



روش‌های ساخت

(کارشناسی ارشد عمران - مهندسی و مدیریت ساخت)

دکتر آرمین منیرعباسی دکتر فرناد نصیرزاده

«عضو هیئت علمی دانشگاه پیام‌نور» «عضو هیئت علمی دانشگاه پیام‌نور»

دکتر مهدی روانشادنیا

«عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی»

«امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.»^۱

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

۱. پیام مقام معظم رهبری به مناسبت آغاز هفته کتاب ۷۲/۱۰/۴

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «اقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

سیزده

پیشگفتار

۱	فصل اول: آماده‌سازی و تجهیز کارگاه
۱	هدف کلی
۱	هدف‌های یادگیری
۱	مقدمه
۲	۱-۱ کلیات
۲	۲-۱ آماده‌کردن کارگاه
۲	۱-۲-۱ تخریب ساختمان‌ها و مستحذات موجود در کارگاه
۳	۲-۲-۱ عملیات مقدماتی قبل از تخریب
۴	۳-۲-۱ نکاتی از آیین‌نامه حفاظتی کارگاه‌های ساختمانی
۴	۳-۱ تسطیح محوطه، گودبرداری‌ها و زهکشی
۵	۱-۳-۱ کلیات تسطیح و آماده‌سازی زمین (محوطه)
۸	۴-۱ نقاط نشانه و مبدأ
۸	۵-۱ پرکردن چاه‌ها، قنات و قطع درختان
۹	۶-۱ ساختمان‌ها و تأسیسات تجهیز کارگاه
۹	۷-۱ ماشین‌آلات ثابت
۱۰	۸-۱ تحویل و کنترل مصالح
۱۱	۹-۱ تجهیز کارگاه از دیدگاه مهندسی و مدیریت ساخت
۱۲	خلاصه فصل اول
۱۲	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول
۱۵	فصل دوم: اجرای بتن (شناخت ویژگی‌های مصالح، تولید، حمل، ریختن، تراکم و عمل‌آوری)
۱۵	هدف کلی
۱۵	هدف‌های یادگیری

۱۵	مقدمه
۱۶	۱-۲ مصالح تشکیل دهنده بتن
۱۶	۱-۱-۲ سیمان
۲۳	۲-۱-۲ هیدراسیون اکسیدهای سیمان پرتلند
۲۵	۳-۱-۲ مشخصات فیزیکی سیمان
۲۶	۴-۱-۲ مشخصات شیمیایی سیمان
۲۷	۵-۱-۲ مشخصات مکانیکی سیمان
۲۷	۶-۱-۲ آب
۲۹	۷-۱-۲ سنگدانه
۵۰	۸-۱-۲ مواد افزودنی شیمیایی
۵۲	۲-۲ روش‌های صحیح انبار کردن مصالح
۵۲	۱-۲-۲ سیلوی سیمان
۶۳	۲-۲-۲ نکاتی درباره حمل و انبارش سیمان
۶۴	۳-۲-۲ حمل و انبارش سنگدانه‌ها
۶۵	۳-۲ اجرای بتن
۶۵	۱-۳-۲ ساخت بتن
۶۶	۲-۳-۲ ملاحظات فنی
۶۷	۳-۳-۲ طرح مخلوط بتن از دیدگاه مهندسی و مدیریت ساخت
۶۸	۴-۳-۲ بچینگ پلانت
۸۱	۵-۳-۲ حمل بتن
۸۲	۶-۳-۲ دستگاه‌های حمل بتن
۸۸	۷-۳-۲ ریختن بتن
۹۰	۸-۳-۲ قطع و شروع بتن‌ریزی (سطوح واریز)
۹۱	۹-۳-۲ متراکم کردن بتن
۹۳	۱۰-۳-۲ عمل‌آوری
۹۹	خلاصه فصل دوم
۹۹	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم
۱۰۱	فصل سوم: کنترل کیفی بتن
۱۰۱	هدف کلی
۱۰۱	هدف‌های یادگیری
۱۰۱	مقدمه
۱۰۲	۱-۳ کارایی بتن
۱۰۲	۱-۱-۳ آزمایش اسلامپ
۱۰۳	۲-۱-۳ آزمایش ضریب تراکم
۱۰۴	۳-۱-۳ آزمایش وی‌بی
۱۰۵	۴-۱-۳ آزمایش توپ کلی

