Iranian
Organization
For Engineering
Order of Building
Province East Azarbayjan

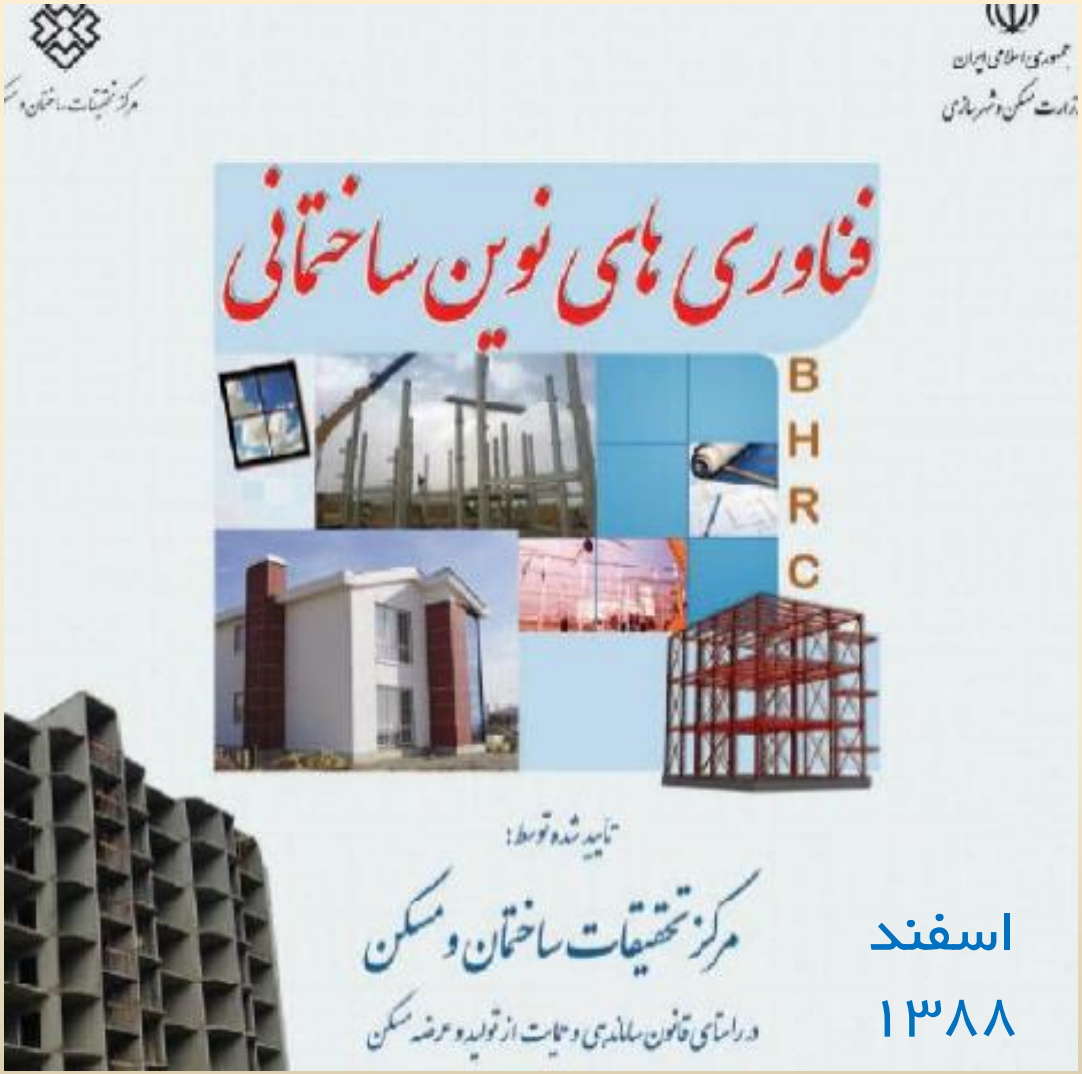
سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان آذربایجان شرقی

دوره: ۸۱۴

روش های ساخت، فناوری های نوین اجرای ساختمان و جزئیات اجرایی

مکان: دانشگاه تبریز، دانشکده عمران

مدرس: حسین زنوزی



مرجع اصلی مورد استفاده

- لزوم استفاده از فناوری های نوین

-نیاز به سرعت ساخت بالا

– نیاز به مقاومت به وزن بالاتر در مصالح سازه ای

- نیاز به سبک سازی ساختمان ها

– نیاز به ساختمان های با هزینه پایین تر

- نیاز به مصالح نوین با مشخصات حرارتی، صوتی، رطوبتی، آتش سوزی، انرژی، بهداشتی ... مناسبتر

با توجه به جوان بودن جمعیت کشور و تقاضای انباشته سال های گذشته و با استناد به سند چشم انداز توسعه در افق ۱۴۰۴، زمانی کشور در حوزه مسکن به توسعه یافتگی دست می یابد که شاخص تراکم خانوار در واحد مسکونی به یک رسیده و هر خانوار ایرانی دارای یک مسکن باشد. برای رسیدن به این هدف دولت موظف است به مدت ۲۰ سال بستر تولید سالانه ۱/۵ میلیون واحد مسکونی را فراهم نماید. اقدامات صورت گرفته تا کنون نظیر واگذاری زمین دولتی به صورت اجاره ۹۹ ساله در طرح مسکن مهر، وضع سیاست های مالیاتی و کنترل سوداگری، افزایش تسهیلات ساخت مسکن و... از جمله بسترسازی های مناسب صورت گرفته در حوزه سیاست گذاری است.

ولیکن ثمرهٔ این سیاست ها باید تولید مسکن با کیفیت و ارزان باشد که روش های سنتی ساخت و ساز علاوه بر این که در مراحل تولید مصالح، قطعات و سازه، ایمنی در برابر زلزله و طول عمر بهره برداری بهینه نمی باشند به دلیل سرعت پایین تولید نیز پاسخگوی تقاضای موجود نیستند از این رو گذار از روش تولید سنتی به تولید صنعتی یک اصل غیر قابل انکار است. بر اساس قانون، راهبری این امر خطیر به مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن واگذار شده است تا فناوری های نوین ساختمانی را با توجه به شاخص های فنی و قانونی تأیید و نسبت به ترویج و توسعه کاربرد این فناوری ها اقدام نماید. نشریه حاضر گامی در جهت نیل به این هدف است و امید است با همکاری دانشگاهیان، مهندسان، انبوه سازان و سرمایه گذاران در صنعت تولید مسکن، بستر خانه دار شدن هر خانوار ایرانی در آینده نزدیک فراهم آید.

