



راهنمای جامع

۴

اجرای اجزای بتنی سازه‌ها

روش‌های خاص اجرای سازه‌های بتنی



مؤلف:

دکتر حسین خمسه‌پور



سرشناسه: خمسه پور، حسین، ۱۳۴۴-
 عنوان و نام پدیدآور: روش‌های خاص اجرای سازه‌های بتنی / مولف حسین خمسه پور.
 مشخصات نشر: تهران: نوآور، ۱۴۰۰.
 مشخصات ظاهری: ۲۶۸ص.
 فروست: راهنمای جامع اجرای اجزای بتنی سازه‌ها؛ ۴.
 شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۵۹۳-۴
 وضعیت فهرست نویسی: فیبا
 موضوع: سازه‌های بتنی - طراحی و ساخت - *Concrete structures -- Design and construction
 موضوع: سازه‌های بتنی - پایداری - *Concrete structures-- Stability
 رده بندی کنگره: ۶۸۱/۵TA
 رده بندی دیویی: ۶۲۴/۱۸۳۴۱
 شماره کتابشناسی ملی: ۸۵۱۴۶۸۵
 اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیبا

راهنمای جامع اجرای اجزای بتنی سازه‌ها (۴) روش‌های خاص اجرای سازه‌های بتنی



نشر نوآور

مؤلف: دکتر حسین خمسه پور
 ناشر: نوآور
 مدیر فنی: محمدرضا نصیرنیا
 شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
 شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۵۹۳-۴

مرکز پخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای
 ژاندارم‌ری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸
 طبقه اول، واحد ۳ تلفن: ۹۲-۶۶۴۸۴۱۹۱، www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و
 مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر
 نوآور می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل
 هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع
 انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم فایبل صوتی یا
 تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام
 است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

لطفاً جهت دریافت الحاقات و اصلاحات احتمالی این کتاب به سایت انتشارات نوآور مراجعه فرمایید.

📧 www.noavarpub.com 📧 <https://telegram.me/noavarpub> 📧 <https://www.instagram.com/noavarpub/>

فهرست مطالب

۳-۱- مقاومت‌سازی سازه‌های بتنی ۴۶	۸- پیشگفتار ۸
۱-۳-۱- مقاومت‌سازی سازه‌های بتنی با استفاده از مدفون ساختن آرماتورهای تقویت در پوشش عضو بتنی (روش استفاده از میله‌های جاسازی شده در نزدیکی سطح بتن) ۴۸	۹- مقدمه ۹
۲-۳-۱- مقاومت‌سازی سازه‌های بتنی با استفاده از ژاکت فولادی ۴۹	۱۱- فصل اول / بهسازی بتن ۱۱
۳-۳-۱- مقاومت‌سازی سازه‌های بتنی با استفاده از ژاکت بتنی ۴۹	۱-۱- مقدمه ۱۱
۴-۳-۱- مقاومت‌سازی سازه‌های بتنی با استفاده از افزایش اعضای باربر و کاهش بار وارده به اعضای باربر ۵۱	۲-۱- ترمیم، تعمیر و یا مرمت (بازسازی یا جایگزینی) بتن ۱۴
۱-۴-۳-۱- مقاومت‌سازی سازه‌های بتنی با استفاده از افزایش دیوار برشی فولادی ۵۱	۱-۲-۱- مصالح مورد استفاده جهت ترمیم، تعمیر و یا بازسازی بتن ۱۴
۲-۴-۳-۱- مقاومت‌سازی سازه‌های بتنی با استفاده از اضافه نمودن مهاربندی‌های فولادی ۵۱	۲-۲-۱- آماده‌سازی جهت ترمیم، تعمیر و یا بازسازی بتن ۱۶
۳-۴-۳-۱- مقاومت‌سازی سازه‌های بتنی با استفاده از اضافه نمودن میان قاب‌های صفحه‌ای بتنی ۵۲	۳-۲-۱- روش‌های ترمیم، تعمیر و یا مرمت (بازسازی یا جایگزینی) بتن ۱۸
۴-۴-۳-۱- مقاومت‌سازی سازه‌های بتنی با استفاده از اضافه نمودن قاب‌های خمشی ۵۴	۱-۳-۲-۱- ترمیم دستی بتن با ملات ۲۰
۵-۴-۳-۱- مقاومت‌سازی پی‌های بتنی با افزایش شمع و سرشمع (پایل کپ) جدید ۵۵	۲-۱-۳-۲-۱- ترمیم دستی نواحی پُکیده یا لب‌پُر شده با ملات ۲۱
۵-۳-۱- مقاومت‌سازی پی‌های بتنی با افزایش ظرفیت بستر به کمک راه‌کارهای بهسازی ژئوتکنیکی (مقاوم‌سازی بستر) ۵۵	۲-۲-۱-۳-۲-۱- ترمیم دستی بتن‌های کرمو (شن نما یا لانه زنبری) با ملات ۲۳
۶-۳-۱- مقاومت‌سازی پی‌های بتنی با کاهش بار وارده بر پی از طریق سبک کردن ساختمان ۵۵	۲-۳-۲-۱- ترمیم یا تعمیر بتن با استفاده از نوارهای FRP ۲۷
۷-۳-۱- مقاومت‌سازی سازه‌های بتنی با استفاده از FRP ۵۶	۳-۳-۲-۱- تعمیر بتن با قالب‌بندی و بتن‌ریزی ۲۷
۸-۳-۱- مقاومت‌سازی سازه‌های بتنی با استفاده از سیستم پیش‌تنیده پس‌کشیده FRP ۶۷	۴-۳-۲-۱- مرمت (بازسازی و جایگزینی) رویه بتنی دال‌ها و عرشه پل‌ها ۲۹
۹-۳-۱- مقاومت‌سازی پی‌های بتنی با کابل‌ها یا مقتول‌های پیش‌تنیده و مصالح FRP پیش‌تنیده پس‌کشیده ۶۸	۵-۳-۲-۱- ترمیم یا تعمیر بتن به روش تزریق دوغاب سیمان یا ترکیبات شیمیایی ۳۰
۱۰-۳-۱- مقاومت‌سازی دیوارهای غیر باربر با پوشش‌های مقاوم ۶۸	۶-۳-۲-۱- ترمیم یا تعمیر بتن با بتن سفت ۳۸
	۷-۳-۲-۱- ترمیم یا تعمیر شمع‌های بتنی پیش‌ساخته معمولی ۳۹
	۸-۳-۲-۱- تعمیر یا مرمت (بازسازی یا جایگزینی) بتن با بتن پیش‌آکنده ۳۹
	۹-۳-۲-۱- ترمیم، تعمیر و یا بازسازی بتن با بتن پاشیدنی (شاتکریت) ۳۹
	۱۰-۳-۲-۱- استفاده از چسب بتن در ترمیم، تعمیر و یا بازسازی بتن ۴۰

