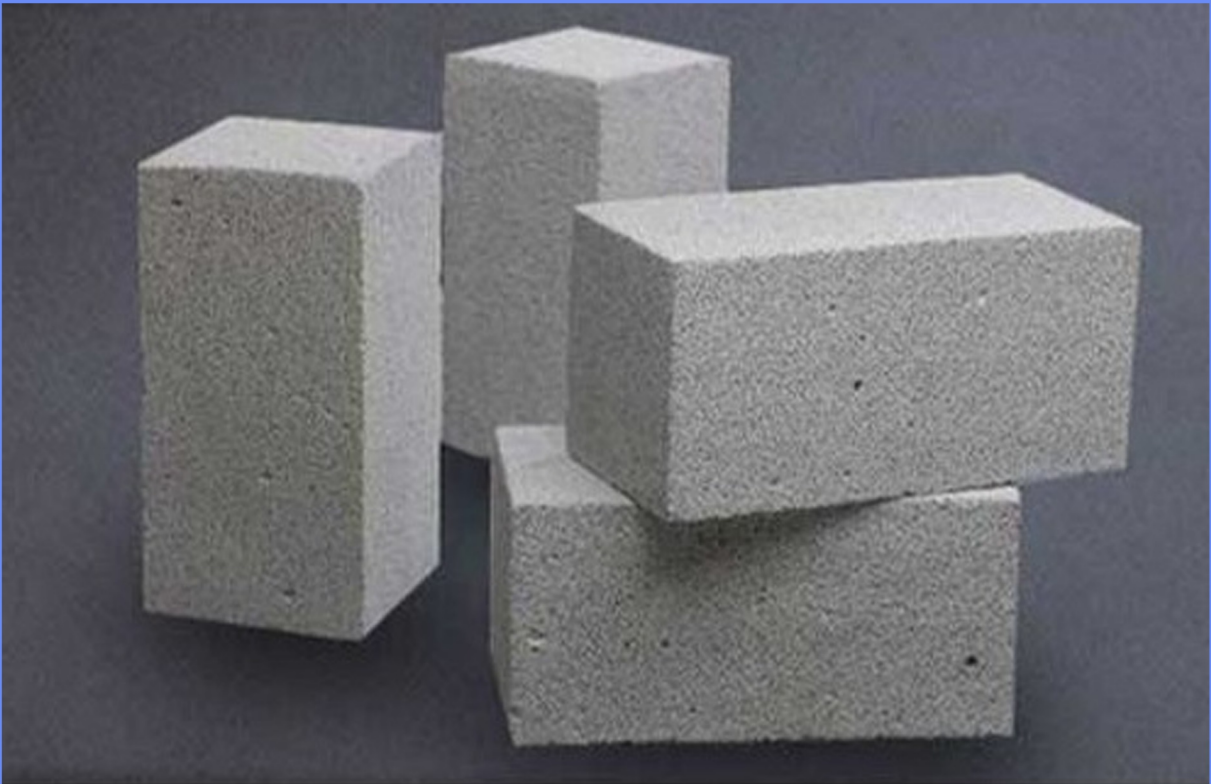


فناوری بتن

تالیف: دکتر محمدرضا عارفی

هیات علمی دانشگاه فنی و حرفه‌ای استان یزد



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فناوری بتن

تالیف:

دکتر محمدرضا عارفی

هیات علمی دانشگاه فنی و حرفه‌ای

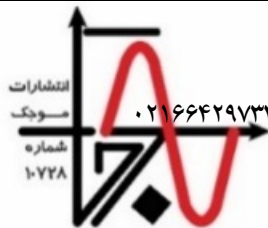
دانشکده فنی شهید صدوقی یزد



انتشارات موجک



سرشناسه: عارفی، محمدرضا، ۱۳۶۱ -
عنوان و نام پدیدآور: فناوری بتن / تألیف محمدرضا عارفی.
مشخصات نشر: تهران: موجک، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری: ۲۶۷ ص.: مصور (بخشی رنگی).
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۹۴-۳۹۰-۶
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
موضوع: بتن
موضوع: Concrete
موضوع: بتن -- آزمایش‌ها
موضوع: Concrete -- Testing
موضوع: بتن -- مشخصات
موضوع: Concrete -- Specifications
رده بندی کنگره: ۴۳۹TA
رده بندی دیویی: ۶۲۰/۱۳۶
شماره کتابشناسی ملی: ۸۵۶۷۶۲۷



انتشارات موجک
واتساپ: ۰۹۳۶۳۰۳۱۲۵۸ کانال: telegram.me/mojak1
تلفن مرکز پخش: ۰۲۶۳۲۷۰۵۳۱۸ - ۰۲۶۳۲۷۲۱۸۱۹ - ۰۲۱۶۶۱۲۷۵۹۳ - ۰۲۱۶۶۴۲۹۷۳۳
ایمیل: mojakpublication@yahoo.com
سایت: www.mojak.ir

عنوان: فناوری بتن
تألیف: دکتر محمدرضا عارفی
مشخصات ظاهری: ۲۶۷ صفحه، قطع وزیری
چاپ اول: زمستان ۱۴۰۰، تیراژ: ۵۰۰ جلد
قیمت: ۸۹۰۰۰۰ ریال، شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۹۴-۳۹۰-۶
کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر برای انتشارات موجک محفوظ است. هیچ شخص حقیقی و حقوقی حق چاپ و تکثیر این اثر را به هر شکل و صورت اعم از فتوکپی، چاپ کتاب و ... را ندارد. متخلفین به موجب بند ۵ ماده قانون حمایت از ناشرین تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