معرفی مصالح و فناوری های نوین صنعت ساختمان

۱- سیستم های سازه ای نوین

۲- تکنولوژی های اجرایی نوین

۳- مصالح ساختمانی نوین

- شاخص های ارزیابی فناوری های نوین

تولید صنعتی ساختمان به عنوان یکی از مهمترین روش‌های حل مشکل مسکن در ایران محسوب می‌شود تا علاوه بر رعایت استانداردها و ضوابط مربوط به پایداری و پایایی ساختمان‌ها در شرایط مختلف اقلیمی و لرزه‌خیزی کشور، سرعت اجرای پروژه‌های ساختمانی به ویژه در پروژه‌های انبوه‌سازی مسکن افزایش یابد. در این راستا، دولت جمهوری اسلامی ایران در قالب اعطای تسهیلات موضوع فصل ششم آیین نامه اجرایی قانون ساماندهی و حمایت از تولید و عرضه مسکن، از انبوه‌سازان مسکن که از فناوری‌های نوین و صنعتی در ساخت واحدهای ساختمانی بهره‌گیری نمایند، تولیدکنندگان صنعتی اجزای مدولار و همچنین تولیدکنندگان مصالح ساختمانی با فناوری‌های نوین، حمایت می‌نماید. بر اساس این قانون، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن به عنوان مرجع تایید فناوری‌های نوین و شیوه تولید صنعتی ساختمان معرفی شده است و کلیه تولیدکنندگان و واردکنندگان فناوری‌های نوین ساختمانی، ملزم به اخذ "تاییدیه فنی" از این مرکز هستند. شایان ذکر است پس از اتمام مراحل اخذ این تاییدیه، شرکت‌های مذکور می‌توانند با مراجعه به سازمان مربوطه، برای استفاده از تسهیلات مالی اقدام کنند. بدیهی است بررسی کلیه سیستم‌ها و فناوری‌های ارجاع شده به این مرکز، منوط به ارائه مدارک و مستندات لازم متناسب با سیستم پیشنهادی است.

(مرکز تحقیقات راه ، مسکن و شهرسازی)

شاخص های ارزیابی سازه و زلزله سیستم:

- تاریخچه، ابداع، تولید و کاربرد سیستم
- عملکرد سیستم در کشورهای لرزه خیز
- تحقیقات انجام شد به روز
- آئین نامه، استانداردها و دستورالعمل ها
- سازگاری با آئین نامه های موجود کشور

شاخص های ارزیابی انرژی

- شاخص ها و پارامترهای انتقال انرژی در جدارهای خارجی
- گروه بندی ساختمان مطابق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان
- قابلیت استفاده از انرژی های موجود طبیعت در تهویه، سرمایش و گرمایش

شاخص های ارزیابی تولید صنعتی

- سرعت اجرا - سبک سازی - نیروی انسانی ماهر
- تولید کارخانه ای و کنترل کیفیت - حمل و نقل و نصب در محل

شاخص های ارزیابی حریق

- رفتار اجزا ساختمانی در برابر حریق
- مشخصات مصالح تشکیل دهنده مقاوم در برابر حریق
- رعایت استانداردهای معتبر بین المللی در برابر حریق

