

معرفی انواع بتن

پیشرفت در تکنولوژی و همچنین نیاز بشر به سازه های گوناگون باعث شده تا تحقیقات وسیعی بر روی خواص و رفتار مواد صورت گیرد که بالطبع نتیجه آن ابداع گونه های مختلف سازه ها و بهره گیری از مواد گوناگون است. این امر در مورد سازه های ساخته شده از بتن و فولاد نیز صادق بوده و تا کنون بتن های گوناگونی ابداع و به بازار عرضه شده اند. در این بخش برخی از انواع و گونه های مختلف بتن ها را مورد بررسی قرار داده تا ضمن شناخت از آنان به کاربردهای فراوانی که در صنعت ساخت و ساز می توانند، داشته باشند آگاهی حاصل گردد. بتن را از نظر وزن مخصوص می توان به سه دسته تقسیم نمود. بتن معمولی، بتن سبک و بتن سنگین. لیکن این تقسیم بندی فراگیر نبوده و خواص و کاربردهای متعدد گونه های مختلف بتن ها را در بر نمی گیرد. از اینرو در ادامه ویژگی ها و کاربردهای هر کدام از انواع بتن ها، ارائه شده است. در هر حال از آنجا که در پاره ای مواقع خصوصیات بتن های دیگر با تن معمولی مقایسه می گردد، لذا لازم است بتن معمولی معرفی شود. مطابق تعریف بتن معمول، بتنی است که به صورت عادی با سیمان های معمولی تیپ (I) تا تیپ (V) پرتلند ساخته می شود. این بتن دارای وزن مخصوصی برابر با ۲۲۰۰ الی ۲۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب هستند. (معمولاً ۲۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب) و این تفاوت از ۲۲۰۰ تا ۲۵۰۰ در وزن مخصوص، ناشی از جنس دانه ها و تراکم بتن است.

بتن سبک (Light weight Concrete)

براساس تعریف موسسه (ACI) بتن سبک عبارتست از: بتنی که وزن مخصوص آن بطور محسوسی کمتر از وزن مخصوص بتن معمولی است و با سنگدانه های طبیعی یا شکسته ساخته می شود. بتن سبک اغلب به عنوان جایگزینی مناسب و مکمل برای بتن معمولی و به منظور کاهش وزن سازه به کار می رود، هر چند مقاومت فشاری نهایی آن، در مقایسه با بتن های معمولی مقدار کمتری است. معمولاً افزایش هزینه ناشی از اعمال تمهیدات ویژه در ساخت بتن سبک به ازای هر متر مکعب، با کاهش بار مرده و افزایش مقاومت بتن در مقابل آتش سوزی جبران می شود. کاهش بار مرده در سازه موجب کاهش ابعاد پی ساختمان کاهش ابعاد پی های منفرد و کاهش عرض پی های زیر دیوار، ابعاد ستون ها، تیرها و همچنین کاهش ضخامت سقف می گردد. این کاهش در جرم بتن مصرفی موجب صرفه جویی در هزینه ساخت اعضای فوق الذکر و جبران اضافه هزینه ناشی از ساخت بتن سبک خواهد شد. علاوه بر این، میزان عایق سازی صوتی و حرارتی آن به گونه ای است که در اکثر موارد استفاده از لایه های اضافی جهت عایق بندی جزیی یا کلی را منتفی می سازد، که خود از لحاظ اقتصادی به صرفه خواهد بود.

طبقه بندی بتن های سبک عموماً به دو شکل کلی صورت می گیرد.

- طبقه بندی براساس زمینه های کاربرد آن
- طبقه بندی براساس روش دستیابی به سبکی (روش دستیابی به جرم حجمی کم)

از آنجا که جرم حجمی در بتن سبک معیار اصلی شناسایی آنست، اکثر استانداردها و آئین نامه های جهانی، حد بالای جرم حجمی خشک بتن سبک را حدود ۱۹۰۰ الی ۲۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب و حد پایین جرم حجمی بتن سبک را حدوداً ۳۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب قید نموده اند. راهنمای بتن سبکدانه انجمن بتن آمریکا (ACI) در تقسیم بندی براساس زمینه های کاربرد آن تقسیم بندی شده اند.