تقدیم به پدر و مادر عزیز و بزرگوارم

که در تمام لحظات و سختی‌های زندگی مثل یک کوه در کنار من بودند و من را همراهی کرده

و به من آرامش عطا می‌کردند و بی‌چگاه در سخت‌ترین لحظات زندگی تنها می‌نگذاشتند

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	سخن ناشر.....
۳	پیش گفتار.....
۵	فصل اول: معرفی بتن.....
۵	۱-۱ تکنولوژی بتن.....
۶	۲-۱ تعریف بتن.....
۷	۳-۱ انواع بتن و کاربرد آن‌ها.....
۷	۱-۳-۱ بتن سبک.....
۱۱	۲-۳-۱ بتن اسفنجی.....
۱۲	۳-۳-۱ بتن با مقاومت بسیار بالا.....
۱۲	۴-۳-۱ بتن پلیمری.....
۱۳	۵-۳-۱ بتن گوگردی.....
۱۴	۶-۳-۱ بتن الیافی.....
۱۴	۷-۳-۱ بتن فروسیمانی.....
۱۵	۸-۳-۱ بتن غلتکی.....
۱۵	۴-۱ افزودنی‌های بتن.....
۱۶	۱-۴-۱ تسریع کننده‌ها.....
۱۷	۲-۴-۱ کندگیر کننده‌ها.....

- ۱۷-۳-۴-۱.....تقلیل دهنده‌های آب (روان کننده‌ها).....
- ۱۸-۴-۴.....فوق روان کننده‌ها.....
- ۱۸-۴-۵.....افزودنی‌های معدنی (جاب‌ساز هوا).....
- ۱۹-۴-۶.....افزودنی‌های چسبنده (در کارهای تعمیراتی).....
- ۱۹-۴-۷.....افزودنی‌های دفع کننده‌ی آب.....
- ۱۹-۵-۱.....افزودنی‌های کاهنده‌ی آب در حد بالا (یا فوق روان کننده).....
- ۲۰-۵-۱.....اساس مواد افزودنی کاهنده‌ی آب در حد بالا.....
- ۲۲-۵-۲.....میزان مصرف.....
- ۲۳-۵-۳.....حفظ اسلایپ.....
- ۲۴-۵-۴.....سازگاری با سیمان.....
- ۲۶-۶-۱.....افزودنی‌های جاب‌زا (هوازا).....
- ۲۷-۶-۱.....اساس مواد افزودنی جاب‌زا و عمل آنها.....
- ۲۸-۶-۲.....مزیت‌های بتن هوا دار.....
- ۳۱-۷-۱.....سایر افزودنی‌های شیمیایی.....
- ۳۲-۸-۱.....افزودنی‌های معدنی.....

۳۳..... فصل دوم: ساختار بتن.....

- ۳۳-۱-۲..... مواد تشکیل دهنده‌ی بتن.....
- ۳۳-۲-۲..... سیمان.....
- ۳۳-۱-۲-۲..... سیمان و مواد اولیه آن.....
- ۳۴-۲-۲-۲..... تولید سیمان.....
- ۳۵-۳-۲..... اجزای تشکیل دهنده‌ی سیمان.....
- ۳۶-۱-۳-۲..... ترکیبات اصلی سیمان.....
- ۳۷-۲-۳-۲..... ترکیبات فرعی سیمان.....
- ۴۱-۴-۲..... هیدراسیون سیمان.....

- ۴۳..... ۵-۲ انواع سیمان پرتلند استاندارد.....
- ۴۹..... ۶-۲ حمله‌ی سولفات‌ها و روش مقابله با آن.....
- ۵۱..... ۷-۲ آزمایش‌های سیمان.....
- ۵۱..... ۱-۷-۲ آزمایش‌های ریزی سیمان.....
- ۵۲..... ۲-۷-۲ زمان گیرش.....
- ۵۳..... ۳-۷-۲ آزمایش سلامت سیمان.....
- ۵۳..... ۴-۷-۲ مقاومت سیمان.....
- ۵۴..... ۸-۲ انواع دیگر سیمان.....
- ۵۴..... ۱-۸-۲ سیمان روباره‌ی آهن‌گذاری.....
- ۵۴..... ۲-۸-۲ سیمان پر سولفات.....
- ۵۴..... ۳-۸-۲ سیمان‌های پرتلند سفید و رنگی.....
- ۵۵..... ۴-۸-۲ سیمان پرتلند پوزولانی.....
- ۵۵..... ۵-۸-۲ سیمان منبسط‌شونده.....
- ۵۶..... ۶-۸-۲ سیمان پر آلومین (سیمان برقی) (HAC).....
- ۵۶..... ۹-۲ حرارت هیدراتاسیون سیمان.....
- ۵۶..... ۱۰-۲ حمل و انبار کردن سیمان.....
- ۵۷..... ۱۱-۲ سنگدانه‌ها.....
- ۵۷..... ۱-۱۱-۲ تعریف سنگدانه‌ها.....
- ۵۷..... ۲-۱۱-۲ اندازه‌ی دانه‌های سنگی.....
- ۵۸..... ۳-۱۱-۲ دسته‌بندی سنگدانه‌ها از نظر شکل ظاهری.....
- ۵۸..... ۴-۱۱-۲ تقسیم‌بندی سنگ‌دانه‌ها با توجه به رطوبت سطحی و جذب آب‌دانه‌ها.....
- ۵۹..... ۱۲-۲ سنگدانه‌های مصرفی در بتن.....
- ۵۹..... ۱-۱۲-۲ دانه بندی مصالح دانه‌ای.....
- ۶۳..... ۲-۱۲-۲ کاربرد دانه بندی گسسته (نایوسته).....
- ۶۴..... ۱۳-۲ دانه بندی مصالح ریز دانه و خصوصیات لازم برای ماسه.....