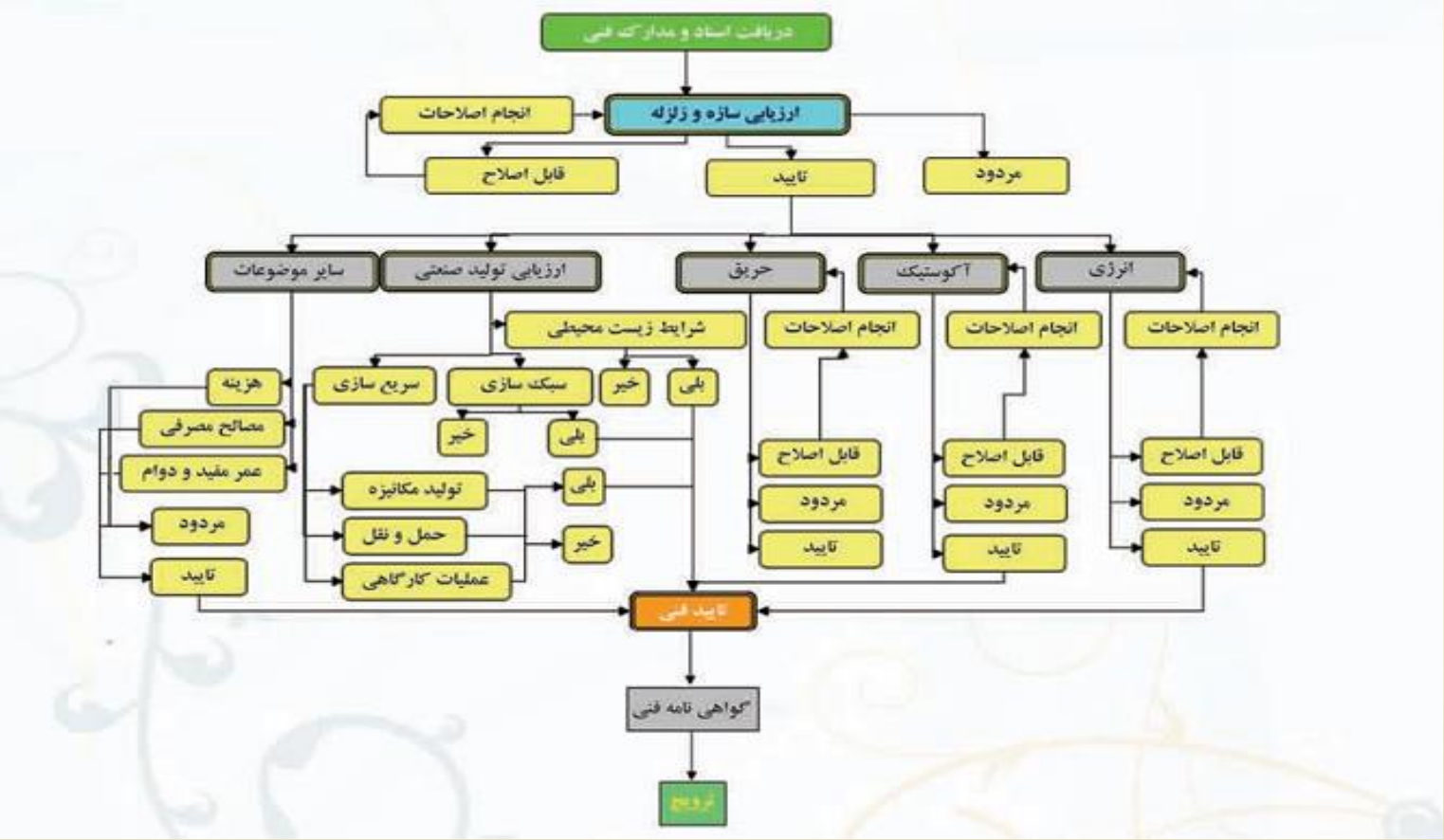
سایر موضوعات

- معماری ایرانی - اسلامی
- انعطاف پذیری در طرح های معماری
- هزینه های احداث کارخانه
- هزینه هر متر مربع زیربنا
- مسافت اقتصادی از نظر حمل و نقل
- مصرف مصالح
- تعمیر نگهداری - عمر مفید و دوام

شاخص های ارزیابی آکوستیک

- میزان شاخص کاهش صوت، تراگسیل در دیوارهای داخلی و خارجی
- ویژگی های مصالح مصرفی سقف طبقات به لحاظ انتقال صوت کوبه ای

روند تأییدیه فنی سیستم های نوین ساختمانی



از سال ۱۳۸۶ تا کنون، بیش از ۱۰۰۰ پیشنهاد توسط وزارت مسکن و شهرسازی، سازمان مسکن و شهرسازی استان‌ها ، شرکت مپسا و یا به صورت مستقیم توسط اشخاص حقیقی و حقوقی به مرکز ارسال شده‌است که از این میان ۸۶ فنآوری و سیستم ساختمانی مورد تأئید این مرکز قرار گرفته و برای بیش از ۲۰۰ شرکت تاییدیه فنی صادر شده است. براساس بررسی‌ها و ارزیابی‌های صورت گرفته، الزامات خاص این سیستم‌ها برای تأمین حداقل نیازهای آیین‌نامه‌های

www.bhrc.ac.ir/tabid/1447/Default.aspx

Search

English ورود به سایت | سه‌شنبه ۲۷ مهر ۱۳۹۵

وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

خانه | درباره ما | تحقیقات | آموزش و ترویج | گواهینامه فنی | مقررات ملی | کتابخانه | اطلاع رسانی | خدمات الکترونیک | تماس با ما | نقشه

درباره ما / معاونت ها / معاونت تحقیقات و فناوری / مدیریت خدمات مهندسی و آزمایشگاهی / گواهینامه فنی / شرایط دریافت گواهینامه فنی

شرایط دریافت گواهینامه فنی

مقدمه

مدیریت خدمات مهندسی و آزمایشگاهی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی در راستای برقراری همکاری‌های تحقیقاتی و آزمایشگاهی بین مرکز و صاحبان صنایع مرتبط شامل تولیدکنندگان مواد، مصالح، فرآورده‌ها، سیستم‌های ساختمانی وکالاهای تاسیسات مکانیکی فعالیت می‌کند. در این راستا با صدور گواهینامه‌های فنی و ارائه خدمات تحقیقاتی، مشاوره‌ای و آزمایشگاهی برای بهبود کیفیت ساخت و ساز در کشور فعالیت می‌کند.

مراحل صدور گواهینامه فنی

وزارت راه و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه ، مسکن و شهرسازی

سامانه مدیریت خدمات الکترونیک

ثبت نام در سامانه

در صورتیکه درخواست صدور گواهینامه فنی برای محصول تولیدی یا وارداتی می باشد انتخاب گزینه حقوقی اجباری می باشد و برای ثبت درخواست نظریه فنی (فناوری نوین ساختمان) انتخاب گزینه حقیقی یا حقوقی امکان پذیر می باشد.

نوع : حقوقی ○ حقیقی

نام شرکت :

برخی از فناوری های نوین ساختمانی مورد تایید مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

- ۱. سیستم ساختمانی قاب‌های سبک فولادی سردنورد شده (LSF)
- ۲. دیوارهای غیر باربر سبک پیش‌ساخته LSF
- ۳. ساختمان‌های نیمه پیش‌ساخته با صفحات منفرد ساندویچی سقف و دیوار، شامل لایه میانی پلی‌استایرن و بتن‌پاششی
- ۴. ساختمان‌ها با صفحات دولایه ساندویچی 3D با بتن میانی درجا
- ۵. دیوارهای غیرباربر نیمه پیش‌ساخته صفحات ساندویچی3D
- ۶. روش اجرای سازه‌های بتنی سقف و دیوار با قالب یکپارچه
- ۷. ساختمان‌های بتن‌آرمه با شیوه قالب‌های تونلی
- ۸. سیستم ساختمان‌های پیش‌ساخته با دیوار باربر متشکل از سقف و دیواره‌های بتن آرمه با بتن سبک‌سازه‌ای

- ۹. ساختمان‌های نیمه پیش‌ساخته با قاب‌های ساده مرکب فولادی- بتنی به همراه دیوار برشی بتن‌آرمه
- ۱۰. سیستم تخته سیمانی الیافی

۱۱. بلوک‌های دیواری ساخته شده با بتن سبک گازی

۱۲. ساختمان‌های بتن آرمه متشکل از دیوار باربر دولایه و سقف‌های نیمه پیش‌ساخته با بتن درجا

۱۳. روش اجرای ساختمان های بتن مسلح دیوار باربر با قالب عایق ماندگار

۱۴. تولید شبکه آرماتور با جوش مقاومتی به روش ماشینی

۱۵. تولید خرپای فلزی تیرچه با جوش مقاومتی به روش ماشینی

- ۱۶.سیستم قالب بندی ساختمانهای بتن آرمه

۱۷.سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک توخالی ماندگار از جنس پلی‌پروپیلن

