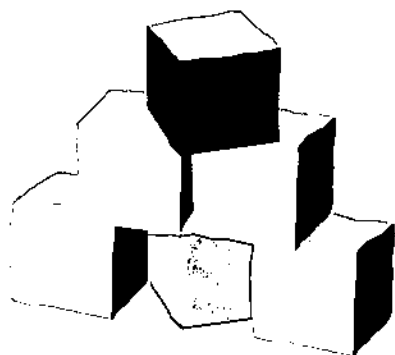




تکنولوژی بتن

دکتر محمود نادری
دانشیار دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

روش‌های بهبود و تعیین
آزمایشگاهی و درجای مقاومت بتن





سرشناسه نادری محمود □ عنوان و نام پدیدآور: تکنولوژی بتن: روشهای بهبود و تعیین آزمایشگاهی و درجای مقاومت بتن / محمود نادری
 □ مشخصات نشر: تهران، روزبهان، ۱۳۸۸ □ مشخصات ظاهری: ۲۲۴ ص □ شابک: ۹۷۸۹۶۴۸۱۷۵۷۹۰
 □ وضعیت فهرست نویسی: فیا □ یادداشت: واژه نامه □ عنوان دیگر: روشهای بهبود و تعیین آزمایشگاهی و درجای مقاومت بتن
 □ موضوع: بتن □ موضوع: بتن - آزمایشها
 □ رده بندی کنگره: ۱۳۸۸ ت ۸ ۲۸۳۷۲۷ □ رده بندی دیویی: ۶۲۰/۱۳۶ □ شماره کتابشناسی ملی: ۱۷۷۴۱۴۴



چاپ اول، زمستان ۱۳۸۸

مدیریت تولید □ حامد کنی

ویراستاری و نمونه خوانی □ دفتر ویرایش انتشارات روزبهان
 (علی کریمی و فرزانه فلاح)

مدیریت هنری □ کاوه حسن بیگلرگراییکمه

طرح و اجرای جلد □ آزاده عبید رحمانی، محمد کنی

حروف چینی □ دفتر حروفچینی انتشارات روزبهان
 (مریم موسوی)

آمادسازی برای چاپ □ شرکت قلم

چاپ جلد □ مجموعه چاپ آوازه

چاپ متن و صحافی □ چاپخانه خاشع

۱۰۰۰ نسخه



دفتر مرکزی: تهران، خیابان انقلاب، خیابان دانشگاه کوچه انشایی، شماره ۳، طبقه اول
 کد پستی ۱۳۱۴۷۷۲۳۱۱۳ تلفن ۶۶۹۶۶۷۹۷-۶۶۹۶۶۷۹۸ تلفکس: ۶۶۲۹۵۸۵۵
 فروشگاه: تهران، خیابان انقلاب، روبهروی دانشگاه تهران، شماره ۱۲۰۶ کد پستی: ۱۳۱۴۷۵۲۷۱۱
 تلفن: ۶۶۲۰۸۶۶۷-۶۶۲۰۸۶۶۸ تلفکس: ۶۶۲۹۲۲۵۳
 www.roozbahan.com info@roozbahan.com

۷۰۰ تومان

این کتاب بر اساس شیوه نامه انتشارات روزبهان تنظیم شده است.
 (حقوق چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است.)

۱۷	پیشگفتار.....
۱۹	فصل ۱.....
۱۹	کلیات.....
۲۵	مراجع فصل یکم.....
۲۷	فصل ۲.....
۲۷	اجزای اصلی تشکیل دهنده بتن.....
۲۷	۱-۲ سیمان.....
۳۱	۱-۱-۲ انواع سیمان ها.....
۳۴	الف) سیمان پرتلند معمولی (نوع I).....
۳۵	ب) سیمان اصلاح شده (نوع II).....
۳۵	پ) سیمان پرتلند زود سخت شونده (نوع III).....
۳۶	ت) سیمان های پرتلند خیلی زود سخت شونده.....
۳۷	ث) سیمان پرتلند با گرمای کم (نوع IV).....
۳۸	ج) سیمان ضد سولفات (نوع V).....
۳۹	چ) سیمان های پوزولانی.....
۴۰	ح) انواع سیمان های دیگر.....