- ۱۳-۲ پوش دانه بندی و اهمیت ریز دانه‌های عبوری از الک #۵۰ ۶۵
- ۱۳-۲ انبساط حجمی ظاهری دانه‌های ریز بر اثر رطوبت (ری کردن ماسه) ۶۸
- ۱۴-۲ دانه بندی مصالح درشت دانه و خصوصیات لازم برای شن ۶۹
- ۱۴-۲ بزرگ‌ترین اندازه‌ی دانه‌ها ۷۰
- ۱۴-۲ انتخاب بزرگ‌ترین اندازه‌ی دانه‌ها ۷۰
- ۱۵-۲ متورم شدن ماسه ۷۳
- ۱۶-۲ مقاومت دانه‌های سنگی در برابر سایش ۷۳
- ۱۷-۲ مقاومت دانه‌های سنگی در برابر یخ‌زدگی ۷۴
- ۱۸-۲ مواد مضر سنگدانه‌ها ۷۴
- ۱۹-۲ آب اختلاط ۷۵
- ۲۰-۲ آب برای عمل‌آوری بتن ۷۵

فصل سوم: بتن تازه و روش اجرا ۷۷

- ۱-۳ کارایی بتن ۷۷
- ۲-۳ آزمایش فاکتور تراکم ۷۸
- ۳-۳ آزمایش VEBE ۷۹
- ۴-۳ آزمایش میز سیلان ۸۰
- ۵-۳ آزمایش نفوذ تویی (نیمکره) ۸۱
- ۶-۳ آب انداختن بتن ۸۱
- ۷-۳ جدایی دانه‌ها ۸۲
- ۸-۳ عوامل جدایی دانه‌ها ۸۳
- ۹-۳ مخلوط‌کن‌ها ۸۳
- ۱-۹-۳ مخلوط‌کن کج‌شونده ۸۳
- ۲-۹-۳ مخلوط‌کن غیر کج‌شونده ۸۴
- ۳-۹-۳ مخلوط‌کن‌های تغاری ۸۴

- ۸۴..... ۴-۹-۳ مخلوط کن های دو قلو
- ۸۵..... ۱۰-۳ نحوه ی تغذیه مخلوط کن
- ۸۵..... ۱۱-۳ یکنواختی مخلوط
- ۸۵..... ۱۲-۳ زمان مخلوط کردن
- ۸۶..... ۱۳-۳ بتن آماده
- ۸۷..... ۱۴-۳ حمل و نقل بتن
- ۸۷..... ۱۵-۳ وسایل ساختن بتن
- ۸۷..... ۱۶-۳ وسایل حمل بتن
- ۸۸..... ۱۷-۳ تراکم بتن تازه
- ۸۸..... ۱۸-۳ انواع روش های ویره کردن (متراکم کردن) بتن
- ۸۹..... ۱۹-۳ ارتعاش مجدد
- ۸۹..... ۲۰-۳ بتن پاشی

فصل چهارم: عمل آوری بتن ۹۱

- ۹۱..... ۱-۴ مقدمه
- ۹۱..... ۲-۴ فرآیند عمل آوری بتن
- ۹۳..... ۳-۴ تأثیر دما در عمل آوری بتن
- ۹۳..... ۴-۴ عمل آوردن بتن با بخار
- ۹۴..... ۵-۴ روش های مراقبت
- ۹۴..... ۱-۵-۴ روش هایی که حضور آب را در کنار بتن تامین می کنند
- ۹۴..... ۲-۵-۴ روش هایی که با ایجاد حرارت زیاد همراه با رطوبت کافی، گیرش بتن را تسریع می کنند
- ۹۹..... ۶-۴ مراقبت از بتن در هوای سرد
- ۱۰۰..... ۱-۶-۴ ضوابط بتن ریزی در هوای سرد
- ۱۰۲..... ۷-۴ مراقبت از بتن در هوای گرم

- ۱-۷-۴ تعریف هوای گرم و تاثیرات آن بر بتن ۱۰۳
- ۲-۷-۴ تأثیرات محتمل هوای گرم بر بتن ۱۰۳
- ۳-۷-۴ تمهیدات عملی برای بتن‌ریزی در هوای گرم ۱۰۴

فصل پنجم: خواص مقاومتی بتن ۱۰۷

- ۱-۵ مقدمه ۱۰۷
- ۲-۵ رابطه‌ی بین مقاومت کششی و مقاومتی فشاری و مسائل خستگی و مقاومت در برابر ضربه ۱۰۷
- ۳-۵ مقاومت ضربه‌ای ۱۰۹
- ۴-۵ سن بتن ۱۱۰
- ۵-۵ میزان آب در خمیر سیمان ۱۱۲
- ۶-۵ پیوستگی با آرماتورها ۱۱۳
- ۷-۵ الاستیسیته ۱۱۳
- ۸-۵ عوامل مؤثر بر مدول الاستیسیته ۱۱۴
- ۹-۵ ضریب پواسون ۱۱۴
- ۱۰-۵ جمع‌شدگی و تورم ۱۱۴
- ۱۱-۵ تورم ۱۱۵
- ۱۲-۵ عوامل مؤثر بر جمع‌شدگی ۱۱۵
- ۱۳-۵ انواع ترک‌ها در بتن ۱۱۶
- ۱۴-۵ پایایی ۱۱۷
- ۱۵-۵ نفوذپذیری ۱۱۷
- ۱۶-۵ عمر، دوام و پایداری بتن ۱۲۲
- ۱-۱۶-۵ تعریف دوام ۱۲۲
- ۲-۱۶-۵ اهمیت دوام بتن ۱۲۲
- ۳-۱۶-۵ عوامل فیزیکی مؤثر بر دوام بتن ۱۲۳

