



موسسه آموزشی و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان کرمانشاه

روشهای تولید صنعتی ساختمان

دوره ارتقاء پایه دو به یک، صلاحیت نظارت، رشته عمران

گردآورنده: امیرعباس کریمی

**عضویت علمی دانشگاه آزاد اسلامی
کارشناس رسمی دادگستری در رشته راه و ساختمان
عضو پایه یک سازمان نظام مهندسی ساختمان
سال چهارم دکترای تخصصی مهندسی عمران – گرایش سازه**

ویرایش سوم: آبان ۱۳۹۶



موسسه آموزش و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

قرارداد رنگ های متن:

متن های آبی رنگ در اسلاید ها = متن مقررات ملی ساختمان
متن های با سایر رنگ ها در اسلایدها = متن انتشارات مرکز تحقیقات راه و مسکن + سایر منابع



- (1) مقدمه**
- (2) تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان**
- (3) انواع سیستم های سازه ای برای تولید صنعتی ساختمان**
- (4) ساختمان های بتنی پیش ساخته**
- (5) گزیده ای از سیستم سازه ای فلزی پیچ و مهره ای با مقاطع فولادی گرم نورد شده**

(1) مقدمه

(2) تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان

(3) انواع سیستم های سازه ای برای تولید صنعتی ساختمان

(4) ساختمان های بتنی پیش ساخته

(5) گزیده ای از سیستم سازه ای فلزی پیچ و مهره ای با مقاطع فولادی گرم نورد شده





موسسه آموزشی و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

فهرست مطالب

1) مقدمه

- حق مسکن
- گذر از روش تولید سنتی ساختمان به تولید صنعتی
- ارتباط صنعت ساختمان با رشد و توسعه کشورها و مولفه های تاثیرگذار بر آن
- میزان نیاز کشور به مسکن به استناد طرح جامع مسکن در سند چشم انداز برای افق ۱۴۰۴ و لزوم حرکت به سمت تولید صنعتی
- تعریف تولید صنعتی ساختمان



نیاز به مسکن در تمام دوران‌ها جزء ملزومات اصلی زندگی بشر بوده است و در اصل ۳۱ قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران نیز، داشتن مسکن متناسب با نیاز، حق هر فرد و خانواده ایرانی به حساب آمده است و دولت موظف است با رعایت اولویت اقشار نیازمند، زمینه اجرای این اصل را فراهم کند.



گذر از روش تولید سنتی ساختمان به تولید صنعتی = ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای مسکن در کشور

با توجه به جوان بودن جمعیت کشور و تقاضای انباشته سال‌های گذشته و با استناد به سند چشم‌انداز توسعه در افق ۱۴۰۴، زمانی کشور در حوزه مسکن به توسعه یافتگی دست می‌یابد 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 سیاست‌های مالیاتی و کنترل سوداگری، افزایش تسهیلات ساخت مسکن و... از جمله بسترسازی‌های مناسب صورت گرفته در حوزه سیاست گذاری است.

ولیکن ثمره این سیاست‌ها باید تولید مسکن با کیفیت و ارزان باشد که روش‌های سنتی ساخت و ساز علاوه بر این که در مراحل تولید مصالح، قطعات و سازه، ایمنی در برابر زلزله و طول عمر بهره‌برداری بهینه نمی‌باشند 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 فناوری‌های نوین ساختمانی را با توجه به شاخص‌های فنی و قانونی تأیید و نسبت به ترویج و توسعه کاربرد این فناوری‌ها اقدام نماید. نشریه حاضر گامی در جهت نیل به این هدف است و امید است با همکاری دانشگاهیان، مهندسان، انبوه‌سازان و



موسسه آموزش و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

نشریه فن آوری های نوین ساختمانی مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن – مقدمه

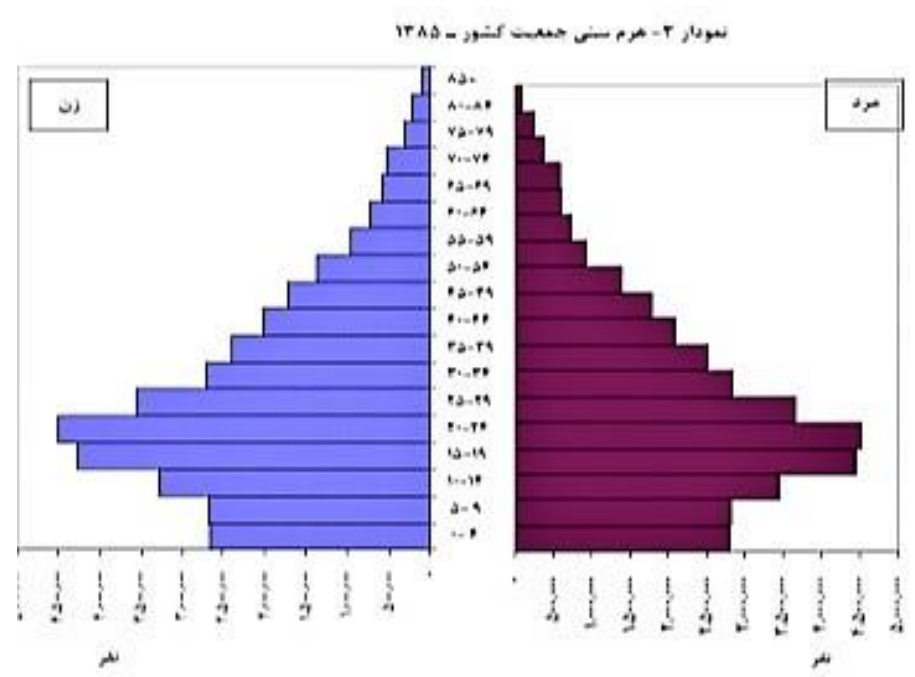
ارتباط صنعت ساختمان با رشد و توسعه کشورها و مولفه های تاثیرگذار بر آن

توسعه صنعت ساختمان، یکی از مظاهر رشد و توسعه کشورها محسوب می شود. بیشترین سهم انباشت سرمایه ثابت و بالاترین سهم اشتغال در بخش صنعت و جذب افراد تحصیل کرده و کارآمد در این بخش وجود دارد. ارتقاء کیفیت در تولید مصالح، شیوه های طراحی و اجرا، سرعت بخشیدن به روند ساخت و ساز، رقابت در پیشرفت تکنولوژی، استفاده بهینه از نیروی کار و بهره گیری از تکنولوژی های نوین ساخت، جزء مؤلفه های تاثیرگذار در این صنعت به شمار می آیند.



میزان نیاز کشور به مسکن به استناد طرح جامع مسکن در سند چشم انداز برای افق ۱۴۰۴ و لزوم حرکت به سمت تولید صنعتی

با توجه به جوان بودن جمعیت کشور و تقاضای مستمر و روزافزون مسکن، ساخت سالانه ۱/۵ میلیون واحد مسکونی مورد نیاز است. در حالی که به دلیل عرضه کم مسکن نسبت به تقاضای موجود در سالهای گذشته، تقاضای انباشته نیز به آن افزوده می شود. به استناد طرح جامع مسکن در سند چشم انداز برای افق ۱۴۰۴، لازم است ۲۴ میلیون واحد مسکونی (۱۷ میلیون مسکن شهری و ۷ میلیون مسکن روستایی) در کشور احداث شود. با توجه به نیاز موجود در کشور، روش های سنتی که از جنبه های مختلف نیز بهینه نمی باشند جوابگوی میزان تقاضای سالانه مسکن مورد نیاز نمی باشد. از این رو برای پاسخگویی به این تقاضا، حرکت به سمت تولید صنعتی جهت بهره گیری مناسب از منابع کشور و ارتقاء شاخص های زندگی و کاهش هزینه ها ضروری به نظر می رسد.



تعریف تولید صنعتی ساختمان

موسسه آموزشی و مهندسی ۸۰۸
آموزشهای تخصصی عمران و معماری

تولید صنعتی ساختمان، فرآیند ساخت و اجرای پیوسته و زنجیره‌ای ساختمان است که در آن اجزاء و عناصر ساختمانی به صورت مدولار و پیش ساخته تولید شده و از نظر کیفیت در تمام مراحل ساخت و اجرا قابل کنترل است. تجربه جهانی نشان داده است رسیدن به این مهم فرآیندی نسبتاً زمان بر است که با سیاست گذاری، هدف گذاری، برنامه ریزی، تدوین قوانین مناسب و مدیریت هماهنگ صنایع وابسته، میسر است. در این راستا لازم است هم زمان با انجام طرح های پژوهشی کاربردی در کشور، سیستم ها و فناوری های مطرح روز دنیا نیز مورد بررسی دقیق قرار گرفته و امکان سنجی بومی سازی و حصول اطمینان از قابلیت انطباق آن ها با الگوهای ساخت و ساز متداول در کشور انجام شود.



موسسه آموزش و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

فهرست مطالب

(1) مقدمه

(2) تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان

(3) انواع سیستم های سازه ای برای تولید صنعتی ساختمان

(4) ساختمان های بتنی پیش ساخته

(5) گزیده ای از سیستم سازه ای پیچ و مهره ای فلزی با مقاطع فولادی گرم نورد شده

(2) تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان

- روش های ساخت در کشور
- تاریخچه تولید صنعتی
- مقایسه ساخت و ساز ساختمانی و تولید کارخانه ای
- گزیده ای از گزارش تحقیقاتی شماره گ-۵۸۱، مرکز تحقیقات راه و مسکن در مورد صنعت ساختمان سازی کشور
- پیش نیازهای فرآیند صنعتی سازی
- مفاهیم صنعتی سازی ساختمان
- دسته بندی انواع سیستم های تولید صنعتی
- جایگاه طراحی در تولید صنعتی ساختمان
- دلایل استفاده زیاد از بتن در پیش ساخته سازی
- عوامل تاثیر گذار بر صنعتی سازی
- زنجیره تامین صنعت ساختمان
- مشکلات موجود در زنجیره تامین ساخت و ساز سنتی
- زنجیره ایده آل صنعتی سازی ساختمان
- مزایای صنعتی سازی ساختمان





تقسیم بندی کلی روش های ساخت در کشور:

- i. روش سنتی: روش سنتی مطلق در حال حاضر نداریم مگر در روستاهای دور افتاده که از خاک زمین گل درست می کنند وبا استفاده از آن وچوب و سنگ، خانه می سازند.
- ii. روش صنعتی: از یک تا ۱۰۰٪ یک ساختمان به جای اینکه در محل کارگاه، ساخته شود، در بیرون کارگاه(یا در یک کارخانه خیلی بزرگ یا کوچک) ساخته می شود.
ما صنعتی سازی ۱۰۰٪ نداریم اما در حال حرکت به سمت صنعتی سازی هستیم.



تقسيم بندي ديگر:

انواع مختلف روشهاي ساختمان سازي در ايران با رويکرد صنعتي كردن ساخت و ساز:

1) ساختمان سازي با روشهاي ابتدائي Elementary Building System

در اين روش، قسمتهاي باربر از خشت و گل و يا چوب و گل و يا گل و سنگ و يا گل و گچ و سنگ و يا خشت و آجر ساخته مي شود و پوشش آنها از طاق خشتي و يا تير چوبي و الياف گياهي ساخته مي شود.

نيروي انساني به كار گرفته شده در اين ساختمانها بعضاً غير ماهر و يا نيمه ماهر بوده و از مصالح سنتي در دسترس محلي استفاده مي شود.

ساختمان سازي با اين گونه روش ها حداقل مقاومت را در مقابل حوادث طبيعي (زلزله، سيل، طوفان و...) داراست و مي توان تنها بعنوان يك سرپناه موقت از آن ذكر نمود.



(2) ساختمان سازي با روش هاي سنتي و يا متداول Traditional or Conventional Building System

در اين روش، عمليات ساختماني با استفاده از وسايل ابتدائي توسط افراد متخصص و نيمه ماهر و غيرماهر انجام مي شود.

ساختمان هاي با ديوار آجري باربر در اين تقسيم بندي منظور مي شوند.

برخي از حرفه هاي دست اندرکار با اين شيوه عبارتند از: کارگر ساده، بنا، گچ کار، نقاش، آهنگر، لوله کش، سيم کش، عايق کار، کاشي کار، آسفالت کار، شيشه بر و ...

سرعت اجرائي کار ساختمان با اين روش بطور متوسط در ايران ۱۴ تا ۱۸ ساعت براي هر مترمربع زير بنا مي باشد.



3) ساختمان سازی پیشرفته

این روش که ساختمان سازی پیشرفته یا بهبود یافته نیز نامیده می شود، عبارت از: اجرای کار توسط افراد و متخصصان ذکر شده در روش قبلی که از ماشین آلات و تجهیزات ساختمانی مکانیکی به منظور اضافه نمودن سرعت و حجم کار استفاده می نمایند.

ساختمانهای با اسکلت فلزی و یا اسکلت بتنی در این تقسیم بندی منظور می شوند،

برخی از لوازم و تجهیزات مورد استفاده در اینگونه ساخت و سازها عبارتند از:

انواع جرثقیلهای ثابت و متحرک، بالابرهای برقی، داربستههای فلزی، دستگاه های تهیه کننده بتن (ثابت و متحرک) و دستگاه های سیمان پاش و رنگ پاش، ماشین های جوش و ...

سرعت اجرای کار ساختمان در این روش ۲۰ تا ۴۸ ساعت برای هر متر مربع زیربنا بطور متوسط می باشد.

یعنی سرعت اجرای عملیات ساختمانی را می توان با استفاده از تجهیزات مکانیکی و برقی تا حدود زیادی افزایش داد. به دلیل استفاده از اسکلت بتنی و فلزی، تعداد طبقات و ارتفاع کل ساختمان را بیش از ۵۰ طبقه و ۱۵۰ متر نیز می توان پیش بینی کرد.



۴-۱) ساختمان سازی صنعتی Industrialized Building

در این روش از قطعات آماده شده از قبیل بلوک ها، تیرچه ها، پانلهای پیش ساخته، تیرها و ستونهای فلزی و بتنی، شبکه های فلزی، قطعات گچی و بتنی و... استفاده می شود. و اکثر عملیات با استفاده از تجهیزات و لوازم کارگاهی بطور مکانیکی انجام می شود.

انواع کفراژهای یکپارچه فلزی از قبیل کفراژهای صفحه ای، تونلی، لغزنده و کفراژهای مدوله و کفراژهای ساخته شده از مواد سبک و همچنین کفراژهای پلاستیکی و بازشو و لغزنده ها نیز در این روش جهت بتن ریزی سریع ساختمانها در چهار فصل سال مورد استفاده قرار می گیرند.

تعداد تخصصها و افراد کارگر در این روش از نظر کمیت کمتر از روش های قبل است، ولی از نظر کیفیت باید از افراد متخصص در سطح بالای مهارت و دقت فنی استفاده شود.

سرعت اجرای کار در این روش بین ۹ تا ۱۴ ساعت برای هر متر مربع می باشد. با برنامه ریزی مناسب و بکارگیری فناوری های مناسب، این روش می تواند با پیش سازیهای سنگین نیز رقابت نماید. در حالی که تعداد کارگران ماهر و نیمه ماهر آن در مقایسه بیشتر بوده ولی سرمایه گذاری اولیه کمتر از روش های پیش ساخته می باشد.



۲-۴) سيستم هاي پيش ساخته سنگين **Heavy Weight Pre-Fabricated Systems**

استفاده از روشهاي پيش ساخته سنگين در مورد ساختمانهاي پيش از يك طبقه مفهوم دارد و در آن كليات قطعات ساختمان از قبيل ديوارها، نماها، سقف ها و پلكانها و غيره در كارخانه بتني، پيش ساخته مي شود و توسط ماشين هاي سنگين به كل كارگاه ها حمل و نصب مي گردند.

حمل قطعاتي - كه داراي وزني تا ۱۲ تن مي باشند - توسط تريلي و برپايي آنها به جرثقيل هاي سنگين ثابت و يا متحرك نياز دارد.

به دليل سنگيني وزن قطعات، فاصله حمل تا ۶۰ كيلومتر از محل كارخانه، صرفه اقتصادي دارد و جهت بيشتري از آن مي بايست توجه اقتصادي لازم آنرا مد نظر قرار داد.



۳-۴) سيستم پيش ساخته نيمه سنگين **Middle Weight Pre-Fabricated Systems**

در اين سيستم وزن قطعات حداكثر ۵ تن مي باشد.

اسكلت ساختمان فلزي و يا بتني است.

سقف و ديوارهاي خارجي از قطعات بتني و جدا كننده هاي داخلي از صفحات گچي مسلح شده و يا چوبي در نظر گرفته مي شوند.

وزن قطعات نما و ابعاد آن بصورتي در نظر گرفته مي شود كه بالا بردن و نصب آنها با جرثقيه هاي سبك امكان پذير باشد.

با توجه به اسكلت فلزي و يا بتني باربر كه مي تواند بصورت پيش ساخته و در كارخانه انجام پذيرد محدوديتي از نظر ارتفاع طبقات وجود ندارد.



۴-۴) سیستم های ساختمانی پیش ساخته سبک **Light Weight Pre-Fabricated Building Systems**

این گروه پیش سازیها بیشتر در مورد ساختمانهای یک طبقه و یا جهت نماسازی های ساختمانهای بلند مرتبه با اسکلت فلزی و یا بتنی بکار گرفته می شوند.

بمنظور ساخت مدارس و خانه های بهداشت روستایی، استراحت گاه های خارج از شهر و یا خانه های متحرک (**Mobile Homes**) می توان از این روش استفاده نمود.

اسکلت باربر ساختمان و سقف و دیوارهای خارجی و داخلی از یک ماده و یا ترکیبی از مواد و فلزات سبک نظیر آلومینیوم، چوب، فایبرگلاس، ورقهای فلزی فرم داده شده (ورق های نورد سرد)، فیبر، فرآورد های پتروشیمی، بتن متخلخل، بتن سبک و... ساخته می شوند.

از نظر وزنی پیش ساخته های سبک بصورت قطعه و یا ترکیب یکپارچه کمتر از دوتن در نظر گرفته می شوند. بطوریکه حمل و نقل آنها با بالابرها برقی و یا مکانیکی و جرثقیل های بسیار کوچک امکان پذیر است.

برای اسکان موقت و اضطراری و خانه های کچی و مدارس و درمانگاه ها نیمه موقت و استقرار پرسنل کارگاه های ساختمانی می توان از این روش بخوبی استفاده کرد.



انقلاب صنعتی چه بود؟

مجموعه دگرگونی‌های فنی، صنعتی، اقتصادی و اجتماعی که از سال ۱۷۵۰ تا ۱۸۵۰ در انگلستان به وجود آمده و به کشورهای دیگر راه یافت، انقلاب صنعتی نامیده می‌شود.

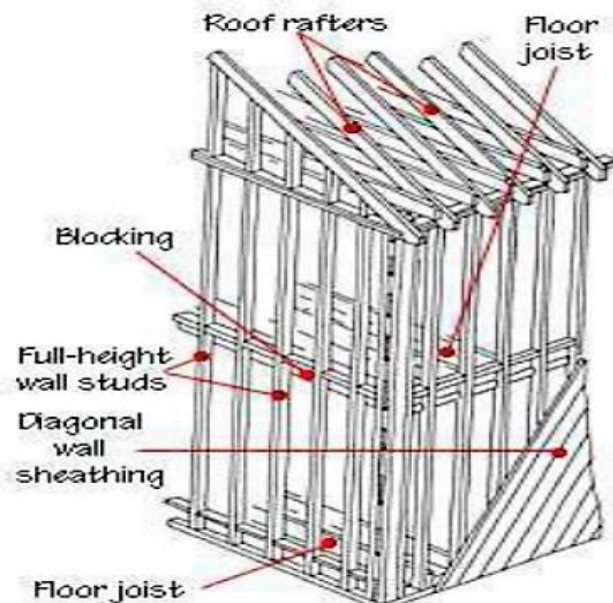
- ۱- تبدیل اقتصاد کشاورزی و صنایع دستی به اقتصاد صنعتی و تولیدات ماشین
- ۲- بکارگیری نیرو و کار ماشین بجای نیروی کار انسان و حیوانات بارکش
- ۳- انقلاب صنعتی به دنبال استفاده عملی از یافته‌های علمی
- ۴- انگلیس دارای معادن زغال سنگ و آهن بسیار غنی بود و همین دو ماده اساسی سبب تولید فراورده‌های صنعتی فراوانی شد
- ۵- اختراع ماشین ریسندگی و بافندگی، ماشین بخار، لوکوموتیو بخاری و موتورهای الکتریکی در حمل و نقل، کشاورزی و روابط اجتماعی دگرگونی‌هایی وسیع به وجود آورد.

- انقلاب صنعتی، اقتصاد و صنعت دستی را به تولید کارخانه ای و ماشینی تبدیل کرد. این انقلاب با ایجاد ماشین ها، قدرت بخار و ساخت آهن و فولاد در قرن ۱۸ آغاز گردید و با اختراع نیروی الکتریکی و ماشین احتراق داخلی، سوخت نفتی و سنتز شیمیایی، نمود و ظهور بیشتری یافت. در قرن ۱۹ بطور چشمگیری ترقی کرد و اکنون با علم الکترونیک، قدرت اتمی، نانو، کامپیوترها و... به اوج خود رسیده است.
- فرآیند صنعتی سازی به معنای فرآیندی است که با بهبود کیفیت، زمان ساخت و استفاده از نیروی کار منجر به افزایش خروجی سیستم و بهینه سازی بهره برداری از تجهیزات، تسهیلات و تکنولوژی می گردد.

تاریخچه ساختمانهای مدولار

فکر استفاده از قطعات پیش ساخته به قرن ۱۷ برمی گردد. انگلیس های مهاجر به آمریکا دیوارهای پیش ساخته ای از قاب های چوبی را که به راحتی میتوانند در کشتی جا داده تا پس از رسیدن به سرزمین جدید در مدت زمان کوتاهی ساخت مسکن خود را تا شروع فصل سرما به اتمام برساند.

این وضعیت اضطراری موجب پیدایش سیستم آمریکایی معروف به قاب چوبی (*Balloon Frame*) گردید.





موسسه آموزشی و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان

مقایسه ساخت و ساز ساختمانی و تولید کارخانه ای

Manufacturing	Construction
تمام فعالیتها در یک مکان ثابت انجام می شود.	فعالیت در مکانهای موقت متعدد پخش می شود.
طول عمر کوتاه یا متوسط محصول	طول عمر بلند محصول
سطوح بالای تکرار و استانداردسازی	سطوح پائین استانداردسازی (هر پروژه ویژگی های خاص خود را دارد).
تعداد پائین کارهای ساده شده ضروری برای تولید یک محصول	تعداد بالای کارهایی که نیاز به مهارت دستی برای ساخت یک پروژه دارد.
همه فعالیتها در یک ایستگاه کاری انجام می شود.	هر کار در محدوده وسیع انجام می شود (کارگران برای انجام یک کار جابجایی بالایی دارند).
محیط کاری به دقت با نیازهای انسانی تطبیق دارد.	محیط کاری خشن و ناملایم
محیط کاری نسبتاً پایدار	گردش بالای نیروی انسانی
مرجع تصمیم گیری واحد برای طراحی، تولید و بازاریابی	تصمیم گیری در سطوح کارفرما، طراح، قوانین دولتی و پیمانکار تقسیم شده اند.

• ... امروزه صنعت ساختمان ایران یک صنعت دو قسمتی شامل سنتی/متعارف و مدرن می باشد و قسمت عمده مشکلات توسعه صنعت ساختمان ایران در مجموع از این دو قسمتی بودن و خصوصاً از بی اعتنائی به بخش سنتی/متعارف ناشی می شود.

در ایران از سال ۱۳۳۰ تاکنون در جهت تولید ساختمان به روش های صنعتی بارها اقداماتی بعمل آمده است. این کوشش ها که عمدتاً در جهت انتقال تکنولوژی غرب بعمل آمده و بدون توجه به شرایط داخلی، بخصوص ساختار و سازمان صنعت ساختمان محلی و بدون توجه به شایستگی ها و امکانات آن، انجام گرفته موفقیت چندانی نداشته است.

• ... به جای تقلید سطحی از غرب باید سیر تحولات مربوط را در آن کشورها با توجه به شرایط فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی به وجود آورنده آنها و در رابطه با سازمان صنعت ساختمان آن کشورها مورد مطالعه قرار داده و با هدف درک اندیشه و مفاهیم اساسی، بدنبال یافتن فرمول های باشیم - که بتواند در تدوین راهکارهایی مورد استفاده قرار گیرد - که ریشه در شرایط خود ما داشته باشد و منجر به بهبود و ایجاد فن آوری در داخل کشور و افزایش حاصلخیزی (**Productivity**) صنعت ساختمان گردد.



موسسه آموزشی و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان

گزیده ای از گزارش تحقیقاتی شماره گ-۵۸۱، مرکز تحقیقات راه و مسکن در مورد صنعت ساختمان سازی کشور:

- سهم عمده ای از افزایش حاصلخیزی (**Productivity**) صنعت ساختمان می تواند از آموزش در راه بهبود تخصص نیروهای فنی و روش های کار آنان بدست آید.

صنعتی بودن را باید تنها به عنوان یکی از روش های افزایش بازده تولید در نظر گرفت. از طرفی می توان با روش های گوناگون دیگری صرفنظر از تغییرات عمده در فن آوری حاصلخیزی صنعت، وضعیت ساختمان سازی محلی را بهبود بخشید.

- در این راه به رسمیت شناختن بخش سنتی / متعارف و کوشش در راه تقویت نظام استاد-شاگردی درون آن می تواند فوق العاده موثر واقع شود. (در اروپا به این روش توجه بیشتری می شود)



موسسه آموزشی و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان

گزیده ای از گزارش تحقیقاتی شماره گ-۵۸۱، مرکز تحقیقات راه و مسکن در مورد صنعت ساختمان سازی کشور:

• در یک بررسی -درمورد راهکارهای ارائه شده برای انتقال تکنولوژی غرب و صنعتی کردن ساختمان- که در سال ۱۳۶۵ بعمل آمده است، می خوانیم:

حدود یکصد کارخانه مختلف پیش ساخته بتنی و قطعات سبک از مصالح مختلف قبل از انقلاب اسلامی احداث شده اند که در حال حاضر یا متوقف هستند و یا در حال رکود و بصورت نمایشگاهی از ماشین آلات کشورهای صنعتی شرق و غرب در آمده اند.

در همان بررسی عنوان شده است که بطور متوسط تولید کارخانجات موجود ۳۰ درصد ظرفیت اسمی آنهاست.

در این گزارش به ۷ عامل از علل رکود این واحدها اشاره شده است:

مسائل اجتماعی، کیفیت، سرمایه گذاری، نیروی انسانی، کمبود ماشین آلات و لوازم یدکی، وزمین برای ساخت انبوه.

در مورد مشکل سرمایه گذاری ذکر شده: برای اینکه پیش ساخته سازی اقتصادی باشد، باید برای تولید انبوه و از هزار واحد به بالا از آن استفاده شود.



موسسه آموزشی و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان

گزیده ای از گزارش تحقیقاتی شماره گ-۵۸۱، مرکز تحقیقات راه و مسکن در مورد صنعت ساختمان سازی کشور:

جدول ۱-۱ تفاوت‌های عمده بین دو بخش سنتی - متعارف و مدرن

عامل	بخش مدرن	بخش سنتی / متعارف
تاریخ تشکیل و نحوه توسعه	با راه‌آهن سراسری ایران در سال ۱۳۰۶ به صحنه آمد.	شواهدی به قدمت دوران ساختمان تخت جمشید (۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح).
کارآفرینان اصلی و عمده	پیمانکاران و مشاوران شامل: مهندسين معمار - ساختمان و تأسیسات، تکنسین‌ها و تعدادی دیگر سرمایه‌گذار (businessmen)	معماران تجربی
نوع مالکیت	عمدتاً شرکت‌های خصوصی، تعدادی شرکت‌های تعاونی و معدودی شرکت‌های دولتی	شخص حقیقی
موقعیت اجتماعی مدیران و کارآفرینان	طبقه متوسط و بالا، احترام اجتماعی ضعیف بخصوص در مورد برخی از پیمانکاران (در ارتباط با رشوه و خلافکاری)	طبقه متوسط، احترام اجتماعی متوسط (نه مانند احترام اجتماعی بالای گذشته)
کارفرما	وزارتخانه‌ها و مؤسسات دولتی، به طور روز افزونی مؤسسات و سرمایه‌گذاران خصوصی	شخصی‌سازان تک واحدی در بخش مسکن
نوع کار	پروژه‌های برنامه‌های عمرانی کشور (۱۰۰٪) و خانه‌سازی (۱۰٪)	بخش مسکن (۹۰٪)
تقاضا و وابستگی منبع کار	آسیب‌پذیری به علت کاهش شدید در آمد نفتی	بسته به شرایط اقتصادی کل کشور با آسیب‌پذیری نسبی کمتر از بخش مدرن .