- ۴۱ ۲-۱-۲ هیدراسیون سیمان
- ۴۴ ۲-۲ سنگدانه
- ۴۴ ۱-۲-۲ سنگدانه‌های درشت
- ۴۵ ۲-۲-۲ سنگدانه‌های ریز
- ۴۶ ۳-۲-۲ حداکثر اندازه سنگدانه‌ها
- ۴۷ ۴-۲-۲ ویژگی‌های سنگدانه‌ها
- ۴۹ ۵-۲-۲ طبقه‌بندی سنگ‌ها
- ۵۰ ۶-۲-۲ انواع سنگ‌ها
- ۵۳ ۷-۲-۲ نقش سنگدانه‌ها
- ۵۴ ۸-۲-۲ ویژگی‌های تأثیرگذار سنگدانه‌ها
- ۵۴ ۱-۸-۲ سلامت (ثبات حجمی)
- ۵۵ ۲-۸-۲ چگالی
- ۵۵ ۳-۸-۲ درصد رطوبت
- ۵۶ ۴-۸-۲ ضریب تخلخل
- ۵۷ ۵-۸-۲ سختی
- ۵۷ ۶-۸-۲ ساییدگی
- ۵۷ ۷-۸-۲ نفوذپذیری (تراوایی)
- ۵۷ ۸-۸-۲ مواد زیان‌آور
- ۵۹ ۹-۸-۲ مقاومت
- ۶۰ ۱۰-۸-۲ شکل و بافت سنگدانه‌ها
- ۶۱ ۱۱-۸-۲ مقاومت فشاری سنگدانه‌ها
- ۶۲ مرحله اول:
- ۶۲ مرحله دوم:
- ۶۳ مرحله سوم:
- ۶۳ مرحله چهارم:
- ۶۳ مرحله پنجم:
- ۶۴ مرحله ششم:
- ۶۵ ۱۲-۸-۲ تأثیر توزیع اندازه دانه‌ها (منحنی دانه‌بندی)
- ۶۵ ۱۳-۸-۲ تأثیر سایر خواص مکانیکی سنگدانه‌ها
- ۶۶ ۹-۲-۲ تولید سنگدانه‌ها
- ۶۷ ۱۰-۲-۲ مشخصات فیزیکی مصالح سنگی
- ۶۸ ۱۱-۲-۲ ساختار مرز بین سنگدانه و خمیره سیمان
- ۱-۱۱-۲-۲ تأثیر منطقه مرز بین سنگدانه و خمیره سیمان بر روی خواص

۶۸	بُتن
۷۰	۳-۲ آب
۷۱	۴-۲ افزودنی‌ها
۷۱	۴-۲ ۱ هوازاها
۷۲	۴-۲ ۲ میکروسلیس
۷۳	۴-۲ ۳ فوق‌روان‌سازها
۷۴	۵-۲ فضاهای خالی
۷۵	مراجع فصل دوم
۷۹	فصل ۳
۷۹	ویژگی‌های بُتن تر
۷۹	۳-۱ مخلوط کردن عوامل اصلی تشکیل دهنده بُتن
۸۰	۳-۲ بُتن تازه مخلوط شده (تر)
۸۱	۳-۳ کارآیی
۸۳	۳-۳ ۱ روش اسلامپ
۸۵	۳-۳ ۲ تعیین میزان روانی بُتن تازه به روش وی - بی
۸۸	۳-۳ ۳ تعیین درجه تراکم
۸۹	۳-۳ ۴ روش تعیین ضریب فشردگی
۹۰	۳-۴ آب انداختن و جداشدگی بُتن
۹۱	۳-۵ تراکم بُتن
۹۵	مراجع فصل سوم
۹۷	فصل ۴
۹۷	عمل‌آوری بُتن
۱۰۱	۴-۱ روش‌ها و مواد عمل‌آوری
۱۰۱	۴-۱ ۱ غرقاب کردن و غوطه‌وری
۱۰۲	۴-۱ ۲ مه‌سازی و آب‌پاشی
۱۰۳	۴-۱ ۳ پوشش‌های مرطوب
۱۰۴	۴-۱ ۴ کاغذ نفوذناپذیر
۱۰۶	۴-۱ ۵ پوشش‌های پلاستیکی
۱۰۷	۴-۱ ۶ مواد عمل‌آورنده
۱۰۹	۴-۱ ۷ عمل‌آوری با حفظ رطوبت داخلی (خود عمل‌آوری)

