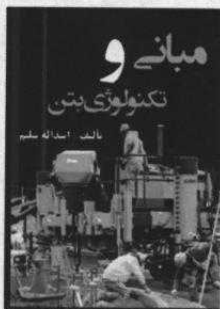


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



مبانی و تکنولوژی بتن

تألیف:

اسداله سلیم

عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور



Email : simaye.danesh@yahoo.com

Telegram : [telegram.me/simayedaneshpub](https://t.me/simayedaneshpub)

سرشناسه	: سلیم، اسداله، ۱۳۴۸ -
عنوان و نام پدیدآور	: مبانی و تکنولوژی بتن / تألیف سلیم اسداله.
مشخصات نشر	: تهران: سیمای دانش: انتشارات آذر، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ۲۶۸ص: مصور، جدول.
شابک	: 978-600-120-414-2
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: بتن
موضوع	: Concrete
موضوع	: سیمان
موضوع	: Cement
ه. پند، کنگره	: ۱۳۹۷ م ۸/۲۸۴۳۹ TA
رده بندی دیویی	: ۶۲۰/۱۳۶
ماره کتابشناسی ملی	: ۵۲۳۰۵۰۵

مبانی و تکنولوژی بتن

تألیف:	اسداله سلیم
ناشر:	انتشارات سیمای دانش
ناشر همکار:	انتشارات آذر
نوبت چاپ:	اول/ ۱۳۹۸
تیراژ:	۱۰۰۰ نسخه
حروفچینی:	موسسه مهراد
صفحه آرایی:	موسسه مهراد- مجتبی نظری
طراحی جلد:	فاطمه سلیم
لیتوگرافی:	باختر
چاپخانه:	فرشیوه
صحافی:	روشنک
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۱۲۰-۴۱۴-۲
قیمت:	۷۵۰۰۰۰ ریال

کلیه حقوق این اثر برای انتشارات سیمای دانش محفوظ است.

انتشارات سیمای دانش: خیابان انقلاب- ابتدای خیابان ۱۲ فروردین
 پلاک ۳۱۸- تلفن: ۶۶۴۶۴۷۷۹
 فروشگاه سیمای دانش: ۶۶۴۶۰۵۴۵
 انتشارات آذر: ۶۶۴۶۵۸۳۰
 کتابفروشی عصر دانش: ۶۶۴۹۳۷۰۱
 کتابفروشی پرهام: ۶۶۴۶۸۲۳۵

پیشگفتار

کشور ما در منطقه‌ای از جهان قرار گرفته که خطر زلزله خیزی بسیار بالایی دارد. لذا دقت در امر ساخت و ساز و آشنایی با رفتار سازه و محاسبات دقیق و همچنین تطابق رفتار مصالح با فرضیات و مسایل محاسباتی امری بسیار ضروری است. و هر چقدر در محاسبات دقت لازم لحاظ گردد، نتیجه اطمینان‌بخش‌تری حاصل خواهد شد. ولی آنچه مسلم است، محاسبات دقیق به تنهایی تضمین‌کننده ایمنی سازه نخواهد بود. بلکه شناخت دقیق‌تر خواص و رفتار مصالح و بهره‌گیری مناسب از تکنولوژی جدید و استانداردهای لازم متضمن این امر مهم خواهد بود. چرا که اگر نتوانیم رفتار مصالح را در مقابل خطرات پیش‌بینی نماییم، اعتماد به سازه‌های ساخته شده و مقابله با مخاطراتی که آنها را تحدید می‌کند، امری با رده و غیر ممکن خواهد بود.

سازه‌ها - بتن یکی از پرکاربردترین سازه‌های ساختمانی در جهان است، بلندترین و عظیم‌ترین سازه‌های ساخته شده در بشر بتنی است و این ماده بیشترین سرانه مصرف را در دنیا دارد. لذا شناختن این مصالح از نژادیک و حیاتی و آشنایی با تکنولوژی‌های ساخت و اجرای آن برای دست اندرکاران ساخت و ساز چه بسیار است. مولی امری بسیار ضروری است و دسترسی به کتب مرتبط یکی از موثرترین ابزار جهت نیل به این هدف محسوب می‌باشد. علی‌رغم پیشرفت و تغییرات اساسی در روشها و تکنولوژی اجرا، و توسعه انواع بتن‌های با ویژگی‌های خاص و کاربردهای ویژه، در چند دهه اخیر، متأسفانه کتب موجود (در کشور ما) در این زمینه هنوز محدود و چندان قدیمی است و مطالب آن تاحدودی در قیاس با دانش و تکنولوژی روز دنیا غیر قابل استفاده می‌باشد. لذا نگارنده با تجربه ۲۰ ساله در امر تدریس و اجرای پروژه‌های عمرانی، خلاء موجود در زمینه کتب کاربردی بویژه تکنولوژی بتن را احساس نموده و مبادرت به نگارش این مکتوب نموده است. امید است این رود برای دانشجویان و مهندسين رشته‌های عمران، معماری و رشته‌های مرتبط مفید واقع شود. در حین نگارش این کتاب اجرایی و مهارتی در زمینه مهندسی در تنوع و تیراژ زیادی عرضه می‌گردند، اما به نظر می‌رسد تا حد زیادی با تکنولوژی و علم روز را نداشته و جوابگوی سوالات روز مهندسين جوان نمی‌باشند. برخلاف آنچه که در کتب بر تدوین کتب علمی در گردآوری و نگارش این مکتوب کمتر به بحث‌های تئوری محض پرداخته شده، بلکه بیشتر بر روی نکات اجرایی و تجربیات متخصصین تکیه شده و از عنوان مطالب تکراری تا حد امکان پرهیز گردیده و سعی بر آن بوده که دانشجو درک صحیحی از مسایل بنیادی بتن مانند: کیفیت، روند استحکام بخشی و نکات حساسی که باعث بروز مشکلات کیفی بتن می‌شوند را عنوان نموده و تا حدی به معرفی تکنولوژی روز اجرا و ساخت بتن بپردازد. بر این اساس، کتاب حاضر طوری تنظیم شده که این واقعیت را در ذهن دانشجو روشن سازد که بتن ماده‌ای مانند فولاد با یک سری مشخصه‌ها و خصوصیات ثابت نیست. بلکه تولید یک بتن با مشخصات دلخواه و با هر کیفیت را می‌توان با یک پروسه تحقیق و بررسی تولید و توسط یک سری آزمایش ساده میزان موفقیت و رسیدن به اهداف مورد انتظار را ارزیابی نمود، و تا حدود زیادی به خصوصیات حاصله اعتماد نمود. دوم اینکه مرحله بتن‌ریزی پایان کار نیست بلکه