۱۲۴	..... ۱۷-۵ زوایای مهم دوام بتن
۱۲۵	..... ۱۸-۵ بهبود دوام در بتن
۱۲۶	..... ۱۹-۵ مشاهدات کلی دوام بتن
۱۲۸	..... ۲۰-۵ ساختمان آب
۱۳۰	..... ۲۱-۵ نقش آب بر دوام بتن
۱۳۰	..... ۱-۲۱-۵ تراوایی
۱۳۱	..... ۲-۲۱-۵ تراوایی خمیر سیمان
۱۳۳	..... ۳-۲۱-۵ تراوایی سنگدانه‌ها
۱۳۴	..... ۴-۲۱-۵ مقایسه بین تراوایی سنگ‌ها و خمیرهای سیمان
۱۳۴	..... ۵-۲۱-۵ تراوایی بتن

۱۳۷ فصل ششم: بتن و خواص آن

۱۳۷	..... ۱-۶ مقدمه
۱۳۷	..... ۲-۶ خمیر سیمان
۱۳۹	..... ۳-۶ فازهای تشکیل دهنده بتن
۱۴۰	..... ۴-۶ بتن تازه
۱۴۰	..... ۱-۴-۶ کارایی
۱۴۳	..... ۲-۴-۶ لزجت
۱۴۴	..... ۳-۴-۶ رئولوژی
۱۴۵	..... ۴-۴-۶ آب انداختگی
۱۴۵	..... ۵-۴-۶ جدا شدن دانه‌ها
۱۴۶	..... ۵-۶ تراکم بتن تازه
۱۵۰	..... ۶-۶ بتن سخت شده و عمل آوردن آن
۱۵۱	..... ۷-۶ مقاومت فشاری بتن سخت شده و عوامل مؤثر بر آن
۱۵۱	..... ۱-۷-۶ تعیین مقاومت فشاری مشخصه بتن

- ۱۵۲ عوامل مؤثر بر مقاومت فشاری بتن ۲-۷-۶
- ۱۵۹ رفتار و مشخصات مکانیکی بتن ۸-۶
- ۱۵۹ مقاومت فشاری تک محوره، دو محوره و سه محوره ۱-۸-۶
- ۱۶۱ مقاومت خمشی بتن ۲-۸-۶
- ۱۶۲ مدول الاستیسیته‌ی بتن ۳-۸-۶
- ۱۶۳ ضریب پواسون بتن ۴-۸-۶
- ۱۶۳ مقاومت خستگی بتن ۵-۸-۶
- ۱۶۳ رفتار فیزیکی بتن ۹-۶
- ۱۶۴ انقباض در بتن ۱-۹-۶
- ۱۶۷ خزش در بتن ۲-۹-۶

فصل هفتم: فرآورده‌های بتنی جدید ۱۶۹

- ۱۶۹ بتن پیش تنیده ۱-۷
- ۱۷۰ انواع سیستم‌های پیش تنیده ۱-۱-۷
- ۱۷۰ سیستم پیش کشیده ۲-۱-۷
- ۱۷۰ سیستم پس کشیده ۳-۱-۷
- ۱۷۱ مزایای سقف‌های پس کشیده ۴-۱-۷
- ۱۷۱ دامنه‌ی کاربرد سقف‌های پس کشیده ۵-۱-۷
- ۱۷۲ روش‌های اجرای پس کشیده ۶-۱-۷
- ۱۷۲ بتن عبوردهنده‌ی نور ۲-۷
- ۱۷۳ موارد کاربردی ۱-۲-۷
- ۱۷۳ مسلح کردن بلوک بتنی عبوردهنده‌ی نور ۲-۲-۷
- ۱۷۴ بتن خودمتراکم ۳-۷
- ۱۷۴ مزایای بتن خودمتراکم ۱-۳-۷
- ۱۷۵ آزمایش‌های تعیین ویژگی‌های بتن خودمتراکم ۲-۳-۷

- ۱۷۷ ۳-۳-۷ دوام بتن خودمتراکم
- ۱۷۷ ۴-۳-۷ دلایل گسترش بتن خودمتراکم در دنیا
- ۱۷۸ ۵-۳-۷ مبانی طراحی مخلوط بتن خودمتراکم
- ۱۷۹ ۶-۳-۷ خواص (SCC)

فصل هشتم: بتن الیافی ۱۸۱

- ۱۸۱ ۱-۸ بتن الیافی (FRC) چیست؟
- ۱۸۳ ۲-۸ بتن مسلح به الیاف فولادی
- ۱۸۳ ۱-۲-۸ الیاف پلی پروپیلن
- ۱۸۴ ۲-۲-۸ الیاف شیشه‌ای
- ۱۸۴ ۳-۸ الیاف شیشه‌ای در بتن چیست؟
- ۱۸۴ ۱-۳-۸ الیاف کربن
- ۱۸۴ ۲-۳-۸ الیاف مصنوعی
- ۱۸۵ ۳-۳-۸ الیاف آرامید
- ۱۸۶ ۴-۸ از بتن الیافی در کجاها استفاده می‌شود؟
- ۱۸۶ ۵-۸ بتن الیافی چه مزایایی دارد؟
- ۱۸۷ ۶-۸ نحوه عملکرد الیاف در بتن به چه صورت است؟
- ۱۸۷ ۷-۸ روش استفاده از الیاف در بتن و میزان مصرف آن چگونه است؟
- ۱۸۷ ۸-۸ بهبود یافتن خواص مکانیکی بتن با استفاده از بتن‌های الیافی
- ۱۸۷ ۹-۸ آیا استفاده از بتن الیافی توجیه اقتصادی دارد؟

