



راهنمای جامع

۲

اجرای اجزای بتنی سازه‌ها

معرفی بتن، انواع بتن و بتن‌های ویژه



مؤلف:

دکتر حسین خمسه پور



سرشناسه:
عنوان و نام پدیدآور:
مشخصات نشر:
مشخصات ظاهری:
فروست:
شابک:
وضعیت فهرست نویسی:
موضوع:
موضوع:
موضوع:
موضوع:
رده بندی کنگره:
رده بندی دیویی:
شماره کتابشناسی ملی:
اطلاعات رکورد کتابشناسی:

خمسه پور، حسین، ۱۳۴۴-
معرفی بتن، انواع بتن و بتن های ویژه/ مؤلف حسین خمسه پور.
تهران: نوآور، ۱۴۰۰.
۳۶۲ص.
راهنمای جامع اجرای اجزای بتنی سازه ها؛ ۲.
۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۵۹۱-۰
فیپا
بتن -- Concrete
سازه های بتنی -- * Concrete structures
سازه های بتنی -- طراحی و ساخت
Concrete structures -- Design and construction*
۴۳۹TA
۶۲۰/۱۳۶
۸۵۱۴۷۰۷
فیپا

راهنمای جامع اجرای اجزای بتنی سازه ها (۲) معرفی بتن، انواع بتن و بتن های ویژه



نشر نوآور

مؤلف: دکتر حسین خمسه پور
ناشر: نوآور
مدیر فنی: محمدرضا نصیرنیا
شمارگان: ۵۰۰ نسخه
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۵۹۱-۰

مرکز پخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهسادی
ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸
طبقه اول، واحد ۳ تلفن: ۹۲-۶۶۴۸۴۱۹۱، www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و
مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر
نوآور می باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل
هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع
انتشار به صورت اینترنتی، سی دی، دی وی دی، فیلم فایل صوتی یا
تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام
است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

لطفاً جهت دریافت الحاقات و اصلاحات احتمالی این کتاب به سایت انتشارات نوآور مراجعه فرمایید.

www.noavarpub.com • telegram.me/noavarpub • https://www.instagram.com/noavarpub/

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۸
مقدمه.....	۹
فصل اول / بتن و بتن ریزی	۱۱
۱-۱- مقدمه.....	۱۱
۲-۱- مصالح تشکیل دهنده بتن.....	۱۳
۱-۲-۱- مصالح سنگی.....	۱۳
۱-۱-۲-۱- ویژگی‌های مصالح سنگی.....	۱۴
۱-۱-۱-۲-۱- مقاومت سایشی دانه‌ها.....	۱۴
۲-۱-۱-۲-۱- مقاومت در برابر یخ‌زدگی و ذوب شدن دانه‌ها.....	۱۴
۳-۱-۱-۱-۲-۱- پایداری شیمیایی دانه‌ها.....	۱۴
۴-۱-۱-۲-۱- شکل سطح دانه‌ها.....	۱۴
۵-۱-۱-۲-۱- جذب آب و رطوبت سطحی دانه‌ها.....	۱۵
۲-۱-۲-۱- نکاتی در خصوص نگاه‌داری مصالح سنگی در دیو.....	۱۵
۲-۲-۱- سیمان.....	۱۶
۱-۲-۲-۱- انواع سیمان.....	۱۷
۱-۱-۲-۲-۱- سیمان‌های طبیعی.....	۱۷
۲-۱-۲-۲-۱- سیمان‌های پرتلند.....	۱۷
۲-۲-۲-۱- ضوابط نگاه‌داری (انبار کردن) سیمان کیسه‌ای و فله.....	۳۴
۳-۲-۱- آب.....	۳۶
۱-۳-۳-۲-۱- اثر برخی ناخالصی‌های موجود در آب بر روی کیفیت بتن.....	۳۷
۱-۱-۳-۳-۲-۱- اثر کربنات‌ها و بی‌کربنات‌ها.....	۳۷
۲-۱-۳-۳-۲-۱- اثر کلرید و سولفات‌ها.....	۳۷
۳-۱-۳-۳-۲-۱- اثر املاح معدنی.....	۳۷
۴-۱-۳-۳-۲-۱- اثر آب دریا.....	۳۸
۵-۱-۳-۳-۲-۱- اثر آب‌های اسیدی.....	۳۸
۶-۱-۳-۳-۲-۱- اثر آب‌های قلیایی.....	۳۸
۷-۱-۳-۳-۲-۱- اثر هرز آب‌های صنعتی.....	۳۸
۸-۱-۳-۳-۲-۱- اثر آب‌های فاضلاب.....	۳۸
۹-۱-۳-۳-۲-۱- اثر شکر.....	۳۸
۱۰-۱-۳-۳-۲-۱- اثر رس، لای، مواد معلق و پودر سنگ.....	۳۹
۱۱-۱-۳-۳-۲-۱- اثر چربی‌ها.....	۳۹
۱۲-۱-۳-۳-۲-۱- اثر خزه.....	۳۹
۲-۳-۳-۲-۱- حمل و نقل، نگاه‌داری و ذخیره نمودن آب مصرفی بتن.....	۳۹
۴-۲-۱- مواد افزودنی (مضاف یا چاشنی) بتن.....	۳۹
۱-۴-۲-۱- مواد افزودنی هوازا (حباب‌زا).....	۴۰
۲-۴-۲-۱- مواد افزودنی روان‌کننده.....	۴۲
۳-۴-۲-۱- مواد افزودنی ضد یخ.....	۴۲
۴-۲-۱- مواد افزودنی منبسط شونده.....	۴۲
۵-۴-۲-۱- مواد افزودنی آب‌بند.....	۴۳
۶-۴-۲-۱- مواد افزودنی زودگیرکننده.....	۴۳
۵-۲-۱- مواد جایگزین سیمان (مکمل سیمان).....	۴۴
۱-۵-۲-۱- پوزولان.....	۴۴
۲-۵-۲-۱- مواد شبه سیمانی.....	۴۴
۱-۲-۵-۲-۱- روباره یا سرباره کوره‌های آهن‌گذاری.....	۴۴
۲-۲-۵-۲-۱- خاکستر بادی رده C.....	۴۴
۳-۵-۲-۱- گاز سیلیس.....	۴۴
۳-۱- مراحل اجرای بتن.....	۴۵
۱-۳-۱- پیش‌نیازهای شروع بتن‌ریزی.....	۴۵
۱-۱-۳-۱- نصب و راه‌اندازی تجهیزات و تاسیسات ساخت بتن و تامین ماشین‌آلات حمل بتن، تجهیزات بتن‌ریزی و تجهیزات متراکم کردن بتن.....	۴۵
۲-۱-۳-۱- طرح اختلاط بتن.....	۴۵
۲-۳-۱- بتن‌ریزی.....	۴۶
۱-۲-۳-۱- آماده‌سازی محل بتن‌ریزی.....	۴۶
۲-۲-۳-۱- ساخت بتن.....	۴۶
۳-۲-۳-۱- حمل بتن.....	۴۶
۴-۲-۳-۱- بتن‌ریزی.....	۴۷
۵-۲-۳-۱- تراکم بتن.....	۴۹
۶-۲-۳-۱- پرداخت سطح بتن.....	۴۹
۳-۳-۱- فعالیت‌های بعد از بتن‌ریزی.....	۵۰
۱-۳-۳-۱- محافظت از بتن.....	۵۰
۲-۳-۳-۱- عمل‌آوری (مراقبت از) بتن.....	۵۰
۱-۲-۳-۳-۱- روش‌های عمل‌آوری بتن.....	۵۲
۳-۳-۳-۱- پروراندن بتن (در صورت نیاز).....	۶۳
۱-۳-۳-۳-۱- پروراندن بتن با بخار آب.....	۶۳
۲-۳-۳-۳-۱- پروراندن بتن با حرارت‌رسانی خشک.....	۶۵
۳-۳-۳-۳-۱- پروراندن بتن با عایق حرارتی.....	۶۵
۴-۳-۳-۳-۱- پروراندن بتن با اعمال دما در داخل بتن.....	۶۷
۴-۳-۳-۳-۱- ترمیم و تعمیر بتن (در صورت نیاز).....	۶۸
۴-۱- آزمایش‌های بتن.....	۶۸
۱-۴-۱- آزمایش‌های بتن تر.....	۶۸
۱-۱-۴-۱- اندازه‌گیری روانی بتن.....	۶۸
۱-۱-۴-۱- آزمایش اسلامپ بتن.....	۶۸
۲-۱-۴-۱- آزمایش Vee Bee.....	۷۲
۳-۱-۴-۱- آزمایش تعیین ضریب (فاکتور) تراکم بتن (آزمایش میزان تراکم بتن).....	۷۴
۴-۱-۴-۱- آزمایش تعیین درصد جریان بتن و آزمایش میز جریان بتن.....	۷۷
۵-۱-۴-۱- آزمایش جریان اسلامپ بتن خودتراکم.....	۷۸
۲-۱-۴-۱- اندازه‌گیری دمای بتن.....	۸۰

