اجلاس ملی سازندگان حرفه ای مسکن و ساختمان

سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان یزد

روشهای تولید صنعتی ساختمان

دکتر سیدحمید لاجوردی

دانش آموخته فرانسه

مدرس رسمی وزارت راه و شهرسازی

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی

27 مهر ماه سال 1401

صنعت ساختمان سازی

اهمیت صنعت ساختمان سازی

- مصرف بیش از 50% محصولات صنعتی در احداث یک ساختمان مسکونی
- ارتباط بیش از 100 حرفه به طور مستقیم یا غیرمستقیم با این صنعت
- اختصاص حدود 5% از تولید ناخالص ملی کشور
- تخصیص 30% تا 40% سرمایه گذاری های کشور در این بخش

اهمیت صنعت ساختمان سازی

- توسعه صنعت ساختمان، یک ازمظاهر 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.

- ارتقا کیفیت در تولید مصالح، شیوه های طراحی و اجرا، سرعت بخشیدن به روند ساخت وساز، رقابت در پیشرفت تکنولوژی، استفاده بهینه از نیروی کار و بهره گیری از تکنولوژی های نوین ساخت، جزء مولفه های تاثیر گذار در این صنعت به شمار می آیند.

برخی آمار تکان دهنده

- 76% از مناطق کشور با لرزه پذیری پرخطر، 20% با خطر متوسط و حدود 4% با خطر کم
- رخ دادن هر دو سال یکبار زلزله 6 ریشتری و هر ده سال یکبار زلزله بالای 7 ریشتر

- عمر متوسط ساختمان ها یک چهارم عمر متوسط جهانی
- سرانه مصرف سالیانه مصالح در ایران 7/8 برابر متوسط جهانی

- سرانه مصرف انرژی 2 برابر مصرف چین و 5 برابر هند
- 55% مصرف انرژی در بخش ساختمان

- افزایش جمعیت 20 تا 30 ساله کشور به حدود 25 میلیون نفر

صنعتی سازی ساختمان

روش‌های تولید صنعتی ساختمان

قسمت اول:کلیات و ضرورت

دکتر سید حمید لاجوردی- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی اراک،
مدرس رسمی سازمان نظام مهندسی ساختمان در دوره روش‌های تولید صنعتی ساختمان

در این مقاله سعی می‌شود مروری بر وضعیت کنونی ساخت‌وساز در ایران و مقایسهٔ آن با کشورهای پیشرفته صورت گیرد و به اشکالات و ایرادات عمده‌ای که در روش‌های سنتی وجود دارد پرداخته شود و در انتها کلیاتی در مورد تولید صنعتی ساختمان بیان شود. با توجه به اهمیت موضوع، مجموعه مقالاتی در مورد انواع روش‌های تولید صنعتی و فن‌آوری‌های نوین ساختمانی تهیه شده است که در شمارگان مختلف این مجله به رشته تحریر در خواهند آمد. امید است این مجموعه بتواند در راستای ارتقا و به‌روز رسانی دانش مهندسین عمران و معماری در مراحل طراحی، اجرا و نظارت و افزایش فرهنگ عمومی ساخت‌وساز مفید واقع شود.

زمان ساخت یک ساختمان

آیا تا بحال به این فکر کرده‌اید که چرا کشورهای مدرن و پیشرفته ساختمان‌های معمولی ۵ تا ۷ طبقه را بطور متوسط در مدت زمان ۶ ماه (از مرحله گودبرداری تا آماده بهره‌برداری) می‌سازند در حالی که در ایران این زمان به بیش از ۱۸ ماه می‌رسد؟ این در حالی است که ساعات کار مجاز آن‌ها ۳۵ ساعت در هفته (۵ روز در هفته و روزی ۷ ساعت) می‌باشد. در ایران کارگاههای ساختمانی تمام ایام هفته باز

مقایسه ساخت وساز در ایران با سایر کشور های پیشرفته

- زمان ساخت یک ساختمان

- کیفیت یک ساختمان

- ساخت و ساز در ایران : مولد یا مقلد

- نخاله ساختمانی

- قیمت تمام شده

- مصرف انرژی

مقاومت در برابر زلزله

پس از زلزله بم، گروهی برای بررسی ساختمانهای بجا مانده تحقیقاتی را انجام دادند. آنها ساختمانهای موجود را به 5 دسته تقسیم کردند:

- سازه های سنتی خشتی و آجری با سقف گنبدی
- سازه های با مصالح بنایی و تیر آهنی
- سازه های با مصالح بنایی همراه با شناژ افقی و قائم
- سازه های اسکلت بتنی
- سازه های اسکلت فولادی
- نتایج نشان داد که پس از زلزله تمام ساختمانهای مشمول سه بند اول تخریب شده اند و در مورد دو بند آخر، درصد کمی سالم باقی مانده و الباقی خراب شده اند.

مقاومت در برابر زلزله

- دلایل زیر علت خرابی ها را برای سازه های اسکلت بتنی و فولادی توجیه می کند:
- – عدم جوشکاری صحیح و ضعف در اتصالات
- – اجرای نامناسب بتن
- – عدم رعایت فواصل خاموت ها
- – عدم پوشش کافی بتن روی میلگردها
- – عدم اتصال صحیح تیغه ها به ستون
- عدم آگاهی مجریان ، پیمانکاران و ناظران

- آیا می توان مانند ژاپن از روشها و یا تکنیک های خاص اجرایی استفاده کرد تا در اثر زلزله کمترین آسیب به ساختمانها وارد شود؟

صنعتی سازی ساختمان

- منظور از صنعتی کردن ساختمان سازی، انتقال از روشهای متعارف بنایی به روشهای اجرای صنعتی و استفاده بهینه از منابع موجود است.