بخش مدرن:

این بخش توسط سازمان برنامه و بودجه سازماندهی شده و عهده دار پروژه های عمرانی و دولتی کشور است.

بخش سنتی / متعارف:

حاصل تحول صنعت سنتی ساختمان ، بخشی است که در حال حاضر در تمام نقاط کشور فعال است و از نظر سازمان می توان آن را سنتی دانست و از نظر روش های کار امروزی و یا متعارف، به این دلیل این بخش سنتی / متعارف نامیده شده است



موسسه آموزش و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان

گزیده ای از گزارش تحقیقاتی شماره گ-۵۸۱، مرکز تحقیقات راه و مسکن در مورد صنعت ساختمان سازی کشور:

بخش سنتی / متعارف	بخش مدرن	عامل
معمار تجربی در معیت کارفرما (در اکثر نقاط کشور- در حال کاهش): مهندسين معمار و ساختمان (در شهرهای بزرگ - به صورت فزاینده)	مؤسسات مهندسين مشاور با درجه‌بندی سازمان برنامه	طراحی پروژه‌ها
حق‌العمل کاری و پیمانکاری دستمزد به صورت زیربنا	پیمان و شرایط عمومی پیمان تیپ سازمان برنامه و بودجه	فرم پیمان
انتخاب شخصی کارفرما و چانه‌زنی بر سر قیمت	بر اساس مقررات سازمان برنامه و معمولاً به پیشنهاددهنده حداقل قیمت.	نحوه واگذاری پیمان
کارفرما - مهندس ناظر و شهرداری	مهندس مشاور و ناظر مقیم	نظارت و کنترل کیفیت
سنتی / متعارف: با کارگری بالا (labour intensive) و گرایش به کاربرد ابزار برقی	بین‌المللی/متعارف با گرایش به کاربرد ماشین‌آلات: وابسته به بخش سنتی متعارف جهت تامین بنایان (سفت‌کار، نازک‌کار و غیره)	فن‌آوری
معمار و مشتری، شرایط بازار کار، قوانین شهرداری و بطور فزاینده‌ای قانون نظام مهندسی .	توسط مهندسين مشاور - شرایط بازار کار - تحت تأثیر مقامات سازمان برنامه - وزارتخانه‌ها و کارفرمایان دولتی	انتخاب فن‌آوری
سیستم سنتی استاد-شاگردی (apprenticeship)	دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی	آموزش و کارورزی
اتحادیه های صنفی معماران	سندیکاهای پیمانکاران، جامعه مشاوران و جامعه‌های مهندسين	اتحادیه‌ها و مؤسسات حرفه‌ای
عرف - اخیراً تحت تأثیر قانون نظام معماری	رسمی: سازمان یافته زیر نظر سازمان برنامه و بودجه	وضعیت قانونی



موسسه آموزش و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

پیش نیازهای فرآیند صنعتی سازی

مشخصه های زیر پیش نیازهای موفقیت فرآیند صنعتی سازی هستند:

- تمرکز تولید **Centralization of Production**
- تولید انبوه **Mass Production**
- استاندارد سازی **Standardization**
- تخصصی کردن **Specialization**
- سازماندهی مناسب **Good Organization**
- یکپارچگی **Integrating**



مفاهيم صنعتي سازي ساختمان

(1) پيش ساخته سازي Prefabrication

فرآيندي توليدي است كه در آن بطور كلي مواد به همدیگر متصل مي شوند تا جزئي از نصب نهنائي را تشكيل دهند. قطعات پيش ساخته ساده هستند مانند يك پانل وانواع قطعات مزبور مي توانند در كارخانه بصورت **off-site** توليد شوند ويادر خط توليد موقتي بصورت **on-site** توليد گردند.

(2) پيش مونتاژ نمودن Preassembly

فرآيندي است كه در آن اجزاي پيش ساخته تجهيزات ومتمعلقات آن در يك مكان ديگر به جزء سايت احداث وگاهاً در حين احداث بر هم مونتاژ شده تا جزئي از يك واحد ساختماني را تشكيل بدهند.

اين به معنای توليد سيستم هاي پيچيده است نه ساده، بدین منظور نیاز به مهارت های ویژه نیروی انسانی جهت مونتاژ مواد مختلف ضروری است.

در این شیوه خط توليد می تواند دور از سايت احداث باشد یا نزدیک آن. در حالي كه هزینه های حمل ونقل بالاتر رود وهمچنين شیوه های حمل پیچیده تر شود امکان توليد در کنار سايت (**on-site**) نیز وجود دارد.

نحوه ديگر توليد كارخانه متحرك - **mobile factory** - است كه به دليل هزینه های بالا کمتر مورد استفاده است.

(3) مدولاریزاسیون **Modularization**

- i. مدولاریزاسیون به مفهوم مدولار و استاندارد نمودن اجزاء و قطعات ساختمانی است به نحوی که به جای تولید یک قطعه در ابعاد و قطعات بسیار متنوع، این محصولات در محدوده ای منطقی و محدود تولید شوند تا امکان دستیابی به تولید انبوه کارخانه ای فراهم شود.
- ii. مدولاریزاسیون به مفهوم تولید سیستم های پیچیده مدولار، اشاره به سیستم های پیچیده ای دارد که در مکانی دور از سایت احداث مونتاژ می شوند و سپس به سایت منتقل می گردند.

(4) صنعتی سازی **Industrialization**

- i. در یک تعریف جامع، صنعتی سازی به معنای یک پارادایم تولید است که شامل روش هایی است که میزان استفاده از منابع و نیروی کار را - با بهینه سازی کاربرد تجهیزات و تکنولوژی - در فرآیندها بهبود می دهد.
- ii. مفهوم صنعتی سازی ساختمان فقط به معنای پیش ساخته سازی نیست، بلکه شامل پیش ساخته سازی، پیش مونتاژ، مدولاریزاسیون و کاربرد فناوری های نوین در فرآیند ساختمان سازی نیز می گردد (یعنی استفاده از فناوری های نوین به روش های نوین).

مفاهيم صنعتی سازی ساختمان

4) ادامه صنعتی سازی

- iii.** در شیوه تولید صنعتی، تولید قطعات ساختمانی براساس شیوه و استانداردی واحد و به صورت متمرکز ساخته شده و در نهایت به صورت مکانیزه و صنعتی نیز نصب و اجرا می شوند. بنابراین درباره کارخانه هایی صحبت می کنیم که هر نوع از قطعات را تولید می کنند تا در ساخت و ساز نصب گردد و هدف این شیوه تولید؛ بهبود ایمنی، کیفیت، هزینه و سطوح خروجی است.
- iv.** در تولید صنعتی از آنجایی که استانداردهای لازم و مشخص تعیین شده است، امکان تولید مدولار در این شیوه فراهم شده و از اتلاف منابع تا حد بسیاری کاسته و به سرعت تولید می افزایش.
- v.** در تولید تمام صنعتی علاوه بر تولید بخش سازه ای ساختمان، بخش نرم و غیرسازه ای نیز براساس تولید مدولار در کارخانه تولید می شود. این مسئله تا حد بسیاری ضریب خطاهای انسانی را در هنگام تولید پائین می آورد و موجب افزایش کیفیت و ایمنی ساختمان، و سرعت تولید و در نتیجه قیمت تمام شده می شود.
- vi.** در صنعتی سازی ساختمان؛ مشخص است هر المانی در کجا بکار می رود. لذا حجم فعالیت های محاسباتی و مهندسی افزایش می یابد.



موسسه آموزشی و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

مفاهیم صنعتی سازی ساختمان

مفهوم صنعتی سازی شامل کلیه معانی ذیل می باشد:

Modularization

● مدولاریزاسیون

Prefabrication

● پیش ساخته سازی

Preassembly

● پیش مونتاژ

Pre-engineering

● پیش مهندسی

Concurrent Engineering

● مهندسی همزمان

Process Management

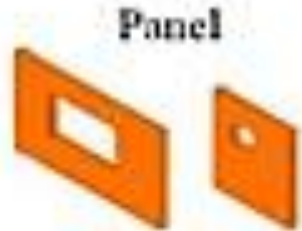
● مدیریت فرایند ساخت

Supply Chain Management

● مدیریت زنجیره تامین

دسته بندی انواع سیستم های تولید صنعتی

Complexity / Size



Panel

Modular System



Module



Transport Problems



(1) پانلهای پیش ساخته (Panels)

این نوع از قطعات با کاربردهایی مانند دیوار باربر، پارتیشن و اجزای سازه ای بکار می روند. استفاده از مصالح نوین مانند پلیمرها و کامپوزیت ها به عنوان مواد اولیه و سازنده این نوع قطعات رایج می باشد.

(2) سیستم مدولار (Modular System)

این نوع از قطعات پیش ساخته بین پانل های ساده و مدول کامل قرار می گیرد. سیستم مدولار می تواند بخشی از یک ساختمان باشد و یا بخشی باشد که در تولید مدول کامل استفاده شود.

(3) مدول (Module)

یک مدول به ترکیبی از چندین سیستم مدولار گفته می شود. تولید کنندگان مدول ها را با سطوح مختلفی از تمام کار **Finalization** تحویل می دهند، یک مدول تنها عنوان سازه یک اتاق می تواند بکار رود.



Fig. 1.2.18 Box module cells are often supplied with electric conduit and boxes, furniture, window and door embedments, and mechanical and plumbing chases cast in, reducing costly field work.



Fig. 1.2.16 A precast concrete double-cell module is lifted into place, complete with furnishings installed.



طراحی سنتی	طراحی معکوس
نقشه محوطه ۵۰۰/۱	تجزیه و تحلیل سیستم ۱/۱ و ۵/۱ و ۱/۱
شکل مجموعه (عملکرد) ۵۰۰/۱ و ۲۰۰/۱	انتخاب سیستم
طرح اولیه ۱۰۰/۱	شکل مجموعه (عملکرد) ۱۰۰/۱
نقشه جزئیات اجرایی ۱/۱ و ۲۰/۱ و ۵۰/۱	طرح نهایی ۱۰۰/۱

مقایسه روش طراحی سنتی با طراحی معکوس

در طراحی به روش سیستم صنعتی روند کار سه عاملی با همکاری معمار، کارفرما، پیمانکار به شرح ذیل ایجاد گردید:

۱- ضوابط فنی و اجرایی در درجه اول اهمیت قرار میگیرد.

۲- مسایل شکل مندی در درجه دوم اهمیت قرار دارند.

این روند در جهت عکس طراحی سنتی - که از پلان مقیاس کوچک شروع و به جزئیات ختم میشود - صورت میگیرد که به آن طراحی معکوس میگویند.

طراحی معکوس

در روند طراحی معکوس، کار از تحلیل سیستم آغاز میگردد. و دیگر نمی توان مسایل اجرایی را به مراحل بعد موکول کرد.

تحلیل دقیق سیستم ها، اطلاعات مشخصی را در خصوص کیفیت فنی و عملکرد بنا در اختیار معمار قرار میدهد. که این اطلاعات ضرورتی تام دارد.

کیفیت ویژه سیستم بستگی مستقیمی به دو عامل زیر دارد:

۱- نوع سیستم (سیستمهای ساختمان مرتفع، ساختمانهای با بام مسطح، مدارس، خانه ها و ...)

۲- مدول پایه سیستم (از آنجا که عناصر ساختمانی به طور صنعتی تولید میشود باید از یک سیستم اندازه ها برخوردار باشد که مدول نام دارد)

مدول و سیستم تابع یکدیگرند و پایه و اساس تهیه طرح را تشکیل میدهند.

انجام طراحی و انتخاب سیستم در مرحله بعد کاری کاملاً اشتباه میباشد سیستم و شکل طرح باهم پیوند ناگسستنی دارند که نباید جداگانه ارزشیابی شوند.



موسسه آموزش و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان

جایگاه طراحی در تولید صنعتی ساختمان

دسته بندی دیگر از سیستم های ساخت و ساز در تولید صنعتی (انواع سیستم های مدولار)

(1) سیستم های خطی یا اسکلتی Linear or Skeleton (beams and columns) Systems

این سیستم شامل اجزای خطی ساختمان مانند تیرها، ستون ها، خرپاها و چارچوب ها می گردد. در این سیستم اعضای باربر، قطعات تیر، ستون و سقف هستند. در این سیستم ها، ستون ها و تیرها با یکدیگر در یک سطح قرار می گیرند و ستون ها در امتداد یک خط قرار می گیرند.



Precast 'skeletal' structure with integrated architectural columns and spandrel beams, Reading Business Park. (Courtesy of Trent Concrete Ltd., UK.)



Precast concrete 'skeletal' known as 'semi-rigid' frame, Recife University, Brazil.



موسسه آموزشی و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان

جایگاه طراحی در تولید صنعتی ساختمان دسته بندی دیگر از سیستم های ساخت و ساز در تولید صنعتی

(2) سیستم های پانلی Planar or Panel Systems

در این سیستم، بارهای ثقیلی از طریق قطعات سقف به دیوارها منتقل می شود. همچنین مقاومت در برابر بارهای جانبی نیز به عهده دیوارهاست که به صورت برشی عمل می کنند. این سیستم گسترده ترین استفاده را در میان سیستم های مختلف صنعتی داراست.



سیستم پانلی در سوئیس



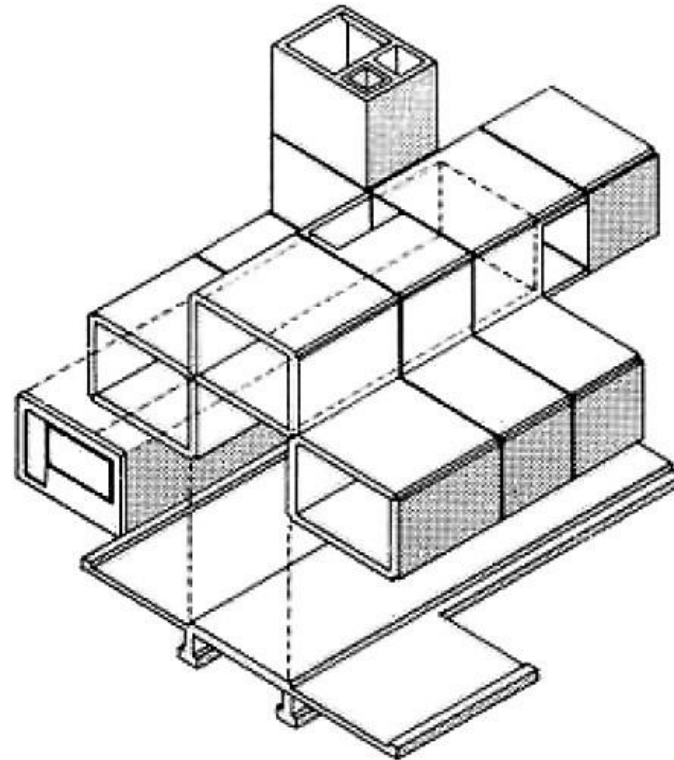
Precast concrete wall panels for low- and medium-rise housing, O-Stable Panel system, Malaysia.

دسته بندي ديگر از سيستم هاي ساخت و ساز در توليد صنعتي

3) سيستم هاي سه بعدي **Three-Dimensional or Box Systems** (سيستم ساختماني سه بعدي يا جعبه اي) آموزشهاي تخصصي عمران و معماري

در اين سيستم قطعات پيش ساخته به شكل مكعب مستطيل تو خالي مي باشند كه ساختمان مورد نظر با کنار و روی هم قرار دادن اين جعبه ها ساخته می شود. این مكعب ها از اجزای سقف و كف و ديوار ساخته شده اند.

این سيستم می تواند بصورت بتن ريزی درجا در قالب هاي جعبه اي و يا مونتاژ نمودن اجزای پانلي (**Preassembly**) توليد گردد.



در هر دو حالت سيستم می تواند با مقادير و سطوح متفاوتی از فعاليت هاي پایانی - از قبيل نازک کاری ديوار و كف ، عايق کاری، ... - قبل از انتقال مدول كامل به سايت احداث توليد گردد.





موسسه آموزشی و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان

جایگاه طراحی در تولید صنعتی ساختمان

دسته بندی دیگر از سیستم های ساخت و ساز در تولید صنعتی

(3)

سیستم های سه بعدی **Three-Dimensional or Box Systems** (سیستم ساختمانی سه بعدی یا جعبه ای)





موسسه آموزشی و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان

جایگاه طراحی در تولید صنعتی ساختمان دسته بندی دیگر از سیستم های ساخت و ساز در تولید صنعتی

(4) خانه های متحرک

که به عنوان چهارمین نوع پیش ساخته سازی شناخته شده است و دامنه استقبال از آن هر روزه گسترش می یابد





سیستم ساختمانی مدولار از نقطه نظر: ترکیب سازمانی، ترکیب فنی و طراحی

از سه نقطه نظر متفاوت میتوان نوع و محتوای یک سیستم را توصیف کرد:

۱- ترکیب سازمانی

سیستمی حقیقی است که آنرا فهرست عناصر تشکیل دهنده، جدول کد گذاری، فهرست بهای عناصر تشکیل دهنده و دستورالعمل نصب مشخص میکند و شامل سازمان تولید کننده، سازمان انبارداری و فروش، سازمان طرح ریزی و توسعه میباشد.

۲- ترکیب فنی (شامل الف: عناصر ب: اتصال دهنده ها و نگهدارنده ها ج: درزگیرها)

عناصر شامل: اجزای نما، پنجره ها، درهای ورودی و داخلی، جداکننده ها، اسکلت سازه، تاسیسات بهداشتی، پی ها، سقف ها، اتاق ها، آسانبرها، پلکان و ...

۳- ترکیب طراحی (شامل الف: سیستم مدولار مرتبط با هر نوع سیستم ساختمانی

خاص ب: ترکیب عناصر پیش ساخته مبتنی بر سیستم مدولار، که یک سیستم کامل را تشکیل میدهد

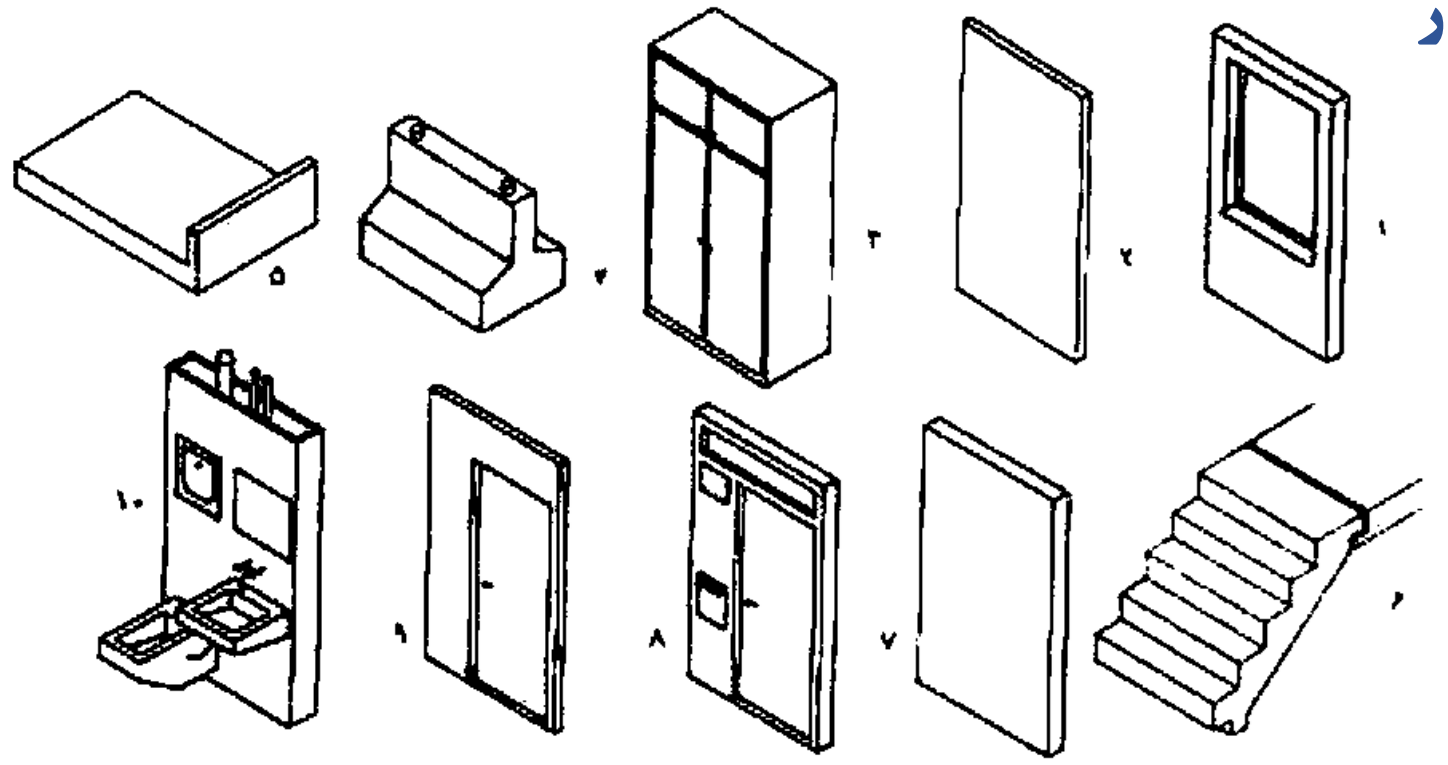


موسسه آموزش و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان

جایگاه طراحی در تولید صنعتی ساختمان

سیستم ساختمانی مدولار

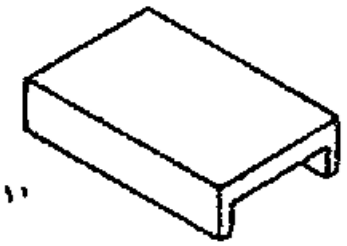
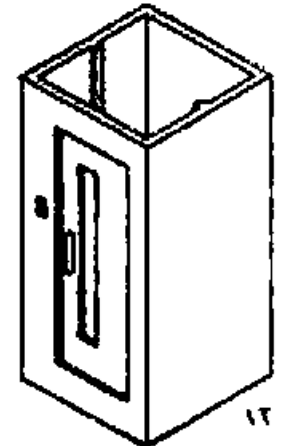


۴ قطعه‌ی یکپارچه‌ی پر
۵ قطعه‌ی پام
۶ قطعه‌ی پله

۱ سیور با پسره
۲ سیور سنگ چما کننده‌ی داخلی
۳ قطعه‌ی کمد دانه‌شکافه

۱۰ قطعه‌ی محل نصب وسایل بهداشتی
۱۱ قطعه‌ی سقف
۱۲ قطعه‌ی لنگه‌ی آهن‌پر

۷ قطعه‌ی سیور پر
۸ سیور با در و جبهه و محل رویشایی
۹ قطعه‌ی سیور با در





جایگاه طراحی در تولید صنعتی ساختمان

مدول یا پیمون

در امور ساختمانی مدول پایه را اندازه کل بنا و یا اندازه یک عنصر ساختمانی قرار میدهند.

□ از آنجا که اینج (اندازه بند اول انگشت بزرگ دست انسان) و فوت (اندازه طول کف پای انسان) فاقد تناسب رقومی ساده با یکدیگرند برای تولید صنعتی مناسب نمیباشند.

□ بدین جهت کشورهای صنعتی به غیر از انگلیس و آمریکا سیستم متریک را اختیار کردند.

□ سیستم متریک امکان تقسیم بدون باقیمانده و نیز امکان تولید زنجیری فرآیندها را به اندازه واحد فراهم میکند.

پیمون سه عمل زیر را انجام میدهد:

۱- تعیین اندازه پایه بر مبنای تمام طرح معماری

۲- تعیین اندازه عناصر مختلف طرح

۳- تعیین محل نصب عناصر مختلف در درون سیستم ساختمانی



انواع مختلف پیمون

رقم اول سری پیمونی (پیمون پایه) عدد ۱۰ تعیین می‌گردد. برای تعیین سایر ارقام سری پیمونی باید ضوابط گوناگون ناشی از مصالح مصرفی، روند عمل آوری آنها، روشهای تولید و ویژگیهای ساختمان را مشخص کرد. این ضوابط تعیین کننده ارقامی هستند که همان پیمون میباشد.

انواع پیمون اصلی:

- ۱- پیمون مصالح (تاثیر مصالح انتخاب شده بر اجرای طرح و ابعاد مختلف آنها)
- ۲- پیمون تولید (ضروریات ناشی از فرآیند تولید مصالح مثل محدودیت طول)
- ۳- پیمون حمل و نقل و نصب (شرایط حمل و نقل، عرض و مقطع معابر، وزن قطعات)
- ۴- پیمون تجهیزات بهداشتی (نوع تجهیزات بهداشتی، محل نصب، ابعاد لوله ها و کانالها و ...)
- ۵- پیمون تأسیسات (قفسه کتابخانه، کمد، درها و تجهیزات الحاقی به ساختمان)



انواع پیمون فرعی:

پیمون های فرعی به طور اختیاری و بر حسب نوع ساختمان و سیستم مورد طرح میتوان تعریف کرد. مانند سیستمهای گرمایشی، روشنایی، تهویه مطبوع و ... کار تجزیه و تحلیل و ترکیب همه این پیمون ها منجر به تعیین پیمون طراحی میشود.

پیمون پایه:

پیمون پایه هم تعیین کننده سری ارقام است

پیمون طرح:

پیمون طرح در هر سیستم ارقام مربوط به طرح سازه و طرح معماری را تعیین میکند
پیمون طرح مضربی از پیمون پایه میباشد. (پیمون طرح در اروپای غربی ۳ متر، ۶ متر و ۱۲ متر
میباشد ولی در اروپای شرقی سابق و شوروی ۲۰، ۳۰، ۶۰ و حتی ۹۰ متر بوده)

پیمون سازه:

پیمون سازه مشخص کننده ابعاد عناصر تأمین کننده ایستایی بنا است.



نمونه سازی شبکه مدولار در انبوه سازی

نتایج بهره گیری از طراحی مدولار در طراحی فضاهای واحدهای مسکونی عبارتند از:

۱. بهبود شرایط آسایش ابعادی و عملکرد فضاها و بهره گرفتن مفیدتر از فضاها (لوازم، فعالیتها، ابعاد دسترسی و حریمها)
۲. کاهش مقدار مصرف فولاد در سیستمهای اسکلت فلزی نسبت به طرحهای مشابه
۳. ایجاد قابلیت برنامه ریزی و مدیریت اجرایی بهتر در احداث ساختمان
۴. کاهش ضایعات مصرف مصالح ساختمانی در نتیجه تبعیت اندازه فضاها و قطعات و مصالح از نظام مدولار
۵. امکان پذیر بودن ایجاد تنوع در فضاها و افزایش امکان ایجاد تنوع در طراحی واحدها برای وضعیت های متفاوت
۶. امکان ایجاد چیدمان متنوع داخلی برای فضاهای هر واحد



انتخاب مدول های طراحی

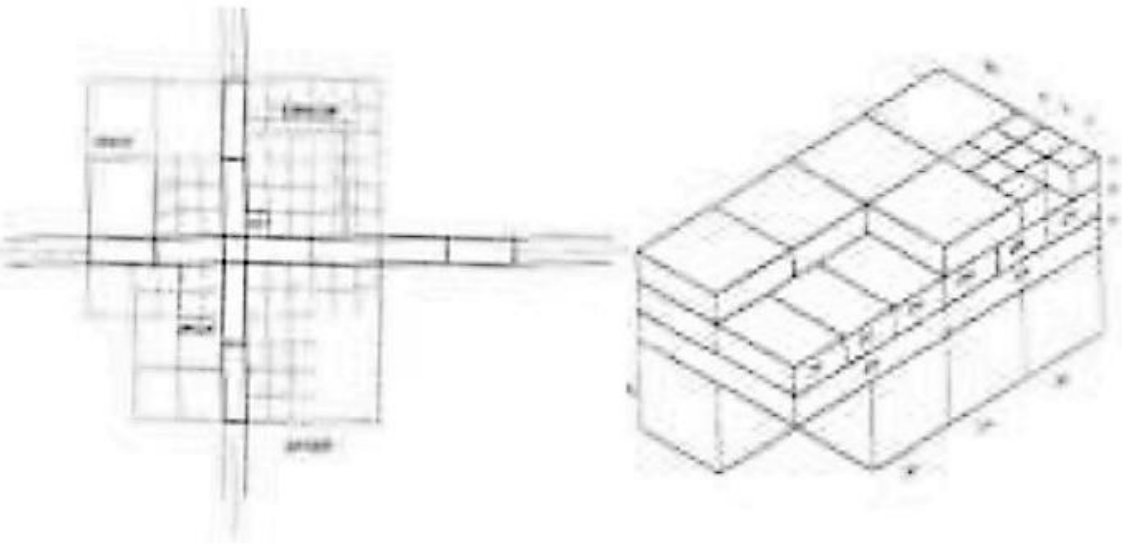
انتخاب اندازه و اندازه گذاری در طراحی و موضوع اینکه چگونه و با در نظر گرفتن کدام اصول یا شرایط میبایست اندازه های طراحی را انتخاب نمود بسیار مهم است.