- ۱۴۳-۳-۴-۱- پرایمر کلتار اپوکسی بتن
 ۱۴۴-۴-۴-۱- پرایمر پلی‌یورتان بتن
 ۱۴۵-۵-۶-۱- پرایمر اکریلیکی بتن
 ۱۴۶-۶-۶-۱- پرایمر نفوذگر و کریستال شونده بتن.....

فصل دوم / انواع بتن ۱۴۷

- ۱-۲-۱- مقدمه
 ۲-۲-۱- انواع بتن پایه سیمانی
 ۱-۲-۲- بتن مگر
 ۲-۲-۲- بتن معمولی
 ۳-۲-۲- بتن ساده
 ۴-۲-۲- بتن مسلح (بتن آرمه یا بتن تقویت شده)
 ۵-۲-۲- بتن ابداعی
 ۶-۲-۲- بتن آماده
 ۷-۲-۲- بتن پیش‌ساخته
 ۸-۲-۲- بتن سانلویچی یا پانل‌های سه بعدی (3D Panel)
 ۹-۲-۲- بتن درجا (بتن درجاریز)
 ۱۰-۲-۲- بتن پمپی
 ۱۱-۲-۲- بتن حجیم
 ۱۲-۲-۲- بتن زودگیر
 ۱۳-۲-۲- بتن دیرگیر
 ۱۴-۲-۲- بتن اکسپوز (بتن نما)
 ۱۵-۲-۲- بتن استامپی (منقش یا دکوراتیو)
 ۱۶-۲-۲- بتن رنگی
 ۱۷-۲-۲- بتن ضد سایش
 ۱۸-۲-۲- بتن با تراکم بالا
 ۱۹-۲-۲- بتن با مقاومت اولیه بالا (بتن سریع‌الاثرا یا بتن توانمند) و بتن با حصول مقاومت خیلی سریع
 ۲۰-۲-۲- بتن پودری (بتن فوق توانمند و یا بتن با عملکرد فوق‌العاده بالا)
 ۲۱-۲-۲- بتن پُربازده
 ۲۲-۲-۲- بتن آب‌بند
 ۲۳-۲-۲- بتن ساخته شده با نانو موادها
 ۱-۲۳-۲-۲- بتن ضد آب کریستالی
 ۲-۲۳-۲-۲- بتن هوشمند
 ۳-۲۳-۲-۲- بتن با عملکرد بالا و بتن با عملکرد بالای چند منظوره
 ۲۴-۲-۲- بتن انعطاف‌پذیر (بتن کامپوزیت سیمانی مهندسی، بتن خود به‌خود ترمیم شونده، بتن خَم‌شونده و بتن فرم‌پذیر مقاوم در مقابل زلزله) و بتن مقاوم در برابر زلزله
 ۲۵-۲-۲- بتن ترمی
 ۲۶-۲-۲- بتن غلتکی
 ۲۷-۲-۲- شاکرتیت (بتن پاشیدنی یا بتن پرتابی).....