- ۱۸. سیستم دال مرکب فولادی- بتنی
- ۱۹. سیستم تخته سیمانی با تراشه‌های چوب
- ۲۰. سیستم قالب‌بندی ساختمان‌های بتن مسلح با استفاده از میز پرنده
- ۲۱. دستگاه اتوماتیک آرماتور بند (بند زن)
- ۲۲. روش اجرای ساختمان‌های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار مسطح عمودی
- ۲۳. روش اجرای ساختمان‌های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار مسطح پانلی
- ۲۴. سیستم قاب ساختمانی ساده بتن مسلح با ستون پیش‌ساخته، تیر نیمه‌پیش‌ساخته، سقف هالوکور و دیوار برشی بتن مسلح درجا
- ۲۵- روش اجرای ساختمان‌های بتن مسلح با قالب ماندگار پلیمری (سیستم RBS)
- ۲۶- سیستم دیوارها و سقف‌های بتن مسلح پیش‌ساخته توخالی (سیستم داموس)
- ۲۷- صفحات روکش‌دار گچی (تخته گچی)

- ۲۸- بلوک‌های گچی سوراخدار
- ۲۹- سیستم قاب خمشی یک طبقه با مقاطع سبک فولادی سردنورد شده
- ۳۰- پانل‌های دیواری ساخته‌شده از بتن سبک با دانه‌های لیکا
- ۳۱- سنگدانه‌های سبک مورد مصرف در بلوک‌های بتنی
- ۳۲- ملات خشک آماده (بجز ملات‌های پایه گچی)
- ۳۳- سقف بتنی پیش‌تنیده پس کشیده
- ۳۴- دیوارهای توپر و سقف‌های با هسته توخالی بتن مسلح پیش ساخته
- ۳۵- سیستم ساختمانی ترونکو
- ۳۶- نمای مدولار پرسلان
- ۳۷- پانل دیواری مسلح ساخته شده از بتن سبک AAC
- ۳۸- خرپای تیرچه ماشینی با فوندوله پلیمری
- ۳۹- سیستم خانه‌های چوبی

۴۰- روش اجرای ساختمان‌های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار بلوکی

۴۱- صفحات عایق حرارتی XPS

۴۲- سیستم قاب ساده بتنی نیمه پیش‌ساخته K با دیوار برشی بتن مسلح درجا

۴۳- سیستم سازه‌های بتن‌مسلح پیش‌ساخته مدولار سه‌بعدی

۴۴- نمای مرکب عایق حرارتی بیرونی برپایه پلی‌استایرن منبسط (ETICS)

۴۵- پانل الیاف بتن

۴۶- روش اجرای ساختمان‌های بتن مسلح دیوار باربر با قالب‌های عایق ماندگار بلوکی نئوپور

- ۴۷- پانل‌های پیش‌ساخته دیواری Rail-Wall از جنس بتن پرلیتی
- ۴۸- شیل منبسط شده
- ۴۹- دیوارهای غیر باربر QPanel
- ۵۰- سیستم ساختمانی LSF به شیوه اجرای بالون

- ۵۱- سیستم مدولار دسترسی نوین
- ۵۲- سیستم ساختمانی بلوک‌های خشتی مسلح با تکنولوژی HABITECH
- ۵۳- سیستم خانه‌های پیش ساخته سریع النصب دادو
- ۵۴- پانل‌های دیواری غیر باربر Ercolith
- ۵۵- پانل‌های دیواری ساخته‌شده از رزین و ساقه گندم و برنج
- ۵۶- آجر سفال ابداعی
- ۵۷- بلوک چوب سیمانی
- ۵۸- سقف کوبیاکس
- ۵۹- سقف دال‌های نیمه‌پیش‌ساخته بتن مسلح Double Tee
- ۶۰- سقف‌های مجوف پیش‌ساخته پیش‌تنیده (Hollow Core Slabs)

- اجرای سازه های بتنی با قالب تونلی (دالانی TFS)

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 به‌صورت 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.

