

یقین

بتن

مواد تشکیل دهنده بتن و تأثیر آنها در بتن:

- بتن را میتوان یک نوع سنگ مصنوعی دانست که از در هم ریختن و مخلوط کردن یک ماده چسباننده و یک ماده پر کننده ساخته شده است.
- ماده چسباننده بتن، دوغاب سیمان (آب + سیمان) و ماده پر کننده آن، سنگدانه (شن و ماسه) است.
- نقش هر یک از این مواد در مخلوط بتن به قرار زیر است:
 ۱. آب سبب ایجاد واکنش فیزیکی و شیمیایی (هیدراتاسیون و هیدرولیز) در سیمان و خمیر شدن آن میشود. (میزان آب ۱۶ تا ۱۷٪ حجم بتن است).
 ۲. دوغاب سیمان به صورت شیره ای اطراف سنگدانه ها را پوشانده، باعث یکپارچه شدن و چسبیدن آنها به یکدیگر میشود. (مقدار سیمان ۱۶-۷٪ حجم بتن است).
 ۳. سنگدانه ها اسکلت اصلی بتن را تشکیل داده و نیروی وارد بر بتن را تحمل میکنند. (مقدار سنگدانه ها بیش از ۷۰٪ حجم بتن است).

بتن

مواد تشکیل دهنده بتن و تأثیر آنها در بتن:

- مقدار کمی و کیفی آب، سیمان و سنگدانه ها تأثیر عمده ای بر مقاومت بتن دارد.
- در کل مقاومت بتن به عوامل زیر وابسته است:
 - ۱- سیمان از نظر نوع، کیفیت و مقدار
 - ۲- آب از نظر کیفیت و مقدار
 - ۳- سنگدانه ها از نظر جنس، دانه بندی، شکل و ...
 - ۴- نحوه ساخت بتن، حمل بتن ساخته شده تا محل مصرف، عمل آوردن و نگهداری از بتن
 - ۵- عمر بتن و گذشت زمان نیز در ازدیاد مقاومت بتن مؤثر است

بتن

آب بتن:

- برای تهیه بتن باید از آب آشامیدنی بدون بو و مزه استفاده کرد
- گند آبها، پسابها، فاضلاب شهری و آب مردابها را نباید در ساخت بتن به کار برد
- سختی آب نباید آنقدر کم باشد که آهک سیمان را در خود حل کند و نیز باید فاقد ناخالصیهای نظیر مواد آلی و... باشد. زیرا این ناخالصیها ممکن است بر سیمان و زمان گیرش آن تأثیر داشته باشند
- همچنین آب ناخالص میتواند سبب زنگ زدگی میلگرد بتن مسلح شود.
- علاوه بر کیفیت آب، مقدار آن نیز در ساخت بتن مطرح است.

بتن

آب بتن:

- مقدار آب در بتن به عوامل زیر بستگی دارد:

- غلظت بتن مورد نیاز: هر چه بتن غلیظتری مورد نیاز باشد، آب کمتری مصرف میشود. بتن را به سه حالت سفت (برای ساخت بلوک بتنی)، خمیری (برای ساختن بتن مسلح که غلظت آن مانند عسل است و به آن بتن عسلی هم میگویند) و شل (برای اطراف ستونهای فلزی و...) میسازند.

- مقدار سیمان مصرفی: هر چه میزان سیمان کمتر مصرف شود، آب کمتری مورد نیاز است.

- اندازه سنگدانه های مصرفی: هر چه سنگدانه ها درشت تر باشند، آب کمتری مورد نیاز است.

- رطوبت سنگدانه های مصرفی: هر چه سنگدانه ها مرطوب تر باشند، آب کمتری مورد نیاز است.

- شکل سنگدانه های مصرفی و زبری سطح آنها: هر چه شکل دانه ها کروی تر و سطح آنها صاف تر باشد، آب کمتری مورد نیاز است.

- نوع قالب: قالب فلزی کمتر از قالب چوبی آب بتن را جذب میکند.

- میزان آب بتن را یا نسبت به وزن سیمان و یا نسبت به مجموع وزن سیمان و سنگدانه ها مشخص میکنند. آب اضافه در بتن به تدریج تبخیر میشود و بتن را پوک کرده و از مقاومت آن میکاهد.

بتن

سیمان بتن:

- همان گونه که اشاره شد مقدار سیمان، نوع و کیفیت آن بر مقاومت بتن تأثیر گذار است
 - افزایش مقدار سیمان مقاومت بتن را افزایش میدهد
 - با این حال تأثیر کیفیت سیمان (سیمان مرغوب) بر مقاومت بتن به مراتب بیشتر از تأثیر مقدار آن در واحد حجم بتن است. میزان سیمان باید به حدی باشد که دوغاب آن روی سنگ دانه ها را کاملاً پوشاند و نیز فضاهای خالی بین سنگدانه را پر کند
 - مصرف سیمان مازاد بر این مقدار در افزایش مقاومت بتن تأثیری ندارد و از نظر اقتصادی نیز به صرفه نیست
 - بتن را بر حسب عیار سیمان موجود در آن به سه دسته زیر تقسیم میکنند:
۱. بتن کم مایه (بتن مگر): $100 - 150 \frac{kg}{m^3}$ سیمان
 ۲. بتن معمولی: $150 - 250 \frac{kg}{m^3}$ سیمان
 ۳. بتن پر مایه: $250 - 400 \frac{kg}{m^3}$ سیمان. (در مصارف خاص، بتن با عیار سیمان $500 \frac{kg}{m^3}$ نیز تولید میشود)

بتن

سنگدانه های (Aggregate) بتن:

- سنگدانه های مورد استفاده در بتن از درشت دانه (شن) و ریزدانه (ماسه) تشکیل شده اند که از خرد شدن سنگها به صورت طبیعی یا مصنوعی به دست می آیند
- بعد دانه های ماسه معمولاً بین $0.075 - 2$ میلیمتر است و بعد دانه های شن مورد استفاده در بتن نیز باید بین $2 - 20$ میلیمتر باشد
- سنگدانه ها عامل اصلی ایجاد مقاومت در بتن هستند
- برای آزمایش پیوستگی مناسب بین سیمان و سنگدانه ها، یک مقطع بتنی را تحت فشار می شکنند
- در این صورت باید قسمتی از مصالح سنگی بدون جدا شدن از سیمان شکسته شوند. ولی اگر تمامی سنگدانه ها بشکنند دلیل بر سست بودن آنها است

بتن

ویژگیهای سنگدانه های بتن:

- - سالم و بدون پوسیدگی باشند.
- - متخلخل نبوده و آب جذب نکنند. با آب ترکیب یا در آن حل نشوند
- - در برابر رطوبت، یخبندان و مواد شیمیایی مقاوم باشند
- - تمیز و عاری از گرد و غبار، لای، رس، مواد آلی، نمکها و... باشند. این ناخالصیها مانع چسبندگی سیمان و سنگدانه ها میشوند و ممکن است در گیرش سیمان نیز تأثیر داشته باشند. از طرفی خاک رس تا ۸ برابر وزن خود آب میمکد و سبب خشک شدن دوغاب سیمان میگردد. برای تمیز کردن سنگدانه ها معمولاً قبل از استفاده آنها را با آب شستشو میدهند.
- - مقدار دانه های تیز و گوشه دار در آنها زیاد باشد. در این صورت بر میزان چسبندگی آنها با سیمان افزوده میشود و فضای خالی بین آنها (فرج) نیز کمتر شده و مقاومت بتن افزایش مییابد
- - مقاومت سنگدانه ها باید از مقاومت بتن مورد نیاز بیشتر باشد. به طوری که حداقل مقاومت فشاری آنها ۸۰۰ باشد
- - سختی آنها بیشتر از ۳ باشد

بتن

نسبت مخلوط سیمان به سنگدانه برای انواع مختلف بتن

نسبت سیمان به سنگدانه	بتن میان وزن	بتن سبک
۱ به ۱/۵	بتن سفت برای کف سازی	بتن خیلی سبک برای گرمابندی
۱ به ۲ تا ۱ به ۳	مالات اندود، بتن ریزدانه	بتن پوک کفی، بتن گازی
۱ به ۴ تا ۱ به ۵	بتن آرمه، بتن راه و سنگ‌های بتنی	بتن پوشالی برای بارگذاری کم و سنگ‌های بتنی
۱ به ۶	بتن پی منفرد	-
۱ به ۸ تا ۱ به ۱۲	بتن‌های پیوسته و سنگ بتنی برای دیوار سازی	سنگ بتنی برای دیوار سازی

بتن

نحوه ترکیب اجزاء بتن و ساخت آن:

• امروزه برای تولید بتن از دستگاههای ویژه ای استفاده میشود و ساخت آن به طریق دستی توصیه نمیشود.

• در دستگاههای بتن ساز ابتدا شن و ماسه با هم مخلوط شده و برای رسیدن به یکنواختی مناسب، خوب همزده میشوند. سپس سیمان به آنها اضافه شده و باز هم چندین بار زیر و رو میگردند. در نهایت دستگاه در حین چرخیدن و همزدن، آب را به مواد اضافه کرده و حداکثر ۱/۵ دقیقه آنها را هم میزند. اگر این زمان بیشتر شود، سنگدانه های درشت تر از ملات جدا میشوند

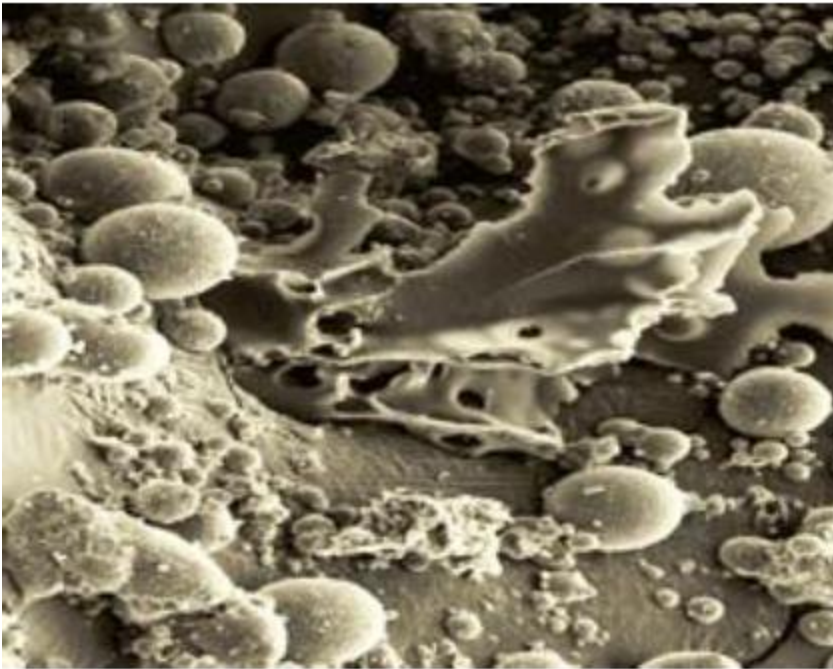
• ۲۰ دقیقه پس از ساخت بتن باید آن را مورد استفاده قرار داد و در قالب ریخت (این زمان بر حسب نوع سیمان و شرایط محیطی متفاوت است). پس از ساخت بتن باید با توجه به نوع کاربرد آن، از لحاظ خمیری و روانی کنترل شود.

