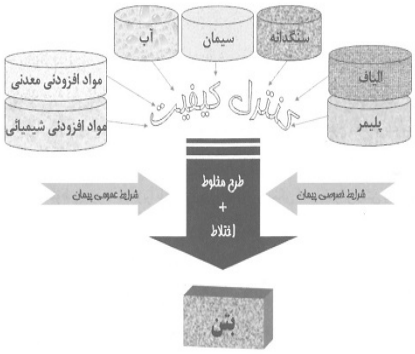
بسم الله الرحمن الرحیم



گروه ملی صنعتی فولاد ایران

انواع بتن و کاربرد آن

مقدمه:

بتن؛ این ماده ی چسبنده عموما حاصل فعل و انفعال سیمان های هیدرولیکی و آب می‌باشد. حتی امروزه چنین تعریفی از بتن شامل طیف وسیعی از محصولات می‌شود. بتن ممکن است از **انواع مختلف سیمان** و نیز پوزولان ها، سرباره کوره ها، مواد مضاف، گوگرد، مواد افزودنی بتن، پلیمر های بتن، الیاف بتن و غیره تهیه شود. همچنین در نحوه ساخت آن ممکن است حرارت، بخار آب، اتوکلاو، خلا، **فشارهای هیدرولیکی** و متراکم کننده های مختلف استفاده شود. با توجه به گسترش و پیشرفت علم و پیدایش تکنولوژی های فراوان در قرن اخیر، شناخت بتن و خواص آن نیز توسعه قابل ملاحظه ای داشته است، به نحوی که امروزه شاهد کاربرد انواع مختلف بتن با مصالح مختلف هستیم که هر یک خواص و کاربری مخصوص به خود را داراست. در حال حاضر انواع مختلفی از سیمانها که شامل پوزولانها، سولفورها، پلیمر ها، الیافهای مختلف و افزودنی های متفاوتی هستند، تولید می شوند. همچنین می توان خاطر نشان کرد که تولید **انواع بتن** ها با استفاده از حرارت، بخار، اتوکلاو، تخلیه هوا، فشار هیدرولیکی ویبره و قالب انجام می گیرد. بتن به طور کلی محصولی است که از اختلاط آب با سیمان آبی و سنگدانه های مختلف در اثر واکنش آب با **سیمان** در شرایط محیطی خاصی به حاصل می شود و دارای ویژگی های خاص است. بتون اینک با گذشت بیش از ۱۷۰ سال از پیدایش **سیمان پرتلند** به صورت کنونی توسط یک بنّای لیندزی، دستخوش تحولات و پیشرفت های شگرفی شده است. در دسترس بودن مصالح آن، دوام نسبتا زیاد و نیاز به ساخت و سازهای فراوان سازه های بتنی چون ساختمان ها، سازه ها، سد ها، پل ها، تونل ها و راه ها، این ماده را بسیار پر مصرف نموده است. اینک حدود سه تا چهار دهه است که کاربرد این ماده در شرایط خاص مورد استقبال کاربران آن قرار گرفته است. امروزه با پیشرفت علم و تکنولوژی مشخص شده است که صرف توجه به مقاومت به عنوان یک معیار برای **طرح بتن** خشک برای محیط های

مختلف و کاربردهای مختلف نمی تواند جوابگوی مشکلاتی باشد که در دراز مدت در **سازه های بتنی** ایجاد می گردد. چند سالی است که مساله دوام بتن در محیط های مختلف مورد توجه قرار گرفته است. مشاهده خرابی هایی با عوامل فیزیکی و شیمیایی در بتن ها در اکثر نقاط جهان و با شدتی بیشتر در کشور های در حال توسعه، افکار و اذهان را به سمت طرح بتن هایی با ویژگی خاص و با دوام لازم سوق داده است. در این راستا در پاره ای از کشورها دستورالعمل ها و استانداردهایی نیز برای طرح بتن با عملکرد بالا تهیه شده و طراحان و مجریان در بعضی از این کشورهای پیشرفته ملزم به رعایت این دستورالعمل ها گشته اند. جهت اطلاع از نحوه خرید و قیمت انواع بتن می توانید با کارشناسان فنی **کلینیک بتن ایران** در تماس باشید.

مواد تشکیل دهنده بتن

مواد بتن از سنگدانه ها در بتن تقریبا سه چهارم حجم آن را تشکیل می‌دهند و ملات سیمان و آب یک چهارم تشکیل می دهد.

۱. سیمان (Cement)

ملات سیمان از مواد تشکیل دهنده بتن است.

