



## تولید بتن سبک با سنگدانه های مختلف و کار برد آن در سازه

سید محمد نکوفر ، رضا صادق زاده رودسری

رودسر - کوی آتش نشانی کوچه عادلای پلاک ۱۴ 0911 344 4900

[Reza\\_369sr@yahoo.com](mailto:Reza_369sr@yahoo.com)

### خلاصه

با توجه به تقاضای روز افزون استفاده از بتن سبک سازه ای در جهت سبک سازی و بالا بردن ضریب اطمینان سازه در برابر زلزله طبق آئین نامه ۲۸۰۰ ارائه روشی جهت تولید انبوه و اقتصادی این نوع بتن با توجه به امکانات موجود از اهمیت ویژه برخوردار است. نظر به اینکه نقش سنگدانه در مقاومت بتن های سبک سازه ای بسیار شاخص است، ارائه یک طرح پادانه بندی مناسب با توجه به جنس سنگدانه در راستای تولید بتن سبک ضروری است. از طرف دیگر به منظور کاهش هزینه های تولید بتن سبک، شناسایی سنگدانه های مناسب و مصنوعی دارای اهمیت است. در این مقاله تاثیر انواع سنگدانه های سبک طبیعی و مصنوعی از قبیل پومیس، پرلیت و لیکا با آزمایش بر روی ۲۴۶ نمونه بتنی مورد بررسی و مزایای هر یک، از جنبه های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته اند و با ذکر طرح های اجرا شده ویژگی بتن های تولید شده تحت این طرح ها در نمودارهایی مورد بررسی قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: بتن سبک ، پرلیت ، پومیس ، لیکا ، مقاومت فشاری

### مقدمه:

امروزه برای کاهش وزن سازه از بتن سبک استفاده گسترده ای می شود بتن سبک به سه طریق استفاده از دانه های سبک در بتن، ایجاد حباب های گاز داخل بتن و حذف ماسه از مخلوط بتن ساخته می شود که فقط بتن های سبک ساخته شده با استفاده از سنگدانه های سبک دارای مقاومت خوبی می باشند به همین دلیل سنگدانه در بتن سبک نقش بسیار تعیین کننده دارد و باید سعی گردد یک سنگدانه مناسب طبیعی یا مصنوعی برای ساخت انتخاب گردد.

### سنگدانه ها

پرلیت یک سنگ آتشفشانی شیشه ای با ترکیب ریولیتی است که در حدود ۵ تا ۳ درصد آب به صورت حبس شده در خود دارد در اثر حرارت بین ۹۰۰ تا ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد آب حبس شده در آن به صورت بخار در می آید و خروج آب از داخل ذرات نرم شده سنگ پرلیت سبب می شود که حجم آن ۲۰ تا ۴۰ برابر افزایش یابد و پویلیت منبسط شده به علت داشتن وزن ظاهری کم (۶۰ تا ۱۱۰ کیلو گرم در متر مکعب) و همچنین ضریب حرارتی پایین و خاصیت جذب صدای زیاد، در ساختمان و صنایع دیگر مصرف فراوان دارد. پومیس یا سنگ یا سنگی است از نوع شیشه ای پف کرده که بتن های تولید شده با آن می توانند وزن مخصوص بین ۷۰۰ تا ۱۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب داشته باشند. شایان ذکر است جذب آب نمونه های آزمایشگاهی آن (جذب آب پس از ۳۰ دقیقه) بین ۲۴ تا ۳۲/۵ درصد می باشد. لیکا بر خلاف پرلیت و پومیس یک سنگدانه سبک مصنوعی است که برای بوجود آوردن آن یک نوع خاک رس را ابتدا آسیاب کرده و قبل از فرستادن آن به کوره دوار روی آن عملیاتی انجام می دهند به این ترتیب یک سری گلوله های کروی صافی مختلف و با سطح لعابی لیکن متخلخل

مهندس عمران - عمران - استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان

مهندس عمران - عمران - بخش نظارت شرکت کاوش پی مشهد

ایجاد می شود. این سنگدانه بسیار سبک بوده ولی چندان مقاومت خاصی از خود نشان نمی دهد.



بتن سبک

پرلیت سنگدانه ای است بسیار سبک و کم مقاومت به همین دلیل سعی شده است با کمک پرلیت و سنگدانه سنگین وزن مخصوص بتن های سنگین معمول را کمی پایین آوریم. در این آزمایش سیمان مصرفی سیمان تیپ ۱ ایلام می باشد در جدول زیر اطلاعات طرح بتن های حاوی پرلیت بیان شده است که این بعد از بررسی حدود ۹۰ نمونه آزمایشگاهی می باشد. آب مصرفی آب مقطر و عمل آوری نمونه ها توسط اتوکلاو انجام گرفته است.

