

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

**بتن**

**تألیف**

سیدنی میندس

فرانسیس یانگ

دیوید داروین

**ترجمہ**

دکتر محمد شکرچی زاده

دکتر پرویز قدوسی

دکتر علی اکبر رمضانیاپور



شماره مسلسل ۸۳۴۰

شماره انتشار ۳۴۳۹

### انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه	: میندس، سیدنی
عنوان قرارداد	: بتن / تألیف سیدنی میندس، فرانسیس یانگ، دیوید داروین؛ ترجمه محمد
عنوان و نام پدیدآور	: شکرچی‌زاده، پرویز قدوسی، علی اکبر رضانیانپور.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ض، ۷۲۲ ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست	: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران؛ ۳۴۳۹.
شابک	: 978-964-03-6531-1
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا.
یادداشت	: چاپ دوم.
یادداشت	: عنوان اصلی: Concrete 2nd ed. C, 2003.
یادداشت	: واژه‌نامه.
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: بتن.
شناسه افزوده	: یانگ، فرانسیس.
شناسه افزوده	: Young, J. Francis
شناسه افزوده	: داروین، دیوید
شناسه افزوده	: Darwin, David
شناسه افزوده	: شکرچی‌زاده، محمد، ۱۳۳۹ - مترجم.
شناسه افزوده	: قدوسی پرویز، ۱۳۳۰ - مترجم.
شناسه افزوده	: رضانیانپور، علی اکبر، ۱۳۳۰ - مترجم.
شناسه افزوده	: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات.
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۳ ب ۲ م / TA ۴۳۹
رده‌بندی دیویی	: ۶۲۴/۱۸۳۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۳۱۸۴۲۷

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود.



9 789640 365311

عنوان: بتن

تألیف: سیدنی میندس - فرانسیس یانگ - دیوید داروین

ترجمه: دکتر محمد شکرچی‌زاده - دکتر پرویز قدوسی - دکتر علی اکبر رضانیانپور

نوبت چاپ: دوم

تاریخ انتشار: ۱۳۹۳

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مترجمان است»

«کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است»

بها: ۳۵۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرش مقدّم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: press @ ut. ac. ir - سایت: http://press.ut.ac.ir

پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲

## فهرست مطالب

پیشگفتار.....	ذ
پیشگفتار مترجمان .....	س
<b>فصل اول - بتن به عنوان یک ماده .....</b>	<b>۱</b>
۱-۱- طبیعت بتن .....	۱
۲-۱- مزایای بتن .....	۳
۳-۱- محدودیت‌های بتن .....	۵
مراجع .....	۶
<b>فصل دوم - توسعه سیمان و بتن در طول تاریخ .....</b>	<b>۷</b>
۱-۲- ملات‌های غیرهیدرولیکی .....	۷
۲-۲- ملات‌های هیدرولیکی .....	۸
۳-۲- تولید سیمان پرتلند .....	۱۰
۴-۲- افزودنی‌های بتن .....	۱۴
۵-۲- خلاصه .....	۱۵
مراجع .....	۱۵
<b>فصل سوم - سیمان‌ها .....</b>	<b>۱۷</b>
۱-۳- ساخت سیمان پرتلند .....	۱۷
۲-۳- ترکیبات سیمان پرتلند .....	۲۳
۳-۳- سیمان‌های پرتلند اصلاح شده .....	۳۵
۴-۳- سیمان‌های غیرپرتلند غیرارگانیکی .....	۴۶
۵-۳- مشخصات و آزمایش‌های سیمان پرتلند .....	۴۸
مراجع .....	۶۰
پرسش‌ها .....	۶۱
<b>فصل چهارم - هیدراتاسیون سیمان پرتلند .....</b>	<b>۶۳</b>
۱-۴- شیمی هیدراتاسیون .....	۶۳
۲-۴- خواص محصولات هیدراتاسیون .....	۷۲

۷۷.....	۳-۴-ریزساختار خمیرهای سیمان هیدراته.....
۹۰.....	۴-۴- خواص خمیرهای سیمان هیدراته.....
۱۰۱.....	مراجع.....
۱۰۲.....	پرسش‌ها.....