۳-۱-۱- مقاوم‌سازی دیوارهای غیر باربر با بتن مقاوم در برابر زلزله ۶۸

۳-۱-۲- مقاوم‌سازی دیوارهای غیر باربر با رنگ‌های مقاوم ۶۹

فصل چهارم / قالب بالا رونده PERI ۱۶۶

۴-۱- مقدمه ۱۶۶

۴-۱- اتصال دیوار جدید با مصالح بنایی به سازه با استفاده از چسب‌های (فوم) بسیار قوی ۷۱

۴-۲- قالب بالا رونده PERI ۱۶۷

فصل دوم / به‌سازی خاک و

پایدارسازی سطوح شیب‌دار و قائم

خاکبرداری‌ها ۷۲

فصل پنجم / قالب لغزنده ۱۸۲

۵-۱- مقدمه ۱۸۲

۵-۲- قالب لغزنده افقی جهت اجرای قطعات بتنی افقی ۱۸۲

۵-۲-۱- ماشین‌آلات (قالب لغزنده) اجرای پیوینگ بتنی (بتن پیاده‌روها، محوطه‌ها، خیابان‌ها و یا جاده‌ها) ۱۸۳

۲-۱- مقدمه ۷۲

۲-۲- مسلح کردن خاک (خاک مسلح) ۷۴

۲-۳- شیت پایل ۸۵

۲-۴- مهارگذاری فشاری خاک (استرات) ۸۵

۲-۵- میکروپایل (ریزشم) ۸۷

۲-۱-۵- انواع میکروپایل ۹۳

۲-۱-۱- میکروپایل کوبشی ۹۳

۲-۱-۲- میکروپایل خودحفرار- خودتزیق (میکسوپایل) ۱۰۵

۲-۵-۲- آزمایش‌های مورد نیاز برای تدقیق فرضیات طراحی در میکروپایل‌ها ۱۰۷

۲-۳-۵- مبانی محاسباتی میکروپایل ۱۰۹

۲-۴-۵- مقایسه میکروپایل با سایر روش‌های بهسازی خاک ۱۰۹

۲-۶- نیلینگ (میخ کوبی) خاک ۱۱۱

۲-۷- انکراژ (مهار کششی) خاک ۱۲۶

۲-۷-۱- دیوار برلنی ۱۳۲

۲-۸- شمع‌های بتنی مماسی (تانژنتی) و شمع‌های بتنی همپوشان (سکانتی) ۱۳۴

۲-۹- ستون‌های تزریق پُرفشار (جت گروتینگ) ۱۳۶

۲-۱۰- اختلاط عمیق خاک (DSM) ۱۴۳

۲-۱۱- ساخت سازه اصلی از بالا به پایین ۱۴۷

۵-۲-۲- ماشین‌آلات (قالب لغزنده) اجرای پیوینگ بتنی (بتن پیاده‌روها، محوطه‌ها، خیابان‌ها و یا جاده‌ها) ۱۸۳

۵-۲-۳- ماشین‌آلات (قالب لغزنده) اجرای جدول بتنی پیاده‌روها، محوطه‌ها، خیابان‌ها و یا کنار بزرگراه‌ها ۱۸۴