- ۳-۱-۴-۱- آزمایش اندازه‌گیری هوا در بتن خمیری
 ۲-۴-۱- تعیین مقاومت فشاری بتن براساس نمونه‌گیری از بتن تر
 ۱-۲-۴-۱- نمونه‌گیری از بتن تر
 ۲-۲-۴-۱- عمل‌آوری اولیه نمونه‌ها
 ۳-۲-۴-۱- حمل و نقل و خارج نمودن نمونه‌ها از قالب
 ۴-۲-۴-۱- عمل‌آوری ثانویه نمونه‌های بتنی در شرایط آزمایشگاهی
 ۵-۲-۴-۱- کنترل کفایت عمل‌آوری بتن در شرایط واقعی (عمل‌آوری کارگاهی نمونه‌های بتن)
 ۶-۲-۴-۱- آزمایش تعیین مقاومت فشاری نمونه‌ها
 ۷-۲-۴-۱- آماده‌سازی نمونه‌های استوانه‌ای بتن
 ۱-۷-۲-۴-۱- کلاهک‌گذاری پیوسته (چسبیده) نمونه‌های استوانه‌ای بتن
 ۲-۷-۲-۴-۱- کلاهک‌گذاری ناپیوسته (غیرچسبیده) نمونه‌های استوانه‌ای بتن
 ۳-۴-۱- تعیین مقاومت فشاری بتن با آزمایش بر روی قطعه بتنی
 ۱-۳-۴-۱- تعیین مقاومت فشاری قطعه بتنی اجرا شده به کمک اندازه‌گیری سختی سطح بتن با چکش اش‌میت
 ۲-۳-۴-۱- تعیین مقاومت فشاری قطعه بتنی اجرا شده به کمک مغزه‌گیری از بتن
 ۴-۴-۱- تست التراسونیک بتن
 ۵-۴-۱- سنجش پوشش بتن (اسکن شبکه آرمانور مدفون در بتن)
 ۵-۱- آسیب‌دیدگی‌های بتن
 ۱-۵-۱- ترک
 ۲-۵-۱- درز سرد در بتن
 ۳-۵-۱- ترک‌های زودرس حرارتی
 ۴-۵-۱- ترک‌های ناشی از شوک حرارتی
 ۵-۵-۱- پوسته شدن سطح بتن
 ۶-۵-۱- شستگی و شوره‌زدگی (سفیدک) بتن
 ۷-۵-۱- آسیب‌دیدگی بتن بر اثر دوره‌های یخ زدن و آب شدن
 ۸-۵-۱- آسیب‌دیدگی بتن بر اثر حمله سولفاتی
 ۹-۵-۱- آسیب‌دیدگی بتن بر اثر واکنش قلیایی سنگ‌دانه‌ها و سرطان بتن
 ۱۰-۵-۱- آسیب‌دیدگی بتن بر اثر خوردگی فولاد مدفون در بتن
 ۱۱-۵-۱- آسیب دیدگی بتن بر اثر سایش و فرسایش
 ۶-۱- پوشش‌های محافظتی (پرایمر) بتن
 ۱-۶-۱- پرایمر جهت بتن مدفون در خاک
 ۱-۱-۶-۱- پرایمر پایه قیری بتن
 ۲-۱-۶-۱- پرایمر پایه آبی بتن
 ۲-۶-۱- پرایمر پایه اپوکسی بتن

۲-۲۷-۳-۳- بتن آسفالتی (بلکتاپ، تارماک و یا آسفالت رولی) ۲۸۹

فصل سوم / بتن‌ریزی در شرایط غیرمتعارف ۲۹۱

۱-۳- مقدمه ۲۹۱
 ۲-۳- اجرای بتن در هوای گرم ۲۹۱
 ۳-۳- اجرای بتن در مناطق ساحلی خلیج فارس و دریای عمان ۳۰۰
 ۴-۳- اجرای بتن در هوای سرد ۳۰۵
 ۵-۳- اجرای بتن در باران ۳۱۲
 ۶-۳- اجرای بتن در باد ۳۱۲
 ۷-۳- بتن پمپی (پمپ شونده) ۳۱۳
 ۸-۳- شاتکریت ۳۱۳
 ۹-۳- بتن درجای شمع‌ها ۳۱۳
 ۱۰-۳- بتن‌ریزی در زیر آب ۳۱۳
 ۱-۱۰-۳- بتن‌ریزی در زیر آب به روش پشته پیشرو ۳۱۵
 ۲-۱۰-۳- بتن‌ریزی در زیر آب با جام‌های زیر آبی ۳۱۵
 ۳-۱۰-۳- استفاده از بتن پیش‌آکنده (بتن دوغابی) ۳۱۶
 ۴-۱۰-۳- بتن‌ریزی در زیر آب با کیسه بتنی و لحاف بتنی ۳۱۸
 ۵-۱۰-۳- بتن‌ریزی با ترمی (قیف و لوله) ۳۲۰
 ۶-۱۰-۳- بتن‌ریزی در زیر آب با استفاده از پمپ بتن ۳۲۸
 ۷-۱۰-۳- بتن‌ریزی در زیر آب با استفاده از سطل‌های سرسته ۳۲۹
 ۸-۱۰-۳- بتن‌ریزی در زیر آب با استفاده از بتن غیرقابل پخش ۳۳۰
 ۹-۱۰-۳- بتن‌ریزی در زیر آب با استفاده از بتن ضد آب ۳۳۰
 ۱۰-۱۰-۳- بتن‌ریزی در زیر آب با استفاده از قالب آب‌بند ۳۳۱
 ۱۱-۱۰-۳- بتن‌ریزی در زیر آب با استفاده از کیسون ۳۳۳
 ۱-۱۱-۱۰-۳- کیسون جعبه‌ای ۳۳۳
 ۲-۱۱-۱۰-۳- کیسون باز ۳۳۴
 ۳-۱۱-۱۰-۳- کیسون هوای فشرده ۳۳۵
 ۴-۱۱-۱۰-۳- کیسون یک‌پارچه ۳۳۶
 ۱۲-۱۰-۳- بتن‌ریزی در زیر آب با استفاده از شیت پابل (سپر فلزی) ۳۳۶