۲. آب (Water)

کیفیت آب در بتن از آن جهت حائز اهمیت است که ناخالصی های موجود در آن ممکن است در **گیرش سیمان** اثر گذاشته و اختلالاتی به وجود آورند. همچنین آب نامناسب ممکن است روی **مقاومت بتن** اثر نامطلوب گذاشته و سبب بروز لکه هایی در سطح بتن و حتی زنگ زدن آرماتور بشود. در اکثر اختلاط ها آب مناسب برای بتن آبی است که برای نوشیدن مناسب باشد. مواد جامد چنین آبی به ندرت بیش از ۲۰۰۰ قسمت در میلیون ppm خواهد بود به طور معمول کمتر از ۱۰۰۰ ppm می باشد. این مقدار به ازای نسبت آب به سیمان ۰٫۵ معادل ۰٫۰۰۵ وزن سیمان می باشد. معیار قابل آشامیدن بودن آب برای اختلاط مطلق نیست و ممکن است یک آب اشامیدنی به جهت داشتن درصد بالایی از یون های سدیم و پتاسیم که خطر **واکنش قلیایی** دانه های سنگی را به همراه دارد، برای بتن سازی مناسب نباشد. به عنوان یک قاعده کلی هر آبی که ph (درجه اسیدیته) آن بین ۶ الی ۸ بوده و طعم شوری نداشته باشد می تواند برای بتن مصرف شود. رنگ تیره و بو لزوما وجود مواد مضر در آب را به اثبات نمی رساند.

۳. مقدار آب مصرفی در سیمان

مقدار آب مصرفی در داخل بتن بسیار با اهمیت است. به منظور تکمیل فرایند واکنش سیمان با آب مقدار مشخصی آب مورد نیاز است. در صورتی که این مقدار کمتر از آن حد باشد قسمتی از سیمان برای واکنش آب کافی دریافت نمی کند و واکنش نداده باقی می ماند. در صورتی که بیش از مقدار مورد نیاز آب به **مخلوط بتن** اضافه شود پس از تکمیل واکنش، مقداری آب به صورت آزاد در داخل بتن باقی می ماند که پس از سخت شدن بتن باعث پوکی آن و نتیجتا کاهش مقاومت خواهد شد. به همین دلیل دقت در مصرف نکردن آب زیاد در داخل بتن به منظور حصول مقاومت بالا ضروری است.

مقدار آب لازم برای تکمیل واکنش به صورت پارامتر **نسبت آب به سیمان** تعریف می شود. این نسبت برای سیمان پرتلند معمولی حدود ۲۵ درصد است. با این مقدار آب بتن فاقد کارایی لازم خواهد بود و معمولا نسبت آب به سیمان مورد استفاده در کارگاههای ساختمانی بیش از این مقدار است. در تعیین نسبت **اختلاط بتن** پارامتری لحاظ می‌شود که مقدار رطوبت سنگدانه‌ها را نیز قبل از **افزودن آب به بتن** لحاظ می کند که در تعیین مقدار آب مورد نیاز حائز اهمیت است. این رطوبت اضافی (یا کمبود رطوبت) مقدار **رطوبت مازاد** (کمبود رطوبت) سنگدانه ها از حالت اشباع با سطح خشک SSD یا (Saturated Surface Dry) است.

عمل آوری بتن (کیورینگ بتن)

با ادامه یافتن **Hydration** مقاومت بتن افزایش می یابد و این واکنش عامل **افزایش مقاومت بتن** یا همان گیرش سیمان است. برای عمل آوری یا ادامه یافتن فرآیند Hydration باید رطوبت نسبی حداقل ۸۰ درصد باشد. در صورتی که رطوبت کمتر از این مقدار شود **عمل آوری بتن** متوقف شده و در صورتی رطوبت نسبی به بالای ۸۰ درصد بازگردد فرآیند هیدراسیون یا Hydration دوباره شروع خواهد شد. به دلیل تبخیر قسمتی از آب مورد نیاز قبل از تکمیل واکنش بین آب و سیمان (که چندین روز طول می‌کشد) قسمتی از سیمان موجود در مخلوط بتن واکنش نداده باقی می ماند. پس از بتن ریزی باید بلافاصله توجه لازم به فرایند عمل آوری معطوف گردد. عمل آوری عبارت است از حفظ رطوبت بتن تا زمانی که واکنش بین سیمان و آب تکمیل شود. این عمل می تواند به وسیله عایق کاری موقت، پاشش آب یا تولید بخار صورت گیرد. از دیدگاه عملی، حفظ رطوبت بتن برای ۷ روز توصیه می شود. در شرایطی که این کار ممکن نباشد حداقل زمان عمل آوری بتن نباید کمتر از ۲ روز باشد.

۱- **سنگدانه‌ها (Aggregates):** سنگدانه ها در بتن تقریبا سه چهارم حجم آن را تشکیل می دهند از اینرو کیفیت آنها از اهمیت خاصی برخوردار است. در حقیقت خواص فیزیکی، حرارتی و پاره ای از اوقات شیمیایی آنها در عملکرد بتن تاثیر می گذارد. دانه های سنگی طبیعی معمولا به وسیله هوازدگی و فرسایش و یا به طور مصنوعی باخرد کردن سنگ های مادر تشکیل می شوند.