۱- براساس زمینه های کاربرد سبک را به شکل زیر دسته بندی نموده است :

الف- بتن های سبک سازه ای: این نوع بتن عموماً دارای جرم مخصوصی بین ۱۴۰۰ تا ۱۹۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب بوده و حداقل مقاومت فشاری تعریف شده برای آنها، معادل ۱۷ نیوتن بر میلیمتر مربع است، بتن های سبک سازه ای دارای مقاومت و وزن مخصوص کافی بوده، بگونه ای که کار برد آنها را در اعضای سازه ای مجاز می سازد. در بعضی حالات امکان افزایش مقاومت تا ۶۰ نیوتن بر میلیمتر مربع نیز وجود دارد. در مناطق زلزله خیز، آیین نامه ها، حداقل مقاومت فشاری بتن سبک را به ۲۸ نیوتن بر میلیمتر مربع محدود می کنند. در بتن های سبک سازه ای از سنگدانه هایی استفاده می شود که حصول مقاومتی بیش از ۱۷ نیوتن بر میلی متر مربع و جرم مخصوص کمتر از ۱۹۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب (البته اسماً بزرگتر از ۱۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب) را امکان پذیر سازند. سنگدانه هایی که این شرایط را عموماً برآورده می کنند و سنگدانه هایی که طبق استاندارد **ASTN - C330** برای ساخت بتن های سبک سازه ای مورد استفاده هستند، عبارتند از: شیل، رس و اسلیت منبسط شده در فرایند کوره دوار، فرایند تفتیدن، سرپاره های منبسط شده، پوکه های معدنی، پوکه های صنعتی، خاکستر بادی تفتیده. تأمین مقاومت فشاری معادل ۲۷ نیوتن بر میلی متر مربع و بیشتر با بعضی از این سنگدانه ها امکان پذیر است. شرایط سایر سنگدانه ها نیز طوری است که قادر به حصول حداقل مقاومت فشاری مقرر شده برای بتن سبک سازه ای (یعنی ۱۷ نیوتن بر میلی متر مربع) می باشند. مقاومت بتن های دانه سبک، تابعی از جرم مخصوص آنها است. باید توجه داشت که جرم مخصوص بتن، عمدتاً متأثر از جرم مخصوص سنگدانه مصرفی است، به گونه ای که استفاده از مصالح سبکتر، موجب کاهش وزن مخصوص بتن خواهد شد، ولی استفاده از مصالح سنگین تر از نوع سبک، لزوماً موجب افزایش مقاومت بتن ساخته شده نخواهد گشت. بیشترین مقاومت برای بتن با استفاده از شیل، رس و اسلیت منبسط شده در فرایند کوره دوار به دست می آید. در ساخت و تولید این سنگدانه های مخصوص، مصالح خام مورد استفاده، باید دارای خاصیت انبساط و شیشه ای شدن (اصطلاحاً هم جوش شدن) در اثر حرارت ذوب باشند.

ب- بتن های سبک نیمه سازه ای: این نوع بتن از لحاظ وزن مخصوص و مقاومت فشاری در محدوده بتن های سبک سازه ای و بتن های سبک غیرسازه ای قرار دارد، بگونه ای که مقاومت فشاری آن ها بین ۷ الی ۱۷ نیوتن بر میلیمتر مربع و جرم مخصوص آنها ۸۰۰ الی ۱۲۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب می باشد. بتن های سبک نیم سازه ای با سنگدانه های تولید شده از روش های تکلیس (آهکی شدن)، سنگدانه کلینکر، محصولات منبسط شده ای نظیر سرپاره های منبسط شده، خاکستر بادی، شیل و اسلیت یا سنگدانه های تولیدی از مصالح طبیعی، مانند پوکه سنگ آذرین، سنگ های آذرین متخلخل یا توف، ساخته می شوند. جرم مخصوص بتن تولید شده با سنگدانه های فوق، بین ۸۰۰ الی ۱۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب می باشد. با تجدید نظر و اصلاح ترکیبات تشکیل دهنده بتن های سبک، می توان ساخت بتن های نیمه سازه ای را با سنگدانه هایی نظیر پرلیت، الیاف پلی استایرن و کف های اسفنجی گسترش داد. مقاومت بتن به طور معمول تابعی است از وزن مخصوص آن. کاربرد مواد افزونی نظیر تسریع کننده ها و روان کننده ها (مواد کاهش دهنده آب)، می تواند در تغییر مقاومت بتن های ساخته شده با سنگدانه های مذکور مؤثر باشد

