



## ◀ فصل اول:

# شناخت بتن و مصالح تشکیل دهنده آن

هدف کلی: آشنایی با بتن و اجزای تشکیل دهنده آن

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند:

- ۱- خواص بتن را بیان کند؛
- ۲- مشخصات مصالح سنگی را بیان کند؛
- ۳- سیمان را تعریف کند و انواع آن را نام ببرد؛
- ۴- مشخصات آب مصرفی در سیمان را شرح دهد؛
- ۵- انواع میلگرد مصرفی در بتن را نام ببرد؛

## پیش آزمون

### سؤالات تشریحی

- ۱ - بتن از چه مصالحی تشکیل شده است؟  
.....
- ۲ - سیمان چیست؟  
.....
- ۳ - علت استفاده از میلگرد در بتن چیست؟  
.....
- ۴ - به نظر شما چرا از آب برای ساخت بتن استفاده می کنند؟  
.....
- ۵ - میلگردها را به چه شکل هایی دیده اید؟  
.....



شکل ۱-۱- بتن

## ۱-۱- بتن و اهمیت شناخت آن

امروزه مصرف بتن روز به روز در کارهای مختلف ساختمانی افزایش می‌یابد و لزوم شناخت بیشتر مصالح تشکیل دهنده بتن همراه با تکنولوژی ساخت، در تمام جوامع مهندسی پذیرفته شده است.

بتن یا سنگ مصنوعی که در ساختمان‌های امروزی، مورد مصرف بسیار دارد، تکامل آن پس از یک سلسله تحقیقات و اکتشافات به خصوص ماده اصلی آن یعنی سیمان صورت گرفت تا به شکل امروزی پدید آمد.

**تعریف:** بتن از ترکیب مقدار معین و حساب شده از آب، سیمان، ماسه، شن و بعضی مواد مضاف و افزودنی دیگر به دست می‌آید. پس از این که آب به مخلوط مصالح سنگی و سیمان افزوده شد، سیمان و آب با هم وارد فعل و انفعالات شیمیایی حرارت‌زا می‌شوند. در اثر این فعل و انفعالات ماده‌ی ژله مانند و چسبنده‌ای به وجود می‌آید که مصالح مختلف داخل مخلوط را به هم پیوند داده به صورت جسم سختی در می‌آید. عمل اختلاط بتن باید به وسیله دستگاه بتن ساز انجام شود.

## ۱-۲- مصالح تشکیل دهنده بتن

مصالح مصرفی در بتن عبارت‌اند از: سیمان، مصالح سنگی درشت دانه (شن)، مصالح سنگی ریز دانه (ماسه) و آب. علاوه بر این مصالح، مواد اصلاح کننده خواص بتن، یعنی مواد افزودنی نیز می‌توانند در بتن استفاده شوند.

## ۱-۲-۱- مصالح سنگی مصرفی در بتن

دانه‌های سنگی به دو دسته دانه‌های درشت یا شن و دانه‌های ریز یا ماسه تقسیم می‌شود. مصالح سنگی (شن و ماسه) در در مجموع حدود  $\frac{3}{4}$  تا  $\frac{2}{3}$  حجم بتن را اشغال می‌کند. ۶۰ تا ۷۰ درصد از کل دانه‌ها، شن، و ۳۰ الی ۴۰ درصد دانه‌ها را ماسه تشکیل می‌دهد.

◀ **تذکر:** مصالح سنگی ریز و درشت مصرفی در بتن باید تمیز، سخت و عاری از مواد شیمیایی جذب شده، پوشش‌های رسی، گچی و مواد ریز دیگری باشد که بر چسبندگی آن‌ها با خمیر سیمان اثر می‌گذارد.