۲- **اندازه دانه‌های سنگی:** بتن عموما از سنگدانه هایی به اندازه های مختلف که حداکثر قطر آن بین ۱۰ میلی متر و ۵۰ میلی متر می باشد ساخته می شود. به طور متوسط از سنگدانه هایی با قطر ۲۰ میلیمتر

استفاده می شود. توزیع اندازه ذرات به نام «دانه بندی سنگدانه» مرسوم است. به طور کلی دانه های با قطر بیشتر از چهار یا پنج میلی متر به نام شن و کوچکتر از آن به نام ماسه نامگذاری شده اند که این حد فاصل توسط الک ۴,۷۵ میلی متری یا نمره چهار مشخص می گردد. حد پایین ماسه عموما ۰،۰۰۷ میلیمتر یا کمی کمتر می باشد. مواد با قطر بین ۰،۰۰۶ میلیمتر و ۰،۰۰۲ میلی متر به نام لای (سیلت) و مواد ریزتر رس نامگذاری شده اند. گل ماده نرمی است که شامل مقادیر نسبتا مساوی ماسه و لای و رس می باشد.

۳-کانی های مهم: کانی های مهم و متداول سنگدانه ها در زمینه استفاده در بتن عبارتند از: کانی های سیلیسی (کوارتز، اوپال، کلسه دون، تریمیت، کریستوبالیت) فلدسپات ها، کانی های میکا، کانی های کربناتی، کانی های سولفاتی، کانی های سولفور آهن، کانی های فرومنیزیم، کانی های اکسید آهن، زئولیت ها و کانی های رس.

۴-طبقه بندی براساس شکل ظاهری: در استاندارد ASTM سنگ ها از لحاظ شکل ظاهری به پنج گروه تقسیم شده اند: کاملا گرد گوشه، گرد گوشه، نسبتا گرد گوشه، نسبتا تیز گوشه و تیز گوشه. در استاندارد BS این نامگذاری به صورت گرد گوشه، بی شکل و بی نظم، پولکی، تیز گوشه، طویل، پولکی طویل می باشد.

افزودنی های بتن (Admixtures)

معمولا به جای استفاده از یک سیمان بخصوص، این امکان وجود دارد که بعضی از خواص سیمان های معمولی مورد استفاده را به وسیله ترکیب کردن آن با یک افزودنی تغییر داد. قابل توجه اینکه نباید عبارات "مواد ترکیبی" و "**مواد افزودنی بتن**" با معانی مترادف به کار روند، زیرا مواد ترکیبی موادی هستند که در مرحله **تولید به سیمان** اضافه می شوند در حالی که مواد افزودنی بتن در مرحله مخلوط کردن به بتن اضافه می شوند. **افزودنی های شیمیایی** اساسا عبارتند از: تقلیل دهنده های آب، کندگیر کننده ها و **تسریع کننده های گیرش** که در آیین نامه ASTM به ترتیب تحت عنوان های تیپ های A،B،C طبقه بندی شده اند. دسته بندی افزودنی ها در استاندارد BS نیز مشابه می باشد. در ضمن افزودنی های دیگری نیز وجود دارند که هدف اصلی از کاربرد آنها محافظت بتن از اثرات زیان آور یخ زدگی و ذوب یخ است.

تسریع کننده های بتن

افزودنی هایی هستند که سخت شدگی بتن را تسریع می کنند و **مقاومت اولیه بتن** را بالا می برند. چند نمونه از تسریع کننده ها عبارتند از: کربنات سدیم، کلرور آلومینیوم، کربنات پتاسیم، فلوئورور سدیم، آلومینات سدیم، نمک های آهن و کلرور کلسیم.

کندگیر کننده های بتن

افزودنی هایی هستند که **زمان گیرش بتن** را به تاخیر می اندازند. این مواد در هوای خیلی گرم که زمان گیرش معمولی بتن کوتاه می شود و همچنین برای جلوگیری از ایجاد ترک های ناشی از گیرش در بتن ریزی های متوالی مفید می باشند. به عنوان چند نمونه از **کندگیر کننده ها** می توان از شکر، مشتقات هیدروکربنی،

نمک های محلول روی و برات های محلول نام برد.[۱۱]. به عنوان مثال اگر با یک کنترل دقیق ۰،۰۵ وزن سیمان شکر به بتن اضافه کنیم، حدود چهار ساعت گیرش آن را به تاخیر می اندازد. مصرف ۰،۲ تا یک درصد **وزن سیمان** از گیرش سیمان جلوگیری به عمل می آورد

تقلیل دهنده‌های آب (روان کننده‌ها)

این افزودنی ها به سه منظور به کار می روند:

۱- رسیدن به مقاومتی بالاتر به وسیله کاهش نسبت آب به سیمان

۲- رسیدن به کارایی مشخص با کاهش مقدار سیمان مصرفی و نتیجتا کاهش حرارت هیدراتاسیون در توده بتن.

۳- سادگی بتن ریزی به وسیله افزایش کارایی در قالب هایی با آرماتور انبوه و موقعیت های غیر قابل دسترسی برای مشاهده تقلیل دهنده های آب ها با توضیحات و نمودارهای کارایی و با جزئیات کامل اینجا را مشاهده فرمایید.