فصل نهم: بتن پلیمری ۱۸۹

- ۱۸۹ ۱-۹ تاریخچه بتن پلیمری
- ۱۸۹ ۲-۹ انواع بتن‌های پلیمری از نظر حالت مواد
- ۱۹۰ ۳-۹ بتن‌های پلیمری حالت جامد

- ۴-۹ کاربردهای بتن پلیمری جامد ۱۹۰
- ۵-۹ مشخصات فنی بتن پلیمری جامد یا کامپوزیت ۱۹۰
- ۶-۹ انواع بتن های پلیمری حالت غیر جامد ۱۹۰
- ۷-۹ روش ساخت بتن پلیمری ۱۹۱
- ۸-۹ انواع بتن پلیمری اصلاح شده بر اساس نوع پرکننده ها ۱۹۲
- ۹-۹ انواع بایندهای مورد استفاده در بتن های پلیمری ۱۹۲
- ۱۰-۹ تقویت بتن های معمولی با مواد پلیمری ۱۹۳
- ۱۱-۹ کاربردهای بتن پلیمری ۱۹۳
- ۱-۱۱-۹ کاربرد بتن های پلیمری در قطعات پیش ساخته و نماهای ساختمانی ۱۹۴
- ۲-۱۱-۹ کاربرد بتن پلیمری در نیروی نظامی ۱۹۵

فصل دهم: بتن غلتکی ۱۹۷

- ۱-۱۰ بتن RCC چیست؟ ۱۹۷
- ۲-۱۰ تاریخچه بتن غلتکی به چه زمانی باز می گردد؟ ۱۹۷
- ۳-۱۰ مواد تشکیل دهنده بتن غلتکی چه هستند؟ ۱۹۸
- ۱-۳-۱۰ سنگدانه بتن غلتکی ۱۹۸
- ۲-۳-۱۰ دانه بندی پیشنهادی برای سنگدانه ای ریز، درشت و مخلوط آنها ۱۹۹
- ۳-۳-۱۰ مواد سیمانی بتن غلتکی ۱۹۹
- ۴-۳-۱۰ سیمان پرتلند ۲۰۰
- ۵-۳-۱۰ آب بتن غلتکی ۲۰۰
- ۶-۳-۱۰ افزودنی شیمیایی بتن غلتکی ۲۰۰
- ۷-۳-۱۰ سیلیکا فیوم ۲۰۱
- ۴-۱۰ کاربرد بتن غلتکی چیست؟ ۲۰۱
- ۵-۱۰ سد بتن غلتکی چیست؟ ۲۰۱
- ۶-۱۰ روسازی بتن غلتکی چیست؟ ۲۰۲

- ۱۰-۷ انواع بتن غلتکی کدام هستند؟ ۲۰۳
- ۱۰-۷-۱ بتن غلتکی الیافی ۲۰۳
- ۱۰-۷-۲ بتن غلتکی رنگی ۲۰۴
- ۱۰-۸ طرح اختلاط بتن غلتکی چیست؟ ۲۰۴
- ۱۰-۸-۱ نسبت سیمان در بتن غلتکی ۲۰۴
- ۱۰-۸-۲ نسبت خاکستر بادی در بتن غلتکی ۲۰۴
- ۱۰-۸-۳ نسبت سنگدانه در بتن غلتکی ۲۰۵
- ۱۰-۸-۴ نسبت مواد افزودنی در بتن غلتکی ۲۰۶
- ۱۰-۸-۵ روش تعیین طرح اختلاط بتن غلتکی ۲۰۶
- ۱۰-۸-۶ روش روانی بتن ۲۰۶
- ۱۰-۸-۷ روش تراکم خاک ۲۰۶
- ۱۰-۸-۸ انتخاب سنگدانه خوب دانه بندی شده ۲۰۶
- ۱۰-۸-۹ مشخصات بتن غلتکی چه هستند؟ ۲۰۷
- ۱۰-۸-۱۰ وزن مخصوص بتن غلتکی ۲۰۷
- ۱۰-۸-۱۱ مقاومت فشاری بتن غلتکی ۲۰۷
- ۱۰-۸-۱۲ مقاومت خمشی بتن غلتکی ۲۰۸
- ۱۰-۸-۱۳ مدول الاستیسیته بتن غلتکی ۲۰۸
- ۱۰-۸-۱۴ خستگی بتن غلتکی ۲۰۸
- ۱۰-۸-۱۵ مقاومت پیوند بتن غلتکی ۲۰۸
- ۱۰-۸-۱۶ جمع شدگی بتن غلتکی ۲۰۹
- ۱۰-۸-۱۷ نفوذپذیری بتن غلتکی ۲۰۹
- ۱۰-۸-۱۸ مقاومت بتن غلتکی در برابر چرخه ذوب و انجماد ۲۰۹
- ۱۰-۸-۱۹ ضریب انبساط حرارتی بتن غلتکی ۲۰۹
- ۱۰-۸-۲۰ تولید بتن غلتکی چگونه انجام می شود؟ ۲۱۰
- ۱۰-۸-۲۱ انتخاب مواد اولیه مناسب برای بتن غلتکی ۲۱۰