برای موفقیت شروع کار است، و مراقبت‌های بعد از بتن ریزی تاثیر بسیار زیاد و شاید باور ناپذیری در تضمین کیفیت بتن دارد. مسیله سوم اینکه برای داشتن یک بتن که در مقابل آسیب‌های محیطی ایمن باشد تا حد ممکن باید در افزایش تراکم و کاهش نفوذ پذیری آن تلاش نمود. شاید اغراق آمیز نباشد بگوییم، اگر بتوان بتنی صد درصد غیر قابل نفوذ بسازیم عمر یا گذشت زمان هیچگونه تاثیر نامطلوبی بر روی آن نخواهد داشت. در نهایت آنچه رویکرد ما را نسبت به بتن باید تغییر دهد اینست که کیفیت بتن در دست ماست و بار عایت مراحل پنجگانه اجرای بتن می‌توان بتنی با مقاومت صفر تا مقاومتی همسان با فولاد تولید نمود. این مهم فقط با تغییر باورهای غلط و اصلاح روشهای سنتی ممکن است. چرا که سالیانه مبالغ هنگفتی از سرمایه‌های ملی را فقط صرف باورها و روشهای سنتی و غلط خود می‌کنیم. برای مثال سالیانه بین ۹۵ تا ۱۰۰ میلیون مترمکعب بتن در ایران مصرف می‌شود که تقریباً نزدیک به نرم جهانی است. اگر بتوانیم کیفیت آن را از مقاومت مشخصه پایه ۲۱۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع به ۳۵۰ ارتقاء دهیم (بسیاری از کشورها و حتی همسایه از این خیلی فراتر رفته‌اند) سالیانه بالغ بر ۵۰۰ میلیارد تومان صرفه جویی اقتصادی خواهیم داشت. سخن پایان اینکه: گرچه نویسنده برای رسیدن به حداقل نقایص تلاش نموده ولی مجموعه را خالی از اشکال نمی‌داند و ضمن تشکر از عزیزی که این مطلب را مطالعه می‌نمایند، استدعا دارد، بدون اغماض پوشی، ایرادات احتمالی، غلط‌های چاپی و نصرت ارزشمندی خود را برای بهره‌گیری نگارنده ارسال نمایند...

باتشکر

اسداله سلیم

شهریور ۱۳۹۷

AS.Salim48@gmail.com

۲۱	فصل اول - مراحل ساخت و اجرای بتن
۲۳	۱-۱- مقدمه
۲۳	۱-۲- سازه‌های بتنی
۲۴	۱-۲-۱- مزایای سازه‌های بتنی: (Advantage of Concrete Structures)
۲۴	۱-۲-۲- معایب سازه‌های بتنی: (Disadvantage of Concrete Structures)
۲۵	۳-۱- مراحل مختلف ساخت و اجرای بتن
۲۶	۱-۳-۱- مواد با اجزاء بتن: (Concrete Elements)
۲۶	۲-۳-۱- ساخت بتن: (Concrete Production)
۲۶	۱-۲-۳-۱- ساخت بتن به روش دستی
۲۷	۲-۲-۳-۱- روش اختلاط ماشینی با مکانیکی
۲۷	۱-۲-۲-۳-۱- مخلوط کن‌های مکانیکی
۲۸	۲-۲-۲-۳-۱- مخلوط کن استوانه‌ای با دیگ دوار
۲۹	۳-۲-۲-۳-۱- مخلوط کن‌های عمومی
۲۹	۱-۳-۲-۲-۳-۱- مخلوط کن سیار
۲۹	۲-۳-۲-۲-۳-۱- مخلوط کن تناری
۳۰	۳-۳-۲-۲-۳-۱- مخلوط کن باله‌ای
۳۱	۳-۲-۳-۱- کامیون مخلوط کن (تراک میکسر)
۳۱	۳-۳-۱- مدت زمان اختلاط بتن
۳۲	۴-۳-۱- ایستگاه‌های تولید بتن: (Batching Planet)
۳۲	۱-۴-۳-۱- تولید بتن خشک: (Dry Mix Concrete)
۳۲	۲-۴-۳-۱- تولید بتن تر: (Wet Mix Concrete)
۳۳	۵-۳-۱- انواع بچینگ پلانت
۳۴	۱-۵-۳-۱- بچینگ پلانت ثابت: (Stationary Batching Plant)
۳۴	۲-۵-۳-۱- بچینگ پلانت سیار (Mobile Batching Plant)
۳۵	۳-۵-۳-۱- بچینگ پلانت پرتابل: (Portable Batching Plant)
۳۵	۶-۳-۱- حمل بتن و بتن ریزی: (Concrete Transport & Concrete Placing)
۳۶	۱-۶-۳-۱- حمل دستی بتن
۳۶	۲-۶-۳-۱- انتقال و حمل ماشینی بتن
۳۶	۱-۲-۶-۳-۱- دامپر: (Dumper)
۳۷	۲-۲-۶-۳-۱- کامیون کمپرسی: (Dump Truck)
۳۷	۳-۲-۶-۳-۱- حمل با اتو میکسر: (Truck Mixer)