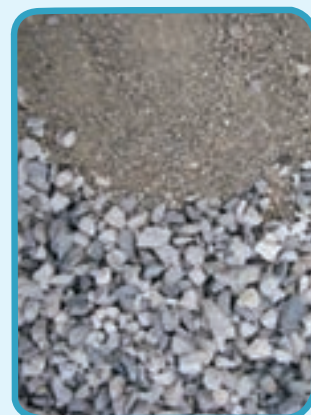
### ۱-۲-۱-۱- ماسه در بتن :

دانه‌های سنگی ریزتر از ۵ میلی‌متر را ماسه می‌گویند. ماسه‌ها را بر اساس قطر دانه به سه دسته با مشخصات درج شده در جدول زیر تقسیم می‌کنند.

جدول شماره ۱-۱ دسته بندی ماسه	
نام دسته ماسه	اندازه قطر دانه‌ها (بر حسب میلی‌متر)
درشت	۲ تا ۵
متوسط	۰/۵ تا ۲
نرمه	۰/۵ تا ۰/۰۷۵

◀ **تذکر:** میزان گل و لای مجاز برای دانه‌های ماسه حداکثر ۳ درصد می‌باشد.

◀ دانه‌های ریزتر از ۴/۷۶ میلی‌متر را ماسه و بزرگ‌تر از ۴/۷۶ تا ۶۰ میلی‌متر را شن می‌گویند. با کمی تقریب در کارگاه، دانه‌های ریزتر از ۵ میلی‌متر را ماسه و بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر، شن محسوب می‌شود.



شکل ۱-۲- دانه‌های سنگی



شکل ۱-۳- دانه‌بندی شن و ماسه



شکل ۱-۴- ماسه در بتن



شکل ۵-۱- شن

## ۲-۱-۲-۱- شن در بتن

دانه‌های سنگی بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر و کوچک‌تر از ۶۰ میلی‌متر را شن می‌گویند.

### ■ طبقه‌بندی شن:

**الف) شن طبیعی:** سنگ‌های بزرگ بر اثر عوامل جوی و حرکت سیلاب‌ها از کوه‌ها جدا شده، خرد می‌شوند و در بستر رودخانه‌ها ته‌نشین می‌شوند؛ به سنگ‌های ته‌نشین شده با قطر ۵ تا ۶۰ میلی‌متر شن طبیعی گفته می‌شود. شن طبیعی دارای گوشه‌های مدور بوده و معمولاً در هنگام ته‌نشین شدن در بستر رودخانه‌ها، با ماسه و قلوه سنگ (سنگ درشت تر از شن) مخلوط است.

جدول شماره ۲-۱ دسته بندی شن طبیعی	
نام دسته شن	اندازه قطر دانه ها (بر حسب میلی متر)
درشت	۲۵ تا ۶۰
بادامی	۱۲ تا ۲۵
نخودی	۵ تا ۱۲

**ب) شن شکسته:** سنگ‌هایی با اندازه‌های مناسب در کارخانه به وسیله‌ی دستگاه‌های سنگ شکن، خرد شده و توسط الک‌های متوالی، دانه‌بندی می‌شود. به محصول به دست آمده، شن شکسته می‌گویند.

◀ **تذکر (۱):** میزان گل ولای مجاز برای دانه‌های شن حداکثر ۱ درصد می‌باشد.

◀ **تذکر (۲):** قطر دانه‌های شن برای ساخت بتن معمولی بین ۵ تا ۲۲ میلی‌متر است

## برای مطالعه ...

طبق مشخصات و ضوابط مشخص شده در آئین نامه بتن ایران (آبا)، بزرگ‌ترین اندازه اسمی سنگدانه‌های درشت نباید از هیچ کدام از مقدار زیر بزرگ‌تر باشد:

الف:  $\frac{1}{5}$  کوچکترین بعد داخلی قالب بتن

ب:  $\frac{1}{3}$  ضخامت دال

ج:  $\frac{3}{4}$  حداقل فاصله آزاد بین میلگردها

د:  $\frac{3}{4}$  ضخامت پوشش روی میلگردها

ه: ۳۸ میلی متر در بتن مسلح

## شکل و بافت سطحی و ظاهری دانه‌ها

دانه‌های موجود در طبیعت (شن و ماسه) را از نظر شکل ظاهری می‌توان به پنج دسته تقسیم کرد:

۱- **دانه‌های گرد:** دانه‌هایی هستند که در اثر فرسایش در طبیعت شکل آن‌ها گرد و سطح آن‌ها صاف شده است.