• برای آزمایش روانی بتن از یک مخروط ناقص به قطر تحتانی ۲۰ و ارتفاع ۳۰ سانتیمتر استفاده میکنند. بدین صورت که مخروط را از سر آن در سه لایه مساوی از بتن پر میکنند و هنگام ریختن هر لایه، به مخروط ۲۵ ضربه چوب میزنند تا بتن کاملاً در آن جا گیرد. سپس مخروط را بر میدارند. میزان نشست بتن از ارتفاع اولیه، بر حسب سانتیمتر را عدد اسلامپ گویند که معرف روانی بتن است

بتن

نحوه ترکیب اجزاء بتن و ساخت آن:

ساختمان بتن



دستگاه بتن ساز

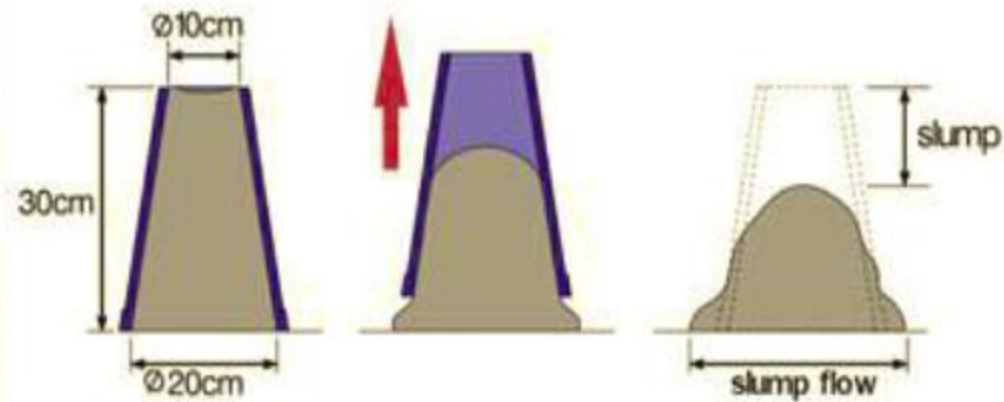


بتن

نحوه ترکیب اجزاء بتن و ساخت آن:

میزان اسلامپ بتن

دیاگرام نشان دهنده آزمایش (Slump)



بتن

روانی توصیه شده برای بتنهای با کاربرد گوناگون:

کاربرد	توصیف روانی	روانی
بتن پیش ساخته با لرزش زیاد	خیلی کم	۵-۱۰
بتن ریزی شالوده‌ای و ساده، در سطح وسیع	کم	۸-۲۰
بتن ریزی معمولی در ستون، دیوارها و بتن ریزی با پمپ	متوسط	۱۳-۵
فقط در شرایط استثنائی و مواقعی که امکان لرزاندن بتن نیست	زیاد	۲۰-۱۳

بتن

خواص بتن:

• خواص فیزیکی:

- **وزن مخصوص:** هر چه دانه‌های سنگی سبکتر باشند، بتن حاصل سبک تر و مقاومت مکانیکی آن کمتر است. وزن مخصوص بتن های مختلف بین $\frac{gr}{cm^3}$ ۵-۳/۰ می باشد
- **مقاومت در برابر یخبندان:** بتنی که تخلخل آن بین ۲۵-۸٪ باشد، در برابر عوامل جوی و یخبندان تا حدی مقاوم است ولی اگر درون بتن پوک باشد، آب از شکافهای موئینه بتن وارد آن شده و با یخ زدن و ازدیاد حجم، سبب ایجاد ترک در بتن میگردد. جهت مقاوم کردن بتن در برابر یخبندان به آن مواد افزودنی حباب زا اضافه میکنند
- **بافت بتن:** بتن سخت شده در حالت عادی بدون بافت است ولی میتوان با استفاده از قالبهایی که جدار داخلی آنها طرحدار است، سطح بتن را بافتدار کرد.

بتن

خواص بتن:

• خواص شیمیایی:

• **اثر اسیدها و بازها بر بتن:** در مناطق صنعتی و مرطوب گازهای اسیدی نظیر دی اکسید کربن و دی اکسید گوگرد باعث حل شدن قسمتی از سیمان سخت و خروج آن از بتن به صورت خمیری نرم میشوند. محلولهای رقیق بازهایی نظیر سود و پتاس بر بتن تأثیری ندارد ولی تماس مستقیم بتن با برخی بازهای غلیظ باعث آسیب آن میشود. نمکهای ذوب یخ نیز میتوانند تأثیرات نامطلوبی بر بتن ایجاد کنند

بتن

خواص بتن:

• خواص مکانیکی:

- **مقاومت فشاری:** این مقاومت عمدتاً ناشی از سنگدانه های بتن است و مقدار آن در بتنهای مختلف، متفاوت است. میزان مقاومت فشاری بتن را از طریق اعمال فشار بر سطح کاملاً صاف نمونه استوانهای یا مکعب مستطیلی بتن اندازه گیری میکنند و فشار را تا زمانی که بتن ترک بردارد، ادامه میدهند. مقاومت بتن در سه دوره: بعد از سه روز، بعد از ۷ روز و بعد از ۲۸ روز سنجیده میشود. مقاومت بتن ۲۸ روزه را مقاومت مبنا برای بارگذاری در نظر میگیرند. (در برخی از کشورها مقاومت بتن ۹۰ روزه مد نظر قرار میگیرد). در بتن معمولی مقاومت ۷ روزه حدود ۶۰٪ مقاومت ۲۸ روزه آن است و مقاومت بتن ۹۰ روزه، ۲۵٪ از بتن ۲۸ روزه بیشتر است
- **مقاومت کششی:** این پارامتر در بتن اندک و فقط ۱۰٪ مقاومت فشاری آن است. گاهی نیز ترکهای ریز ناشی از انقباض بتن در هنگام خودگیری، مقاومت کششی آن را به صفر میرسانند. بر همین مبنا جهت اصلاح این مقاومت و جلوگیری از ایجاد ترک در بتن از فولاد استفاده میکنند.