**فصل پنجم- افزودنی‌های معدنی و سیمان‌های مخلوط..... ۱۰۳**

۱۰۴.....	۱-۵- مواد پوزولانی.....
۱۱۲.....	۲-۵- سرباره کوره‌های آهن‌گدازی.....
۱۱۵.....	۳-۵- سیمان‌های مخلوط.....
۱۱۶.....	۴-۵- نسبت‌های اختلاط با افزودنی‌های معدنی.....
۱۱۸.....	۵-۵- تأثیر بر بتن تازه و سخت شده.....
۱۲۴.....	مراجع.....
۱۲۵.....	پرسش‌ها.....

**فصل ششم- آب..... ۱۲۷**

۱۲۷.....	۱-۶- آب به عنوان یک ماده.....
۱۳۰.....	۲-۶- کیفیت آب.....
۱۳۳.....	مراجع.....
۱۳۳.....	پرسش‌ها.....

**فصل هفتم- سنگدانه‌ها..... ۱۳۵**

۱۳۶.....	۱-۷- خواص مورد نیاز طرح مخلوط.....
۱۵۶.....	۲-۷- دوام سنگدانه.....
۱۷۴.....	۳-۷- سنگدانه‌های غیراستاندارد.....
۱۸۳.....	مراجع.....
۱۸۴.....	پرسش‌ها.....

**فصل هشتم- افزودنی‌های شیمیایی..... ۱۸۷**

۱۸۷.....	۱-۸- تعاریف و دسته‌بندی‌ها.....
۱۸۸.....	۲-۸- کاربرد افزودنی‌ها.....
۱۹۰.....	۳-۸- افزودنی‌های حباب‌زا.....
۲۰۰.....	۴-۸- افزودنی‌های کاهش‌دهنده آب.....

فهرست □ ج

۲۰۷	۵-۸- افزودنی‌ها برای کنترل گیرش
۲۱۴	۶-۸- افزودنی‌های متفرقه
۲۱۸	مراجع
۲۱۹	پرسش‌ها

**فصل نهم- بتن تازه**..... ۲۲۱

۲۲۱	۱-۹- کارایی
۲۳۱	۲-۹- اندازه‌گیری کارایی
۲۳۹	۳-۹- زمان گیرش بتن
۲۴۴	۴-۹- آزمایش‌های بتن تازه
۲۵۱	مراجع
۲۵۱	پرسش‌ها

**فصل دهم- تعیین طرح مخلوط بتن**..... ۲۵۳

۲۵۳	۱-۱۰- ملاحظات اصلی
۲۵۵	۲-۱۰- اصول پایه‌ای طرح مخلوط
۲۵۹	۳-۱۰- طرح مخلوط با روش ACI
۲۷۵	مراجع
۲۷۵	پرسش‌ها

**فصل یازدهم- مراحل اجرای ساختن بتن**..... ۲۷۹

۲۷۹	۱-۱۱- پیماننه و مخلوط کردن
۲۸۷	۲-۱۱- انتقال دادن
۲۹۳	۳-۱۱- بتن‌ریزی
۳۱۷	۴-۱۱- پرداخت بتن
۳۲۱	۵-۱۱- جنبه‌های خاص اجرای بتن
۳۲۷	مراجع
۳۲۸	پرسش‌ها