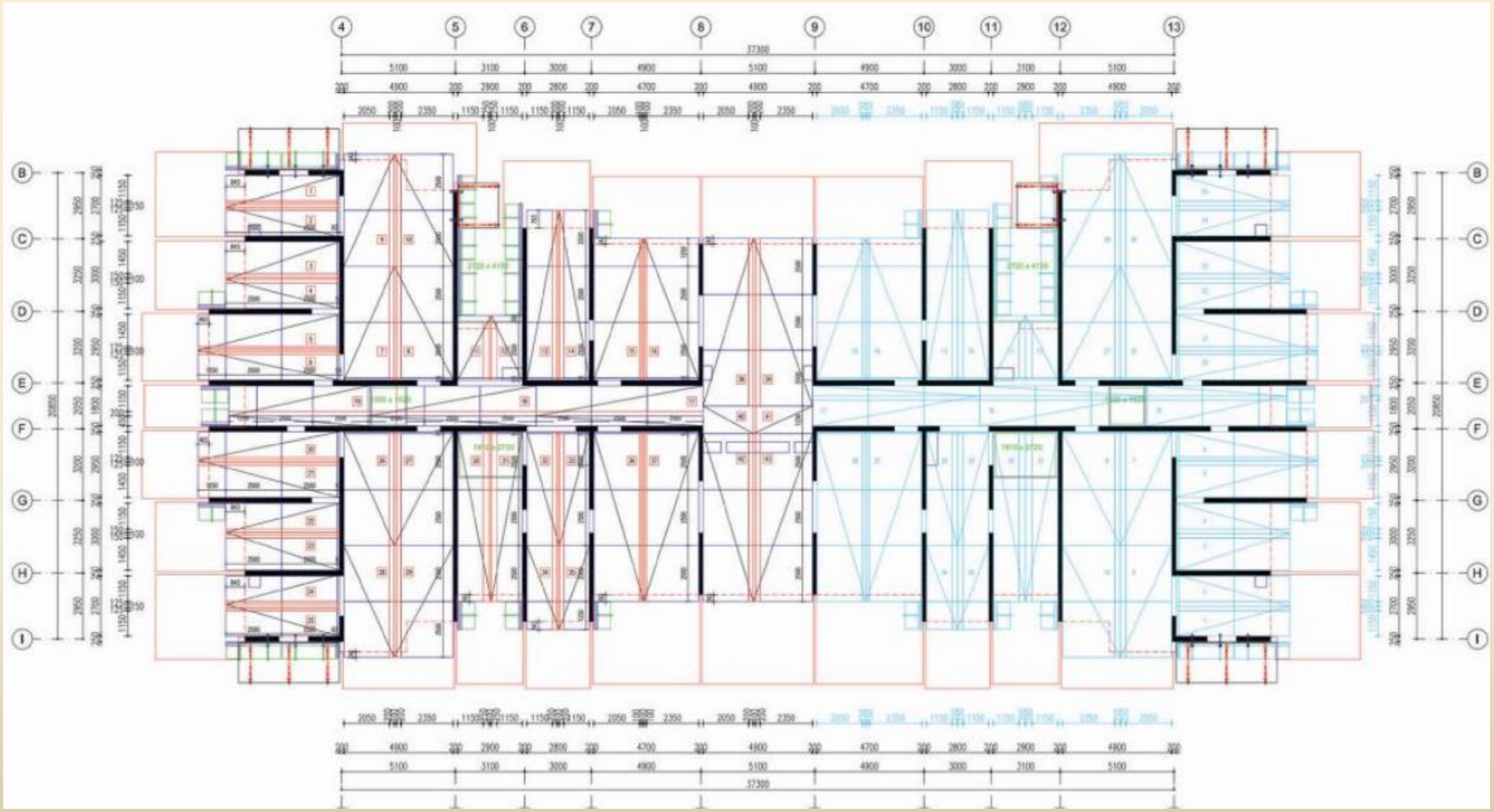
قالب‌های مورد استفاده، به اندازه تقریبی ابعاد فضاها هستند. برای قالب‌بندی یا قالب‌برداری، نیاز به تبدیل آن‌ها به ابعاد کوچک نیست و با همان ابعاد اولیه و به‌صورت یکپارچه از فضا خارج می‌شوند. خروج قالب‌های تونلی، پس از بتن‌ریزی دیوار و سقف و گیرش اولیه بتن، با فاصله دادن قالب‌ها از جدارهای بتن‌ریزی‌شده (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.

- معرفی سیستم سازه ای دیوار باربر براساس استاندارد 2800

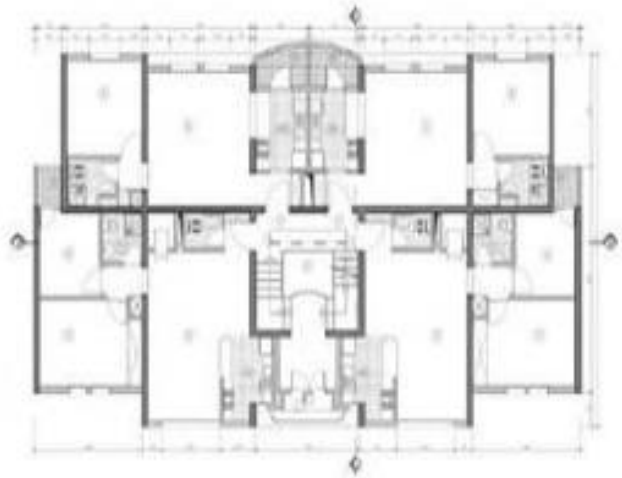
۳۴ / مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

جدول ۳-۴ مقادیر ضریب رفتار ساختمان، R_u، همراه با حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان H_m

سیستم سازه	سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی	R_u	Ω_0	C_d	H_m (متر)
الف- سیستم دیوارهای باربر	۱- دیوارهای برشی بتن‌آرمه ویژه	۵	۲/۵	۵	۵۰
	۲- دیوارهای برشی بتن‌آرمه متوسط	۴	۲/۵	۴	۵۰
	۳- دیوارهای برشی بتن‌آرمه معمولی [۱]	۳/۵	۲/۵	۳/۵	-
	۴- دیوارهای برشی با مصالح بنایی مسلح	۳	۲/۵	۳	۱۵
	۵- دیوارهای متشکل از قاب‌های سبک فولادی سرد نورد و مهارهای تسمه‌ای فولادی	۴	۲	۳/۵	۱۵
	۶- دیوارهای متشکل از قاب‌های سبک فولادی سرد نورد و صفحات پوشش فولادی	۵/۵	۳	۴	۱۵
	۷- دیوارهای بتن پاششی سه‌بعدی	۳	۲	۳	۱۰


4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
B
C
D
E
F
G
H
I

۱- مراحل اجرایی ساخت بلوکها و قالب تونلی
۲- نمای خارجی بلوکها
۳- تصویر فضای داخلی واحدها
۴- پلان تیپ طبقات B
۵- پلان تیپ طبقات A۱
۶- برش A-A، تیپ B
۷- برش A-A، تیپ A۱



سازه ساختمان‌های اجراشده با سیستم تونلی، سازه‌ای نسبتا 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 اجراشده 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 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 تأسیسات و در و پنجره اجرا می‌شود. قالب‌های دو طرف دیوار را به صورت پشت به پشت، قالب‌بندی می کنند و با قرار گرفتن قالب‌های متوالی در کنار هم، بدون قالب واسط 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 به‌صورت یکپارچه و در یک مرحله انجام می‌شود. اجرای جدارهای بتنی پرداخت شده، نیاز به نازک کاری بر روی سطوح آن‌ها را برطرف می کند.