برای انتخاب مدول های مورد نیاز طراحی نیاز به یک سیستم برنامه ریزی مدولار است. در هر گام از روند طراحی ابزارهایی جهت تعیین مراجع ابعادی باید وجود داشته باشد.

انتخاب شبکه های مدولار

اولین گام در شروع کار طراحی بر اساس نظام مدولار، تعریف و انطباق شبکه های طراحی است.

در این بخش نتایج تحقیقات میدانی بر روی اثاث منزل و فضاها انجام شده و نحوه انتخاب شبکه های طراحی بر این اساس ارایه شده است. در طراحی مدولار، از سیستم های مختصات دو و سه بعدی متشکل از نقاط، خطوط و سطوح اسفاده میگردد.





انتخاب شبکه طراحی فضاها (شبکه معماری برای مسکن متداول در شهرها)

جدول ۲ اولویت‌بندی نهایی اندازه‌ها برای شبکه طراحی معماری

توضیحات	۶۰۰×۷۲۰ cm	۶۰۰×۴۸۰ cm	۴۵۰×۳۲۰ cm	۳۹۰×۳۶۰ cm	۳۰۰×۳۲۰ cm	۲۷۰×۲۲۰ cm	۲۱۰×۱۸۰ cm	ابعاد شبکه‌های پیشنهادی برای طراحی فضاها بر واحد مسکونی
مضارب صحیح	۰	۰ ۸	۱۶ ۲۵	۱۷ ۲۶	۲۸ ۲۵	۳۳ ۲۶	۴۹ ۳۳	ارزش ارزیابی
مضارب نیم	۶۹ ۵۱	۷۳ ۲۵	۲۸ ۲۵	۲ ۶۳	۳۳ ۱۲	۳۶ ۶۳	۴ ۱۳۳	

- واحد اندازه ابعاد به سانتیمتر است



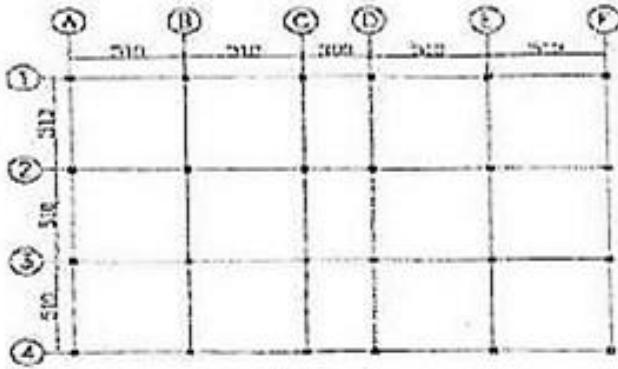
موسسه آموزش و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان

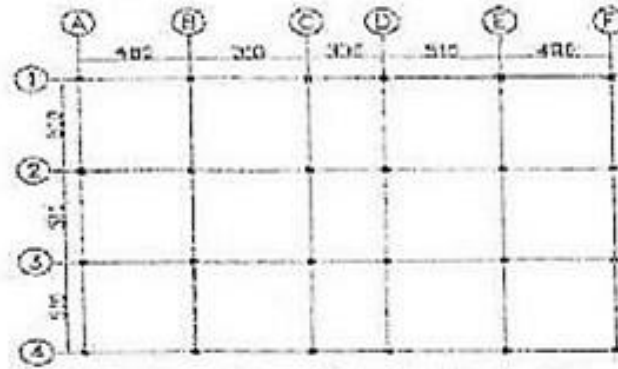
جایگاه طراحی در تولید صنعتی ساختمان

انتخاب شبکه طراحی سازه

به منظور ارزیابی شبکه بندی سازه‌ای، مواردی هستند که می‌بایست مدنظر قرار بگیرند، از جمله: نکات مربوط به پارکینگ، راه‌پله‌ها، جایگیری فضاهای معماری، بهینه نمودن مصرف مصالح برای سازه، ایمنی و پایداری سازه و بسیاری موارد دیگر، که براساس پاسخگویی به آنها، اسکیس‌های مختلف دهانه‌بندی سازه بر روی طرح‌های معماری انجام شده و تعدادی از این دهانه‌بندی‌ها که به انتظارات بیشتری پاسخ داده‌اند به شکل مثالهایی ارائه شده‌اند (شکلهای ۴ الف تا ۴ د).

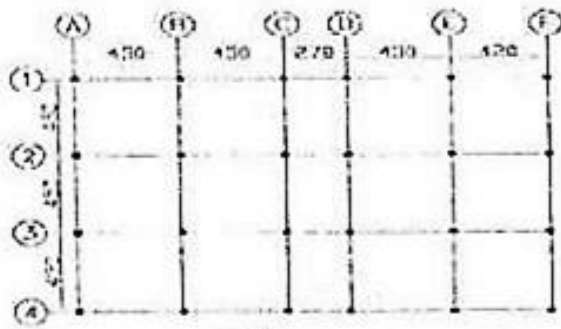


شکل ۴- ب. اولويت دوم در اتبوه سازي

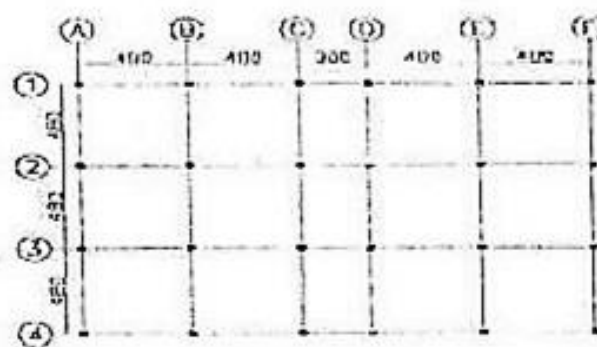


شکل ۴- الف در اولويت اول در اتبوه سازي و تک سازي

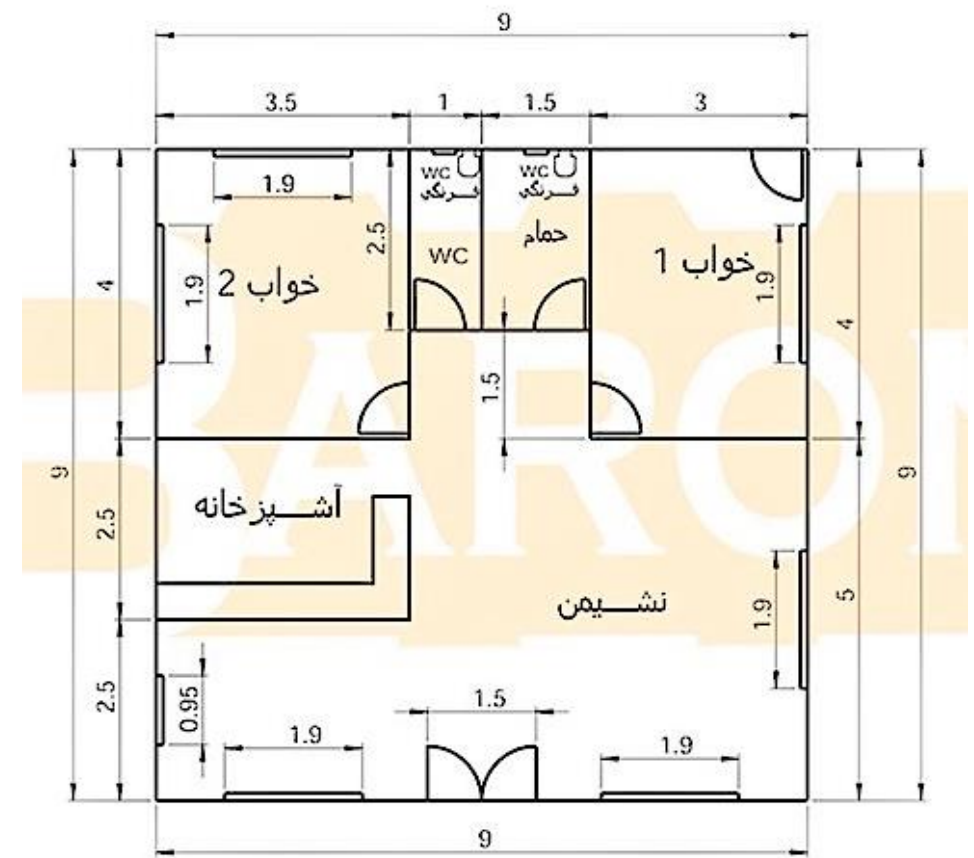
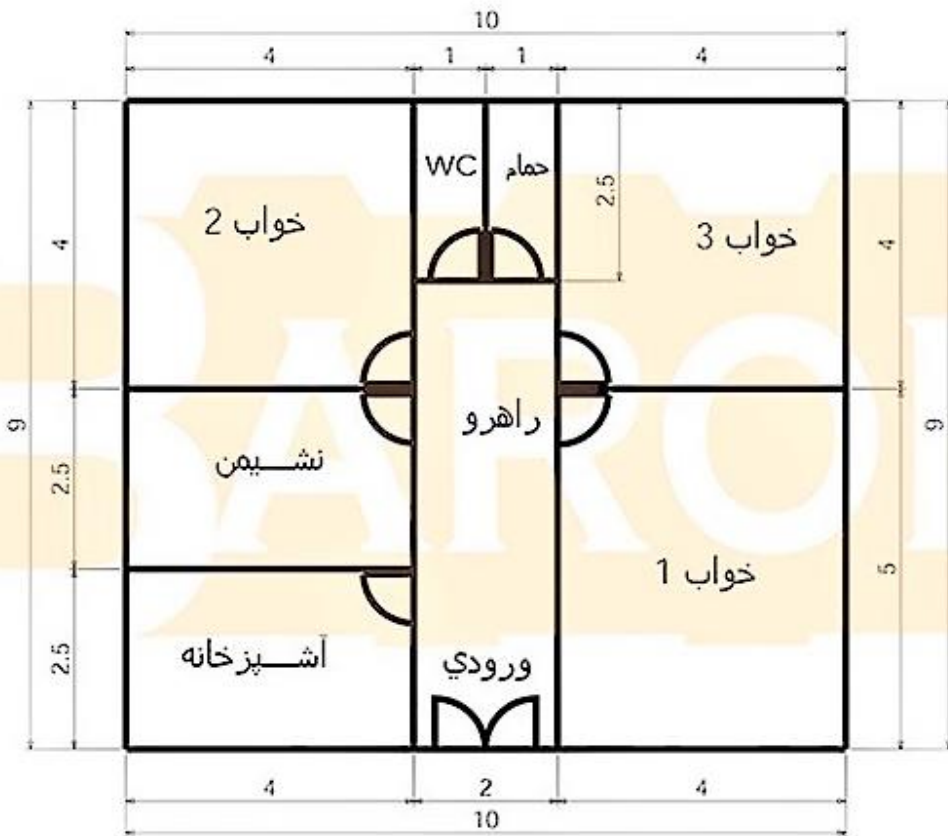
انتخاب شبکه طراحي سازه



شکل ۴- د در اولويت چهارم بدون پارکينگ



شکل ۴- ج در اولويت سوم به ویژه در حالي که پارکينگ نلوازم



دلایل استفاده زیاد از بتن در پیش ساخته سازی

گسترش استفاده از بتن به عنوان یکی از مصالح ساختمانی به دلایل مختلف از جمله در دسترس بودن، خواص مطلوب و توزیع متعادل مواد تشکیل دهنده آن، در سراسر دنیا چشمگیر می باشد.

بتن بسیار شکل پذیر بوده به سهولت قالب گیری می شود.

بتن سازگاری مناسبی با فولاد دارد و نسبتاً اقتصادی است.

از این رو استفاده از پانلهای پیش ساخته بتنی به علت خواص و تاثیرات مطلوب آن بر روند صنعتی کردن ساختمان رو به گسترش است.



موسسه آموزشی و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان

عوامل تاثیر گذار بر صنعتی سازی

برخی عوامل بازدارنده استفاده از روش های تولید صنعتی در صنعت ساخت:

- (1) نگرش خرد به زنجیره تامین ساختمان
- (2) گستره وسیع مصالح بکار رفته
- (3) فرایندهای وابسته به مواد و مصالح
- (4) محیط ساخت و ساز
- (5) عدم وضوح سود ناشی از صنعتی سازی



موسسه آموزشی و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان

زنجیره تامین صنعت ساختمان

زنجیره تامین شامل تمام فعالیتهای مرتبط با پروسه ایجاد ساختمان - از مرحله ماده خام (استخراج) تا تحویل به مصرف کننده نهایی و نیز جریان های اطلاعاتی مرتبط با آنها - می باشد.

مشكلات موجود در زنجيره تامين ساخت و ساز سنتي :

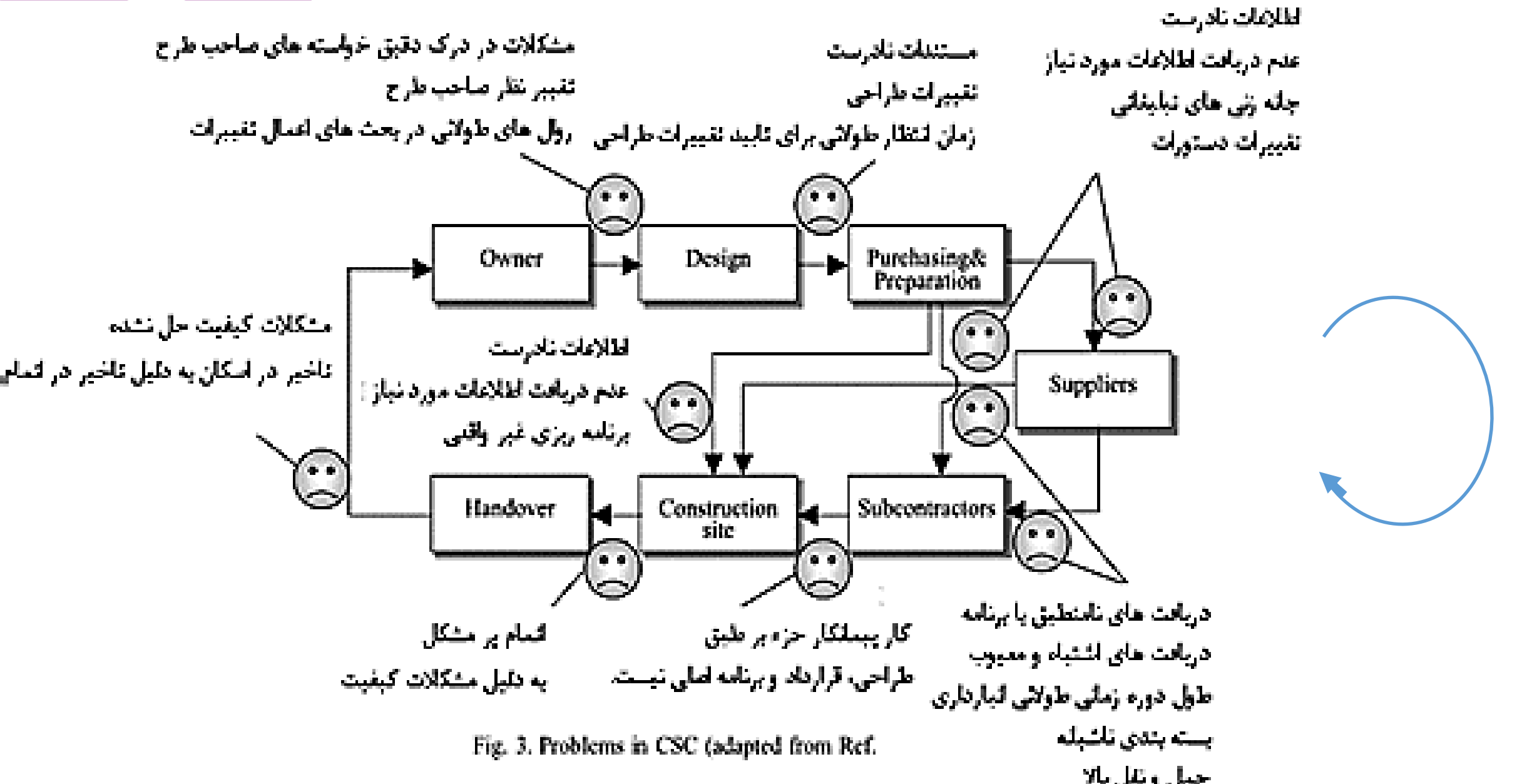


Fig. 3. Problems in CSC (adapted from Ref.)



موسسه آموزشی و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

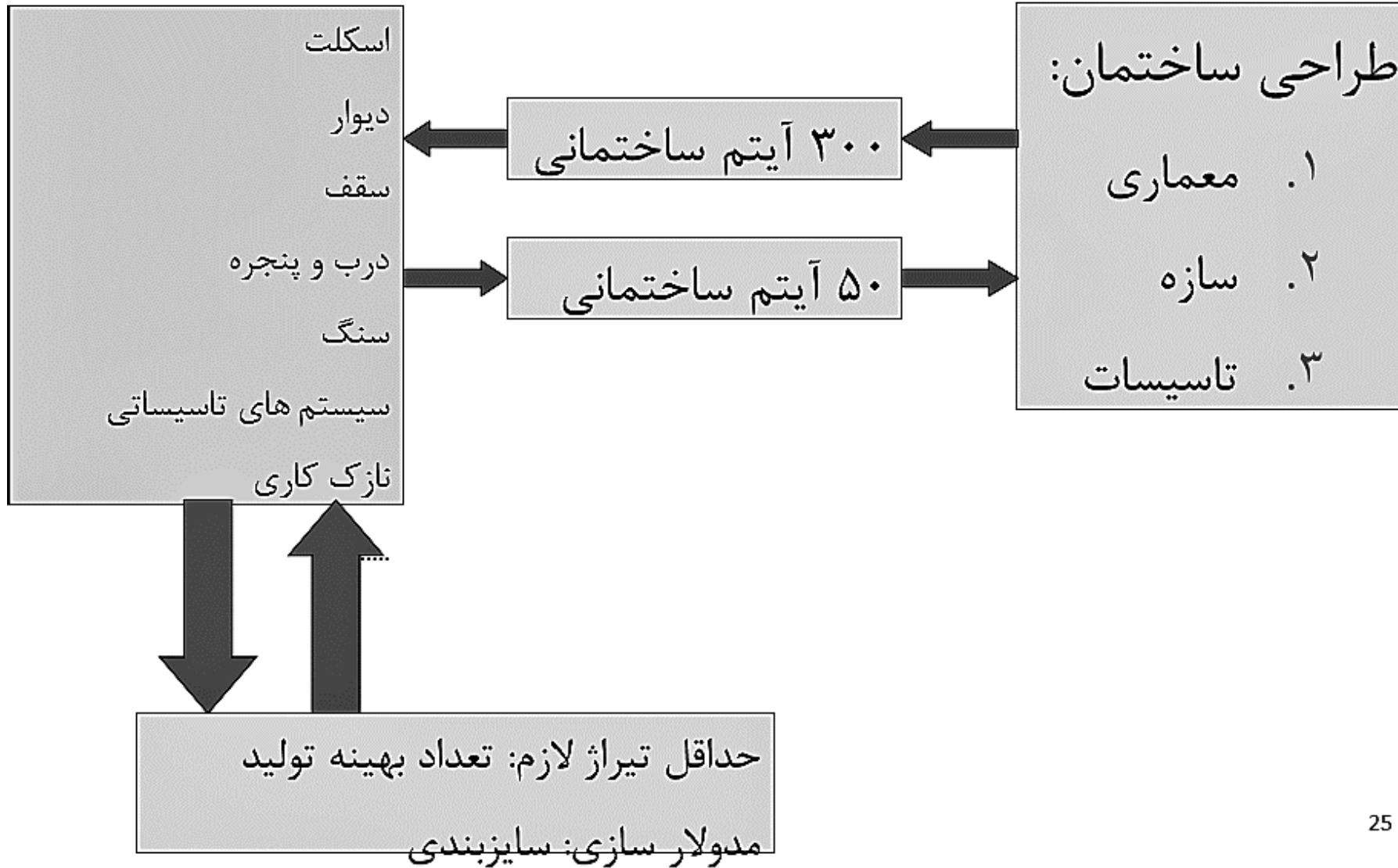
تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان

مشکلات موجود در زنجیره تامین ساخت و ساز سنتی :

نکات مهم ارائه شده توسط محققین و صاحب‌نظران به منظور حل مشکلات عدیده موجود در زنجیره تامین ساختمان سازی سنتی:

- (1) زنجیره تامین راه حل مشکلات سنتی سازی
- (2) استفاده بیش تر از تولید **off-site**
- (3) مدولار سازی و استاندارد سازی

توجه: هر سه نکته فوق از اجزای بنیادین صنعتی سازی ساختمان می باشند.

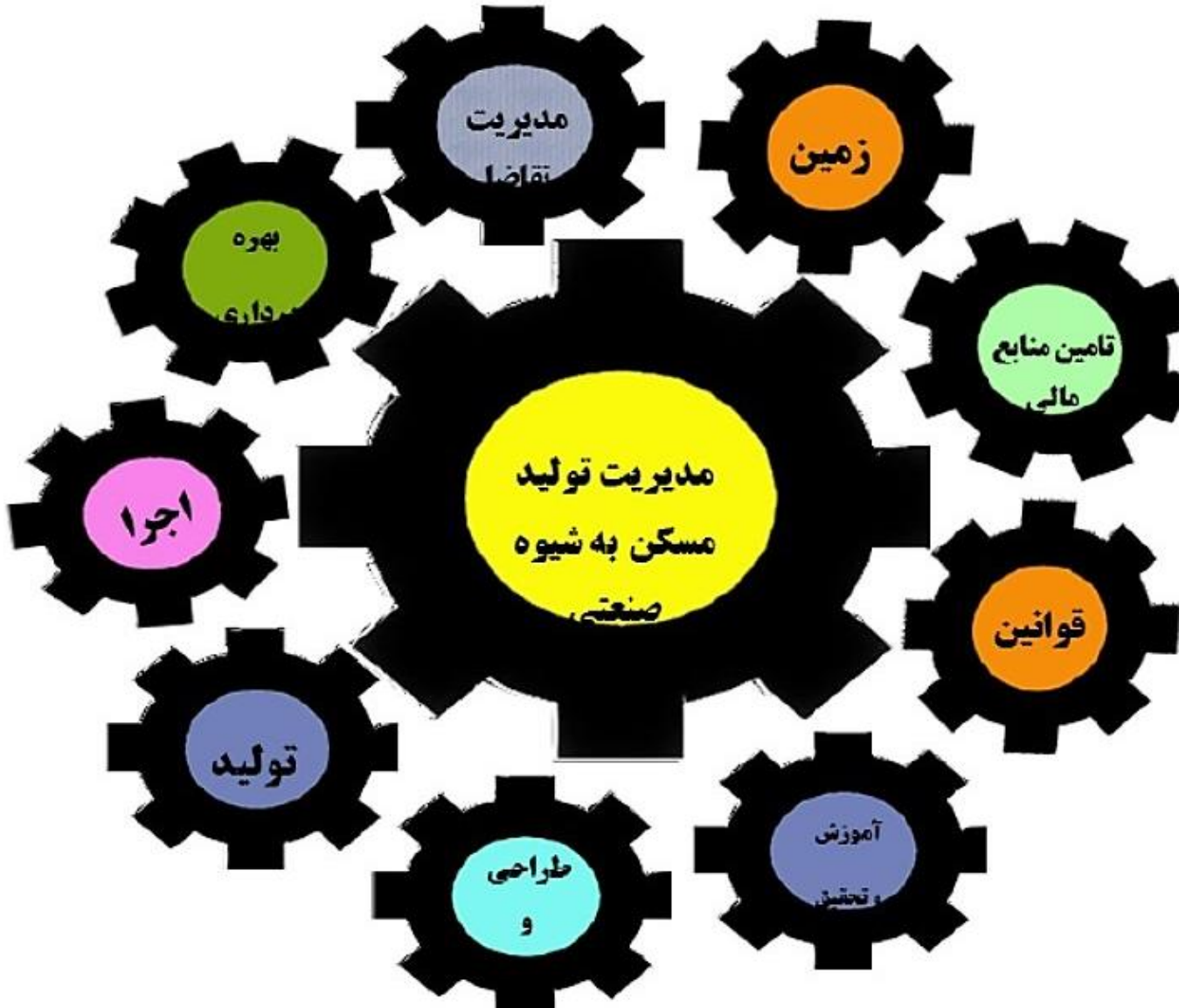




موسسه آموزشی و مهندسی ۸۰۸
آموزشهای تخصصی عمران و معماری

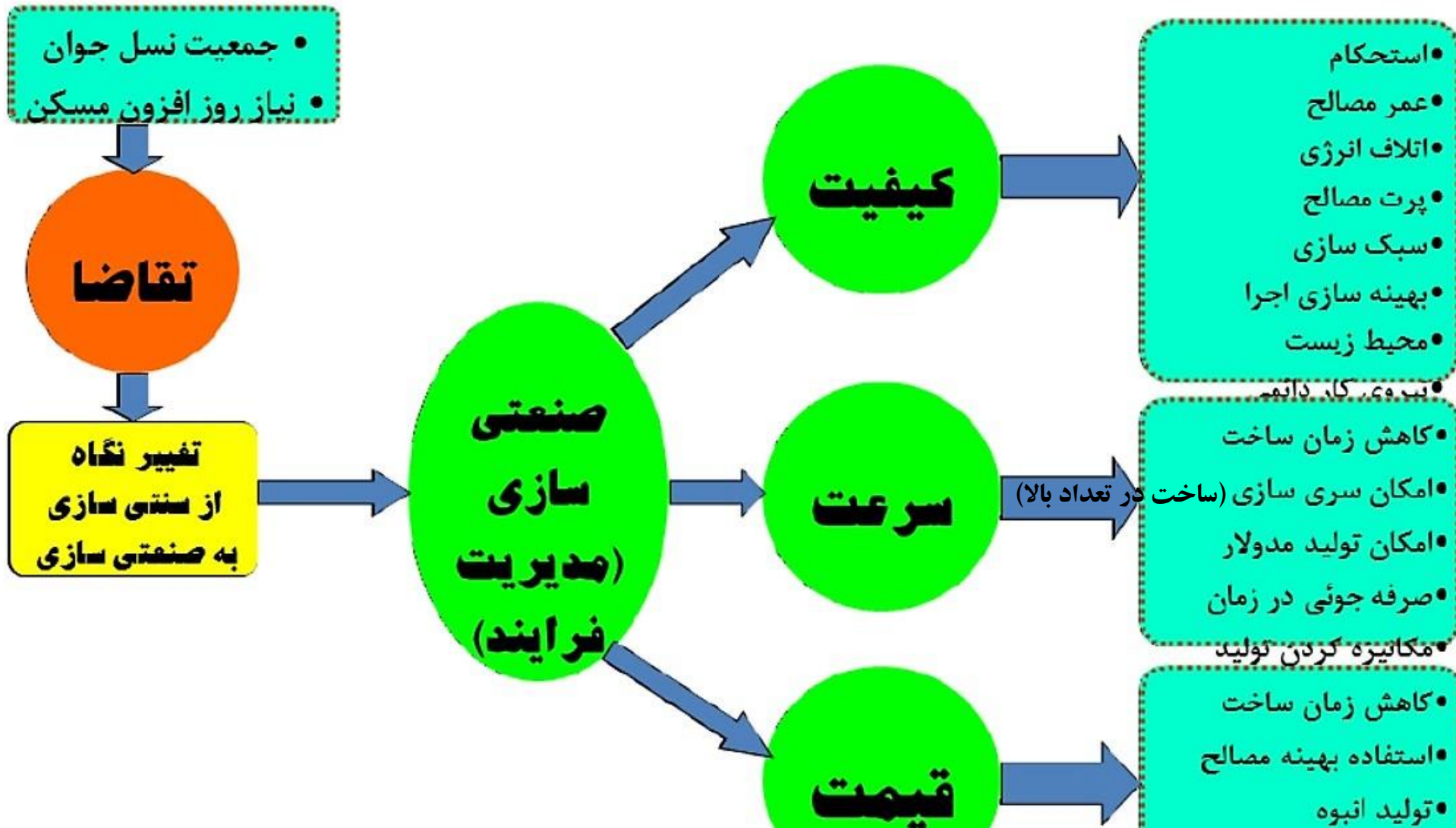
تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان

زنجیره ایده آل صنعتی سازی ساختمان



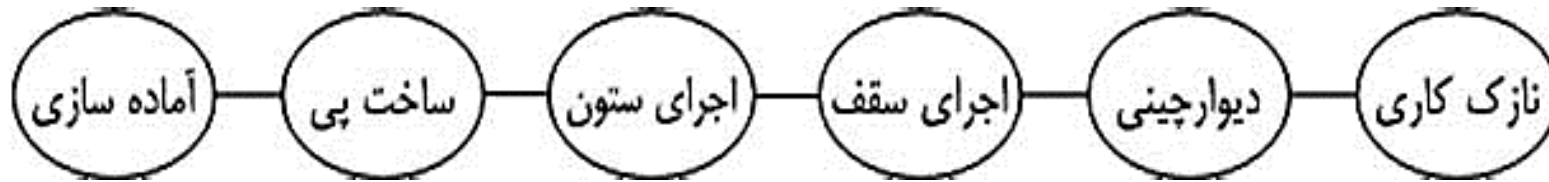
- مدیریت
- هم جهت نمودن
- هم سرعت نمودن

چرخنده های زنجیره :



- تولید سنتی:

- سری بودن فرآیند تولید در روش سنتی زنجیره وار بودن این گونه اقدامات:
 - روند اجرای پروژه را بسیار کند،

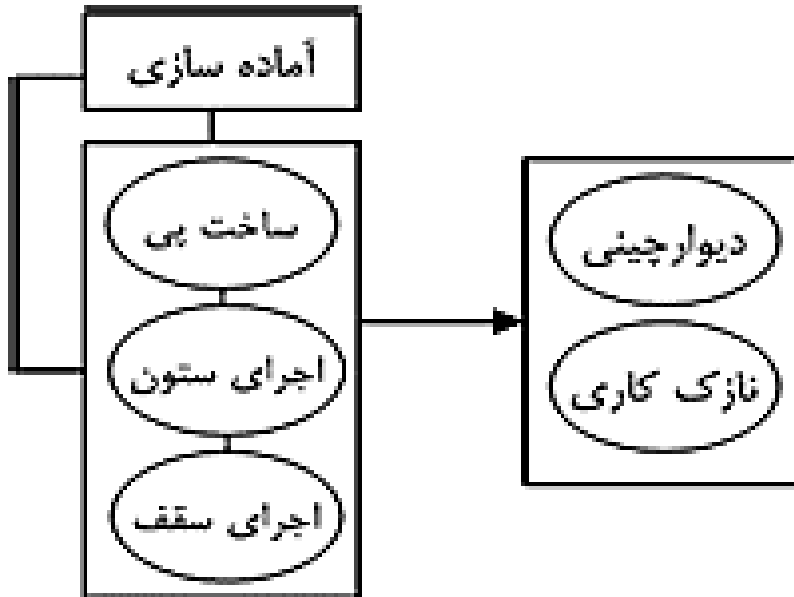


- هزینه های اجرایی از قبیل هزینه نیروی انسانی را افزایش می دهد.

