

را به طور چشمگیری افزایش داد. هم اکنون، با استفاده از روش تونلی، انبوه‌سازان با برنامه‌ریزی اجرای یک طبقه در دو روز، مجتمع‌های مسکونی بزرگ را می‌سازند. از معایب این روش، محدودیت در طراحی فضاهای داخلی است و لازم است طراحی بر طبق محدودیت‌های اجرا در خصوص ابعاد قالب و قالب‌گذاری و به صورت مدولار انجام شود.

در ساختمان‌های اجرا شده به روش تونلی، ابتدا آرماتوربندی و تعبیه مسیرهای تاسیسات مکانیکی و برقی در دیوارها انجام می‌شود و هم‌زمان با این اقدامات، قالب‌بندی بازشوهای مورد نیاز برای تاسیسات و در و پنجره اجرا می‌شود. قالب‌های دو طرف دیوار را به صورت پشت به پشت، قالب‌بندی می‌کنند و با قرار گرفتن قالب‌های متوالی در کنار هم، بدون قالب واسطه سقفی یا همراه با آن، مجموعه قالب‌های دیوار و سقف را تشکیل می‌دهند.

در مرحله بعد، آرماتوربندی سقف و جاگذاری مسیرهای برق انجام می‌شود و قالب‌هایی برای خالی ماندن محل داکت‌ها و دیگر حفره‌های لازم در سقف نصب می‌شود. در ادامه، بتن‌ریزی سقف‌ها و دیوارها به صورت یکپارچه و در یک مرحله انجام می‌شود. اجرای جدارهای بتنی پرداخت شده، نیاز به نازک‌کاری بر روی سطوح آن‌ها را برطرف می‌کند.

این روش اجرا، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می‌باشد.



سیستم موسوم به تونلی، یکی از روش‌های مورد استفاده برای اجرای ساختمان‌های با سیستم باربر دیوار و سقف بتنی است. از آنجایی که اجرای قالب‌بندی سقف و دیوار به صورت سلولی و همزمان انجام می‌گردد به نام تونلی مرسوم است. در سیستم اجرای تونلی، دیوارها و سقف‌های بتن مسلح به صورت هم‌زمان آرماتوربندی، قالب‌بندی و بتن‌ریزی می‌شوند. این روش، ضمن افزایش سرعت و کیفیت اجرا، عملکرد سازه‌ای و رفتار لرزه‌ای مجموعه سازه را به لحاظ یکپارچگی اعضا و اتصالات آن‌ها به نحو چشمگیری بهبود می‌بخشد.

قالب‌های مورد استفاده، به اندازه تقریبی ابعاد فضاها هستند. برای قالب‌بندی یا قالب‌برداری، نیاز به تبدیل آن‌ها به ابعاد کوچک نیست و با همان ابعاد اولیه و به صورت یکپارچه از فضا خارج می‌شوند. خروج قالب‌های تونلی، پس از بتن‌ریزی دیوار و سقف و گیرش اولیه بتن، با فاصله دادن قالب‌ها از جدارهای بتن‌ریزی شده (قالب‌برداری) و با حرکت افقی روی چرخ یا غلتک صورت می‌گیرد. جدارهایی که با استفاده از این روش اجرا می‌شوند جدارهای اصلی داخلی و بعضی جدارهای خارجی (جانبی) هستند.

سازه ساختمان‌های اجرا شده با سیستم تونلی، سازه‌ای نسبتاً شناخته شده بوده و از دیدگاه عملکرد لرزه‌ای اشکال عمده‌ای ندارد. تجربه زلزله‌های گذشته رفتار مناسب سازه این ساختمان‌ها را نشان داده است.

در ساختمان‌های اجرا شده با این روش، در برخی موارد، برای افزایش سهولت و سرعت اجرا، اجزای غیرسازه‌ای مانند دیوارهای جداکننده، پله‌ها و پانل‌های نما به صورت پیش ساخته در نظر گرفته می‌شوند و پس از تکمیل سازه اصلی، به آن متصل می‌شوند که این امر در مورد سازه پله‌ها توصیه نمی‌شود.

