

## انواع بتن و کاربرد آن‌ها

در این مقاله به معرفی بتن مناسب برای اجزای مختلف سازه‌های مانند تیرها، ستون‌ها، دال‌ها و فونداسیون‌ها پرداخته می‌شود.



## بتن سبک وزن

یکی از مزایای اصلی بتن معمولی وزن خود بتن است. چگالی بتن معمولی از ۲۲۰۰ تا ۲۶۰۰ متغیر است. این وزن گاهی سبب می‌شود بتن به عنوان به یک متریکال غیراقتصادی شناخته شود.

- وزن ویژه بتن سبک از ۳۰۰ تا ۱۸۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر است.
- این سبب می‌شود که بار مرده کاهش، سرعت ساخت و ساز افزایش و هزینه‌های حمل و نقل و راه اندازی کاهش یابد.
- وزن ساختمان بر روی فونداسیون، یک فاکتور مهم در طراحی به ویژه در مواردی که خاک ضعیف و سازه بلند مرتبه است، می‌باشد. در سازه‌های قابی، تیر و ستون باید بار منتقل شده از دیوارها و کفها را تحمل کنند. اگر دیوارها و کفها از بتن سبک ساخته شده باشند، پروژه به طور قابل توجهی با صرفه اقتصادی همراه خواهد بود.
- بتن سبک وزن، رسانایی حرارتی پایینی دارد. در شرایط اقلیمی شدید که تهویه هوا نصب گردیده، استفاده از بتن سبک به لحاظ آسایش حرارتی و پایین بودن مصرف انرژی دارای مزیت است.
- تنها روش برای ساخت بتن سبک استفاده و گنجاندن هوا است. این بتن از طریق روش‌های (۱) جایگزین کردن سنگ‌دانه‌های معدنی با سنگ‌دانه‌های سبک وزن، (۲) استفاده از یک نوع گاز یا حباب هوا در ملات، (۳) حذف دانه‌های ماسه از بتن؛ ساخته می‌شود.
- سنگ‌دانه‌های سبک وزن شامل پومیس، پوست برنج، سرباره و ... می‌باشد.
- سنگ‌دانه‌های بتن سبک وزن مقاومت بالایی در برابر آتش نشان می‌دهند.
- ساختار سلولی سنگ‌دانه‌های سبک از طریق جذب آب، عمل آوری داخلی فراهم می‌کند که این به ویژه برای داشتن عملکرد بالا در بتن مفید است.

• سنگ‌دانه‌های سبک دارای خواص حرارتی بهتر، کاهش انقباض، رتبه بندی بهتر در مقوله آتش، دوام عالی در برابر چرخه‌های ذوب و انجماد، بهبود ارتباط بین سنگ‌دانه و سیمان، کاهش میکرو ترک‌ها در نتیجه‌ی سازگاری الاستیک بهتر، مقاومت بیشتر در برابر انفجار و جذب صوت بهتر می‌باشد. همچنین عملکرد بالای سنگ‌دانه سبک در بتن باعث ترک خوردگی کمتر، بهبود مقاومت در برابر لغزش (مثلاً ترمز بر روی بتن) و همچنین بتن ریزی آسان از طریق پمپاژ می‌شود.

بتن هوادار از افزودن هوا یا گاز به دوغاب متشکل از سیمان پرتلند به دست می‌آید.

بتن بدون ریزدانه همان‌طور که از نامش پیدا است فقط از مصالح درشت دانه، سیمان و آب ساخته می‌شود. این نوع بتن برای تحمل بار در دیوارهای خارجی به صورت درجا اجرا شده به کار می‌رود. به دلیل اینکه این نوع بتن هزینه‌ی اولیه کمی دارد و می‌تواند به طور مجدد (به عنوان دانه بندی) استفاده شود، برای سازه‌های موقت نیز کاربرد دارد.

### بتن با چگالی بالا

۱- چگالی این بتن‌ها از ۳۳۶۰ کیلوگرم بر مترمکعب تا ۳۸۴۰ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر است. با این حال بتن‌های مذکور می‌توانند با دانسیته‌ای تا ۵۸۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب نیز با استفاده از آهن هم به عنوان ریز دانه و هم درشت دانه تولید شوند.