- وجود اقدامات اجرایی بیهوده و غیر ضروری که بسیاری از آنها ناشی از قدیمی بودن مصالح مورد استفاده و شیوه ساخت است.

- تولید صنعتی:

- موازی بودن فرآیند تولید در روش صنعتی
- انتقال قطعات به محل اجرای پروژه و نصب و اتصال آنها به هم





موسسه آموزش و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

فهرست مطالب

(1) مقدمه

(2) تعاریف و کلیات صنعتی سازی ساختمان

(3) انواع سیستم های سازه ای برای تولید صنعتی ساختمان

(4) ساختمان های بتنی پیش ساخته

(5) گزیده ای از سیستم سازه ای پیچ و مهره ای با مقاطع فولادی گرم نورد شده

3) انواع سیستم های سازه ای برای تولید صنعتی ساختمان

- تعاریف

- مزایای فن آوری های نوین در تولید ساختمان

- روند اخذ تاییدیه فنی سیستم های نوین ساختمانی

- شاخص های ارزیابی فن آوری های نوین ساختمانی

- آشنایی با فن آوری های نوین ساختمانی کشور، دارای تاییدیه فنی از مرکز تحقیقات ساختمان ومسکن

- سیستم های کامل ساختمانی

- سیستم های سازه ای

- سقف ها

تعاریف

❖ صنعتی سازی ساختمان:

صنعتی‌سازی در حقیقت مدیریت فرآیند تولید، ساخت و اجرا است که طی آن تمامی مراحل ساخت و نظارت بر ساخت قطعات و اجزای ساختمان در کارخانه از نظر کیفیت، آزمایش و حمل و اجرا در محل، با حداقل دخالت دست و نیروی کار انجام می‌گیرد. با این روش حجم عملیات ساختمان در محل کارگاه، کاهش یافته و میزان تولید افزایش می‌یابد. و البته مفهوم صنعتی‌سازی، صرفاً استفاده از مصالح نوین نیست بلکه تفکر صنعتی و گذر از روش‌های سنتی مهم است.

❖ فناوری های نوین ساختمان:

فناوری دربردارنده کلیه روشها، فرآیندها، سیستمها و مهارتهایی است که جهت تبدیل منابع به محصولات بکار گرفته میشوند. به هرگونه تغییر و تحول در فناوری (ترک روشهای قدیمی و سنتی انجام امور) "نوآوری" اطلاق میشود. نوآوری در فرآیند عبارتست از ایجاد تحولات موثر در روشهای تولید و محصولات و سازگار با اهداف ملی کشور.

ضرورت صنعتی سازی در بخش ساختمان



- ❖ پیاده سازی الگوهای علمی در ساخت و ساز
- ❖ ارتقای کیفیت در مصالح و روش های ساخت و ساز
- ❖ توجه به ارزش روز افزون منابع و بهینه سازی و استفاده درست از آنها
- ❖ کاهش زمان اجرای پروژه ها و تسریع فرایند های انبوه سازی
- ❖ افزایش عمر مفید سازه ها
- ❖ کاهش هزینه های ساخت و ساز

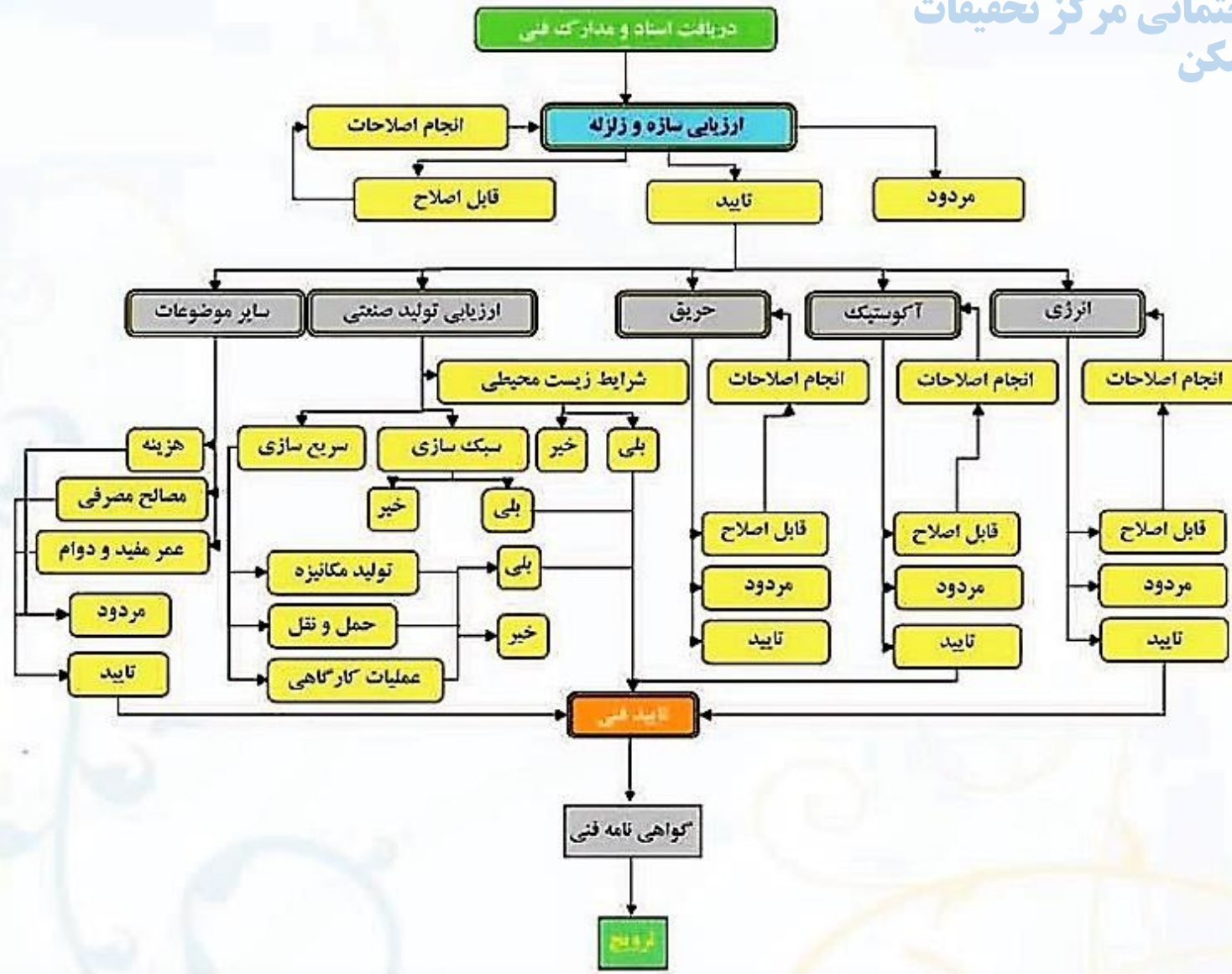


مزایای فناوریهای نوین در تولید ساختمان



- ✓ افزایش سرعت احداث ساختمان و کاهش زمان ساخت
- ✓ انبوه سازی ساختمان با استفاده از سیستم ها و فناوری های نوین
- ✓ صرفه جوئی در مصرف انرژی و در نتیجه کاهش اقلاف انرژی
- ✓ کیفیت بالای ساختمان و مقاومت در برابر حوادث طبیعی
- ✓ افزایش استحکام سازه با توجه به عمر بالای مصالح نوین ساختمانی
- ✓ کاهش پرت مصالح ساختمانی
- ✓ کاهش آلودگی محیط زیست
- ✓ سبک سازی ساختمان
- ✓ امکان کنترل کیفیت بر فرایند تولید در کارخانه
- ✓ ارتقاء جایگاه نیروی کار برای افراد تحصیل کرده در صنعت ساختمان
- ✓ امکان استفاده از نیروی کار دائمی در تمام فصول سال
- ✓ کاهش قیمت تمام شده ساختمان
- ✓ امکان کنترل دقیق تر مقررات ملی ساختمان

انواع سیستم های سازه ای برای تولید صنعتی ساختمان
نشریه فن آوری های نوین ساختمانی مرکز تحقیقات
ساختمان و مسکن



شاخص های ارزیابی فن آوری های نوین ساختمانی

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 حریق

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





شاخص های ارزیابی فن آوری های نوین ساختمانی

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 آکوستیک

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

شاخص های ارزیابی فن آوری های نوین ساختمانی

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 تولید صنعتی

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



موسسه آموزشی و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

نشریه فن آوری های نوین ساختمانی مرکز تحقیقات ساختمان ومسکن – انواع سیستم های سازه ای برای تولید صنعتی ساختمان

آشنایی با فن آوری های نوین ساختمانی کشور، دارای تاییدیه فنی از مرکز تحقیقات ساختمان ومسکن

• سیستم های کامل ساختمانی

1. مجموعه فناوری های نیک سیستم
2. سیستم قاب های سبک فولادی سرد نورد شده (LSF)
3. ساختمان های نیمه پیش ساخته با صفحات منفرد ساندویچی سقف و دیوار، شامل لایه میانی پلی استایرن و بتن پاششی 3D

• سیستم های سازه ای

1. ساختمان های بتن آرمه با قالب تونلی
2. سیستم قالب عایق ماندگار (ICF)
3. قابهای بتن مسلح پیش ساخته باديواربرشی بتن مسلح درجا
- سیستم قاب ساختمانی ساده بتن مسلح باستون پیش ساخته، تیرنیمه پیش ساخته، سقف هالو کور و دیوار برشی بتن مسلح درجا
- سیستم قاب ساده بتنی نیمه پیش ساخته K با دیوار برشی بتن مسلح درجا
4. سیستم دیوار باربر بتن مسلح ویژه
5. سیستم ساختمان های پیش ساخته با دیوار باربر متشکل از سقف و دیوارهای بتن آرمه با بتن سبک سازه ای (Large Panel)
6. ساختمان های بتن آرمه متشکل از دیوار باربر دو لایه و سقف های نیمه پیش ساخته با بتن درجا
7. ساختمان ها با صفحات دولایه ساندویچی 3D با بتن میانی درجا
8. سیستم اسکلت فولادی پیش ساخته با اتصالات پیچ ومهره ای



آشنایی با فن آوری های نوین ساختمانی کشور، دارای تاییدیه فنی از مرکز تحقیقات ساختمان ومسکن

ادامه سیستم های سازه ای

9. ساختمان های نیمه پیش ساخته با قاب های ساده مرکب فولادی- بتنی به همراه دیوار برشی بتن آرمه
10. سیستم دیوار بربرتن مسلح پیش ساخته اجرا شده با قالب های مدولار
 - روش اجرای سازه های بتنی سقف و دیوار با قالب یکپارچه
 - سیستم قالب بندی ساختمان های بتن آرمه
 - روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب های آلومینیومی
 - سیستم قالب بندی ساختمان های بتن مسلح با استفاده از میز پرنده
11. سیستم بتنی قاب خمشی پیرامونی ودال تحت
12. سیستم دیوارها وسقف های بتن مسلح پیش ساخته توخالی(سیستم داموس)
13. دیوارهای توپر وسقف های با هسته توخالی بتن مسلح پیش ساخته
14. سیستم ساختمانی ترونکو
15. سیستم سازه های بتن مسلح پیش ساخته مدولار سه بعدی
16. سیستم ساختمانی متشکل از پانل های ساندویچی بتن سبک با تکنولوژی JK STRUCTURE
17. سیستم خانه های پیش ساخته سریع النصب دادو
18. سازه های صدفی
19. قاب های خمشی پیش ساخته خاص
 - سیستم ساختمان های بتن مسلح پیش ساخته با فناوری R-PC
 - قاب خمشی ویژه بتن مسلح پیش ساخته با اتصالات دوگانه
19. سیستم ساختمانی بلوک های خشتی مسلح با تکنولوژی HABITECH



۱-۱- مجموعه فناوری های نیک سیستم

طی مراحل گوناگون تحقیق، از مرحله بیان ایده و طراحی تا ارائه و اجرای یک نمونه از نتایج حاصل از تحقیقات گذشته در مرکز طراحی اجزا و عملکرد آنها و مرتفع نمودن نیازهای معماری و آسایشی استفاده شده است، همچنین تلاش بسیاری جهت ارائه سیستمی مقاوم در برابر شرایط سانحه خیزی کشور، بهینه سازی اتصال، هماهنگی اجزا در ترکیب با یکدیگر، رفع مشکلات ساخت، تنظیم میزان قابل قبول انحراف از اندازه و موقعیت (رواداری ها)، ملزومات برپایی، چگونگی تسهیل عملیات نصب و اجرا، ایجاد ایمنی، کاهش ابزارها و تجهیزات مورد نیاز در زمان احداث، امکان سبک سازی، چگونگی طراحی اجزا متناسب با شرایط کار و ابعاد آنروپومتریکی انسان صورت گرفته است.



ضرورت کاربرد سیستم های ساختمانی پیش ساخته و مدولار که با تأکید بر ضوابط معماری و ساختمانی کشور و در راستای بومی سازی و سازگاری با شرایط داخلی طراحی شده باشد، موجب طرح سیستم ساختمانی جدیدی به نام «نیک سیستم» در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن گردید.

از ویژگی اصلی این سیستم که تا کنون برای ۱ تا ۳ طبقه طراحی شده است و طراحی ۴ و ۵ طبقه آن نیز در حال انجام است، رعایت کلیه ضوابط و مقررات ساختمانی کشور از جمله استاندارد ۲۸۰۰ می باشد. این سیستم به گونه ای طراحی شده است که ساخت آن قابل آموزش بوده و بدون نیاز به ماشین آلات سنگین و روی سطوح صاف و آماده سازی شده قابل اجرا می باشد.

ایده کار بر اساس استفاده از مصالح موجود در کشور مانند پروفیل قوطی بنا شده و طراحی سیستم بر پایه معماری مدولار و ارگونومیک و محاسبه در برابر زلزله برای مناطق مختلف کشور با پهنه خطر نسبی زیاد، نیروی باد حداکثر و امکان هماهنگی برای انواع شرایط اقلیمی، شکل گرفته است و انرژی و مصالح مصرفی در آنها بهینه شده است.



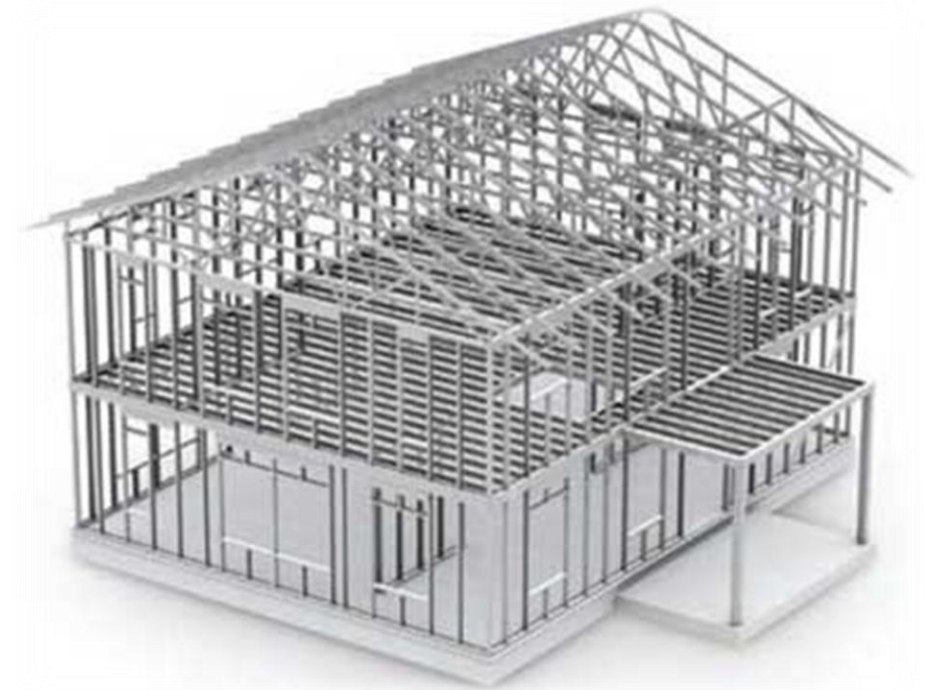


۱-۲- سیستم قاب های سبک فولادی سرد نورد شده

۱-۲-۱- سیستم ساختمانی قاب های سرد نورد شده (LSF) به شیوه اجرای طبقه ای

دال بتن آرمه، در صورت تامین یکپارچگی لازم بین بتن و پروفیل فولادی تیرچه، می تواند بعنوان یک سقف مرکب بتنی فلزی طراحی شود. در ساختمان های LSF، به منظور برابری جانبی سازه در دو امتداد اصلی متعامد، از دهانه های باربر جانبی استفاده می شود که تحت عنوان (Load Bearing Wall) نامیده می شود. دهانه های باربر به چهار روش ایجاد می شود که عبارتند از: سیستم دهانه های مهاربندی شده با اعضای قطری، سیستم دیوار برشی با ورق فولادی نازک، سیستم دیوار باربر با پوشش های OSB، سیستم دیوار برشی بتن آرمه. در حال حاضر در کشور ایران استفاده از سیستم دهانه های مهاربندی شده با اعضای قطری برای ساختمان های تا دو طبقه مسکونی و سیستم باربر جانبی دیوار برشی بتن آرمه برای ساختمان های تا پنج طبقه مجاز می باشد. عملکرد صوتی دیوارها و سقف های ساخته شده با این سیستم در صورت رعایت تمهیدات لازم به راحتی پاسخگوی انتظارات تعیین شده در مقررات ملی ساختمان می باشد. پروفیل های سرد نورد شده مقاومت کمی در برابر حریق دارند و باید به خوبی محافظت شوند. یکی از دلایل کاربرد گچ به عنوان پوشش داخلی این سیستم ها، دستیابی به این هدف است. از عمده مزایای ساختمان های سبک فولادی (LSF)، کاهش جرم ساختمان می باشد که تاثیر فراوانی در جهت کاهش هزینه های ناشی از مصالح، نیروی انسانی و نیز زمان احداث پروژه ها خواهد داشت. به کارگیری این سیستم در ساختمان های ۵ طبقه کشور با رعایت تمهیدات خاصی مقدور بوده است. این سیستم در زمینه های انرژی، حریق، آکوستیک و سازه در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می باشد.

ساختمان های پیش ساخته فولادی سبک (Light Weight Steel Frame) موسوم به LSF به صورت اجرای خشک و عمدتاً با استفاده از اتصالات پیچی و به روش تولید صنعتی بکار گرفته می شوند. این ساختمان ها از سه جزء اصلی شامل ورق های فولادی سرد نورد شده جهت تامین سازه، صفحات تخته گچی بعنوان پوشش رویه درونی و لایه عایق حرارتی و صوتی، تشکیل می شوند. کاربرد این ساختمان ها به عنوان یک سیستم سازه ای مستقل، اکثراً در انبوه سازی ساختمان های دو طبقه، دفاتر و ساختمان های تجاری کوچک، واحدهای صنعتی و سالن های ورزشی در یک طبقه می باشد. به نظر می رسد این سیستم سازه ای توانایی ترکیب شدن با سیستم های سازه ای دیگر، همانند دیوارهای بتن آرمه سازه ای را نیز دارا می باشد و می تواند در ساخت ساختمان های کوتاه مرتبه به صورت سیستم سازه ای مختلط بکار گرفته شود. جهت ساخت مقاطع سرد نورد شده مطابق آیین نامه های مربوط به این سازه ها، استفاده از اشکال مختلف مجاز می باشد. این مقاطع معمولاً دارای ابعاد متنوع و محدوده تغییرات ضخامتی بین ۰/۶ الی ۲/۵ میلی متر می باشد؛ اتصال سازه LSF به شالوده به واسطه یک کلاف افقی با مقطع C شکل صورت می گیرد. اجزاء قائم این سیستم به عنوان عضو باربر ستونی در بارهای ثقلی عمل می نمایند، برخی از این اعضا که در دهانه مهاربندی جانبی سازه قرار می گیرند علاوه بر بار ثقلی، متحمل نیروهای ناشی از بارهای جانبی نیز می شوند، این اعضا تحت نام وادار (Stud) در این سیستم معرفی می شوند. سقف سازه این ساختمان ها متشکل از تیرچه های فلزی سرد نورد شده بوده که فواصل تیرچه ها با توجه به میزان ظرفیت باربری عضو و ابعاد قطعات پوشش سقف که می تواند تخته های چوبی، سیمانی و یا دال بتن آرمه باشد تعیین می شود. تیرها و تیرچه ها عمدتاً دارای مقاطع با اشکال C یا Z می باشند، پوشش سقف با





معرفی سیستم قاب های سبک فولادی سرد نورد شده (LIGHT WEIGHT STEEL FRAME)



- سیستم قاب های فولادی سبک (LSF) بعنوان یک سیستم متشکل از مقاطع فولادی سرد نورد شده (CFS) بوده که اجزاء آن با اتصالات پیچی، پرچی یا جوشی به یکدیگر متصل می شوند.

- روش های قاب بندی قاب های فولادی سبک به دو شیوه قابل اجرا می باشد.

۱- روش قاب بندی طبقه ای **Plat Framing**

۲- روش قاب بندی با دیوارهای ممتد **Balloon Framing**

در این حالت یک سیستم کامل ساختمانی تشکیل می گردد.

- روش دیگری که جزء روش های قاب بندی قاب های فولادی سبک نمی باشد، سیستم قاب خمشی یک طبقه با مقاطع سردنورد شده می باشد.





۱-۳- ساختمان های نیمه پیش ساخته با صفحات منفرد ساندویچی سقف و دیوار، شامل لایه میانی پلی استایرن و بتن پاششی (۳D)

انجام بتن پاشی، سطح بتن در دو مرحله به وسیله ماله تخت‌ای و ماله فلزی پرداخت می‌شود.

مزایای این سیستم در سه بخش معماری، سازه و اقتصادی عبارتند از: انعطاف‌پذیری پانل‌های ساندویچی برای ایجاد اشکال مختلف در بازشوها و فضاهای داخلی ساختمان، افزایش فضای مفید به دلیل ضخامت کم پانل‌ها، کاهش جرم ساختمان، باز پخش بیشتر نیرو به دلیل پیوستگی بین دیوارها و سقف، سهولت نصب پانل‌ها، کاهش زمان اجرای پروژه و نیروی انسانی مورد نیاز، امکان احداث سریع ساختمان و اسکان آسیب دیدگان ناشی از بلایای طبیعی. هم‌چنین از نقطه ضعف این سیستم می‌توان موارد زیر را برشمرد: ترد بودن فولادهای پیش کشیده، دشواری رعایت رواداری‌ها به هنگام نصب و شاقول کردن پانل‌ها، دشواری کنترل ضخامت بتن پاشیده، عدم امکان ایجاد حفره در داخل بتن پاشیده شده داخل اتصال، عدم دست یافتن به مقاومت‌های بالای بتن، امکان ایجاد خوردگی در شبکه فولادی، عدم امکان دسترسی برای تعمیر یا اصلاح مسیر تأسیساتی. این سیستم در زمینه‌های انرژی، حریق، آکوستیک و سازه، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن، در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز است.



ساختمان‌های نیمه‌پیش ساخته با صفحات منفرد ساندویچی ۳D، بنا به ملاحظات لرزه‌ای، انرژی، حریق و آکوستیک برای احداث ساختمان‌ها، تا ۲ طبقه مسکونی مجاز است. پانل ۳D، شامل یک شبکه خرپای فضایی از میلگردهای ساده، یک لایه پلی‌استایرن و دو لایه بتن پوششی در طرفین است. شبکه خرپای فضایی، از اتصال شبکه‌های فولادی ساخته شده به روش جوش نقطه‌ای اتوماتیک توسط، میلگردهای مورب حاصل می‌شود. در تولید این پانل‌ها، ابتدا لایه پلی‌استایرن به ضخامت ۴ الی ۹ سانتی‌متر، روی شبکه فولادی تحتانی قرار گرفته و میلگردهای مورب توسط دستگاه، از داخل لایه پلی‌استایرن عبور داده شده و به شبکه فولادی تحتانی جوش می‌شوند. در مرحله بعد، شبکه فولادی فوقانی بر روی مجموعه قرار گرفته و به میلگردهای مورب جوش داده می‌شود. در این سیستم بازشوها در زمان تولید در کارخانه و یا قبل از نصب، تعبیه شده، و تقویت‌های لازم در گوشه‌ها با استفاده از شبکه فولادی انجام شود.

لازم است پانل‌ها برای تحمل برش و خمش وارده در سقف و تحمل بار محوری و برش عرضی در دیوارها طراحی شوند و جزئیات لازم برای یکپارچه نمودن اجزاء سیستم به دقت مورد توجه قرار گیرد. در این پانل‌ها، لایه پلی‌استایرن علاوه بر نقش قالب‌بندی، در عایق‌کاری حرارتی، برودتی و صوتی نیز موثر است. پانل‌های ۳D در قطعاتی با عرض یک متر و طول سه متر در کارخانه تولید می‌شوند. پس از حمل به کارگاه و اجرای زیرسازی مناسب، در موقعیت خود قرار داده شده و به یکدیگر متصل می‌شوند. پس از نصب و اجرای تأسیسات برقی و مکانیکی لازم، دو سمت پانل‌ها به ضخامت ۴ الی ۷ سانتی‌متر با بتن ریزدانه بتن پاشی می‌شود. پس از





۱-۲- ساختمان های بتن آرمه با شیوه قالب های تونلی

با انجام مدیریت صحیح در اجرا و با استفاده از فناوری های روز و به کارگیری تکنولوژی های جدید در تسریع گیرش و افزایش مقاومت بتن، می توان سرعت اجرا را به طور چشمگیری افزایش داد. هم اکنون، با استفاده از روش تونلی، انبوه سازان با برنامه ریزی اجرای یک طبقه در دو روز، مجتمع های مسکونی بزرگ را می سازند. از معایب این روش، محدودیت در طراحی فضاهای داخلی است و لازم است طراحی بر طبق محدودیت های اجرا در خصوص ابعاد قالب و قالب گذاری و به صورت مدولار انجام شود.