**فصل دوازدهم- عمل‌آوری**..... ۳۳۱

۳۳۱	۱-۱۲- عمل‌آوری در حرارت محیط
۳۴۰	۲-۱۲- عمل‌آوری در حرارت‌های زیاد

۳۴۷	مراجع
۳۴۸	پرسش‌ها
۳۴۹	<b>فصل سیزدهم - پاسخ بتن به تنش</b>
۳۵۰	۱-۱۳ ناحیه لایه مرزی (ITZ)
۳۶۳	۲-۱۳ کشش و گسیختگی
۳۷۶	۳-۱۳ فشار
۳۸۸	۴-۱۳ بارگذاری چرخه‌ای
۳۹۶	۵-۱۳ تنش در وضعیت چندمحوری
۴۰۰	۶-۱۳ عوامل اثرگذار بر مقاومت
۴۱۱	مراجع
۴۱۳	پرسش‌ها
۴۱۵	<b>فصل چهاردهم - آزمایش‌های بتن سخت شده</b>
۴۱۵	۱-۱۴ نیاز به آزمایش‌های «استاندارد»
۴۱۶	۲-۱۴ اهمیت آزمایش‌ها
۴۱۸	۳-۱۴ آزمایش‌های مربوط به مقاومت فشاری
۴۳۰	۴-۱۴ سایر آزمایش‌های بتن
۴۴۰	۵-۱۴ ارزیابی کیفیت بتن
۴۵۶	مراجع
۴۵۶	پرسش‌ها
۴۵۹	<b>فصل پانزدهم - کنترل کیفی</b>
۴۵۹	۱-۱۵ اندازه‌گیری مقدار تغییرات
۴۶۲	۲-۱-۱۵ روش ACI برای تغییرات
۴۶۷	۲-۱۵ نمودارهای کنترل کیفی
۴۷۰	۳-۱۵ شرایط رد ملزومات مشخصه
۴۷۴	مراجع
۴۷۵	پرسش‌ها
۴۷۷	<b>فصل شانزدهم - تغییر شکل وابسته به زمان</b>
۴۷۷	۱-۱۶ جمع‌شدگی پلاستیک

فهرست □ خ

۴۷۹.....	۲-۱۶- جمع‌شدگی خشک‌شدگی.....
۴۹۴.....	۳-۱۶- اثرات نرخ کرنش.....
۵۰۴.....	۴-۱۶- خزش بتن.....
۵۱۹.....	۵-۱۶- پیش‌بینی جمع‌شدگی و خزش.....
۵۲۲.....	مراجع.....
۵۲۳.....	پرسش‌ها.....

**فصل هفدهم - ویژگی‌های دیگر بتن..... ۵۲۵**

۵۲۵.....	۱-۱۷- خواص حرارتی.....
۵۳۷.....	۲-۱۷- مقاومت سطحی.....
۵۴۱.....	۳-۱۷- خواص دیگر.....
۵۴۴.....	مراجع.....
۵۴۵.....	پرسش‌ها.....

**فصل هجدهم - پایایی و دوام..... ۵۴۷**

۵۴۷.....	۱-۱۸- نفوذپذیری بتن.....
۵۵۵.....	۳-۱۸- تهاجم شیمیایی.....
۵۷۱.....	۴-۱۸- تهاجم فیزیکی.....
۵۷۸.....	۵-۱۸- ترک در بتن.....
۵۸۲.....	۶-۱۸- تعمیر و نگهداری بتن.....
۵۸۵.....	مراجع.....
۵۸۷.....	پرسش‌ها.....

**فصل نوزدهم - بتن پرمقاومت..... ۵۸۹**

۵۹۰.....	۱-۱۹- انتخاب مصالح و نسبت آنها.....
۶۰۶.....	۲-۱۹- ساخت.....
۶۰۷.....	۳-۱۹- خواص.....
۶۱۷.....	مراجع.....
۶۱۸.....	پرسش‌ها.....

**فصل بیستم - بتن برای کاربردهای ویژه..... ۶۱۹**

۶۱۹.....	۱-۲۰- بتن‌های سبک.....
----------	------------------------

۶۳۴	..... بتن‌های سنگین. ۲-۲۰
۶۳۵	..... بتن معماری ۳-۲۰
۶۴۷	..... سایر انواع بتن‌ها ۴-۲۰
۶۵۳	..... مراجع
۶۵۴	..... پرسش‌ها
<b>فصل بیست و یکم - ترکیبات سیمان - پلیمر ۶۵۵</b>	
۶۵۵	..... بتن اصلاح شده با شیره پلیمری (LMC). ۱-۲۱
۶۶۱	..... بتن پلیمری تزریقی. ۲-۲۱
۶۶۷	..... ارگانوسرامیک‌ها. ۳-۲۱
۶۷۰	..... مراجع
۶۷۰	..... پرسش‌ها
<b>فصل بیست و دوم - بتن مسلح شده به الیاف. ۶۷۱</b>	
۶۷۴	..... تعاریف ۱-۲۲
۶۷۵	..... پیوستگی الیاف- ماتریس ۲-۲۲
۶۷۷	..... مکانیزم‌های مسلح کننده الیاف ۳-۲۲
۶۷۸	..... ساخت FRC ۴-۲۲
۶۸۰	..... خواص بتن مسلح به الیاف ۵-۲۲
۶۹۱	..... کاربردهای FRC ۶-۲۲
۶۹۲	..... مراجع
۶۹۲	..... پرسش‌ها
<b>پیوست ۶۹۳</b>	
۶۹۹	..... جواب پرسش‌های عددی
۷۰۳	..... واژه‌نامه