۲- بتن سنگین وزن طبعاً از سنگ‌دانه‌های سنگین طبیعی مانند سولفات باریم یا مگنتیت یا از سنگ‌دانه‌های مصنوعی مانند گلوله‌ی آهن یا سرب ساخته می‌شود. دانسیته به نوع سنگ‌دانه‌های استفاده شده بستگی خواهد داشت. معمولاً استفاده از سولفات باریم دانسیته‌ی در حدود ۳۵۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب خواهد داد که ۴۵ درصد بیشتر از بتن معمولی است. در حالی که مگنتیت دانسیته‌ی در حدود ۳۹۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب را می‌دهد که ۶۰ درصد بیشتر از بتن معمولی است. بتن خیلی سنگین می‌تواند با استفاده از گلوله‌های آهن یا سرب به دست آید که به ترتیب دانسیته‌ی برابر با ۵۹۰۰ و ۸۹۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب را نتیجه می‌دهند.

• این بتن‌ها به طور عمده در ساختمان‌های خاص به عنوان پوشش‌های ضد تشعشع (تشعشعات هسته‌ای یا پزشکی) استفاده می‌شوند. در سازه‌های دریایی نیز برای بالاستینگ لوله‌ها و سازه‌های مشابه استفاده می‌شود.

• مزایای بتن معمولی و با چگالی بالا عبارت است از مدول الاستیسیته‌ی بالا، انبساط حرارتی پایین و خزش و تغییر شکل کم.

• به دلیل اینکه بتن‌هایی با چگالی بالا به تفکیک و جدایی تمایل دارند لذا برای اجتناب از این مورد، از سنگ‌دانه‌های پیش آکنده (PAC) استفاده می‌گردد.

• از این بتن می‌توان در ساختمان‌هایی با تشعشعات، به عنوان یک مترال مؤثر و اقتصادی و همچنین به عنوان یک محافظ دائمی استفاده کرد.

• وزن مخصوص اغلب سنگ‌دانه‌ها بیش از ۳,۵ است.

## بتن حجیم

بر طبق تعریف ACI هر حجمی از بتن با ابعاد به اندازه کافی بزرگ که نیاز به اقداماتی برای مقابله با تولید گرمای ناشی از هیدراتاسیون سیمان و به حداقل رساندن ترک خوردگی حرارتی، داشته باشد، بتن حجیم گفته می‌شود. طراحی سازه‌هایی با بتن حجیم عموماً بر مبنای دوام، مسائل اقتصادی و عمل حرارتی می‌باشد و مقاومت اغلب به عنوان یک فاکتور ثانویه لحاظ می‌شود. یکی از ویژگی‌هایی که بتن حجیم را از دیگر بتن‌ها متمایز می‌کند، رفتار حرارتی آن است. به دلیل اینکه واکنش آب و سیمان به طور طبیعی حرارت زا است، دما در حجم زیاد بتن افزایش می‌یابد، چرا که گرما نه تنها به سرعت از بین نمی‌رود بلکه بالا هم می‌رود. تنش‌های کششی و کرنش‌های قابل توجه ممکن است در نتیجه‌ی تغییر حجم محدود شده که مرتبط با کاهش دمای ناشی از هیدراتاسیون است، به وجود آید.

اقداماتی که باید در محل ترک خوردگی‌های ناشی از رفتار حرارتی در بتن انجام گیرد ممکن است سبب از دست رفتن یکپارچگی و تمامیت ساختاری، کوتاه شدن عمر سازه و از بین رفتن زیبایی آن شود. بیشتر اصولی که برای بتن ریزی حجیم به کار برده می‌شود می‌تواند برای بتن معمولی نیز استفاده شود چون هم اقتصادی بوده و هم مزایای دیگری می‌تواند داشته باشد.

## مخلوط آماده بتن (ایستگاه تولید بتن)

مخلوط آماده بتن دارای همان مواد یعنی سیمان، سنگ‌دانه‌ها، آب و دیگر افزودنی‌ها می‌باشد که در کارخانه‌ی مرکزی محلی و در طی اقدامات مخلوط دقیق، تولید می‌شود و این بتن آماده، در محل ساخت پروژه به وسیله‌ی کامیون‌های میکسر تحویل داده می‌شود و می‌تواند فوراً و بدون هیچ تغییری استفاده گردد. گاهی اوقات ترجیح داده می‌شود که بتن در محل کارگاه (سایت) ساخته شود یعنی هر یک از متریال تشکیل دهنده‌ی بتن به نسبت مشخص همان جا مخلوط می‌شوند. این کار به دلیل دقت در تعیین نسبت مواد تشکیل دهنده مخلوط و کاهش سردرگمی‌ها در محل کار صورت می‌گیرد. در هر صورت مخلوط بتن از پیش تعیین شده انعطاف را هم در زنجیره‌ی تأمین و هم در اجزای واقعی بتن کاهش می‌دهد. مخلوط آماده بتن یا RMC به بتنی اشاره دارد که به طور خاص برای تحویل به سایت مشتری به صورت تازه، پلاستیک یا غیر سخت، تولید شده است و البته به وسیله‌ی عملیات کامپیوتری کنترل می‌شود.