- ۲۱۰ خوراک دهی مواد اولیه بتن غلتکی ۲۲-۸-۱۰
- ۲۱۱ اختلاط بتن غلتکی ۲۳-۸-۱۰
- ۲۱۱ میکسر پیوسته بتن ۲۴-۸-۱۰
- ۲۱۱ نحوه اجرای بتن غلتکی چگونه است؟ ۹-۱۰
- ۲۱۲ زیرسازی بتن غلتکی ۱-۹-۱۰
- ۲۱۲ آماده سازی زمین خاکی برای اجرای بتن غلتکی ۲-۹-۱۰
- ۲۱۲ انتقال بتن غلتکی ۳-۹-۱۰
- ۲۱۳ اجرای آزمایشی بتن غلتکی ۴-۹-۱۰
- ۲۱۳ تایید طرح اختلاط ۵-۹-۱۰
- ۲۱۳ بتن ریزی بتن غلتکی ۶-۹-۱۰
- ۲۱۴ تراکم بتن غلتکی ۷-۹-۱۰
- ۲۱۴ تراکم بتن غلتکی توسط غلتک ماشینی و پرداخت آن توسط تجهیزات دستی ۸-۹-۱۰
- ۲۱۵ ایجاد درز در بتن غلتکی ۹-۹-۱۰
- ۲۱۵ ایجاد برش بر روی سطح بتن RCC ۱۰-۹-۱۰
- ۲۱۵ عمل آوری بتن غلتکی ۱۰-۱۰
- ۲۱۶ بهره برداری از بتن غلتکی ۱۱-۱۰
- ۲۱۶ مزایای بتن غلتکی چه هستند؟ ۱۲-۱۰
- ۲۱۷ معایب بتن غلتکی چه هستند؟ ۱۳-۱۰
- ۲۱۷ آزمایش بتن غلتکی چگونه انجام می شود؟ ۱۴-۱۰

۲۱۹ فصل یازدهم: نانو فناوری در بتن

- ۲۱۹ جایگاه نانو در تکنولوژی بتن ۱-۱۱
- ۲۱۹ معرفی بتن ۲-۱۱
- ۲۲۰ تاریخچه بتن ۳-۱۱
- ۲۲۲ ساختار بتن ۴-۱۱

۲۲۲	۵-۱۱ نانو تکنولوژی در بتن
۲۲۳	۶-۱۱ آینده بتن
۲۲۳	۷-۱۱ چالش‌های نانو تکنولوژی در صنعت بتن
۲۲۵	۸-۱۱ نانو ذرات سیمان
۲۲۵	۹-۱۱ نانو رس ها
۲۲۶	۱۰-۱۱ نانو سیلیس
۲۲۷	۱۱-۱۱ نانو ذرات اکسید آهن
۲۲۷	۱۲-۱۱ دی اکسید تیتانیوم
۲۲۸	۱۳-۱۱ نانو ذرات اکسید آلومینیوم
۲۲۸	۱۴-۱۱ نانو الیاف ها
۲۲۹	۱۵-۱۱ نانو پوشش ها
۲۳۰	۱۶-۱۱ بتن‌های خود ترمیم شونده
۲۳۱	۱۷-۱۱ انواع روکش‌های کاربردی و کاربردهای آن در صنعت ساختمان
۲۳۱	۱-۱۷-۱۱ روکش‌های انسدادی
۲۳۱	۲-۱۷-۱۱ روکش‌های عایق حرارتی
۲۳۲	۳-۱۷-۱۱ عایق حرارتی نانویی به صورت رنگ
۲۳۵	۱۸-۱۱ کاشی‌های تغییر رنگ دهنده برای جلوگیری از هدررفت انرژی
۲۴۰	۱۹-۱۱ سطوح آنتی باکتریال و کاربرد آن در ساختمان
۲۴۱	۲۰-۱۱ سطوحی با پوشش آنتی باکتریال، آنتی میکروبیال و خودتمیزشونده
۲۴۴	۲۱-۱۱ نانو ذرات نقره
۲۴۵	۲۲-۱۱ نانو ذرات مس
۲۴۵	۲۳-۱۱ استفاده فناوری نانو جهت رفع آلودگی فضای محیط زندگی و کار

۲۴۷ فصل دوازدهم: کاربرد درز در بتن

۲۴۷	۱-۱۲ مقدمه
-----	------------------

- ۲۴۷ ۱۲-۲ انواع درز.....
- ۲۴۸ ۱۲-۲-۱ درزهای ساختمانی.....
- ۲۵۰ ۱۲-۲-۲ درزهای حرکتی.....
- ۲۵۰ ۱۲-۳ درزهای انبساط.....
- ۲۵۱ ۱۲-۳-۱ فاصله‌ی درزهای انبساط.....
- ۲۵۱ ۱۲-۳-۲ اجزای درز انبساط.....
- ۲۵۳ ۱۲-۴ درزهای انقباض.....
- ۲۵۵ ۱۲-۴-۱ درزهای انقباض واقع در کف.....
- ۲۵۶ ۱۲-۴-۲ درزهای انقباض واقع در دیواره.....
- ۲۵۷ ۱۲-۴-۳ درزهای انقباض واقع در سقف.....
- ۲۵۸ ۱۲-۵ درزهای لغزشی.....
- ۲۵۹ ۱۲-۵-۱ درزهای لغزشی بین دیوار و کف.....
- ۲۶۰ ۱۲-۵-۲ درزهای لغزشی بین دیوار و سقف.....
- ۲۶۱ ۱۲-۶ درزهای مفصلی.....
- ۲۶۲ ۱۲-۷ آب بند کننده‌ها و انواع آنها.....
- ۲۶۲ ۱۲-۷-۱ آب بند کننده‌های فلزی.....
- ۲۶۳ ۱۲-۷-۲ آب بند کننده‌های انعطاف پذیر.....
- ۲۶۴ ۱۲-۸ پرکننده‌ها.....
- ۲۶۵ ۱۲-۹ درزگیرها.....
- ۲۶۵ ۱۲-۹-۱ مواد پیش ساخته.....
- ۲۶۶ ۱۲-۹-۲ مخلوط‌های درجا.....