۱۰۵	۳-۱-۵ آزمایش جریان اسلامپ
۱۰۶	۳-۲ مقاومت بتن
۱۰۶	۳-۲-۱ مقاومت فشاری بتن
۱۰۷	۳-۲-۲ تهیه و نگهداری نمونه‌های مقاومت فشاری
۱۰۸	۳-۲-۳ حد نصاب مقاومت بتن
۱۰۹	۳-۳ کنترل کیفیت بتن
۱۰۹	۳-۳-۱ مبانی آماری
۱۱۱	۳-۳-۲ نمودارهای کنترل کیفیت
۱۱۴	۳-۳-۳ روش جمع تجمعی اختلاف‌ها
۱۱۸	خلاصه فصل سوم
۱۱۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم
۱۱۹	فصل چهارم: ارزیابی مقاومت بتن در سازه
۱۱۹	هدف کلی
۱۱۹	هدف‌های یادگیری
۱۱۹	مقدمه
۱۲۰	۴-۱ آزمایش مغزه‌گیری
۱۲۰	۴-۱-۱ روش مغزه‌گیری
۱۲۱	۴-۱-۲ شرح دستگاه مغزه‌گیری
۱۲۲	۴-۱-۳ شرح آزمایش مغزه‌ها
۱۲۲	۴-۱-۴ مزایا و محدودیت‌ها
۱۲۲	۴-۲ آزمایش عدد بازگشت یا چکش اشمیت
۱۲۲	۴-۲-۱ معرفی روش
۱۲۴	۴-۲-۲ شرح دستگاه چکش اشمیت
۱۲۴	۴-۲-۳ شرح آزمایش چکش اشمیت
۱۲۵	۴-۲-۴ مزایا و محدودیت‌های روش چکش اشمیت
۱۲۵	۴-۳ آزمایش سرعت پالس مافوق صوت
۱۲۶	۴-۳-۱ معرفی روش
۱۲۷	۴-۳-۲ شرح دستگاه
۱۲۷	۴-۳-۳ نظریه روش سرعت مافوق صوت
۱۲۸	۴-۳-۴ نحوه استفاده از دستگاه مافوق صوت
۱۲۹	۴-۳-۵ شرح آزمایش
۱۳۰	۴-۳-۶ دامنه کاربرد روش مافوق صوت
۱۳۱	۴-۴ آزمایش بیرون کشیدن
۱۳۱	۴-۴-۱ معرفی روش
۱۳۲	۴-۴-۲ شرح دستگاه بیرون کشیدن
۱۳۳	۴-۴-۳ نحوه استفاده از دستگاه بیرون کشیدن

۱۳۳	۴-۴-۴ دامنه کاربرد
۱۳۴	۴-۵ آزمایش کشیدن از سطح
۱۳۴	۴-۵-۱ معرفی روش کشیدن از سطح
۱۳۵	۴-۵-۲ شرح دستگاه کشیدن از سطح
۱۳۵	۴-۵-۳ نحوه استفاده از دستگاه کشیدن از سطح
۱۳۶	۴-۵-۴ شرح آزمایش کشیدن از سطح
۱۳۶	۴-۵-۵ دامنه کاربرد روش کشیدن از سطح
۱۳۶	۴-۵-۶ مزایا و محدودیت‌های روش کشیدن از سطح
۱۳۷	۴-۶ آزمایش بارگذاری
۱۳۷	۴-۶-۱ معرفی
۱۳۷	۴-۶-۲ الزامات عمومی
۱۳۸	۴-۶-۳ بازدید و اندازه‌گیری
۱۳۹	۴-۶-۴ ارزیابی تغییر شکل‌ها و ترک‌ها
۱۳۹	خلاصه فصل چهارم
۱۴۰	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم
۱۴۱	فصل پنجم: نکات اجرایی و روش‌های خاص در بتن‌ریزی
۱۴۱	هدف کلی
۱۴۱	هدف‌های یادگیری
۱۴۱	مقدمه
۱۴۲	۵-۱ انواع درزهای اجرایی در سازه‌های بتنی
۱۴۲	۵-۱-۱ درزهای ساختمانی
۱۴۳	۵-۱-۲ درزهای کنترل
۱۴۳	۵-۱-۳ درزهای انبساط
۱۴۴	۵-۲ قالب‌بندی
۱۴۴	۵-۲-۱ الزامات قالب‌بندی
۱۴۶	۵-۳ بتن‌ریزی توسط قالب لغزنده
۱۴۶	۵-۳-۱ روش کار با قالب لغزنده
۱۴۷	۵-۳-۲ کاربرد قالب‌های لغزنده
۱۴۸	۵-۳-۳ اجزای اصلی قالب لغزنده
۱۵۳	۵-۳-۴ عوامل مؤثر بر تعیین ارتفاع بدنه قالب لغزنده
۱۵۴	۵-۳-۵ الزامات قبل از شروع بتن‌ریزی در قالب لغزنده
۱۵۵	۵-۳-۶ نکات مهم حین بتن‌ریزی در قالب‌های لغزنده
۱۵۶	۵-۳-۷ مشخصات فنی بتن مصرفی در بتن‌ریزی با قالب لغزنده
۱۵۷	۵-۳-۸ توصیه‌هایی درخصوص حمل و ریختن بتن در قالب‌های لغزنده
۱۵۷	۵-۴ بتن‌ریزی در هوای گرم
۱۵۹	۵-۵ بتن‌ریزی در هوای سرد