- صنعتی کردن روشهای ساخت لزوما به معنی استفاده از یک سیستم کاملا جدید و متمایز ساختمانی نیست بلکه منظور **اصلی کاهش هزینه ها، افزایش سرعت و سهولت و کیفیت عملیات ساختمانی** است .

- به عبارت دیگر، سازماندهی و برنامه ریزی صحیح کارهای ساختمانی، به نحوی که وقفه در عملیات ساختمانی به حداقل ممکن برسد. **این امر تا حدی به کمک وسایل مکانیکی پیشرفته و تاحد قابل توجهی با تعویض عناصر درجا با قطعات پیش ساخته میسر است.**

صنعتی سازی ساختمان

- بنا به تعریف، در روش صنعتی، قطعات و اجزای ساختمان به صورت سری در کارخانه تولید و از جنبه های مختلف کنترل کیفی، آزمایش شده و سپس به محل کارگاه حمل می شود.

- – با این روش، حجم عملیات ساختمان سازی در محل کارگاه کاهش یافته و میزان تولید افزایش می یابد.

- – در واقع، صنعتی سازی ساختمان فرآیندی حساب شده با در نظر گرفتن مولفه های مدیریت زمان، هزینه و کیفیت با اعمال استاندارد های مرتبط برای تولید انبوه می باشد.

ضرورت صنعتی سازی ساختمان

- در حال حاضر به لحاظ دانش فنی و علمی کمبودی وجود ندارد و این فناوری ها در اختیار متخصصان است.
- آنچه فقدانش حس می شود کمبود در زمینه تامین شرایط برای محقق شدن تولید صنعتی است.
- در فرآیند صنعتی سازی، زمان ساخت کاهش می یابد و می توان کنترل کیفیت دقیقی داشته و سرانجام به تولید ساختمانی با طول عمر بالاتری دست یافت.

لزوم صنعتی سازی ساختمان

- هر کارگر با 8 ساعت کار می تواند ؟ مترمربع بسازد.
- افزایش حجم نخاله های ساختمانی حدود 1/64 تن به ازای یک مترمربع ساخت
- افزایش هزینه تامین انرژی
- کاهش هزینه ساخت

لزوم صنعتی سازی ساختمان

- افزایش سرعت ساخت
- افزایش کیفیت
- الزامات قانونی
- بند دال تبصره 6 قانون بودجه 1386 و سال های بعد که دولت موظف به گسترش صنعتی سازی می‌شود.

هدف صنعتی سازی ساختمان

- صنعتی سازی ساختمان مدیریت فرآیند بین سه هدف اصلی کیفیت، سرعت و قیمت می باشد که کیفیت نبایستی تحت هیچ شرایطی فدای دو هدف دیگر گردد.
- **کیفیت** شامل استحکام، عمر مصالح، اتلاف انرژی، پرت مصالح، سبک سازی، بهینه سازی اجرا و محیط زیست می باشد.

- عامل **سرعت** شامل کاهش زمان ساخت، امکان سری سازی، امکان تولید مدولارو مکانیزه کردن تولید میباشد.
- **قیمت** تمام شده بستگی دارد به کاهش زمان ساخت ، استفاده بهینه مصالح، تولید انبوه و کاهش پرت مصالح.

مزایای صنعتی سازی ساختمان

- سبک سازی بنا
- استفاده حداکثر از فضای مفید ساختمان
- سرعت بخشی به اجرا
- بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان

مزایای صنعتی سازی ساختمان

- تطابق بیشتر محصول با محیط زیست و تولید آلودگی کمتر
- کاهش قیمت تمام شده ساختمان بویژه در انبوه سازی
- افزایش دوام و عمر مصالح در شرایط مختلف و بالابردن عمر مفید ساختمان

مزایای صنعتی سازی ساختمان

- بالابردن مقاومت بنا در برابر حوادث طبیعی مانند زلزله و طوفان
- تامین آسایش ساکنان ساختمان
- امکان استفاده از نیروی کار دائمی در تمام فصول سال
- فعال تر کردن بخش اشتغال با گسترش این صنعت مولد

مزایای صنعتی سازی ساختمان

- ارتقای جایگاه افراد تحصیل کرده و بانوان در صنعت ساختمان به دلیل تغییر ماهیت کارو ایجاد اشتغال برای قشر جوان به ویژه تحصیل کرده ها
- حرفه ای کردن عملیات ساختمانی و ایجاد بازار رقابتی فعال و موثر
- امکان هدایت صنعت ساختمان کشور بر حسب نیاز از پیش تعیین شده

مزایای صنعتی سازی ساختمان

معایب صنعتی سازی ساختمان

- افزایش ریسک سرمایه گذاری در تجهیزات تولید
- گرایش به تکرار و استاندارد سازی
- مشکلات سازه ای موجود درصنعتی سازی ساختمان
- عدم گرایش معماران به صنعتی سازی
- غفلت در بحث هویت معماری

معایب صنعتی سازی ساختمان

دیدگاه عمومی اقتصادی کردن مسکن

- دیدگاه اقتصادی در طراحی به معنای کاهش هزینه ها با لحاظ استاندارد ها و با هدف ارتقای کیفیت ساخت و ساز است.