ج- بتن سبک غیرسازه ای: این بتن برای مقاصد پرکننده و عایق بندی حرارتی و جدا کننده های سبک (تیغه های جداساز و عایق های صوتی در کف) مورد استفاده قرار می گیرند. دارای جرم مخصوصی کمتر از ۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب بوده و با وجود جرم مخصوص کم، مقاومت فشاری آن می تواند تا ۷ نیوتن بر میلیمتر مربع باشد. مزیت عمده این نوع بتن عبارتست از، کاهش هزینه لازم برای تهیه گرمایی یا سرمایی فضاها و کاهش انتقال صوت بین طبقات و

فضاهای ساختمان. بتن های سبک غیرسازه ای براساس ترکیب ساختمان خود، می توانند به دو گروه جداگانه تقسیم بندی شوند. بتن های اسفنجی که در حین ساخت آنها با استفاده از ایجاد کف، حباب های هوا در خمیر سیمان یا در ملات سیمان - سنگدانه، ایجاد می گردد. کف مورد نظر یا از طریق مواد کف زا (در حین اختلاط) تولید شده و یا به صورت کف آماده به مخلوط اضافه می شود. بتن اسفنجی می تواند جرم مخصوصی تا حدود ۲۴۰ کیلوگرم بر متر مکعب نیز داشته باشد. بتن با سنگدانه های سبک یا به اختصار بتن های دانه سبک با استفاده از پرلیت یا ورمیکولیت منبسط شده و یا الیاف های منبسط شده پلی استر، ساخته می شوند. جرم مخصوص خشک این مخلوط بین ۲۴۰ تا ۹۶۰ کیلوگرم بر متر مکعب می باشد. امروزه، اضافه کردن ریزدانه هایی با وزن معمولی به مخلوط بتن سبک، جهت بهبود خواص خزشی آن، مدنظر است. استفاده از ماسه با وزن معمولی، موجب افزایش وزن بتن و مقاومت آن خواهد شد، لیکن به منظور حصول خواص عایق بندی حرارتی (ضریب انتقال حرارت پایین)، حداکثر جرم مخصوص به ۸۰۰ کیلوگرم در متر مکعب محدود می گردد. هنگام ساخت و استفاده از بتن سبک غیرسازه ای، معمولاً علاقه مند هستیم که با کاهش وزن، خصوصیات حرارتی را افزایش دهیم، ولی باید توجه داشت، که با کاهش هر چه بیشتر وزن مخصوص بتن، مقاومت آن نیز کاهش می یابد. بهینه سازی پارامترهای فوق الذکر هنگامی که مقتضیات ویژه ای وجود دارد، در ساخت بتن سبک ناسازه ای مهم و ضروری است.

۲- طبقه بندی انواع بتن های سبک براساس روش دستیابی به سبکی (روش دستیابی به جرم حجمی کم)

اصول اولیه و روش پایه برای دستیابی به بتن سبک، ایجاد تخلخل در بتن است. لذا بتن سبک را می توان از نقطه نظر مواد بکار برده شده و روش دستیابی و شیوه تولید آن به سه روش عمده تقسیم بندی نمود.

الف - کاربرد سنگدانه های متخلخل در بتن به نام : بتن سبک دانه (Light weight Aggregate Concrete)

ب - ایجاد تخلخل در خمیر سیمان بتن که به عنوان بتن اسفنجی یا سلولی مطرح می باشد (Aerated or cellular concrete)

ج - ایجاد تخلخل و فضای خالی در بتن از طریق حذف ریزدانه ها بنام بتن بدون ریزدانه (fine No concrete)