۱۶۱	۵-۶ بتن ریزی در هوای مناطق خلیج فارس و دریای عمان
۱۶۴	۵-۷ بتن ریزی های حجیم
۱۶۵	۵-۷-۱ معیارهای مهم در بتن حجیم
۱۶۵	۵-۷-۲ راه حل مقابله با مسائل حرارتی بتن حجیم
۱۶۶	خلاصه فصل پنجم
۱۶۶	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل پنجم
۱۶۹	فصل ششم: بتن های ویژه و نوین
۱۶۹	هدف کلی
۱۶۹	هدف های یادگیری
۱۶۹	مقدمه
۱۷۰	۶-۱ بتن پاشی
۱۷۰	۶-۱-۱ وسایل مورد نیاز جهت شاتکریت
۱۷۱	۶-۱-۲ انواع بتن پاشی از نظر جریان
۱۷۱	۶-۱-۳ انواع روش های بتن پاشی
۱۷۲	۶-۱-۴ مقایسه روش خشک و تر
۱۷۲	۶-۱-۵ نحوه نمونه برداری از بتن شاتکریتی
۱۷۲	۶-۲ ساخت قطعات پیش ساخته
۱۷۳	۶-۲-۱ تفاوت بتن پیش ساخته و معمولی
۱۷۴	۶-۲-۲ کاربردهای بتن پیش ساخته
۱۷۴	۶-۲-۳ تجهیزات مورد نیاز بتن پیش ساخته
۱۷۶	۶-۲-۴ فرایند عمل آوری بتن پیش ساخته
۱۷۷	۶-۲-۵ نکات مهم عمل آوری بتن پیش ساخته
۱۷۷	۶-۲-۶ کنترل کیفی در هنگام ساخت و بعد از تولید قطعات بتنی
۱۷۸	۶-۲-۷ پیش تنیدگی
۱۸۰	۶-۳ بتن خودتراکم
۱۸۱	۶-۴ بتن الیافی
۱۸۲	۶-۴-۱ تقسیم بندی الیاف
۱۸۳	۶-۴-۲ خواص لازم الیاف
۱۸۳	۶-۴-۳ طول بحرانی الیاف
۱۸۴	۶-۴-۴ مزایای استفاده از بتن های الیافی
۱۸۵	۶-۴-۵ معایب استفاده از بتن های الیافی
۱۸۵	۶-۴-۶ کاربردهای بتن الیافی
۱۸۵	۶-۴-۷ اثر الیاف بر خواص مکانیکی بتن
۱۸۶	۶-۵ بتن پلیمری
۱۸۷	۶-۵-۱ انواع بتن های پلیمری
۱۸۸	۶-۵-۲ مزایای بتن های پلیمری