۲- **دانه‌های نامنظم:** معمولاً دارای سطح صاف و صیقلی هستند ولی شکل آن‌ها کاملاً گرد نیست.

۳- **دانه‌های گوشه‌دار:** دارای سطح صاف نیستند، همچنین شکل هندسی مشخصی نداشته و اکثراً دارای گوشه‌های مشخص و تیز هستند.

۴- **دانه‌های پولکی شکل:** دانه‌هایی هستند که ضخامت آن‌ها نسبت به دو بُعد دیگر آن‌ها کم است.

۵- **دانه‌های سوزنی شکل:** دانه‌هایی هستند که طول آن‌ها نسبت به دو بُعد دیگر به میزان قابل توجهی بیش تر است.



شکل ۶-۱- دانه‌های گرد



شکل ۷-۱- دانه‌های نامنظم



شکل ۸-۱- دانه‌های گوشه دار



شکل ۹-۱- دانه‌های پولکی

اصولاً در بتن سازی از دانه‌های گرد، نامنظم و گوشه‌دار استفاده می‌شود. دانه‌های گرد در مقایسه با دانه‌های نامنظم و گوشه‌دار، در بتن کم‌ترین مصرف سیمان را دارد. از نظر مقاومت نهائی بتن، بتنی که با دانه‌های گوشه‌دار ساخته می‌شود به دلیل امکان درگیر شدن بهتر با دانه‌ها با یکدیگر و برقراری اصطکاک بهتر بین آن‌ها، مقاوم‌تر خواهد بود.



شکل ۱۰-۱ - کارخانه سیمان

## ۲-۲-۱- سیمان در بتن

سیمان اصطلاحاً به ماده‌ای اطلاق می‌شود که با انجام واکنش شیمیایی با آب (واکنش هیدراتاسیون) نقش چسباندن مصالح سنگی به یکدیگر و تولید جسم سخت بتن را ایفا می‌کند. عمده مواد اولیه سیمان از خاک رس و آهک تشکیل شده است.

## برای مطالعه ...

اگر مخلوطی از سنگ آهک، خاک رس با گچ در کوره‌ای دوار با حرارت زیاد پخته شود، دانه‌هایی به رنگ سبز تیره در می‌آید که به آن کلینکر گفته می‌شود. درشتی دانه‌های کلینکر بین ۰/۵ تا ۲ سانتی‌متر است. اگر کلینکر با مقدار کمی گچ از طریق آسیاب کردن به پودر تبدیل شود، محصول به‌دست آمده سیمان خواهد بود.

زمانی که سیمان با آب مخلوط شود واکنش شیمیایی آغاز می‌گردد و بر روی سطح هر دانه سیمان مواد حاصل از هیدراته شدن پدید می‌آید که در اثر اتصال این مواد به یکدیگر تمام دانه‌ها با هم ارتباط می‌یابند. در اثر این ارتباط بتن سفت و سخت می‌شود و سرانجام مقاومت حاصل می‌شود.

این واکنش‌های شیمیایی هیدراتاسیون نامیده می‌شود که با تولید حرارت همراه است. البته حرارت حاصل از هیدراتاسیون به سرعت از بین می‌رود. پس از قالب‌برداری دیوارهای با ضخامت ۲۰ سانتی‌متری و بیش‌تر، حتی پس از گذشت ۲۴ ساعت از زمان بتن‌ریزی، چنان‌چه لمس گردد، دمای بتن احساس می‌شود.



