

## بتن سبک گازی یا بتن هوادار اتوکلاو شده (AAC)



**تهیه کننده : عباس قراگوزلو**

مرکز تربیت مربی و پژوهش‌های فنی و حرفه‌ای

تیر ۱۴۰۱

**ITC**

مرکز تربیت مربی  
و پژوهش‌های فنی و حرفه‌ای



سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور



**unesco**

عضو شبکه بین‌المللی مراکز آموزش فنی و حرفه‌ای



## بتن سبک گازی یا بتن هوادار اتوکلاو شده (AAC)

تهیه کننده: عباس قراگوزلو

مرکز تربیت مربی و پژوهش‌های فنی و حرفه‌ای

سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

رعایت اصول اخلاقی و مسئولیت صحت و دقت محتوا بر عهده نویسنده / نویسندگان می‌باشد.

تیر ۱۴۰۱

## مقدمه:

نیاز گسترده و روزافزون جامعه به ساختمان و مسکن و ضرورت استفاده از روش‌ها و مصالح جدید به منظور افزایش سرعت ساخت، افزایش عمر مفید ساختمان و نیز مقاوم نمودن ساختمان در برابر زلزله را بیش از پیش مطرح کرده است و همچنین حل مشکلاتی نظیر زمان طولانی اجرا و یا هزینه زیاد اجرای ساختمان‌ها نیازمند ارائه راهکارهایی به منظور استفاده عملی از روش‌های نوین و مصالح ساختمانی جدید جهت کاهش وزن و کاهش زمان ساخت و دوام بیشتر و نهایتاً کاهش هزینه اجرا می‌باشد. سبک‌سازی یکی از مباحث نوین در علم صنعت ساختمان‌سازی است که روز به روز در حال گسترش و پیشرفت می‌باشد.

در ساختمان‌های متداول که از مصالح سنتی استفاده می‌شود عناصر غیر سازه‌ای شامل وزن کف‌سازی، نازک‌کاری و دیوارهای داخلی و خارجی از وزن عناصر سازه‌ای شامل تیرها، ستون‌ها و سقف‌ها بیشتر است. لذا لزوم استفاده از مصالح ساختمانی سبک که بتن سبک گازی یکی از این فناوری نوین بوده و به دلیل داشتن شاخصه‌های ویژه در صنعت ساختمان‌سازی جایگزین مناسب برای مصالح سنتی می‌باشد که با به‌کارگیری آن می‌توان هم در مصرف انرژی صرفه‌جویی نمود و هم از نظر سازه‌ای ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله تولید نمود از این رو تحقیق و بررسی در مورد آن‌ها بسیار حیاتی و مهم می‌باشد.

بتن گازی در سال ۱۹۲۴ توسط یک مهندس سوئدی (Erikson) اختراع و به جامعه مهندسی کشور معرفی شد انگیزه او از این اختراع داشتن مصالحی بود که خواص مثبت چوب مانند عایق بودن، کارپذیری و سبکی را داشته باشد ولی معایب آن مانند اشتعال‌پذیری و پوسیدگی را نداشته باشد.

بتن گازی یک نوع بتن سبک متخلخل است که عمدتاً از مواد با پایه سیلیس، سیمان و آهک و پودر آلومینیوم ساخته می‌شود.