با انجام مدیریت صحیح در اجرا و با استفاده از فناوری‌های روز و به‌کارگیری تکنولوژی‌های جدید در تسریع گیرش و افزایش مقاومت بتن، می‌توان سرعت اجرا





## الزامات طراحی و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه با شیوه قالب‌های تونلی



بین‌المللی است، هم‌چنین نوع و میزان مصرف آن‌ها بر مبنای مشخصات اجرایی و اقلیمی کشور انتخاب شود.

۱۳- در شرایط اقلیمی مختلف، باید تمهیدات لازم در طراحی و اجرای ساختمان‌ها در نظر گرفته شود.

۱۴- طراحی و اجرای جزئیات مناسب در محل اتصال دیوارهای غیرسازه‌ای به منظور عدم مشارکت در سختی جانبی سازه الزامی است.

۱۵- لحاظ کردن جزئیات دقیق مسیر و محل نصب کلیه اقلام تأسیسات برقی و مکانیکی در مرحله طراحی و اجرا ضروری است.

۱۶- در نظر گرفتن تمهیدات و تجهیزات لازم جهت اجرای بتن‌ریزی یکپارچه دیوارها و سقف در هر طبقه ضروری است.

۱۷- تمهیدات لازم در اجرای نازک‌کاری و نماسازی بر روی سطوح بتنی، می‌بایستی در مراحل طراحی و اجرا در نظر گرفته شود.

۱۸- عایق‌کاری حرارتی جداره‌های خارجی ساختمان مطابق الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان الزامی است.

۱۹- رعایت میحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق و هم‌چنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره‌ها در مقابل حریق با در نظر گرفتن تعداد طبقات، ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی ضروری است.

۲۰- صدابندی هوابرد جداکننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات باید مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تأمین شود.

۱- مبانی کلی طراحی این سیستم مطابق با ساختمان‌های بتن مسلح از نوع دیوار باربر صورت گرفته و شیوه اجرای آن به روش قالب‌های تونلی انجام می‌شود.

۲- اجرای این سیستم در کلیه پهنه‌های لرزه‌خیزی ایران (مطابق استاندارد ۲۸۰۰) حداکثر تا ۱۵ طبقه یا ۵۰ متر از تراز پایه بلامانع است.

۳- طرح لرزه‌ای و سازه‌ای به ترتیب بر اساس آخرین ویرایش استاندارد ۲۸۰۰ ایران و آیین‌نامه آبا (یا آیین‌نامه ACI 318-05 و ویرایش‌های بعد از آن) انجام گیرد.

۴- رعایت ضوابط مربوط به شکل‌پذیری متوسط و زیاد متناسب با لرزه‌خیزی مناطق مختلف ایران مطابق استاندارد ۲۸۰۰ الزامی است.

۵- منظم بودن ساختمان در پلان و ارتفاع ضروری است.

۶- به‌کارگیری حداکثر دهانه ۵/۵ متر برای سقف، حداکثر ارتفاع خالص ۳ متر (بدون احتساب ضخامت سقف) و حداقل ضخامت ۱۵ سانتی‌متر برای دیوارهای هر طبقه در این سیستم مجاز است.

۷- سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه‌ای در هر جهت باید حداقل ۳ درصد سطح زیر بنای طبقه باشد.

۸- سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه‌ای یک جهت می‌بایست حداقل ۸۰ درصد جهت دیگر باشد.

۹- رعایت حداقل مقاومت فشاری نمونه استوانه‌ای ۲۵ مگاپاسکال برای بتن سازه‌ای و حداقل تنش تسلیم ۴۰۰ مگاپاسکال برای فولاد الزامی است.

۱۰- در نظر گرفتن ملاحظات خاص در پلان معماری، جهت بستن و باز کردن قالب‌های تونلی ضروری است.

۱۱- قالب برداری اجزای سازه‌ای باید مطابق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان صورت گیرد.

۱۲- استفاده از مواد افزودنی شیمیایی (روان‌کننده، فوق روان‌کننده و افزودنی‌های تسریع‌کننده گیرش بتن) باید مطابق با مقررات ملی ساختمان و یا سایر مراجع معتبر