## پیشگفتار

بتن ساخته شده از سیمان پرتلند پرمصرف‌ترین مصالح ساختمانی است که در پروژه‌های عمرانی در سرتاسر دنیا به کار می‌رود. دلایل این پیشگامی بتن متعدد است ولی مهمترین آنها اقتصادی بودن بتن و در دسترس بودن اجزای تشکیل‌دهنده آن است. همچنین متنوع بودن و تطابق‌پذیری بتن با سازه‌های مختلفی که وجود دارد و علاوه بر آن هزینه نگهداری اندک آن در طول عمر بهره‌برداری از سازه را نباید از نظر دور داشت. بتن نظیر سایر مصالح، کاربرد موفق آن به استفاده هوشمندانه از خواص آن در طراحی و همچنین توانایی در تولید محصولاتی همگن و با کیفیت عالی بستگی دارد. بتن در میان سایر مصالح ساختمانی تنها ماده‌ای است که با استفاده از مواد قابل دسترس محلی معمولاً برای هر پروژه مورد نظر به طور خاص تولید می‌شود. بنابراین مهندس پروژه امکان کنترل کامل و مسئولیت در برابر محصول نهایی را که در ساختمان به کار خواهد رفت، دارد. چنانچه مصالح بتن به نحو مناسبی برای شرایط بهره‌برداری مورد نظر طراحی نشده باشد و به طور مطلوبی اجرا و عمل‌آوری نشود، این فرایند به عملکرد غیراستانداردی منتج خواهد شد، به طور مثال وقتی تابلیه یعنی یک پل و روسازی آن پنج تا ده سال بعد از اجرا به یک ترمیم گسترده‌ای نیاز دارد، این موضوع نشان می‌دهد که ظرفیت کامل مصالح استفاده نشده است. بنابراین به این موضوع اساسی باید اهمیت داد که مهندسان باید فهم جامعی از خواص مصالح بتن و فرآیندی که به تولید باکیفیت و بادوام منتج می‌شود، داشته باشند.

در گذشته این‌گونه فکر می‌شد که فناوری بتن در واقع دانشی تجربی است. با این وجود باید دانست که گستره‌ای از اصول فیزیکی و شیمیایی وجود دارد که رفتار بتن تحت تأثیر آنها قرار دارد و در حال حاضر این اصول به نسبت به نحو قابل قبولی شناسایی شده‌اند. همانند ویرایش اول، هدف این کتاب بیشتر ارائه نگاهی جامع و متحد از رفتار بتن در پرتو اصول ذکر شده است، تا اینکه بخواهد یک سری مطالب کمابیش غیرمرتبط را مطرح کند، برای مثال موضوع کارایی بتن در فصل مربوط (فصل ۹) با بحثی عمومی در زمینه اصول رئولوژی آغاز می‌شود و به خواص مکانیکی از منظر بتن به‌عنوان یک ماده کمپوزیست (یا چند فازه) توجه شده است و همچنین بر اصول اساسی شیمی هیدراتاسیون و ریزساختار خمیر سیمان سخت‌شده تأکید می‌شود.

این کتاب در اصل برای سطح کارشناسی تدوین شده است ولی باید بتواند به‌عنوان راهنمای مناسبی برای مهندسان حرفه‌ای که واحد درسی رسمی بتن را در دانشگاه فرا نگرفته‌اند استفاده شود. این کتاب براساس تجارب گسترده مؤلفان آن در تدریس اصول بتن در سطح کارشناسی بنا نهاده شده و حاوی آخرین اطلاعات به‌روزشده و در دسترس در مورد مصالح نوین بتن است و به نقش مشخصات و استانداردهای بتن و مصالح تشکیل‌دهنده و کاربرد روش‌های آزمایشی برای تعیین خواص آن توجه ویژه‌ای دارد.