افزودنی های تقلیل دهنده آب تحت عنوان تیپ A دسته بندی می شوند؛ لیکن اگر افزودنی ها همزمان با کاهش نیاز به آب باعث تاخیر در گیرش نیز بشوند تحت عنوان تیپ D طبقه بندی می شوند. اگر این روان کننده ها باعث تسریع در گیرش شوند تیپ E نامیده می شوند.

فوق روان کننده های بتن

این مواد از قوی ترین **انواع تقلیل دهنده های آب** هستند که در آمریکا به عنوان **روان کننده بتن** قوی و درASTM به عنوان تیپ F نامگذاری شده اند. افزودنی هایی نیز هستند که در ضمن تقلیل شدید آب باعث مقداری تاخیر در گیرش نیز می شوند و به عنوان تیپ G طبقه بندی شده اند. دو نمونه از **روان کننده های قوی**: ملامین فرمالدئید سولفاته شده تغلیظ شده و یا [[نفتالین فرمالدئید سولفاته شده تغلیظ شده]] می باشند. اساسا استفاده از اسید های سولفاته شده باعث تسریع عمل پراکنش می شود. چون در سطح **ذرات سیمان** جذب شده و به آنها بار منفی می دهند و این باعث دفع ذرات از یکدیگر می شود. این فرایند کارایی را در یک نسبت آب به سیمان مشخص افزایش می دهد.

نوع افزودنی	کاربرد	ترکیب
هواگیر	کاهش مقدار هوا	تری بوتیل فسفات، دی بوتیل فتالات، اکتیل الکل، سیلیکون ها
مانع واکنش قلیایی	کاهش واکنش قلیایی سنگدانه	نمک های باریم، نیترات لیتیم، کربنات لیتیم، هیدروکسید لیتیم
ضد آب شستگی	افزایش چسبندگی در بتن ریزی زیر آب	سلولز، پلیمر اکریلی
رنگ زا	تولید بتن رنگی	اکسید آهن، کربن، بنزوات سدیم، آمین های استر
کف زا، هوازا	تولید بتن های سبک هوادهی شده	تاثیر گذارنده های سطحی آنیونی و کاتیونی، پروتئین های هیدرولیز شده
کاهنده نفوذپذیری	کاهش نفوذپذیری	لاتکس

انواع بتن

کاربرد بتن ساختمان برحسب نوعی که دارد به انواع زیر تقسیم می گردد:

بتن معمولی

معمولی ترین نوع بتن مخلوط ست از سیمان پرتلند، ماسه، شن و آب، این بتن به همراه آرماتور و یا بدون آن در سازه ها، راه ها و پی به کار می رود. نسبت مخلوط شن، ماسه و سیمان این بتن از ۱:۱:۲ (برای قوی ترین مخلوط) تا ۱:۳:۶ (بتن مگر یا به عنوان بتن بستر) در تغییر می باشد. ساخته شده با سنگدانه ها و **سیمان های معمولی** تیپ یک تا پنج پرتلند و با وزن ویژه ۲۲۰۰ تا ۲۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب.

بتن ساده حجیم

بتن ساده به بتن بدون آرماتور گفته می شود. از این بتن در **بتن ریزی های حجیم** مانند ساخت پی سد، دیوار حایل وزنی و غیره استفاده می شود.

بتن بستر (مگر megr)

بتن بستر بتن ساده با درصد بالای شن نسبت به سیمان در مقایسه با بتن سازه ای است. از این بتن به عنوان پرکننده و در کارهای غی رسازه ای و یا به عنوان لایه محافظ بتن سازه ای در برابر **نفوذ املاح** و مواد موجود در خاک بستر که برای بتن مضر می باشد استفاده می شود. بتن مگر یا بتن نظافت یا همان **بتن رگلاژ** کف **قالب بندی فونداسیون**، در واقع یک بتن با عیار سیمان کم (بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم سیمان بر متر مکعب) است که به منظور آماده سازی بستر خاک برداری شده برای **آرماتوربندی** و صفحه گذاری اجرا می گردد.

بتن سازه ای

بتن سازه ای بتنی است که می تواند برای اعضای باربر سازه به کار برده شود. وزن این بتن در حالی که متراکم شده باشد حدود ۲۴۰۰ kg/m3 بوده و باید مقاومت بالایی داشته باشد. اگر این بتن از مصالح سنگی سبک وزن ساخته شده باشد با رعایت ضوابط ویژه در طراحی آن می تواند دارای مقاومت بالا باشد.

بتن مسلح – بتن آرمه

بتن مسلح یا بتن آرمه به بتن مسلح شده با میلگرد (آرماتور) گفته می شود. برای **مسلح کردن بتن** از میلگرد های تقویتی، شبکه های توری تقویتی، صفحات فلزی یا الیاف تقویتی استفاده می گردد هدف اصلی استفاده از **بتن آرمه**، واگذاری نیروهای کششی به وجود آمده در بتن به میلگردها است (به دلیل **مقاومت کششی** بالای میلگرد) تا بدین طریق **نیروهای کششی** به بتن وارد نشده و سبب ترک خوردگی و در نهایت پکیدن بتن نشود.