۵-۲-۴- ماشین‌آلات (قالب لغزنده) اجرای پیوینگ بتنی (بتن پیاده‌روها، محوطه‌ها، خیابان‌ها و یا جاده‌ها) به همراه جدول بتنی ۱۸۵

۵-۲-۵- ماشین‌آلات (قالب لغزنده) اجرای پیوینگ بتنی (بتن پیاده‌روها، محوطه‌ها، خیابان‌ها و یا جاده‌ها) به همراه کانبوی دفع آب‌های سطحی ۱۸۵

۵-۲-۶- ماشین‌آلات (قالب لغزنده) اجرای جدول بتنی به همراه کانبوی دفع آب‌های سطحی ۱۸۶

۵-۲-۷- ماشین‌آلات (قالب لغزنده) اجرای جان‌پناه پل‌ها ۱۸۷

۵-۲-۸- ماشین‌آلات (قالب لغزنده) اجرای لاینینگ بتنی کانال‌ها ۱۸۷

۵-۲-۹- دستگاه (قالب لغزنده) شارپو جهت اجرای عرشه درجای پل‌ها ۱۸۸

۵-۳- قالب لغزنده قائم جهت اجرای قطعات بتنی قائم ۱۸۸

۵-۳-۱- قالب لغزنده قائم با مقطع ثابت جهت اجرای قطعات بتنی قائم با مقطع ثابت ۱۸۹

۵-۳-۲- قالب لغزنده قائم با مقطع متغیر جهت اجرای قطعات بتنی قائم با مقطع متغیر ۲۱۰

فصل سوم / اجرای دیوار دیافراگمی با دستگاه

گِرَب ۱۴۹

۳-۱- مقدمه ۱۴۹

۳-۳-۸- اجرای ساختمان‌های کم اهمیت با فروسیمان	۲۵۳
۳-۳-۸- اجرای مخازن آب فروسیمانی	۲۵۳
۳-۳-۸- اجرای مخازن آب فروسیمانی با عایق حرارتی	۲۵۵
۳-۳-۸- اجرای مخازن آب فروسیمانی بدون عایق حرارتی	۲۶۲
۳-۳-۸- اجرای دیوارهای استخرها با فروسیمان	۲۶۳
۳-۳-۸- اجرای سازه‌های کم اهمیت تزئینی با فروسیمان	۲۶۴
۳-۳-۸- اجرای سازه‌های کم اهمیت با فروسیمان	۲۶۵
۳-۳-۸- ساخت قایق‌های ماهی‌گیری و کشتی‌های کوچک با فروسیمان	۲۶۶
۳-۳-۸- ساخت مجسمه و وسایل تزئینی با فروسیمان	۲۶۶
منابع	۲۶۸

فصل ششم / قالب تونلی	۲۱۸
۱-۶- مقدمه	۲۱۸
۲-۶- قالب تونلی	۲۱۹
۱-۲-۶- قالب تونلی کامل	۲۲۵
۲-۲-۶- قالب نیمه تونلی (اجرا با میز پرنده)	۲۳۴
فصل هفتم / اجرای مکانیزه بتن تونل‌ها	۲۳۵
۱-۷- مقدمه	۲۳۵
۲-۷- اجرای مکانیزه بتن تونل‌ها	۲۳۵
۱-۲-۷- اجرای بتن پوشش تونل‌ها با استفاده از قالب مکانیزه لاینینگ	۲۳۵
۲-۲-۷- اجرای مکانیزه بتن تونل‌های کاملاً خاک‌برداری شده (Open Cut)	۲۴۱
فصل هشتم / فروسیمان	۲۴۲
۱-۸- مقدمه	۲۴۲
۲-۸- فروسیمان	۲۴۳
۱-۳-۸- ترمیم و مقاوم‌سازی سازه‌ها با فروسیمان	۲۴۹
۲-۳-۸- اجرای دیوار و سقف فروسیمانی	۲۵۱

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به‌کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرا از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارات بنابه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش‌شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اعمال و اصلاح گردد و باعث هرچه پربارتر شدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به‌منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به رسم ادب و قدرشناسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح‌شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و در صورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود. همچنین نشر نوآور و پدیدآورنده کتاب، از هرگونه پیشنهادات، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.



نشر نوآور

تلفن: ۰۲۱-۴۴۴۸۴۱۹۱

www.noavarpub.com

info@noavarpub.com

تقدیم‌نامه

کتاب حاضر را به همسر عزیزم سرکار خانم مهندس سیما موسوی‌نژاد که نشانه لطف یزدان و مشوق و یاری همیشه همراه در زندگی‌م بوده است، اهدا، تقدیم و پیشکش می‌نمایم. اگر تشویق‌ها و حمایت‌های ایشان نبود، هیچ‌گاه این مجموعه تهیه نمی‌گردید.