ردیف	سیمان	درشت دانه	ریز دانه	Kg پرلیت	$\frac{W}{C}$	فوق روانساز به سیمان	وزن کل بتن	مقاومت فشاری	نسبت پرلیت به سیمان (حجمی)
۱	۴۰۰	۸۵۰	۵۰۰	۸۰	۰/۳۰	۰/۰۱	۲۳۲۵	۴۳۵	۱
۲	۴۰۰	۸۰۰	۴۲۵	۱۶۰	۰/۳	۰/۰۱	۱۹۷۰	۳۲۷	۲
۳	۴۰۰	۷۷۵	۴۰۰	۲۴۰	۰/۳	۰/۰۱	۱۳۰۵	۲۱۳	۳

جدول ۱

در جدول فوق مشاهده می گردد که مهمترین حالت برای نسبت مقاومت به وزن در نمونه ها برای حالتی است که نسبت حجمی پرلیت به سیمان ۱ می باشد. حال به تاثیر سنگدانه پومیس در بتن سبک می پردازیم و سعی می کنیم وزن مخصوص بتن را از ۱۸۰۰ کیلوگرم درمتر مکعب کمتر نماییم و بتنی با مقاومت مطلوب داشته باشیم. در این آزمایش معماریها مانند آزمایشات پرلیت بوده فقط تعداد آزمایش بر روی ۱۵ نمونه و مهمترین طرح در زیر ذکر شده است.

سیمان	سیلیس به سیمان		پومیس	پوکه معدنی	آب به سیمان و سیلیس	فوق روانساز	وزن کلی	مقاومت فشاری نمونه عمل آوری شده
	درشت دانه	ریز دانه						
۴۰۰	۰/۱۵	۴۰۰	۷۵۰	۳۳۰	۰/۳	۰/۰۱	۱۷۸۵	۳۰۵

جدول ۲

با توجه به محدودیت های موجود برای تهیه سنگدانه های طبیعی و پرلیت و پومیس تهیه بتن سبک توسط این سنگدانه ها بسیار مشکل می باشد از این رو سعی کرده ایم برای تولید بتن سبک از سنگدانه فراوان تری که دسترسی به آن آسان تر است استفاده نماییم که به همین منظور با آزمایش نمونه های فراوان تولید شده با سنگدانه سبک مصنوعی لیکا به نتایج مختلفی دست یافتیم. که طرح یک سری از نمونه ها در زیر می باشد نمونه ها در غالب های ۱۰×۱۰×۱۰ سانتی زده شده و به دلیل عدم مقاومت لیکا درشت از لیکا ریز (شماره ۰۳) استفاده شده است و سایر نکات آزمایش مانند نمونه های قبلی می باشد. البته نمونه ها بر اساس تولید بتن پر مقاومت با عیار سیمان بالا می باشد.

ردیف	سیمان	سیلیس به سیمان	لیکا	آب به سیمان و سیلیس	فوق روانساز به سیمان و سیلیس	وزن مخصوص بتن (کیلوگرم درمتر مکعب)	مقاومت (کیلوگرم بر سانتی متر مربع)
۱	۷۸۰	۰/۱۸	625	۰/۲	۰/۰۲	۱۵۳۵	۳۳۰
۲	۷۷۰	۰/۱۸	630	۰/۲	۰/۰۲	۱۵۳۰	۳۳۵
۳	۷۶۰	۰/۱۸	700	۰/۲	۰/۰۲	۱۵۰۵	۲۵۵
۴	۷۵۰	۰/۱۸	710	۰/۲	۰/۰۲	۱۲۱۰	۱۲۰

