

تکنولوژی بتن

گردآوری و تدوین :
مهندس مسعود صفری زنجانی

زیر نظر :
دکتر هرمز فامیلی
(عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران)

بهار ۱۳۸۵

صفری زنجانی، مسعود، ۱۳--	TA
تکنولوژی بتن / گردآوری و تدوین:	۴۳۹
مسعود صفری زنجانی؛ زیر نظر هرمز فامیلی. --	ت ۷ ص ۸
همدان: انتشارات مصفاى الوند، ۱۳۸۴.	۱۳۸۴
۲۰۱ ص. جدول، نمودار. شابک: ۸-۰۰-۶۱۳۷-۶۶۴	
کتابنامه: ص. ۲۰۱	
۱. بتن. ۲. سیمان. الف. فامیلی، هرمز، ۱۳- ب. عنوان.	
۶۶۴/۸۹۳	

نام کتاب :	تکنولوژی بتن
گردآوری و تدوین :	مسعود صفری زنجانی
زیر نظر :	هرمز فامیلی
طرح روی جلد :	داریوش صفری زنجانی
ناشر :	مصفاى الوند
مدیر مسئول :	محمد جواد یداله‌ی فر
لیتوگرافی :	روشن
چاپ :	روشن
تیراژ :	۲۰۰۰
صفحه و قطع :	۲۰۰ - وزیری
نوبت چاپ :	اول
تاریخ انتشار :	فروردین ۱۳۸۵
قیمت :	۲۰۰۰۰ ریال
شابک :	۸-۰۰-۶۱۳۷-۶۶۴

«کلیه حقوق برای مؤلف محفوظ است»

مرکز فروش :

همدان - خیابان مهدیه، روبروی بانک ملی، انتشارات فن‌آوران

نماینده‌گی تهران :

۱- مؤسسه کتابیران- میدان انقلاب، خیابان لبافی‌نژاد غربی (بعد از چهار راه کارگر)

۲- نوپردازان- میدان انقلاب، خیابان شهدای ژاندارمری، بین فروردین و فخر رازی، پلاک

تلفن: ۶۶۴۹۴۴۰۹-۶۶۴۱۱۱۷۳

از زمان شروع مطالعات سیمان توسط *John Smeaton* در سال ۱۷۵۶ تاکنون مقاومت سیمان، به بیش از ده برابر افزایش یافته است ولیکن این ازدیاد مقاومت نتوانسته است افزایش متناظری در دوام و عمر بهره‌برداری بتن ایجاد نماید.

گو اینکه سازه‌های بتنی شاخصی توسط مهندسين ایرانی ساخته شده‌اند ولی متأسفانه از خواص بتن به عنوان مصالح ساختمانی برتر قرن گذشته و حاضر، به نحو احسن بهره‌برداری نشده و در بسیاری از موارد سازه‌های بتنی نتوانسته‌اند عمر کافی داشته باشند و خسارات زیادی ایجاد شده است.

از دلایل عمده این امر ضعف دانش دست‌اندرکاران صنعت بتن در سطوح مختلف (از کارگران ساده بتن‌کار تا مهندسين ارشد عمران) بوده و اکثراً با خواص مواد متشکله بتن آشنایی کافی نداشته و یا خواص بتن را به خوبی نمی‌شناسند و از بتن‌های نامناسب برای شرایط محیطی مختلف استفاده شده و در اجرای عملیات بتنی دقت کافی صورت نگرفته است.

کتاب حاضر که با صرف وقت فراوان آقای مهندس صفری‌زنجانی تهیه و گردآوری شده است سعی بر آن دارد که اطلاعات به روزی در زمینه مواد متشکله بتن، خواص بتن تازه و سخت‌شده و طرح مخلوط بتن و بتن‌های ویژه را ارائه نماید. در این مجلد مباحث اجرایی بتن گنجانده نشده و امید است که در تجدید نظرهای آتی این نکات نیز مطرح شوند.

کتاب حاضر برای دانشجویان دوره‌های گردانی و کارشناسی مهندسی عمران قابل توصیه است.

در سالهای اخیر اجرای صحیح سازه‌های بتنی به منظور استحصال دوام کافی و همچنین ایستادگی در برابر نیروهای ناشی از زلزله، که خسارات زیادی در کشورمان ایجاد نموده، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار گشته است. قدم اول در اجرای صحیح یک سازه بتنی داشتن اطلاعات کافی در مورد مواد متشکله بتن و همچنین خواص بتن می‌باشد.