بتن

خواص بتن:

• خواص مکانیکی:

• **مقاومت خمشی:** مقاومت خمشی بتن $1/9 - 1/3$ برابر مقاومت کششی آن است

• **مقاومت برشی:** مقدار این مقاومت از طریق محاسبات به دست می‌آید و حدود $1/5 - 2$ برابر مقاومت کششی بتن است

• **سختی:** این پارامتر در بتن بستگی به جنس سیمان، سختی سنگدانه ها و دانه بندی آنها دارد. هر چه جنس سیمان بتن بهتر، سنگدانه ها سخت تر و دانه بندی آنها متراکمتر باشد، سختی بتن افزایش می یابد

بتن

انواع بتن:

• بتن ها بر اساس تفاوت در وزن و خواص مواد تشکیل دهنده آنها
به سه دسته کلی تقسیم میشوند:

• بتن سبک

• بتن معمولی

• بتن سنگین

بتن

بتن سبک:

• انواع بتنهای سبک دارای وزن مخصوصی حدود $\frac{gr}{cm^3} 1/8 - 3/0$ هستند و به سه روش ساخته میشوند:

• ۱. با حذف ریزدانه از دانه بندی بتن معمولی (بتن بدون ریزدانه - بتن اسفنجی)

• ۲. جانشین کردن سنگدانه های بتن معمولی با دانه های دیگری نظیر سرباره کوره آهن گدازی، پلی استایرن منبسط شده، پرلیت، شیل، ورمیکولیت، سنگ پا (کف سنگ بازالتی)، دانه رس منبسط شده و انواع پوکه های معدنی و صنعتی دیگر

• ۳. ایجاد حباب هوا یا گازهای دیگر در دوغاب سیمان (بتن گازی)

• از بتنهای سبک در ساختمان سازه های صنعتی، ساخت قطعات پیش ساخته با وزن کم، تیغه چینی، گرمابندی، شیب بندی و... استفاده میکنند

بتن

ویژگیها و مزایای بتن سبک نسبت به بتن معمولی:

- کاهش بار مرده ساختمان و سازه به علت وزن کم
- صرفه جویی در هزینه حمل و دستمزد بنایی
- سرعت بالا
- نفوذ به داخل تمامی حفره ها و پر کردن روزنه ها به دلیل سیال بودن
- مقاومت بیشتر در برابر زلزله، آتش سوزی و یخبندان نسبت به بتنهای معمولی و مقاومت فشاری کمتر
- انقباض کمتر نسبت به بتن معمولی هنگام خودگیری و خشک شدن
- سطح صاف و صیقلی بتنهای سبک نسبت به سایر مصالح
- عایق در برابر حرارت و صوت به دلیل تخلخل
- دفع آب بر خلاف بتن معمولی و امکان کاربرد در ایزولاسیون کف و بام
- ضایعات بتن سبک بر خلاف سایر مصالح به عنوان پوکه مورد استفاده قرار میگیرد

بتن

انواع بتن سبک:

• بتن بدون ریزدانه (بتن اسفنجی):

- در ساخت بتن اسفنجی از سنگدانه های ریز نظیر ماسه استفاده نمیشود. همچنین ساخت این بتن نسبت به انواع دیگر بتن آب کمتری نیاز دارد. بنابراین پس از ساخت، آب در مدت یک ساعت کاملاً تبخیر میشود
- در ساختار این بتن حدود ۱۵-۲۵٪ حجم آن فضای خالی وجود دارد و این امر عبور آب از داخل آن را ممکن میسازد. بنابراین زیرسازی این بتن نباید از مصالح غیر قابل نفوذ باشد.
- در مناطق ماسه ای، بتن اسفنجی مستقیماً روی ماسه قرار میگیرد. در واقع با وجود بتن اسفنجی نیازی به ساختن جویهای فراوان در سطح شهر و در کنار خیابانها نیست، زیرا این بتن هر گونه بارندگی را مستقیماً به زمین و سفره های آب زیرزمینی منتقل میکند
- همچنین در مناطق سردسیر، عبور آب از این بتن، مانع یخ زدگی سطح معابر میشود. لذا از بتن اسفنجی در ساخت پیاده روها، محوطه سازی پارکها، پارکینگها، معابری که مشکل آبگیری دارند و نیز در مکانهایی که نیاز به زمین خشک است، مثل زیرسازی چمن های استادیوم فوتبال استفاده میکنند

بتن

انواع بتن سبک:

• بتن گازی:

- برای ساخت بتن گازی به خمیر بتن موادی نظیر گرد آلومینیوم اضافه میشود
- این مواد هنگام گرفتن دوغاب سیمان زیر فشار بخار آب، در آن گاز تولید میکنند. بنابراین دوغاب سیمان هنگام گرفتن، ازدیاد حجم مییابد.
- بلوکهای ساخته شده با بتن گازی به علت تخلخل بالا، عایق حرارتی مناسبی هستند و به عنوان دیوار جدا کننده به کار میروند.
- همچنین از قطعات مسلح شده بتن گازی برای کاربردهای نیمه سازه ای نظیر پانلهای سقفی استفاده میکنند

بتن

انواع بتن سبک:

• بتن کفی (بتن حبابدار):

- برای ساخت بتن کفی، در کمپرسور کف ساز، امولوسیون ویژه ای میریزند و از آن کف میسازند.

- کف حاصل را در مخلوط بتنی که سنگدانه های آن از ماسه به درشتی حداکثر ۲ میلیمتر است، میریزند و اندکی با هم مخلوط میکنند.