سپاسگزاری

با احترام فراوان برای حضور شیرین و راهنمایی‌ها، تلاش‌ها، گذشت‌ها، فداکاری‌ها و دل‌نگرانی‌های فراوان همسر عزیزم، سرکار خانم مهندس سیما موسوی‌نژاد از ایشان سپاس‌گزاری نموده و صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم. از دانشجویان عزیزی که طی چندین سال تدریس درس اجرای سازه‌های بتنی در جمع‌آوری برخی از عکس‌ها به من کمک نموده‌اند و از کلیه دوستان و همکاران گرامی در پروژه‌های مختلف صنایع نفت، گاز و پتروشیمی که تجربیات خود را به اینجانب منتقل کرده‌اند نیز صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

علم یک نقطه و آن نقطه عشق است، که بست؟

نقش بر صفحه دل، ز آن که کتاب این همه نیست.

(فکور)

خوب به خاطر دارم به دلیل محدود بودن دروس اجرایی در رشته مهندسی عمران، اساتید و دانشجویان، بیشتر به بحث پیرامون تئوری اجرای اجزای بتنی سازه‌ها می‌پرداختند که گاهی باعث به وجود آمدن نقاط تاریک و مبهم در ذهن دانشجویان در خصوص نحوه اجرای قطعات بتنی سازه‌ها می‌گردید. متأسفانه در دوران کارآموزی نیز به دلیل محدودیت زمانی این دوره، دانشجویان می‌توانستند فقط با بخشی از اجرای یک پروژه آشنا شوند و بعد از پایان این دوره نیز سئوالات متعددی در ذهن دانشجویان در خصوص روش‌های اجرای فعالیت‌های آتی پروژه، به وجود می‌آمد که گاهی نیز تا بعد از فراغت از تحصیل و شروع به کار، بدون پاسخ باقی می‌ماند.

تاکنون مجموعه جامعی در خصوص روش‌های اجرای اجزای بتنی سازه‌ها، تدوین نگردیده است. شاید دلیل اصلی چنین کمبودی، تعدد روش‌های اجرا بوده است. لذا مطالب این کتاب نمی‌تواند، جامعیتی برای بیان کلیه روش‌های اجرای قطعات بتنی سازه‌ها داشته باشد.

شاکله اصلی کتاب در طی چندین سال تدریس درس اجرای سازه‌های بتنی به منظور آموزش دانشجویان عزیز شکل گرفت و در طی ۲۸ سال علاوه بر نگارش آن، تلاش گردید مطالب نگارش شده نیز به روز و روش‌های نوین اجرای اجزای بتنی سازه‌ها به آن اضافه گردند. مجموعه حاضر علاوه بر جمع‌آوری مطالب فنی از کتب، آئین‌نامه‌ها و استانداردهای ذکر شده در فهرست منابع، شامل تجربیات اجرایی سی و دو ساله مولف در اجرای پروژه‌های صنایع نفت، گاز و پتروشیمی نیز می‌باشد.

مجموعه حاضر تلاشی مصور، جهت بیان روش‌های اجرای اجزای بتنی سازه‌ها به منظور آشنایی و استفاده دانشجویان و افرادی که در بخش اجرای سازه‌های بتنی فعالیت دارند، می‌باشد. لذا به خوبی می‌دانم که این مجموعه، خالی از اشتباه نمی‌باشد. به همین دلیل، از کلیه کسانی که در امر اجرا تبحری دارند، از اساتید ارجمند و از دانشجویان عزیز، تقاضا می‌شود، نقاط ضعف، لغزش‌های علمی و اشتباهات مولف را اعلام نموده تا به خواست یزدان، در چاپ‌های بعدی مجموعه، لحاظ گردند.

با توجه به رویکرد کتاب که ارائه روش‌های اجرای اجزای بتنی سازه‌ها می‌باشد، به شما خواننده محترم این مجموعه، توصیه می‌گردد، جهت کسب اطلاعات کامل‌تر و بیشتر در خصوص مباحث فنی، به کتب مرجع مراجعه فرمائید.

حسین خمسه‌پور

بتن مصالحی شبیه به سنگ است که از گرفتن مخلوط متناسبی از مصالح سنگی (شن و ماسه)، سیمان، آب و در برخی مواقع مواد افزودنی، پوزلان و شبه سیمانی، در درون قالبی با شکل و ابعاد مورد نظر و در اثر فعل و انفعالات شیمیایی بین آب و سیمان، به وجود می‌آید. مطالعاتی که در عصر اخیر در مورد بتن و انواع آن شکل گرفته است، باعث شده تا پیشرفت‌های فراوانی در این زمینه رُخ داده و عملکرد و دوام (پایایی) این ماده ساختمانی، به‌طور شگفت‌آوری بهبود یابد. در سال‌های اخیر تحول عظیمی در تکنولوژی بتن و پیدایش بتن‌های جدید صورت گرفته است. این تحولات منجر به پیدایش بتن‌هایی با خواص مختلف شده است و انواع مختلفی از بتن بسته به مصالح تشکیل دهنده و طراحی مخلوط آن، روش ساخت، منطقه‌ای که در آن استفاده می‌شود و نوع هیدراسیون به وجود آمده است. باید اذعان داشت که نتایج تحقیقات سال‌های اخیر می‌تواند نگرش تازه‌ای به بتن به‌عنوان یک ماده ساختمانی پُر مصرف بدهد. این نتایج منجر خواهد شد تا دیدگاه بتن به‌عنوان تنها یک ماده با مقاومت فشاری خوب به کلی دگرگون شده و خواص جدید بتن‌های نوین، نظر اکثر دست‌اندرکاران پروژه‌های عظیم عمرانی را در جهان به خود معطوف سازد. بتن بسته به شرایط استفاده و کارایی آن، انواع مختلفی دارد. انواع مختلف بتن، دارای ویژگی‌های خاصی هستند که هر یک از آنها را برای استفاده در شرایط خاص، منحصر به فرد می‌کند.