شکل ۱۱-۱ - مراحل تولید سیمان

جدول ۳-۱  
مواد تشکیل دهنده سیمان

درصد	مواد اولیه در سیمان
۶۳ درصد	آهک
۲۰ درصد	سیلیس
۶ درصد	آلومین
۳ درصد	اکسید آهن
۱/۵ درصد	اکسید منیزیم



## ۱-۲-۲-۱- انواع سیمان :

■ سیمان‌های مصرفی در بتن عبارت‌اند از: سیمان‌های پرتلند پنج‌گانه و سیمان‌های ویژه.

### الف) سیمان پرتلند

سیمان پرتلند، سیمانی است که از آسیاب کردن کلینکر، به همراه مقدار مناسبی سنگ گچ یا سولفات کلسیم متبلور خام به دست می‌آید. مطابق استانداردهای ایران، سیمان پرتلند به پنج نوع زیر تقسیم می‌شود:

**نوع ۱- سیمان پرتلند معمولی I :** یک سیمان معمولی است که برای مصارف عمومی ساختمان به کار می‌رود.

**نوع ۲- سیمان با حرارت زایی متوسط II :** سیمان پرتلند اصلاح‌شده؛ سیمان با خصوصیات متوسط است که نسبت به نوع I حرارت کمتری آزاد کرده و برای مصرف در محیط‌هایی که احتمال حمله ضعیفی از سولفات وجود خواهد داشت، مناسب است.

**نوع ۳- سیمان با تاب زیاد III :** سیمان زودگیر؛ این سیمان برای ساخت بتن در هوای سرد به جهت آزاد کردن گرمای بیش‌تر و کم کردن دوره مراقبت مناسب است.

**نوع ۴- سیمان با حرارت زایی کم IV :** سیمان کندگیر؛ این سیمان معمولاً در هوای گرم به دلیل تولید حرارت کم‌تر و تسهیل در امر مراقبت از بتن، استفاده می‌شود.

**نوع ۵- سیمان ضد سولفات V :** این نوع سیمان یک سیمان ضد سولفات و یا مقاوم در مقابل حمله سولفات‌ها محسوب می‌شود. همچنین این سیمان تاحدودی خصوصیات دیرگیری داشته و نسبت به سیمان نوع اول، حرارت کم‌تری تولید می‌کند.

### ب) سیمان‌های ویژه

امروزه سیمان را در انواع و رنگ‌های مختلف می‌سازند و به بازار عرضه می‌کنند که متداول‌ترین آن‌ها به شرح زیر است :

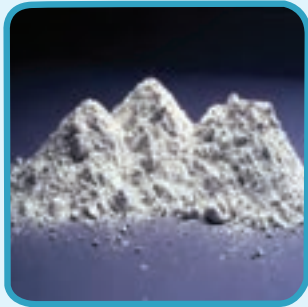
■ **سیمان پرتلند سفید:** اگر مواد خام سیمان پرتلند معمولی، اکسید آهن نداشته باشد، یا آن را از مواد خام جدا کنند، رنگ سیمان سفید می‌شود. بدین ترتیب سیمان پرتلند سفید از آسیاب کردن کلینکر سیمان سفید با مقدار مناسبی سنگ گچ به دست می‌آید.

■ **سیمان‌های رنگی:** این نوع سیمان از افزودن ۵ تا ۱۰ درصد مواد رنگی معدنی بی اثر شیمیائی به سیمان پرتلند معمولی یا سیمان سفید به دست می‌آید. از سیمان پرتلند معمولی برای ساخت



شکل ۱۲-۱ - سیمان





شکل ۱۳-۱- سیمان پرتلند پوزولانی

◀ پوزولان: یکنواخت کننده ی حباب های هوا و گسترش دهنده ی منظم حباب های هوا در تمامی حجم بتن می باشد؛ که علاوه بر آن مقاومت بتن را در مقابل زمین های شوره زار افزایش داده سطح خارجی بتن را صاف و مسطح می کند.