جدول ۳- بتن های با وزن مخصوص کمتر از ۱۶۰۰ کیلوگرم در متر مکعب

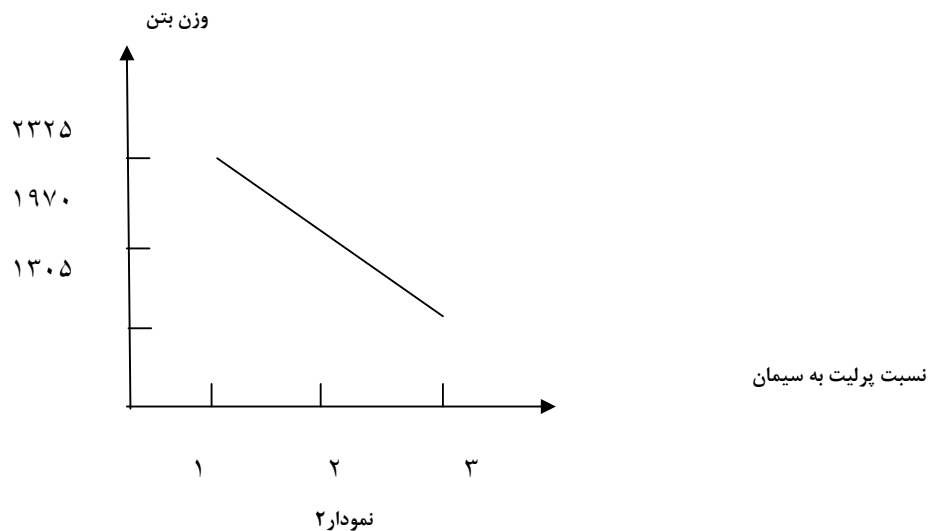
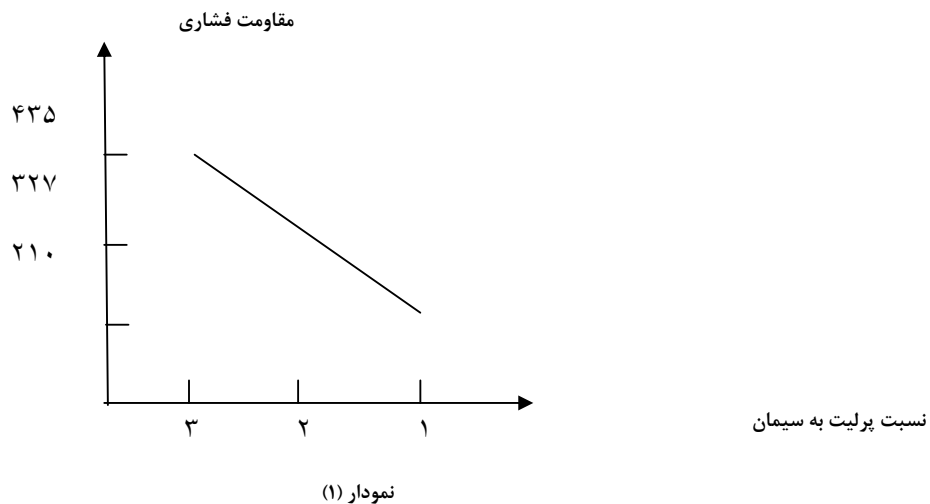


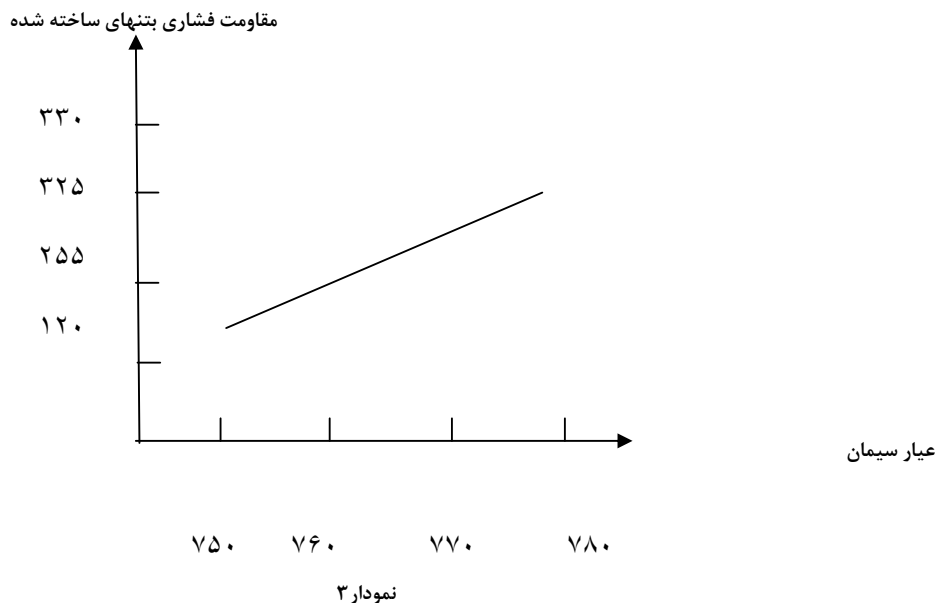
البته می توان از دانه های بالای الک ۴ نیز استفاده نمود و بدین طریق از سیمان نمونه کاست البته بهتر است درشت دانه ها از سنگدانه سنگین استفاده گردد زیرا درشت دانه لیکا مقاومت چندانی ندارد.  
نمونه ای از این نوع بتن در جدول زیر ارائه شده است. در نمونه زیر درشت دانه (مانده روی الک ۴) شن بوده و ریز دانه (عبوری از الک ۴) لیکا استفاده شده است.