• **<u>۱ - سطح طراحی ساختمان</u>**

- شامل بهینه کردن طرح های معماری، سازه ای و تاسیسات می باشد.
- در سطح **طراحی، بهینه سازی با تکیه بر مقررات ملی ساختمان** صورت می گیرد.
- یکی از مهمترین اهداف تدوین مقررات و ضوابط، بهینه کردن ساخت و ساز است که با راهکارهایی همچون **صرفه جویی در مصرف انرژی، صرفه جویی در مصرف مصالح ساختمانی و سبک سازی ساختمان** قابل دستیابی است.

دیدگاه عمومی اقتصادی کردن مسکن

- **۲- سطح اجرای ساختمان :**

- کاهش دور ریز و پرت مصالح ساختمانی
- کاهش زمان ساخت و صرفه جویی در سرمایه انسانی
- استفاده از فرآورده ها و مصالح استاندارد با اخذ تضمین و کنترل کیفیت توسط مراجع ذیصلاح

دیدگاه عمومی اقتصادی کردن مسکن

- **۲- سطح اجرای ساختمان :**

- ارتقای دوام و مقاومت ساختمان
- جلوگیری از جزئیات غیر ضروری و اضافی در اجرا
- جلوگیری از دوباره کاری و تخریب به منظور نصب تجهیزات در اجرا
- استفاده از سیستم نازک کاری صنعتی

مقایسه روش سنتی با روش صنعتی ساختمان از نظر سرعت

.

- در **تولید سنتی** فرآیند تولید یک فرآیند کاملا سری است و سلسله اقدامات اجرایی باید به ترتیب و مرحله به مرحله اجرا شود. زنجیره وار بودن این گونه اقدامات روند اجرای پروژه را بسیار کند و هزینه های اجرایی از قبیل نیروی انسانی را افزایش می دهد. مشکل عمده دیگر در فرآیند تولید سنتی وجود اقدامات اجرایی بیهوده و غیر ضروری است که بسیاری ازآن ناشی از قدیمی بودن مصالح مورد استفاده و شیوه ساخت است.
- در **فرآیند تولید صنعتی** از آنجا که برخی از مراحل تولید در کارخانه وبه صورت موازی انجام می شود، نیازی به رعایت سلسله مراتب و زنجیره های تولید سنتی در تولید صنعتی نیست. بسیاری از مراحل تولید می تواند همزمان و به صورت موازی انجام شود و می توان تنها این قطعات را برای نصب به محل اجرای پروژه آورد و آنها را به هم متصل نمود.
- هرچه **تعداد طبقات افزایش** یابد تفاوت زمان در دو شیوه سنتی و صنعتی بیشتر به چشم می خورد. چرا که در تولید صنعتی، ساخت قطعات ساختمانی در طبقه بالاتر وابسته به اجرای قطعات در طبقه زیرین نیست در نتیجه تفاوت زمان ساخت در دو روش بیشتر می شود.

چالش های تولید صنعتی در ایران

- از نظر جامعه شناسی انسانها نسبت **به تغییرات** واکنش نشان می دهند و دیده شده است که در زندگی شان تا مجبور نباشند تغییرات را نمی پذیرند. فلسفه احداث برج ایفل درپاریس در بیش از یکصد سال پیش (جایی که بافت سنتی شهر دارای ساختمانهایی حداکثر ۵ طبقه بودند) این بود تا جامعه سنتی فرانسه را با تغییرات و دگر اندیشی آشنا کنند. مقاوت جامعه ایران (کارفرما، پیمانکار و مصرف کننده) در قبول سقف های تیرچه بلوک بجای سقف های طاق ضربی در سال های اولیه بعد از انقلاب دلیلی بر این مدعی است.
- عایق بندی حرارتی – برودتی – رطوبتی – آکوستیک و مقاومت در برابر آتش در اکثر واحد های **تولیدی مورد توجه واقع نمی شود** زیرا به دلیل مسائل اقلیمی هر منطقه، استفاده از یک سیستم پیش ساخته مورد نیاز می باشد.
- تهیه مواد اولیه و لوازم یدکی کارخانجات تولید کننده از **خارج**، سبب نقصان در خط تولید و کاهش بازده تولید شده و در نتیجه گرانی فرآورده تولیدی را به همراه می آورد.

چالش های تولید صنعتی در ایران

- ارائه **یارانه های پنهان** به سیستم روش سنتی تولید مصالح و عدم کنترل کیفیت مصالح تولیدی، سبب ارزان شدن محصول به روش سنتی تولید می گردد.
- فقدان آیین نامه ها و قوانین و دستورالعمل های **اجباری** و گاها تشویقی در کنار عدم توجه مدیریت کلان سیاست گذاری به روش صنعتی ساخت مسکن، موجب تکیه بیشتر سازندگان به روش سنتی ساخت مسکن می گردد.
- **ارزان** بودن انرژی و دستمزد کارگران، تفاوتی برای سازنده در ساخت و ساز سنتی و صنعتی ایجاد نمی کند.
- علاوه برسازندگان، مردم ایران نیز هنوز به مکانی که از مصالح سنگین برای ساخت آن استفاده نشده باشد، به عنوان **مسکن موقت** می نگرند و برای آنها در برخی موارد قابل هضم نیست.