۱۸۸	۳-۵-۶ معایب بتن‌های پلیمری
۱۸۸	۶-۶ بتن‌های سبک
۱۸۹	۱-۶-۶ انواع بتن‌های سبک
۱۹۰	۲-۶-۶ مزایای بتن سبک
۱۹۱	۳-۶-۶ معایب بتن سبک
۱۹۱	۷-۶ بتن سنگین
۱۹۲	۱-۷-۶ روش ساخت بتن
۱۹۲	۲-۷-۶ مزایای بتن سنگین
۱۹۳	۳-۷-۶ معایب بتن سنگین
۱۹۳	۸-۶ بتن غلتکی
۱۹۵	۱-۸-۶ ساخت و اجرای بتن غلتکی
۱۹۸	۲-۸-۶ اجرای روسازی‌های بتنی با فینیشر
۲۰۳	۳-۸-۶ نکات اجرای بتن غلتکی
۲۰۳	۴-۸-۶ مزایای بتن غلتکی
۲۰۳	۵-۸-۶ معایب بتن غلتکی
۲۰۴	خلاصه فصل ششم
۲۰۴	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۲۰۵	فصل هفتم: اجرای سازه‌های فولادی
۲۰۵	هدف کلی
۲۰۵	هدف‌های یادگیری
۲۰۵	مقدمه
۲۰۶	۱-۷ برشکاری
۲۰۷	۲-۷ برشکاری زیر آب
۲۰۸	۳-۷ سایر روش‌های برشکاری
۲۰۸	۴-۷ جوشکاری
۲۰۹	۱-۴-۷ جوشکاری دستی با الکتروود روکش‌دار
۲۱۵	۲-۴-۷ جوش زیرپودری
۲۱۶	۳-۴-۷ جوش تحت حفاظت گاز
۲۱۷	۴-۴-۷ جوش تحت حفاظت گاز با الکتروود تنگستن
۲۱۷	۵-۴-۷ جوش تحت حفاظت گاز با الکتروود توپودری
۲۱۷	۶-۴-۷ جوش خمیری
۲۱۸	۵-۷ انواع اتصالات جوشی از نظر قرارگیری قطعات
۲۱۸	۶-۷ انواع جوش از نظر شکل نوار جوش
۲۱۹	۷-۷ انقباض و اعوجاج جوش
۲۱۹	۸-۷ علت ایجاد اعوجاج
۲۲۰	۹-۷ کنترل انقباض جوش

۲۲۰	۷-۱۰ تأثیر فلز پایه در مجاورت نوار جوش
۲۲۰	۷-۱۱ تأثیر سرعت زیاد جوشکاری
۲۲۱	۷-۱۲ استفاده از چکش کاری و حرارت برای رفع انقباض های جوشکاری
۲۲۱	۷-۱۳ عوامل مؤثر بر کیفیت جوش
۲۲۱	۷-۱۳-۱ نوع جریان
۲۲۱	۷-۱۳-۲ شدت جریان و ثبات آن
۲۲۲	۷-۱۳-۳ ولتاژ و ثبات آن
۲۲۲	۷-۱۳-۴ قطر ورق های اتصال
۲۲۲	۷-۱۳-۵ نوع الکتروود
۲۲۳	۷-۱۳-۶ شرایط نگهداری الکتروود
۲۲۳	۷-۱۳-۷ طول قوس الکتریکی
۲۲۳	۷-۱۳-۸ شرایط محیطی
۲۲۴	۷-۱۳-۹ مشخصات قطعات
۲۲۴	۷-۱۳-۱۰ موقعیت جوشکار و الکتروود نسبت به محل درز
۲۲۴	۷-۱۳-۱۱ سرعت و نوع حرکت دست جوشکار
۲۲۵	۷-۱۴ آزمایش های غیر مخرب
۲۲۵	۷-۱۴-۱ آزمایش ذرات مغناطیسی
۲۲۵	۷-۱۴-۲ آزمایش پرتونگاری
۲۲۶	۷-۱۴-۳ بازرسی با مواد نافذ
۲۲۷	۷-۱۴-۴ آزمون فراصوتی
۲۲۸	۷-۱۴-۵ آزمایش نشت
۲۲۹	۷-۱۵ معایب اصلی جوش
۲۲۹	۷-۱۵-۱ نفوذ ناقص
۲۳۰	۷-۱۵-۲ آمیختگی ناقص
۲۳۰	۷-۱۵-۳ بریدگی کناره جوش
۲۳۱	۷-۱۵-۴ حبس سرباره
۲۳۱	۷-۱۵-۵ تخلخل
۲۳۱	۷-۱۵-۶ ترک در جوش
۲۳۲	۷-۱۶ عوامل حائز اهمیت در نصب سازه های اسکلت فلزی
۲۳۴	خلاصه فصل هفتم
۲۳۴	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل هفتم
۲۳۷	فصل هشتم: اجرای تونل ها
۲۳۷	هدف کلی
۲۳۷	هدف های یادگیری
۲۳۷	مقدمه
۲۳۸	۸-۱ انواع تونل ها بر اساس سطح مقطع