پیوست: طرح اختلاط بتن ۳۳۹

منابع و مأخذ ۳۵۹

۲-۲۷-۱- شاتکریت الیافی (شاتکریت با الیاف فولادی) ۲۰۸
 ۲-۲۸-۲- بتن پیش‌آکنده (بتن دوغابی) ۲۱۰
 ۲-۲۹-۲- بتن پیش‌تنیده (بتن ترانسپارانت، بتن انتقال‌دهنده نور و یا لایترکن) ۲۱۸
 ۲-۳۱-۲- بتن پلاستیکی (بتن بنتونیتی) ۲۲۱
 ۲-۳۱-۱- بنتونیت و گل حفاری ۲۲۵
 ۲-۳۲-۲- فروسیمان ۲۲۷
 ۲-۳۳-۲- بتن مکیده ۲۲۸
 ۲-۳۴-۲- بتن شیشه‌ای ۲۲۸
 ۲-۳۵-۲- بتن با پودر و خُرده‌های لاستیک ۲۲۹
 ۲-۳۶-۲- بتن کیسه‌ای ۲۳۱
 ۲-۳۷-۲- بتنی لحافی ۲۳۱
 ۲-۳۸-۲- بتن غیرقابل پخش ۲۳۱
 ۲-۳۹-۲- بتن ضد آب ۲۳۱
 ۲-۴۰-۲- بتن ضد باکتری ۲۳۲
 ۲-۴۱-۲- بتن بیولوژیکال ۲۳۲
 ۲-۴۲-۲- بتن دیرگداز ۲۳۳
 ۲-۴۲-۱- جرم نسوز ۲۳۴
 ۲-۴۲-۲- بتن ضد آتش ۲۳۴
 ۲-۴۳-۲- گروت ۲۳۴
 ۲-۴۳-۱- گروت G1 (گروت پایه سیمانی) ۲۳۵
 ۲-۴۳-۲- گروت G2 (گروت پایه سیمانی اصلاح شده) ۲۳۶
 ۲-۴۳-۳- گروت G3 (گروت پایه اپوکسی) یا گروت اپوکسی ۲۳۶
 ۲-۴۴-۲- بتن‌های ویژه ۲۳۸
 ۲-۴۴-۱- بتن پُر مقاومت (بتن با مقاومت بالا) ۲۳۸
 ۲-۴۴-۲- بتن الیافی و بتن الیافی توانمند/ فوق توانمند ۲۳۹
 ۲-۴۴-۱- بتن الیافی دوغابی (بتن با نرمی زیاد) ۲۴۳
 ۲-۴۴-۳- بتن خودتراکم (بتن روان) ۲۴۳
 ۲-۴۴-۱- بتن خودتراکم الیافی ۲۴۶
 ۲-۴۴-۴- بتن اصلاح شده با پلیمر (بتن پلیمری) ۲۴۶
 ۲-۴۴-۵- بتن سنگین ۲۵۰
 ۲-۴۴-۶- بتن سبک ۲۵۲
 ۲-۴۴-۱- طبقه‌بندی بتن‌های سبک براساس زمینه‌های کاربرد آنها ۲۵۳
 ۲-۴۴-۲- طبقه‌بندی بتن‌های سبک براساس روش دستیابی به سبکی (روش دستیابی به جرم حجمی کم) ۲۵۵
 ۲-۳- انواع بتن پایه غیر سیمانی ۲۸۴
 ۱-۳-۲- بتن گوگردی ۲۸۴
 ۱-۳-۱- بتن گوگردی الیافی ۲۸۹
 ۲-۳-۲- بتن آهکی ۲۸۹

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به‌کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرا از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارات بنابه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش‌شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اعمال و اصلاح گردد و باعث هرچه پربارتر شدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به‌منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به‌رسم ادب و قدرشناسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح‌شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و در صورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورنده کتاب، از هرگونه پیشنهادات، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.



نشر نوآور

تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۸۴۱۹۱

www.noavarpub.com

info@noavarpub.com

تقدیم‌نامه

کتاب حاضر را به همسر عزیزم سرکار خانم مهندس سیما موسوی‌نژاد که نشانه لطف یزدان و مشوق و یاری همیشه همراه در زندگی‌م بوده است، اهدا، تقدیم و پیشکش می‌نمایم. اگر تشویق‌ها و حمایت‌های ایشان نبود، هیچ‌گاه این مجموعه تهیه نمی‌گردید.

سپاسگزاری

با احترام فراوان برای حضور شیرین و راهنمایی‌ها، تلاش‌ها، گذشت‌ها، فداکاری‌ها و دل‌نگرانی‌های فراوان همسر عزیزم، سرکار خانم مهندس سیما موسوی‌نژاد از ایشان سپاس‌گزاری نموده و صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم. از دانشجویان عزیزی که طی چندین سال تدریس درس اجرای سازه‌های بتنی در جمع‌آوری برخی از عکس‌ها به من کمک نموده‌اند و از کلیه دوستان و همکاران گرامی در پروژه‌های مختلف صنایع نفت، گاز و پتروشیمی که تجربیات خود را به اینجانب منتقل کرده‌اند نیز صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

علم یک نقطه و آن نقطه عشق است، که بست؟

نقش بر صفحه دل، ز آن که کتاب این همه نیست.

(فکور)

خوب به خاطر دارم به دلیل محدود بودن دروس اجرایی در رشته مهندسی عمران، اساتید و دانشجویان، بیشتر به بحث پیرامون تئوری اجرای اجزای بتنی سازه‌ها می‌پرداختند که گاهی باعث به وجود آمدن نقاط تاریک و مبهم در ذهن دانشجویان در خصوص نحوه اجرای قطعات بتنی سازه‌ها می‌گردید. متأسفانه در دوران کارآموزی نیز به دلیل محدودیت زمانی این دوره، دانشجویان می‌توانستند فقط با بخشی از اجرای یک پروژه آشنا شوند و بعد از پایان این دوره نیز سئوالات متعددی در ذهن دانشجویان در خصوص روش‌های اجرای فعالیت‌های آتی پروژه، به وجود می‌آمد که گاهی نیز تا بعد از فراغت از تحصیل و شروع به کار، بدون پاسخ باقی می‌ماند.