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

قالب گشودگی داکت
چهار شاخ بلند کننده قالب
بست نبشیهای راهکا
نبشی راهکا
قطعات عمودی جانپناه
کف جانپناه
قطعات نگهدارنده جانپناه
قالب دیوار خارجی
پایه های قالب دیوار خارجی
قالب سقف تونلی
قالب انتهایی سقف
قالب انتهایی دیوار
قالب دیوار تونلی
جک مایل
چرخ کناری قالب
نگهدارنده افقی
نگهدارنده افقی جک عمودی
پله جانپناه
نشیمن جانپناه دیوار خارجی
نگهدارنده افقی جک عمودی

اجزای قالب تونل فرم به شرح ذیل میباشد:

- Wall Panel
- Roof Panel
- Back Panel
- Wall Panel Adaptor
- Roof Panel adaptor
- Gable outer Wall panel
- Outer Wall Panel Adaptor
- Roof Jack
- Wall Support & Support Pipe
- Support Wheel
- Wall Screw Jack
- Back panel wheeled prop
- Locker
- Outer Bracket
- Ttruss
- Door Opening
- Roof opening
- Back Bracket
- Ramka & Ramka Seat
- Bolt Size 25 & Nut
- Conic Mid Bolt
- Canvas for Curing
- Transfer Hook
- Regulating Screw

- قالب دیوار
- قالب سقف
- قالب دیوار پشتی
- فیلر قالب دیوار
- فیلر قالب سقف
- قالب دیوار بیرونی گیبل
- فیلر ارتفاع بیرونی
- جک سقفی
- ساپورت نگهدارنده دیوار و لوله ساپورت
- چرخ ساپورت
- پیچ تنظیم دیوار
- پیچ تنظیم چرخدار دیوار پشتی
- لاکر (قفل کن)
- براکت دیوار بیرونی
- تراس
- بازشو درب
- بازشو سقف
- براکت پشت قالب
- رامکا و نشیمن رامکا
- بلت نمره ۲۵ و مهره بلت
- میان بلت مخروطی
- چادر برزنتی کیورینگ
- شاهین جابجایی بزرگ و کوچک
- پیچ های همراستا کننده دیوار و سقف

در این روش سازه ای قالب تونلی از نوعی قالب فلزی به شکل تونل جهت قالب بندی یکپارچه دیوار و سقف بتنی هرطبقه استفاده می گردد. بطوری که اسکلت بتنی ساختمان فقط شامل دیوار های بتنی برشی وسقف های دال بتنی بوده و فاقد هرگونه اعضای سازه ای معمول نظیر تیر و ستون است که پس از یک مرحله بتن ریزی (در یک روز) با گذشت 2 روز، با قرار دادن شمع در طبقه مذکور، امکان قالب برداری و انتقال به طبقه بالاتر وجود داشته و اسکلت یک طبقه به طور کامل به دست می آید . سیستم قالب تونلی که در سازه ها به کار برده می شود موجب استفاده بهینه از مساحت مفید زیر بنا می گردد . همچنین این سیستم مقاومترین سیستم سازه ای در برابر زلزله می باشد. به دلیل اینکه دیوارهای بتنی برشی و سقفهای بتنی ونیز بتن ریزی بدون وقفه این دو عضو قائم و افقی یکپارچگی سازه را به وجود می آورد لذا این روش ساخت مناسبترین سیستم برای مناطق زلزله خیز می باشد . از دیگر مزیتهای این روش مقاومت دیوارها و سقفهای بتنی در برابر آتش سوزی است. در سیستم قالب تونلی اجرای دیوارها و سقف در یک مرحله با هم انجام و بر این اساس سازه به صورت یکپارچه ساخته می شود. این سیستم مزایای زیادی در مقایسه با دیگر روشهای متداول ساخت دارد از جمله این که موجب کاهش هزینه و کوتاه نمودن دوره ساخت نسبت به روشهای متداول می شود. زمان کمتر در دوران ساخت از به هدر رفتن نیروی کار و درگیر بودن سرمایه در دوره زمانی طولانی جلوگیری می نماید و نهایتاً باعث کاهش هزینه ها میشود. قابلیت استفاده از قالبها برای چند صد مرتبه نصب و بتن ریزی موجب سرشکن شدن وکاهش سرمایه گذاری و پائین آوردن هزینه های ساخت می گردد. به گونه ای که یک گروه متشکل از 8 یا 9 نفر در یک روز کاری ضمن نصب قالب و بتن ریزی یک واحد آپارتمانی نسبتاً بزرگ را به سهولت به انجام برسانند.

- الزامات اجرای سازه های بتنی با قالب تونلی

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

۲- اجرای این سیستم در کلیه پهنه‌های لرزه خیزی 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 آئین‌نامه آبا (یا آئین‌نامه ACI ۳۱۸-۰۵ 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- بکارگیری 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 می‌باشد.

۷- سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه‌ای درهر جهت باید حداقل ۰/۳٪ 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 نمونهٔ 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 نمودن قالب‌های تونلی ضروری است.

۱۱- قالب برداری اجزاء سازه‌ای می‌بایستی مطابق مبحث نهم مقرارت ملی ساختمان صورت گیرد.

۱۲- استفاده از مواد افزودنی شیمیایی (روان کننده، فوق روان کننده و افزودنی‌های تسریع کنندهٔ گیرش بتن) باید مطابق با مقررات ملی ساختمان و یا سایر مراجع معتبر بین المللی بوده، همچنین نوع و میزان مصرف آن‌ها بر مبنای مشخصات اجرایی و اقلیمی کشور انتخاب گردد.

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 غیر سازه‌ای به منظور عدم مشارکت در سختی جانبی سازه الزامی است.

۱۵- لحاظ نمودن 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 مبحث سوم مقررات ملی ساختمان درخصوص حفاظت ساختمان ها در مقابل حریق و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره ها در مقابل حریق با درنظر گرفتن تعداد طبقات، ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی ضروری است.

۲۰- صدابندی هوابرد جداکننده های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین گردد.

مزایای سیستم تونلی

1- سرعت در اجرا و صرفه جویی در هزینه تمام شده

نمودارهای پیشرفت کار و زمان بندی اجرای اسکلت و عملیات تکمیلی در سازه های تونلی مؤید سرعت بسیار زیاد عملیات ساخت درمقایسه با سازه های معمولی می باشد. این سرعت اجرا معلول عوامل مختلفی است که اهمآنها به شرح زیر می باشد:

1-1 با توجه به مشخص بودن تعداد ست های قالب تونلی و دوره زمانی دقیق و سیستماتیک عملیات آرماتور گذاری، امکان قالب بندی وبتن ریزی وجود داشته و تاخیرات زمانی خصوصاً در بخش اسکلت به حداقل ممکن می رسد و این روش در مقایسه با عملیات قالب بندی، آرماتور بندی، بتن ریزی و قالب برداری ستونها، تیر ها و سقف ها در ساختمان های بتنی معمول بسیار سریع تر است.