سخن ناشر

برای ترسیم تابلوی دل‌انگیز «ایران کشوری است توسعه یافته، با جایگاه اول علمی، اقتصادی و ... در سطح منطقه با هویت اسلامی و انقلابی، ...» دقت در تک تک ایده‌ها، ذره ذره پژوهش‌ها و تحقیقات و بهادادن به همه آموزه‌های موجود در هر سطح علمی که باشد، نه تنها به روشنی بیان کننده این واقعیت است که ایران به جایگاه رفیع خود خواهد رسید بلکه موکد این نکته ظریف است که برای نیل به این هدف، تمامی ایرانیان باید همت و کار مضاعف و با تمام توان و بضاعت خویش تلاش کنند. البته ایجاد انگیزه و فراهم نمودن زمینه عزم ملی برای دستیابی به اهداف مورد نظر بسیار مهم و ضروری است و این تاکید کاملا بجاست، زیرا بررسی روند توسعه و پیشرفت جوامع مترقی حاکی از این اراده جمعی و تلاشگر است. لذا باید تمامی منافع شخصی را کنار گذاشت و بر اریکه پژوهش‌های علمی سوار شد و امیدوار به الطاف الهی به آن سوی سرزمین‌های سعادت راند. مجموعه علمی که پیش رو دارید، حاصل تجربه و تلاش خستگی‌ناپذیر و ارزشمند استاد بزرگوار جناب آقای دکتر محمدرضا عارفی، عضو هیات علمی دانشگاه و دارای مدرک دکتری عمران-سازه و از محققین و پژوهشگران برتر که دارای بیش از ۱۵ مقاله ISI چاپ شده در مجلات معتبر علمی بین‌المللی و عضو استعدادهای درخشان باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان می‌باشد که با همه اخلاص به علاقمندان و دانش‌دوستان و دانشجویان هدیه نموده‌اند. «جزا هم الله خیرا»

پیش‌گفتار

بدون شک فناوری بتن از علمی است که در طول چند دهه‌ی اخیر با سرعت و به شدت دست خوش تغییر تحویل بوده است. این علم از یک سو بر مفاهیم، رفتار فیزیکی و ریاضی، و تئوری‌ها و نظریه‌های دقیق و منطقی بتنی است، و از سوی دیگر، تمام اجزای آن تا زمانی که با محک تجربه، آزمون و تایید نشود، سندیت نخواهد یافت. علمی پیچیده که به تنوع وسیع مصالح اولیه مورد مصرف در آن، توضیحات فیزیکی و علمی و تاییدات تجربی را به همراه دارد و علمی پویا که هر تجربه‌ی جدید آن، برگی بر دفتر بی‌انتهای دانسته‌هایش می‌افزاید. علمی رمز آلوده و اسرارآمیز که در حال حاضر کشف دقیق‌تر رمز و راز تک تک رفتار آن، حجم وسیعی از تحقیقات معتبرترین مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی جهان را به خود مشغول کرده است، در عین حال علمی کاربردی و فراگیر، که آثار آن را در هر کوچه و برزن، و هر کجای کره‌ی خاکی که پای بشر به آن را یافته است، می‌توان یافت. بتن، به عنوان پرمصرف‌ترین ماده پس از آب و شایع‌ترین مصالح ساختمانی دنیا شناخته می‌شود بتن را می‌توان به یک موجود زنده تشبیه کرد که متولد می‌شود و به بلوغ می‌رسد ذات بتن هرگز به سکون نمی‌رسد و همواره دست خوش تغییر و تحول است. این تغییر و تحول ممکن است در مسیر رشد و تعالی بتن باشد و یا در مسیر زوال و تنزل بتن حرکت کند. ماده‌ی پر رمز و راز دو بال دارد، بال «مقاومت» و بال «دوام» و مگر نه آن است که هر پرنده فقط با هر دو بال قدرت پرواز می‌یابد و به اوج می‌رسد، علم فناوری بتن به ما می‌آموزد که چگونه به بتن تولدی دهیم که هر دو بالش قدرتمند و مستحکم باشد. اگر بال مقاومت بتن توانمند نباشد بتن را در حد مصالح بنایی معمولی تنزل می‌دهد و اگر بال دوام بتن مستحکم و استوار نباشد در شرایط محیطی ناملاّیم روز به روز بتن دچار زوال شده و مرگ زود هنگام آن فرا می‌رسد.