۲۳۹	۸-۲ انواع روش‌های تونل‌سازی
۲۴۰	۸-۲-۱ تونل‌سازی به روش چال‌زنی و آتشباری
۲۴۴	۸-۲-۲ مراحل روش چال‌زنی و آتشباری
۲۴۷	۸-۲-۳ خرج‌گذاری
۲۴۸	۸-۲-۴ گل‌گذاری
۲۴۸	۸-۲-۵ انفجار
۲۴۸	۸-۲-۶ انواع روش‌های تونل‌سازی سنتی
۲۵۲	۸-۲-۷ تونل‌سازی به روش مکانیزه
۲۵۳	۸-۲-۸ انواع دستگاه‌های حفاری مکانیزه
۲۵۳	۸-۲-۹ ماشین‌های حفاری نیم‌مقطع
۲۵۵	۸-۲-۱۰ ماشین‌های حفاری تمام‌مقطع
۲۷۳	۸-۳ پوشش نگهداری تونل‌ها
۲۷۳	۸-۳-۱ پوشش نگهداری موقت
۲۷۷	۸-۳-۲ پوشش نگهداری دائم
۲۸۳	خلاصه فصل هشتم
۲۸۳	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هشتم
۲۸۵	پیوست
۲۹۳	پاسخنامه
۲۹۴	منابع

پیشگفتار

رشته مهندسی و مدیریت ساخت از گرایش‌های نسبتاً جدید دوره‌های تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی عمران است. از آنجایی که رشته‌های جدید همواره با معضل کمبود منابع فارسی مواجه هستند، دانشجویان این رشته نیز مشکل کمبود منابع فارسی دارند. از طرفی اغلب اساتید فن نیز همواره کتاب‌هایی با موضوعات طراحی نگارش می‌کنند. بنابراین مباحثی همچون اجرا و آموزش مسائل و نکات اجرایی به دانشجویان به‌طور معمول، مغفول واقع می‌شود، درحالی‌که نیاز صنعت، فارغ‌التحصیلانی است که علاوه بر داشتن دانش فنی، به نکات اجرایی صنعت ساخت‌وساز نیز واقف باشند. در این کتاب که بر مبنای سرفصل وزارت علوم، تحقیقات و فناوری برای درس روش‌های ساخت تهیه شده است، سعی شده مسائل و نکات اجرایی و فنی موجود در صنعت ساخت در حد بضاعت مؤلفین و حوصله خوانندگان شرح داده شود.

این کتاب شامل هشت فصل است. در فصل اول مسائل آماده‌سازی کارگاه و تجهیز کارگاه شرح داده شده است. فصل دوم به نکات اجرای بتن می‌پردازد. در این فصل ابتدا از مصالح بتن و نحوه تولید آن‌ها صحبت شده و سپس روش تولید حمل و اجرای بتن بیان شده است. روش‌های کنترل کیفی بتن تازه و سخت‌شده و نکات آماری آن در فصل سوم شرح داده شده است. فصل چهارم به بیان روش‌های ارزیابی مقاومت بتن در سازه اختصاص دارد. فصل پنجم به نکات اجرایی عملیات بتن‌ریزی و روش‌های خاص بتن‌ریزی پرداخته است. انواع بتن‌های ویژه و نوین در فصل ششم

شرح داده شده‌اند. فصل هفتم نیز به اجرای سازه‌های فولادی اختصاص دارد. در نهایت، فصل هشتم نیز انواع روش‌های اجرای تونل‌ها را بیان کرده است. در پایان امید است این کتاب بتواند سهمی هرچند اندک در ارتقای سطح کیفی صنعت ساخت‌وساز و آشنایی بیش از پیش دانشجویان با مسائل فنی و اجرایی این صنعت داشته باشد.

دکتر آرمین منیرعباسی

دکتر فرناد نصیرزاده

دکتر مهدی روانشادینیا

فصل اول

آماده‌سازی و تجهیز کارگاه

هدف کلی

در این فصل آماده‌سازی کارگاه‌های ساختمانی و مسائل تجهیز کارگاه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

هدف‌های یادگیری

انتظار می‌رود که دانشجو پس از مطالعه این فصل بتواند موارد زیر را بیان کند:

۱. اقدامات لازم برای تجهیز کارگاه‌های ساختمانی کدام است؟
۲. تجهیز کارگاه از دیدگاه مهندسی و مدیریت ساخت چگونه است؟

مقدمه

اولین گام در هر کارگاه ساخت آماده‌سازی زمین و انجام تجهیز کارگاه است. تجهیز مناسب کارگاه علاوه بر سهولت کار و کاهش هزینه‌های اجرا، می‌تواند در کاهش زمان اجرای پروژه نیز بسیار مؤثر باشد. در این فصل پس از تعریف فرایند تجهیز کارگاه، اقدام‌های لازم در این زمینه شرح داده می‌شوند. همچنین روش‌های علمی و تکنیکی چیدمان تجهیزات در یک کارگاه به طور مختصر بیان می‌شود.

