



مقدمه‌ای بر تکنولوژی بتن

تدوین و اثر آوری:

دکتر علی حسینی

دکتر داود توکلی

سرشناسه:	حیدری، علی، ۱۳۵۲ -
عنوان و نام پدیدآور:	مقدمه‌ای بر تکنولوژی بتن / تدوین و گردآوری علی حیدری، داود توکلی.
مشخصات نشر:	شهرکرد: دانشگاه شهرکرد، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری:	۲۲۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۷۹۹۷-۳۹-۰
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیا
موضوع:	بتن
موضوع:	Concrete
موضوع:	سیمان
موضوع:	Cement
شناسه افزود:	توکلی، داود، ۱۳۴۵ -
شناسه افزود:	دانشگاه شهرکرد
شناسه افزود:	۱۳۹۷ م ۷ ج ۹ / TA ۴۲۹/۶۲۰
رده‌بندی یوبی:	۱۳۶/۶۲۰
شماره کتاب‌شناسی ما:	۵۴ ۳۸



انتشارات دانشگاه شهرکرد

نام کتاب:	مقدمه‌ای بر تکنولوژی بتن
تدوین و گردآوری:	علی حیدری، داود توکلی
ویراستار ادبی:	ابراهیم ظاهری عبده‌وند
ناشر:	دانشگاه شهرکرد
امور فنی و اجرایی:	فاطمه قانی
چاپ اول:	پاییز ۱۳۹۷
تیراژ:	۵۰۰ نسخه
قطع:	وزیری
چاپ:	ارس
قیمت:	۲۵۰۰۰۰ ریال
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۷۹۹۷-۳۹-۰

کلیه حقوق این اثر برای نویسندگان و دانشگاه شهرکرد محفوظ است.
نشانی: چهارمحال و بختیاری، شهرکرد، بلوار رهبر، انتشارات دانشگاه شهرکرد، صندوق پستی ۱۱۵.

پیشگفتار

برای شناخت درست ساختار و عملکرد سازه‌ی بتنی، شناخت خواص بتن از جهت مشخصات مصالح بسیار مهم است. متأسفانه در سال‌های گذشته به دلیل توجه کم به درس تکنولوژی بتن در دانشگاه‌ها، شاهد این بوده‌ایم که مهندسان در زمینه‌ی شناخت بتن دچار مشکل شده‌اند و این قضیه روی عملکرد آن‌ها تأثیر منفی گذاشته است. در سال‌های اخیر مواردی همچون ترک خوردن، اضمحلال و کیفیت پایین بتن منجر به مشکلات زیادی شده است که پاسخ به این مشکلات به شناخت دقیق مشخصات بتن نیاز دارد. از طرفی، می‌توان گفت هر مهندس عمران در طول زندگی علمی و کاری خود با کاربردهای بتن مواجه خواهد شد. در این صورت، شناخت درست بتن به عملکرد، در ساخت سازه‌های عمرانی کمک شایانی خواهد کرد.

در همین زمینه وزارت علوم با درک اهمیت موضوع، در سرفصل جدید رشته‌ی عمران اقدام به تغییر تعداد واحد درس تکنولوژی بتن از $1/5$ واحد به دو واحد و ارائه آزمایشگاه تکنولوژی بتن به عنوان یک واحد مجزا نموده است. با توجه به این که کتاب مناسبی وجود ندارد که شامل همه‌ی سرفصل‌ها و از نظر حجم نیز مناسب با یک درس دو واحدی باشد، نویسندگان بر آن شدند تا کتابی به روز و بر اساس سرفصل وزارت علوم تهیه کنند که نیاز دانشجویان کارشناسی عمران را پوشش دهند. این کتاب مشتمل بر دوازده فصل بوده و فصل‌بندی آن دقیقاً بر اساس سرفصل پیشنهادی وزارت علوم است. مطالب این کتاب به گونه‌ای تنظیم شده که برای تدریس در قالب یک درس دو واحدی در یک ترم تحصیلی مناسب است.