بتن پیش تنیده

بتن پیش تنیده بتن سازه ای است که در آن قسمت هایی از عضو که به هنگام بهره برداری تحت تاثیر تنش کششی قرار می گیرد را از ابتدا تحت فشار قرار می دهند. لذا زیر بار وارده بتن هیچگاه به کشش نمی افتد. بیش تنیدگی عبارت است از ایجاد یک تنش ثابت و دائمی در یک عضو بتنی به نحو دلخواه و به اندازه لازم، به طوری که در اثر این تنش مقداری از تنش های ناشی از بارهای مرده و زنده در این عضو خنثی شده و در نتیجه **مقاومت باربری** آن افزایش پیدا می کند. هدف اصلی، محدود کردن تنش های کششی و ترک های ناشی از لنگر خمشی، تحت تاثیر بارهای وارده در آن عضو می باشد. بتن جسمی است مقاوم در مقابل فشار، ولیکن مقاومت آن در مقابل کشش بسیار کم می باشد، بنابراین می توان با وارد کردن فشار به بتن، کشش ایجاد شده در اثر بار مرده و زنده را در عضو بتنی تقلیل و در نتیجه مقاومت آن را افزایش داد.

بتن درجا چیست

بتنی است که در محل مصرف دائمی خود ریخته و سفت می شود. این روش متداول ترین روش اجرایی در **سازه های بتنی** می باشد.

بتن پیش ساخته

بتنی است که در کارخانه بتن در قالب های جداگانه ریخته می شود و به شکل کنترل شده ای به عمل آمده و سفت می گردد و به هنگام لزوم برای نصب نهایی به محل کارگاه منتقل می شود. در این فرآیند می توان بتن با کیفیت بالای قالب بندی و مقاومت و قیمت نسبی پایین ساخت. این روش برای **تولید دال های کف**، بلوک ها ، جداول راه سازی، پی نرده های حصار، تیرهای پل ها و دیوارها و غیره به کار می رود. **قطعات پیش ساخته** می توانند دارای آرماتور بوده و قطعات فولادی مهندسی نیز در آن جاسازی و نصب شوند.

بتن خلا: بتنی است که دارای درصد آب بالایی است تا کارایی لازم را فراهم کند و به توان بتن را در قالب های پیچیده یا در اطراف **آرماتور گذاری** فشرده ریخت. سپس بتن تحت اثر خلاء قرار می گیرد و قسمت اعظم آب آن برداشته می شود و بدین ترتیب بتن به هنگام سخت شدن مقاومت بیشتری بدست می آورد.

بتن پمپی

بتن پمپی بتنی است که از میکسر به محل تخلیه توسط لوله منتقل می شود. بتن از میکسر به یک قیف تخلیه می شود و از آنجا وارد پمپ شده که با اعمال نیرو بر آن سبب حرکت به جلوی بتن در لوله می شود. قطر لوله ۱۰۰-۱۵۰ mm می باشد و با این روش بتن را می توان تا فاصله افقی حدود ۶۵۰ m یا فاصله عمودی حدود ۵۰ m یا ترکیبی از این دو اندازه پمپاژ کرد. بتنی که پمپاژ می شود لازم است درصد آب بالاتری داشته باشد تا خاصیت روانی بتن را بهبود بخشد. اگر بتن با مقاومت بالایی مورد نیاز باشد باید مواد افزودنی خاصی به جای آب اضافی به کار برده شود.

بتن تنیده

از این روش در تولید منابع و لوله های بتنی استفاده می شود. فرآیند تولید شامل ریختن بتن نسبتا خشک به داخل یک **قالب استوانه ای** دورانیست. بتن تحت اثر عمل سانتریفوژ به جداره قالب پرتاب شده و یک دیواره سخت متراکم نفوذ ناپذیر را بوجود می آورد.

بتن حاضری

بتنی است که در کارخانه بتن ساخته و توسط **تراک میکسر** به کارگاه حمل می شود. در این انتقال منبع استوانه ای که بتن تازه در آن ریخته شده به صورت مداوم از زمان بارگیری تا تخلیه بتن در حال چرخش می

باشد. مشخصات مخلوط بتن بین تولید کننده و مصرف کننده قبل از ساخت به توافق رسیده و معمولا تولید حاصل با کیفیت بالا می باشد.

بتن مقاوم در برابر آب

بتن مقاوم در برابر آب می تواند **ضد آب یا آب بند** باشد.

۱- بتن ضد آب از یک سطح رویی با لایه مقاوم در مقابل آب تشکیل شده در حالی که **حجم داخلی بتن** از بتن معمولی می باشد. لایه ضد آب را می توان با بکار بردن اسپری لاک الکل به وجود آورد یا با اجرای یک لایه پوشش قیر یا آسفالت روی سطح بتن و یا به کار بردن کربنات سدیم (جوش شیرین) یا سیلیکات سدیم محلول فراهم کرد.

۲- بتن آب بند را می توان از طریق ساخت بتن متراکم با روش کنترل کیفیت دقیق برای ممانعت از دخول آب یا هوا تولید نمود. بتنی که به این روش ساخته می شود به حدی کافی آب بند خواهد بود و قابل استفاده برای مخازن آب می باشد.