در کتاب حاضر سعی بر آن بوده است که مجموعه‌ای حاوی اطلاعات پایه‌ای و مقدماتی در خصوص تکنولوژی بتن تهیه گردد که در عین اختصار، مطالب سودمندی را در اختیار علاقه‌مندان قرار دهد. این کتاب بخصوص برای دانشجویان دوره کاردانی و کارشناسی رشته مهندسی عمران می‌تواند مفید باشد.

در تهیه این کتاب از جزوه درس تکنولوژی بتن دکتر هرمز فامیلی بهره گرفته شده است. در اینجا لازم می‌دانم از استاد خوبم جناب آقای دکتر هرمز فامیلی که سالهای متمادی را صرف آموزش دانش‌پژوهان این مرز و بوم نموده‌اند تشکر و قدردانی نمایم و امیدوارم این کوشش ناچیز گوشه‌ای از زحمات ایشان را جبران نماید.

از کلیه صاحب‌نظران و دانشجویان خواهشمندم که با نظرات خویش نقایص موجود در این کتاب را به اینجانب ارائه فرمایند.

مسعود صفری‌زنجانی

دیماه ۱۳۸۴

فهرست

بخش اول : نکات اجرایی بتن و فولاد	۱
۱-۱) نکات اجرایی بتن	۲
۲-۱) نکات اجرایی فولاد	۴
بخش دوم : سیمان پرتلند	۱۲
۱-۲) خواص شیمیایی سیمان پرتلند	۱۳
۱) آزمایش افت سرخ شدن	۱۴
۲) آزمایش باقیمانده نامحلول	۱۵
۳) ضریب اشباع آهکی	۱۵
۴) اثرات قلیایی ها	۱۶
۲-۲) خواص فیزیکی سیمان پرتلند	۱۶
۱) گیرش	۱۶
۲) سلامت	۲۰
۳) مقاومت سیمان	۲۳
۴) نرمی ذرات سیمان	۲۵
۱-۴) روش <i>Blaine</i>	۲۶
۲-۴) روش کدرسنج واگنر	۲۸
۵) جرم مخصوص سیمان	۲۹
۱-۵) جرم مخصوص دانه‌ای	۲۹
۲-۵) جرم مخصوص انبوهی	۳۰
۶) حرارت هیدراتاسیون	۳۲

۳۴	بخش سوم: انواع مختلف مواد سیمانی
۳۴	۱-۳) انواع سیمان پرتلند
۳۵	۱-۱-۳) سیمان پرتلند تیپ I
۳۵	۲-۱-۳) سیمان پرتلند تیپ II
۳۷	۳-۱-۳) سیمان پرتلند تیپ III
۳۸	۴-۱-۳) سیمان پرتلند تیپ IV
۳۹	۵-۱-۳) سیمان پرتلند تیپ V
۴۱	۲-۳) سیمان‌های آمیخته
۴۲	۱-۲-۳) سیمان پرتلند پوزولانی
۴۳	۱) پوزولان
۴۴	۲) خاکستر بادی
۴۵	۳) دوده سیلیسی
۴۷	۲-۲-۳) سیمان پرتلند سرباره‌ای
۴۸	۳-۲-۳) سیمان پرتلند بنایی
۴۹	۴-۲-۳) سیمان پرتلند آهکی
۵۰	۵-۲-۳) سیمان پرتلند ضد آب
۵۱	۶-۲-۳) سیمان پرتلند چاه‌های نفت
۵۲	۳-۳) سیمان پرتلند سفید
۵۴	۴-۳) سیمان پرتلند رنگی
۵۴	۵-۳) سیمان پرتلند گسترش‌یابنده
۵۸	۶-۳) سیمان پرآلومین (برقی)
۶۲	بخش چهارم: خواص سنگدانه
۶۳	۱-۴) انواع سنگدانه
۶۶	۲-۴) اندازه سنگدانه
۶۹	۱-۲-۴) نمونه‌برداری
۷۲	۲-۲-۴) منحنی دانه‌بندی و تهیه دانه‌بندی مطلوب