سیمان‌های پرتلند رنگی قرمز، قهوه‌ای و سیاه استفاده می‌شود. برای ساخت سیمان به رنگ‌های دیگر، از سیمان سفید استفاده می‌شود.

### ج) سیمان پرتلند آمیخته

■ **سیمان پرتلند پوزولانی:** سیمان پرتلند پوزولانی، چسباننده‌ای آبی است که مخلوط کامل، یکنواخت و همگنی از سیمان پرتلند، پوزولان و سنگ گچ آسیاب شده می‌باشد.

■ **سیمان پرتلند روباره‌ای یا سرباره‌ای:** این سیمان از آسیاب کردن ۱۵ تا ۹۵ درصد سرباره‌ی کوره آهن‌گدازی فعال و غیر کریستالی، کلینکر سیمان پرتلند و مقدار مناسبی سنگ گچ به دست می‌آید. این نوع سیمان پایداری بیشتری در برابر سولفات‌ها دارد و بتن ساخته شده با آن، نفوذ پذیری کم‌تر و دوام بیشتری دارد. این سیمان در برابر سیمان پرتلند معمولی، دیرگیرتر و گرمای آبگیری آن کم‌تر است.

### د) سیمان پرتلند بنایی

استفاده از این سیمان در بتن و بتن آرمه مجاز نمی‌باشد و فقط در ملات و مانند آن به کار می‌رود.

### ۲-۲-۱- مواد افزودنی (مضاف)

مواد مضاف، مواد شیمیایی خاصی هستند که به صورت محلول و یا پودر عرضه می‌شوند. مواد مضاف به بتن افزوده می‌شود تا بعضی از ویژگی‌های بتن تازه یا سخت شده را تغییر دهد.

حداکثر میزان مصرف این مواد ۵ درصد وزن سیمان است. برخی از این مواد عبارت‌اند از:

- مواد افزودنی کندگیر کننده
- مواد افزودنی تندگیر کننده
- مواد افزودنی حباب هواساز
- مواد افزودنی نگهدارنده آب
- مواد افزودنی کاهنده جذب آب

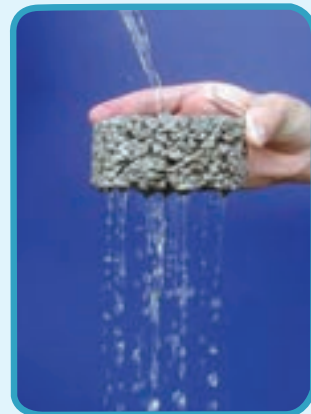
◀ تذکر: منظور از بتن با عیار  $250 \text{ kg/m}^3$ ، این است که در هر متر مکعب بتن، ۲۵۰ کیلوگرم سیمان استفاده شده است.

## در بتن

- آب به سه صورت در بتن به کار می‌رود:
- ۱- آب مصرفی برای شستشوی سنگدانه‌ها
- ۲- آب به عنوان یکی از اجزاء تشکیل دهنده بتن
- ۳- آب مصرفی برای عمل آوردن بتن

آب یکی از اجزاء اصلی بتن محسوب و نقش مهمی را در بتن ایفا می‌کند. بدون وجود آب، سیمان هیدراته نمی‌شود (واکنش‌های شیمیایی لازم با سیمان انجام نمی‌شود) و خمیر چسبنده‌ای که سبب انسجام بتن می‌شود، تولید نگردیده، لذا یکپارچگی و سخت شدن مصالح بتن انجام نمی‌شود. قسمتی از آبی که در بتن مصرف می‌شود (حدود ۲۵ درصد وزن سیمان)، جذب ذرات سیمان شده و در واکنش‌های شیمیایی به کار گرفته می‌شود. اما در عمل، ساخت بتن با این نسبت آب امکان‌پذیر نیست؛ زیرا چنین بتنی به اندازه‌ای سفت است که کار کردن با آن میسر نمی‌باشد. به همین جهت باید نسبت آب به سیمان ( $\frac{W}{C}$ ) را تا آنجایی افزایش داد که به سهولت بتوان با بتن کار کرد. لذا این نسبت را تا ۴۰ الی ۶۰ درصد وزن سیمان افزایش می‌دهند. اما در همین محدوده باز هم هر چه این نسبت را کم‌تر بگیرند، بهتر خواهد بود. زیرا مازاد آب که در واکنش شیمیایی شرکت نمی‌کند، جا اشغال کرده و در نهایت در بتن محبوس می‌شود و یا تبخیر شده و فضای خالی ایجاد می‌کند، یعنی در هر حال از حجم مفید بتن می‌کاهد.