بتن خیلی متراکم

بتن خیلی متراکم در ساخت **دیوارهای حفاظتی نیروگاه های اتمی** و وزنه های تعادل و دیوارهای دریایی با استفاده از مصالح سنگی متفاوت به کار می رود. مصالح مصرفی شامل باریت ها (سولفات باریم)، همتایت (کریستال اکسید آهن)، ساچمه های آهنی و ساچمه سربی و فولادی می باشند.

بتن الیافی

در ساخت این نوع بتن از کامپوزیت ها به عنوان یک فناوری نوین در صنعت ساخت و ساز استفاده می شود. از جمله مواد جدیدی که جایگاه ویژه ای در ساخت و ساز به خود اختصاص داده، افزودنی های بتن و الیاف تقویت کننده می باشد. این مواد باعث بهبود خواص مطلوب بتن، همچون مقاومت آن می گردد و در بعضی موارد با **کاهش وزن بتن**، مصالح بسیار سبکی را فرا راه مهندسین بنا قرار می دهد از سال ۱۹۶۰ میلادی به بعد نوع جدیدی از این بتن وارد عرصه صنعتی شد. در این راه این نوع بتن جدا از هم با توزیع تصادفی به عنوان فاز جدیدی علاوه بر فازهای بتن معمولی به کار گرفته شده است. **مقاومت کششی و برشی بتن الیاقی** نسبت به بتن معمولی بیشتر می باشد. ضخامت نهایی بتن الیاقی علاوه بر کفایت در برابر بارهای استاتیکی و دینامیکی ضریب اطمینان بسیار بالایی در اجرا ایجاد می کند. در **سازه های زیرزمینی** که در معرض آب و رطوبت و خوردگی بیشتر قرار دارند اهمیت بالاتری دارد. علاوه بر این موارد بتن های الیافی در برابر بارهای دینامیکی

مانند زلزله، و ضربه به دلیل خصوصیات جذب انرژی مناسب عملکرد بسیار مناسب تری از خودشان نشان می دهند. بکارگیری بتن غیر مسلح به علت تردی آن بغیر از سازه های وزنی عملا کاربرد چندانی ندارد این عیب عمده بتن در عمل با مسلح کردن آن بوسیله میلگردهای فولادی یا آرماتور برطرف می گردد. اما از آنجا که آرماتور منحصرا بخش کوچکی از مقطع را تشکیل می دهد تصور اینکه مقطع بتن یک **مقطع ایزوتروپ** و هموژن است چندان صحیح نخواهد بود. به منظور ایجاد شرایط ایزوتروپی و نیز کاهش ضعف شکنندگی و تردی جسم بتن تا حد ممکن در چند دهه اخیر از رشته های نازک و نسبتا دراز که در تمام حجم بتن بطور همگن و درهم پراکنده می گردد استفاده می شود. کاربرد اینگونه رشته ها یا الیاف در بتن و بطور کلی در ملات های سیمانی که مورد استفاده است، می تواند الیاف شیشه ای، پلی اتیلنی، فولادی، آزبست و یا نایلونی باشد. بتن الیافی بتنی با مقاومت و عملکرد بالاست که در مصالح مخلوط آن مقداری تارهای کوتاه به کار رفته باشد. روش های متعددی برای **تقویت بتن** وجود دارد که شامل استفاده از شیشه، نایلون، **پلی پروپیلن**، کربن و فولاد در مخلوط بتن می باشد. بتنی که به این روش تولید می شود علاوه بر مقاومت بالا، در برابر ضربه نیز مقاوم می باشد. امروزه استفاده از این **نوع بتن** به جهت کاهش ترک در روسازی رو به گسترش می باشد.

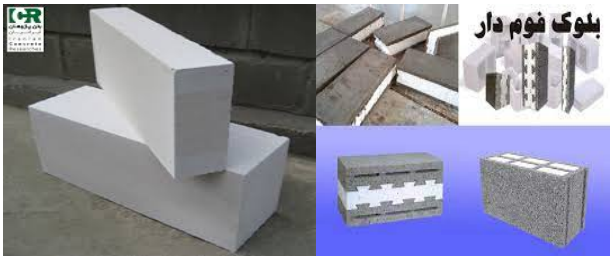
بتن اعلا (بتن با مقاومت بالا)

استاندارد **ACI** بتن با مقاومت بالا را بتنی تعریف می کند که مقاومت فشاری آن بزرگتر از ۴۰۰ kg/cm2 باشد. امروزه با به کارگیری تکنولوژی بالا در **ساخت بتن با کیفیت**، مقاومت فشاری بتن تا مرز ۱۳۰۰ kg/cm2 نیز رسیده است. برای تولید بتن اعلا بهینه سازی اجزای اصلی تشکیل دهنده بتن بسیار مهم می باشد. برای این منظور، علاوه بر انتخاب **سیمان پرتلند** با کیفیت بالا، نسبت آب به سیمان را تغییر و نسبت مصالح سنگی مخلوط به سیمان بهینه می گردد.