چالش های تولید صنعتی در ایران

- تکنولوژی، سازماندهی و طراحی سیستم های ساختمانی پیش ساخته، هرگز به عنوان بخشی از دانش تخصصی مهندسان و معماران، مشابه سایر موضوعات آموزشی آکادمیک منظم، مطرح نشده است.
- کاهش قیمت ها در روش صنعتی، لازمه وجود تشکیلات منظم در برنامه ریزی و مدیریت و اداره کارگاه و ماشین آلات می باشد.
- سرمایه گذاری اولیه برای احداث کارخانه صنعتی و وجود مدیریت و سازماندهی منظم و درک بالای مهندسان در برقراری نظم و مدیریت جمعی در کار می باشد که متاسفانه شرایط در اغلب موارد مشروحه در کشور فراهم نیست.
- شکل گیری صنعت تولید انبوه و پیش ساخته سازی در کشور، در ابتدا با واردات کارخانه و ماشین آلات همراه بوده است و متخصصان داخلی در ابتدای امر مداخله بنیادی نمی نمایند.
- فراوانی و ارزانی مقاطع فولادی که نیاز به فناوری و تخصص کمتری در اجرا دارند (به استثنای جوشکاری قطعات)، موجب گردیده است که صنعت پیش ساخته سازی بتنی نتواند بطور شایسته با صنعت اسکلت فولادی رقابت نماید.

سخن دیگر و راه حل

- سیستم های صنعتی ساختمان سازی، بیشتر از تکنیک های ساخت درجای متداول (سنتی)، ضوابط بهره وری سبز (توسعه پایدار) را پاسخ می دهند.
- **ایران با وجودی که در مرحله ی گذر از سنتی سازی به صنعتی سازی بسر می برد برای عبور از این مرز می بایست**

• **۱**- طی یک برنامه مدون،

• **۲**- بعضی از روشهای قدیمی را به مرور زمان ممنوع و روشهای نوین فناوری صنعت ساختمان را با استفاده از روش تشویق دست اندرکاران و مهندسان جایگزین

• **۳**- و در پروژه های دولتی اجباری نماید.

وضعیت مسکن در کشور و سیاست دولت

- نیاز به مسکن درتمام دوران ها جز ملزومات اصلی زندگی بشر بوده است و دراصل۳۱ 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.
- با توجه به جوان بودن جمعیت کشور و تقاضای انباشته سال های گذشته و با استناد به سند چشم انداز در افق ۱۴۰۴ ، زمانی کشور در حوزه مسکن به توسعه یافتگی دست می یابد که شاخص تراکم خانوار در واحد مسکونی به یک رسیده و هر خانوار ایرانی دارای یک مسکن باشد.
- برای رسیدن به این هدف دولت موظف است به مدت ۲۰ سال بستر تولید **سالانه ۱/۵** میلیون واحد مسکونی را فراهم نماید.

وضعیت مسکن در کشور و سیاست دولت

- – اقدامات صورت گرفته تاکنون نظیر واگذاری زمین دولتی به صورت اجاره ۹۹ ساله درطرح مسکن مهر، وضع سیاست های مالیاتی و کنترل سوداگری، افزایش تسهیلات ساخت مسکن از جمله بسترسازی های مناسب صورت گرفته در حوزه سیاست گذاری است.

- ولیکن ثمره این سیاست ها 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 بهره برداری بهینه نمی باشد 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 راه، مسکن و شهرسازی واگذار شده است تا فناوری های نوین ساختمانی را با توجه به شاخص های فنی وقانونی تایید و نسبت به ترویج و توسعه کاربرد این فناوری ها اقدام نماید.

سید محمود فاطمی عقدا

رئیس مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

تولید صنعتی ساختمان، فرآیند ساخت و اجرای پیوسته و زنجیره‌ای ساختمان است که در آن اجزاء و عناصر ساختمانی به صورت مدولار و پیش‌ساخته 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 زمان‌بر است که با سیاست گذاری، هدف گذاری، برنامه‌ریزی، 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 فناوری‌های مطرح روز دنیا نیز مورد بررسی دقیق قرار گرفته و امکان‌سنجی بومی سازی و حصول اطمینان از قابلیت انطباق آن ها با الگوهای ساخت و ساز متداول در کشور انجام شود.

برای رسیدن به این هدف در برنامه چهارم توسعه کشور، حرکت به سمت تولید صنعتی ساختمان به عنوان یک راهبرد اصلی پیش بینی گردید و به استناد بند «د» تبصره ٦ قانون بودجه سال ١٣٨٦ که هم اکنون تبدیل به «قانون ساماندهی و حمایت از تولید و عرضه مسکن؛ مصوب سال ١٣٨٧ » شده است امکان اجرایی شدن برنامه صنعتی سازی ساختمان در کشور فراهم شده است. در این راستا مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن به عنوان مرجع تأیید فناوری های نوین ساختمانی، اقدام به ایجاد دبیرخانه فناوری های نوین ساختمانی از بهار سال ١٣٨٦ نموده و طرح های پیشنهادی واجد شرایط را پس از ارزیابی از نظر ایمنی در برابر زلزله، حریق، صدابندی و عایق بندی حرارتی و برودتی، دوام، انطباق با شرایط اقلیمی و فرهنگی کشور و میزان انطباق با مقررات ملی ساختمان، مورد تأیید قرار می دهد. تاکنون ٨٥ فناوری نوین ساختمانی در این مرکز مورد بررسی و تأیید قرار گرفته است که به همراه الزامات مربوط در ویرایش‌های مختلف نشریه « گامی در صنعتی سازی ساختمان» به چاپ رسیده است.