- این بتن عایق حرارت و صوت بوده و در برابر یخبندان نیز مقاوم است، میتواند جایگزین بتن گازی شود و نیز در ساخت تیغه و شیب بندی بام مورد استفاده قرار گیرد.

- بتن کفی هنگام خشک شدن انقباض زیادی دارد. سطح خارجی آن نیز باید پرداخت شود تا از جذب آب توسط آن جلوگیری به عمل آید.

• بتن خرده آجری:

- با خرده های آجر باقیمانده در کارخانه آجر پزی هم بتن سبک میسازند.

- مقاومت فشاری این خرده آجرها نباید از ۱۰ مگاپاسکال کمتر باشد.

بتن

سایر انواع بتن:

• بتن معمولی:

• بتن معمولی دارای وزن مخصوصی بین $2/5 - 1/8$ است و در ساخت آن از شن و ماسه طبیعی یا شکسته (مصنوعی) استفاده میکنند.

• بتن سنگین:

• بتن سنگین دارای وزن مخصوصی حدود $5 - 2/5$ است و از سنگدانه های سنگین نظیر سنگهای آهنی، باریت (Borite) و... ساخته میشود. از این بتن در ساخت رآکتورهای هسته ای و پناهگاهها استفاده میکنند.

بتن

بتن های ویژه:

- امروزه تعداد انواع بتن با ویژگیهای خاص به بیش از ۱۰۰ نوع میرسد که در ادامه به صورت مختصر به برخی از آنها اشاره خواهد شد:
- **بتن ممتاز (پر مقاومت):** بتن ممتاز با سنگ سیلیسی و سیمان ممتاز ساخته میشود به طوری که مقاومت فشاری ۲۸ روزه آن به بیش از ۶۰ مگا پاسکال میرسد.
- **بتن پلیمری:** برای تهیه این بتن مقداری پلیمر نظیر لاستیک، پلی استر و... به مخلوط بتن اضافه میکنند. این پلیمرها باعث کاهش نفوذ آب و گاز به درون بتن سخت شده میشوند. از این بتن میتوان برای پر کردن شکافهای ایجاد شده در نمای بتنی استفاده کرد.
- **بتن الیافی:** در ساخت این بتن از الیافی نظیر پنبه نسوز، کنف مخصوص، الیاف شیشه، الیاف فولاد، پروپیلن و... استفاده میکنند. این الیافها مقاومت کششی، سختی بتن و شکل پذیری آن را افزایش میدهند و از ترکهای ناشی از انقباض بتن هنگام گرفتن نیز جلوگیری میکنند. از این بتن بیشتر در کف سازی یا در سطوح پر انحناء استفاده میشود.

بتن

بتن های ویژه:

• بتن گوگردی:

- گوگرد به عنوان یک ماده ارزان قیمت در بتن مورد استفاده قرار میگیرد و سبب میشود که در مدت ۸-۶ ساعت به ۹۰٪ مقاومتش برسد.
- از بتن گوگردی در قطعات پیش ساخته استفاده میکنند ولی از معایب آن مقاومت کم در برابر یخبندان، شکنندگی و اثر خوردگی بر فولاد است.
- هنگام استفاده از این بتن، قالبها را بیشتر پر میکنند، زیرا گوگرد ضمن سرد شدن منقبض میشود. در نهایت بتن اضافی با اره بریده میشود.
- بتن غلتکی: بتن غلتکی یا بتن متراکم شده با غلتک، بتنی است که با ارتعاش توسط غلتکهای ویژه ای محکم و سخت شده است به طوری که عدد اسلامپ آن صفر است. کاربرد این بتن در سد سازی، اجرای سریع روسازی بزرگراهها و... میباشد.

بتن

انواع محصولات بتنی:

• بتن مسلح (بتن آرمه):

- مقاومت کششی بتن بسیار کم است از این رو جهت اصلاح این پارامتر در بتن از فولاد که مقاومت کششی بالایی دارد استفاده میکنند.
- فولاد و بتن ضریب انبساط حرارتی تقریباً یکسانی دارند در نتیجه در اثر تغییرات دما در آنها لغزش ایجاد نمیشود.
- فولاد به صورت میلگردهای آجدار کاملاً تمیز در بتن قرار میگیرد تا پیوستگی کامل بین میلگرد و بتن به وجود آید و با هم فشرده یا کشیده شوند. میلگردهای طولی نیروی کششی و میلگردهای عرضی (خاموت) نیروی برشی را تحمل میکنند.
- برای ساخت بتن مسلح از بتن خمیری (بتن عسلی) استفاده میکنند تا امکان متراکم کردن بتن اطراف میلگردها به خوبی فراهم شود. همچنین اندازه سنگ دانه ها در بتن نباید از حداقل فاصله میلگردها بیشتر باشد. اگر اطراف میلگردها در بتن فضای خالی وجود داشته باشد، علاوه بر کاهش پیوستگی و کارآمدگی بتن مسلح، این امر موجب خوردگی فولاد و زنگ زدن آن میشود.

بتن

انواع محصولات بتنی:

- **بتن پیش تنیده و پس تنیده:**

- پیش تنیده کردن بتن موجب می‌گردد که بتن تحت کشش قرار نگیرد و همواره تحت فشار باقی بماند.

- برای ساخت این محصول کابلهای فولادی را درون قالب قرار داده و با دستگاه آنها را از دو طرف میکشند و دو انتهای آنها را توسط قطعات مخصوص ثابت نگه میدارند. سپس بتن زودگیر را در قالب ریخته و هوای آن را خارج میکنند. پس از سخت شدن بتن، کابلهای بیرون زده از در دو انتها را میبرند.