سیمان	سیلیس به سیمان	درشت دانه kg (شن)	ریز دانه Kg (لیکا)	آب، سیمان و سیلیس	فوق روانساز به سیمان و سیلیس	وزن کلی بتن	مقاومت فشاری کیلوگرم بر سانتی مترمربع
۴۰۰	۰/۱۴	۵۰۰	۴۰۰	۰/۲	۰/۰۲	۱۷۸۰	۲۷۰

جدول ۴

در نمودارهای طرح های مذکور مقاومت های ذکر شده بر حسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع می باشد.





#### کاربردهای بتن

طبقه بندی بتن های سبک بر حسب نوع کاربرد آنها می توان بین بتنهای سبک باربر ساختمانی بتن مصرفی در دیواره های غیر باربر، بتن عایق حرارتی و ... نیز انجام داد. البته در اینجا هدف بیان کاربردهای بتن سبک باربر ساختمانی بتن با سنگدانه سبک است امروزه بتن سبک در سازه ها کاربرد چشم گیری یافته است زیرا به کمک بتن سبک می توان وزن سازه را کاهش داد که این امر مقاومت سازه را در برابر زلزله افزایش می دهد. همچنین امروزه برای کم کردن وزن سازه پیش تنیده و نتیجتاً کاهش ابعاد فنداسیون آن و صرفه جویی در قیمت ساخت و همچنین برای افزایش طول دهانه موثر پل ها از بتن سبک استفاده می شود.

به طور کلی تمایل جهانی در جهت مصرف بیشتر بتن و همچنین در جهت استفاده از آن برای کاربردهای جدید، شامل بتن پیش تنیده ساختمان مرتفع و حتی سقف های پوسته ای قوسی می باشد. ولی باید به این نکته توجه داشت در حقیقت کاهش در وزن مخصوص در بتن سبک به واسطه وجود منافذ، یا در مصالح یا در ملات و یادر فضای بین ذرات درشت بوجود می آید. بتن سبک در برابر انتقال حرارت عایق بسیار خوبی بوده و دارای دوام رضایت بخشی می باشد و لیکن مقاومت آن در برابر سایش زیاد نیست. به طور کلی بتن سبک از بتن معمولی گرانتر تمام می شود و مخلوط نمودن، جابجایی و درجا ریختن آن به دقت و ملاحظات نسبتاً بیشتری احتیاج دارد. معهداً در بسیاری از موارد امتیازات بتن سبک بر معایب آن می چربد، به همین دلیل تمایل جهانی زیادی برای کاربرد آن به وجود آمده است و روز به روز بر کاربردهای آن افزوده می گردد.

#### نتیجه گیری:

همانطور که مشاهده گشت در تولید بتن سبک مشکلاتی همچون تهیه سنگدانه های طبیعی و همچنین عدم مقاومت مناسب توسط سنگدانه ها وجود دارد که می توانیم با استفاده از سنگدانه های مصنوعی مناسب این مشکلات را بر طرف نماییم، البته باید توجه داشت که هزینه بتن سبک کمی گران تر از بتن های معمولی می باشد. همچنین می توانیم در صورت عدم امکان تولید بتن های سبک با استفاده از ترکیب مناسب سنگدانه های سبک و سنگین از وزن کل بتن کاست و به این ترتیب به سبک سازی سازه کمک نماییم بدون آنکه با افت مقاومت چشم گیری برخورد نماییم. به طوری که در نمونه های مورد بررسی مشاهده نمودیم مقاومت آنها نسبت به وزنشان از نسبت بالایی برخوردار می باشد. و با صرفه نظر از هزینه آنها می توان گفت که در هر نوع سازه ای کاربرد دارند.

#### منابع:

- (۱) بتن شناسی (خواص بتن)، تالیف پرفسور نویل، ترجمه دکتر هرمز فامیلی انتشارات دانشگاه علم و صنعت
- (۲) بتن پیش تنیده، تالیف دکتر شاهین تعاونی، انتشارات دانشگاه تهران
- (۳) تکنولوژی بتن، تالیف پرفسور نویل، ترجمه رضانیانپور، شاه نظری، انتشارات علم و صنعت
- (4) U.S. Bureau of Reclamation Concrete Manual, 87<sup>th</sup> Edit, Denver, Colorado 1990