فارغ از مزایای فوق، بتن جسمی با مقاومت کششی ضعیف است که سبب می‌گردد نتوان از آن در اعضای کششی و یا قسمت‌هایی از عضو بتنی که تحت تاثیر کشش می‌باشند، استفاده نمود. برای غلبه بر مقاومت کششی کم بتن، می‌توان بسته به شرایط، بتن را در قسمت‌هایی که تحت تاثیر کشش قرار دارند، توسط آرماتورهای فولادی مسلح نمود. امروزه جهت مسلح نمودن بتن علاوه بر استفاده از آرماتورهای فولادی از شبکه‌های جوش شده از مفتول فولادی، پروفیل‌های ساختمانی، ورق‌های فولادی، انواع الیاف، کابل‌های پیش‌تنیدگی (مفتول (تاندون)، رشته و رشته‌های بافته شده از چند رشته) و کامپوزیت‌های FRP (آرماتور، میله‌های دست‌ساز، مش، تسمه (نوار و لمینیت)، پارچه (ورق یا صفحه)، پارچه هیبرید، کابل‌های پیش‌تنیدگی (مفتول (تاندون)، نوارهای پیش‌تنیدگی و پروفیل‌های پیش‌ساخته ساختمانی) نیز استفاده می‌گردد.

یکی از پُراهمیت‌ترین مراحل اجرای اجزای بتنی سازه‌ها، قالب‌بندی، کفراژبندی و برپایی شمع‌های منفرد و یا داربست‌بندی جهت اجرای تیرها و دال‌ها می‌باشد که می‌تواند تاثیرگذارترین بخش از فرآیند اجرای قطعات بتنی از منظر اقتصادی و زمان اجرای پروژه به‌شمار آید. از این رو رعایت نکات اجرایی، نگهداری، کیفیت اجرا و به‌کارگیری بهترین نوع مصالح جهت قالب، کفراژ و شمع‌های منفرد یا داربست، تاثیر فراوانی بر کل پروژه خواهد داشت.

در مجموعه چهار کتاب راهنمای جامع اجرای اجزای بتنی سازه‌ها سعی می‌گردد علاوه بر بیان کلیات تجهیز کارگاه، قالب‌بندی، آرماتوربندی و بتن‌ریزی، به آشنایی با اجزای قالب‌بندی، اجزای آرماتوربندی، شناخت انواع بتن، نحوه بتن‌ریزی در شرایط معمولی و ویژه، تراکم بتن، محافظت و عمل‌آوری از بتن و ... و تشریح روش‌های متداول و برخی روش‌های خاص اجرای اجزای بتنی سازه‌ها نیز پرداخته شود.

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول، تصاویر این کتاب در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از کتاب به هر شکل از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از کتاب، تهیه پی‌دی‌اف از کتاب، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و شرعاً نیز حرام است، و متخلفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی‌دی‌اف و موارد این‌چنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا در صورتی که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیت اداره سایت را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هرگونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیرمجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام به مسدود نمودن سایت متخلف کرده و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات از متخلف اخذ می‌گردد.

همچنین در صورتی که هر کتابفروشی، اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، آفست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نماید، ضمن اطلاع‌رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مؤذعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از کتابفروشی متخلف می‌نماید.

خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصل کتاب،

از نظر قانونی غیرمجاز و شرعاً نیز حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق، مراتب را یا از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۰۲-۶۶۴۸۴۱۹۱ و ۰۲۱-۰۸۹۱۰۲۹۹۱۰۸۹ (تلگرام انتشارات) و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس info@noavarpub.com و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت www.noavarpub.com به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تضییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید و نیز به‌عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

فصل اول

بهسازی بتن



۱-۱- مقدمه

بدیهی است، هیچ چیز در جهان ابدی نیست و عمر مفیدی دارد که در اثر مرور زمان یا عللی دیگر، دچار آسیب می‌گردد. ساخته‌های دست بشر از جمله ساختمان‌ها، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی هم از این قاعده کلی مستثنی نیستند. عمر مفید ساختمان‌ها به عوامل متعددی از جمله کیفیت طرح، کیفیت اجرا (تابع کیفیت مصالح و کیفیت کاربرد آنها است)، شرایط محیطی، کیفیت و مشکلات بهره‌برداری و نحوه نگهداری بستگی دارد. هر چند با طراحی خوب و متناسب با شرایط محیطی، اجرای خوب، بهره‌برداری درست و نگهداری صحیح می‌توان عمر مفید ساختمان را طولانی‌تر کرد، ولی در نهایت از عوارض پیری و فرسودگی بنا گریزی نیست. به عبارت دیگر نمی‌توان چیزی ساخت که دچار آسیب نگردد. ولی می‌توان با رعایت نکات فنی، آهنگ و دامنه تضعیف سازه را کاهش داد. با گذشت زمان به تدریج ویژگی‌های ساختمان تقلیل یافته و حاشیه ایمنی آن کمتر می‌شود و وقتی این ویژگی‌ها به سطح وظیفه رسید و از آن تنزل کرد، عمر مفید ساختمان به پایان می‌رسد و ساختمان از کاربری خارج می‌شود. لذا برای به تعویق انداختن مواردی که باعث تضعیف سازه می‌شوند و همچنین طولانی‌تر کردن عمر مفید آن، متوسل به بهسازی‌هایی می‌شویم که از لحاظ مقابله با اثر فرساینده زمان یک ضرورت است.