- بتن پیش تنیده ترک نمیخورد زیرا همیشه در هم فشرده میشود. این بتن را میتوان به طول ۱۲۰ متر بدون درز اجرا کرد و برای بارهای یکسان، ابعاد و سطح مقطع آن از بتن معمولی کمتر است.

- از این محصول بتنی در پلهای قوسی، پوشش گنبدی، مخازن استوانهای و... استفاده میکنند.

- در صورتی که بعد از بتن ریزی در قالب و سخت شدن آن، کابلهای فولادی را از دو طرف به سمت بیرون بکشند و ثابت کنند، بتن پس تنیده حاصل میشود.

بتن

انواع محصولات بتنی:

• بتن پیش ساخته:

- بتن پیش ساخته در کارخانه، نسبت به بتنهای ساخته شده در کارگاه جنس بهتری دارد.
- در کارخانه، بتن را در قالبهایی به ابعاد مختلف ریخته و در محفظه های بخار آب یا در گرمخانه در حرارت ۸۰ درجه سانتیگراد قرار میدهند تا سخت شوند.
- بدین روش، بتن پس از ۱۰-۵ ساعت ۷۰٪ مقاومت ۲۸ روزه اش را به دست می آورد.
- این قطعات پیش ساخته بتنی سرعت اجرای کار را بالا برده و عملیات ساخت و ساز را اقتصادی تر میکنند.
- در ساختن بناهای پیش ساخته، معمولاً بتن پی را درجا میریزند سپس قطعات بتن پیش ساخته را روی پی سوار میکنند. این قطعات را میتوان در نما، کف، سقف و دیوارها مورد استفاده قرار داد. قطعات نما دارای سطح صافتر و مرغوبتری هستند.

بتن

انواع محصولات بتنی:

- **بتن پیش ساخته عبور دهنده نور (لایتراکان):**
- لایتراکان مخفف عبارت (Light Transmiting Concrete) است.
- این ماده ترکیبی از فیبرهای نوری و ذرات بتن میباشد که به صورت بلوک و صفحات پیش ساخته تولید میشود.
- فیبرها به علت اندازه کوچکشان با بتن مخلوط شده و تبدیل به یک جزء ساختاری میشوند.
- بدین ترتیب نتیجه کار صرفاً ترکیب دو ماده شیشه و بتن نیست، بلکه یک ماده سوم جدید به دست میآید که هم از حیث ساختار درونی و هم از حیث سطح بیرونی کاملاً همگن و یکنواخت است.
- فیبرهای شیشه سبب نفوذ نور به داخل بلوکها میشوند. جالبترین ویژگی این محصول این است که ضمن عبور نور از آن، دارای سایه نیز میباشد. همچنین رنگ نوری که از پشت این بتن دیده میشود، ثابت است. به عنوان مثال اگر نور سبز به بلوک بتابد، در پشت آن سایه ها سبز دیده میشوند.
- فیبرهای شیشه ای هیچ تأثیر منفی روی مقاومت بتن ندارند بنابراین میتوان از آنها در سازه های باربر نیز استفاده کرد. همچنین این صفحات و بلوکها میتوانند در اندازه های مختلف و با عایق حرارتی خاص نصب شده روی آنها تولید شوند.

بتن

انواع محصولات بتنی:

• لوله های بتنی:

- از بتن میتوان لوله های عظیم انتقال آب ساخت.
- بدین صورت که بتن را در قالب لوله میریزند، آن را لرزانده و متراکم میکنند. سپس آن را از قالب خارج کرده و در محل نمناک قرار میدهند تا سفت و سخت شود.
- اگر در ساخت بتن از سیمان تراس یا پوزولانی استفاده کنند یا به بتن گرد دیاتمه اضافه کنند، لوله بتنی آب بندی نیز می شود.

بتن

افزودنیهای بتن:

• افزودنیها موادی هستند که جهت بهبود برخی خواص بتن به آن اضافه میشوند. این مواد را به مقدار کم در هنگام ساختن بتن به آب آن، اضافه میکنند. مواد افزودنی نباید بر سیمان اثری داشته باشند یا موجب زنگ زدن میلگردها در بتن مسلح شوند:

• روان کننده ها (تقلیل دهنده های آب)

• تسریع کننده ها

• کندگیر کننده ها

• هوازاها

• چسب بتن

بتن

افزودنیهای بتن:

- روان کننده ها (تقلیل دهنده های آب):
- این مواد تأثیرات زیر را در بتن ایجاد میکنند:
- ۱. رسیدن به مقاومت بالاتر به وسیله کاهش نسبت آب به سیمان (با استفاده از دوده سیلیسی و مواد افزودنی فوق روان کننده میتوان بتن هایی با مقاومت بیش از ۳۰۰ مگاپاسکال تولید کرد)
- ۲. کاهش مقدار سیمان مصرفی با حفظ کارایی (روانی) بتن و در نتیجه کاهش حرارت آبگیری در توده بتن.
- ۳. سادگی بتن ریزی به وسیله افزایش کارایی (روانی) بتن.
- ۴. ایجاد بار منفی در سطح ذرات سیمان که موجب میگردد ذرات سیمان یکدیگر را دفع کنند و پراکندگی یکنواختی در مخلوط حاصل گردد.
- ۵. کاهش سایش بین سنگدانه ها

بتن

افزودنیهای بتن:

• تسریع کننده ها:

• این مواد سبب تسریع در گیرش ابتدایی بتن شده و رشد مقاومت آن را سریعتر می کنند.

• از این مواد در بتن ریزی در هوای سرد استفاده میشود.

• مهمترین آنها کلرورکلسیم به میزان کمتر از ۲٪ وزن بتن است که انقباض بتن را نیز کاهش میدهد ولی باعث خوردگی فولاد و آلومینوم می شود.