در فصل اول کلیات تکنولوژی بتن به عنوان مقدمه‌ای برای ورود به موضوع آورده شده است. در فصل دوم، سیمان به عنوان مهم‌ترین جز تشکیل‌دهنده‌ی بتن، انواع سیمان و خواص آن و همچنین تأثیر آن بر بتن بررسی شده است. موضوع فصل سوم بر روی نگهدانه و خواص آن به عنوان دومین جز مهم بتن است. درباره‌ی آب موجود در بتن و تأثیر آن بر خواص بتن در فصل چهارم بحث شده است. در فصل پنجم افزودنی‌های شیمیایی و معدنی به عنوان اجزای غیراجباری ولی مفید در بتن و اثر هر کدام از این مواد بر خواص بتن بررسی شده است. پس از معرفی اجزای تشکیل‌دهنده‌ی بتن، در فصل ششم خواص بتن تازه و در فصل هفتم اجزای بتن بحث شده است. در این فصل‌ها روش ساخت و اجرا و خواص مهم بتن در ساعت‌های اولیه پس از ساخت مورد بررسی قرار گرفته‌اند. موضوع فصل هشتم بررسی طرح اختلاط بتن است. در

این فصل دو روش طرح اختلاط به روش ACI و روش ملی ایران مورد بررسی قرار گرفته است. عمل‌آوری بتن و روش‌های پروراندن آن موضوع فصل نهم هستند. پس از ساخت و اجرای بتن و انجام عمل‌آوری در نهایت خواص بتن سخت شده دارای اهمیت است. در فصل دهم خواص بتن سخت شده و عوامل تأثیرگذار بر آن بررسی شده‌است. با توجه به اهمیت عوامل خورنده و دوام بتن در عملکرد سازه‌های بتنی، فصل یازدهم به بررسی این عوامل اختصاص داده شده است. در فصل دوازدهم انواع بتن‌ها با خواص متفاوت معرفی و بررسی شده‌است.

در این کتاب، از نکات گفته شده در مبحث نهم مقررات ملی ایران و همچنین استانداردهای ملی ایران با شماره‌های ۳۸۹ در مورد سیمان، ۴۹۷۷ و ۳۰۲ در مورد سنگدانه، ۲۹۳۰ در مورد افزودنی و همچنین روش طرح مخلوط به روش ملی و استانداردهای ASTM و ACI آمریکا استفاده شده است.

در این کتاب سعی شده است ضمن خلاصه‌گویی، مطالب اساسی تکنولوژی بتن بیان شوند. امیدواریم که کتاب حاضر به شیوه‌ای مطلوب بیان‌کننده‌ی مباحث ضروری تکنولوژی بتن باشد. اگرچه نویسندگان حداکثر تلاش خود را برای عرضه‌ی بدون اشکال کتاب به کار برده‌اند، مسلماً اشکالاتی وجود خواهد داشت. مزید استننان است اگر خوانندگان و صاحب نظران، اشکالات کتاب را از طریق ایمیل به نویسندگان اطلاع دهند.

علی حیدری heidari@eng.sku.ac.ir داود توکلی tavakoli.d@gmail.com

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: کلیات	۱
۱-۱- مقدمه	۱
۲-۱- بتن، مهم‌ترین ماده‌ی ساختمانی	۱
۳-۱- اجزای اصلی تشکیل‌دهنده‌ی بتن	۵
فصل دوم: سیمان	۹
۱-۲- مقدمه	۹
۲-۲- سیمان چیست	۱۰
۳-۲- مواد اولیه و مراحل تولید سیمان	۱۱
۳-۲-۲- نحوه‌ی مراحل ساخت	۱۲
۴-۲- ترکیبات سیمان	۱۲
۲-۴-۲- کلسیم اومیات (C_3S)	۱۴
۳-۴-۲- چهار کلسیم آلومینوف C_4AF	۱۵
۴-۴-۲- آهک آزاد	۱۵
۵-۴-۲- اکسید منیزیم	۱۵
۶-۴-۲- ترکیبات قلیایی Na_2O و K_2O	۱۵
۵-۲- خواص سیمان	۱۶
۱-۵-۲- افت سرخ شدن	۱۶
۲-۵-۲- زمان گیرش	۱۶
۳-۵-۲- هیدراتاسیون و گرمای هیدراتاسیون	۱۷
۴-۵-۲- ریزی ذرات سیمان	۱۸
۵-۵-۲- مقاومت سیمان	۱۹
۶-۵-۲- سلامت سیمان	۱۹
۷-۵-۲- چسبندگی سیمان	۲۰
۶-۲- انواع سیمان پرتلند	۲۰
۱-۶-۲- سیمان‌های پرتلند پنج‌گانه	۲۰
۲-۶-۲- سایر سیمان‌های پرتلندی	۲۳