۳۸	۷-۳-۱	ماشین آلات و ابزار بتن ریزی: (Concrete Placing Machines and Equipments)
۳۸	۷-۳-۱	شوت بتن: (Concrete Chute)
۳۸	۷-۳-۱	شوت قائم قیفی: (Concrete Chute Hopper)
۳۹	۷-۳-۱	نوار نقاله: (Conveyore Belt)
۴۰	۷-۳-۱	جام و جرثقیل: (Crane and Bucket)
۴۰	۷-۳-۱	استفاده از پمپ بتن
۴۱	۷-۳-۱	انواع مختلف پمپ و سیستم توزیع بتن: (Types of Concrete Pump)
۴۲	۷-۳-۱	قابلیت نصب بوم توزیع بتن: (Some Mounting Options for Placing Booms)
۴۳	۷-۳-۱	مزایای استفاده از پمپ بتن: (The Advantages of Using a Concrete Pump)
۴۳	۸-۳-۱	تراکم بتن و انواع روش‌های آن: (Methods of Concrete Compaction)
۴۳	۸-۳-۱	تراکم به روش میله کوبی (تراکم دستی):
۴۴	۸-۳-۱	تراکم به روش ماشین مکانیکی (ماشینی): (Mechanical Compaction)
۴۴	۸-۳-۱	تراکم به روش میز ویبراتور: (۱-۲-۸-۳-۱)
۴۵	۸-۳-۱	تراکم به روش ویبراتور خارجی یا الحاقی: (External Vibrator)
۴۶	۸-۳-۱	ویبراتور غوطه‌ور یا خرطومی: (Immersion Vibrator)
۴۶	۸-۳-۱	ویبراتور صفحه‌ای: (Surface Vibrators)
۴۷	۸-۳-۱	ویبراتورهای شمشه‌ای: (Screed Vibrators)
۴۷	۸-۳-۱	ویبراتور هیدرولیکی: (Hydrolic vibrator)
۴۸	۸-۳-۱	ویبراتور غلطکی: (Roller Vibrator)
۴۸	۸-۳-۱	تراکم با افزایش اسلامپ یا روانسازی بتن
۴۹	۸-۳-۱	نکات ضروری برای ویبره مناسب (ویبراتورهای غوطه‌ور):
۵۰	۸-۳-۱	اثرات مثبت ویبره مناسب برای بتن
۵۱	۸-۳-۱	معایب ویبره زیاد و کم
۵۲	۹-۳-۱	پرداخت سطح بتن: (Concrete Finishing)
۵۲	۹-۳-۱	پرداخت بتن بادیست: (Hand Finishing)
۵۳	۹-۳-۱	پرداخت ماشینی
۵۴	۹-۳-۱	شمشه پروانه‌ای ساده و خودکشنده
۵۴	۹-۳-۱	پرداخت با شمشه لوله‌ای لغزنده ویبراتوری: (Mechanical Tube Finisher)
۵۴	۹-۳-۱	استفاده از شمشه لیزری
۵۶	۹-۳-۱	استفاده از فنیشر و قالب ساز بتن
۵۷		فصل دوم- اجزای تشکیل دهنده بتن
۵۹	۱-۲	مقدمه
۵۹	۲-۲	سیمان و تاریخچه آن: (Cement History)

۶۱	(Method of Cemente Manufacturing): روش ساخت سیمان: ۱-۲-۲
۶۲	 مواد تشکیل دهنده سیمان: ۱-۱-۲-۲
۶۲	 I (معمولی) سیمان پرتلند نوع: ۱-۲-۲-۲
۶۲	 II (اصلاح شده) سیمان پرتلند نوع: ۲-۲-۲-۲
۶۲	 III (زودگیر) سیمان پرتلند نوع: ۳-۲-۲-۲
۶۳	 IV (کندگیر) سیمان پرتلند نوع: ۴-۲-۲-۲
۶۳	 V (ضد سولفات) سیمان پرتلند نوع: ۵-۲-۲-۲
۶۳	 (White Portland Cement): سیمان سفید: ۶-۲-۲-۲
۶۳	 (MC) سیمان بنایی: ۷-۲-۲-۲
۶۴	 (Portland-Lime Cement): سیمان پرتلند آهکی: ۸-۲-۲-۲
۶۴	 (Special Cements): سیمان های ویژه: ۳-۲-۲
۶۵	 (PCC): سیمان پوزولانی: ۱-۳-۲-۲
۶۵	 (PSC): سیمان های سرباره ای: ۲-۳-۲-۲
۶۶	 (Hydrophobic Cement): سیمان ضد آب: ۳-۳-۲-۲
۶۶	 سیمان حفاری: ۴-۳-۲-۲
۶۶	 (High-alumina Cement): سیمان پر آلومین یا سیمان برقی: ۵-۳-۲-۲
۶۷	 (Expander Cement): سیمان منبسط شونده یا ضد انقباض: ۶-۳-۲-۲
۶۷	 انواع سیمان در استانداردهای آمریکا: ۴-۲-۲
۶۷	 (Normally Portland Cement): سیمان های پرتلند معمولی: ۱-۴-۲-۲
۶۷	 (Blended Cement): سیمان های ترکیبی: ۲-۴-۲-۲
۶۸	 (Performance-Based Cement): سیمان های با کارایی ویژه: ۳-۴-۲-۲
۶۸	 (SCMs): انواع مکمل های سیمان: ۵-۲-۲
۶۸	 پوزولان چیست؟: ۱-۵-۲-۲
۶۹	 پوزولان طبیعی: ۲-۵-۲-۲
۷۰	 پوزولان مصنوعی: ۳-۵-۲-۲
۷۰	 (Microsilica): میکروسیلیس یا سوپر پوزولان: ۶-۲-۲
۷۱	 خواص میکروسیلیس و تفاوت آن با سیلیس میکرونیزه: ۱-۶-۲-۲
۷۲	 اثرات میکروسیلیس بر بتن تازه و بتن سخت شده: ۲-۶-۲-۲
۷۲	 اشکال مختلف میکروسیلیس: ۳-۶-۲-۲
۷۳	 کاربرد سیلیس: ۴-۶-۲-۲
۷۳	 تقسیم بندی سیلیس از نظر درجه خلوص: ۵-۶-۲-۲
۷۴	 (Cement Setting): گیرش سیمان: ۷-۲-۲
۷۵	 (Storage and Handling of Cement): انبار کردن سیمان: ۸-۲-۲