• بنابراین در بتنهای مسلح و نیز در بتن هایی که در معرض آبهای سولفات دار هستند بهتر است از تسریع کننده های دیگر نظیر کربنات سدیم، کربنات پتاسیم و... استفاده شود.

بتن

افزودنیهای بتن:

• کندگیر کننده ها:

- کندگیر کننده ها زمان گیرش ابتدایی بتن را به تأخیر می اندازند.
- بنابراین رشد مقاومت بتن کاهش مییابد ولی بر میزان مقاومت نهایی تأثیری ندارد.
- این مواد عمل آبگیری را کند میکنند. بنابراین نیاز به آب کمتری در بتن است و نسبت آب به سیمان کاهش مییابد.
- کاربرد کندگیر کننده ها عبارتست از: بتن ریزی در هوای گرم، زمانی که فاصله بین ایستگاه بتن تا محل قالب زیاد است و نیز زمانی که بتن ریزی به صورت مداوم ادامه دارد و نیاز است که بتن قبلی زود خشک نشود تا بین آن و بتن جدید پیوستگی به وجود آید، نظیر بتن ریزی در پلها، در سقف و....

بتن

افزودنیهای بتن:

• هوازاها:

- مواد هوازا حبابهای بسیار ریز میکروسکوپی از هوا را به طور یکنواخت و جدا از هم در سراسر دوغاب سیمان ایجاد میکنند.
- این حبابها سبب افزایش دوام بتن در برابر یخ زدن ها و آب شدن های مکرر، آب بندی و نفوذ ناپذیری بیشتر بتن، کم کردن اصطکاک داخل بتن و در نتیجه افزایش کارایی (روانی) آن و تسهیل بتن ریزی میشوند.

بتن

افزودنیهای بتن:

• چسب بتن:

• این چسب از رزینهای مصنوعی پلیمری نظیر اکریلیک، استات و... ساخته میشود و باعث افزایش مقاومت فشاری و خمشی، دوام بتن، کاهش میزان نفوذ آب در آن، اتصال بتن تازه به بتن کهنه، افزایش روانی بتن، افزایش چسبندگی بتن، جلوگیری از ترک خوردن آن و... میشود.

• دانه های سیمان در بتن تمایل دارند که به دور هم گرد آمده و حالت آماج به خود بگیرند در نتیجه آب به همه ذرات سیمان نمی رسد.

• مواد ممزوج ساز نظیر کلسیم لینگنین سولفات سبب میشوند که آبگیری سیمان بهتر انجام گیرد و آب انداختن بتن به حداقل برسد.

بتن

اجرای بتن:

• حمل و نقل بتن:

• امروزه بتن به صورت استاندارد در کارخانه ساخته شده سپس به محل مصرف حمل میشود.

• در پروژه های بزرگ میتوان ایستگاههای بتن ساز (Batching Plant) را در کارگاه مستقر کرد.

• در حمل بتن از کارخانه از ماشینهای مخصوص (Mixer Truck) استفاده میشود که چرخش مخزن بتن این ماشینها مانع از ته نشین شدن سنگها شده و روانی بتن را حفظ میکند. این ماشینها همچنین از تأثیر هوای گرم (تبخیر آب بتن) و هوای سرد (کاهش گرمای بتن) بر بتن جلوگیری میکنند.

• بتنی که از مخلوط کن خارج میشود نباید بیشتر از ۳۰ درجه سانتیگراد گرما داشته باشد.

• عمل تخلیه بتن بر حسب نوع و محل کار میتواند مستقیماً از ماشین به محل بتنریزی صورت گیرد یا از قیف مخصوص، دمپر، ناودانی تخلیه و یا پمپ بتن استفاده شود.

بتن

اجرای بتن:

• حمل و نقل بتن:

- بتن را به وسیله پمپ میتوان تا فاصله ۹۰۰ متری افقی و ۱۵۰ متری عمودی پمپ کرد. البته در این حالت روانی بتن باید زیاد باشد که خود به کیفیت بتن لطمه میزند.
- زمان گیرش بتنی که حمل میشود باید اندکی بیشتر از مجموع زمانهای ساختن، حمل تا محل مصرف، ریختن و عمل آوردن بتن باشد.
- در غیر این صورت به بتن مواد کندگیر کننده میافزایند.
- زمان حمل بتن از محل ساخت تا محل مصرف، در هوای سرد و نمناک نباید بیشتر از یک ساعت و در هوای گرم و خشک بیشتر از نیم ساعت طول بکشد.
- در صورت زیاد بودن فاصله حمل، سنگدانه ها و سیمان توسط ماشین مخصوص که دارای مخزن گردنده است به محل مصرف حمل میشوند و در آنجا درون مخزن گردنده آب میریزند.

بتن

اجرای بتن:

• قالب بندی بتن:

- جنس و بافت سطح درونی قالب تأثیر مستقیمی بر بافت نهایی بتن دارد.
- بسته به بافت دلخواه در سطح بتن از قالبهای چوبی، فلزی یا پلاستیکی استفاده میکنند.
- سطح درونی قالب چوبی باید پیش از ریختن بتن، نمناک شود تا آب بتن را جذب نکند.
- سطح درونی قالب فولادی نیز باید با روغن چرب شود تا به بتن نچسبد.
- قالب باید به اندازه کافی محکم باشد تا فشار بتن را تحمل کند و درزها و محل اتصالات قالب نیز باید از نشست بتن جلوگیری کنند.
- زمان باز کردن قالبها بر حسب نوع بتن و شرایط سازه بتنی متفاوت است ولی معمولاً بین ۲۴ ساعت تا یک هفته به طول می انجامد.