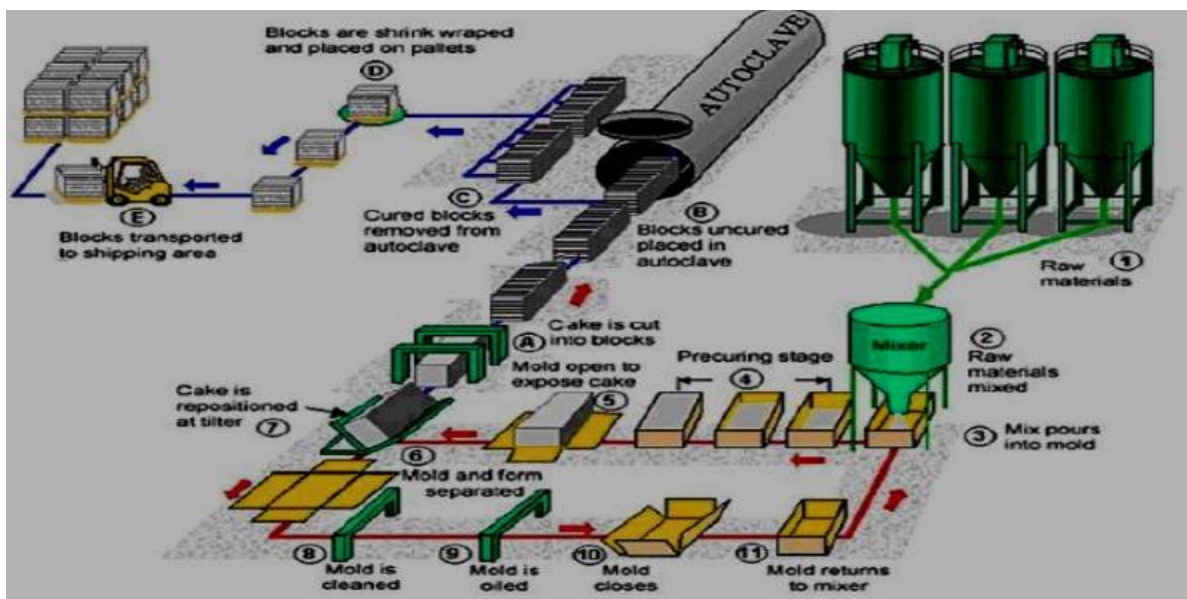
## فرآیند تولید بتن گازی یا بتن هوا دار اتوکلاو شده (AAC):

فرآیند تولید بتن سبک گازی به‌طور خلاصه به این نحو است که مصالح اولیه را با یکدیگر مخلوط می‌کنند و سپس داخل قالب می‌ریزند، این مخلوط پف می‌کند و داخل قالب بالا می‌آید و به شکل کیک می‌شود بعد از این مرحله، برای ساخت قطعات بنایی کیک را به ابعاد مورد نیاز برش داده، سپس آن را در حرارت حدود ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد با فشار حدود ۱۲ اتمسفر با بخار عمل‌آوری می‌کنند.

بتن سبک گازی را بر اساس روش عمل‌آوری به بتن هوادار اتوکلاو شده که به اختصار AAC (Autoclaved Areated concrete) و بتن هوادار اتوکلاو نشده (Non Autoclaved) (Areated concrete) طبقه‌بندی می‌شود.

امروزه بیش از ۳۰۰ کارخانه در سراسر جهان در حال تولید انواع بتن سبک اتوکلاو شده با نام‌های تجاری هبلکس، سیپورکس، ایتونگ و غیره هستند. این نوع بتن مانند بتن معمولی به صورت درجا ریخته نمی‌شود، بلکه باید در محل کارخانه و در اندازه‌های موردنظر به صورت بلوک یا پانل مسلح یا غیرمسلح تولید و به محل مورد نظر حمل گردد.

مواد اولیه این نوع بتن شامل سیلیس، سیمان، آهک، پودر آلومینیوم و آب است، ساختار متخلخل بتن سبک گازی یا AAC به علت واکنش آهک آزاد حاصل از ترکیبات سیمان و آهک و پودر آلومینیوم در فرایند اتوکلاو می‌باشد.



فرآیند تولید بتن سبک گازی AAC

## محصولات تولیدی بتن سبک AAC و موارد استفاده:

محصولات بتن متخلخل AAC را می‌توان در حالت کلی به دودسته غیرمسلح و مسلح تقسیم‌بندی نمود.