2-1 در سیستم قالب تونلی هم زمان باآرماتور بندی دیوارها و سقف ها، بخش عمده ای (در حدود70 درصد) از لوله و قوطیگذاری های برقی و غلاف های تاسیساتی صورت گرفته و در ن تیجه عملیات شیار زنی روی سقف و دیوار، (در ساختهای سنتی) جهت جاگذاری لوله و قوطی برق حذف می گردد که این خود باعث کاهش زمان و هزینه های بعدی می شود.

3-1 به دلیل یکپارچه بودن دیوارها و سقفها و وجود دیوارهای برشی فراوان در این نوع از سازه ها علیرغم مقاومت بسیار بالا درمقابل نیروی زلزله میزان آرماتور مصرفی در مقایسه با سازه های بتنی معمولی،20 الی30 درصد کمتر می باشد که صرفه جویی قابل توجهی در هزینه تمام شده خواهد بود. (باتوجه به بالا رفتن قیمت جهانی فولاد در سالهای اخیر، کاهش فولاد مصرفی تعیین کننده است).

4-1 ازآنجایی که دیوارهای بتنی در سازه های بتنی قالب تونلی علاوه بر نقش باربری به عنوان دیوارهای جداکننده اصلی و حتی جداکننده های داخلی نیز عملکرد دارند لذا دیوارچینی و تیغه بندی ساختمان در حدود60درصد تقلیل یافته و به تبع آن در مدت زمان اجرای تیغه ها و هزینه های مربوطه صرفه جویی قابل ملاحظه ای می شود.

5-1علیرغم سرمایه گذاری اولیه درساخت و تامین قالبهای تونلی، به دلیل سهولت در قالب بندی و قالب برداری با استفاده از جرثقیلهای برجی و امکان استفاده از آنها در پروژه های متعدد (دوام و طول عمرزیاد قالبها)، کاهش چشمگیری در هزینه های قالب بندی و هزینه های بالاسری و نهایتاً هزینه های تمام شده صورت می گیرد.

6-1با توجه به عبور لوله های برق در ضخامت سقف (در حدود15 سانتیمتر) در صورت امکان استفاده از لوله های تک لایه یاچند لایه پلیمری در ضخامت کف سازی ها (حدود 5 تا6 سانتیمتر) کاهش چشمگیری در وزن ساختمان و هزینه تمام شده صورت می گیرد.

7-1به دلیل ایجاد سطوح صاف و صیقلی دیوارها و سقفهای بتنی در این سیستم، عملیات نازک کاری شامل گچ و خاک و سفیدکاری روی دیوارها و سقفهای بتنی کاملاً حذف گردیده و میتوان مستقیماً روی آنها را نقاشی نمود که این قابلیت صرفه جویی فراوانی در هزینه های تمام شده و زمان اجرای کار درپی دارد.

8-1بطور کلی مقایسه هزینه ساختمان با قالب تونلی و اسکلت بتنی متداول به شرح ذیل است:

ب: دستمزد و اجرا: **الف: هزینه مصالح مصرفی:** این سیستم نسبت به سیستم رایج15٪ هزینه کمتری دارد.

با توجه به پیچیده تر بودن این سیستم ونیاز به آموزش تخصصی نیروی انسانی، دستمزد اجرای این روش11٪ بیشتر است.

ج: هزینه ماشین آلات

روش قالب تونلی ، اجرای همزمان دیوار و سقف می باشد که با توجه به حجم بتن ریزی و قالب های وسیع مورد استفاده در یک مرحله بتن ریزی ، نیاز به ماشین آلات بیشتری را می طلبد . در ارزیابی داخلی انجام شده ، برای ساختمان 4 یا 5 طبقه ، این هزینه حدود12٪ و برای ساختمان10 طبقه حدود9٪ بیشتر از هزینه ماشین آلات در اسکلت بتنی می باشد.

1– هزینه مصالح ، اجرای دیوارها، سقفها و سفید کاری

با توجه به این که بسیاری از دیواهای ساختمان در زمان اجرای اسکلت قالب تونلی تأمین می گردد هزینه آن به مراتب پایین تر از سیستم اسکلت بتنی است (حدود68٪ کمتر از سیستم بتنی 5 طبقه و حدود45٪ کمتر از سیستم بتنی10 طبقه می باشد).

در نهایت جمع کل هزینه ها با توجه به حجم عملیات مختلف سیستم قالب بتنی حدود 18٪ هزینه کمتری نسبت به اسکلت بتنی دارد . لازم به ذکر است خواب سرمایه ناشی ازسرعت اجرای سیستم قاب بتنی که حدوداً سه برابراجرای ساختمان با سیستم تونلی در نظر گرفته شود که خود عامل مهمی در کاهش هزنه تمام شده پروژه می باشد.

2- مقاومت بسیار مناسب در برابرزلزله

1-2در روش تونلی به دلیل اتصال مستقیم دال سقفها به دیوارهای اطراف و سطح گسترده اتصال آنها عملاً حالت تمرکز تنش در محل اتصال تیرها و ستونها نظیر سازه های بتنی معمولی وجود نداشته و سازه به صورت کاملاً یکپارچه در مقابل نیروی جانبی زلزله مقاوت می کند و خطرات آسیبهای سازه ای در مقاطع بحرانی اطراف گره ها نظیرساختمانهای بتنی معمولی وجود ندارد.

2- مقاومت بسیار مناسب در برابرزلزله

2-1در روش تونلی به دلیل اتصال مستقیم دال سقفها به دیوارهای اطراف و سطح گسترده اتصال آنها عملاً حالت تمرکز تنش در محل اتصال تیرها و ستونها نظیر سازه های بتنی معمولی وجود نداشته و سازه به صورت کاملاً یکپارچه در مقابل نیروی جانبی زلزله مقاوت می کند و خطرات آسیبهای سازه ای در مقاطع بحرانی اطراف گره ها نظیرساختمانهای بتنی معمولی وجود ندارد.