۷۹	.....	۳-۴) مدول نرمی سنگدانه
۸۰	.....	۴-۴) جرم مخصوص سنگدانه
۸۰	.....	۴-۴-۱) جرم مخصوص ظاهری (دانه‌ای)
۸۱	.....	۴-۴-۲) جرم مخصوص انبوهی
۸۳	.....	۴-۵) جذب آب و رطوبت نسبی سنگدانه‌ها
۸۳	.....	۴-۵-۱) جذب آب سنگدانه‌ها
۸۴	.....	۴-۵-۲) مقدار رطوبت سنگدانه‌ها
۸۸	.....	۴-۶) شکل سنگدانه‌ها
۹۰	.....	۴-۷) مواد زیان‌آور در سنگدانه
۹۰	.....	۴-۷-۱) خاک‌رس
۹۱	.....	۱) آزمایش ارزش ماسه‌ای
۹۲	.....	۲) تعیین درصد عبور کرده از الک نمره ۲۰۰
۹۲	.....	۳) روش کارگاهی اندازه‌گیری مقدار رس
۹۳	.....	۴-۷-۲) ذرات ناسالم
۹۵	.....	۴-۷-۳) سلامت سنگدانه
۹۷	.....	۴-۸) واکنش‌های سنگدانه
۹۷	.....	۴-۸-۱) واکنش قلیایی - سیلیسی
۹۹	.....	۱) آزمایش واکنش سریع شیمیایی
۱۰۰	.....	۲) آزمایش ملات منشوری
۱۰۰	.....	۴-۸-۲) واکنش قلیایی - کربناتی
۱۰۱	.....	۴-۹) مقاومت سنگدانه
۱۰۲	.....	۱) آزمایش ارزش خرد شدن
۱۰۳	.....	۲) آزمایش ارزش ضربه‌ای
۱۰۵	.....	۳) آزمایش لس‌آنجلس
۱۰۶	.....	۴-۱۰) تولید سنگدانه
۱۱۰	.....	۴-۱۱) سنگدانه‌های مرزی و اصلاح سنگدانه

۱۱۱	بخش پنجم : خواص بتن
۱۱۱	۱-۵) بتن تازه
۱۱۲	۱-۱-۵) کیفیت آب مخلوط
۱۱۳	۲-۱-۵) مواد افزودنی
۱۱۵	۱-۲-۱-۵) افزودنی های شیمیایی
۱۱۶	۲-۲-۱-۵) افزودنی های معدنی
۱۱۸	۳-۱-۵) کارایی بتن
۱۱۹	۱) آزمایش اسلامپ
۱۲۲	۲) آزمایش ضریب تراکم
۱۲۴	۳) آزمایش وی بی
۱۲۶	۴) آزمایش جریان (پخش)
۱۲۸	۲-۵) بتن سخت شده
۱۲۸	۱-۲-۵) آزمایش مقاومت فشاری
۱۳۵	کلاهک گذاری
۱۳۶	عمل آوری تسریع شده
۱۳۷	۲-۲-۵) آزمایش مقاومت کششی
۱۳۸	۱-۲-۲-۵) آزمایش مقاومت خمشی
۱۴۰	۲-۲-۲-۵) آزمایش مقاومت کششی ترکاندن
۱۴۱	۳-۲-۵) آزمایش مغزه گیری
۱۴۳	۴-۲-۵) آزمایش های غیرمخرب
۱۴۳	۱-۴-۲-۵) آزمایش چکش برجهندگی (چکش اشمیت)
۱۴۶	۲-۴-۲-۵) آزمایش پالس اولتراسونیک
۱۴۹	۵-۲-۵) ارزیابی بتن در سازه

بخش ششم: اثرات یخ زدن و آب شدن	۱۵۱
۱-۶) بتن های حاوی حباب هوا	۱۵۱
۲-۶) عوامل مؤثر بر ایجاد حباب هوا	۱۵۵
۳-۶) ثبات حباب های هوای ایجاد شده	۱۵۶
۴-۶) سنجش مقدار هوای بتن	۱۵۶
۱) روش وزنی	۱۵۷
۲) روش حجمی	۱۵۷
۳) روش فشاری	۱۵۹
بخش هفتم: بتن های ویژه	۱۶۱
۱-۷) بتن توانمند	۱۶۱
۲-۷) بتن سبک	۱۶۵
۱-۲-۷) بتن سبکدانه	۱۶۶
۲-۲-۷) بتن اسفنجی	۱۶۷
۳-۲-۷) بتن بدون ریزدانه	۱۶۸
۳-۷) بتن تقویت شده با تار	۱۶۹
۴-۷) بتن خودتراز	۱۷۱
۵-۷) بتن پاشیده	۱۷۸
۶-۷) بتن زیر آب	۱۸۱
۷-۷) بتن با سنگدانه های از پیش آکنده	۱۸۲
۸-۷) بتن آب مکیده شده	۱۸۵
۹-۷) بتن حجیم	۱۸۶
بخش هشتم: طرح مخلوط بتن	۱۸۹
۱-۸) رده بندی مقاومت بتن	۱۹۰
۲-۸) تعیین نسبت های مخلوط	۱۹۱
۱) روش BS برای انتخاب نسبت های مخلوط	۱۹۱
۲) روش ACI برای انتخاب نسبت های مخلوط	۱۹۶