### ۱- بتن سبک AAC غیرمسلح:

در نوع بدون غیرحرفه‌ای، از بلوک‌های AAC به شکل‌هایی چون آجر، بلوک و سفال معمولی در کاربری‌های باربر یا غیر باربر استفاده می‌شود.

در ملاط این بلوک‌ها می‌توان از طیف وسیعی از مواد شامل ماسه، سیمان معمولی، گچ و خاک، چسب و غیره استفاده کرد که به‌کارگیری چسب مخصوص بلوک برای این کار مناسب‌تر است زیرا علاوه بر استحکام زیاد، باعث کاهش ضخامت درزها و هموارتر شدن سطح دیوار بلوک چینی شده و در نتیجه نیاز به اندودکاری را کاهش می‌دهد.

با توجه به چینش بلوک‌های باربر و غیر باربر دو سیستم ساختمانی زیر تعریف می‌شود.

### الف) سیستم دیوارهای غیر باربر:

نیروهای وارد بر ساختمان از طریق پانل‌های سقفی به اجزای باربر سازه مانند تیر و ستون منتقل می‌شوند و پانل‌های دیواری غیر باربر تنها به‌عنوان جداکننده مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### ب) سیستم دیوارهای باربر:

نیروهای وارده بر سازه از طریق پانل‌های سقفی به پانل‌های دیواری و سپس به طبقات زیرین یا شالوده منتقل می‌شوند. در این سیستم در اجزای ساختمان از پانل‌های باربر سقفی و دیواری باهم استفاده می‌شود.

همچنین بلوک‌های باربر از مقاومت فشاری لازم  $\gamma \frac{N}{mm^2}$  برخوردار باشند و الزامات استاندارد ایران را برآورده نمایند می‌توان برای ساخت دیوارهای باربر استفاده نمود.

به‌طور معمول بلوک‌های بتن سبک AAC به‌عنوان اعضای پرکننده در بین قالب‌های سازه‌ای، دیوارهای جداکننده داخلی باربر و غیر باربر، دیوارهای جداکننده بین واحدهای آپارتمانی و دیوارهای محافظ در برابر

سرایت آتش مورد استفاده قرار می‌گیرند. انواع خاص این بتن را می‌توان به‌عنوان دیوارهای عایق خارجی (پیرامونی) استفاده کرد که می‌بایست با استفاده از مواد عایق رطوبت به شیوه‌ای مناسب در برابر نفوذ آب محافظت شوند، زیرا در صورت خشک و تر شدن متناوب این مصالح خواص عایق حرارتی آن‌ها در بلندمدت کاهش می‌یابد.



استفاده از بلوک‌های سبک گازی AAC در تیغه بندی داخلی و جداکننده در ساختمان

## ۲- بتن سبک AAC مسلح:

پانل مسلح تولیدشده از بتن سبک هوادار اتوکلاوشده (AAC) را می‌توان در سه دسته کلی طبقه‌بندی کرد

الف) پانل‌های مسلح برای سقف و کف

ب) پانل‌های مسلح برای سیستم دیوار غیر باربر

ج) پانل‌های مسلح برای سیستم دیوار و سقف باربر (پانل‌های قائم)

## مزایای استفاده از بتن سبک گازی AAC:

### ۱- مزایای ناشی از ساختار:

بافت بتن سبک AAC مانند سنگ پا دارای ساختاری اسفنجی با ۷۰ تا ۸۰ درصد فضای خالی که ناشی از وجود تخلخل است. این بافت متخلخل و در عین حال یکپارچه مزایا و خصوصیات دارد که ادامه به آن‌ها اشاره می‌کنیم.