پوزولان ها، مانند خاکستر بادی و دوده سیلیکا، **متداول ترین افزودنی های معدنی** می باشند که در بتن اعلا به کار می روند. علاوه بر این، **تولید بتن اعلا** بدون استفاده از مواد مضاف شیمیایی دشوار می باشد. برای این منظور معمولا از فوق روان کننده ها به صورت ترکیب با کندگیر کننده ها و مواد کاهش دهنده آب در مخلوط بتن استفاده می شود. **کاربرد های بتن** اعلا در ساختمان های بلند می باشد که نیاز به کاهش وزن سازه می باشد و یا محدودیت های معماری طراح را ملزم به استفاده از اعضای سازه ای کوچک می کند. یک نمونه از این سازه ها، ساختمان شیکاگو به ارتفاع ۲۹۵ m است که با بتن با مقاومت فشاری ۸۰۰ kg/cm2 ساخته شده و بلند ترین ساختمان بتنی آمریکا محسوب می گردد.

بتن سبک

که در ساخت آن یا به جای شن و ماسه سیلیسی، از دانه های متخلخل مانند پومیس (سنگ پا) یا پوکه به کار رفته و یا با روش هایی (مانند افزودن ژل، آلومینیوم) شرایطی را فراهم می آورند تا **حجم بتن** افزایش یابد. وزن ویژه اینگونه بتن ۳۳ ٪تا ۵۰ ٪ **وزن ویژه بتن** معمولی است. یعنی می توان بتن با وزن ویژه ۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب نیز ساخت، که بر آب شناور بماند این بتن بیشتر برای نماسازی، **دیوارهای جدا کننده**، سقف کاذب و جاهایی که مقاومت مطرح نباشد به کار می رود.



بتن سنگین

از جمله بتن هایی است که کاربرد ویژه دارد. این بتن جهت کاربری در ساخت نیروگاه های هسته ای (و برای پیشگیری از بروز نشت های اتمی و آلایندگی محیط زیست) طراحی می گردد. و نامیدن اینگونه مصالح به بتن سنگین به دلیل کاربرد دانه های ریز فولاد، به شکل شن و ماسه در آن می باشد که وزن ویژه بیش از ۲۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب این بتن، بیش از بتن معمولی ساخته شده با شن و ماسه سیلیسی است در ساخت اینگونه بتن به جای شن و ماسه خرده های فولاد، چدن و یا سولفات باریم به کار می رود تا از نشت هرگونه پرتوهای آسیب زا مانند ایکس، گاما و دیگر پرتوها پیشگیری گردد. وزن ویژه بتن سنگین ۱/۵ تا ۲/۵ برابر بتن معمولی (۳۵۰۰ تا ۶۰۰۰ کیلوگرم بر هر متر مکعب) است.

بتن شفاف

از جمله مصالح مدرن است که بخشی از پرتوهای نور را از خود می گذراند و تا اندازه ای مانند شیشه می باشد استفاده از تکنولوژی نانو امکان **تولید بتن شفاف** را فراهم نموده است که تحولی عظیم در زمینه طراحی ساختمان ها و سازه های شهری از قبیل پل ها. ایجاد می نماید. این نوع بتن با افزودن فیبرهای شیشه به

مخلوط خرده سنگ، سیمان و آب به شیوه ای متفاوت با **شیوه سنتی ساخت بتن**، برای تولید محصولی خارق العاده تهیه می شود.

بتن شاتکریت (بتن پاشیده)

بتن پاشیده یا بتن پاشی یا شاتکریت پای کار فرایندی است که در آن بتن یا ملات با فشار و سرعت بالا بر روی یک سطح پاشیده می شود تا لایه ای متراکم، خود نگهدار و باربر ایجاد گردد. بتن پاشیده شامل دو نوع خشک و تر است **شاتکریت** را می توان وسیله ای بسیار موثر، پایا و اقتصادی برای کنترل زمین، کارهایی نظیر مرمت و بازسازی سازه های بتنی و ساختمان های قدیمی، ساخت **پوشش های بتنی نگهداری اولیه** در تونل سازی، پایدارسازی شیب های سنگی و خاکی و پایدارسازی بسیاری از سازه های زیرزمینی دانست.

بتن خود متراکم

این بتن یک بتنی است که به خودی خود و بدون صرف هیچ گونه انرژی خارجی و تحت اثر وزن اتفاق می افتد یا جمع میشود این بتن با روانی و کارایی بسیار بالا به راحتی در لابه لای سازه قرار می گیرد در واقع نیازی به ویبره کردن ندارد از دیگر مزایای این بتن حداقل تفاوت بین بتن آزمایشگاهی در **آزمایشگاه بتن** و کارگاهی را می توان ذکر کرد. لازم به ذکر است بتن خود متراکم با بتن هایی که در گذشته با روانی بالا کاربرد داشتند تفاوت اساسی دارد چرا که در گذشته با بالا بردن نسبت آب به سیمان این امر میسر می شده که مضرات زیادی برای بتن دارد لیکن در **طرح مخلوط بتن** خود متراکم میزان آب به سیمان حذف گردیده و با استفاده از مواد افزودنی دیگر به بتن با روانی بالا رسیده ایم.