آب مصرفی در ساخت بتن باید تمیز و صاف باشد و از مصرف آب حاوی مقدار زیادی از هر نوع ماده که قادر به صدمه زدن به بتن یا میلگرد است، از قبیل: روغن‌ها، اسیدها، قلیاها، املاح، مواد قندی و مواد آلی، خودداری می‌گردد. مقادیر مواد زیان‌آور در آب مصرفی در بتن نباید از مقادیر حداکثر مجاز تجاوز کند.



شکل ۱۴-۱- آب در بتن

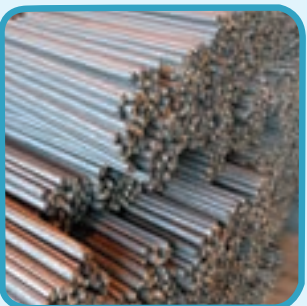
◀ **توجه:** هر آبی که PH (درجه اسیدیته) آن بین ۵ الی ۸/۵ بوده و طعم شوری نداشته باشد؛ هم چنین فاقد جلبک و مواد آلی باشد یا آب آشامیدنی که درصد املاح یون‌های سدیم و پتاسیم آن کم باشد برای استفاده در بتن مناسب است.



شکل ۱۵-۱- فولاد در بتن



شکل ۱۶-۱- میلگرد با رویه صاف



شکل ۱۷-۱- میلگرد با رویه آجدار

## ۴-۲-۱- فولاد در بتن

بتن ماده‌ای است که دارای مقاومت زیادی در فشار است. از این رو استفاده از آن برای قطعات تحت فشار مانند ستون‌ها و قوس‌ها بسیار مناسب است، ولی علی‌رغم مقاومت فشاری قابل توجه، مقاومت کششی کم و شکنندگی نسبتاً زیاد بتن، استفاده از آن را برای قطعاتی که کاملاً و یا به‌طور موضعی تحت کشش هستند محدود می‌نماید. برای رفع این محدودیت اعضاء بتنی را با قرار دادن فولاد در آن‌ها تقویت می‌کنند. ماده مرکبی که بدین ترتیب حاصل می‌شود **بتن آرمه** یا **بتن مسلح** می‌نامند. فولادی که برای این منظور در سازه‌های بتن آرمه بکار می‌رود معمولاً به شکل میلگرد یا سیم می‌باشد که آرماتور نامیده می‌شود. مطالب این بخش اساساً به فولادی که برای مسلح کردن بتن به کار می‌رود و به صورت میلگرد است، اختصاص دارد.




### ۱-۴-۲-۱- انواع میلگردهای مصرفی در بتن

#### ■ طبقه‌بندی میلگردها از نظر روش ساخت

- ۱) فولاد گرم نورد شده
- ۲) فولاد سرد اصلاح شده
- ۳) فولاد گرم اصلاح شده یا فولاد ویژه

#### ■ طبقه‌بندی میلگردها از نظر شکل رویه

- ۱) میلگرد با رویه صاف یا میلگرد ساده **A I**: استفاده از این نوع میلگرد به عنوان میلگرد سازه‌ای در سازه‌های بتن آرمه مجاز نیست.
- ۲) میلگرد با رویه آج‌دار **A II**: آج عبارت است از برجستگی‌هایی که به صورت طولی یا در امتدادی غیر از طول میلگرد در هنگام نورد بر روی آن ایجاد می‌شود.
- ۳) میلگرد با رویه آج‌دار پیچیده **A III**: این نوع میلگرد از پیچاندن میلگرد آج‌دار به‌دست می‌آید.