۷۵	 انبار کردن سیمان فله..... ۱-۸-۲-۲
۷۶	 (Storage of Packet Cement) ۲-۸-۲-۲
۷۸	 (Aggregates) ۳-۲
۷۹	 (Particle Shape) ۱-۳-۲
۷۹	 تمیزی دانه‌ها ۲-۳-۲
۸۰	 ۱-۲-۳-۲ روش کارگاهی برای تعیین میزان گل ولای دانه‌های سنگی بتن.....
۸۰	 (Aggregate Polution) ۳-۳-۲
۸۱	 (Grading) ۴-۳-۲
۸۲	 (Well Graded) ۱-۴-۳-۲
۸۲	 (Gap Graded) ۲-۴-۳-۲
۸۳	 (Uniform Graded) ۳-۴-۳-۲
۸۴	 (Sand) ۵-۳-۲
۸۴	 (Sand Properties of Concrete) ۱-۵-۳-۲
۸۴	 (Sand Blotation) ۲-۵-۳-۲
۸۵	 (C.M) ۳-۵-۳-۲
۸۵	 ۴-۵-۳-۲ مزایا و معایب ماسه شکر.....
۸۶	 (Filler) ۶-۳-۲
۸۶	 ۷-۳-۲ شن مناسب برای بتن.....
۸۶	 ۱-۷-۳-۲ حد اکثر قطر دانه‌های سنگی در بتن.....
۸۷	 ۸-۳-۲ مقاومت و دوام دانه‌ها و تأثیر آن در بتن.....
۸۷	 ۱-۸-۳-۲ سختی یا مقاومت سایشی.....
۸۸	 ۲-۸-۳-۲ مقاومت دانه‌های سنگی.....
۸۸	 ۳-۸-۳-۲ تخلخل سنگدانه‌ها.....
۸۸	 ۴-۸-۳-۲ مقاومت در برابر یخبندان.....
۸۸	 (Surface Texture) ۵-۸-۳-۲
۸۸	 (Absorption and Surface Moisture) ۶-۸-۳-۲
۸۹	 (Aggregate Moisture) ۷-۸-۳-۲
۸۹	 ۸-۸-۳-۲ رابطه سطح محسوس با بزرگی سنگدانه‌ها.....
۹۰	 ۹-۳-۲ دانه‌های سنگی با کاربرد ویژه.....
۹۱	 ۱-۹-۳-۲ پوکه معدنی پومیس.....
۹۲	 ۱-۱-۹-۳-۲ موارد مصرف پوکه معدنی پومیس.....
۹۲	 (Scoria) ۲-۹-۳-۲
۹۳	 ۳-۹-۳-۲ پرلیت چیست؟.....

- ۹۳..... ۱-۳-۹-۳-۲ موارد کاربرد پرلیت در ساختمان.
- ۹۴..... ۴-۹-۳-۲ ورمیکولیت
- ۹۵..... ۵-۹-۳-۲ دیاتومیت
- ۹۵..... ۱-۵-۹-۳-۲ موارد مصرف دیا تومیت
- ۹۶..... ۶-۹-۴-۲ لیکا یا پوکه صنعتی
- ۹۶..... ۷-۹-۳-۲ شیل
- ۹۷..... ۸-۹-۳-۲ اسلیت: (Slate)
- ۹۷..... ۹-۹-۳-۲ دانه‌های سنگین با دانسیته بالا
- ۹۷..... ۱۰-۹-۳-۲ بریت: (Barite)
- ۹۸..... ۱۱-۹-۳-۲ یمونک
- ۹۹..... ۱۲-۹-۳-۲ ماتیت
- ۹۹..... ۱۳-۹-۳-۲ مگنیت
- ۱۰۰..... ۱۰-۳-۲ انواع الیاف، استفاده بتن: (Types of Fibre Use in Concrete)
- ۱۰۱..... ۱-۱۰-۳-۲ انواع الیاف شیشه (CFRC)
- ۱۰۲..... ۲-۱۰-۳-۲ کاربرد الیاف شیشه
- ۱۰۲..... ۳-۱۰-۳-۲ مزیت الیاف شیشه در بتن
- ۱۰۲..... ۴-۱۰-۳-۲ نحوه استفاده الیاف شیشه
- ۱۰۳..... ۵-۱۰-۳-۲ ویژگیهای الیاف شیشه
- ۱۰۳..... ۱۱-۳-۲ انبار کردن دانه‌های سنگی
- ۱۰۵..... ۴-۲ آب (Water)
- ۱۰۵..... ۱-۴-۲ تاثیر مقدار آب
- ۱۰۶..... ۱-۱-۴-۲ مقدار آب لازم برای بتن
- ۱۰۶..... ۲-۴-۲ اشکال مختلف آب در بتن
- ۱۰۶..... ۳-۴-۲ خواص آب مناسب بتن
- ۱۰۷..... ۴-۴-۲ محاسن آب به سیمان کمتر: (Advantages of low water-cement ratio)
- ۱۰۸..... ۵-۲ افزودنی‌های بتن: (Concrete Admixtures)
- ۱۰۸..... ۱-۵-۲ انواع افزودنی‌های بتن
- ۱۰۹..... ۱-۱-۵-۲ افزودنی‌های شیمیایی
- ۱۰۹..... ۱-۱-۱-۵-۲ ضد یخ: (Anti-Freeze)
- ۱۰۹..... ۲-۱-۱-۵-۲ تسریع کننده‌ها: (Accelerating Admixtures)
- ۱۱۰..... ۵-۱-۱-۵-۲ افزودنی کاهش دهنده جمع شدگی: (Shrinkage Reducing Admixture)
- ۱۱۱..... ۶-۱-۱-۵-۲ روانکننده یا کاهش دهنده آب: (Water-Reducing Concrete Admixture)
- ۱۱۱..... ۷-۱-۱-۵-۲ فوق روان کننده‌ها (Superplasticizers)