تفاوت ساخت روش سنتی و صنعتی

جدول ۱: تفاوت‌های ساخت صنعتی و ساخت متداول (Warszawski,1999: 8)

ساخت متداول[۴]	ساخت صنعتی[۵]
فعالیت در مکان‌های موقت متعددی انجام می‌شود.	تمامی فعالیت در یک مکان دایمی انجام می‌شود.
طول عمر طولانی یک محصول ویژه	طول عمر کم تا متوسط یک نوع محصول
استانداردسازی کم؛ هر پروژه جنبه‌های متمایزی دارد.	درجه بالایی از تکرار و استانداردسازی
وظایف زیادی نیازمند مقدار زیادی مهارت دستی لازم برای تکمیل پروژه ساخت معینی است	تعداد محدودی وظایف ساده برای تولید محصول معین ضروری است.
هر فعالیتی در محل کاری وسیع توسط کارگرانی در حال رفت و آمد از مکانی به مکانی دیگر انجام می‌شود.	تمامی وظایف در ایستگاه کاری ثابتی انجام می‌شود.
محیط کاری سخت و ناملایم	محل کار به دقت براساس نیازهای انسان تنظیم شده است.
تغییر زیاد کارگران	در مقایسه، نیروی کاری ثابت
اختیار تصمیم‌گیری میان حامی، طراحان، دولت محلی، پیمانکار و پیمانکاران جز تقسیم شده است.	اختیار واحد تصمیم‌گیری برای طرح، تولید و بازاریابی

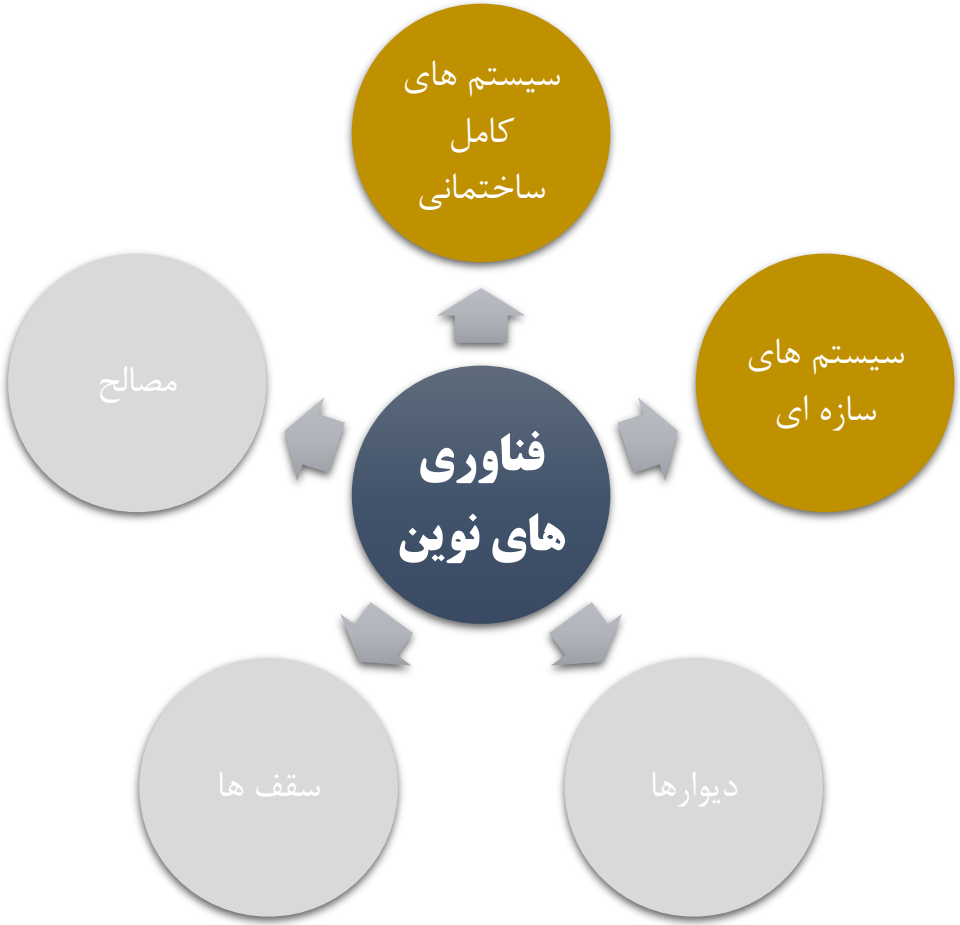
روش های صنعتی سازی

- پنج سطح صنعتی سازی

- پیش ساختگی
- مکانیزاسیون
- اتوماسیون
- کاربرد هوش مصنوعی
- استفاده از ربات ها

انواع فناوری های نوین ساخت و ساز

حوزه های فناوری های نوین



سیستم های کامل ساختمانی

- اصلی ترین مزیت سیستم های مورد اشاره توانایی آنها در مدولار سازی و تولید صنعتی بوده و مهم ترین نقطه ضعف آنها محدود بودن در ایجاد طراحی های متنوع می باشد.

سیستم قاب سبک سرد نورد شده

بخش اول

سیستم قاب سبک فلزی سردنورد

فن‌آوری-۲

دکتر سید حمید لاجوردی- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی اراک، مدرس رسمی سازمان نظام مهندسی ساختمان در دورهٔ روش‌های تولید صنعتی ساختمان / رسام: مسعود جلالیان

بخش دوم

فن‌آوری-۲

سیستم قاب سبک فلزی سردنورد

دکتر سید حمید لاجوردی- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی اراک،
مدرس رسمی سازمان نظام مهندسی ساختمان در دورهٔ روش‌های تولید صنعتی ساختمان

۵- سیستم باربر جانبی

در سازه‌های LSF مقابله با نیروهای جانبی دارای اصول و مبانی خاصی است. در طول مدتی که از ابداع این سیستم می‌گذرد و با گسترش کاربرد استفاده از این سیستم در نقاط مختلف دنیا، روش‌های مقابله با نیروهای جانبی یعنی نیروی باد و زلزله تکمیل شده‌اند. با مهار کردن قاب‌ها در امتدادهای طولی و عرضی ساختمان می‌توان به این مهم دست یافت. قاب‌ها و یا پانل‌هایی که بادبندی شده‌اند به دیوارهای برشی نامگذاری می‌شوند. کلمه دیوار برشی صرفاً به معنای دیوار بتنی مسلح که در سیستم‌های بتنی استفاده می‌شود نبوده بلکه یک نام عمومی است که برای دیوارهای مهاربند شده استفاده می‌گردد.