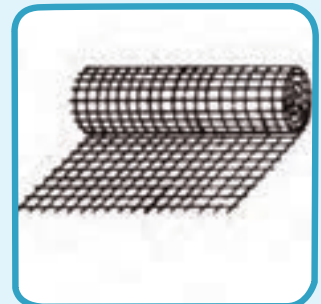
جدول شماره ۱-۱ دسته‌بندی ماسه		
عنوان	شکل	مقاومت کششی و فشاری مجاز (Kg/mm <sup>2</sup> )
میلگرد ساده Ø یا A I		۲۴
میلگرد آج‌دار Ø یا A II		۳۰
میلگرد آج‌دار تابنده یا پیچیده Ø یا A III		۴۲ تا ۵۰



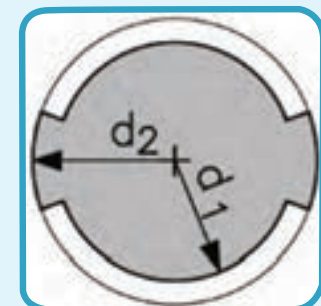
شکل ۱-۱۸ میلگرد کلاف



شکل ۱-۱۹ میلگرد شاخه‌ای



۱-۲۰ شبکه سیمی میلگرد



۱-۲۱ - قطر زمینه و قطر خارجی

### میلگردها به سه صورت به بازار عرضه می‌گردند:

میلگردهای با قطر کم بین ۶ تا ۱۰ میلی‌متر می‌توانند به صورت شاخه‌ای یا به صورت قرقره و کلاف تهیه می‌شوند.

میلگردهای با قطر بیش‌تر از ۱۰ میلی‌متر به صورت شاخه‌های ۱۲ متری (۱۸ متری برای میلگردهای آمریکائی) عرضه می‌شوند.

برای مسلح کردن اعضاء بتنی، میلگردها را در محل کارگاه به یکدیگر می‌بندند و یا در کارخانه به نحو خاصی به یکدیگر جوش کرده و برای نصب به کارگاه حمل می‌کنند. به این نمونه از آرماتوربندی پیش ساخته، شبکه سیمی جوش شده می‌گویند که برای مسلح کردن دال‌ها و پوسته‌ها کاربرد فراوانی دارد.

### ۲-۴-۱-۲ مشخصات هندسی میلگردها

قطر زمینه (d<sub>1</sub>): قطر زمینه یعنی قطر میلگرد آج‌دار بدون در نظر گرفتن آج آن.

قطر خارجی (d<sub>2</sub>): قطر خارجی یعنی قطر میلگردها با احتساب کامل آج.

قطر اسمی (M): قطر اسمی تقریباً میانگین قطر زمینه و قطر خارجی میلگرد است.

$$d_2 = 2 \sqrt{\frac{M}{0.00785 \pi L}} \quad \text{قطر اسمی از رابطه روبرو به دست می‌آید.}$$

جدول ۵-۱- مشخصات قطر میلگردها میلگردهای S340 و S400 (با آج یکنواخت)		
قطر خارجی (d2) (mm)	قطر زمینه (d1) (mm)	قطر اسمی (M) (mm)
۶/۷۵	۵/۷۵	۶
۹/۰۰	۷/۵۰	۸
۱۱/۳۰	۹/۳۰	۱۰
۱۳/۵۰	۱۱/۰۰	۱۲
۱۵/۵۰	۱۳/۰۰	۱۴
۱۸/۰۰	۱۵/۰۰	۱۶
۲۰/۰۰	۱۷/۰۰	۱۸
۲۲/۰۰	۱۹/۰۰	۲۰
۲۴/۰۰	۲۱/۰۰	۲۲
۲۷/۰۰	۲۴/۰۰	۲۵
۳۰/۵۰	۲۶/۵۰	۲۸
۳۴/۵۰	۳۰/۵۰	۳۲
۳۹/۵۰	۳۴/۵۰	۳۶
۴۳/۵۰	۳۸/۵۰	۴۰