تاکنون مجموعه جامعی در خصوص روش‌های اجرای اجزای بتنی سازه‌ها، تدوین نگردیده است. شاید دلیل اصلی چنین کمبودی، تعدد روش‌های اجرا بوده است. لذا مطالب این کتاب نمی‌تواند، جامعیتی برای بیان کلیه روش‌های اجرای قطعات بتنی سازه‌ها داشته باشد.

شاکله اصلی کتاب در طی چندین سال تدریس درس اجرای سازه‌های بتنی به منظور آموزش دانشجویان عزیز شکل گرفت و در طی ۲۸ سال علاوه بر نگارش آن، تلاش گردید مطالب نگارش شده نیز به روز و روش‌های نوین اجرای اجزای بتنی سازه‌ها به آن اضافه گردند. مجموعه حاضر علاوه بر جمع‌آوری مطالب فنی از کتب، آئین‌نامه‌ها و استانداردهای ذکر شده در فهرست منابع، شامل تجربیات اجرایی سی و دو ساله مولف در اجرای پروژه‌های صنایع نفت، گاز و پتروشیمی نیز می‌باشد.

مجموعه حاضر تلاشی مصور، جهت بیان روش‌های اجرای اجزای بتنی سازه‌ها به منظور آشنایی و استفاده دانشجویان و افرادی که در بخش اجرای سازه‌های بتنی فعالیت دارند، می‌باشد. لذا به خوبی می‌دانم که این مجموعه، خالی از اشتباه نمی‌باشد. به همین دلیل، از کلیه کسانی که در امر اجرا تبحری دارند، از اساتید ارجمند و از دانشجویان عزیز، تقاضا می‌شود، نقاط ضعف، لغزش‌های علمی و اشتباهات مولف را اعلام نموده تا به خواست یزدان، در چاپ‌های بعدی مجموعه، لحاظ گردند.

با توجه به رویکرد کتاب که ارائه روش‌های اجرای اجزای بتنی سازه‌ها می‌باشد، به شما خواننده محترم این مجموعه، توصیه می‌گردد، جهت کسب اطلاعات کامل‌تر و بیشتر در خصوص مباحث فنی، به کتب مرجع مراجعه فرمائید.

حسین خمسه پور

بتن مصالحی شبیه به سنگ است که از گرفتن مخلوط متناسبی از مصالح سنگی (شن و ماسه)، سیمان، آب و در برخی مواقع مواد افزودنی، پوزلان و شبه سیمانی، در درون قالبی با شکل و ابعاد مورد نظر و در اثر فعل و انفعالات شیمیایی بین آب و سیمان، به وجود می‌آید. مطالعاتی که در عصر اخیر در مورد بتن و انواع آن شکل گرفته است، باعث شده تا پیشرفت‌های فراوانی در این زمینه رُخ داده و عملکرد و دوام (پایایی) این ماده ساختمانی، به‌طور شگفت‌آوری بهبود یابد. در سال‌های اخیر تحول عظیمی در تکنولوژی بتن و پیدایش بتن‌های جدید صورت گرفته است. این تحولات منجر به پیدایش بتن‌هایی با خواص مختلف شده است و انواع مختلفی از بتن بسته به مصالح تشکیل دهنده و طراحی مخلوط آن، روش ساخت، منطقه‌ای که در آن استفاده می‌شود و نوع هیدراسیون به وجود آمده است. باید اذعان داشت که نتایج تحقیقات سال‌های اخیر می‌تواند نگرش تازه‌ای به بتن به‌عنوان یک ماده ساختمانی پُر مصرف بدهد. این نتایج منجر خواهد شد تا دیدگاه بتن به‌عنوان تنها یک ماده با مقاومت فشاری خوب به کلی دگرگون شده و خواص جدید بتن‌های نوین، نظر اکثر دست‌اندرکاران پروژه‌های عظیم عمرانی را در جهان به خود معطوف سازد. بتن بسته به شرایط استفاده و کارایی آن، انواع مختلفی دارد. انواع مختلف بتن، دارای ویژگی‌های خاصی هستند که هر یک از آنها را برای استفاده در شرایط خاص، منحصر به فرد می‌کند.

فارغ از مزایای فوق، بتن جسمی با مقاومت کششی ضعیف است که سبب می‌گردد نتوان از آن در اعضای کششی و یا قسمت‌هایی از عضو بتنی که تحت تاثیر کشش می‌باشند، استفاده نمود. برای غلبه بر مقاومت کششی کم بتن، می‌توان بسته به شرایط، بتن را در قسمت‌هایی که تحت تاثیر کشش قرار دارند، توسط آرماتورهای فولادی مسلح نمود. امروزه جهت مسلح نمودن بتن علاوه بر استفاده از آرماتورهای فولادی از شبکه‌های جوش شده از مفتول فولادی، پروفیل‌های ساختمانی، ورق‌های فولادی، انواع الیاف، کابل‌های پیش‌تنیدگی (مفتول (تاندون)، رشته و رشته‌های بافته شده از چند رشته) و کامپوزیت‌های FRP (آرماتور، میله‌های دست‌ساز، مش، تسمه (نوار و لمینیت)، پارچه (ورق یا صفحه)، پارچه هیبرید، کابل‌های پیش‌تنیدگی (مفتول (تاندون)، نوارهای پیش‌تنیدگی و پروفیل‌های پیش‌ساخته ساختمانی) نیز استفاده می‌گردد.

یکی از پُراهمیت‌ترین مراحل اجرای اجزای بتنی سازه‌ها، قالب‌بندی، کفراژبندی و برپایی شمع‌های منفرد و یا داربست‌بندی جهت اجرای تیرها و دال‌ها می‌باشد که می‌تواند تاثیرگذارترین بخش از فرآیند اجرای قطعات بتنی از منظر اقتصادی و زمان اجرای پروژه به‌شمار آید. از این رو رعایت نکات اجرایی، نگهداری، کیفیت اجرا و به‌کارگیری بهترین نوع مصالح جهت قالب، کفراژ و شمع‌های منفرد یا داربست، تاثیر فراوانی بر کل پروژه خواهد داشت.