۱-۱ کلیات

تجهیز کارگاه، شامل عملیات، اقدامات و تدارکاتی است که باید به‌صورت موقت انجام شود تا شرایط لازم جهت شروع، ادامه و پایان‌دادن به عملیات اجرایی موضوع پیمان طبق اسناد و مدارک پیمان، در اختیار پیمانکار قرار داده شود. پس از اتمام عملیات موضوع پیمان، پیمانکار باید نسبت به برچیدن کارگاه اقدام کند. عملیات برچیدن کارگاه عبارت است از جمع‌آوری مصالح، تأسیسات و ساختمان‌های موقت، خارج کردن مصالح، تجهیزات، ماشین‌آلات و دیگر تدارکات پیمانکار از کارگاه، تسطیح، تمیز کردن و در صورت لزوم به‌شکل اولیه برگرداندن زمین‌ها و محل‌های تحویلی از کارفرما.

۱-۲ آماده‌کردن کارگاه

پس از تحویل کارگاه، پیمانکار باید بر اساس ضوابط و مندرجات قرارداد نسبت به آماده‌سازی کارگاه اقدام کند. آماده‌سازی اولیه به‌منظور استقرار عوامل اجرایی و شروع کار به‌شرح زیر است:

۱-۲-۱ تخریب ساختمان‌ها و مستحذات موجود در کارگاه

ساختمان‌های موجود و قدیمی که در محدوده عملیاتی پروژه و در محل اجرای پروژه بوده و به‌منظور انجام کار، تخریب آن‌ها ضروری است، باید با نظر کارفرما طبق دستورات دستگاه نظارت تخریب شوند. تخریب ساختمان‌ها به‌عنوان اولین مرحله از ساخت‌وساز اثرات متعددی بر محیط شهری و شهروندان می‌گذارد، از این‌رو از اهمیت فراوانی برخوردار است. تخریب ساختمان می‌تواند باعث آسیب به افراد و دارایی‌های عمومی و خصوصی شود و سلامت افراد مرتبط با پروژه را به مخاطره اندازد و به محیط پیرامونی و همسایگان آسیب رساند. با توجه به اینکه اغلب شهرهای بزرگ کشورمان نیاز به بازسازی بناهای فرسوده دارند، بنابراین باید به تخریب ساختمان به‌صورت حرفه‌ای‌تر نگاه کرد. کسانی که در این حرفه مشغول به‌کارند، معمولاً به‌صورت تجربی این کار را آموخته‌اند و معمولاً توانایی تخریب ساختمان‌های کلنگی را دارند و در برخورد با ساختمان‌های بلند ناتوانند. نمونه‌ای از عملیات تخریب ساختمان در شکل ۱-۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱. تخریب ساختمان

۱-۲-۲ عملیات مقدماتی قبل از تخریب

قبل از مجوز شروع کار برای عملیات‌های تخریب ساختمان، بررسی‌های مهندسی توسط شخص ذی‌صلاح برای تعیین شرایط کف‌ها، دیوارها، چارچوب‌ها و اسکلت و امکان خراب‌شدن بدون برنامه بخش‌های ساختمان صورت گیرد. ساختمان‌های مجاور که ممکن است افرادی در آن ساکن باشند، باید کنترل و بررسی شوند. کارفرما باید گواهی یا مجوز مکتوب برای عملیات‌های تخریب داشته باشد. تصویری از تخریب ساختمان با بیل مکانیکی در شکل ۱-۲ نشان داده شده است.