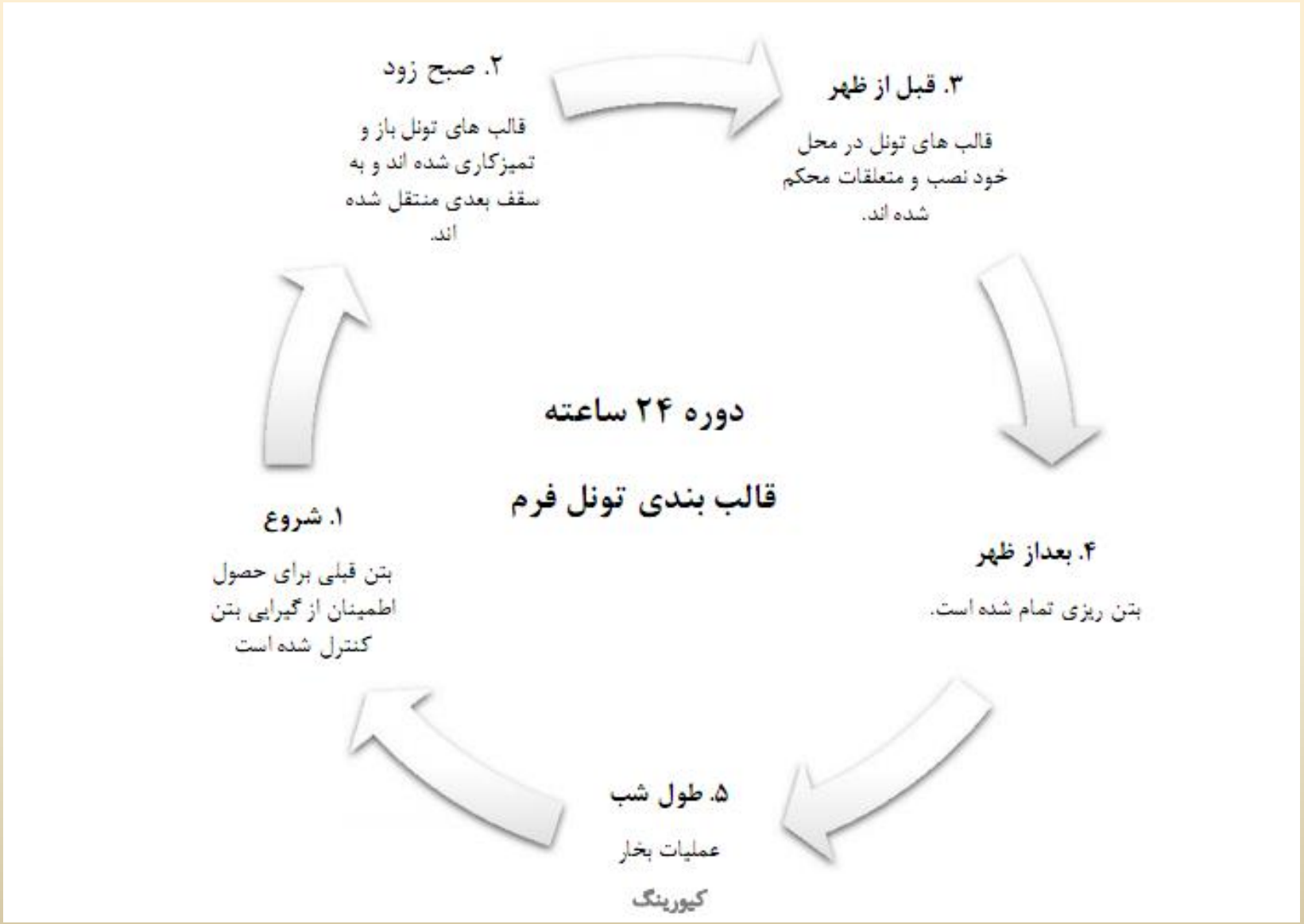
2-2 به دلیل سختی فوق العاده زیاد این نوع سازه عملاً سختی دیوارهای غیر سازه ای پرکننده تاثیر قابل توجهی در سختی کل سازه که هنگام آنالیز و طراحی مفروض بوده نخواهد داشت و نتیجه آنالیز اولیه کاملاً قابل اعتبار است.

2-3 تغییرات سختی طبقات سازه درارتفاع یک ساختمان از مباحث مهم در آیین نامه2800 می باشد که با توجه به تیپ بودن اسکلت و مقاطع سازه در طبقات در سیستم تونلی، تغییرات سختی در ارتفاع نامحسوس بوده و توزیع نیروهای زلزله در ارتفاع بسیار منظم تر صورت می گیرد . در هر حال پیش بینی می شود در صورت وقوع زلزله های مخرب و شدید به دلیل یکپارچگی دیوارها و سقفها و وجود شبکه آرماتوربندی در جدار دیوار و سقف به صورت کاملاً یکنواخت حت ی در صورت آسیبهای جدی سازه بتنی، امکان ویران شدن ساختمان و ریزش آوار دیوار و سقف روی بهرهبرداران وجود نداشته و تلفات انسانی به حداقل ممکن خواهد رسید.

3-سهولت در اجرا و نظارت سازه

با توجه به سادگی شبکه آرماتوربندی دیوارها و سقفها و تکرار آنها در طبقات با تهیه نقشه های کارگاهی برای لوله و قوطی گذاری برق و اسلیو گذاری تاسیساتی و محل بازشوهای دیواری و سقفی، اجرای کار و نظارت فنی بسیار دقیق و با سهولت خواهدبود.

4-عایق بندی حرارتی و صوتی ساختمان عایق بندی ها در پروژه های سازه تونلی به سهولت امکان پذیر بوده به طوری که استفاده از عایق پلی رول زیر ضخامت کف سازی ها و استفاده از تکنیکهای جدید نما سازی همراه با عایق پلی اورتان روی سطوح خارجی دیوارها و سقف بام سبب رعایت مقررات ملی، آسایش بهره برداران و صرفه جویی ملی در مصرف انرژی می شود.


دوره ۲۴ ساعته
قالب بندی تونل فرم
۱. شروع
بتن قبلی برای حصول اطمینان از گیرایی بتن کنترل شده است
۲. صبح زود
قالب های تونل باز و تمیزکاری شده اند و به سقف بعدی منتقل شده اند.
۳. قبل از ظهر
قالب های تونل در محل خود نصب و متعلقات محکم شده اند.
۴. بعداز ظهر
بتن ریزی تمام شده است.
۵. طول شب
عملیات بخار
کیورینگ

16

با تشکر از توجه شما