۱۱۲.....	۷-۱-۱-۵-۲ (Air Entraining Admixture): افزودنی‌های هواز:
۱۱۳.....	۸-۱-۱-۵-۲ (Waterproofing Agent for Concrete): افزودنی آب بند:
۱۱۳.....	۹-۱-۱-۵-۲ (Viscosity Modifying Admixture): افزودنی قوام آور:
۱۱۳.....	۱۰-۱-۱-۵-۲ (NPC-): نفوذگر کریستالاساز:
۱۱۴.....	۱۱-۱-۱-۵-۲ (Expander Admixture): منبسط کننده:
۱۱۴.....	۲-۱-۵-۲ افزودنی‌های معدنی
۱۱۷.....	فصل سوم- بتن تازه و عمل آوری و پرداخت بتن
۱۱۹.....	۱-۳-۱- مقدمه
۱۱۹.....	۲-۳- بتن تازه (Fresh Concrete)
۱۱۹.....	۳-۳- کارایی: (Workability)
۱۲۱.....	۱-۳-۳ عوامل مؤثر در کارایی بتن: (Factors which affect workability of concrete)
۱۲۲.....	۴-۳- جداسدگی: (Segregation)
۱۲۲.....	۱-۴-۳ عوامل تشدید کننده شدگی در فاز بتن
۱۲۳.....	۲-۴-۳ معایب جدا شدگی دانه
۱۲۳.....	۳-۴-۳ کرمو شدگی بتن یا حاره سنگ: (Rock Pocket)
۱۲۳.....	۴-۴-۳ پدیده لانه زنبوری چیست: (Honey Comb)
۱۲۴.....	۵-۴-۳ آب انداختگی: (Bleeding)
۱۲۵.....	۱-۵-۴-۳ دلایل آب انداختگی بتن
۱۲۵.....	۲-۵-۴-۳ معایب آب انداختن بتن
۱۲۶.....	۳-۵-۴-۳ راهکارهای کاهش آب انداختگی بتن
۱۲۷.....	۵-۳- خزش: (Creep)
۱۲۷.....	۱-۵-۳ عوامل مؤثر در خزش
۱۲۸.....	۶-۳- افت: (Shrinkage)
۱۲۸.....	۱-۶-۳ انواع افت در بتن
۱۲۸.....	۱-۱-۶-۳ افت پلاستیک: (Plastic Shrinkage)
۱۲۹.....	۲-۱-۶-۳ ترک‌های نرم شبکه‌ای (Concrete Cracking)
۱۳۰.....	۳-۱-۶-۳ تفاوت ترک‌های پلاستیک و ترک‌های شبکه‌ای
۱۳۰.....	۴-۱-۶-۳ افت خشک یا غیر پلاستیک: (Drying Shrinkage)
۱۳۱.....	۵-۱-۶-۳ افت کربناسیون: (Carbonation shrinkage)
۱۳۱.....	۶-۱-۶-۳ افت ذاتی بتن: (Autogenous Shrinkage)
۱۳۱.....	۷-۱-۶-۳ عوامل مؤثر در افت بتن
۱۳۲.....	۸-۱-۶-۳ مقابله با افت بتن
۱۳۲.....	۷-۳- خستگی بتن: (Fatigue)

۱۳۳.....	۸-۳- عمل آوری بتن: (Concrete Curing)
۱۳۳.....	۸-۳-۱- روشها مختلف عمل آوری بتن: (Methods of Concrete Curing)
۱۳۳.....	۸-۳-۱-۱- جبران آب از دست رفته بتن بر اثر تبخیر
۱۳۴.....	۸-۳-۱-۲- حفظ آب موجود بتن (عایق کردن)
۱۳۵.....	۸-۳-۱-۳- سرعت بخشیدن به زمان گیرش بتن (افزایش دما و فشار)
۱۳۵.....	۳-۹- مراقبت از بتن
۱۳۶.....	۳-۹-۱- مشکلات عدم مراقبت یا عمل آوری ناقص از بتن
۱۳۶.....	۳-۱۰- تاثیر آب و هوا بر بتن
۱۳۶.....	۳-۱۰-۱- مراقبت از بتن در دماهای شدید
۱۳۷.....	۳-۱۰-۱-۱- بتن ریزی در هوای گرم
۱۳۷.....	۳-۱۰-۱-۱-۱- اثرات نامطلوب هوای گرم بر بتن تازه:
۱۳۷.....	۳-۱۰-۱-۱-۱-۱- اثرات نامطلوب هوای گرم بر بتن خشک شده
۱۳۷.....	۳-۱۰-۱-۱-۱-۲- راهکارهای بتن ریزی در شرایط نامساعد گرم
۱۳۸.....	۳-۱۰-۱-۱-۲-۱- جلوگیری از تبخیر بتن در هوای گرم
۱۳۸.....	۳-۱۰-۱-۲-۲- بتن ریزی در هوای سرد
۱۳۹.....	۳-۱۰-۱-۲-۱- اقدامات اولیه در مورد مراقبت بتن در هوای سرد
۱۳۹.....	۳-۱۰-۲- مزایای ضد یخ بتن بر پایه نیتروژن
۱۴۰.....	۳-۱۱- عوامل موثر بر مقاومت بتن
۱۴۰.....	۳-۱۲- مشخصه‌های کیفی یک بتن خوب
۱۴۱.....	۳-۱۳- پرداخت بتن: (Finishig)
۱۴۱.....	۳-۱۳-۱- مسایلی که در پرداخت بتن بایستی رعایت کرد
۱۴۱.....	۳-۱۴- دوام بتن: (Concrete Durability)
۱۴۱.....	۳-۱۴-۱- خصوصیات بتن با دوام
۱۴۳.....	فصل چهارم- انواع بتن
۱۴۵.....	۴-۱- مقدمه
۱۴۵.....	۴-۲- تقسیم بندی بتن‌ها از نظر جرم حجمی
۱۴۵.....	۴-۲-۱- بتن نرمال بدون هوا: (Normal Concrete)
۱۴۶.....	۴-۲-۲- بتن‌های هوادار: (AEC)
۱۴۶.....	۴-۲-۲-۱- مزایای بتن هوا دار
۱۴۷.....	۴-۲-۳- بتن سنگین: (Heavy Weight or HDC)
۱۴۷.....	۴-۲-۴- بتن‌های سبک: (LWC)
۱۴۸.....	۴-۲-۴-۱- بتن سبکدانه
۱۴۹.....	۴-۲-۴-۲- بتن سبک لیکا