در این کتاب، برای اینکه فهم گسترده‌ای حاصل شود، مطالب بیشتر از آنچه بتواند در طول یک ترم ارائه گردد آورده شده است. بنابراین استاد درس می‌تواند بخش‌هایی را حذف کند. فصل چهارم کتاب حاوی مطالبی است که بیشتر از آنچه برای دانشجوی درحد کارشناسی می‌تواند مطلوب باشد دارای جنبه شیمی است، به این ترتیب می‌تواند با جزییات کمتری ارائه شود و صرفاً بر روی واکنش اجزای اصلی سیمان تمرکز گردد. همچنین، آن بخش‌هایی از فصل شانزدهم که بر مکانیسم جمع‌شدگی، وابستگی به نرخ تغییر شکل و خزش می‌پردازد در

صورت تمایل می‌تواند حذف شود، اگرچه این بخش‌ها می‌تواند در ایجاد فهمی اساسی‌تر از رفتار مصالح مشارکت کند. فصل‌های ۲۱ و ۲۲ می‌تواند بدون اینکه ارتباط بین مفاهیم بهم بخورد رها شود، در همین حال بخش‌هایی از فصول ۱۵، ۱۸ و ۲۰، برحسب علائق استاد درس و تأکیدی که از سوی برنامه درسی وجود دارد نیز می‌تواند حذف شود.

به‌طور کلی کتاب در سه بخش کلی قابل تقسیم‌بندی است:

- ۱- خواص مصالح تشکیل‌دهنده شامل: سیمان‌ها، خمیر سیمان سخت‌شده، سنگدانه‌ها، آب و افزودنی‌ها.
- ۲- طرح مخلوط بتن و روش‌های اجرایی شامل اختلاط، انتقال، ریختن، تراکم و عمل‌آوری.
- ۳- خواص بتن سخت‌شده شامل مقاومت و شکست، خستگی، خزش و جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن و دوام. با در نظر گرفتن این واقعیت که سیستم آحاد SI در کانادا به‌کار می‌رود و در ایالات متحده نیز پذیرفته شده است، این سیستم به‌عنوان سیستم اصلی انتخاب شده است. همچنین تبدیل این آحاد به سیستم انگلیسی نیز به‌طور متناوب در متن آورده شده است. مسائل عددی نیز در هر دو سیستم آحاد اندازه‌گیری ارائه شده است.<sup>۱</sup> در خلال متن کتاب، استانداردهای ملی ارائه‌شده توسط انجمن آمریکایی آزمایش مصالح (ASTM) و سازمان استاندارد کانادا (CSA) ملاک کار قرار گرفته است. همچنین به نحو قابل‌ملاحظه‌ای از توصیه‌ها و گزارش‌های انجمن بتن آمریکا (ACI) استفاده شده است. مدارک ASTM و ACI، استانداردهای اصلی در ایالات متحده هستند ولی به‌طور گسترده‌ای در کشورهای دیگر نیز به‌کار می‌روند. در این کتاب به آخرین ویرایش استانداردها و توصیه‌نامه‌های در دسترس ارجاع داده شده است. اینها به بازنگری‌های متداول مرتبط است و بنابراین خواننده باید به جدیدترین ویرایش‌ها که ممکن است در بعضی جزئیات از آنچه در متن آمده متفاوت باشد ارجاع کند.<sup>۲</sup>

در پایان هر فصل، فهرست کتابنامه برای راهنمایی بیشتر خوانندگان و دستیابی به ادبیات فنی اصلی تهیه شده است. همچنین تعدادی مسئله در انتهای هر فصل مطرح شده است. انتخاب این مسئله‌ها مشکل بوده است چرا که موضوعات به‌خودی‌خود به یک مسئله عددی مرتبط نبوده است، ولی این مسائل به نحوی انتخاب شده که تأکید بیشتری به جنبه‌های مهم هر فصل بنماید.