بتن از مصالح کاربردی ساختمانی می‌باشد که با هزینه مناسبی ساخته شده، دارای دوام (پایایی) و استحکام مناسبی بوده و شکل قالبی را که در آن ریخته می‌شود، به خود می‌گیرد. ممکن است سازه‌های بتنی بنا به کیفیت طرح، مشکلاتی در طول فرآیند ساخت، شرایط محیطی، کیفیت و

مشکلات بهره‌برداری و نحوه نگهداری، دچار آسیب و تخریب گردند و نیاز به بهسازی بتن باشد. بهسازی در صنعت ساختمان به مفهوم احیا یا افزودن قابلیت بهره‌برداری ساختمان و افزایش طول عمر مفید آن است. به عبارت دیگر بهسازی به مجموعه تعهدات و عملیاتی گفته می‌شود که قابلیت انجام وظیفه یا وظایفی را در ساختمان ایجاد می‌کنند که ساختمان در وضع موجود قادر به انجام تمام و کمال آنها نمی‌باشد. گستره بهسازی و حجم و دامنه عملیات، یعنی میزان دخالت در وضع موجود ساختمان، بسته به نوع و میزان نارسایی که به منظور جبران آن صورت می‌گیرد، متغیر است و ممکن است از ساده‌ترین و کمترین دخالت، به سمت پیچیده‌ترین و بیشترین دخالت به شرح زیر رده‌بندی شود.

۱- ترمیم بتن

ترمیم بتن به منظور رفع نارسایی‌های کوچک غیر سازه‌ای که به‌طور عمدی به ظاهر کار مربوط شده (جهت بهبود و تامین قابلیت پذیرش ظاهر بتن) و به تامین دوام (پایایی) بتن کمک می‌کند، انجام می‌شود.

۲- تعمیر بتن

تعمیر بتن به منظور رفع نارسایی‌های سازه‌ای و بازگرداندن قطعه به وضع قبل از بروز نارسایی انجام می‌شود.

۳- مرمت بتن

مرمت بتن نیازمند تحلیل و تدبیر بیشتری است به‌گونه‌ای که ناحیه آسیب دیده از بقیه نواحی جدا شده و سپس برداشته و جایگزین می‌گردد (بعضی از سدهای بتنی پس از مدتی نیازمند تعویض کامل رویه بتنی خود به شیوه بتن پاشیدنی (شاتکریت) و یا اجرای بتن پیش‌آکنده می‌باشند). در کشورهای زلزله‌خیز مرمت آسیب‌های ناشی از زمین‌لرزه به کاری عادی تبدیل شده است. مرمت بتن به دو دسته زیر تقسیم‌بندی می‌گردد.

۳-۱- بازسازی بتن

بازسازی بتن به منظور تخریب و ساختن مجدد قسمت‌های آسیب دیده با همان مشخصات سابق و حذف نقاط ضعف آن می‌باشد.

۳-۲- جایگزینی بتن

جایگزینی بتن به منظور جدا کردن و برداشتن قطعه آسیب دیده و قرار دادن قطعه‌ای سالم و مشابه به جای آن است.

۴- مقاوم‌سازی (تقویت) بتن

سازه‌های بتنی به‌عنوان بخش گسترده‌ای از سازه‌ها، چنانچه بر حسب محاسبات دقیق و روابط شکل‌پذیری طراحی و اجرا شوند، ساختمان‌های بسیار مطلوبی خواهند بود. اما کیفیت ساخت در برخی سازه‌ها به دلایل مختلف بسیار نامطلوب است. کیفیت بد بتن، آرماتورگذاری نامناسب، اجرای بد بتن‌ریزی، استفاده از مصالح نامرغوب، خطاهای طراحی، خطاهای اجرایی، افزایش بار سازه، تاثیر شرایط محیطی مخرب و خطر زلزله از جمله عواملی هستند که باعث ضعف و نارسایی سازه‌های بتنی و نیاز آنها به مقاوم‌سازی (تقویت) می‌شوند.

در اغلب کارهای ترمیمی، تعمیری و یا بازسازی می‌بایست پس از اتمام کار هماهنگی و یکنواختی از لحاظ رنگ و طرح ظاهری بین ناحیه ترمیمی، تعمیری و یا بازسازی شده و نواحی دست نخورده

اطراف وجود داشته باشد. علاوه بر این ناحیه ترمیمی، تعمیر و یا بازسازی شده باید واجد شرایط زیر نیز باشد.