در مجموعه چهار کتاب راهنمای جامع اجرای اجزای بتنی سازه‌ها سعی می‌گردد علاوه بر بیان کلیات تجهیز کارگاه، قالب‌بندی، آرماتوربندی و بتن‌ریزی، به آشنایی با اجزای قالب‌بندی، اجزای آرماتوربندی، شناخت انواع بتن، نحوه بتن‌ریزی در شرایط معمولی و ویژه، تراکم بتن، محافظت و عمل‌آوری از بتن و ... و تشریح روش‌های متداول و برخی روش‌های خاص اجرای اجزای بتنی سازه‌ها نیز پرداخته شود.

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول، تصاویر این کتاب در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از کتاب به هر شکل از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از کتاب، تهیه پی‌دی‌اف از کتاب، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و شرعاً نیز حرام است، و متخلفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی‌دی‌اف و موارد این‌چنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا در صورتی که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیت اداره سایت را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هرگونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیرمجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام به مسدود نمودن سایت متخلف کرده و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات از متخلف اخذ می‌گردد.

همچنین در صورتی که هر کتابفروشی، اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، آفست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نماید، ضمن اطلاع‌رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مؤذعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از کتابفروشی متخلف می‌نماید.

خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصل کتاب،

از نظر قانونی غیرمجاز و شرعاً نیز حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق، مراتب را یا از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۰۲-۶۶۴۸۴۱۹۱ و ۰۲۱-۰۸۹۱۰۲۹۹۱۰۸۹ (تلگرام انتشارات) و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس info@noavarpub.com و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت www.noavarpub.com به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تضییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید و نیز به‌عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

فصل اول

بتن و بتن‌ریزی



۱-۱- مقدمه

بتن مصالحی شبیه به سنگ است که از گرفتن مخلوط متناسبی از مصالح سنگی، سیمان و آب، در درون قالبی با شکل و ابعاد مورد نظر، به دست می‌آید. توده اصلی بتن، مصالح سنگی ریز و درشت می‌باشد که فعل و انفعال شیمیایی بین سیمان و آب (هیدراسیون)، به صورت شیرهای (چسب) اطراف مصالح سنگی را پوشانده و باعث یک‌پارچه شدن و چسبیدن مصالح سنگی به یکدیگر می‌شود. برای ایجاد واکنش شیمیایی بین سیمان و آب، مقدار آب محدودی لازم است. لیکن آب مصرفی در ترکیب بتن همیشه مقداری بیشتر از آن حد می‌باشد. این آب اضافه به منظور ایجاد کارپذیری لازم در بتن برای پُر کردن کامل کلیه زوایای قالب و گرفتن دور کلیه آرماتورهای مسلح کننده می‌باشد. علاوه بر مصالح فوق، در برخی مواقع از مواد اصلاح کننده بتن مانند مواد افزودنی، پوزولان‌ها و مواد شبه سیمانی نیز در ساخت بتن استفاده می‌گردد.

امروزه با تولید مختلف سیمان و مصالح سنگی، روش‌های مختلف نگهداری و عمل آوردن بتن، خواص گوناگونی از بتن می‌توان به دست آورد. از طرفی با انتخاب نسبت‌های مختلفی از مصالح تشکیل دهنده بتن، طیف وسیعی از مقاومت‌های بتن تولید می‌گردد. لازم به ذکر است علاوه بر خواص مکانیکی مصالح مصرفی، مهارت در اجرا و نظارت دقیق در حین اجرا، عوامل بسیار مهمی در مقاومت بتن به

دست آمده، خواهند بود. عواملی که باعث مقبولیت جهانی در استفاده از بتن به‌عنوان یک مصالح ساختمانی شده‌اند، عبارتند از:

- ۱- آزادی در اجرا از نظر بُعد و شکل قطعات ساختمانی (با استفاده از شکل خمیری بتن قبل از گیرش می‌توان هر شکل دلخواهی را توسط قالب با بتن به‌وجود آورد)
 - ۲- مقاومت خوب بتن در برابر آتش‌سوزی و عوامل جوی
 - ۳- در دسترس بودن مصالح سنگی
 - ۴- بتن عامل خوبی برای جلوگیری از اکسید شدن فولاد است.
 - ۵- بتن دارای مقاومت فشاری بسیار خوبی است.
- در مقابل مزایای فوق، بتن دارای معایبی به‌شرح زیر نیز می‌باشد.

- ۱- کندی اجرا
 - ۲- تبدلات حرارتی و برودتی ساختمان‌های بتنی زیاد است.
 - ۳- زیاد بودن بار مرده ساختمان‌های بتنی
 - ۴- بتن مقاومت کششی ضعیفی دارد که باعث می‌شود نتوان از آن در اعضایی که تحت تاثیر کشش و یا خمش می‌باشند، استفاده نمود.
- قبل از پرداختن به مطالب این فصل، لازم است با برخی از اصطلاحات مورد استفاده در بتن به‌شرح زیر آشنا شد.

- ۱- روانی (Consistency) بتن
روانی بتن شاخصه ذاتی بتن است که با آزمایش اسلامپ (به بخش ۱-۴-۱-۱-۱ مراجعه گردد) بتن تعیین می‌شود و قابلیت جاری شدن بتن تازه می‌باشد.
- ۲- کارایی و کارپذیری (Workability) بتن
کارایی و کارپذیری بتن قابلیت حمل، ریختن، جا گذاری در قالب، متراکم کردن و پرداخت بتن است که به عواملی چون روانی بتن، شکل قالب، تراکم آرماتورها و تجهیزات مورد استفاده در بتن‌ریزی و تراکم بتن وابسته است.

- ۳- پایایی و دوام (Durability) بتن
طبق تعریف ACI 201 پایایی و دوام بتن حاوی سیمان پرتلند (به بخش ۱-۲-۲-۱-۲-۱ مراجعه گردد) به توانایی بتن برای مقابله با عوامل جوی و هوازدگی، تهاجم شیمیایی، سایش و فرسایش و یا هر فرآیندی که منجر به آسیب، اضمحلال و تخریب بتن می‌گردد، گفته می‌شود. بنابراین بتن پایا بتنی است که تا حدود زیادی شکل اولیه و کیفیت خدمت‌رسانی خود را در شرایط محیطی حفظ نماید. برای افزایش دوام بتن می‌بایست نفوذپذیری بتن را با رعایت موارد زیر تقلیل داد.

