Dynamics. 6th Ed. Macmillan Pub Co. New York. USA.

21- “Guide for Structural Lightweight Aggregate Concrete”. ACI 213R-87, American Concrete Institute, Detroit, Michigan. 1987.

10.21859/engin-01031

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۱، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۶، ص ۱۴-۱
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

Evaluation of the bending strength of the sulfur concrete elastic modulus compared to Heblex

Sajjad Kafashzadeh[1], Mahmoud Reza Kaymanesh[2], Mohammad Etemadi[3] and Saeed Ali Abadi[4]

1Professor of Civil Engineering, Department of Transportation Engineering, Birjand University of Technology
2 Professor, Department of Civil Engineering, Department of Transportation Engineering, Payame Noor University
3Graduate Student, Civil Engineer, Department of Railway and Transportation Engineering, Virtual Unit, Islamic Azad University, Central Tehran
4 Graduate Student, Civil Engineering, Islamic Azad University of Birjand Branch

Abstract

Concrete is one of the most utilizable building materials, which today is used most of the other materials in the building of various types of buildings, such as bridges, dams, metro buildings, airport buildings, building of residential and office buildings, etc. Or perhaps it is dare It can be said that without this development, human societies were not in the present form. Due to the objectives of constructing a building, recognition of the concrete characteristics for the use of any concrete is necessary due to its strength and its shape ability in the structures considered. In this paper, the flexural strength of the elastic modulus of sulfur concrete is studied in comparison with the heblex. In this paper, after reviewing the previous studies, the properties and properties of concrete and hexfluid in concrete with ordinary concrete have been evaluated. Finally, the sulfur and ferro-concrete have been compared in terms of properties. The results of this paper show that the bending strength of the concrete is higher than the concrete sulfur content of 16.6 MPa and the elasticity coefficient of the sulfur concrete with the value of 35-8 times higher than the concrete of the heblex. Sulfur concretes have a significant resistivity in some gravel stones such as lomaschil, which have a slight compression ratio in conventional concrete, which, in the quarrying of this rock, is the use of highly sulfur concrete. It is important. In concrete, heblex is also a good replacement for its high resistance and low cost. In the end, there are also solutions for the use of these two types of concrete.

Keywords: elastic modulus, sulfur concrete, heblex, bending strength

10.21859/engin-01031