• انواع دیوار برشی

در سازه‌های LSF عناصر و المان‌های سقفی تحت بارهای ثقلی (بار مرده و زنده) قرارگرفته درحالی که برای باربری جانبی از دیوارهای برشی استفاده می‌گردد. دیوارهای برشی خود به انواع زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

- دیوارهای مهاربندی‌شده با ورق فلزی نازک
- دیوارهای مهاربندی‌شده با پوشش‌های OSB
- دیوارهای مهاربندی‌شده با المان قطری (سیستم بادبندی)
- دیوارهای مسلح بتنی

استفاده از هر یک از روش‌های فوق با توجه به نوع منطقه و شرایط اعمال

انواع سیستم های فولادی

- سیستم نورد گرم (Hot Rolling Method): از این نوع سیستم بیشتر جهت ساخت قسمت های سنگین سازه مانند تیرها و ستون ها استفاده می شود.

- سیستم نورد سرد (Cold Forming Method): از این نوع سیستم جهت ساخت و انجام عملیات خم کاری در ورق های نازک فولادی استفاده می شود.

تـــا ریـــخـچـه

- قدمت این روش به حدود ۱۰۰ سال قبل باز می گردد.
- ظهور شکل دادن ورق های نازک به صورت سرد جهت ساخت بدنه اتومبیل
- سال ۱۹۳۳، معرفی خانه ای برای آینده در نمایشگاهی در شیکاگو
- سال ۱۹۴۰، ساخت بیش از ۲۵۰۰ واحد
- سال ۱۹۴۶، اولین آیین نامه سازه های فولادی نورد سرد

معرفی سیستم

- از این نوع سیستم برای ساخت ساختمان هایی با طبقات محدود معمولا تا ۵ طبقه استفاده می شود.
- در این سیستم از روق های فولادی سرد نورد شده به صورت مقاطع سازه ای باربر استفاده می شود.
- این سیستم به صورت اجرای خشک و اغلب با استفاده از اتصالات پیچ به روش تولید صنعتی به کار گرفته می شود.

معرفی سیستم

- از این نوع سیستم اغلب در انبوه سازی ها، ساختمان های چندطبقه، دفاتر و ساختمانهای تجاری کوچک واحدهای صنعتی و سالن های ورزشی یک طبقه استفاده می شود.

- در این سیستم اساس کار تکرار منظم مقاطع فلزی دیوار و سقف به صورت منظم تا ساخت نهایی ساختمان است.

قاب های فولادی سبک سرد نورد شده

این سازه از جنس ورق گالوانیزه به ضخامت و ابعاد مختلف (بسته به تعداد طبقات) در محل کارخانه تولید و بصورت خشک و با استفاده از اتصالات پیچی اجرا می شوند.

با استفاده از سازه‌های LSF می‌توان انواع ساختمان با کاربردهای مختلف نظیر ویلایی، مسکونی، تجاری، اداری با ارتفاع حداکثر ۱۵ متر احداث نمود.

مقاطع مورد استفاده در این سیستم C, U و Z است.

اجزای تشکیل دهنده

- ستونک (وادار)
- لاوک
- تیرچه
- اتصال دهنده داخلی دیوارها
- سخت کننده جان
- نبشی اتصال
- پیچ های اتصال دهنده

اجزای تشکیل دهنده

- ستونک: اعضای عمودی در این سیستم ستونک نام دارند و بارهای قائم را به شالوده انتقال می دهند.
- لاوک: اعضای افقی در این سیستم لاوک ها هستند که ستونک ها بر روی آنها قرار می گیرند. انتهای ستونها در تراز سقف به وسیله همین اعضا به یکدیگر متصل می شود

اجزای تشکیل دهنده

- تیرچه ها : بارکف توسط تیرچه ها به لاوک ها منتقل می شود.

- اتصال دهنده داخلی دیوارها: این اعضای افقی موجب اتصال ستونک ها و رفتار یکپارچه این اعضا می شوند. این اعضای افقی معمولا به هر دو طرف ستونک ها در یک تراز پیچ می شوند.

اجزای تشکیل دهنده

- سخت کننده جان: این سخت کننده ها در نقاطی که بار متمرکز بر تیر وارد می شود برای افزایش مقاومت و سختی جان تیر یا تیرچه اجرا می شوند.
- نبشی اتصال: برای اتصال اعضا به یکدیگر در صورتی که اتصال مستقیم کافی نباشد از نبشی اتصال بین این قطعات استفاده می شود.
- پیچ های اتصال دهنده: برای اتصال اعضا به یکدیگر از پیچ استفاده می شود.