در ساختمان های اجرا شده به روش تونلی، ابتدا آرماتوربندی و تعبیه مسیرهای تاسیسات مکانیکی و برقی در دیوارها انجام می شود و هم زمان با این اقدامات، قالب بندی بازشوی مورد نیاز برای تاسیسات و در پنجره اجرا می شود. قالب های دو طرف دیوار را به صورت پشت به پشت، قالب بندی می کنند و با قرار گرفتن قالب های متوالی در کنار هم، بدون قالب واسط سقفی یا همراه با آن، مجموعه قالب های دیوار و سقف را تشکیل می دهند.

در مرحله بعد، آرماتوربندی سقف و جاگذاری مسیرهای برق انجام می شود و قالب هایی برای خالی ماندن محل داکت ها و دیگر حفره های لازم در سقف نصب می شود. در ادامه، بتن ریزی سقف ها و دیوارها به صورت یکپارچه و در یک مرحله انجام می شود. اجرای جدارهای بتنی پرداخت شده، نیاز به نازک کاری بر روی سطوح آن ها 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 می باشد.

سیستم موسوم به تونلی، یکی از روش های مورد استفاده برای اجرای ساختمان های با سیستم باربر دیوار و سقف بتنی است. از آنجایی که اجرای قالب بندی سقف و دیوار به صورت سلولی و هم زمان انجام می گردد به نام تونلی مرسوم است. در سیستم اجرای تونلی، دیوارها و سقف های بتن مسلح به صورت هم زمان آرماتوربندی، قالب بندی و بتن ریزی می شوند. این روش، ضمن افزایش سرعت و کیفیت اجرا، عملکرد سازه ای و رفتار لرزه ای مجموعه سازه را به لحاظ یکپارچگی اعضا و اتصالات آن ها به نحو چشمگیری بهبود می بخشد.

قالب های مورد استفاده، به اندازه تقریبی ابعاد فضاها هستند. برای قالب بندی یا قالب برداری، نیاز به تبدیل آن ها به ابعاد کوچک نیست و با همان ابعاد اولیه و به صورت یکپارچه از فضا خارج می شوند. خروج قالب های تونلی، پس از بتن ریزی دیوار و سقف و گیرش اولیه بتن، با فاصله دادن قالب ها از جدارهای بتن ریزی شده (قالب برداری) و با حرکت افقی روی چرخ یا غلتک صورت می گیرد. جدارهایی که با استفاده از این روش اجرا می شوند جدارهای اصلی داخلی و بعضی جدارهای خارجی (جانبی) هستند.

سازه ساختمان های اجرا شده با سیستم تونلی، سازه ای نسبتاً شناخته شده بوده و از دیدگاه عملکرد لرزه ای اشکال عمده ای ندارد. تجربه زلزله های گذشته رفتار مناسب سازه این ساختمان ها را نشان داده است.

در ساختمان های اجرا شده با این روش، در برخی موارد، برای افزایش سهولت و سرعت اجرا، اجزای غیرسازه ای مانند دیوارهای جداکننده، پله ها و پانل های نما به صورت پیش ساخته در نظر گرفته می شوند و پس از تکمیل سازه اصلی، به آن متصل می شوند که این امر در مورد سازه پله ها توصیه نمی شود.

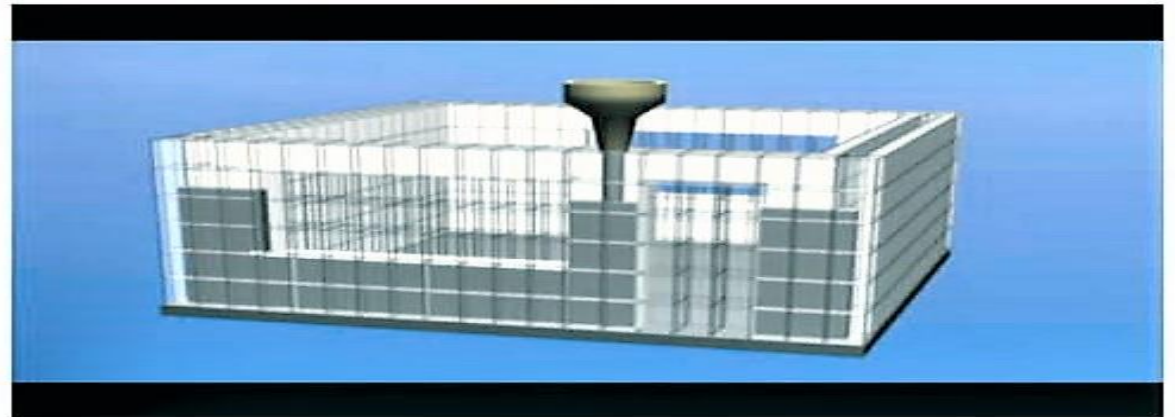




۲-۲- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب های عایق ماندگار (ICF) ۲-۲-۱- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح دیوار باربر با قالب عایق ماندگار

مدول‌های کارخانه‌ای این سیستم سبک بوده و قابلیت حمل و نقل و نصب سریع در اجرا را دارا می‌باشد، به‌طوری‌که اجرای بالغ بر ۲۰ متر مربع نفر-روز کاری را مقدور می‌کند. ضخامت نسبتاً قابل ملاحظه دیوارهای تمام شده معماری را می‌توان یکی از محدودیت‌های این سیستم عنوان کرد.

این سیستم، شیوه اجرای ساختمان بتن آرمه درجا با قالبهای عایق ماندگار پلی‌استایرنی می‌باشد که سازه حاصل از آن، یک ساختمان بتن مسلح و در زمره سازه‌های متداول، تلقی می‌شود. در این سیستم ساختمانی، قالب‌های دیوار و سقف با استفاده از مفتول آهن گالوانیزه به قطر ۲.۲ میلی‌متر، به صورت شبکه جوش شده، در محل کارخانه ساخته شده و در وجود داخلی و خارجی قالب پانل‌هایی از مصالح عایق کننده، مانند پلی‌استایرن منبسط شونده کند سوز، قرار داده می‌شود. قالب‌های دیوار بتنی با امکان آرماتوربندی به میزان مورد نیاز و با ضخامت مورد نظر طراح، از ۸۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر و بیشتر برای دیوارها و قالب‌های سقف، بصورت تیردال یک یا دوطرفه با عمق و فواصل تیرچه‌های متغیر و دلخواه، توسط خطوط تولید در مقیاس نسبتاً زیاد، قابل تولید است. خط تولید کارخانه این سیستم، می‌تواند مدول‌های لازم برای ساخت واحدهای مسکونی را تولید کند.





۲-۲-۲- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار مسطح عمودی

لایه پلی استایرن دو طرف علاوه بر اینکه به عنوان قالب ماندگار بتن عمل می کند، به عنوان عایق صوت و حرارت نیز محسوب می شود. حال آنکه خطر بروز آتش سوزی و انتقال و گسترش آتش در این سیستم به عنوان عامل محدود کننده محسوب می شود. به همین دلیل، علت اصلی اعمال محدودیت در ارتفاع و تعداد طبقات این سیستم، نوع پوشش اعمال شده روی لایه های پلی استایرن و محافظت آنها در برابر آتش می باشد. هم-چنین تامین ضوابط مربوط به شکل پذیری متوسط و ویژه می بایست در اتصالات ارائه شده لحاظ شود.

این سیستم، در زمینه های سازه، زلزله، انرژی، حریق و آکوستیک در این مرکز مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات تدوین شده، مجاز است.

شیوه اجرای قالب های ماندگار عمودی به عنوان زیر مجموعه ای از سیستم قالب ماندگار ICF محسوب می شود. در این روش، خریاهای ویراندل ساخته شده از فولاد گالوانیزه، عمود بر راستای دیوار و با استفاده از اتصالات درجا بوسیله ناودانی های ساخته شده از فولادهای گالوانیزه به شالوده متصل می شوند. پس از آن قالب های ماندگار از جنس PVC به شکل نوارهای نسبتاً نازک بریده می شوند و بصورت کشویی در دو طرف محور دیوار و در فاصله بین دو خریای ویراندل مجاور قرار می گیرند. آرماتورهای قائم محاسبه شده برای دیوار بصورت دستی در محل خود قرار گرفته و به خریاها بسته می شوند. آرماتورهای افقی نیز روی اضلاع افقی خریای ویراندل قرار گرفته و به آن بسته می شوند.

لازم به ذکر است که سازه حاصل از این روش اجراء، از نوع دیوار باربر بتن مسلح بوده و با شرط رعایت ضوابط مربوط به اتصالات عناصر سازه ای به یکدیگر، در شرایط شکل پذیری متنوعی قابل اجرا است.





۲-۲-۳- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار مسطح پانلی



این روش اجرا یکی از انواع شیوه های اجرای سیستم ICF می باشد. در این روش قالب های ماندگار بصورت پانل های مستطیلی در کارخانه تولید و به کارگاه منتقل می شوند. این پانل ها متشکل از دو لایه ورق پلی استایرن، مش میانی و آرماتورهای خرپائی برای نگه داشتن آرماتورهای افقی و عمودی تعبیه شده می باشد.

سازه حاصل از این شیوه اجرا جزو سازه های دیوار باربر بتن مسلح محسوب شده و با شرط رعایت الزامات و ضوابط مندرج در آئین نامه های ملی و بین المللی، در شرایط مختلف شکل پذیری قابل اجرا می باشد.





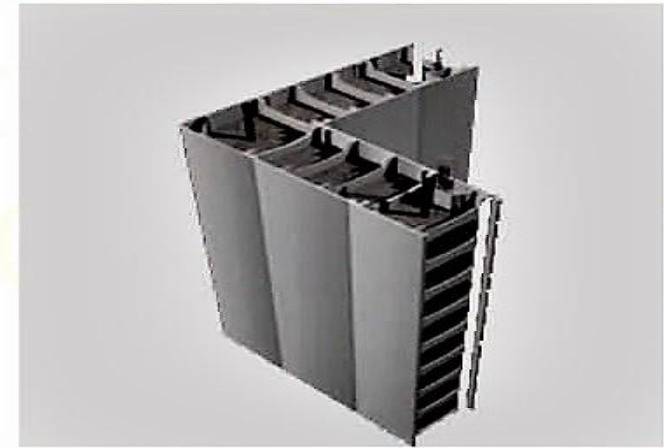
۲-۳-۴- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار پلیمری (سیستم RBS)

الزامات روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار پلیمری (سیستم RBS)

- ۱- سیستم سازه ای حاصل از این روش اجرا، یک سیستم سازه ای دیوار باربر با دیوارهای برشی بتن مسلح می باشد. در صورتی که در این سیستم، ضوابط شکل پذیری (متوسط یا زیاد) بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ ایران و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "طرح و اجرای ساختمان های بتن آرمه" رعایت نشود، با استناد به بند ۹-۲۰-۲-۵-۲ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران، کاربرد این سیستم صرفاً در مناطق با خطر نسبی کم و متوسط و برای ساختمان های دارای اهمیت کم و متوسط تا حداکثر ارتفاع ۱۰ متر مجاز می باشد. بدیهی است در صورتی که ضوابط شکل پذیری تامین شود با رعایت ضوابط مقاومت در برابر حریق، حداکثر ارتفاع ساختمان در کلیه پهنه های لرزه خیزی کشور مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران، ۵۰ متر از تراز پایه می باشد.
- ۲- ضخامت دیوارهای سازه ای بتنی نباید از ۱۵ سانتی متر کمتر باشد.
- ۳- بتن مصرفی در دیوارهای سازه ای بتنی باید از نوع بتن سازه ای و با حداقل مقاومت ۲۰ مگاپاسکال و حداکثر اندازه اسمی سنگدانه مصرفی، ۲۰ میلی متر باشد.
- ۴- بارگذاری ثقلی و لرزه ای این سیستم، به ترتیب بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "بارهای وارد بر ساختمان" و استاندارد ۲۸۰۰ صورت گیرد.

این سیستم، یک روش برای اجرای ساختمان های بتن مسلح درجا از نوع دیوار باربر با استفاده از قالب های ماندگار مسطح پلیمری است. این قالب های پلیمری دارای طولی در حدود ۱۵ و ۲۵ سانتی متر و ارتفاعی برابر ارتفاع طبقه بوده و بسته به نیاز دارای ضخامت های مختلفی می باشند. از کنار هم قرار دادن قالب های مذکور به صورت کشویی، یک قالب پیوسته برای دیوار بتنی شکل می گیرد. این قالب ها سبک بوده و قابلیت حمل و نقل و نصب سریع در اجرا را دارا می باشند. در یک نوع از این قالب ها، یک لایه ایزولاسیون پلی اورتان نیز تعبیه شده است. این قالب های پلیمری به عنوان سطح تمام شده داخلی یا خارجی نیز می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

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





۲-۲-۵- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار بلوکی

سقف در این سیستم از نوع دال‌های نیمه پیش‌ساخته می‌باشد، که پس از استقرار توسط میلگردهای تعبیه شده به دیوارها متصل می‌شود. با توجه به اینکه مطابق ضوابط فنی حداقل ضخامت دیوارهای بتن مسلح ۱۵ سانتی‌متر می‌باشد، امکان تامین این ضخامت و ضخامت‌های بالاتر یکی از مزایای روش اجرای KBS محسوب می‌شود. این روش اجرا، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می‌باشد.



روش اجرای KBS یکی از انواع شیوه‌های اجرای سیستم ICF می‌باشد. سیستم سازه‌ای حاصل از این روش اجرا، یک سیستم سازه‌ای دیوار باربر با دیوارهای برشی بتن مسلح بوده که محدودیت‌های آن مطابق استاندارد ۲۸۰۰ می‌باشد.

در این روش، قالب‌های عایق ماندگار به صورت پانل‌های مستطیلی در کارخانه تولید و به کارگاه منتقل می‌شوند. قالب‌های عایق ماندگار KBS متشکل از دو لایه ورق پلی‌استایرن به ضخامت‌های ۵ یا ۱۰ سانتی-متر، بسته به محل استفاده، می‌باشند. برای اتصال لایه‌های پلی‌استایرن در ارتفاع از تیوپ‌های پلی‌پروپیلن که در فواصل ۱۲/۵ سانتی‌متری تعبیه شده‌اند، استفاده می‌شود. همچنین برای اتصال لایه‌های پلی‌استایرن طرفین به یکدیگر و تشکیل قالب از رابط‌های پلی‌پروپیلن و شبکه میلگرد طولی استفاده می‌شود. پس از استقرار قالب‌ها، قسمت میانی آن مطابق محاسبات میلگردگذاری شده و بتن‌ریزی می‌شود. در زمان بتن‌ریزی به منظور نگه‌داری قالب‌ها، لازم است در فواصل ۱/۲ تا ۱/۷۵ متری پشت‌بند اجرا شود.

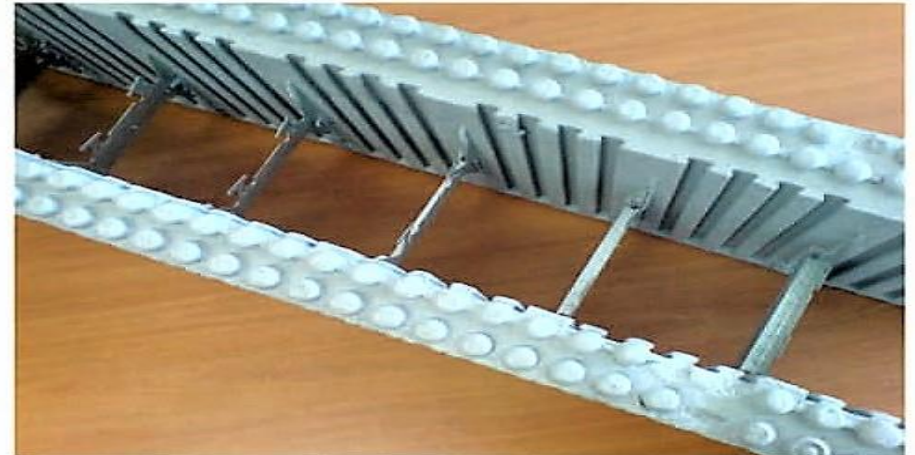


۲-۲-۶- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح دیوار باربر با قالب های عایق ماندگار بلوکی پلی استایرن و نئوپور



روش اجرای ساختمان های بتن مسلح دیوار باربر با قالب های عایق ماندگار بلوکی نئوپور و پلی استایرن یکی از انواع شیوه های اجرای سیستم ICF می باشد. سیستم سازه ای حاصل از این روش اجرا، به عنوان سیستم سازه ای دیوار باربر با دیوارهای برشی بتن مسلح محسوب می شود. در صورتی که ضوابط شکل پذیری بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ و مبحث نهم مقررات ملی ایران رعایت نشود، با استناد به بند ۹-۲۰-۲-۵-۲ مبحث نهم مقررات ملی ایران، کاربرد این سیستم صرفاً در مناطق با خطر نسبی کم و متوسط و برای ساختمان های دارای اهمیت کم و متوسط تا حداکثر ارتفاع ۱۰ متر مجاز می باشد. بدیهی است در صورتی که ضوابط شکل پذیری رعایت شود، ضمن رعایت ضوابط مقاومت در برابر حریق، حداکثر ارتفاع ساختمان براساس ضوابط آیین نامه ۲۸۰۰ ایران، ۵۰ متر از تراز پایه می باشد. در این سیستم از قالب های عایق ماندگار بلوکی استفاده می شود. این بلوک ها در ابعاد و ضخامت های مختلف با استفاده از پلی استایرن

منبسط شونده کند سوز و نئوپور تولید می شوند. برای اتصال طرفین قالب از رابط های فلزی استفاده می شود. اتصال این بلوک ها در ارتفاع و در طول با استفاده از کام و زبانه تعبیه شده در بلوک ها انجام می شود. در زمان بتن ریزی به منظور نگهداری قالب ها و ایجاد داربست برای اجرای طبقات بالاتر، لازم است در فواصل مناسب پشت بند اجرا شود. این روش اجرا، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می باشد.



۲-۲-۷- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب های عایق ماندگار از جنس صفحات سیمانی حاوی تراشه های چوب (صفحات چوب سیمانی)

ماندگار بلوکی و پانلی) را فراهم می‌سازد. تنها محدودیت این روش این است که نیاز به دقت بالا در هنگام قالب بندی دارد تا از به وجود آمدن هرگونه بار اضافی که بیش از توان بیشینه صفحات باشد، جلوگیری به عمل آورد.



اجرای ساختمانهای بتن مسلح با قالبهای عایق ماندگار جزء سیستم‌های متداول در کشور است. هرچند بهره‌گیری از این سیستم باعث افزایش سرعت ساخت و کاهش حجم عملیات قالب بندی می‌شود، ولیکن بنا به نوع قالب انتخابی اجرای نما همچنان به عنوان یک روند زمانبر محسوب می‌شود. تخته‌های سیمانی از جمله پوشش‌های دیواری هستند که مورد تائید مرکز بوده و امکان استفاده از آنها در حیطه الزامات مربوطه مجاز شناخته شده است. استفاده از این تخته‌ها به عنوان قالب‌های ماندگار، با توجه به مقاومت و دوام آنها می‌تواند راه حل مناسبی برای رفع مشکل نماسازی باشد. بدین منظور، روش اجرای ساختمان‌های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار، با قالبهایی از جنس صفحات سیمانی در این مرکز بررسی و مورد تائید قرار گرفت. نکته دیگری که در خصوص این روش اجرایی حائز اهمیت است این است که امکان تهیه یک دیوار باربر با مقطع یکپارچه مستطیلی (و نه بصورت مجوف، همانند روشهای قالب عایق





۸-۲-۲- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار از جنس بلوک های چوبی - سیمانی



سیستم ساختمانی دیوار باربر بتن مسلح در زمره سیستمهای ساختمانی مندرج در آئین‌نامه ۲۸۰۰ ایران است که روشهای مختلفی برای اجرای آن وجود دارد. یکی از این شیوه های اجرا، سیستم قالبهای عایق ماندگار است که قبلاً نیز به عنوان شیوه‌های اجرای مورد تأیید معرفی شده است. تفاوت شیوه‌های مختلف اجرایی موجود، در انتخاب قالبهاست. تجربه استفاده از انواع مرسوم قالبهای پلی‌استایرنی و پلیمری در کشور وجود دارد ولیکن بلوکهای چوب-سیمانی که بیشتر برای تولید دیوارهای غیرباربر مورد تأیید قرار گرفته‌است، با توجه به عملکرد مطلوب در زمینه‌های انرژی، حریق و آکوستیک، گزینه مطلوبی برای بهره‌گیری به



عنوان قالب عایق ماندگار به شمار می‌رود. لذا با بررسی‌های به عمل آمده در زمینه رفتار این قالب‌ها و همخوانی آن با روند اجرای ساختمانهای با سیستم دیوار باربر، روش اجرای سازه‌های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار از جنس این بلوکها به تأیید مرکز رسید.



۳-۲-۱- سیستم قاب ساختمانی ساده بتن مسلح با ستون پیش ساخته، تیر نیمه پیش ساخته، سقف هالوکور و دیوار برشی بتن مسلح درجا

در دیافراگم سقف، باید در محل اتصال پانل‌های سقف پیش‌ساخته به تیر نیمه پیش‌ساخته و همچنین اتصال ساده تیر نیمه پیش‌ساخته به ستون پیش‌ساخته، میلگردهای تامین‌کننده یکپارچگی اعضا، به طور مناسب طراحی و اجرا شوند. در این سیستم، اتصال تیرها به ستون‌ها از نوع اتصال



ساده نشیمن می‌باشد، که با جوش دادن پلیت تعبیه شده روی کربل ستون به نبشی تعبیه شده در قسمت نشیمن تیر نیمه پیش‌ساخته محقق می‌شود. به منظور تامین یکپارچگی و افزایش درجه نامعینی سیستم و ممانعت از بروز مودهای خرابی پیش‌رونده، خاموت‌های انتظار در روی تیرها تعبیه شده است تا در محل نشیمن تیر روی ستون، با عبور دادن آرماتورهای منفی از داخل خاموت‌های مذکور و سوراخ‌های تعبیه شده در داخل ستون، یکپارچگی بین ستون و تیر تامین شود. این سیستم سازه‌ای در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن، در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می‌باشد.

در این سیستم ساختمانی، ستون‌ها تا حداکثر ۳ طبقه به صورت پیش‌ساخته، تیرها به صورت نیمه‌پیش‌ساخته و سقف‌ها از نوع مجوف (Hollow core) هستند. در این سیستم از قاب‌های ساختمانی ساده برای باربری ثقلی و از دیوار برشی بتن مسلح درجا برای باربری جانبی سازه استفاده می‌شود. در راستای اطمینان از کفایت پی سازه در تحمل بارهای وارده، از شالوده بتن مسلح درجا استفاده می‌شود. در مواردی که ستون تحت نیروی کششی قرار نگیرد، می‌توان از گزینه اتصال گلدانی نیز استفاده نمود. به منظور اتصال ستون‌های پیش‌ساخته به فونداسیون سازه لازم است تمهیداتی در انتهای ستون‌های پیش‌ساخته در نظر گرفته شود. در این سیستم این اتصال به کمک ورق‌های پای‌ستون و میل مهارهای فولادی انجام می‌شود. از جمله موارد حائز اهمیت در سیستم‌های بتنی پیش‌ساخته تامین یکپارچگی سازه و اجرای صحیح و دقیق اتصالات می‌باشد. از این رو در این سیستم به منظور تامین یکپارچگی و صلیبت لازم





۲-۳-۲- سیستم قاب ساده بتنی نیمه پیش ساخته K با دیوار برشی بتن مسلح درجا

الزامات سیستم قاب ساده بتنی نیمه پیش ساخته K با دیوار برشی بتن مسلح درجا

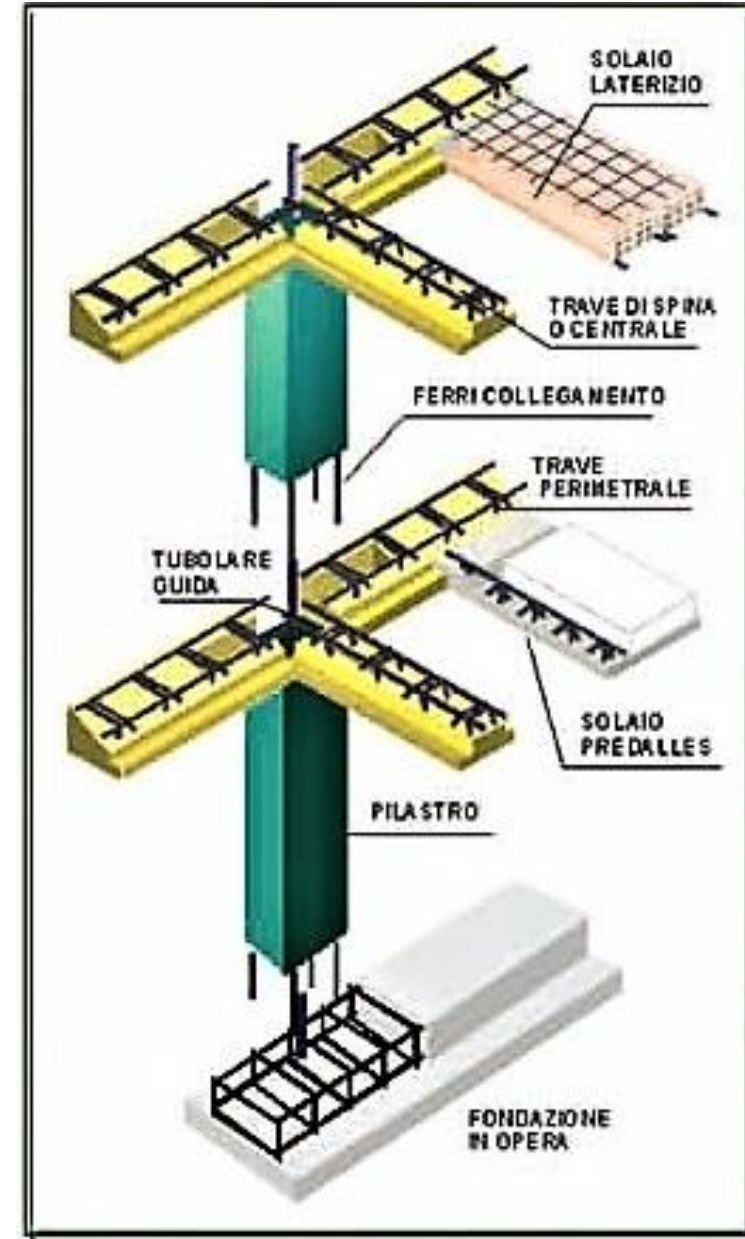
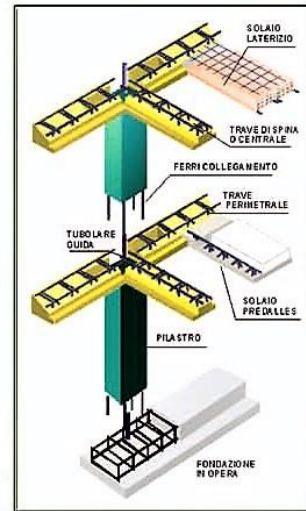
- ۱- اجرای این سیستم سازه‌ای به صورت قاب ساختمانی ساده بتن مسلح متشکل از اعضای نیمه‌پیش‌ساخته با اتصالات تر (درجا) و دیوارهای برشی بتن‌آرمه درجا است که محدودیت‌های آن مطابق استاندارد ۲۸۰۰ می‌باشد.
- ۲- ضخامت دیوارهای بتن‌آرمه نباید از ۱۵ سانتی‌متر کمتر باشد.
- ۳- بتن مصرفی باید از نوع بتن سازه‌ای و با حداقل مقاومت ۲۰ مگاپاسکال باشد.
- ۴- منظم بودن ساختمان در پلان و ارتفاع مطابق استاندارد ۲۸۰۰ الزامی است.
- ۵- بارگذاری ثقلی و لرزه‌ای این سیستم، به ترتیب بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "بارهای وارد بر ساختمان" و استاندارد ۲۸۰۰ صورت گیرد.
- ۶- در طراحی سازه‌ای این سیستم، مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "طرح و اجرای ساختمان‌های بتن‌آرمه" مد نظر قرار گیرد و در طراحی، ساخت، نصب و اجرای اعضا و اتصالات قطعات پیش‌ساخته، رعایت آخرین ویرایش آیین‌نامه ACI 318 و راهنمای طراحی PCI الزامی است.
- ۷- در صورت تعبیه اعضای مرزی در دیوارهای برشی بتن مسلح، ضروری است این اعضا به صورت درجا اجرا شوند و در نظر گرفتن ستون‌های پیش‌ساخته قاب به عنوان اعضای مرزی مورد تایید نمی‌باشد.