بتن سنگین

در ساخت بتن سنگین به جای شن و ماسه از خرده های فولاد، چدن و یا سولفات باریم استفاده می شود. کاربرد اینگونه بتن باری جلوگیری از تشعشع اشعه X و Y و غیره بوده و اصولاً برای سازه های مربوط به تأسیسات اتمی و یا هر جا که امکان تشعشعات رادیواکتیو وجود دارد از اینگونه بتن استفاده می شود. وزن مخصوص بتن سنگین حدود ۵/۱ تا ۵/۲ برابر وزن مخصوص بتن معمولی است. براساس تعریف موسسه ACI آمریکا بتن سنگین، بتنی است که اساساً دارای وزن مخصوص بزرگتری نسبت به بتن های ساخته شده با سنگدانه های معمولی می باشد، و معمولاً با استفاده از سنگدانه های سنگین تهیه شده و به طور ویژه به عنوان سپر محافظ در مقابل تشعشع به کار می رود. هر چند که سپرهای محافظ در مقابل تشعشع کاربرد اصلی بتن های سنگین هستند، لیکن در ساخت وزنه های تعادلی (بتن های وزنی) و یا در مواردی که نیاز به افزایش بار مرده سازه، بدون افزایش حجم هستیم، نیز مورد استفاده می باشند. هنگامی

که بحث از بتن سنگین است، منظور بتنی با جرم مخصوص بیش از ۲۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب می باشد، که براساس نوع و اندازه سنگدانه مصرفی و شیوه تراکم و تخلیه، می تواند جرم مخصوص بیش از ۶۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب داشته باشد. بتن سنگین همواره هزینه ساخت بیشتری نسبت به بتن های معمولی دارد. این اضافه قیمت می تواند ناشی از مواردی نظیر؛ حفاری معدن، حمل مصالح، شکستن دانه بندی مصالح، اختلاط مناسب سنگدانه در خمیر سیمان، جا دادن و پرداخت سطح بتن ریخته شده باشد. هزینه حمل و نقل سنگدانه های سنگین در مقایسه با سنگدانه های معمولی که معمولاً در نزدیکی کارگاه در دسترس می باشند، نسبتاً بالاست. اکثر تجهیزات مرتبط با مصالح سنگی نظیر سنگ شکن ها و دستگاه های دانه بندی براساس خصوصیات سنگدانه های معمولی ساخته و آماده می شوند، به همین جهت در صورت استفاده از سنگدانه های سنگین سرعت استهلاک این تجهیزات افزایش می یابد. در نتیجه بازده این تجهیزات نسبت معکوس با چگالی سنگدانه ها دارد. در این حال اگر جرم مخصوص بتن معمولی حدود ۲۴۰۰ و بتن سنگین ۶۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب فرض شود، جهت تهیه یک مخلوط همگن و یکنواخت بدون اینکه بخواهیم فشار اضافی بر تجهیزات مکانیکی اعمال نماییم، باید از ۴۰ درصد ظرفیت اسمی دستگاه مخلوط کن استفاده شود. با وجودی که استحصال، حمل، شکستن و دانه بندی سنگدانه ها جهت تهیه بتن سنگین پرهزینه است و اختلاط، حمل و نقل و ریختن و پرداخت بتن ساخته شده هزینه بالاتری نسبت به بتن معمولی را در بر دارد، لیکن این نوع بتن در ساخت سپر محافظ در مقابل تشعشع، (نظیر دیواره نیروگاهها و آزمایشگاهها) ساخت وزنه های تعادلی و در مواردی که در حداقل فضا، تراکم جرم (وزن مرده زیاد) مورد نیاز باشد، کاربرد ویژه خواهد داشت. هنگامی که طراحی براساس چگالی باشد، ضخامت دیوار یا کف ممکن است با دو برابر کردن چگالی بتن ساخته شده، به میزان ۵۰ درصد کاهش یابد. با افزایش چگالی بتن، خصوصیات زیادی از بتن افزایش یافته یا دستخوش تغییر خواهد شد. یکی از مهمترین این خصوصیات، مقاومت سایشی بتن است. در صورت یکسان بودن سایر شرایط، با افزایش چگالی بتن، مقاومت سایشی آن نیز افزایش می یابد. با کاربرد برخی از مواد افزودنی پیشرفته، می توان چگالی خمیر سیمان را افزایش داده و نسبت آب به سیمان را کاهش و کارایی را افزایش داد، در ضمن با کاهش نسبت آب به سیمان بالطبع، مقاومت بتن ساخته شده نیز افزایش می یابد. علاوه بر افزودنی های شیمیایی، با بکار بردن دوده سیلیسی که یک افزودنی معدنی است، می توان نفوذ پذیری بتن، را کاهش و چگالی خمیر سیمان و مقاومت بتن را افزایش داد.

دکتر محمد حسن رامشت