انواع سیستم های باربر جانبی

الف- سیستم دیوارهای باربر	۱- دیوارهای برشی بتن‌آرمه ویژه	۵	۲/۵	۵	۵۰
	۲- دیوارهای برشی بتن‌آرمه متوسط	۴	۲/۵	۴	۵۰
	۳- دیوارهای برشی بتن‌آرمه معمولی [۱]	۳/۵	۲/۵	۳/۵	–
	۴- دیوارهای برشی با مصالح بنایی مسلح	۳	۲/۵	۳	۱۵
	۵- دیوارهای متشکل از قاب‌های سبک فولادی سرد نورد و مهارهای تسمه‌ای فولادی	۴	۲	۳/۵	۱۵
	۶- دیوارهای متشکل از قاب‌های سبک فولادی سرد نورد و صفحات پوشش فولادی	۵/۵	۳	۴	۱۵
	۷- دیوارهای بتن پاششی سه‌بعدی	۳	۲	۳	۱۰

مشخصات فولاد مجاز

نوع فولاد	تنش تسلیم (MPa)	تنش کششی نهایی (MPa)	کرنش نسبی در ۵۰ میلی مترطول
S340H	۳۴۰	۴۵۰	٪۱۰
S230H	۲۳۰	۳۱۰	٪۱۰
S340L	۳۴۰	-	٪۳
S230L	۲۳۰	-	٪۳

$$f_u \geq 1.08 f_y$$

ضخامت فولاد:

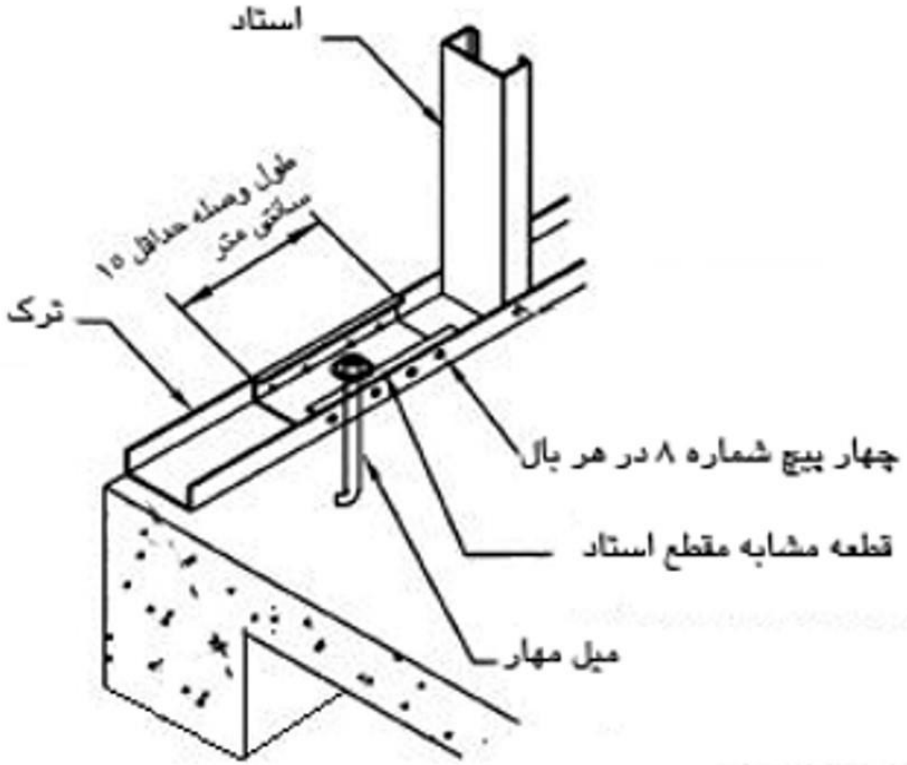
ضخامت اعضای سازه‌ای قاب فولادی سبک نورد سرد بدون لحاظ پوشش محافظ به طور معمول بین ۰/۵ تا ۳ میلیمتر است.

دوام فولاد:

برای حفاظت از سازهٔ فولادی در برابر زنگ زدگی و خوردگی، قطعات مورد استفاده اعم از مقاطع سرد نورد شده و یا اتصالات و پیچ ها همگی گالوانیزه هستند.

پی عمدتا به صورت نواری

نحوه اتصال به پی نواری



دالـــهـــا (Slabs)

طبقات:
در این سیستم کف طبقات با تیرهای فرعی، عرشه فلزی و بتن غیر باربر سبک اجرا می‌گردد.

بام یا سقف:
پوشش سقفهای شیبدار می تواند ساندویچ پنل باشد.

نوع سقف	طاق ضربی	تیرچه بلوک	دال بتنی	LSF
ضخامت سقف (cm)	۳۰	۳۵	۱۵	۲۵
وزن سقف (kg/m^2)	۶۵۰	۵۵۰	۴۵۰	۳۵۰

جدول ۱-۳- مقایسه انواع سقف‌ها از نظر کیفیت اجرا و عملکرد

نوع سقف	سقف طاق ضربی با مصالح بنایی	سقف متشکل از تیرچه‌های بتنی و بلوک سفالی	سقف مرکب از فولاد و بتن (Composite)	سقف در سیستم قاب فولادی سبک
سرعت اجرا	کم تا متوسط	کم تا متوسط	متوسط	زیاد
ایجاد تخلخل	زیاد	زیاد	زیاد	ندارد
قابلیت بازیافت مصالح	ندارد	ندارد	ندارد	دارد
عایق بودن دربرابر حرارت	کم	متوسط	متوسط	زیاد
عایق بودن دربرابر صدا	کم	کم تا متوسط	متوسط	متوسط تا زیاد
امکان ایجاد شکاف برای تاسیسات	مشکل	متوسط	ساده	ساده
مقاومت در برابر آتش	زیاد	زیاد	متوسط	کم
صلبیت سقف	کم	متوسط	زیاد	زیاد

سیستم قاب سبک سرد نورد شده

دیوار برشی: **Shear wall**

برای مقاومت در برابر زلزله و سایر نیروهای جانبی از سیستم دیوار برشی از جنس بتنی، فولادی یا تخته‌های سیمانی نیز استفاده می‌شود.