در حال حاضر بیست و دو سال از انتشار اولین ویرایش کتاب سپری شده است. در این سال‌ها پیشرفت‌های در عرصه‌های مختلف فناوری بتن پیشرفت‌های زیادی ایجاد شده که ضرورت اصلاحاتی را در کتاب ایجاد کرده است. برای آنهایی که با ویرایش نخست کتاب آشنا هستند، بخش‌های کمی حذف شده است. ویرایش حاضر کتاب شامل فصول مجزا و جداگانه‌ای درباره‌ی افزودنی‌های معدنی، کمپوزیست‌های سیمانی- پلیمری و بتن الیاف فلزی می‌باشد، همچنین موضوعاتی به فصل‌های ویرایش اول افزوده شده است. در فصول مربوط به سیمان‌ها، افزودنی‌های شیمیایی، روش‌های اجرایی و دوام تجدیدنظرهای مهمی انجام شده و اطلاعات درباره‌ی بتن معماری به فصل ۲۰ مربوط به بتن برای کاربردهای خاص انتقال داده شده است. فصول متعدد دیگری که به پاسخ بتن به

۱- توضیح مترجمین: در ترجمه کتاب صرفاً سیستم آحاد SI آورده شده است.

۲- توضیح مترجمین: در ترجمه کتاب در چند مورد به ویرایش‌های جدید استانداردها (بعد از سال ۲۰۰۳) اشاره شده است.

پیشگفتار □ ز

تنش می‌پردازد کاملاً بازبینی شده و در یک فصل جمع‌آوری شده است و دست آخر اینکه کتاب در حال حاضر شامل یک فصل جدید مربوط به بتن پرمقاومت است.

از افراد زیر تشکر ویژه‌ای می‌شود که پیشنهادهای و تذکرات و موارد متعدد و مفیدی برای کتاب ارائه داده‌اند:

Raymond A. Cook از دانشگاه New Hampshire

Johon E. Hadock از دانشگاه Purdue

Kevin J. Folliard از دانشگاه Texas at Austin

Daniel C. Jansen از دانشگاه Tufts

Jerry Rose از دانشگاه Kentucky

Surendra P. Shah از دانشگاه North Western University و به خصوص Ann Werner و Lesile J. Struble

از دانشگاه Illinois at Urbana-Champaign

حمایتی که از سوی ACI و ASTM انجام شد و به ما اجازه داده‌اند که شکل‌ها و جداول زیادی را از مدارک آنها استفاده کنیم بسیار قابل قدردانی است. تشکر ویژه را از Steven H. Kosmatka از مؤسسه سیمان پرتلند (PCA) باید اعلام داریم که شکل‌های متعددی را که در کتاب آمده و همچنین امکان دسترسی به داده‌های جدید صنعت سیمان را فراهم آورده است و در آخر ما می‌خواهیم از Carolyn Wiley که در آماده‌سازی دستنویس‌ها با ما همکاری کرد تشکر خود را اعلام داریم.

سیدنی میندس

فرانسیس یانگ

دیوید داروین

سال ۲۰۰۵ میلادی

## پیشگفتار مترجمان

نقش بی‌بدیل بتن در "توسعه" جوامع مدرن از دهه‌های گذشته بر همگان آشکار بوده است. با این وجود وظیفه متخصصان و مهندسان در عصر حاضر این است که این نقش را با مفاهیم "توسعه پایدار" نیز هم‌راستا نمایند. پر واضح است که گسترش فرهنگ عمومی بتن، افزایش دانش دست‌اندرکاران تولید و اجرای بتن و آموزش صحیح و عمیق دانشجویان رشته‌های مهندسی عمران که ساخت و ساز آینده را با رویکرد توسعه پایدار برعهده خواهند داشت می‌تواند تحقق این هدف را هموارتر سازد. با این همه باید توجه داشت استفاده هوشمندانه از خواص بتن در طراحی و تولید محصولات همگن و با کیفیت عالی و نیز توجه به دوام بتن از جمله عواملی است که کاربرد موفق بتن را ممکن می‌سازد.