بتن

اجرای بتن:

• بتن ریزی:

- در بتن ریزی اختلاف ارتفاع بین محل تخلیه بتن و درون قالب نباید از یک متر بیشتر باشد در غیر این صورت دانه های درشت جدا شده و ته نشین میشوند.
- در ستونهایی که ارتفاع آنها زیاد است باید بتن از بازشوهایی موسوم به پنجره در بدنه قالب ستون ریخته و متراکم گردد. سپس این بازشو کاملاً بسته شده و بتن ریزی از بازشو بالایی که فاصله آن از بازشو پایینی یک متر است، ادامه مییابد.
- لایه های مختلف بتن ریزی باید سریع اجرا گردد تا لایه قبلی خشک نشود و اتصال لازم بین آنها ایجاد گردد.

بتن

اجرای بتن:

• بتن ریزی:

• **بتن ریزی در هوای گرم:** باعث افزایش میزان آب مورد نیاز، افت سریعتر اسلامپ، افزایش احتمال ایجاد ترک در بتن، نیاز شدید به عمل آوردن سریع و... میشود.

• **بتن ریزی در هوای سرد:** در شرایط یخبندان بتن باید متراکم و توپر ساخته شود تا آب در آن نفوذ نکند و یخ نزند. در غیر این صورت ازدیاد حجم آب یخ زده سبب ایجاد ترک در بتن میشود. استفاده از سایبان در هوای گرم و پتوی عایق حرارت در هوای سرد و نیز استفاده از باد شکن میتواند تا حدی تأثیر شرایط جوی نامناسب را تعدیل کند.

بتن

اجرای بتن:

• متراکم کردن بتن:

- زمانی که بتن در قالب ریخته شد به جهت اینکه کاملاً در محل خود جا بیفتد و هوای درون آن خارج شود، بلافاصله بتن را متراکم میکنند.
- متراکم کردن بتن فضاهای خالی درون آن را کم میکند (کمتر از ۲٪ حجم بتن) در نتیجه وزن مخصوص بتن افزایش یافته و مقاومت آن بالا میرود.
- برای متراکم کردن بتن، اگر بتن سفت باشد آن را با دستگاههای پرس مخصوص میکوبند (بتن کوبیده) و هرگاه خمیری باشد آن را با دستگاه ویراتور می لرزانند (بتن لرزیده).
- دستگاه ویراتور باید به صورت عمودی وارد بتن شود و نباید به قالب یا آرماتورها تکیه کند.
- حدود نیم تا یک دقیقه برای لرزاندن بتن کافی است، کم لرزاندن بتن آن را متراکم نمی کند و زیاد لرزاندن آن نیز باعث جدا شدن سنگدانه ها از دوغاب سیمان و ته نشین شدن آنها میشود.
- پس از لرزاندن، هوای اضافی بتن به صورت کف ریزدانه موسوم به شیر بتن در سطح آن ظاهر میشود. در این مرحله سطح بتن را ماله کشی میکنند تا کاملاً صاف شود.

بتن

اجرای بتن:

• عمل آوردن بتن:

- آخرین مرحله در انجام کارهای بتنی حفاظت از بتن در برابر تابش آفتاب، وزش باد، گرمای هوا، یخ زدن و... و در نتیجه جلوگیری از تبخیر آب بتن و ترک خوردن آن است که به آن عمل آوردن بتن میگویند و بلافاصله پس از متراکم کردن بتن آغاز می شود.
- زمان عمل آوردن بتن در واقع زمانی است که دوغاب سیمان در بتن، تحت درجه حرارت ۳۵-۱۰ درجه سانتیگراد و رطوبت مناسب سخت میشود.
- این زمان ۱۴-۱۳ روز میباشد ولی نگهداری و عمل آوردن بتن در ۲۴ ساعت اولیه حیات آن بسیار حائز اهمیت است. زیرا اگر در این زمان آب بتن تبخیر شود، دوغاب سیمان کند روان شده و بتن در اصطلاح میسوزد و مقاومتش کاهش مییابد.

بتن

اجرای بتن:

• عمل آوردن بتن:

- مرطوب نگهداشتن سطح خارجی بتن با آب ریختن دائم و پوشاندن آن با نایلون یا گونی خیس صورت میگیرد، این عمل در افزایش رشد مقاومت بتن بسیار مؤثر است.
- علاوه بر این عمل آوردن بتن تأثیر زیادی روی خواص بتن سخت شده نظیر دوام، مقاومت، آب بندی، سختی، ثبات حجمی، مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن دارد.
- عمل آوردن و نگهداری از بتن در سلامت سطح ظاهری بتن نیز بسیار مؤثر است زیرا در صورت سوختن بتن سطح آن پوسته پوسته شده و ترک میخورد. مضاف بر اینها بارندگی شدید نیز بر روی سطوح بتنی خشک نشده باعث آبله رو و کرمو شدن آن میشود.

بتن

راهنمای شناخت بتن مرغوب:

- برای به دست آوردن بتن مرغوب باید از کیفیت مواد تشکیل دهنده آن، نسبت مناسب اختلاط مواد اولیه و اجرای مناسب (حمل، ریختن، نگهداری و...) اطمینان حاصل شود.
- نسبت کم آب به سیمان در کیفیت و مقاومت بتن بسیار مؤثر است و بتن باید قابل ویریه باشد (خیلی شل نباشد مگر برای مصارف خاص).
- مقدار اکسیدهای منیزیوم و پتاسیم و نیتروژن آهک آزاد باید در بتن به حداقل برسد. آهک آزاد در بتن سبب می‌گردد که آب هنگام عبور از لوله های موئین داخل بتن و خروج از سطح دیگر آن، ایجاد شوره و سفیدک کند.
- در نهایت سطح بتن باید یکنواخت باشد و پوسیدگی، ترک، کرم شدن و... در سطح آن مشاهده نشود.