شکل ۱-۲. تخریب ساختمان

۱-۲-۳ نکاتی از آیین‌نامه حفاظتی کارگاه‌های ساختمانی

در مورد حفاظت از کارگران، اشخاص ثالث، تأسیسات زیربنایی و غیره در حین اجرای عملیات عمرانی، آیین‌نامه‌ای در ایران تهیه شده است که نکات اصلی آن در زیر عنوان می‌شود:

- **نکته ۱:** عملیات تخریب باید از بالاترین قسمت یا طبقه شروع و به پایین‌ترین قسمت یا طبقه ختم شود، مگر در موارد خاصی که تخریب به‌طور یک‌جا و با استفاده از مواد منفجره در فونداسیون و از راه دور با رعایت کلیه احتیاطات و مقررات ایمنی مربوطه و کسب مجوزهای لازم انجام و یا از طریق کشیدن با کابل و واژگون‌کردن و یا از طریق ضربه‌زدن با وزنه‌های درحال نوسان انجام شود.
- **نکته ۲:** باید از تخریب قسمت‌هایی از ساختمان که باعث تخریب و ریزش ناگهانی قسمت‌های دیگر ساختمان شود، جلوگیری به‌عمل آید.
- **نکته ۳:** قبل از اینکه عملیات تخریب شروع شود، باید بازدید دقیقی از کلیه قسمت‌های ساختمان در دست تخریب به‌عمل آمده و درصورت وجود قسمت‌های خطرناک و قابل ریزش، اقدامات احتیاطی از قبیل نصب شمع، سپر و حائل و ستون‌های موقتی جهت مهار آن قسمت‌ها به‌عمل آید. قبل از شروع به تخریب ساختمان‌ها، باید مسائل ایمنی و اصول فنی در مورد قطع و کنترل انشعابات خطوط آب، برق، گاز، فیبر نوری، تلفن و... با هماهنگی سازمان‌های مسئول انجام شود. درصورت لزوم باید مصالح حاصل از تخریب مطابق نظر دستگاه نظارت دسته‌بندی و در محل‌های مناسب انبار شوند. به‌طورکلی تخریب و حذف ساختمان‌های موجود در محل اجرای پروژه باید با دستور کارفرما صورت گیرد.

۱-۳ تسطیح محوطه، گودبرداری‌ها و زهکشی

چنانچه محوطه کارگاه به‌نحوی دارای پستی و بلندی باشد که مانع از شروع اجرای عملیات شود، پیمانکار باید با نظر دستگاه نظارت نسبت به خاکبرداری و تسطیح محوطه تا تراز مورد نظر اقدام کند. منظور از خاکبرداری و تسطیح محوطه، رفع پستی و بلندی‌ها و ناهمواری‌های موجود تا رسیدن به تراز مورد نظر است. تسطیح زمین عموماً توسط گریدر و لودر انجام شده و خاک‌های اضافی ناشی از نقاط بلند، در مناطق گود ریخته و در غیر این‌صورت، به خارج از محل ساخت جهت دپو حمل می‌شود.

در ضمن، حمل خاک از خارج کارگاه برای تسطیح محوطه مجاز نیست، ولی طبق شرایط خاص و با تأیید دستگاه نظارت و عدم تکافو و یا نامناسب بودن خاک حاصل از خاکبرداری‌ها، عملیات تسطیح باید بر اساس نقشه‌های اجرایی و دستورات دستگاه نظارت صورت گیرد. همچنین محوطه باید از نفوذ و ورود آب‌های سطحی محفوظ نگهداشته شود. یکی از مشکلات رایج که در عمل در تسطیح، شیب‌بندی و آماده‌سازی زمین مشاهده می‌شود، نشست گودال‌های خاکریزی شده به‌مرور زمان و با جذب رطوبت است. عملیات تسطیح محوطه کارگاه در شکل ۱-۳ نشان داده شده است.



شکل ۱-۳. تسطیح محوطه

۱-۳-۱ کلیات تسطیح و آماده‌سازی زمین (محوطه)

برای آماده‌سازی زمین در مراحل زیر، از تجهیزات خاصی کمک گرفته می‌شود:

- **پاک‌سازی:** شامل پاک‌سازی کامل زمین از بوته، درخت و ریشه است.
- **شیب‌بندی:** برای جابه‌جایی خاک در مسافت‌های کوتاه (کمتر از ۱۰۰ متر) می‌توان از بولدوزر استفاده کرد. تیغه این دستگاه خاک را به جلو هل می‌دهد. این شیوه شیب‌بندی ارزان بوده، ولی دقیق نیست. برای جابه‌جایی خاک در مسافت‌های طولانی، معمولاً بهتر است از اسکرپر استفاده کرد که خاک را از روی زمین

برداشته و به مکان دیگری منتقل می‌کند. اسکریپر یک تراکتور چرخ‌دار است که یک مخزن بزرگ یا اسکریپر دارد و خاک را پس از حفاری به محل دیگری منتقل می‌کند. تصویری از عملیات تسطیح و آماده‌سازی زمین در شکل ۱-۴ نشان داده شده است.