### الف) وزن مخصوص کم:

با توجه به وزن مخصوص بسیار کم این محصول که به‌طور متوسط  $550 \text{ kg/m}^3$  است می‌توان از این نوع بتن به‌عنوان دیوارهای محیطی و جداکننده داخلی در سازه‌های با اسکلت فلزی و بتنی استفاده کرد و وزن بار مرده سازه را تا حد قابل توجهی کاهش داد که در نتیجه این امر علاوه بر سرعت عمل و صرفه اقتصادی نیروهای جانبی ناشی از زلزله کاهش چشمگیری خواهد داشت.

به‌عنوان مثال یک بلوک به ابعاد  $60 \times 25 \times 10$  سانتیمتر از بتن AAC معادل ۱۵ عدد آجر فشاری معمولی است.



وزن کم بتن سبک گازی AAC

### ب) ساختار یکپارچه و توپر:

ساخت یکپارچه، توپر و در عین حال سبک بلوک‌های AAC باعث سهولت عملیات برش‌زنی و شیار سازی برای نصب لوله‌های برقی و تأسیساتی می‌شود و با سرعت و راحتی بیشتر، هزینه‌های وابسته را کاهش می‌دهد.



### پ) قابلیت تبدیل به قطعات کوچک تر:

این محصول به راحتی با اره نجاری به قطعات کوچک تر و لازم تبدیل می شود. ضایعات ناشی از عملیات دیوارکشی را در حین اجرا، می توان به عنوان پوکه سبک در شیب بندی سقف و سرویس ها به کار برد. این بتن نسبت به مصالح مشابه حجم بیشتر و وزن کمتری در هر بارگیری و حمل دارد.



برش آسان بتن سبک گازی AAC

### ۲- مزایای زیست محیطی:

مزایای زیست محیطی بتن سبک اتوکلاو شده به شرح زیر است

#### الف) عدم استفاده از خاک رس در تولید محصول:

با توجه به این که خاک رس برای تولید محصولات کشاورزی، باغ ها و کشتزارها مناسب است، استفاده از این محصول از تخریب بی رویه خاک و مصرف نابجای آن جلوگیری می کند.

#### ب) ایجاد نشدن نخاله ساختمانی:

استفاده از سایر محصولات سنتی حجم قابل توجهی نخاله ساختمانی ایجاد می کند که علاوه بر اتلاف هزینه و زمان به محیط زیست نیز آسیب می رساند. همچنین می توان با استفاده از تمامی ضایعات بتن AAC به عنوان پوکه، از بوجود آمدن نخاله ساختمانی بهره گرفت.

### پ) کاهش آلودگی هوا:

به دلیل بالا بودن مقاومت حرارتی و در پی آن، کاهش مصرف سوخت برای سرمایه‌های و گرمایش ساختمان، از آلودگی هوا تا حد زیادی جلوگیری می‌شود.

### ت) بازیافت:

می‌توان از ضایعات برخی از صنایع به‌عنوان ماده اولیه برای تولید این محصول استفاده کرد که در فرآیند تولید به آن اشاره شده است.

### ث) عدم فساد:

با توجه به مواد تشکیل‌دهنده بتن AAC این محصول فاسد نمی‌شود و ماندگاری طولانی دارد و چون بر پایه مواد غیر آلی تشکیل شده تغییر خاصیتی و ماهیتی به دنبال نخواهد داشت و هیچ نوع کپکی در آن ظاهر نمی‌شود.