با اینکه از ابداع سیمان پرتلند و تولید بتن مدرن در جهان بیش از دو قرن می‌گذرد ولی از چند دهه اخیر مخصوصاً پس از دهه هشتاد میلادی است که نظیر سایر زمینه‌های تکنولوژی، تغییرات شگفتی در عرصه فن‌آوری بتن اتفاق افتاده و امکان بروز و ظهور قابلیت‌های مختلف موجود در ماهیت بتن فراهم آمده است. به عنوان مثال از حیث مقاومت فشاری، امروزه در کشورهای فراصنعتی کاربرد ابربتن‌ها با مقاومت فشاری بیش از ۲۰۰ مگاپاسکال در سازه‌ها در حال توسعه است. در مقوله دوام بتن حتی در محیط‌های گزندبار، طراحی سازه‌های بتنی با عمر مفید بیش از ۳۰۰ سال مورد توجه قرار گرفته است و از بُعد معماری، طرح‌های بسیار خلاقانه با انواع بتن‌های زیبا و چشم‌نواز به اجرا درآمده است. همه اینها از تعمیق دانش دست‌اندرکاران آن پروژه‌ها از مفاهیم گسترده تکنولوژی بتن حکایت دارد.

در کشور ما بیش از ۸۰ سال از احداث اولیه کارخانه تولید سیمان می‌گذرد. بنابراین، از حیث قدمت تولید بتن و اجرای سازه‌های بتنی، در بین کشورهای منطقه جزو نخستین کشورها بشمار می‌آییم. در حال حاضر نیز با بیش از ۷۰ میلیون تن سیمان، تولید بتن در کشور سالانه از مرز یکصد میلیون مترمکعب فراتر رفته است و مصرف سرانه بتن بیش از ۵ تن در سال برآورد می‌شود که بیش از دو برابر متوسط مصرف جهانی است. این در حالی است که با این واقعیت مواجه هستیم که بیش از نود درصد تولید بتن، شامل بتن‌های معمولی با مقاومت کمتر از ۲۵ تا ۳۰ مگاپاسکال است که مقوله دوام و بارگذاری محیطی در طراحی آنها یا مطرح نمی‌باشد یا مورد توجه قرار نمی‌گیرد.

بیش از ده سال از تأسیس انجمن بتن ایران که وظیفه اصلی آن گسترش فرهنگ بتن و ایجاد شبکه داخلی بین متخصصان، دانشگاهیان و تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان بتن بوده است می‌گذرد. علاوه بر آن با برگزاری مسابقات دانشجویی بتن، در محیط‌های علمی اشتیاق به فراگیری فزون‌تر در خصوص ویژگی‌های بتن گسترده‌تر شده است. در حال حاضر خوشبختانه در اکثر دانشکده‌های مهندسی کشور پروژه‌های تحقیقاتی در زمینه تکنولوژی بتن در حال انجام است، اگرچه با توجه به محدودیت بودجه‌های تحقیقاتی و کمبود امکانات بعضاً این تحقیقات خصوصاً از حیث آزمایشگاهی از عمق کافی برخوردار نیستند. به هر حال به نظر می‌رسد در مقوله

"ارتقا آموزش مهندسی بتن" در دانشگاهها و همچنین بازآموزی مهندسان حرفه‌ای باید اقدامات جدی‌تر صورت پذیرد و در این راستا تهیه و تدوین و ترجمه متون فارسی در زمینه بتن و تنوع بخشیدن به آنها از ضروریات است. تاکنون خوشبختانه بسیاری از متون معتبر بین‌المللی بتن به زبان فارسی برگردانده شده است. با این وجود مترجمان کتاب حاضر با سالها تجربه در زمینه تدریس، تحقیق و مشاوره در پروژه‌های صنعتی، با دقت نظر کتاب حاضر را با نام "بتن" انتخاب و به فارسی برگردانده‌اند.

کتاب حاضر که توسط استادان برجسته بتن خصوصاً پرفسور میندس استاد صاحب نام دانشگاه یوبی‌سی کانادا تالیف شده از جایگاه شناخته شده‌ای در بین کتابهای مرجع بتن در سطح بین‌المللی برخوردار است و پیش‌بینی می‌شود در آینده نزدیک جای خود را در بین کتب فارسی بتن نیز پیدا کند.