در سیستم نیمه پیش‌ساخته K، اعضای همچون تیر، ستون و سقف به صورت نیمه‌پیش‌ساخته در کارخانه تولید شده که پس از انتقال به محل با استفاده از بتن ریزی درجا در محل اتصالات، پیوستگی سازه حاصل می‌شود. در این سیستم، تیرها و ستون‌ها به همراه اتصالاتشان تشکیل یک قاب ساده بتن مسلح را می‌دهند که بارهای ثقلی در این سیستم توسط این قاب‌ها تحمل شده و به شالوده منتقل می‌شود. شالوده در این سیستم به صورت درجا اجرا می‌شود.

برای تحمل بارهای جانبی وارده به سیستم، دیوارهای برشی بتن مسلح در نظر گرفته شده است که به صورت درجا اجرا شده و از طریق دیافراگم سقف به قاب‌های بتنی اتصال دارد. دیافراگم سقف در این سیستم از نوع صلب می‌باشد. سایر قطعات الحاقی به ساختمان مانند راه‌پله‌ها نیز به صورت پیش‌ساخته تولید می‌شود.

به علت نیمه‌پیش‌ساخته بودن قطعات، به نیرو و زمان کمتری جهت ساخت این سیستم نیاز بوده و کنترل کیفیت اعضا به راحتی در کارخانه صورت می‌گیرد. این سیستم در مرکز

تحقیقات ساختمان و مسکن مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده مجاز است.



۲-۴- سیستم دیوار باربر بتن مسلح ویژه

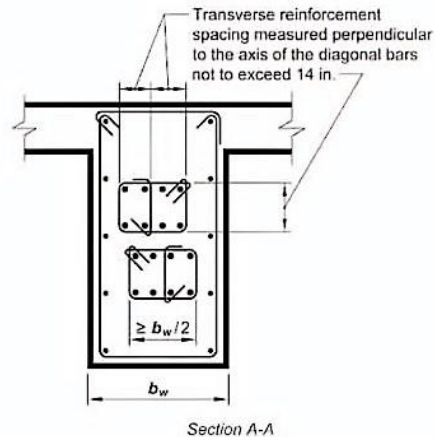
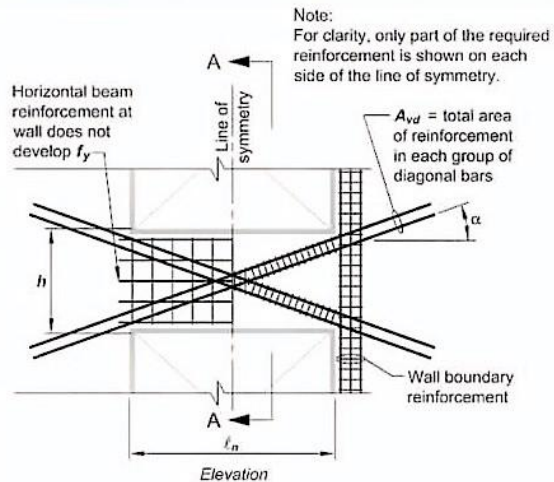
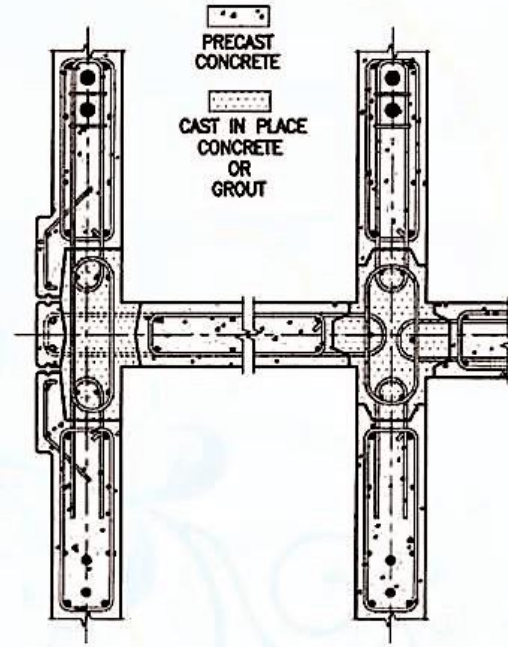
در این سیستم سازه ای بتنی، اتصال قطعات پیش ساخته بتن مسلح دیواری در امتدادهای افقی و قائم، عمدتاً توسط قلاب های U شکل که در کناره های این قطعات تعبیه شده است صورت می گیرد. بعد از نصب این قطعات، با افزودن آرماتورهای طولی (موازی لبه قطعه و رد شده از حلقه قلاب ها)، قلاب های U شکل یاد شده به یکدیگر دوخته شده و سپس فضای بین این قطعات که باید به یکدیگر متصل شوند، با بتن کاملاً پر می شود.

بارهای مرده و زنده از طریق دال های بتن آرمه کف به دیوارهای بتنی منتقل شده و دیوارها، نیروهای ناشی از بارهای وارده را به شالوده منتقل می نمایند.

در این سیستم، پانل های دیواری علاوه بر تحمل بارهای ثقلی ساختمان، بارهای جانبی اعمالی را نیز به صورت دیوار برشی تحمل می نمایند در نتیجه این نوع سیستم در دست بندی سازه ای، یک سیستم دیوار باربر از نوع دیوار برشی بتن مسلح می باشد.

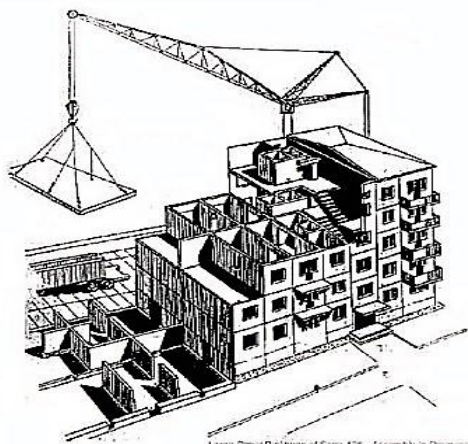
بدلیل اتصالات ویژه، این سیستم قابل کاربرد در کلیه پهنه های لرزه خیزی کشور می باشد.

این سیستم سازه ای در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن بررسی شده و کاربرد آن در حیطه الزامات تدوین شده مورد تایید است.





۲-۵- سیستم ساختمان های پیش ساخته با دیوار باربر متشکل از سقف و دیواره های بتن آرمه با بتن سبک سازه ای



سیستم Large Panel یا سیستم Box Type در دسته بندی سیستم‌های پیش ساخته بتنی Tilt Up قرار می‌گیرد. در این سیستم، پانل‌های دیواری، علاوه بر تحمل بارهای ثقلی، بارهای جانبی را نیز به صورت دیوار برشی تحمل می‌نمایند، در نتیجه این نوع سیستم در دسته بندی سازه‌ای، یک سیستم دیوار باربر با دیوار برشی می‌باشد.

بارهای مرده و زنده از طریق دال‌های بتن آرمه کف که از طریق اتصالات مفصلی یا غلطکی به دیوارها متصل می‌باشند، انتقال یافته و دیوارها نیروهای ناشی از بارهای وارده را به شالوده منتقل می‌نمایند.

سیستم باربر جانبی سیستم پیش ساخته فوق شامل دیوارهای پیش ساخته بتن آرمه بوده که به صورت دیوار برشی عمل نموده و در برابر نیروهای برشی ناشی از بارهای جانبی مقاومت می‌نمایند. در این سیستم به دلیل استفاده از پانل‌های دیواری برای باربری ثقلی و اتصالات مفصل مابین کف‌ها و دیوارها، امکان استفاده از سیستم باربری جانبی از نوع قاب خمشی نمی‌باشد و تنها سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی، پانل‌های دیواری است که به صورت دیوار برشی در برابر نیروهای جانبی مقاومت می‌نمایند.

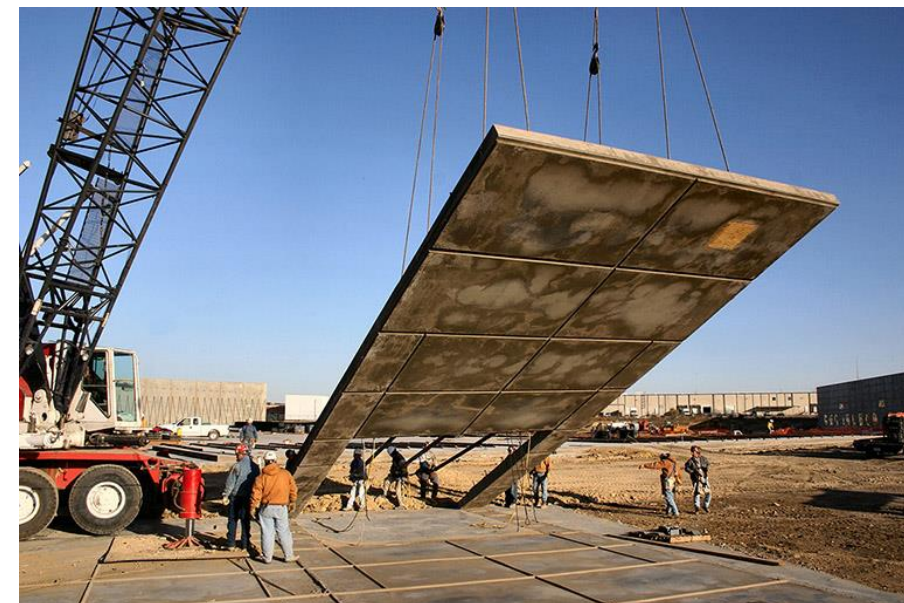
از آنجا که این سیستم، سیستم Large Panel با به کارگیری بتن سبک سازه‌ای و لایه عایق حرارتی در کارخانه می‌باشد، لذا به نظر می‌رسد ضمن کاهش وزن دیوارها، رفتار مطلوبتری در مقابل انبساط و انقباض را دارا باشد.

مصالح اصلی مصرفی در این سیستم شامل: سیمان، میلگرد، پوکه صنعتی (پوکه لیکا)، پلی‌استایرن و گاز طبیعی برای عمل آوری بتن بوده و کلیه مصالح در داخل کشور قابل تامین می‌باشد.

عایق حرارتی دیوارها از طریق استفاده از یک لایه ملات سیمان و پلی‌استایرن که در کارخانه به هنگام ساخت دیوارها بر روی لایه بیرونی دیوار خارجی اجرا می‌شود، تامین می‌شود. از آنجایی که ضریب انتقال حرارت بتن سبک از بتن معمولی کمتر است، لذا به نظر می‌رسد که عایق حرارتی این سیستم توسط لایه عایق حرارتی سیمان و پلی‌استایرن به همراه بتن سبک تامین می‌شود. این سیستم در طبقه بندی صرفه جویی زیاد در مصرف انرژی قرار داشته و در تمام مناطق ایران قابل استفاده است.

مصالح بکار گرفته شده در این نوع از ساختمان از مقاومت خوبی در برابر آتش سوزی برخوردار هستند. این سیستم همچنین جوابگوی نیاز صدابندی بر اساس مقررات ملی ساختمان می‌باشد.

این سیستم در زمینه‌های انرژی، حریق، آکوستیک و سازه، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می‌باشد.





۲-۶- ساختمان های بتن آرمه متشکل از دیوار باربر دولایه و سقف های نیمه پیش ساخته با بتن درجا

در کشورهای اروپایی، این سیستم برای ساختمان‌های مسکونی، اداری، و عمومی مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین، اجرای این سیستم در ایران توسط شرکت‌های متعددی صورت گرفته است.

دیوارهای بتن مسلح پیش ساخته دو لایه، در کارخانه تولید می‌شوند. قطعات توسط جرثقیل و با استفاده از قلاب‌هایی که محل و جزئیات آنها با محاسبه تعیین شده‌اند به محل نصب حمل و بر روی شالوده‌ها نصب می‌گردند. شالوده‌ها، همانند اغلب سیستم‌های سازه‌ای، از بتن مسلح و به صورت درجا ساخته می‌شوند. دیوارها، طی مدت نصب و تا زمان تکمیل اتصالات عناصر سازه‌ای، توسط نگه‌دارنده‌هایی در موقعیت خود نگه‌داشته می‌شود.

سقف‌های این سیستم معمولاً به صورت دال نیمه پیش ساخته یا پیش دال هستند. این سقف‌ها در کارخانه آماده می‌شوند و پس از نصب بر روی دیوارها با تعبیه عناصر تسلیح مناسب، با بتن‌ریزی درجا به دیوارها متصل می‌شوند. در مواردی نیز از سقف‌های پیش ساخته دو لایه (مشابه دیوارها) استفاده می‌شود. در این حالت نفوذ بتن به تمام قسمت‌های جداره میانی سقف به آسانی صورت نمی‌گیرد. از این‌رو، سیستم مورد بحث در مواقعی که از نظر سازه‌ای لایه‌های بتن بالایی و پایینی سقف پاسخ‌گوی بارهای وارد بر آن باشند و لایه میانی با مواد پرکننده یا عایق پر شود، استفاده می‌شود.

در برخی مدارک و مستندات موجود در خصوص ساختمان‌های با سیستم دیوارهای بتنی دو لایه، جزئیات اتصال مناسب بین عناصر باربر سازه‌ای برای مناطق با خطر لرزه‌خیزی کم و زیاد ارائه شده است. ولی به نظر می‌رسد بیشترین کاربرد این نوع ساختمان‌ها در مناطق با خطر لرزه‌خیزی کم بوده باشد. این سیستم در زمینه‌های انرژی، حریق، آکوستیک و سازه، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن، در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می‌باشد.

در ساختمان‌های بتن آرمه متشکل از دیوار باربر و سقف‌های نیمه پیش ساخته با بتن درجا، قسمتی از دیوارهای بتن مسلح به صورت پیش ساخته در کارخانه تولید می‌شود. این دیوارها از دو لایه بتن مسلح، که با فاصله عرضی نسبت به یکدیگر قرار می‌گیرند، ساخته می‌شود. فاصله بین لایه‌ها، علاوه بر تأثیری که بر کاهش وزن دیوار در زمان حمل و نقل (در مقایسه با دیوارهای پیش ساخته یکپارچه توپر) دارد، نصب و برپایی آن را نیز سهولت می‌بخشد. بتن‌ریزی درجا یکپارچگی اعضای سازه‌ای را ایجاد می‌نماید و عملکرد لرزه‌ای ساختمان را بهبود می‌بخشد. بتن پیش ساخته و بتن درجا، توسط میل‌گردهایی که میان دو جداره تعبیه شده‌اند و همچنین توسط قفل و بست بین لایه‌ها، به یکدیگر متصل می‌شوند.

معمولاً قطعات پیش ساخته قالب، بدون میل‌گرد انتظار، طراحی و تولید می‌شوند. اتصال دو لایه بتنی طرفین قطعه، توسط خراباهای فلزی صورت می‌گیرد تا عملکردی مرکب داشته باشند. این اقدام، در عین دارا بودن مزایای اجرایی، خطر آسیب دیدن در زمان حمل را نیز کاهش می‌دهد و باعث می‌گردد نیاز به قالب‌بندی کاملاً متنی شود یا به حداقل کاهش یابد.

سقف این سیستم معمولاً با پیش‌دال‌های خریدار طراحی و اجرا می‌شود. بتن‌ریزی دیوار و سقف معمولاً به صورت درجا و همزمان انجام می‌شود.

این دیوارها می‌توانند به تنهایی، و یا همراه با دیگر اجزای سازه‌ای بتنی (پیش ساخته یا درجا)، سازه ساختمان را تشکیل دهند. پس از اجرای دیوارهای خارجی این سیستم، یک لایه عایق حرارتی از خارج یا از داخل به دیوار متصل می‌شود.

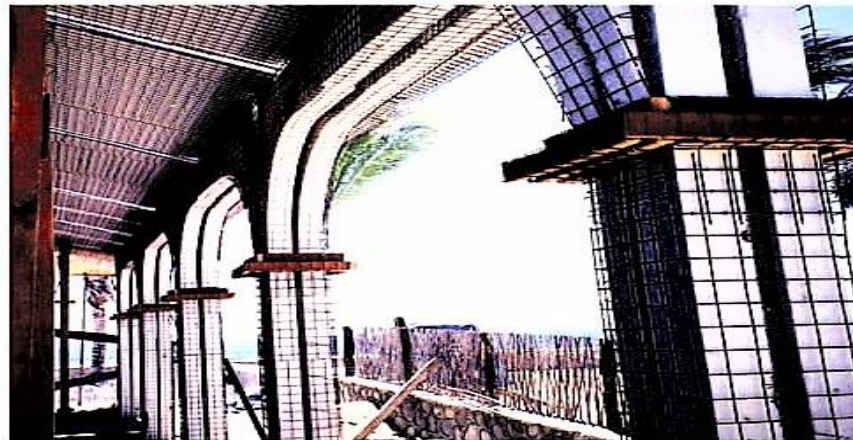




۲-۷- ساختمان‌های نیمه پیش ساخته با صفحات دولایه ساندویچی 3D و بتن میانی درجا

و برقی را می‌توان پس از اجرای بتن درجا و قبل از بتن‌پاشی مجموعه، اجرا نمود.

از مزایای این ساختمان‌ها می‌توان به انعطاف پذیری پانل‌ها در ایجاد اشکال مختلف در بازشوها و فضاهای داخلی ساختمان، باز پخش بیشتر نیرو به دلیل پیوستگی بین دیوارها و سقف، سهولت نصب پانل‌ها، کاهش زمان اجرای پروژه و نیروی انسانی مورد نیاز، امکان ساخت سریع ساختمان‌های یک طبقه و امکان اسکان آسب دیدگان ناشی از بلایای طبیعی با سرعت زیاد، اشاره کرد. هم‌چنین، از نقطه ضعف این سیستم می‌توان موارد زیر را برشمرد: ترد بودن فولادهای پیش کشیده، امکان ایجاد خوردگی در شبکه فولادی، عدم امکان دسترسی جهت تعمیر یا اصلاح مسیر تأسیساتی. این سیستم در زمینه‌های انرژی، حریق، آکوستیک و سازه، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن، در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز است.



ساختمان‌های نیمه پیش ساخته با صفحات دولایه ساندویچی 3D و بتن میانی درجا برای ساختمان‌های با کاربری مسکونی تا حداکثر ۴ طبقه روی پارکینگ، مورد تایید است. این ساختمان‌ها متشکل از پانل‌های دیوار و سقف بوده و پانل‌های دیواری به دو صورت به کار گرفته می‌شوند. نوع اول به عنوان دیوارهای جداکننده و نوع دوم در نقش اعضا سازه‌ای و باربر ثقلی و جانبی. در این سیستم پانل‌های سقفی، بارهای کف را تحمل کرده و آن را بصورت مستقیم (بدون وجود المان تیر) به پانل‌های دیواری منتقل می‌نماید. پانل‌ها در قطعاتی با عرض معمول یک متر و طول سه متر در کارخانه تولید و پس از انتقال به کارگاه، در موقعیت خود قرار گرفته و به یکدیگر متصل می‌شوند. اجزای پانلی دیوارهای سازه‌ای در این ساختمان‌ها، شامل یک شبکه خرابایی فضایی چهار لایه از میل‌گردهای ساده، یک لایه بتن میانی درجا، دو لایه ورق پلی‌استایرن و دولایه بتن پاششی است. در هنگام ساخت شبکه فولادی، دو لایه ورق پلی‌استایرن به ضخامت ۴ تا ۹ سانتی‌متر، در دو وجه بیرونی شبکه قرار می‌گیرند. لایه پلی‌استایرن علاوه بر این که در عایق‌کاری حرارتی، برودتی و صوتی موثر است، به عنوان قالب ماندگار برای لایه بتن درجا نیز به کار می‌رود. لایه بتن میانی که پس از استقرار و محکم کردن پانل‌ها در محل، اجرا می‌شود، به صورت مسلح و به عنوان دیوار باربر برای سیستم مذکور عمل خواهد کرد. پس از انجام بتن‌ریزی درجا و گیرش بتن، دو سمت بیرونی به ضخامت ۴ الی ۷ سانتی‌متر بتن‌پاشی می‌شود. ضخامت پانل‌ها، بر اساس محاسبات سازه‌ای تعیین شده و لازم است پانل‌ها برای تحمل برش و خمش در سقف‌ها و تحمل بار محوری و برش، در دیوارها محاسبه شوند. در حین مراحل نصب پانل‌ها و قبل از اجرای بتن میانی، لازم است تمهیدات لازم برای تامین اتصالات و تعبیه بازشوها در نظر گرفته شود. تأسیسات مکانیکی



۲-۸- سیستم اسکلت فولادی پیش ساخته با اتصالات پیچ و مهره ای



الزامات و مشخصات مصالح و روش طراحی و اجرای این سیستم سازه‌ای باید بر اساس مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی" باشد.

در سال‌های اخیر استفاده از پیچ و مهره در اتصالات سازه‌های فولادی در کشور، خصوصاً در بخش‌های صنعتی مانند سوله‌ها و در بخش ساختمان‌های بلند مرتبه و انبوه‌سازی، رشد چشمگیری داشته است. پرهیز از مشکلات ناشی از کنترل کیفیت جوشکاری در محل اجرای ساختمان، به ویژه در ارتفاع سازه، موجب شده است تا توجه بیشتری به اتصالات پیچ و مهره‌ای شود. در این روش، معمولاً پس از طراحی و تهیه نقشه‌های ساخت اسکلت، قسمتی از قطعات به همراه اتصالات آنها به ویژه محل‌های بحرانی سازه توسط جوش در محل کارخانه به صورت پیش‌ساخته و کنترل شده ساخته شده و در محل اجرا با پیچ و مهره به هم متصل می‌شوند. نصب قطعات در محل توسط پیچ و مهره از سرعت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. در اتصالات پیچ و مهره‌ای، تنش‌های پسماند به وجود آمده ناشی از جوشکاری و خطای نصب، به مراتب کمتر از اتصالات تمام جوشی است. در سازه‌های پیچ و مهره‌ای، امکان باز کردن مجدد اتصال به منظور ترمیم یا ایجاد تغییرات ثانویه میسر است.





۹-۲- ساختمان‌های نیمه پیش ساخته با قاب‌های ساده مرکب فولادی- بتنی به همراه دیوار برشی بتن آرمه

مشتمل بر تیرچه‌های فلزی کرمیت، بلوک پلی استایرن منبسط شونده و دال بتن مسلح می‌باشد. در تمام تیرهای سقف، با تعبیه برشگیرهای فولادی از نیمرخ نبشی شکل بر روی بال فوقانی و در فواصل مناسب، پیوستگی لازم جهت پیکارچگی دال مرکب بتنی- فولادی و انتقال نیروی برشی زلزله از



طریق دیافراگم صلب سقف به سیستم قائم باربر جانبی (دیوار برشی بتن مسلح) تامین خواهد شد. اتصال تیرچه‌های کرمیت به تیرهای پیرامونی به صورت پیچی می‌باشد. آرماتورگذاری دال بتن مسلح مطابق با ضوابط مربوط به سقف‌های تیرچه- بلوک طراحی می‌شوند.

دیوارهای برشی بتن مسلح، با توجه به شکل پذیری مورد انتظار، طراحی شده و در صورت لزوم، اعضای مرزی نیز باید در دیوار تعبیه شود. این سیستم در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می‌باشد.

ساختمان‌های نیمه پیش ساخته متشکل از قاب‌های ساده مرکب و دیوار بتن مسلح، نوعی سیستم سازه‌ای می‌باشد که در آن قاب ساختمانی ساده متشکل از ستون‌های مرکب بتنی- فولادی، تیرهای گرم نورد شده و دیوارهای برشی بتن مسلح می‌باشد. در این سیستم، قاب‌های ساختمانی ساده، وظیفه باربری ثقلی و دیوارهای برشی بتن مسلح نقش باربری جانبی را به عهده دارند. ستون‌ها دارای مقطع لوله‌ای شکل بوده و با خم کاری ورق‌های فولادی و جوشکاری مختص ورق‌های سرد نورد شده ساخته می‌شوند. داخل ستون‌های لوله‌ای شکل، با بتن پر شده و مرکب فولادی-بتنی حاصل خواهد شد.

تمامی اتصالات در این سیستم از نوع اتصالات ساده پیچی می‌باشند. در گره اتصال پای ستون و اتصالات تیر- ستون طبقات، لازم است با تقویت جداره ورق فولادی ستون، تمهیدات لازم جهت جلوگیری از لهیدگی یا چروکیدگی ورق ستون در این ناحیه به عمل آید. سقف‌های این سیستم سازه‌ای، نوعی سقف مرکب بتنی- فولادی



۲-۱۰- سیستم دیوار باربر بتن مسلح پیش ساخته اجرا شده با قالبهای مدولار

۲-۱۰-۱- روش اجرای سازه های بتنی سقف و دیوار با قالب یکپارچه

کارگاه در موقعیت خود قرار می گیرد. این عمل سبب می شود تا حد امکان از تداخل عملیاتی جلوگیری و پیش نیازهای مراحل اجرایی رعایت شود. سرعت عملیات اجرایی را می توان متناسب با اهداف پروژه، با اضافه کردن تعداد قالبها و نفرات آموزش دیده افزایش داد.

به طور کلی یکپارچه بودن سیستم سازه ای، اقتصادی بودن در ساخت پروژه های میان مرتبه، کنترل کیفیت مناسب در محل کارگاه، تعبیه سیستم تاسیسات مکانیکی و برقی در حین اجرای سازه و تسریع در عملیات اجرایی نسبت به روش های اجرای متداول، از برتری های این سیستم به شمار می روند. در عین حال نیاز به تجهیزات خاص و سنگین کارگاهی، محدود بودن دامنه فعالیت کارخانه به دلیل سنگینی قطعات، هزینه قابل ملاحظه اولیه در تولید قطعات قالب، زمان نسبتا قابل ملاحظه جهت عمل آوری بتن و باز نمودن قالبها، نیاز به آموزش خاص پرسنل اجرایی و محدود بودن به سیستم های دیواری و سقفی را می توان از محدودیت های این سیستم برشمرد.

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

در این سیستم بتنی درجا، از دیوارها به عنوان عناصر باربر استفاده می شود و سقفها نیز به صورت دال بتنی درجا ساخته می شود. با توجه به این نکته که تمامی دیوارهای خارجی و داخلی به طور همزمان اجرا می شوند و به نحو مناسبی با کف و سقف درگیر می شوند، دیوارها و دال های بتنی کف به صورت یک مجموعه واحد در مقابل نیروهای جانبی باد و زلزله عمل می کنند. این سیستم از شالوده بتنی درجا، دیوارها و سقف های بتنی اجرا شده در محل کارگاه، قالبها یا پیش قاب های درها و پنجره ها که قبل از بتن ریزی در دیوارها نصب می شود و مدارهای تاسیسات مکانیکی و الکتریکی کار گذاشته شده در دیوار و سقف، تشکیل می شود. برای اجرای کلیه قسمت ها، قالب های یکپارچه فلزی که در آن تمام پیش بینی های لازم برای مسیرهای توزیع تاسیسات، در و پنجره و غیره به عمل آمده است، طراحی و ساخته می شود. دیوارها و سقفها به صورت همزمان بتن ریزی می شود و پس از برداشت قالب، ساختمان، آماده نصب سرویس ها و رنگ و شیشه می باشد. به طور کلی تمام دیوارها، سقفها و جداکننده ها از بتن مسلح بوده و پس از قالب برداری از بتن، هیچ گونه عملیات بنایی در آن صورت نمی گیرد.

این سیستم همانند یک خط تولید کارخانه ای عمل می کند، به این مفهوم که عملیات ساختمانی به بخش های کوچکتر تقسیم شده و تا حد ممکن از مزایای پیش ساختگی در این بخشها بهره برده می شود، به همین دلیل تمامی اجزای کار با دقت، قابل پیش بینی و برنامه ریزی است. در این روش مراحل مختلف عملیات ساخت همچون آرماتوربندی، قالب بندی، بتن ریزی و غیره، به صورت متوالی انجام می شود. به منظور هماهنگی هرچه بیشتر جهت افزایش سرعت عملیات، تا حد ممکن بخش هایی از کار به صورت پیش ساخته در کارگاه های جداگانه، تهیه و با انتقال به محل



۲-۱۰-۲- سیستم قالب بندی ساختمان های بتن آرمه

داد. اگر چه لازم است ضوابط خاصی را در نحوه میلگرد گذاری سازه و اتصالات آن، با توجه به میزان شکل پذیری مورد نیاز، در طول مراحل طراحی و اجرا به عمل آورد.