۱۴۹	۲-۴-۱-۲- بتن سبک پرلیتی
۱۴۹	۲-۴-۱-۳- بتن سبک با ورمیکولیت
۱۵۰	۲-۴-۱-۴- بتن سبک پلی استایرنی
۱۵۰	۲-۴-۲-۴- بتن های سبک متخلخل یا سلولی
۱۵۰	۲-۴-۱-۲- بتن های گازی اتوکلاو: (AAC)
۱۵۱	۲-۴-۱-۲-۱- مقدار تقریبی مواد متشکله بتن گازی اتوکلاو
۱۵۱	۲-۴-۲-۱-۲- معایب هبلکس
۱۵۲	۲-۴-۲-۲- بتن های اسفنجی یا کفی
۱۵۳	۲-۴-۲-۲-۱- مزایای بتن کفی یا فوم بتن
۱۵۳	۲-۴-۳-۲- بتن - چون ریزدانه: (NFAC)
۱۵۳	۲-۴-۳-۲-۱- کاربرد بتن تراوا
۱۵۴	۲-۴-۳-۱-۱- مزایای بتن تراوا
۱۵۵	۲-۴-۵- رده بندی بتن های سبک از نظر مقاومت
۱۵۵	۲-۴-۱-۵- بتن سبک غیر سازه ای
۱۵۵	۲-۴-۵-۲- بتن سبک سازه ای
۱۵۶	۲-۴-۵-۳- بتن های سبک با مقاومت متوسط
۱۵۶	۲-۴-۳- رده بندی بتن ها از نظر مقاومت
۱۵۷	۲-۴-۱- بتن کم مقاومت یا بتن غیر سازه ای
۱۵۷	۲-۴-۱-۱- بتن مگر
۱۵۸	۲-۴-۳- بتن سازه ای: (SC)
۱۵۸	۲-۴-۱-۲- بتن پرمقاومت
۱۵۹	۲-۴-۱-۱- کاربرد بتن پرمقاومت
۱۶۰	۲-۴-۲-۲- مزایا بتن پرمقاومت
۱۶۰	۲-۴-۳- بتن فوق مقاوم: (UHSC)
۱۶۱	۲-۴-۱-۳- کاربرد بتن پرمقاومت
۱۶۱	۲-۴-۳-۲- مزایای بتن فوق مقاوم
۱۶۲	۲-۴-۴- بتن پیش تنیده
۱۶۳	۲-۴-۱-۴- بتن پیش کشیده
۱۶۴	۲-۴-۴-۲- بتن پس کشیده
۱۶۴	۲-۴-۱-۲- روش تاندون چسبیده
۱۶۵	۲-۴-۲-۲- روش تاندون غیر چسبیده
۱۶۶	۲-۴-۳-۴- مزایای بتن های پیش تنیده
۱۶۷	۲-۴-۴-۴- کاربرد بتن های پیش کشیده و پس کشیده (پیش تنیده)

- ۱۶۷..... ۵-۴-۳-۴- مزایای بتن پس کشیده نسبت به پیش کشیده
- ۱۶۸..... ۴-۴- بتن‌های با عملکرد ویژه: (HPC)
- ۱۶۹..... ۱-۴-۴- بتن سخت یا بتن غلطکی: (RCC)
- ۱۶۹..... ۲-۴-۴- بتن خود تراکم (SCC)
- ۱۷۰..... ۱-۲-۴-۴- مشخصه‌های بتن خود تراکم
- ۱۷۰..... ۲-۲-۴-۴- مزایای بتن خود تراکم
- ۱۷۰..... ۳-۴-۴- بتن پلاستیک
- ۱۷۱..... ۱-۳-۴-۴- کاربرد بتن پلاستیک
- ۱۷۱..... ۴-۴-۴- بتن قوام یا بدون جداسازی: (N.D.C)
- ۱۷۱..... ۵-۴- بتن‌ها- ویژه
- ۱۷۱..... ۱-۵-۴- بتن شفاف لایتراکان
- ۱۷۲..... ۳-۵-۴- بتن‌های صنعتی یا پیش ساخته
- ۱۷۳..... ۱-۳-۵-۴- بتن پلیمری
- ۱۷۳..... ۲-۳-۵-۴- بتن پلیمری اصلاح شده (ایمان-پلیمر)
- ۱۷۳..... ۳-۳-۷-۴- مزیت بتن‌های پلیمری
- ۱۷۴..... ۴-۳-۵-۴- بتن ایوکسی
- ۱۷۴..... ۱-۴-۳-۵-۴- کاربردهای بتن ایوکسی
- ۱۷۵..... ۵-۳-۵-۴- بتن خود تراز شونده: (S LC)
- ۱۷۵..... ۱-۵-۳-۵-۴- مزایای بتن خود تراز شونده
- ۱۷۶..... ۴-۵-۴- بتن الیافی: (FRC)
- ۱۷۷..... ۱-۵-۵-۴- کاربرد الیاف در بتن‌های پر مقاومت
- ۱۷۷..... ۲-۵-۵-۴- مزایای بتن الیافی
- ۱۷۸..... ۳-۵-۵-۴- مکانیزم عملکرد الیاف در بتن
- ۱۷۸..... ۴-۵-۵-۴- موارد استفاده و کاربرد بتن الیافی
- ۱۸۰..... ۶-۵-۴- بتن پیش آکنده: (PAC)
- ۱۸۰..... ۱-۶-۵-۴- کاربرد بتن پیش آکنده
- ۱۸۱..... ۲-۶-۵-۴- مزایای بتن پیش آکنده
- ۱۸۲..... ۳-۶-۵-۴- روش اجرای بتن پیش آکنده
- ۱۸۲..... ۴-۶-۵-۴- موارد مورد توجه در بتن پیش آکنده
- ۱۸۳..... ۸-۵-۴- بتن گوگردی
- ۱۸۳..... ۱-۸-۵-۴- معایب بتن گوگردی
- ۱۸۳..... ۲-۸-۵-۴- روش ساخت بتن گوگردی
- ۱۸۴..... ۹-۵-۴- بتن با هوای تخلیه شده یا خلا