- ۱- پیوستگی سراسری دائمی با بتن مجاور
 - ۲- نفوذ ناپذیری کافی جهت حفاظت بتن اصلی
 - ۳- عاری بودن از ترک‌های انقباضی و ترک‌های موئی
 - ۴- داشتن مقاومت کافی در مقابل یخ‌بندان و آب شدن متناوب در موارد لزوم
- خطاها و عواملی که باعث پدیدار شدن ضعف و نارسایی در ساختمان‌ها می‌شوند به شرح زیر می‌باشند.

۱- خطاهای طراحی
 ۱-۱- دقت ناکافی در مطالعات اولیه و نادیده گرفتن واقعیت‌ها در مرحله طراحی ناشی از بی‌تجربگی یا سهل‌انگاری

- ۲-۱- عدم توجه کافی به معیارهای مورد نیاز طرح
- ۳-۱- خطا در آنالیز و محاسبات طراحی
- ۴-۱- خطا در تهیه نقشه‌ها
- ۵-۱- خطا در تهیه مشخصات فنی و اجرایی
- ۶-۱- ارزیابی نادرست اثر تغییرات دما، عوامل جوی و ...
- ۲- خطاهای اجرایی و نظارت بر اجرا
- ۲-۱- انتخاب نامناسب مصالح
- ۲-۲- انتخاب نامناسب تجهیزات
- ۲-۳- انتخاب نامناسب نیروی‌های اجرایی و نظارتی از نظر تخصص
- ۲-۴- انتخاب نامناسب نیروی انسانی برای تهیه مصالح و تجهیزات
- ۲-۵- عدم توجه به کنترل کیفیت
- ۲-۶- انتخاب نامناسب روش اجرا و اجرای کار بدون برنامه
- ۲-۷- اظهار نظرهای غیر کارشناسی در حین اجرای کار و الزام به اجرای آنها
- ۳- اثر عامل زمان و عوامل محیطی شامل پیر شدن مصالح و تغییر و تحول مشخصه‌های آنها در

طول زمان

- ۴- خطاهای اتفاقی و عامل‌های استثنائی مانند سیل، زلزله، لغزش زمین و ...
- ۵- خطاهای مربوط به تغییر و تحول شرایط محیط نسبت به دوره طرح و اجرای آن مانند بالا آمدن سطح آب‌های زیرزمینی
- ۶- خوردگی، تاثیر اسیدها، کربناتاسیون، سولفات‌شدن، واکنش قلیایی، مشکلات اجرایی و ...
- ۷- خطاهای بهره‌برداری و نگهداری
- ۷-۱- بهره‌برداری غلط و رعایت نکردن ضوابط مربوطه
- ۷-۲- عدم استفاده از نیروهای متخصص ماهر و با تجربه در امر مهم نگهداری
- ۷-۳- توجه نبودن نیروهای بهره‌برداری‌کننده
- ۷-۴- تغییر نوع بهره‌برداری بدون بررسی امکان و عواقب آن

- ۷-۵- بارگذاری خارج از عرف ساختمان و افزایش بار بدون تغییرات لازم
- ۷-۶- عدم نگهداری و بازرسی به موقع از سازه
- ۷-۷- پشت گوش انداختن و دیر دست به کار شدن برای بهسازی پس از احساس نیاز به آن
- ۷-۸- عدم وجود اعتبار مالی در موقع نیاز

۱-۲- ترمیم، تعمیر و یا مرمت (بازسازی یا جایگزینی) بتن

۱-۲-۱- مصالح مورد استفاده جهت ترمیم، تعمیر و یا بازسازی بتن

انتخاب مصالح مناسب با توجه به سازگاری حرارتی با بتن اصلی، دوام (پایایی) مورد نیاز، شرایط بهره‌برداری، طبیعت شیمیایی و الکتریکی محیط، خواص انقباضی، ضریب ارتجاعی مصالح و شرایط جادادن و اجرای مصالح مورد نظر به شرح زیر صورت می‌گیرد.

۱- سیمان پرتلند

می‌توان از انواع سیمان پرتلند جهت ترمیم، تعمیر و یا بازسازی بتن استفاده نمود. هر چند در جهت اطمینان از سازگاری ناحیه ترمیم، تعمیر و یا بازسازی شده و بتن اصلی، بهتر است که سیمان مصرفی و سیمان اصلی یکسان باشند.

۲- سنگ‌دانه‌ها

ضوابط مربوط به سنگ‌دانه‌ها مشابه مقررات مذکور در مورد بتن و ملات می‌باشد. در کارهای ترمیمی، تعمیری و یا بازسازی ممکن است از سنگ‌دانه‌های ویژه‌ای استفاده شود تا هماهنگی بین بتن جدید و قدیم از لحاظ رنگ و طرح تامین گردد.