- ۱- استفاده از سیمان مناسب
- ۲- بهینه‌سازی عیار سیمان
- ۳- انتخاب صحیح و مناسب نسبت‌های اختلاط بتن
- ۴- استفاده از افزودنی‌های شیمیایی مانند روان‌کننده‌ها، مواد هوازا و ...
- ۵- کاهش و محدود نمودن نسبت آب به سیمان
- ۶- تامین حداکثر تراکم بتن با وسایل و روش‌های مناسب

۷- عمل‌آوری دقیق و کافی بتن با روش‌های مناسب

۱-۲- مصالح تشکیل‌دهنده بتن

۱-۲-۱- مصالح سنگی

مصالح سنگی بتن ۶۰ تا ۸۵ درصد از حجم بتن را تشکیل می‌دهند و باید از دانه‌های تمیز، سخت و مقاومی تشکیل شده باشند. معمولی‌ترین مصالح سنگی مصرفی در تهیه بتن، مصالح سنگی ریز و درشت طبیعی یا شکسته می‌باشد که با این مصالح، بتن با وزن مخصوص ۲۲۰۰ تا ۲۶۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب ساخته می‌شود.

طبق تعریف بزرگ‌ترین اندازه اسمی سنگ‌دانه‌ها عبارت است از اندازه کوچک‌ترین الکی (مش) که حداکثر ۱۰ درصد وزنی سنگ‌دانه‌ها روی آن باقی بماند. سنگ‌دانه‌های ریزتر از ۴/۷۵ میلی‌متر (عبور کرده از الک نمره ۴) را سنگ‌دانه‌های ریز یا ماسه (سری الک‌های سنگ‌دانه‌های ریز، الک نمره ۴، ۸، ۱۶، ۳۰، ۵۰ و ۱۰۰ می‌باشد) و سنگ‌دانه‌های بزرگتر از ۴/۷۵ میلی‌متر را سنگ‌دانه‌های درشت یا شن (سری الک‌های سنگ‌دانه‌های درشت، الک با قطر سوراخ ۳۸، ۲۵، ۱۹، ۱۲/۵، ۶/۲۵ میلی‌متر و الک نمره ۴) می‌نامند. به لحاظ طبقه‌بندی، شن به دو دسته زیر تقسیم می‌گردد.

۱- شن نخودی (معروف به شن $\frac{3}{8}$) که سنگ‌دانه‌های با اندازه اسمی ۵ تا ۱۸ میلی‌متر می‌باشند.

۲- شن بادامی (معروف به شن $\frac{3}{4}$) که سنگ‌دانه‌های با اندازه اسمی ۱۸ تا ۳۲ میلی‌متر می‌باشند.

بزرگ‌ترین اندازه اسمی سنگ‌دانه‌های شن بتن نباید از هیچ‌یک از مقادیر زیر بیشتر باشد.

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

- $\frac{1}{3}$ ضخامت دال

- $\frac{3}{4}$ حداقل فاصله آزاد بین آرماتورها

- $\frac{3}{4}$ پوشش بتن روی آرماتورها

- ۳۸ میلی‌متر در بتن مسلح

- ۶۳ میلی‌متر در بتن حجیم غیر مسلح

گاهی مواقع از سنگ‌دانه‌های سبک نیز که به دو صورت زیر تهیه می‌گردند، در تولید بتن استفاده می‌شود.

۱- سنگ‌دانه‌های حاصل از شیشه‌ای شدن، انبساط و گلوله شدن مواد و یا موادی نظیر سرباره کوره

آهن‌گذاری، خاک رس، دیاتومه، خاکستر بادی، شیل و یا سنگ لوح

۲- سنگ‌دانه‌های حاصل از فراوری مواد طبیعی نظیر پومیس، اسکوریا و توف

مصالح سنگی باید عاری از مواد شیمیایی بوده و سطح دانه‌های مصالح از رس و یا مواد ریزدانه دیگری که در چسبندگی دانه‌ها به خمیر سیمان تاثیر دارند، پوشیده نشده باشند. مواد زائدی که غالباً در مصالح سنگی وجود دارند (خاک، لای، رس، سیلیس، املاح، فضولات انسانی و حیوانی و مواد آلی) ممکن است روی دانه‌ها را پوشانده و یا به صورت ذرات ریز در بین آنها قرار گرفته باشند. بسیاری از این

مواد را می‌توان با شستن از مصالح سنگی خارج نمود ولی اگر مصالح سنگی دارای مواد آلی باشند، با شستن نمی‌توان مواد آلی آنها را جدا نمود.

سنگ‌هایی که دارای سیلیس هیدراته می‌باشند برای ساختن بتن مناسب نمی‌باشند. مصالح سنگی ضعیف، شکننده، ورقه‌ورقه، شیست و سنگ‌های شیست‌دار نیز به دلیل نامناسب بودن این مصالح به لحاظ مقاومتی برای ساختن بتن مناسب نمی‌باشند.

غالباً عیب‌های مصالح درشت‌دانه را با چشم می‌توان تشخیص داد ولی در موارد مشکوک باید از مصالح آزمایش به عمل آورد. لذا مشخصات مصالح سنگی بتن باید با مشخصات مندرج در استانداردها تطابق داشته باشد. در این مشخصات مقدار مجاز مواد فسادپذیر در مصالح سنگی معین شده است.

۱-۱-۲-۱- ویژگی‌های مصالح سنگی

۱-۱-۱-۲-۱- مقاومت سایشی دانه‌ها

یک نشانگر کلی از کیفیت مصالح سنگی بتن، مقاومت آن در مقابل سایش می‌باشد. این ویژگی برای بتنی که در معرض سایش قرار داشته باشد (به‌عنوان مثال کف‌هایی که در معرض تردد زیاد قرار دارند)، مهم است.