شکل ۱-۴. تسطیح و آماده‌سازی زمین

روی برخی از انواع اسکریپر‌ها، سیستم‌های هیدرولیکی مخصوصی نصب شده است که آن‌ها را قادر می‌سازد تا عمق خاکبرداری را در ضمن حفاری زمین و عمق خاکریزی را هنگام تخلیه خاک کنترل کند. آماده‌سازی زمین با اسکریپر دقیق‌تر از بولدوزر بوده، ولی دقت عمل اسکریپر در تسطیح برابر ۱۰۰ (مثبت و منفی ۱۰۰) میلی‌متر است.

- **تسطیح:** تسطیح با گریدر دقیق‌تر از ماشین‌آلات قبل انجام می‌شود. با این‌گونه ماشین‌ها می‌توان پستی و بلندی زمین را تا ۲۵+ میلی‌متر نسبت به شیب مورد نظر کنترل کرد، گرچه این کار به مهارت راننده نیز بستگی دارد. در اکثر موارد، چنین ماشین‌هایی برای تسطیح زمین به منظور اجرای روش اجرای آبیاری استفاده می‌شوند. تسطیح زمین با استفاده از دستگاه گریدر در شکل ۱-۵ نشان داده شده است.



شکل ۱-۵. تسطیح زمین

گودبرداری محل سازه‌ها باید با توجه به رعایت نکات ایمنی و حفاظت از ساختمان‌ها و مستحقات موجود هم‌جوار صورت گیرد و تدابیر لازم هنگام گودبرداری‌ها و حین عملیات ساختمانی در مورد حفاظت ساختمان‌های هم‌جوار اتخاذ شود. چنانچه محل اجرای پروژه در محدوده شهرها و در نقاط مسکونی باشد، پیمانکار باید نسبت به ایجاد دیوارهای موقت و جداکننده محل کارگاه در سواره‌روها و پیاده‌روها اقدام و شرایط ایمن‌سازی محوطه را برای عبور عابرین و وسائط نقلیه کاملاً فراهم کند. لازم به یادآوری است که پیمانکار مسئول جبران خسارات وارده به شخص ثالث در اثر عدم رعایت نکات ایمنی فوق‌الذکر خواهد بود. تصویری از عملیات گودبرداری در شکل ۱-۶ نشان داده شده‌است.



شکل ۱-۶. گود برداری

کنترل و هدایت آب‌های سطحی به داخل گودها و محل حفاری‌ها، باید با نظر دستگاه نظارت و بر اساس ضوابط و مندرجات قرارداد و سایر ضوابط قانونی در پروژه‌های شهری صورت گیرد.

۱-۴ نقاط نشانه و مبدأ

برای پیاده‌کردن قسمت‌های مختلف پروژه و تعیین حدود قانونی کار و مرز عملیات قرارداد بر اساس نقشه‌های اجرایی، تعدادی نقاط نشانه و مبدأ از طرف کارفرما و دستگاه نظارت طی صورتجلسه‌ای هنگام تحویل زمین در اختیار پیمانکار قرار داده خواهد شد. پیمانکار مسئول کنترل و مطابقت نقاط نشانه بوده و هرگونه مشکل اجرایی احتمالی در این زمینه در اثر قصور وی، به کارفرما و مشاور ارتباطی نخواهد داشت. یک نمونه از نقاط نشانه در شکل ۱-۷ نشان داده شده است.



شکل ۱-۷. نمونه‌ای از نقاط نشانه

پیمانکار موظف است نسبت به حفظ و حراست این نشانه‌ها ضمن عملیات اجرایی و تا پایان کار و تحویل موقت اقدام کند. در صورت نیاز، پیمانکار موظف است بر اساس نشانه‌های اصلی نسبت به ایجاد نشانه‌های فرعی و کمکی اقدام کند.

۱-۵ پرکردن چاه‌ها، قنوت و قطع درختان

چاه‌های آب و فاضلاب و قنوت متروکه که در محدوده عملیاتی پروژه واقع شده‌اند و پرکردن آن‌ها ضروری است، باید طبق نظر دستگاه نظارت از نظر مصالح لازم و همچنین نحوه انجام عملیات پر شوند.