سازه‌هایی که امروزه در ایران به کار می‌روند، اکثراً اسکلت فولادی و یا بتنی دارند، اگرچه به دلایل متنوع، سازه‌های با اسکلت بتنی بیشتر رایج شده‌اند از آن گذشته حتی در سازه‌های با اسکلت فولادی، معمولاً انجام کارهای بتنی و بتن‌ریزی غیر قابل اجتناب است. از طرفی کنترل کیفیت فولاد

معمولا در کارخانه‌ی سازنده صورت گرفته و نیروهای کاری کارگاه نقشی در آن ندارند، در حالی که نوع و مرغوبیت بتن، ارتباط مستقیم با دو مسئله‌ی اساسی دارد، یکی نسبت اجزایی که در ساخت بتن به کار گرفته شده و دیگری مسائل و ریزه کاره‌های اجرایی که در اختلاط اجزاء، ساخت بتن، حمل و ریختن بتن و مراقبت از بتن رعایت شده است. از همین جا اهمیت دانش فناوری بتن و طرح اختلاط بتن برای مهندسين و تکنسین‌های عمران به صورت اخص، و برای سایر نیروهای دست اندرکار مسائل ساختمانی به صورت اعم مشخص می‌شود. به بیان دیگر، اگر این دانش آن طور که شایسته است در مراکز دانشگاهی و مراکز فنی و حرفه‌ای، به طور خاص مورد بررسی و دقت قرار گیرد، به صورت طبیعی بهبود چشم‌گیر و موثر در کیفیت سازه‌های بتنی در حال احداث و صرفه جویی اساسی در منابع و هزینه‌های اقتصادی صورت خواهد گرفت.

مجمومه موجود یک مرور کلی به مباحث فناوری بتن می‌باشد. از آن جا که این مجموعه در حقیقت دست آورد آموزشی و گردآوری اینجانب در زمینه بتن در طی چندین سال و نیز تدریس به عنوان باز آموزشی برای مهندسين مرتبط با مسائل بتن در طی چند دوره‌ی مختلف است به نظر بنده این کتاب هم برای دانشجویان رشته عمران و هم برای سایر دست اندکاران ساخت و اجرای بتن مفید می‌باشد تا فهم و درک آن برای دانشجویان عزیز و نیروهای فنی و مهندسين ناظر در کارگاه‌های عمران آسان گردد. این کتاب آموزشی که با همین عنوان در دانشگاه فنی و حرفه‌ای و سایر دانشگاه‌ها تدریس می‌گردد، بی‌تردید حاوی اشکالاتی می‌باشد و از کلیه اساتید بزرگوار و دانشجویان عزیز خواهش دارم، نظرات و پیشنهادات ارزشمند خود را به آدرس arefi.mr@gmail.com ارسال کنند تا در چاپ بعدی ویرایش گردد. قبل از هرچند خداوند متعال را سپاس می‌گویم که توفیق تالیف این کتاب را به من ارزانی داشته و جلوه بیشتری از خلقت خویش را بر ما نمایان ساخت. و از پدر و مادر عزیز و بزرگوارم که همیشه مشوق و همراهم در تمام لحظات زندگی بودند و از دوست عزیزم جناب آقای مهندس امیرحسین پیری اردکانی برای ویراستادی کتاب و از مدیریت محترم انتشارت موجک برای چاپ کتاب صمیمانه کمال تشکر و سپاس را دارم.

دکتر محمدرضا عارفی

و ما توفیقی الا بالله، علیه توکلت و الیه انیب

هیات علمی دانشگاه فنی و حرفه‌ای، دانشکده فنی شهید صدوقی یزد، زمستان ۱۴۰۰

Concrete Technology

Author: Dr. Mohammad Reza Arefi

بتن در مفهوم بسیار وسیع به هر ماده یا محصولی که از یک ماده چسبنده با خاصیت سیمانی شدن تشکیل شده باشد اطلاق می‌شود. این ماده چسبنده عموماً حاصل فعل و انفعال سیمان‌های هیدرولیکی و آب می‌باشد. بتن ممکن است از انواع مختلف سیمان و نیز پوزولان‌ها، سرباره‌ی کوره‌ها، مواد مضاف، گوگرد، مواد افزودنی، پلیمرها و الیاف و غیره تهیه شود. همچنین در نحوه‌ی ساخت آن ممکن است از حرارت، بخار آب، اتو کلاو، خلاء، فشارهای هیدرولیکی و متراکم‌کننده‌های مختلف استفاده شود. اولین سؤال جواب دادن به این سؤال است که بتن خوب و بتن بد را چگونه بشناسیم؟ بتن بد یا ضعیف بتنی است به روانی سوپ که پس از سخت شدن کرمو می‌شود و غیرهمگن و بسیار ضعیف خواهد بود و طرح اختلاط بتن آب، سیمان و دانه‌های سنگی می‌باشد که با کمی تفاوت در میزان اختلاط آن‌ها بتن نامطلوب بدست می‌آید. و اما در مورد بتن خوب باید چه در موقع سخت شدن و چه در حالت تازه، زمانی که از مخلوط‌کن تخلیه شده و در قالب‌ها ریخته می‌شود، مورد پذیرش واقع شود و روانی و غلظت بتن تازه طوری باشد که با وسایل موجود در کارگاه بتوان آن را متراکم کرد و چسبندگی مخلوط باید بحدی باشد که در ضمن حمل و ریختن بتن موجود مواد از یکدیگر جدا شوند. در مورد بتن سخت شده مقاومت فشاری به عنوان معیار پذیرش در نظر گرفته می‌شود که عددی که بدست می‌آید برای مقاومت فشاری تنها کیفیت بتن را نشان می‌دهد و همچنین علت دیگر سنجش بتن براساس مقاومت فشاری آن این است که بسیاری از خواص دیگر بتن به مقاومت آن مربوط می‌شود شامل وزن مخصوص، نفوذپذیری، تا حدی، مقاومت در برابر فرسایش، مقاومت در برابر ضربه، مقاومت کششی، مقاومت در برابر حمله سولفات‌ها و بعضی خواص دیگر.