### ۳- مقاومت در برابر آتش:

معمولاً در استانداردهای معتبر، مقاومت بتن در مقابل آتش را بر مبنای تعداد ساعتی که عضو می‌تواند آتش استاندارد را تحمل کند بیان می‌گردد و به آن درجه آتشپاری عضو گفته می‌شود. بتن هوادار اتوکلاو شده از عملکرد مناسبی در برابر آتش برخوردار است. یکی از دلایل اصلی عملکرد مناسب در مواجهه با آتش مقاومت بالای محصول در برابر انتقال حرارت است و به‌واسطه ترکیبات معدنی و غیرآتشزای خود به‌هیچ‌وجه قابل اشتعال نیست و به علت ضریب انتقال حرارتی پایین و ظرفیت حرارتی بالای ساختار خود حرارت را بسیار آرام منتقل می‌نماید؛ بنابراین در هنگام آتش‌سوزی، به جلوگیری از گسترش آتش کمک کرده و همین ویژگی آن را در زمره دیوارهای ضد آتش قرار می‌دهند. به‌علاوه AAC در هنگام قرار گرفتن در معرض آتش هیچ‌گونه گاز و بخارات سمی از خود متصاعد نمی‌کند. در مورد بلوک‌های AAC بر اساس آزمایش‌های انجام شده در کشور انگلستان، دیوار غیر باربر به ضخامت ۱۰ سانتیمتر دارای درجه آتشپادی ۴ ساعت و دیوار باربر با این ضخامت دارای درجه آتشپادی ۲ ساعت در برابر آتش است. به همین دلیل برای کانال‌های انتقال حرارت نیز قابل استفاده است جدول زیر مقاومت در برابر آتش بر اساس ضخامت دیوار نشان می‌دهد.

مقاومت در برابر آتش بر اساس ضخامت دیوار

۲۰	۱۵	۱۰	۷/۵	ضخامت دیوار AAC
۸	۶	۴	۲	مقاومت در برابر آتش (برحسب ساعت)

۴- عایق صوتی:

کاهش ورود صدا یک عامل کلیدی در حفظ سلامت و آسایش ساکنان ساختمان‌های مسکونی به شمار می‌آید که ساختار سلولی و همچنین نحوه پخش حباب‌های هوا در بلوک AAC ایزولاسیون صوتی را بیشتر از سایر مصالح ساختمانی با ابعاد و دانسیته مشابه فراهم می‌آورد. بر اساس آزمایش‌های انجام شده توسط مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن شاخص کاهش تراکسیل صدا در بلوک AAC به

میزان ۴۵ db اندازه‌گیری گردیده است. در جدول زیر میزان جذب صوت بر اساس ضخامت دیوار را نشان می‌دهد.

میزان جذب صوت بر اساس ضخامت دیوار

۲۰ Cm	۱۵ Cm	۱۰ Cm	ضخامت دیوار (cm)
۵۰	۴۴	۳۰	میزان جذب صوت (db)
عالی	بسیار خوب	مرز خوب و بسیار خوب	نوع عایق

### منابع:

- امین زاده، رحیم و فتاحی پور، سعیده (۱۳۹۳)، « بررسی کمی بتن سبک گازی در صنعت ساختمان‌سازی »، دومین کنگره بین‌المللی سازه، معماری و توسعه شهری، تبریز، ایران
- اشرفی، حمیدرضا و روشنی، محمدمهدی و مرادی، محمد صابر و مرادی، حامد (۱۳۹۳)، « ارزیابی مشخصات و عملکرد بتن سبک گازی »، کنفرانس مهندسی عمران، معماری و مدیریت پایدار شهری، گرگان
- باستانی، حمید و ایلاتی سراملو، غلامرضا (۱۳۹۰)، « بررسی مزایای استفاده از بتن سبک گازی (AAC) در مقایسه با آجر فشاری »، ششمین کنگره ملی مهندسی عمران، ۶ و ۷ اردیبهشت، دانشگاه سمنان
- بنگدار، امیر و مبشر، برزین (۱۳۹۰)، " بررسی خواص بتن هوادهی شده الیافی "، اولین کنفرانس ملی بتن، ۲۶ و ۲۷ بهمن، سبک پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران

**ITC**

مرکز تربیت مربی  
و پژوهش‌های فنی و حرفه‌ای



سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور



**unesco**

عضو شبکه بین‌المللی مراکز آموزش فنی و حرفه‌ای

**ITC**

مرکز تربیت مربی  
و پژوهش‌های فنی و حرفه‌ای

تیر ۱۴۰۱