شایان ذکر است، با توجه به قابلیت های بتن مسلح در پاسخگویی به نیازهای ساختمان از نظر مباحثی مانند حریق، سیستم مذکور، یکی از گزینه های بسیار مطلوب به شمار می رود. ولی به منظور صرفه جویی در مصرف انرژی حتماً باید تمهیدات لازم برای عایقکاری حرارتی جداره های خارجی ساختمان به عمل آید. به هر حال کلیه ضوابط و الزامات مندرج در تمامی مباحث مقررات ملی ساختمان باید به طور کامل رعایت شود. همچنین با توجه به صاف و هموار بودن سطح بتن پس از برداشت قالب ها، لازم است در صورت نیاز به اجرای نما و نازک کاری های متنوع، تمهیدات به خصوص برای این منظور انجام شود. این روش اجرا، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز است.

سرعت قالب بندی در ساخت ساختمان های بتن مسلح، یکی از عوامل مهم و قابل تأمل در ارزیابی سرعت، کیفیت و هزینه یک پروژه محسوب می شود و هر چه با مدیریت و کنترل صحیح در اجرای سایر مراحل پروژه، بتوان قالب بندی را نیز سریعتر، دقیق تر و ساده تر انجام داد، قطعاً می توان سرعت اجرای پروژه را بهبود بخشید.

سیستم قالب بندی ساختمان های بتن مسلح، یکی از شیوه های سیستماتیک در اجرای صنعتی سازه های دیوار باربر بتن مسلح به شمار می رود. در این سیستم بتنی درجا، پس از قالب بندی یکپارچه فلزی، تمام دیوارهای خارجی و داخلی به طور همزمان بتن ریزی و قالب بندی یکپارچه سقف انجام و سپس بتن دال سقف به صورت درجا اجرا خواهد شد. این سیستم از اجزای اصلی شالوده بتنی درجا، دیوارها و سقف های بتنی اجرا شده در محل کارگاه، قالب ها یا پیش قاب های درها و پنجره های کار گذاشته شده در دیوارها قبل از بتن ریزی آنها و مدارهای تأسیسات مکانیکی و برقی کار گذاشته شده در دیوارها و سقف ها تشکیل می شود.

در این شیوه اجرایی، مدارهای توزیع تأسیسات مکانیکی و برقی، بازوهای در، سقف و دیوارها، با توجه به نقشه های طراحی در هنگام قالب بندی یکپارچه فلزی پیش بینی می شود، به گونه ای که پس از بتن ریزی دیوارها و سقف ها به صورت جداگانه و قالب برداری، ساختمان آماده نصب سرویس، شیشه و نقاشی بوده و هیچ گونه عملیات بنایی در آن صورت نخواهد گرفت.

سازه حاصل از این روش اجرا، یک سازه بتن مسلح با دیوارهای باربر و برشی می باشد که انطباق و سازگاری کامل با آئین نامه ها و استانداردهای معتبر شناخته شده ملی یا بین المللی دارد. سازه مذکور را می توان در شرایط مختلف لرزه خیزی و اقلیمی کشور مورد استفاده قرار





۲-۱۰-۳- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب های آلومینیومی

استفاده از این نوع سیستم قالب بندی در صورت رعایت الزامات مربوطه چه در مورد مسائل اجرایی و چه در مورد مقاومت قالبها، مورد تایید این مرکز می باشد.



ساختمانهای بتن مسلح با سیستم دیوار باربر، از جمله ساختمانهایی هستند که استفاده از آنها براساس استاندارد ۲۸۰۰ ایران در تمام مناطق لرزه خیزی کشور مجاز است. با توجه به گستردگی استفاده از این سازه ها، تلاش می شود تا مشکلاتی که در اجرای این نوع ساختمانها ممکن است بوجود بیاید، با تدابیر مختلف برطرف شود تا این سیستم ساختمانی علاوه بر مورد تایید بودن از حیث رفتار سازه ای، از نظر اجرایی نیز مطلوب باشد. یکی از مشکلات موجود در روش اجرای این ساختمانها، قالب بندی آنهاست که بعضا فرآیند زمانبری است و در کنار آن، در اغلب موارد با قالبهای سنگین سر و کار دارد. بر اساس مطالعات به عمل آمده، نوع جدیدی از قالبها به بازار صنعت ساختمان معرفی شدند که علاوه بر مدولار بودن و سهولت در نصب و اتصال، از جنس آلومینیوم بوده و به مقدار قابل توجهی در مقابل سایر قالبها سبک هستند.





۲-۱۰-۴- سیستم قالب بندی ساختمانهای بتن مسلح با استفاده از میز پرنده

دو جهت متعامد اصلی ساختمان ایجاد می کند، لازم است به منظور عملکرد بهتر باربری جانبی، دیوارهای برشی در هر دو جهت اصلی به میزان لازم تأمین شوند. قطعاً چنین نحوه توزیع دیوارهای بتن مسلح در پلان سازه، معماری خاصی را بر سیستم حاکم خواهد کرد. سقف های بتن مسلح در این سیستم نیز می تواند به صورت دال تخت یا تیرچه و بلوک، طراحی و اجرا شود.

در این سیستم، امکان تعبیه و پیش بینی مسیرهای توزیع تأسیسات مکانیکی و برقی در زمان میلگردگذاری و پیش از بتن ریزی سازه وجود دارد.

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

سرعت و سهولت قالب بندی، یکی از عوامل مهم در بهبود سرعت اجرای سازه های بتن مسلح به شمار می رود. سیستم قالب بندی با استفاده از میز پرنده، علاوه بر سرعت بخشیدن به قالب بندی، امکان قالب بندی همزمان و موازی را در کل پروژه ایجاد می کند.

در این سیستم بتنی درجا، قالب بندی دیوارها به صورت معمول و با استفاده از قالب های دیواری انجام می شود. اما برای قالب بندی سقف، پس از اجرای دیوارها، از میزهای پرنده استفاده شده و دال بتن مسلح سقف اجرا خواهد شد. این میزها پس از قالب برداری توسط جرثقیل، از محل بازشوها، از سازه خارج می شوند.

سازه حاصل از این روش اجرایی، از نوع دیوار باربر بتن مسلح بوده و جزء سیستم های شناخته شده، و منطبق بر آئین نامه ها و استاندارد ملی یا بین المللی است. به علاوه سیستم مذکور دارای عملکرد لرزه ای مطلوبی است و می توان آن را در پهنه های مختلف لرزه خیزی کشور اجرا کرد. با توجه به این که این روش اجرایی، سیستمی مشابه سیستم توتلی در





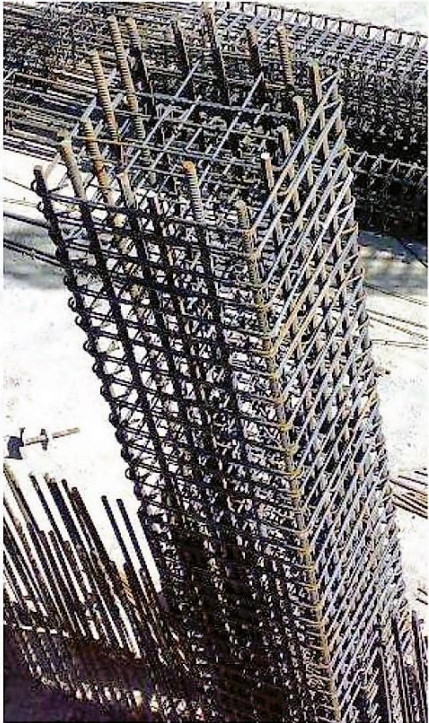
۱۱-۲- سیستم بتنی قاب خمشی پیرامونی و دال تخت

- دال تخت سقف به وسیله شبکه‌هایی از میلگردهای فولادی به سرعت آرماتورگذاری می‌شود.

- سطح صیقلی زیر دال‌ها، عملیات نازک‌کاری را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد.

این سیستم ساختمانی در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن بررسی

شده و کاربرد آن

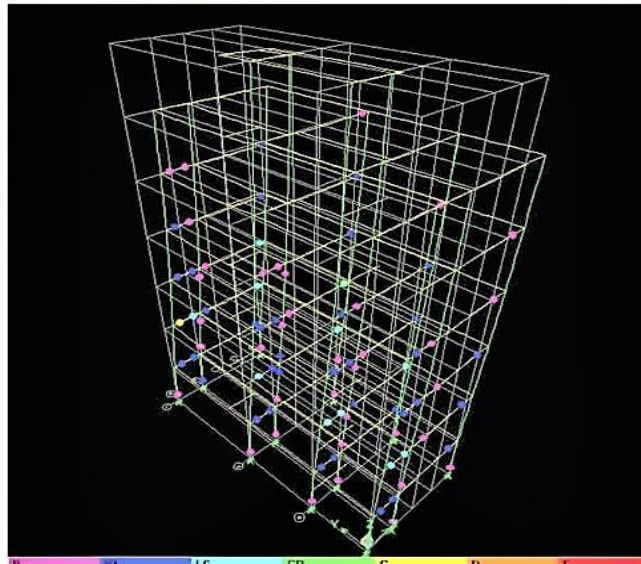


سیستم بتنی قاب خمشی پیرامونی و دال تخت، مبتنی بر بکارگیری تیرهای با ارتفاع بلند و ستون‌های عریض در پیرامون ساختمان به منظور جذب و انتقال نیروهای ناشی از زلزله به فونداسیون است که از دال تخت و ستون‌های میانی برای انتقال نیروهای ثقلی استفاده می‌شود. به این ترتیب سطح زیرین دال سقف یکپارچه و تخت شده و اهداف زیر حاصل می‌شود:

- حذف تیرهای میانی، استفاده از قالب‌های یکپارچه با ابعاد بزرگ را مقدور ساخته و سرعت اجرا را افزایش می‌دهد.

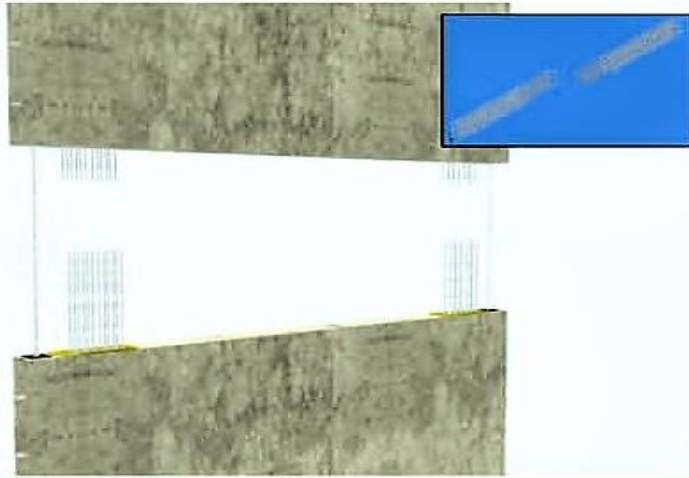
- آرماتورگذاری تیرها فقط در پیرامون ساختمان صورت

می‌گیرد.





۲-۱۲- سیستم دیوارها و سقف‌های بتن مسلح پیش ساخته توخالی (سیستم داموس)



سیستم داموس در دسته‌بندی سیستم‌های پیش‌ساخته بتن مسلح قرار می‌گیرد. این سیستم متشکل از دیوارها و سقف‌های بتن آرمه پیش‌ساخته توخالی است. در این سیستم، دیوارها علاوه بر تحمل بارهای مرده و زنده وارده از طریق سقف‌ها، بارهای جانبی را نیز تحمل می‌نمایند. قطعات پیش‌ساخته از کارخانه به کارگاه منتقل شده و به کمک اتصالات تر (درجا) به هم متصل می‌شوند. اتصال دیوارها به یکدیگر در ارتفاع به صورت پیوسته نبوده و تنها از طریق المان‌های مرزی تعبیه شده در دو انتهای دیوارها صورت می‌گیرد. بخش‌های درجای سیستم شامل شالوده، کلاف‌های افقی بالای دیوارها در محل اتصال به سقف‌ها، کلاف‌های قائم تعبیه شده در محل تقاطع دیوارها و اعضای مرزی بتن مسلح دو انتهای دیوارها جهت اتصال دیوارها در ارتفاع می‌باشد.

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



۱۳-۲- سیستم دیوارهای توپر و سقف های با هسته توخالی بتن مسلح پیش ساخته



این سیستم سازه ای، متشکل از دیوارهای توپر بتن مسلح است که بنا به ضوابط و نیازهای معماری پروژه طراحی و تولید می شود. مقطع عرضی این دیوارها ممکن است در طول ارتفاع، با توجه به نیاز به تامین بازشو و یا طاقچه، متغیر باشد. در دو انتهای دیوارها نیمه دایره های توخالی به نحوی تامین شده است که با قرار گرفتن دو پانل دیواری در کنار یکدیگر، امکان تعبیه کلاف را فراهم می کند. سقف این سیستم از نوع سقف های با هسته توخالی بتن مسلح پیش ساخته می باشد و لازم است کلیه ضوابط مربوط به طرح و اجرای آن ها مدنظر قرار گیرد.



این سیستم در زمینه های سازه و زلزله، انرژی، حریق و آکوستیک در این مرکز مورد بررسی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات تدوین شده مجاز می باشد.



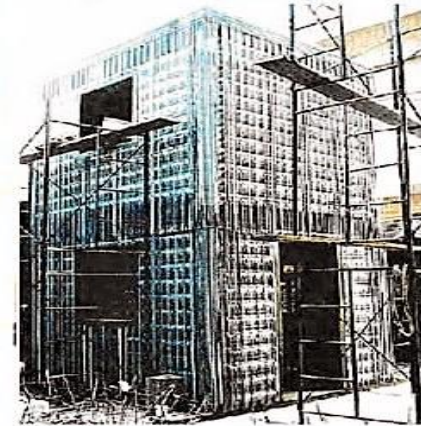


۲-۱۴- سیستم ساختمانی ترونکو

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



سیستم ساختمانی ترونکو برای ساختمان‌های با ارتفاع یک الی دو طبقه طراحی شده است. این سیستم متشکل از قالب‌های ساختمانی ساده با اعضای فلزی سرد نورد شده شامل اعضای قائم با مقاطع مختلف مانند: L شکل، Ω شکل و ...، تیرهای قوطی شکل و بادبندی‌های ضربدری که در دیوارهای ساختمان نصب می‌شوند، می‌باشد. سقف این سیستم متشکل از لوله‌های فلزی متالوگ به همراه دال بتن آرمه فوقانی است. لوله‌های متالوگ، لوله‌های فلزی گالوانیزه با قطر ۲۰۶ میلی‌متر و ضخامت ۰/۵۳ میلی‌متر بوده که به عنوان پرکننده سقف طراحی شده است و نقش قالب‌بندی برای دال بتنی سقف را ایفا می‌کند. در دیوارهای داخلی و خارجی این ساختمان، لازم است تمهیدات کافی جهت تامین مباحث سوم، هجدهم و نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان حفاظت



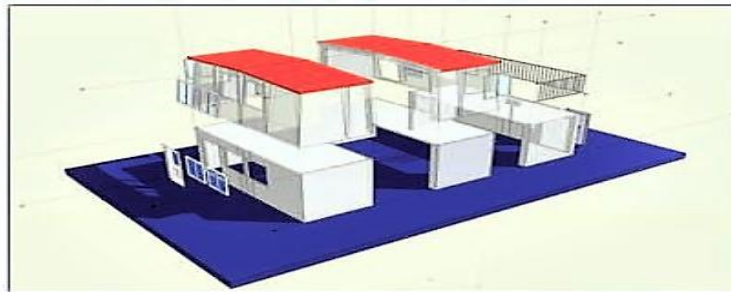
ساختمان‌ها در برابر حریق، عایق‌بندی و تنظیم صدا و صرفه‌جویی در مصرف انرژی در نظر گرفته شود.



۲-۱۵- سیستم سازه های بتن مسلح پیش ساخته مدولار سه بعدی



سیستم سازه های بتن مسلح پیش ساخته مدولار سه بعدی در زمینه های سازه و زلزله، انرژی، حریق و آکوستیک در این مرکز مورد بررسی و تأیید قرار گرفته است و اجرای آن در حیطه الزامات تعیین شده مجاز می باشد.



سیستم سازه های بتن مسلح پیش ساخته مدولار سه بعدی یا سیستم خانه سازی مدولار جعبه ای، یک سیستم ساختمانی کامل است که از مدول های جعبه ای شامل دیوار و سقف تشکیل شده است. این مدول ها به دو صورت در کارخانه تولید و به کارگاه منتقل می شوند و پس از سرهم بندی مدول ها یک ساختمان کامل را تشکیل می دهد. مدول های اصلی این سیستم عبارتند از مدول میانی، شامل دو دیوار پیرامونی و سقف و مدول انتهایی، شامل سه دیوار پیرامونی و سقف. نکته قابل توجه در این خصوص امکان اجرای سقف شیب دار برای این ساختمان ها می باشد.



به دلیل اینکه مصالح مورد استفاده در این سیستم ساختمانی، بتن و فولاد معمولی می باشد، لذا عملکرد این سیستم در خصوص انرژی، حریق و آکوستیک مشابه عملکرد سازه های بتن مسلح مرسوم بوده و کلیه تمهیداتی که در مورد آن ها به کار گرفته می شود، می بایست در مورد این سیستم نیز رعایت شود.



۱۶-۲- سیستم ساختمانی متشکل از پانلهای ساندویچی بتن سبک با تکنولوژی JK Structure

آکوستیک و مباحث سازه و زلزله در این مرکز مورد بررسی قرار گرفت و به شرط برآورده کردن الزامات زیر مورد تایید قرار گرفت.

ساختمانهایی که به شیوه ساخت JKStructure تولید می شوند، از دیوارهای خارجی، دیوارهای داخلی و سقفهای تشکیل یافته از پانلهای مشبک سه بعدی (مشابه 3D) تشکیل می شوند. این پانلهای مشبک از



ورقهای گالوانیزه با ابعاد $8 \times 120 \times 300$ و ضخامت ۱.۷ میلیمتر که به روشهای خاصی برشکاری می شوند، ساخته می شوند. در این پانلهای همچنین، تیرچه های فلزی افقی و عمودی بشکل خریا به طول ۳۰۰ سانتی متر و ارتفاع ۷ و ۸ سانتی متر (که از میلگردهای دویل با قطر ۴.۵ میلیمتر ساخته شده اند) تعبیه شده است. زمانی که اجزاء فلزی پانل به یکدیگر متصل شد و در صورت نیاز میلگردهای تقویتی نیز بنا به محاسبات در محلتهای مورد نیاز قرار گرفت، نسبت به تزریق بتن در پانل مشبک اقدام می شود. این سیستم در مقایسه با سیستمهای مشابه که الزامات و محدودیتهای مشابهی دارند، سبکتر بوده و بتن ریزی همزمان سازه پس از سوار کردن پانلهای در کنار یکدیگر، در نهایت به یک سیستم یکپارچه منجر می شود. این سیستم سازه در زمینه های مختلف انرژی، حریرق و





۲-۱۷- سیستم خانه‌های پیش ساخته سریع‌الانصب دادو

- ۴- لازم است سقف‌ها تنها به صورت شیب‌دار با رعایت تمهیدات لازم از نظر مهاربندی جانبی دیافراگم سقف اجرا شوند.
- ۵- کلیه اتصالات سازه‌ای در محل نصب اسکلت، با پیچ و مهره انجام شوند.
- ۶- برای جوشکاری اعضای سرد نورد شده، رعایت استانداردهای AISI و آئین‌نامه‌های AWS و AISC الزامی است.
- ۷- ضوابط مربوط به اجزای اتصالی شامل پیچ خودکار و پیچ و مهره باید مطابق آئین‌نامه AISC و استاندارد AISI در نظر گرفته شود.
- ۸- رعایت تمهیدات لازم جهت محدود نمودن جمع‌شدگی و تغییرشکل‌های انقباضی ناشی از انبساط و انقباض حرارتی مربوط به بتن سبک مورد استفاده در جداره‌ها، مطابق با استانداردهای معتبر ملی یا بین‌المللی الزامی است.
- ۹- در شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران، رعایت تمهیدات لازم از نظر دوام و پایایی اعضای فلزی ضروری است.
- ۱۰- در اجرای پوشش‌های نازک کاری و ناماسازی باید تمهیدات لازم جهت اتصال آنها به اجزا و قطعات فلزی زیرکار در نظر گرفته شود.
- ۱۱- کلیه مصالح و اجزا در این سیستم اعم از معماری و سازه‌ای از حیث دوام و مسائل زیست محیطی باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی بکار گرفته شوند.
- ۱۲- الزامات مربوط به انرژی باید مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "صرفه جویی در مصرف انرژی" رعایت شود.

این سیستم از نوع قاب‌های ساده فولادی سرد نورد شده با مهاربندی‌های هم‌محور فولادی است. این نوع ساختمان‌های پیش ساخته فولادی سبک (Light Weight Steel Frame) به صورت اجرای خشک و عمدتاً با استفاده از اتصالات پیچی و به روش تولید صنعتی بکار گرفته می‌شوند. این سیستم ساختمانی در زمینه‌های سازه، انرژی، حریق و آکوستیک در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن بررسی شده و کاربرد آن در حیطه الزامات تدوین شده مورد تأیید می‌باشد.

الزامات سیستم خانه‌های پیش ساخته سریع‌الانصب دادو

- استفاده از این سیستم به عنوان قاب ساده فولادی سرد نورد شده با مهاربندی‌های هم‌محور فولادی، به شرط رعایت کلیه الزامات زیر برای ساختمان‌های یک طبقه با حداکثر ارتفاع ۴/۵ متر از تراز پایه در کلیه پهنه‌های لرزه‌خیزی کشور، بلامانع است.
- ۱- رعایت مشخصات فولاد سرد نورد شده بر اساس استاندارد ASTM الزامی است.
 - ۲- بارگذاری ثقلی و کنترل سازه در مقابل بارهای جانبی مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "بارهای وارد بر ساختمان" انجام شود.
 - ۳- طراحی سازه‌ای کلیه اعضا و اتصالات بر اساس آخرین ویرایش استاندارد AISI و طرح لرزه‌ای آن بر اساس آخرین ویرایش آئین‌نامه ۷ ASCE و استاندارد ۲۸۰۰ ایران انجام شود. در سایر موارد مانند: طراحی شالوده رعایت مقررات ملی ساختمان ایران الزامی است.





۲-۱۸- سازه های صدفی

این سیستم در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن بررسی شده و کاربرد آن در حیطه الزامات تدوین شده مورد تایید است.

این سیستم سازه ای از نوع بتن آرمه و یک طبقه می باشد. در این سیستم، سقف به شکل گنبدی بوده که بر روی پایه های دیواری بتنی قرار می گیرد و پوسته پیوسته ای را تشکیل می دهد. دهانه گنبد بین ۱۰ تا ۱۴ متر متغیر بوده و ضخامت پوسته بتنی گنبد بین ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر می باشد. پوسته گنبدی شکل به لحاظ تحمل بارهای ثقلی و جانبی وارده، دارای عملکرد سه بعدی بوده و نیازمند محاسبات سازه ای پیچیده ای است. ضخامت زیاد پوسته به لحاظ سازه ای مورد نیاز نیست و سقف های گنبدی را می توان با ضخامت های کمتری به لحاظ تنوری سازه ای طراحی نمود لیکن ملاحظات اجرایی، عایق بندی حرارتی و همچنین امکان میلگرد گذاری در دو لایه (به لحاظ جلوگیری از ترک های حرارتی و افت) موجب افزایش ضخامت آن می شود.





۱۹-۲- قاب های خمشی پیش ساخته خاص

۱-۱۹-۲- سیستم ساختمان‌های بتن مسلح پیش ساخته با فناوری R-PC



فناوری ساختمانی (سازه‌های) بتن مسلح پیش ساخته به روش R-PC، فناوری روز کشور ژاپن است که با تولید داخلی اجزاء اتصالات، میلگردهای پرمقاومت، بتن‌های کارگاهی با مقاومت بالا و پانل‌های سرامیکی مخصوص نما، بطور کامل بومی سازی شده است. مزیت بزرگ این فناوری عدم محدودیت در پلان و ارتفاع ساختمان بوده و برای سازه‌های مختلف با هر نوع کاربری قابل استفاده است. در این روش ساخت اتصال قطعات اصلی یعنی ستون‌ها، تیرها و دیوارهای برشی با هر نوع کاربری قابل استفاده است. در این اتصال که میلگردها پیوستگی لازم را بدست می‌آورند، اتصال مابین قطعات پیش ساخته ستون‌ها و تیرها و همچنین بخش فوقانی اتصال تیرها با سقف پیش تنیده با بتن درجا،

داد که این نوع ساختمانها بطور کامل در مقابل نیروهای بزرگ زلزله پایدار و سالم باقی مانده‌اند.



یکپارچگی سازه را تضمین می کند. از مزیت‌های اصلی این فناوری، سرعت اجرای زیاد (یک طبقه در سه روز)، مصرف کمتر مصالح، کنترل کیفیت آسانتر و سازگاری با محیط زیست و تقاضای کارفرماست. زلزله‌های بزرگ رخ داده در ژاپن و بخصوص زلزله ویرانگر کوبه، نشان





۲-۱۹-۲- قاب خمشی ویژه بتن مسلح پیش ساخته با اتصالات دوگانه

یکی از عوامل تعیین کننده و گاه محدود کننده در اجرای ساختمان‌های بتنی به ویژه ساختمان‌های پیش ساخته، اتصالات این نوع سازه‌ها می‌باشد. با توجه به اهمیت اتصالات در دستیابی به عملکرد مطلوب و قابل قبول قاب‌های ساختمانی، تلاش می‌شود تا تمامی موانع و محدودیت‌های موجود در شیوه‌های مرسوم اجرای اتصالات مورد ارزیابی قرار گیرد و به شیوه‌های مختلف بهبود و یا اصلاح شود. اتصالات گیردار دوگانه نوعی جدید از اتصالات هیبریدی در سازه‌های بتنی پیش ساخته هستند که ضمن بالا بردن اطمینان از عملکرد اتصالات، دستیابی به یک اتصال مناسب را نیز سهولت می‌بخشند، هم‌چنین استفاده از این اتصال می‌تواند شرایط مربوط به قاب‌های بتنی مسلح با شکل‌پذیری ویژه را تامین نماید. آنچه در این زمینه قابل توجه است این است که، استفاده از این اتصال به تنهایی، اهداف مربوطه را تامین نمی‌نماید و لازم است در کنار این اتصالات، تغییراتی نیز ساختار کلی سازه از جمله سقف‌ها اعمال شود. رفتار کلی این گونه از اتصالات در این مرکز مورد بررسی قرار گرفته و شرایط استفاده از آن در سازه‌ها در قالب الزامات مربوطه اشاره شده است. بدیهی است استفاده از این اتصال در قاب‌های خمشی با شکل‌پذیری ویژه با رعایت الزامات مذکور مجاز است.

الزامات قاب خمشی ویژه بتن مسلح پیش ساخته با اتصالات دوگانه

شایان ذکر است تائیدیه فنی ارائه شده فقط در مورد مدارک فنی - محاسباتی شرکت در خصوص طراحی این سیستم سازه‌ای بوده و مسائل

مربوط به مشخصات مصالح (کابل‌ها، غلاف‌ها، گروت و ...) و کیفیت اجرا را شامل نمی‌شود.

- ۱- استفاده از این سیستم سازه‌ای به عنوان قاب خمشی ویژه بتن مسلح پیش ساخته با اتصالات هیبریدی پس کشیده، در تمام پهنه‌های لرزه‌خیزی کشور مشروط بر رعایت ضوابط زیر مجاز است.
- ۲- طراحی، ساخت، نصب اعضاء و اتصالات بر اساس آئین‌نامه ACI 318-08 به ویژه فصل ۲۱ این آئین‌نامه، آئین‌نامه ACI T1.2-03، 01، 03 و راهنمای طراحی PCI-04 الزامی است.
- ۳- قبل از آغاز به طراحی، ساخت و عملیات اجرایی با این سیستم، باید بر اساس آئین‌نامه ACI T1.2-03 نمونه‌هایی از اتصالات با توجه به مصالح موجود در کشور، از جمله بتن، غلاف، کابل و میلگرد ساخته شده و مطابق ضوابط آئین‌نامه ACI T1.1 و یا ACI 374 مورد آزمایش قرار گیرد و صحت عملکرد اتصالات آن به تائید مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن برسد.
- ۴- طرح لرزه‌ای این سیستم سازه‌ای باید مطابق با استاندارد ۲۸۰۰ یا سایر آیین‌نامه‌های معتبر لرزه‌ای بین‌المللی انجام گیرد.
- ۵- حداکثر دهانه مجاز ساختمان ۷ متر می‌باشد (دهانه‌های بزرگتر به صورت موردی باید به تائید مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن رسانده شود).
- ۶- توصیه می‌شود که ساختمان در ارتفاع و پلان منظم باشد.
- ۷- سازه باید در تمام دهانه‌ها در دو جهت متعامد اصلی ساختمان دارای تیر باشد.