ویرایش اول کتاب حاضر در سی سال قبل تهیه شده است و پس از آن با پیشرفت‌های زیاد در عرصه‌های مختلف فناوری بتن، ضرورت اصلاح بعضی فصول و کسر و اضافه نمودن فصولی دیگر ضرورت پیدا کرده و این تغییرات در ویرایش‌های بعدی محقق شده است. به‌طور کلی کتاب در سه بخش کلی تالیف شده که شامل خواص مصالح تشکیل دهنده، طرح مخلوط و روش‌های اجرایی و نهایتاً خواص بتن سخت شده می‌باشد و به این بخش‌ها با جزئیات در پیشگفتار مولفین اشاره شده است.

یکی از ویژگیهای نادر کتاب حاضر این است که مطالب مطرح شده از حیث تئوریک عمیق می‌باشد. به عنوان مثال فصل سیزدهم به "پاسخ بتن به تنش" می‌پردازد، که این مبحث کمتر در کتابهای مرجع تکنولوژی بتن وجود دارد و می‌تواند مورد استفاده محققین قرار گیرد، در عین حال مباحث عملی و اجرایی با رویکرد عمل‌گرایانه در کتاب موجود است که می‌تواند برای مهندسين حرفه‌ای مفید باشد. به عنوان مثال در فصل دهم در مبحث "تعیین طرح مخلوط بتن"، به اهمیت همکاری نزدیک بین فردی که طرح مخلوط بتن را می‌دهد و پیمانکار تاکید دارد تا اطمینان حاصل شود یک بتن خوب تولید شده و به کارگاه تحویل می‌شود و در این فصل آمده است در یک طرح مخلوط عاقبت‌اندیشانه باید بتن با کارایی مناسب به کارگاه تحویل شود تا پیمانکار توجیهی نداشته باشد تا پای کار به بتن آب اضافه نماید.

در مجموع می‌توان گفت در ۲۲ فصل کتاب حاضر اغلب مباحث مطرح در حوزه تکنولوژی بتن با دقت کافی مورد توجه قرار گرفته است. به این ترتیب مجموعه آنچه در این کتاب مطرح شده فراتر است از اطلاعاتی است که در سطح کارشناسی از دانشجویان عمران انتظار داریم. اگرچه دانشجویان کارشناسی کلیه مطالب مورد نیاز خود را در کتاب خواهند یافت. به هر حال کتاب حاضر یک منبع درسی خوب برای درس تکنولوژی بتن پیشرفته که تدریس آن در دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری رایج است، محسوب می‌شود و مراجع پایان هر فصل منابع ارزشمندی برای تحقیق می‌باشد. همچنین استفاده از کتاب حاضر را به مهندسين حرفه‌ای که با مطالعه کتب علمی مانوس می‌باشند توصیه می‌نماییم. این افراد می‌توانند با مطالعه کتاب حاضر سطح دانش خود را به نحو موثری ارتقا بخشند و تا حدودی از شگفتی‌های دنیای بتن اطلاع حاصل نمایند. ما اطمینان داریم مطالعه کتبی نظیر کتاب حاضر و به‌کار بردن مطالب آن در اجرای سازه‌های بتنی می‌تواند در کم کردن فاصله زیادی که سطح اجرای سازه‌های بتنی در کشور ما با کشورهای پیشرفته دارد موثر باشد. امید است که تا ده

ص □ بتن

سال آینده مقاومت فشاری بتن‌های متداول مورد هدف در سازه‌ها در کشور از مقدار متوسط ۲۵ مگاپاسکال کنونی به مرز ۵۰ مگاپاسکال نزدیک شود.

در خاتمه از دکتر امیر رمضانپور که در ویرایش بخش‌هایی از کتاب به ما یاری رسانده‌اند تشکر می‌نماییم. همچنین از دریافت اظهارنظرها از سوی خوانندگان استقبال می‌نماییم و در چاپ‌های بعدی انشاء... از آن بهره خواهیم برد.

مترجمان

۱۲ مرداد ماه ۱۳۹۲