مزایا:

- یک کارخانه بتن سازی می‌تواند منطقه‌ی وسیعی را پوشش دهد.
- بتن با کیفیت بهتر تولید می‌شود.
- حذف فضای انبار و ذخیره سازی برای مواد اولیه بتن در کارگاه
- حذف تدارکات مربوط به سفارش بتن و حمل آن از محل کارخانه‌های تولید بتن
- از اتلاف مواد اولیه جلوگیری می‌شود.
- زمان مورد نیاز تا حد زیادی کاهش می‌یابد.

معایب:

- مدت زمان سپری شده از کارخانه مرکزی (ایستگاه) تا سایت خصوصاً در مسافت‌های طولانی مهم است. برخی از سایت‌ها نسبت به کارخانه بسیار دور هستند هر چند این موضوع بیشتر مربوط به مسائل تجاری است تا فنی.
- راه‌های دسترسی و دسترسی به سایت نیز از عوامل دیگری است که باید در نظر گرفته شوند. در واقع مسیرها باید قادر به تحمل وزن کامیون و بار آن باشند. این مشکل را می‌توان با استفاده از مینی میکسر ها رفع کرد. این مینی میکسر ها، میکسرهای کوچک‌تری با ظرفیت ۴ مترمکعب هستند که قادر به دسترسی به سایت‌ها و مسیرهایی با محدودیت بیشتر هستند.
- محدودیت زمانی بتن به زمان سپری شده بین اختلاط و انتقال بتن به محل مربوط می‌شود. به این معنی که بتن آماده، باید در طی ۲ ساعت جابه‌جا شود هر چند که پس از این زمان، بتن هنوز هم قابل استفاده است اما ممکن است با ویژگی‌های مربوطه مطابقت نداشته باشد.

### بتن پلیمری

این بتن متخلخل است و این تخلخل ناشی از حفره‌های هوا، حفره‌های آب و یا خاصیت ذاتی ساختار ژل مانند آن است. تخلخل قدرت بتن را کاهش می‌دهد لذا نتیجه‌ی کاهش تخلخل، افزایش مقاومت بتن می‌باشد. اشباع مونومر و پلیمریزاسیون بعدی آخرین تکنیک برای کاهش تخلخل و افزایش مقاومت بتن و دیگر ویژگی‌های بتن می‌باشد.

۴ نوع اصلی از بتن‌های پلیمری عبارت‌اند از:

- بتن پلیمری تزریقی
- بتن سیمانی پلیمری
- بتن پلیمری
- بتن پلیمری نیمه آغشته و پوشش داده شده‌ی سطحی

### بتن پلیمری تزریقی

این بتن از بتن معمولی پیش ساخته تهیه می‌شود که در کوره یا وسایل گرمایش الکترونیکی (مثل ماکروویو) عمل آوری و خشک می‌شود. نحوه‌ی کار به این صورت می‌باشد که هوا در سلول‌های باز به وسیله‌ی وکیوم حذف می‌شود سپس یک مونومر با ویسکوزیته‌ی پایین در این سلول‌ها پخش می‌شود و با استفاده از تابش اشعه، گرما یا عمل شیمیایی پلیمریزه (ترکیب) می‌شود.

به طور کلی مونومرهای زیر برای این کار استفاده می‌شوند:

- متیل متاکریلات
- اکریلونیتریل
- تی - بوتیل استایرن
- دیگر مونومرهای ترموپلاستیک



مقدار مونومری که می‌تواند در یک نمونه بتن بارگذاری شود به وسیله مقدار آب و هوایی که فضا خالی را اشغال کرده‌اند، محدود می‌شود.

### بتن سیمانی پلیمری

بتن سیمانی پلیمری از مخلوط سیمان، سنگ‌دانه، آب و مونومر ساخته شده است. این ترکیب در قالب ریخته شده، خشک و پلیمریزه می‌شود. مونومرهایی که در اینجا استفاده می‌شوند، عبارت‌اند از:

- پلاستر-استایرن
- اپوکسی استایرن
- فوران
- کلرید وینیل دنت

بتنی که به این صورت به دست می‌آید، در بسیاری از موارد ضعیف‌تر از بتن معمولی است و دلیل این است که مواد ارگانیک با سیستم‌های آب رسانی سازگار نیستند و گاهی اوقات در فرایند هیدراته شدن سیمان قلیایی تداخل ایجاد می‌کند. روسی‌ها پلیمری را به وسیله اختلاط الکل فورفوریل و آنیلین هیدروکلراید در مخلوطی مرطوب ایجاد کردند که این ماده غلیظ و متراکم بوده، منقبض نمی‌شود، مقاومت بالایی در برابر خوردگی دارد و دارای نفوذ پذیری کمی می‌باشد و مقاوم در برابر ارتعاش و کشش محوری نیز می‌باشد. این بتن می‌تواند درجا قالب‌گیری شود.