۱۸۵.....	۴-۵-۹-۱- مزایا و مشخصه‌های بتن خلاء:
۱۸۶.....	۴-۵-۹-۲- مشکلات و معایب استفاده از بتن خلاء
۱۸۶.....	۴-۵-۱۰- بتن آهکی
۱۸۶.....	۴-۵-۱۰-۱- مزایای زیست محیطی بتن آهکی
۱۸۷.....	۴-۶- بتن‌ها و محصولات بتنی جدید
۱۸۷.....	۴-۶-۱- پارچه بتنی
۱۸۸.....	۴-۶-۱-۱- مزایا و مشخصه‌های مثبت کاربرد پارچه بتنی
۱۸۸.....	۴-۶-۱-۳- کاربردهای پارچه بتنی: (Concrete Canvas Applications)
۱۸۹.....	۴-۶-۲- بتن فسفری
۱۹۰.....	۴-۷- بتن‌های بیدار
۱۹۱.....	۴-۷-۱- بتن سبز (Green Concrete)
۱۹۱.....	۴-۷-۱-۱- پیامدهای مثبت بتن سبز (بتن بازیافتی)
۱۹۲.....	۴-۷-۲- بتن بدون سیمان
۱۹۲.....	۴-۷-۲-۱- مزایای بتن بدون سیمان
۱۹۳.....	۴-۷-۴- بتن خود ترمیم شونده (Self-Healing Concrete)
۱۹۳.....	۴-۷-۴-۱- مزایای بتن باکتریایی یا خود ترمیم‌کننده
۱۹۴.....	۴-۷-۴-۲- معایب بتن باکتریایی
۱۹۵.....	فصل پنجم- بتن پاشی shotcrete
۱۹۷.....	۵-۱- مقدمه
۱۹۷.....	۵-۲- تاریخچه بتن پاششی: (History of Shotcrete)
۱۹۸.....	۵-۳- انواع بتن پاششی و تفاوت آن با بتن معمولی
۱۹۹.....	۵-۳-۱- مزایای بتن پاششی: (Advantages of Shotcrete)
۱۹۹.....	۵-۳-۲- بتن پاشی خشک: (DMS)
۲۰۰.....	۵-۳-۲-۱- معایب بتن پاشی خشک
۲۰۰.....	۵-۳-۲-۲- مزایای بتن پاشی خشک
۲۰۱.....	۵-۳-۳- بتن پاشی تر: (WMS)
۲۰۱.....	۵-۳-۳-۱- مزایای بتن پاشی به روش تر
۲۰۲.....	۵-۳-۳-۲- معایب بتن پاشی به روش تر
۲۰۲.....	۵-۴- موارد کاربرد شاتکریت: (Applications of Shotcrete)
۲۰۲.....	۵-۴-۱- تعمیر و مرمت بناها: (Repair & Restoration)
۲۰۳.....	۵-۴-۲- تقویت خاک و دیواره سازه‌های زیر زمینی (Ground Support & Underground)
۲۰۴.....	۵-۴-۳- ساخت و ساز جدید: (New Construction)
۲۰۶.....	۵-۴-۴- معایب کلی شاتکریت

۲۰۶.....	۵-۵- روش‌های مختلف اجرای بتن پاشی: (Methods of Shotcrete)
۲۰۶.....	۵-۵-۱- روش بتن پاشی دستی
۲۰۷.....	۵-۵-۲- استفاده از قیف و نازل یا ملات پاش: (Stacco or Mortar Sprayer)
۲۰۷.....	۵-۵-۳- بتن پاشی ماشینی با پمپ مکانیکی
۲۰۸.....	۵-۵-۴- بتن پاشی با واگن مدولار اتوماتیک: (Wagon Guinite)
۲۰۸.....	۵-۵-۱-۴- مزایای روش اتوماتیک
۲۰۹.....	۵-۶- نکات مهم برای نتیجه مطلوب بتن پاشی
۲۱۱.....	۵-۶-۱- مقدار پاشش بتن در هر مرحله
۲۱۱.....	۵-۶-۲- پس رزی در بتن پاششی: (Shotcrete Rebounding)
۲۱۲.....	۵-۷- روش مسلح کردن شاتکریت: (Reinforcement of Shotcrete)
۲۱۳.....	۵-۷-۱- شبکه‌های فولادی: (Steel Mesh)
۲۱۴.....	۵-۷-۲- شبکه‌های توری پلاستیکی
۲۱۵.....	۵-۷-۳- شاتکریت الیاف
۲۱۵.....	۵-۷-۱-۳- مزایای بتن الیافی و شاتکریت
۲۱۶.....	۵-۷-۲-۳- انواع الیاف مورد استفاده در بتن پاشی
۲۱۶.....	۵-۷-۳-۳- کاربرد الیاف میکرو: (Micro Fibers)
۲۱۷.....	۵-۷-۴-۳- کاربرد الیاف ماکرو: (Macro Fibers)
۲۱۷.....	۵-۸- نیلینگ
۲۱۷.....	۵-۸-۱- تعریف نیلینگ
۲۱۸.....	۵-۸-۲- کاربرد نیلینگ
۲۱۸.....	۵-۸-۳- روش اجرای نیلینگ
۲۲۱.....	فصل ششم- خوردگی و ترمیم بتن
۲۲۳.....	۶-۱- مقدمه
۲۲۳.....	۶-۲- علل خوردگی و فساد بتن: (Causes of Concrete Corrosion)
۲۲۴.....	۶-۲-۱- انبساط دانه‌ای: (Aggregate Expantion)
۲۲۵.....	۶-۲-۱-۱- راه‌های پیشگیری از واکنش‌هایقلیایی سگدانه‌ها
۲۲۶.....	۶-۲-۲- خوردگی فولاد داخل بتن: (Corrosion of Reinforcement Bars)
۲۲۸.....	۶-۲-۳- روش‌های مقابله با خوردگی میلگرد: (Methods of Prevent of Concrete Corrosion)
۲۲۸.....	۶-۲-۳-۱- استفاده از مهارکننده‌های خوردگی: (Corrosion Inhibitors)
۲۲۸.....	۶-۲-۳-۱- پوشش بتن با مواد محافظ: (Coating systems)
۲۲۹.....	۶-۲-۳-۲- پوشش میلگرد با مواد محافظ
۲۳۰.....	۶-۲-۳-۳- استفاده از آرماتورهای آلیاژی و کامپوزیت
۲۳۰.....	۶-۲-۳-۴- حفاظت‌های الکتروشیمیایی