۸-۱-۴	باقی گذاشتن قالب‌ها در جای خود	۱۱۰
۹-۱-۴	عمل آوری با بخار	۱۱۰
۱۰-۱-۴	پتو یا پوشش عایق	۱۱۳
۱۱-۱-۴	عمل آوری با برق، روغن، میکروویو و پرتو مادون قرمز	۱۱۳
۲-۴	مدت زمان لازم و دمای عمل آوری	۱۱۴
۳-۴	مواد درزبند (کاهنده نفوذپذیری)	۱۱۷
۴-۴	عوامل مؤثر در اتلاف سریع رطوبت از سطح بتن	۱۱۹
مراجع فصل چهارم		
۱۲۳		
فصل ۵		
۱۲۵		
روش‌های آزمایشگاهی و تأثیر شرایط آزمایش در تعیین مقاومت بتن		
۱۲۵		
۱-۵	آزمایش نمونه‌های فشاری استاندارد	۱۲۵
۱-۱-۵	آزمایش نمونه‌های مکعبی	۱۲۶
۲-۱-۵	آزمایش نمونه استوانه‌ای	۱۲۷
۳-۱-۵	آزمایش منشور	۱۲۸
۲-۵	مکانیسم شکست نمونه‌های فشاری	۱۲۸
۳-۵	تأثیر شرایط آزمایش بر تعیین مقاومت بتن	۱۳۱
۱-۳-۵	اثر اجزای ماشین فشار	۱۳۱
۲-۳-۵	تأثیر آهنگ بارگذاری	۱۳۲
۳-۳-۵	اثر نسبت ارتفاع به قطر بر مقاومت فرانت شده	۱۳۳
۴-۳-۵	تأثیر وضعیت رطوبت و دما در حین انجام آزمایش	۱۳۴
۵-۳-۵	اثر اندازه نمونه بتنی مورد آزمایش	۱۳۴
۴-۵	مقایسه مقاومت‌های نمونه استوانه‌ای و نمونه مکعبی	۱۳۵
۵-۵	آزمایش‌های تعیین مقاومت کششی بتن	۱۳۶
۱-۵-۵	آزمایش‌های مقاومت خمشی	۱۳۷
مراجع فصل پنجم		
۱۴۱		
فصل ۶		
۱۴۳		
روش‌های درجای تعیین مقاومت بتن		
۱۴۳		
۱-۶	آزمایش‌های غیرمخرب	۱۴۵
۱-۱-۷	روش امواج کوتاه رادار	۱۴۵
۱-۱-۱-۶	اساس روش	۱۴۶

- ۱۴۶ ۲-۱-۱-۶ تعیین روند کسب مقاومت در بتن
- ۱۴۶ ۲-۱-۶ آزمایش سرعت امواج مافوق صوت
- ۱۴۸ ۱-۲-۱-۶ گستره کاربرد و محدودیت‌ها
- ۱۴۹ ۳-۱-۶ آزمایش چکش ارتجاعی
- ۱۵۱ ۱-۳-۱-۶ تنوری، کالیبراسیون، تعبیر و تفسیر نتایج
- ۱۵۱ ۲-۳-۱-۶ عواملی که نتایج آزمایش را تحت تأثیر قرار می‌دهند
- ۱۵۱ (۱) ویژگیهای مخلوط بتنی
- ۱۵۱ (۲) ویژگیهای عضو بتنی
- ۱۵۲ ۳-۳-۱-۶ مشخصه‌های مخلوط
- ۱۵۳ ۴-۳-۱-۶ مشخصه‌های عضو یا قطعه بتنی
- ۱۵۵ ۵-۳-۱-۶ کالیبراسیون
- ۱۵۶ ۶-۳-۱-۶ تعبیر تفسیر نتایج
- ۱۵۷ ۷-۳-۱-۶ کاربردها و محدودیت‌ها
- ۱۵۹ ۱-۳-۱-۶ تعداد برجهندگی و تخمین مقاومت فشاری
- ۱۶۰ ۲-۳-۱-۶ گستره کاربرد و محدودیت‌ها
- ۱۶۰ ۴-۱-۶ روش تکامل یافتگی بتن
- ۱۶۱ ۱-۴-۱-۶ کاربرد و محدودیت‌ها
- ۱۶۲ ۵-۱-۶ روش پتانسیل الکتریکی
- ۱۶۴ ۲-۱-۶ آزمایش‌های نیمه مخرب
- ۱۶۴ ۱-۲-۶ آزمایش مقاومت در برابر نفوذ
- ۱۶۵ ۱-۱-۲-۶ فرآیند رابطه‌سازی
- ۱۶۵ ۲-۱-۲-۶ استانداردها، محدودیت‌ها و گستره کاربرد آزمایش
- ۱۶۶ ۲-۲-۶ روش قطع کردن
- ۱۶۶ ۱-۲-۲-۶ نکات تنوری و روش آزمایش
- ۱۶۷ ۲-۲-۲-۶ کاربرد، مزایا و محدودیت‌ها
- ۱۶۸ ۳-۲-۶ روش بیرون کشیدن
- ۱۶۹ ۲-۳-۲-۶ نکات قابل توجه در روش «بیرون کشیدن»
- ۱۷۰ ۴-۲-۶ آزمایش «کشیدن از سطح»
- ۱۷۱ ۱-۴-۲-۶ گستره کاربرد و محدودیت‌ها
- ۱۷۱ ۵-۲-۶ روش «انتقال اصطکاک»
- ۱۷۳ ۱-۵-۲-۶ گستره کاربرد، مزایا و محدودیت‌ها
- ۱۷۴ ۶-۲-۶ روش «بیچش»
- ۱۷۵ ۱-۶-۲-۶ روش آزمایش