### بتن پلیمری

این بتن شامل سنگ‌دانه‌هایی است که از یک چسب پلیمری به جای سیمان در آن استفاده می‌شود. روش اصلی برای تولید این بتن حداقل کردن حجم حفره‌ها به منظور کاهش مقدار پلیمر مورد نیاز برای چسباندن دانه‌ها می‌باشد که این امر نیز با دانه بندی مناسب و مخلوط صحیح سنگ‌دانه‌ها برای افزایش تراکم و کاهش حفره‌ها به دست می‌آید.

### شاتکریت

چنانچه ملات از طریق شیلنگ و به صورت پنوماتیک و با فشار و با سرعت بالا به سطح پاشیده شود، اصطلاحاً شاتکریت گفته می‌شود. سطحی که به این صورت بتن روی آن پاشیده می‌شود می‌تواند چوب، فولاد، پلی استایرن یا ... باشد این کار به دو روش اصلی یعنی مخلوط خیس و مخلوط خشک صورت می‌گیرد. در مخلوط خیس، مواد بعد از ترکیب با آب منتقل می‌شوند.

مزایا:

شاتکریت استحکام بالا، دوام، نفوذپذیری کم، پوشش عالی و استفاده برای هر سطح و به هر شکل را فراهم می‌آورد. این ویژگی اجازه می‌دهد که بتن به این صورت در موارد بسیاری استفاده شود. اگرچه شکل سخت شده‌ی بتن شاتکریت با بتن معمولی یکی است اما ماهیت ریختن بتن به این صورت باعث می‌شود مزایای بیشتری از جمله پیوند عالی، استفاده در بیشترین بسترها، سرعت در اجرا به ویژه در فرم‌ها و شکل‌های پیچیده در اختیار ما قرار گیرد. در ساختمان‌ها، شاتکریت می‌تواند خصوصاً برای استخرها استفاده شود.

روش‌های کاربرد:

مخلوط خیس: در اینجا همه‌ی ترکیبات از جمله آب ترکیب می‌شوند. متریکال خیس به نازل، پمپ می‌شود جایی که فشار هوا برای افزودن سرعت و تثبیت متریکال روی سطح اضافه می‌شود.

مخلوط خشک: در اینجا متریکال خشک در داخل تجهیزات ریخته شده و هوای فشرده، متریکال را از طریق یک شیلنگ به نازل رسانده و در آنجا آب اضافه می‌گردد که نهایتاً متریکال با سرعت بالا پاشیده شده و تثبیت می‌شود.

در هر دو روش استفاده از انواع افزودنی‌ها می‌تواند باعث بهبود خواص آن‌ها شود.

فوم سیلیکا: باعث کاهش نفوذپذیری، افزایش مقاومت فشاری و انعطاف پذیری، افزایش مقاومت در برابر قلیا و حملات شیمیایی و بهبود مقاومت در برابر شست و شوی آب می‌شود. همچنین باعث کاهش تعداد سطوح به هم متصل شده (برای ایجاد سطح ضخیم) که در نتیجه اجازه می‌دهد برای سطوح ضخیم تک لایه، کاربرد داشته باشد.

افزودنی‌های هوازا: باعث بهبود پمپاژ و همین‌طور چسبندگی در فرایند خیس شده و همچنین باعث پایداری در برابر سرد و گرم شدن در هر دو فرایند خیس و خشک خواهد شد.

الیاف: باعث کنترل ترک خوردگی، افزایش مقدار چسبندگی و بهبود مقاومت در برابر ضربه و همچنین جذب انرژی می‌شود.

زودگیر کننده‌ها (شتاب‌دهنده): برای مواقعی که محل بتن ریزی شرایط نامطلوبی داشته باشد، کاربرد دارد.

### بتن پیش آکنده

در ساخت و ساز اگر عمل تقویت کردن بسیار پیچیده باشد یا در جاهایی نیاز به ترکیبات خاصی وجود داشته باشد، این نوع بتن استفاده می‌شود. در این روش ملات در یک مخلوط کن استوانه‌ای دوپل و با سرعت بالا ساخته می‌شود و عمل تزریق، به وسیله ریختن ملات روی سنگ دانه‌های پیش آکنده انجام می‌گیرد. این کار عمدتاً برای دال‌های مورد استفاده در روسازی‌های آسفالتی به کار می‌رود.

مترجم: شهره مزروعی

منبع:

<https://theconstructor.org/concrete/types-of-concrete/۹۶۶/>