بتن هوازا (کف دار)

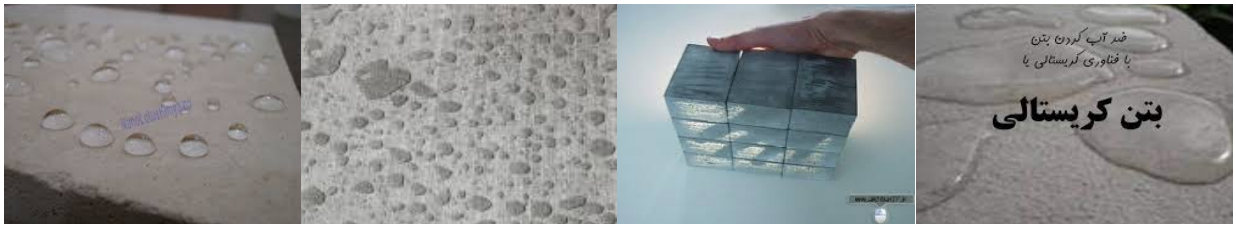
بتن سبک کف دار یا بتن سبک فومی به نام دیگر بتن سلولی، یکی از **انواع بتن سبک** می باشد که بیش از ۲۰ درصد آن را هوا تشکیل داده است. این امر با استفاده از ترکیب ماده کف از پیش شکل یافته و **مخلوط پایه سیمانی** ایجاد می شود.

بتن غلتکی

بتن غلتکی یا بتن متراکم شده با غلتک یا بتن غلطکی، بتنی با اسلامپ صفر می باشد که با ارتعاش توسط غلتک ها محکم و سفت می شود. دو نوع بتن غلتکی در کارهای ساختمانی به کار می رود، بتن غلتکی حجیم با **عیار سیمان** کم، در ساخت سدها و سازه های حجیم مانند دیوارهای جای پایه های سنگین و خاکریزها که در آن ها مقاومت زیاد مورد نیاز نیست ولی بتن غلتکی با عیار سیمان نسبتا زیاد، در اجرای سریع **لایه های روسازی** بزرگراه ها و پوشش های مشابه که در آنها مقاومت مکانیکی و سایشی بالایی مورد نیاز است. مزیت اصلی این نوع بتن ها، هزینه پایین آن است.

بتن کریستالی

فناوری کریستالی دوام و کارایی ساختار بتن را بهبود بخشیده، هزینه های نگهداری آن را پایین آورده و با محافظت کردن بتن در مقابل تاثیرات مواد شیمیایی مهاجم، طول عمر آن را افزایش می دهد. این کیفیت کارایی بالا از راه کار با فناوری کریستالی منتج می گردد. زمانی که **فناوری کریستالی** در بتن استفاده می گردد، ضد آب کردن و **دوام بتن** را با پر کردن و مسدود ساختن منافذ، شیارهای موئین، شکاف های بسیار ریز و دیگر سوراخ ها به وسیله یک فرم کریستالی بسیار مقاوم حل نشدنی، اصلاح می کند.



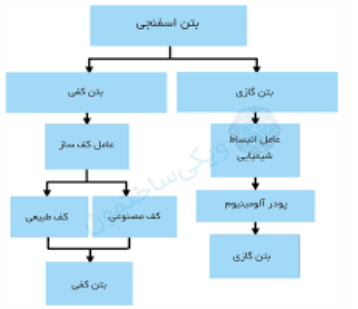
بتن اسفنجی

یکی دیگر از انواع بتن، بتن اسفنجی است که به صورت فنی ترکیبی از آب، سیمان، ماسه به مقدار خیلی کم و از همه مهم تر سنگدانه های درشت دانه می باشد نکته جالب در این بتن، وجود فضای خالی در حدود ۱۵ تا ۲۵ درصد فضای بتن می باشد در این نوع بتن هم از آب به مقدار کمتری نسبت به سایر مواد استفاده شده و در نتیجه نسبت آب به سیمان هم دستکاری شده است وجود مقدار کمتر آب و ساختار خاص **بتن اسفنجی** باعث شده که در این بتن آب سریعا تبخیر شده و مقدار کمتری آب در این بتن باقی بماند.

انواع بتن اسفنجی

بتن اسفنجی دارای دو نوع است:

۱- بتن گازی ۲- بتن کفی که نوع گازی آن با کمک **روش اتوکلاو** شده تهیه می شود و نوع کفی آن هم با اضافه کردن حباب های هوا که از قبل آماده شده اند به بتن اضافه می شود ساخته می شوند. نوع گازی بیشتر برای بلوک های سبک ساختمانی استفاده می شود و نوع کفی آن هم به عنوان پر کننده حفاری ها و عایق های حرارتی ساخته می شود.



تهیه کننده : یعقوب کمالي نیا- مهدي محتشم زاده