۱-۱-۱-۲-۱- مقاومت در برابر یخ‌زدگی و ذوب شدن دانه‌ها

مقاومت مصالح سنگی در برابر یخ‌زدگی به پوکی، نم‌گیری (خاصیت جذب آب) و خلل و فرج مصالح سنگی بستگی دارد. هرگاه مصالح سنگی بتن آن‌قدر آب جذب کنند که آب آزاد برای تشکیل تخلخل لازم در بتن کافی نباشد، جایی برای افزایش حجم آب درون بتن در هنگام یخ‌زدن وجود نخواهد داشت. این ویژگی برای بتنی که در هوای آزاد قرار دارد، مهم است.

۱-۱-۱-۲-۱- پایداری شیمیایی دانه‌ها

مصالح سنگی که دارای پایداری شیمیایی هستند با آب و سیمان و همچنین مواد افزودنی (به بخش ۱-۲-۴ مراجعه گردد)، پوزولان‌ها (به بخش ۱-۲-۵-۱ مراجعه گردد) و مواد شبه سیمانی (در صورت مصرف) (به بخش ۱-۲-۵-۲ مراجعه گردد) که در بتن وجود دارند، ترکیبات مضر تشکیل نمی‌دهند. تجربیات کارهای گذشته‌ای که با مصالح سنگی انجام شده است، مفیدترین اطلاعات را درباره مصالح به دست می‌دهد. برای مصالح شناخته نشده که سابقه کار با آنها در دست نمی‌باشد، با آزمایش می‌توان خواص آنها را شناخت.

۱-۱-۱-۲-۱- شکل سطح دانه‌ها

شکل سطح مصالح سنگی بر خواص بتن تازه و بتن سفت شده تاثیر به‌سزایی دارد، به‌عنوان مثال مصالح سنگی تیز گوشه با دانه‌های بلند و سوزنی و یا پولکی، بیش از سنگ‌دانه‌های گرد و مکعبی شکل به مصالح ریزدانه نیاز دارند تا بتن شکل‌پذیری لازم را داشته باشد. از طرفی شکل سطح مصالح سنگی اثرات مهمی در تعیین نسبت اختلاط اجزا و قیمت تمام شده بتن دارد. به‌عنوان مثال بتنی که با مصالح

سنگی تیزگوشه یا پولکی شکل ساخته شود، بیش از بتنی که با مصالح گردگوشه ساخته می‌شود به آب نیاز دارد تا همان شکل‌پذیری را داشته باشد. لذا برای تهیه بتن با مصالح تیزگوشه باید سیمان بیشتری مصرف نمود تا نسبت آب به سیمان حفظ گردد (در ساخت بتن، نسبت آب به سیمان عددی ثابت در نظر گرفته می‌شود)، در نتیجه این بتن‌ها گران‌تر می‌باشند.

لازم به ذکر است، از مصرف سنگ‌هایی که به‌هنگام شکستن سوزنی یا پولکی می‌شوند، می‌بایست در ساخت بتن خودداری نمود و یا مقدار آنها را به ۱۵ درصد وزن مصالح سنگی محدود نمود.

۱-۲-۱-۱-۵- جذب آب و رطوبت سطحی دانه‌ها

تعیین رطوبت سطحی مصالح سنگی و مقدار جذب آب بتن توسط مصالح سنگی از آن نظر لازم است که مقدار آب مصرفی در بتن کنترل شده و وزن صحیح مصالح و نسبت آب به سیمان در هنگام ساختن بتن مشخص باشد. رطوبت موجود در مصالح سنگی به چهار صورت زیر می‌باشد.

- ۱- مصالح سنگی خشک شده در کوره که مغز دانه‌های مصالح سنگی کاملاً خشک و قابلیت جذب آب آنها کامل است.
- ۲- مصالح سنگی خشک شده در هوا که سطح دانه‌های مصالح سنگی خشک بوده ولی مغز دانه‌ها دارای مقداری رطوبت داخلی می‌باشند.
- ۳- مصالح سنگی که مغز دانه‌ها اشباع از آب بوده ولی سطح دانه‌ها، خشک است. این مصالح سنگی نه از بتن آب جذب می‌کنند و نه به آن آب می‌دهند.
- ۴- مصالح سنگی تر یا مرطوب که دانه‌ها دارای آب زیاد در سطح خود بوده و در نتیجه، این آب اضافی را به بتن منتقل خواهند نمود.

۱-۲-۱-۲-۱- نکاتی در خصوص نگهداری مصالح سنگی در دپو

جهت نگهداری مصالح سنگی در دپو، می‌بایست موارد زیر را رعایت نمود.

- ۱- شن و ماسه را باید بر روی زمین سخت، مسطح و خشک دپو نمود. در صورت موجود نبودن چنین سطحی، با ایجاد یک سکوی تخته‌ای و یا ایجاد یک سطح از ورقه‌های آهنی، بلوک سیمانی و یا بتن، نیز می‌توان از آلوده شدن شن و ماسه به خاک بستر و مواد آلوده کننده جلوگیری نمود.
- ۲- محل نگهداری مصالح سنگی باید دور از پوشش گیاهی باشد.
- ۳- شرایط محل دپو باید به‌گونه‌ای باشد که مواد خارجی و زیان آور در سنگ‌دانه‌ها نفوذ نکنند.
- ۴- شرایط محل دپو باید به‌گونه‌ای باشد که سنگ‌دانه‌ها شکسته نشوند.
- ۵- مصالح سنگی بر حسب سایز (ماسه، شن نخودی و شن بادامی) در محل‌های مجزا دپو گردند.
- ۶- شرایط محل دپوی هر یک از انواع مصالح سنگی باید به‌گونه‌ای باشد که سبب جدا شدن دانه‌های ریزتر از دانه‌های درشت‌تر در هر یک از انواع مصالح سنگی نگردد.
- ۷- شن‌های با اندازه بیش از ۳۸ میلیمتر باید در دو گروه کمتر و بیشتر از ۲۵ میلیمتر نگهداری شوند و شن‌های با حداکثر اندازه ۳۸ میلیمتر یا کمتر نیز باید در دو گروه کمتر و بیشتر از ۱۹ میلیمتر نگهداری شوند. این کار امکان جدا شدن دانه‌ها از یک‌دیگر را کاهش می‌دهد.
- ۸- در صورتی که دپوهای ماسه، شن نخودی و شن بادامی در مجاورت هم باشند، لازم است برای