۱۷۵	۶-۲-۲ گستره کاربرد، مزایا، محدودیت‌ها
۱۷۶	۶-۳ آزمایش‌های مخرب
۱۷۶	۶-۳-۱ روش مغزه‌گیری
۱۷۹	۶-۳-۱-۱ عوامل مؤثر در تعیین مقاومت فشاری مغزه‌ها
۱۸۱	ب) وجود آرماتور عرضی
۱۸۱	ج) طول مغزه‌ها و جهت مغزه‌گیری
۱۸۲	د) سن بتن
۱۸۳	ه) مقاومت بتن
۱۸۵	و) عمل مغزه‌گیری
۱۸۵	ز) بریدن و قطع نمودن
۱۸۵	ز) کلاهک‌گذاری
۱۸۵	ح) رطوبت مغزه
۱۸۵	۶-۳-۲ تعداد آزمایش‌ها و حدود اعتبار و محدودیت‌ها
۱۸۶	* محدودیت‌های روش مغزه‌گیری
۱۸۹	مراجع فصل ششم
۱۹۱	فصل ۷
۱۹۱	تغییرات حجمی حاصل از جمع‌شدگی و وارفنگی بتن
۱۹۱	۷-۱ جمع‌شدگی
۱۹۲	۷-۱-۱ جمع‌شدگی پلاستیک
۱۹۲	۷-۱-۲ جمع‌شدگی خودبه‌خود
۱۹۳	۷-۱-۳ جمع‌شدگی حاصل از خشک شدن
۱۹۷	مراجع فصل هفتم
۱۹۹	فصل ۸
۱۹۹	طرح اختلاط بتن
۱۹۹	۸-۱ عوامل تأثیرگذار بر طرح اختلاط
۲۰۰	مرحله ۱
۲۰۰	مرحله ۲
۲۰۱	مرحله ۳
۲۰۱	مرحله ۴
۲۰۲	مرحله ۵

۲۰۳		مرحله ۶
۲۰۳		مرحله ۷
۲۰۳		مرحله ۸
۲۰۴		مرحله ۹
۲۰۴		مرحله ۱۰
۲۰۵		مراجع فصل هشتم
۲۰۷		ترجمه بعضی واژه‌های انگلیسی رایج در صنعت بتن

پیشگفتار

بی تردید بتن یکی از شگفت‌انگیزترین مصالح ساختمانی و سازه‌ای است. از یک طرف، بتن به قدری ساده است که هر کسی می‌تواند با مخلوط کردن آب، سیمان و سنگدانه و ریختن آن در یک قالب، تولید یک سنگ مصنوعی نسبتاً مقاوم به شکل دلخواه کند و از طرف دیگر، بتن به قدری ماده ناشناخته‌ای است که تا به حال کسی به رفتار پیچیده آن، چه در حال تر و نرم، و چه در حال خشک و سخت شده، به طور کامل پی نبرده است. این تناقض‌ها، باعث شده است تا بتن به عنوان پرمصرف‌ترین ماده ساختمانی و سازه‌ای جهان، در صورت عدم طراحی و اجرای صحیح، مشکلات عدیده‌ای را پدید آورد. همین امر باعث شده است تا در بعضی کشورها از جمله ایران، ارتباط منسجم و قانونمندی بین دانش و تئوری بتن، و اجرای عملی آن وجود نداشته باشد. با مد نظر قرارداد این نقیصه بسیار مهم، در کتاب حاضر سعی شده است ضمن فراهم آوردن دانش لازم برای دست‌اندرکاران صنعت بتن، راه‌های اعمال دانش به دست آمده، در هنگام اجرای ساختمان‌ها و سازه‌های بتنی، در معرض توجه علاقمندان قرار گیرد.

از آنجا که مقاومت بتن مهم‌ترین مشخصه آن است که از اهداف اصلی در طراحی و اجرای ساختمان‌ها و سازه‌های بتنی است، در این کتاب، تأثیر کیفی و کمی عوامل و عناصر تشکیل‌دهنده بتن و همچنین شرایط اجرایی، محیطی و بهره‌برداری مؤثر در مقاومت بتن مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. در ادامه، شیوه‌های بهبود مقاومت بتن و تعیین در جا و آزمایشگاهی آن ارائه شده است.

با توجه به اینکه بعضی از موضوعات مورد بحث این کتاب برگرفته از پایان‌نامه‌هایی است که همین مطالب را با جزئیات بیشتری تحت راهنمایی اینجانب به انجام رسانده‌اند، توصیه می‌شود خوانندگان ارجمند علاقه‌مند به مطالب فارسی، برای مطالعه بیشتر به پایان‌نامه‌های بتنی فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد سازه دانشگاه‌های بین‌المللی امام خمینی (ره) و تاجکستان و مراجع قید شده در آن‌ها مراجعه کنند.