۲۳۱.....	۱-۴-۳-۲-۶-۶ حفاظت کاتدی: (Cathodic Protection)
۲۳۲.....	۲-۴-۳-۲-۶-۶ مزایا و معایب سیستم جریان اجباری
۲۳۳.....	۳-۴-۳-۲-۶-۶ مزایا و معایب سیستم اند فدا شونده
۲۳۴.....	۲-۵-۳-۲-۶-۶ روش باز قلیایی: (Realkalization)
۲۳۴.....	۴-۲-۶-۶ حمله سولفات‌ها: (Sulphate Attack)
۲۳۵.....	۱-۴-۲-۶-۶ راه‌های کنترل و کاهش حمله سولفات‌ها
۲۳۶.....	۵-۲-۶-۶ حمله کلرید: (Chloride Attack)
۲۳۷.....	۱-۵-۲-۶-۶ عوامل موثر در سرعت نفوذ یون‌کلر
۲۳۸.....	۶-۲-۶-۶ آب شویی: (Leaching)
۲۳۹.....	۷-۲-۶-۶ آب دریا (Sea Water)
۲۳۹.....	۸-۲-۶-۶ آب مقطر راب بدون املاح
۲۳۹.....	۹-۲-۶-۶ پوشش کم بتن: (Low Concrete Cover)
۲۴۰.....	۱۰-۲-۶-۶ تاثیر عمل آری نادرست: (Effects of Improper Curing)
۲۴۱.....	۱۱-۲-۶-۶ خوردگی میکروبی (S.B)
۲۴۱.....	۱۱-۲-۶-۶ ضربات فیزیکی و بارگذار: اضافه
۲۴۲.....	۱۲-۲-۶-۶ یخبندان: (Freeze Thaw Damage of Concrete)
۲۴۳.....	۱۳-۲-۶-۶ اشتباهات اجرایی (Construction Errors)
۲۴۳.....	۱۴-۲-۶-۶ آلودگی مصالح: (Material Pollution)
۲۴۳.....	۱۵-۲-۶-۶ عدم تعبیه درزهای مناسب در بتن
۲۴۴.....	۳-۶-۶ انواع درز در کارهای بتنی: (Types of Joint & Gap)
۲۴۴.....	۱-۳-۶-۶ درز اجرایی: (Construction Joint)
۲۴۵.....	۱-۱-۳-۶-۶ اتصال سرد: (Cold Joint)
۲۴۶.....	۱-۱-۳-۶-۶ علل ایجاد درز سرد و راهکارهای جلوگیری از آن
۲۴۶.....	۲-۱-۳-۶-۶ اقدامات لازم برای جلوگیری از تشکیل درز سرد
۲۴۶.....	۳-۱-۳-۶-۶ مکانیزم قالب لغزنده
۲۴۷.....	۴-۱-۳-۶-۶ معایب اتصال سرد
۲۴۸.....	۲-۳-۶-۶ درزهای حرکتی
۲۴۸.....	۱-۲-۳-۶-۶ درزهای جدا سازی یا انقطاع: (Isolation Joint)
۲۴۸.....	۲-۲-۳-۶-۶ درزهای انبساطی: (Expansion Joint)
۲۵۰.....	۱-۲-۳-۶-۶ فواصل درز انبساط در کف سازی و پارکینگ‌ها
۲۵۰.....	۳-۲-۳-۶-۶ درزهای نشست: (Settling Joints)
۲۵۱.....	۴-۲-۳-۶-۶ درزهای لغزشی: (Sliding Joints)
۲۵۱.....	۵-۲-۳-۶-۶ درزهای انقباض یا کنترل: (Control Joints)

۲۵۲.....	۳-۳-۶- مصالح مصرفی در درزهای ساختمانی
۲۵۲.....	۳-۳-۱- مصالح پرکننده درز (فیلر)
۲۵۳.....	۳-۳-۲- مصالح آب‌بندی: (Waterproofing Materials)
۲۵۳.....	۳-۳-۱- واطر استاپ لاستیکی: (PVC_Water Stop)
۲۵۴.....	۳-۳-۲- واطر استاپ بنتونیتی: (Bentonite Waterstop)
۲۵۵.....	۳-۳-۳- مصالح پوششی یا در پوش
۲۵۵.....	۳-۴- علل ترک در ساختمان‌های بتنی: (Causes of Crack in Concrete Structures)
۲۵۷.....	۳-۵- ترمیم ترک‌های بتنی: (Concrete Crack Repairing)
۲۵۸.....	۳-۵-۱- روش‌های ترمیم ترک در بتن: (Methods of concrete repairing)
۲۵۸.....	۳-۵-۱-۱- روش ثقلی یا پر کردن ترک: (Gravity Filling)
۲۵۹.....	۳-۵-۱-۲- برای پوشش یا لایه سطحی: (Overlays and Surface Treatments)
۲۵۹.....	۳-۵-۱-۳- فشردن بتن خشک داخل ترک: (Dry Packing)
۲۵۹.....	۳-۵-۱-۴- آماده سازی و آسایش کردن: (Routing and Sealing)
۲۶۱.....	۳-۵-۱-۵- روش حفره و پر کردن: (Drilling and Plugging Method)
۲۶۱.....	۳-۵-۱-۵- روش تزریق: (Injection Method)
۲۶۳.....	۳-۵-۱-۵- مراحل انجام تزریق: (Steps of injection)
۲۶۴.....	۳-۵-۱-۶- روش دوختن و بخیه زنی: (Stitching and Doweling of Concrete)
۲۶۵.....	۳-۵-۱-۷- روش میلگرد تنیده: (Prestressing Steel Method)
۲۶۶.....	۳-۵-۱-۸- آرماتورگذاری مضاعف: (Additional Reinforcement for Crack Repair)
۲۶۶.....	۳-۵-۱-۹- ترک‌های خود ترمیم شونده
۲۶۶.....	۳-۵-۱-۱۰- مصالح مورد استفاده در تعمیر ترک‌های بتن
۲۶۷.....	۳-۵-۱-۱۰- استفاده از دوغاب سیمان یا گروت بصورت تزریق
۲۶۷.....	۳-۵-۲- زرین‌های اپوکسی: (Epoxy Resins)
۲۶۷.....	۳-۵-۳- فوم پلی اورتان: (Poly Urethane Foam)
۲۶۸.....	۳-۵-۱- مشخصه‌های ویژه اپوکسی و پلی اورتان
۲۶۸.....	۳-۵-۴- مواد و بتن نانو: (Nano-material or Nanocrete)