۳- افزودنی‌ها

استفاده از افزودنی‌ها نیز در کارهای ترمیمی، تعمیری و یا بازسازی مجاز است. این مواد شامل روان‌کننده‌ها، مواد حباب هواز، زودگیرهای شیمیایی، سیلیس فعال (دوده سیلیس)، خاکستر بادی، پوزولان‌های طبیعی و پلیمرهای ترکیبی می‌باشند.

۴- مواد چسباننده

مواد چسباننده به چهار گروه زیر تقسیم‌بندی می‌شوند.

۴-۱- چسباننده با پایه اپوکسی

ترکیبات اپوکسی باید منطبق با ضوابط استاندارد ASTM-C881 باشند. به‌خاطر ضریب انبساط حرارتی و مقاومت کششی بزرگتر این مواد نسبت به بتن، در اثر تغییرات دمایی زیاد احتمال انقباض و سست شدن نواحی ترمیم یا تعمیر شده نازک، وجود خواهد داشت. رطوبت محصور شده در زیر یک ناحیه ترمیمی یا تعمیری یا ترکیبات اپوکسی نفوذناپذیر، در شرایط یخ‌بندان ممکن است منجر به شکست این ناحیه گردد. با توجه به این که زمان گیرش چسباننده با پایه اپوکسی کم است، کمیت مخلوط از لحاظ اندازه، محدودیت داشته و این محدودیت در محیط‌های با درجه حرارت زیاد، بیشتر خواهد بود، چرا که زمان گیرش کوتاه‌تر می‌شود. ترکیبات اپوکسی به محض سخت شدن از اثرات رطوبت و خوردگی‌های شیمیایی مصون خواهند بود، ولی در درجه حرارت‌های زیاد نرم می‌شوند و در دمایی بیش از ۲۳۰ درجه سلسیوس ذوب شده و می‌سوزند. در شکل شماره ۱-۱- ترمیم ترک بتن با اپوکسی را مشاهده می‌نمائید.



شکل شماره ۱-۱- ترمیم ترک بتن با اپوکسی

۲-۴- چسباننده با پایه لاتکس

کیفیت مواد چسبنده با ترکیبات لاتکس باید منطبق با استاندارد ASTM-C1059 باشد. این ترکیبات به دو نوع زیر تقسیم‌بندی می‌شوند.

۱-۲-۴- چسباننده با ترکیبات لاتکس با قابلیت تعلیق محدود

از این نوع چسباننده برای ایجاد چسبندگی در یک دوره زمانی کوتاه معادل چند روز استفاده می‌گردد و در مجاورت رطوبت زیاد یا هوای نمناک قابل استفاده نمی‌باشد. این نوع برای کارهای سازه‌ای توصیه نمی‌شود.

۲-۲-۴- چسباننده با ترکیبات لاتکس بدون قابلیت تعلیق مجدد

این نوع چسباننده مقاومت چسبندگی بیشتری نسبت به نوع با قابلیت تعلیق محدود داشته و ممانعتی در استفاده از آن در مجاورت رطوبت وجود ندارد.

۳-۴- چسباننده با پایه سیمانی

دوغاب سیمان یا ملات سیمان شامل ماسه ریز و مقدار مناسب سیمان که به صورت یک خمیر در می‌آید، سال‌ها است که به عنوان عامل چسباندن دو سطح به کار گرفته می‌شود.

۴-۴- پلی‌استرها، اکریلیک‌ها و متیل متاکریلیت‌ها

پلی‌استرها، اکریلیک‌ها و متیل متاکریلیت‌ها، صمغ‌های چسبنده‌ای مشابه اپوکسی‌ها و لیکن اقتصادی‌تر می‌باشند. این ترکیبات تمایل به انقباض بیشتری نسبت به اپوکسی‌ها دارند. پلی‌استرها با سطوح مرطوب و نمناک نظیر سطح بتن تازه سازگار نیستند و زمان انبارداری آنها کوتاه است.

۵- سیلرها و روکش‌ها

جهت حفاظت ناحیه ترمیم یا تعمیر شده از شرایط خورنده جوی و یا خوردگی‌های شیمیایی ممکن است نیاز به استفاده از سیلرها و روکش‌ها باشد.

سیلرها شفاف بوده و در داخل سطح نفوذ می‌کنند، بدون این‌که قشر قابل رویت‌ی از خود برجای گذارند. روکش‌ها ممکن است شفاف، مات، رنگی یا بدون رنگ بوده و مقداری از آنها در سطح نفوذ می‌کنند و لایه قابل رویت‌ی از خود بر سطح باقی می‌گذارند. روکش‌هایی نظیر نوارهای اپوکسی کلریدی، اپوکسی‌های رنگی، رنگ‌های اکریلیک- لاتکس در کارهای ترمیمی یا تعمیری نیز استفاده می‌شوند، لیکن سازگاری آنها با تغییرات دمایی مورد انتظار در محیط اجرایی، رنگ بتن مجاور ناحیه ترمیم یا تعمیر شده و دیگر شرایط و مقتضیات بهره‌برداری باید بررسی و کنترل گردد. استفاده از سیلان و سیلوکسان به خاطر ویژگی‌هایی نظیر عمر بهره‌برداری طولانی (بین ۵ تا ۱۰ سال)، عمق نفوذ موثر