۲۶	۷-۲- ضوابط بسته‌بندی، حمل و نقل، انبار و مصرف سیمان
۲۶	۱-۷-۲- سیمان کیسه‌ای
۲۸	۲-۷-۲- سیمان فله‌ای
۲۹	سؤال‌های فصل
۳۰	منابع
۳۱	فصل سوم: سنگدانه
۳۱	۱-۳- مقدمه
۳۱	۲-۳- طبقه‌بندی سنگ‌ها بر اساس ساختار
۳۲	۳-۳- رده‌بندی سنگدانه‌ها بر اساس اندازه‌ی دانه
۳۲	۱-۳-۳- دانه‌بندی
۳۸	۲-۳-۳- مدول نرمی
۳۹	۳-۳-۳- بزرگ‌ترین اندازه‌ی اسمی سنگدانه
۴۰	۴-۳-۳- مخلوط کردن سنگ‌دانه‌ها
۴۳	۵-۳- مواد زیان‌آور در سنگدانه‌ها
۴۶	۶-۳- ارزیابی کیفیت سنگدانه
۴۷	۷-۳- چگالی و جذب آب سنگدانه
۴۹	۸-۳- افزایش حجم ظاهری ماسه مرطوب
۵۰	۹-۳- سنگدانه‌های سبک
۵۲	۱۰-۳- ضوابط حمل و نقل، تحویل و نگهداری سنگدانه
۵۵	سؤال‌های فصل
۵۶	منابع
۵۷	فصل چهارم: آب
۵۷	۱-۴- مقدمه
۵۷	۲-۴- آب مصرفی در ساخت بتن
۵۸	۱-۲-۴- مشخصات الزامی آب مصرفی در بتن
۵۸	۲-۲-۴- شکر در آب
۶۰	۳-۲-۴- کلرید در آب

۴-۲-۴- کربنات و بی کربنات قلیایی در آب.....	۶۰
۵-۲-۴- سولفات در آب.....	۶۰
۶-۲-۴- سایر نمک‌های متعارف موجود در آب.....	۶۱
۷-۲-۴- نمک‌های غیر آلی متفرقه موجود در آب.....	۶۱
۸-۲-۴- گل و لای یا ذرات معلق در آب.....	۶۱
۹-۲-۴- چربی‌های موجود در آب.....	۶۲
۱۰-۲-۴- خزه در آب.....	۶۲
۱۱-۲-۴- آب دریا.....	۶۲
۱۲-۲-۴- آب حاوی فاضلاب بهداشتی.....	۶۳
۱۳-۲-۴- آب حاوی نمک‌های صنعتی.....	۶۳
۱۴-۲-۴- آب امینید.....	۶۳
۱۵-۲-۴- آب‌های طبیعی.....	۶۳
۳-۴- آزمایش آب.....	۶۴
۴-۴- آب مناسب برای عمل‌آوری.....	۶۴
سؤال‌های فصل.....	۶۵
منابع.....	۶۶
فصل پنجم: افزودنی‌های بتن.....	۶۷
۱-۵- مقدمه.....	۶۷
۲-۵- افزودنی‌های شیمیایی.....	۶۹
۱-۲-۵- روان‌کننده‌ها (کاهنده‌های آب).....	۶۹
۲-۲-۵- مواد حباب‌ساز.....	۷۳
۳-۲-۵- تسریع‌کننده‌ها.....	۷۵
۴-۲-۵- کندگیرکننده‌ها.....	۷۶
۵-۲-۵- آب‌بندکننده‌ها.....	۷۷
۶-۲-۵- سایر مواد افزودنی شیمیایی.....	۷۸
۷-۲-۵- شرایط مصرف، انبار و نگهداری.....	۷۹
۳-۵- افزودنی‌های معدنی.....	۸۰