۲-۲۱- سیستم ساختمانی بلوک‌های خشتی مسلح با تکنولوژی HABITECH

بلوک‌ها در محل اجرای پروژه از سادگی و سهولت لازم اجرایی در کنار مقاومت مورد نیاز در مسکن روستایی می‌باشد. این سیستم ساختمانی در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد بررسی قرار گرفته و استفاده از آن در محدوده الزامات ارائه شده مجاز است



این سیستم ساختمانی، متشکل از دیوارهای باربر مسلح و یک سیستم ساختمانی با مصالح بنایی می‌باشد. در این سیستم از بلوک‌های خشت تثبیت شده در ساخت دیوارهای باربر مسلح استفاده می‌شود. این سیستم ساختمانی می‌تواند، به عنوان راه حلی در تامین مسکن روستایی ارزان و مقاوم در نظر گرفته شود. به طور کلی طبق استاندارد ۲۸۰۰ ایران، استفاده از بناهای سنتی و خشتی صرفاً در مناطق دور دست که امکان فراهم آوردن مصالح مقاوم به سادگی میسر نمی‌باشد و با رعایت دستورالعمل‌های فنی ویژه که ایمنی نسبی این بناها را تامین گرداند، مجاز می‌باشد. با توجه به شکل و هندسه بلوک‌ها در این سیستم، ظرفیت‌های مناسبی به منظور مقاوم‌سازی و تامین یکپارچگی در سیستم مشاهده می‌شود. از جمله این ظرفیت‌ها می‌توان به حفرات تعبیه شده در داخل بلوک‌ها به منظور امکان تامین تسلیح و یکپارچه نمودن اعضا، امکان فقل و بست بلوک‌ها در یکدیگر با استفاده از کام و زبانه‌های تعبیه شده و همچنین امکان ایجاد کلاف‌های افقی با استفاده از بلوک‌های U شکل اشاره نمود. در این سیستم به دلیل استفاده از مصالح در دسترس و همچنین امکان تولید





موسسه آموزش و مهندسی ۸۰۸
آموزش‌های تخصصی عمران و معماری

انواع سیستم‌های سازه‌ای برای تولید صنعتی ساختمان

آشنایی با فن آوری‌های نوین ساختمانی کشور، دارای تاییدیه فنی از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

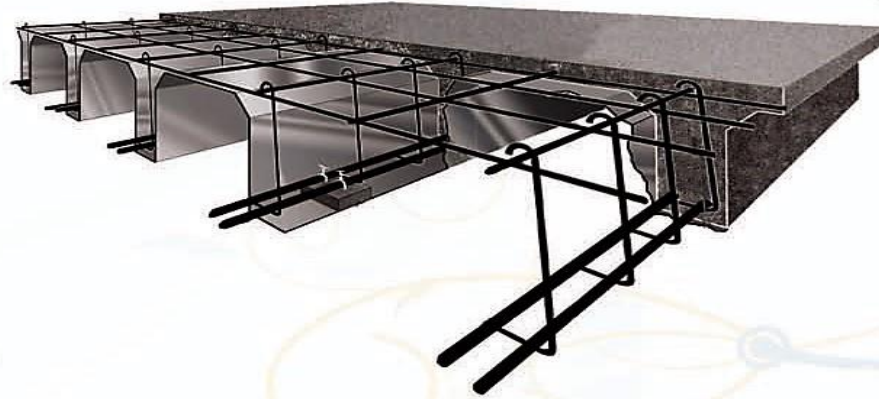
• سقف‌ها

1. سقف بتنی سیاک
2. دال مرکب فولادی بتنی
 - دال مرکب فولادی-بتنی
 - تیرچه‌های فولادی با جان باز در ترکیب با بتن
3. سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک‌های توخالی ماندگار
 - سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک‌های توخالی ماندگار از جنس پلی پروپیلن
 - سقف کویاکس
4. سقف بتنی پیش‌تنیده پس‌کشیده
5. سقف‌های مجوف پیش‌ساخته پیش‌تنیده (Hollow Core Slabs)
6. سقف دال‌های نیمه پیش‌ساخته بتن مسلح Double Tee

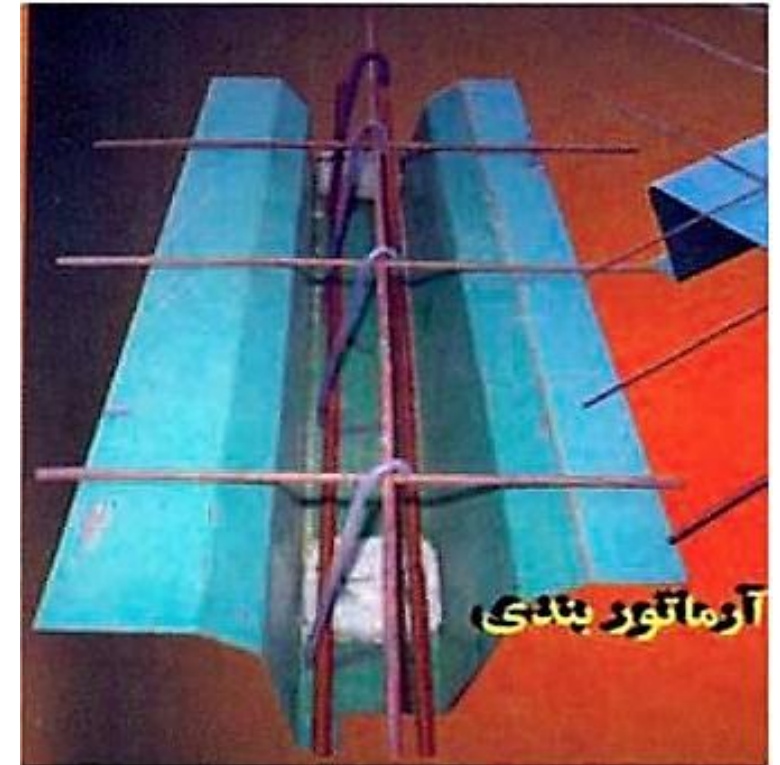
۴-۱- سقف سیاک

سقف شده و از طرف دیگر به دلیل عدم تماس لوله ها با مصالح ساختمانی موجب افزایش طول عمر لوله های تاسیساتی و برقی می شود. در این شیوه اجرا لازم است تمهیداتی برای اجرای سقف کاذب گچی با بتنی به صورت درجا در نظر گرفته شده است.

سقف سیاک، یک شیوه اجرای سقف های بتن مسلح تیر و دال یک طرفه می باشد. در این شیوه پیش از بتن ریزی، قالب های فلزی تیرچه ها با توجه به ابعاد و فواصل محاسبه شده، در کنار هم قرار می گیرند. پیش از بتن ریزی لازم است، شمع های چوبی یا آهنی اجرا و آرماتورگذاری لازم در تیرچه ها و دال انجام شود. این روش، با حذف اجرای بلوک های سفالی یا سیمانی پرکننده بین تیرچه ضمن کاهش وزن سقف، نشست شیرابه بتن را از فواصل تیرچه ها به حداقل می رساند و در نتیجه موجب ارتقاء کیفیت بتن اجرا شده می شود. در این روش با اجرای لوله های پلیکا پیش از بتن ریزی، حفراتی در مقطع عرضی تیر، به منظور فراهم شدن امکان عبور لوله های

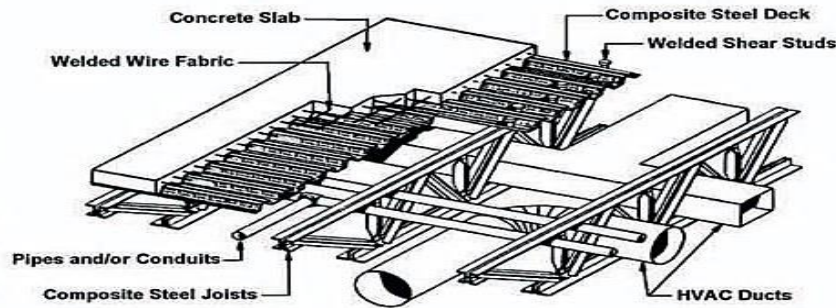


تاسیساتی و برقی ایجاد می شود. به این ترتیب زمینه اجرای تاسیسات در فواصل خالی زیر سقف و مابین تیرچه ها فراهم می شود و در نتیجه با حذف اجرای تاسیسات روی سقف و زیر سازی های مربوطه، ضخامت سقف کاهش می یابد. کاهش ضخامت سقف، موجب کاهش وزن تمام شده

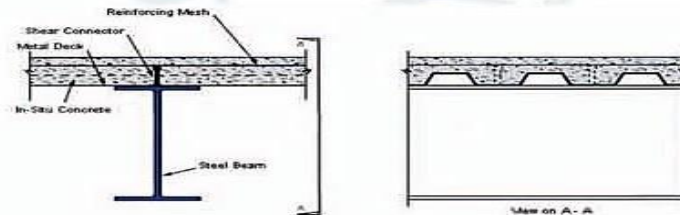




۴-۲-۴ دال مرکب فولادی - بتنی ۴-۲-۱ دال مرکب فولادی - بتنی



سرد نورد شده LSF همخوانی دارد. لذا عمده ترین کاربرد این سقف ها در سازه های فولادی اعم از سرد یا گرم نورد شده می باشد. این سقف در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز است.



سیستم دال مرکب فولادی-بتنی، یکی از اقتصادی ترین روش های ساخت سقف شناخته شده است. این سقف از مقاطع مختلط دال بتن مسلح بر روی ورق های دوزنقه ای که به تیرها و شاه تیرهای فولادی متصل می شوند، تشکیل شده است.

عملکرد مختلط دال بتن مسلح فوقانی و ورق فولادی دوزنقه ای تحتانی، نقش به سزایی در تامین صلیبیت سقف و رفتار برشی مطلوب آن خواهد داشت.

چنانچه در این نوع سقف از تیرچه با جان مشبک استفاده شود، می توان تاسیسات مکانیکی و برقی را به آسانی در زیر سقف تعبیه کرد. لذا امکان دسترسی به تاسیسات، در مواقع بروز مشکل و خرابی احتمالی، ممکن خواهد شد.



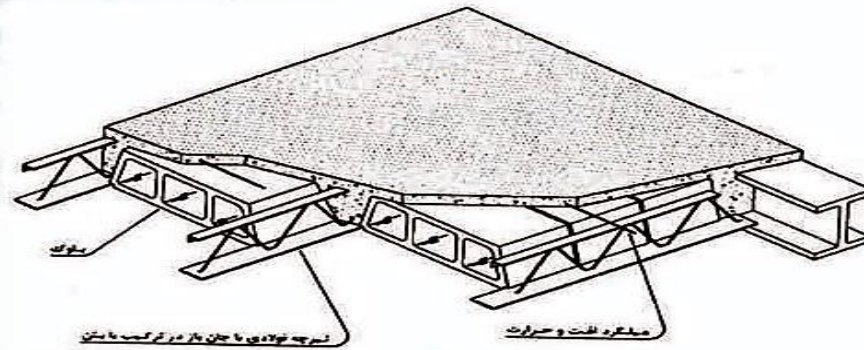
این سقف ها در مقایسه با سقف های مرسوم در اسکلت های معمولی، از وزن کمتری برخوردار بوده و بویژه با ساختمان های ساخته شده از فولاد



۴-۲-۲- تیرچه های فولادی با جان باز در ترکیب با بتن

برای مقابله با تنش های ناشی از افت و تغییرات دما، میلگردهای افت و حرارت در جهت عمود بر تیرچه ها در قسمت بالایی سقف نصب می شوند.

برای تامین یکپارچگی سیستم، استفاده از کلاف عرضی در این سقف الزامی است که شامل دو میلگرد به قطر حداقل ۱۲ میلی متر است. یک میلگرد روی بال تحتانی و یک میلگرد در زیر یا روی بال فوقانی به موازات هم به صورت عمود بر تیرچه ها به آنها جوش می شود.



سقف های تیرچه فولادی با جان باز در ترکیب با بتن، از اجزای اصلی به شرح زیر تشکیل می شوند که استفاده از این سیستم در صورت رعایت الزامات تدوین شده در این مرکز بلامانع است:

- ۱- تیرچه فولادی با جان باز
- ۲- بلوک
- ۳- میلگرد افت و حرارت
- ۴- کلاف عرضی
- ۵- بتن پوششی درجا

تیرچه های فولادی با جان باز شامل بال تحتانی، اعضای قطری و بال فوقانی می باشند که اعضای پیش ساخته ای هستند که به صورت خریاهای ویژه دو سر ساده ای برای توزیع یکنواخت بار سقف به تکیه گاه ها به کار می روند. بال تحتانی تیرچه که از تسمه ساخته شده به عنوان عضو کششی خریا عمل می کند. اعضای قطری تیرچه که از میلگرد می باشند به عنوان عضو مورب خریا عمل نموده و به کمک اعضای فشاری و کششی، ایستایی لازم را برای تحمل بارهای وارده تامین می نمایند. بال فوقانی تیرچه، از نبشی، تسمه یا ناودانی ساخته شده و در داخل بتن پوششی قرار می گیرد. در سقف حاصله، بال فوقانی و جان تیرچه ها در بتن محاط بوده و به صورت یکپارچه به عنوان یک مقطع مرکب I شکل بتن آرمه عمل می نماید.

از بلوک های توخالی سفالی، سیمانی و یا از انواع مصالح سبک مناسب، برای پر کردن فضاهای خالی بین تیرچه ها و به عنوان قالب زیرین بتن پوششی درجا استفاده می شود بعلاوه قسمت زیرین بلوک معمولاً برای تامین سطحی صاف به منظور انجام نازک کاری ساخته می شود.

۴-۳- سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک تو خالی ماندگار

۴-۳-۱- سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک تو خالی ماندگار از جنس پلی پروپیلن

در روند اجرای دال های مجوف با استفاده از U-BOOT، پس از آرماتورگذاری لایه زیرین، U-BOOT ها کنار هم روی شبکه آرماتور زیرین قرار گرفته و پس از قرارگیری آرماتورهای برشی میانی و همچنین آرماتوربندی لایه فوقانی، بتن رویی ریخته می شود. در نهایت مقطع دال به صورت اشکل در آمده و عملکرد بهتری نسبت به مقطع مستطیل کامل خواهد داشت.

آنچه جزء مزایای این دال شمرده می شود، عدم حضور تیر در دال حاصله می باشد که البته با توجه به نیاز طراحی، ممکن است تمهیدات خاصی جهت تأمین تیرهای پنهان انجام شود.

همچنین از آنجا که در برخی از پروژه های بزرگ، لزوم در نظر گرفتن فواصل زیاد ستون ها و امکان تعبیر دهانه بزرگ برای تأمین پارکینگ در ساختمان وجود دارد، می توان این سقف را به عنوان گزینه مناسبی برای اجرا در چنین پروژه های معرفی کرد.

در مورد این سقف ها آنچه مورد اهمیت است امکان اجرای تأسیسات، نحوه دسترسی به آن ها و بهره گیری از فضای مجوف بلوک ها است که بنا به نیاز پروژه و نظر طراح تأمین می شود.

این سقف در زمینه های انرژی، حریق، آکوستیک و سازه در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن بررسی شده و در حیطه الزامات مربوطه مورد تأیید می باشد.

سقف های بتن مسلح به دلیل نیاز به کنترل تغییر شکل ها و ترک ها، بسیار مورد توجه و گاه محدود به دهانه های کوچک می شوند. حال اگر بتوان مقطع سقف های بتن مسلح، به ویژه دال ها، را به نحوی بهبود بخشید که بتواند علاوه بر تأمین ضوابط کنترلی، در دهانه های بزرگ نیز مجاز به



استفاده باشد و همچنین در مقایسه با دال های مشابه از وزن کمتری برخوردار باشد، می توان به شیوه جدیدی در روش اجرای دال های بتن مسلح دست یافت.

سقف های مجوف بتن مسلح، از دو لایه بتن مسلح تشکیل شده است که در بالا و پائین دال و بطور گسترده قرار می گیرد و حدفواصل این دو لایه با محصولی به نام U-BOOT، که از جنس پلی اتیلن می باشد، پر شده است. این محصول همانند بلوک های سفالی یا پلی استایرنی دارای هندسه ای مکعبی اما مجوف می باشد که با توجه به نیاز پروژه و محاسبات طراحی، ابعاد مختلفی دارند.

۴-۳-۲- سیستم سقف کویاکس (Cobix)



ریخته می شود. در نهایت مقطع دال به صورت I شکل با جان با ضخامت متغیر در می آید.

این نوع سقف در زمینه های سازه، انرژی، حریق و آکوستیک در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن بررسی شده و کاربرد آن در حیطه الزامات تدوین شده مورد تأیید می باشد.

سقف های بتن مسلح به دلیل نیاز به کنترل تغییرشکل ها و ترک ها، بسیار مورد توجه و گاه محدود به دهانه های کوچک می شوند. حال اگر بتوان مقطع سقف های بتن مسلح، به ویژه دال ها را به نحوی بهبود بخشید که بتواند علاوه بر تامین ضوابط کنترلی، در مقایسه با دال های مشابه از وزن کمتری برخوردار باشند، می توان به شیوه جدیدی در روش اجرای دال های بتن مسلح دست یافت.

با توجه به آنکه در دال های بتنی دو طرفه، معمولاً از نظر تحمل نیروی برشی مشکلی وجود ندارد، اصول طراحی این نوع سقف، بر مبنای حذف قسمتی از بتن میانی و ایفای عملکرد دال دو طرفه می باشد به نحوی که یک دال بتنی حاوی حفره های ناشی از حضور گوی های کروی توخالی فراهم می شود. سقف های مجوف بتن مسلح کویاکس (Cobix)، از دو لایه بتن مسلح تشکیل شده است که در بالا و پایین دال و بطور گسترده قرار می گیرد و حد فاصل این دو لایه با گوی های کروی شکل از جنس پلی پروپیلن پر می شود. که با توجه به نیاز پروژه و محاسبات طراحی، ابعاد مختلفی دارند.



در روند اجرای سیستم سقف کویاکس، ابتدا پس از آرماتورگذاری لایه زیرین، قفسه هایی از گوی های کروی شکل با فاصله کنار هم روی شبکه آرماتور زیرین قرار گرفته و پس از آرماتوربندی لایه فوقانی، بتن روئی





۴-۴- سقف های بتنی پیش تنیده پس کشیده

سقف، علاوه بر کنترل تنش های خمشی و برشی و تغییر شکل ها، کنترل برش پانچ در محل اتصال دال به ستون نیز حائز اهمیت می باشد. در این سقف ها به منظور دست یافتن به یک طرح بهینه از لحاظ مقدار مصالح، وزن و هزینه، از بتن و فولادهای با مقاومت بالا استفاده می شود. در سقف های پیش تنیده پس کشیده حداقل رده بتن باید C30 باشد.

در زمان اجرا، کنترل کیفیت مواردی نظیر، محل و نحوه جایگذاری کابل ها، میزان نیروی پس کشیدگی در کابل ها، سن و مقاومت بتن در زمان پس کشیدگی، کفایت تزریق گروت در غلاف ها بسیار حائز اهمیت می باشد.

تخریب این سیستم سقف به دلیل وجود میلگردهای پیش تنیده بسیار پر خطر بوده و باید با روش های خاص توسط تیم فنی آموزش دیده، صورت گیرد.



پیش تنیده نمودن مقاطع از دیرباز در پل ها و اسکله ها کاربرد داشته و در سال های اخیر استفاده از آن در سقف های دال تخت، با دهانه های بلند و خصوصاً در سقف پارکینگ های طبقاتی و عموماً اعضایی که تحت اثر خمش می باشند، توسعه یافته است. در سقف های بتنی پیش تنیده، با بوجود آوردن نیروی اضافی فشاری در بتن، قسمتی از تنش های کششی بتن خنثی شده و در نتیجه سطح مقطع فشاری بتن افزایش می یابد. پیش تنیدگی به دو روش عمده پیش کشیدن (Pre Tension) و پس کشیدن (Post Tension) انجام می شود. در سقف های بتنی پیش تنیده پس کشیده، نیروی پیش تنیدگی در بتن، توسط کشش کابل ها بعد از ریختن بتن و رسیدن بتن به مقاومت لازم، ایجاد می شود. این روش به صورت کارگاهی یا کارخانه ای قابل انجام است و با مخفف (PT) شناخته می شود. در اجرای سقف های PT، ابتدا غلاف های فلزی جای گذاری می شوند. سپس، کابل ها درون غلاف ها قرار گرفته و پس از بتن ریزی و رسیدن بتن به مقاومت لازم، (میزانی ذکر شده در مدارک محاسباتی طرح) کشیده می شوند. در مرحله بعد به منظور محافظت کابل ها در برابر خوردگی و زنگ زدگی، گروت یا دوغاب سیمانی مخصوص و یا مواد پلیمری مانند انواع مناسب قیر یا گریس به درون غلاف ها تزریق می شود.

در این سقف ها، به دلیل افزایش سطح مقطع موثر فشاری بتن، ضخامت دال کاهش یافته و علاوه بر کاهش وزن امکان اجرای دهانه های بلند فراهم می شود از سوی دیگر با پیش تنیده نمودن مقطع و کاهش و یا حذف عمق ناحیه کششی بتن، ترک خوردگی و توسعه آن در مقطع بتنی، کاهش و یا حذف شده و در نتیجه دوام مجموعه و مقاومت آن در محیط های خوردنده افزایش می یابد. در این سیستم به دلیل کاهش ضخامت



۴-۴- سقف های بتنی پیش تنیده پس کشیده (ادامه)

از نکات حائز اهمیت در اعضای پیش تنیده پس کشیده، مسئله افت و وادادگی کابل ها به دلایلی نظیر، کاهش اصطکاک بین کابل و غلاف، لغزش مهار انتهایی و فرو رفتن گوه گیرداری در ابتدا و انتهای کابل، کهولت کرنش (Relaxation) و شل شدگی فولاد، جمع شدگی بتن یا خزش و انقباض یا آب رفتگی بتن به مرور زمان می باشد که لازم است به دقت محاسبه شده و مورد توجه قرار گیرد.

از دیگر مواردی که در اعضای پیش تنیده باید به آن توجه نمود دقت عملی است که باید در هنگام تخریب به عمل آید. تخریب این سیستم سقف به دلیل وجود میلگردهای پیش تنیده بسیار پر خطر بوده و باید با روش های خاص توسط تیم فنی آموزش دیده، صورت گیرد. این سیستم در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن، در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می باشد.





۴-۵- سقف های مجوف پیش ساخته پیش تنیده Hollow Core Slabs

تحقیقات ساختمان و مسکن مورد بررسی قرار گرفته و استفاده از آن در محدوده الزامات ارائه شده مجاز است.

الزامات سقف های مجوف پیش ساخته پیش تنیده Hollow Core Slabs

۱- سقف های ساخته شده از دال های هالوکور (Hollow Core Slabs) از انواع بتن آرمه معمولی و بتن آرمه پیش تنیده از سیستم های شناخته شده در سراسر دنیا بوده و جزو سقف های نیمه سنگین تا سنگین محسوب می شوند.

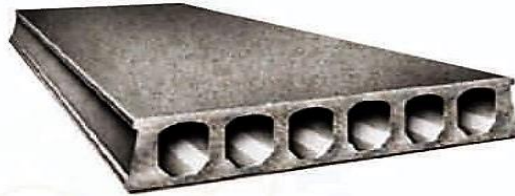
۲- استفاده از این نوع سقف تنها در ساختمان های با اسکلت بتن مسلح مجاز است.

۳- بارگذاری ثقلی و لرزه ای سیستم سازه ای حاصله به ترتیب باید بر اساس آخرین ویرایش مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان بارهای وارد بر ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰ ایران اعمال شود.

۴- طراحی، ساخت و اجرای دال های هالوکور از نوع بتن آرمه معمولی باید بر مبنای آخرین ویرایش دستورالعمل طراحی (Manual for the Design of Hollow Core Slabs)، ضمن در نظر گرفتن ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان طرح و اجرای ساختمان های بتن آرمه انجام شود.

۵- بررسی صلیبت دیافراگم سقف های هالوکور باید براساس بند ۲-۹ و پیوست شماره ۶ استاندارد ۲۸۰۰ ایران صورت گرفته و تمهیدات لازم برای تامین یکپارچگی سقف و صلیبت براساس ضوابط دستورالعمل PCI در نظر گرفته شود.

سقف های مجوف پیش ساخته یا Hollow core slabs از سیستم های سقف شناخته شده در دنیا می باشند. این سقف ها به دو صورت با استفاده از بتن مسلح معمولی و یا بتن مسلح پیش تنیده در کارخانه تولید به محل اجرای پروژه انتقال داده می شوند. در مقطع طولی این سقف ها به منظور کاهش بار مرده سقف حفراتی طولی تعبیه شده است. از مزایای این سیستم مشابه دیگر انواع سقف های پیش ساخته کاهش زمان اجرا و افزایش سرعت پیشرفت پروژه می باشد. به منظور اتصال مناسب این قطعات به یکدیگر ضمن تامین کلید برشی لازم است قلاب های مناسب تعبیه شده و در محل به طور مناسب بتن ریزی یا گروت ریزی شود.



دال های مجوف پیش تنیده ضمن دارا بودن مزیت هایی نظیر افزایش طول دهانه باربری یا کاهش ارتفاع مقطع در دهانه های مساوی و استفاده بهینه تر از مقطع بتنی، دارای ملاحظات اجرایی و کیفی متعددی هستند که لزوم استفاده از یک تیم متخصص را در زمان تولید این قطعات، همچنین انتقال و اجرای آنها به کارگاه الزامی مینماید. از نکات شایان توجه در اجرای سقف های مجوف پیش ساخته، اتصال برشی این قطعات به سیستم باربر جانبی می باشد و لازم است با تعبیه میلگردهای قلابی و انجام محاسبات و کنترل های مربوطه طراحی شود. این سقف ها در مرکز





۴-۶- سقف دالهای نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double Tee با بتن رویه



الزامات سقف دالهای نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double Tee با بتن رویه

- ۱- رفتار سیستم سقف دالهای نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double Tee مشابه سقف های دال یک طرفه می باشد. در طراحی و اجرای این سیستم باید، صلبیت و یکپارچگی سقف با ارائه محاسبات کافی صرفاً به کمک اجرای بتن رویه تامین شود.
- ۲- در این سیستم، به منظور تامین یکپارچگی در دیافراگم سقف و همچنین تحمل عکس العمل ناشی از تیرچه ها، می بایست در پیرامون سقف، تیرهای پیرامونی طراحی و اجرا شوند. همچنین در محل اتصال دال نیمه پیش ساخته به تیر پیرامونی، لازم است، میلگردهای تامین کننده یکپارچگی اعضا به طور مناسب طراحی و اجرا شوند.

دالهای نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double Tee همانطور که از نام آنها مشخص است و در شکل نیز ملاحظه می شود از یک جفت تیر T شکل تشکیل شده اند. این سقف ها به صورت پیش ساخته در کارخانه تولید شده و به محل اجرای پروژه انتقال می یابند. استفاده از این دال های نیمه پیش ساخته به علت حذف مراحل مربوط به قالب بندی و دوره انتظار به مقاومت رسیدن بتن، می تواند موجب افزایش سرعت اجرای سقف شود. رفتار سیستم سقف دالهای نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double tee مشابه سقف های دال یک طرفه بوده و از این رو از نظر سازه ای دارای عملکرد شناخته شده می باشند. اما مشابه دیگر سیستم ها پیش ساخته لازم است در اتصال این قطعات به سیستم باربر جانبی و همچنین به یکدیگر تمهیدات لازم اندیشیده شود. از این رو به منظور تامین صلبیت و همچنین رفتار یکپارچه در این سیستم لازم است بتن رویه اجرا شود. این سقف ها در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد بررسی قرار گرفته و استفاده از آن در محدوده الزامات ارائه شده مجاز است.