## سؤالات چهار گزینه‌ای ...

(۱) اصطلاح «بتن آرمه» یعنی:

الف - بتن غیر مسلح

ب - بتن ضد سولفات

ج - بتن مسلح

د - بتن سولفاته

(۲) کدامیک از مواد زیر درصد بیشتری از حجم سیمان را به خود

اختصاص می‌دهد؟

الف - سیلیس

ب - آهک

ج - گچ

د - آهن

(۳) منظور از بتن با عیار  $350 \text{ kg/m}^3$  چیست؟

الف - مقدار سیمان در هر مترمکعب بتن،  $350$  کیلوگرم است.

ب - مقدار شن و ماسه در هر مترمکعب بتن،  $350$  کیلوگرم است.

ج - مقدار سیمان در هر مترمکعب شن و ماسه،  $350$  کیلوگرم است.

د - مقاومت بتن در هر مترمکعب را نشان می‌دهد.

(۴) میلگردهای با قطر بیش از  $10$  میلی‌متر، به چه صورت به بازار

عرضه می‌گردند؟

الف - شاخه‌های  $12$  متری

ب - شاخه‌های  $18$  متری

ج - قرقره و کلاف شده

د - شبکه سیمی جوش شده

۵) برای ساختن بتن‌هایی که در مقابل تأثیر متوسط سولفات‌ها قرار می‌گیرد، از سیمان پرتلند ..... استفاده می‌شود.

الف - نوع یک

ب - نوع دو

ج - نوع سه

د - نوع پنج

۶) از آسیاب کردن کلینکر به همراه مقدار مناسبی سنگ گچ و سولفات کلسیم متبلور خام، چه ماده‌ای به دست می‌آید؟

الف - بتن

ب - سیمان

ج - شن شکسته

د - شن طبیعی

۷) جمله زیر را کامل کنید:

«بدون وجود ..... ، سیمان هیدراته نمی‌شود».

الف - آلومین

ب - آهک

ج - سیلیس

د - آب

۸) دانه‌های سنگی بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر و کوچک‌تر از ۶۰

میلی‌متر را ..... می‌گویند.

الف - شن

ب - ماسه

ج - رس

د - لای



۹) نسبت مصالح سنگی موجود در بتن ..... می باشد.

الف -  $1/2$  تا  $1/3$

ب -  $2/3$  تا  $3/4$

ج -  $1/2$  تا  $3/4$

د -  $1/3$  تا  $3/4$

۱۰) استفاده از کدام نوع میلگرد در ساخت سازه های بتنی مجاز نمی باشد؟

الف - میلگرد ساده

ب - میلگرد آج دار و ساده

ج - میلگرد آج دار و پیچیده

د - میلگرد پیچیده و ساده

### سوالات تشریحی ...

۱ - مواد تشکیل دهنده بتن را نام ببرید.

۲ - انواع سیمان پرتلند را نام ببرید.

۳ - سیمان از چه موادی تشکیل شده است؟

۴ - مشخصات سیمان ضد سولفات چیست؟

۵ - چهار نمونه از مواد افزودنی سیمان را نام ببرید.

۶ - علت استفاده از میلگرد را در بتن شرح دهید.

۷ - آب مورد استفاده در بتن باید دارای چه خصوصیات باشد؟

۸ - میلگردها از نظر شکل رویه به چند دسته تقسیم می شوند؟ نام ببرید.

۹ - منظور از قطر اسمی میلگرد چیست؟

۱۰ - میلگرد به چه صورتی در بازار عرضه می گردد؟ شرح دهید.