مهاربند: **Bracing**

برای مقاومت در برابر زلزله و سایر نیروهای جانبی از سیستم مهاربندی جانبی که از نوع **k** و **x** است استفاده می‌شود.

اجزای غیر سازه ای: **Nonstructural elements**

لایه عایق حرارتی و صوتی

رویه:

تخته گچی یا **P.V.C** به عنوان پوشش رویه درونی و بیرونی

شیوه های اجرا

- روش طبقه ای

وادارهای دیوار توسط سقف قطع می‌شود.
طبقات مجزا اجرا می‌شوند.

- روش دیوارهای یکپارچه

وادارها یکسره و بدون قطع اجرا می‌شوند.
تیرریزی اسکلت به صورت خورجینی است.

مزایا در هنگام اجرا

- سرعت در اجرا
- زمان توقف کم
- فعالیت موازی
- سهولت در نصب سیستمهای تاسیساتی
- نیاز کم به تجهیزات
- نیاز به فضای کم کارگاهی
- ایمنی در محل کارگاه

مزایا در هنگام بهره‌برداری:

هزینه های بهره برداری کمتر

عایق در برابر گرما، سرما و صوت

سبکی وزن سازه به میزان ۴۰ تا ۶۰ درصد

افزایش فضای مفید ساختمان (به میزان ۸ تا ۱۳ درصد)

- مزایا:
  - کاهش زمان ساخت
  - کاهش وزن ساختمان
  - کاهش حجم عملیات پی سازی
  - افزایش سطح مفید بنا
  - کاهش هزینه حمل ونقل
  - انعطاف پذیری فضاها
  - سهولت اجرا
  - عدم نیاز به جرثقیل و ماشین آلات سنگین

محدودیت سیستم LSF:

در ابعاد دهانه محدودیت وجود دارد.

تعداد طبقات قابل ساخت با این سیستم محدود است.

به نیروی کار متخصص و آموزش دیده نیاز است.

تامین قطعات فلزی گالوانیزه تولید شده در کارخانه هزینه نسبتا بالا دارد.

با توجه به نازک بودن ضخامت ورقها مقاومت بالایی در برابر آتش سوزی ندارند که این مشکل با نصب پانل های محافظ گچی تا حد زیادی حل می گردد.

در صورت آسیب دیدن پانل ها قابل استفاده نیستند و قطعه مورد نظر باید جهت ساخت مجدد سفارش داده شود.

وجود سر و صدا در سازه بر اثر انقباض و انبساط بالاست.

معایب

- محدودیت ها
  - محدودیت در ابعاد ساخت
  - کاهش انعطاف پذیری مواد
  - محدودیت در ساخت طبقات
  - نیاز به نیروی کارمتخصص و آموزش دیده
  - تامین قطعات فلزی گالوانیزه تولید شده در کارخانه هزینه نسبتا بالایی دارد.

مقایسه LSF و ساختمان سنتی
در مطالعه موردی

پارامترهای مهم	سیستم LSF	سیستم سازه فولادی معمولی		سیستم سازه بتنی	سیستم سازه بنایی
		جهت X	جهت Y		
وزن اسکلت ساختمان (Ton)	٤/٥٣	١٠/٢٥		١١٢/٢٥	–
وزن کل ساختمان (Ton)	٨٦/٤	٢٠٩/١٨		٣١٧/٦	٢٦١/٨
وزن هر متر مربع اسکلت ساختمان (Kg/m^2)	٢٨/١	٥٩/٤		٦٥٠/٧	–
برش پایه ساختمان در زلزله (Ton)	١٦/١	٢٤	٢٦	٣٦/٢	٥٤
بیشترین تغییر مکان مرکز جرم پشت بام (cm)	٠/٧٨	١/٦٧	٠/٢٦	٠/٢٦	–
میزان آسیب دیدگی سازه در زلزله	آسیب‌دیدگی موضعی در مهاربندها	آسیب‌دیدگی اسکلت و دیوارهای بنایی		آسیب‌دیدگی اسکلت و دیوارها بنایی	آسیب‌دیدگی بسیار شدید

آیین نامه های طراحی و اجرا

- نشریه ۶۱۲ برنامه و بودجه (سازه ای)
- نشریه ۶۱۳ برنامه و بودجه (غیر سازه ای)
- مبحث یازدهم مقررات ملی ساختمان
- کتاب فناوری های نوین ساختمانی ویرایش پنجم مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

سیستم دیوار بتن پاششی سه بعدی

معرفی

- این سیستم اولین بار 50 سال پیش توسط یک امریکایی ابداع شد و در ابتدا ساندویچ پانل ها به روش بتن پاشی در محل کار نام گرفت.

- این سیستم اولین بار در کشورهای اتریش و ایتالیا برای ساخت ویلاها مورد استفاده قرار گرفت.

- این سیستم اولین بار قبل از انقلاب وارد ایران شد اما به تولید انبوه نرسید.

مـشخصـا ت

- این پانلها هسته مرکزی که معمو لا از عایق پلی استایرن یا پلی اورتان و یا عایق پشم سنگ و بضخامت های ۵ تا ۱۰ سانتیمتر میباشد.

- شبکه فولادی از مفتول به ضخامت ۳ میلیمتر و چشمه های ۸*۸ سانتیمتر به فاصله ۱ تا ۲ سانتیمتر از هسته مرکزی قرار داشته و بوسیله تعداد زیادی مفتول قطری به هم جوش شده اند.

- ۲۵٪ کاهش وزن ساختمان

- ضریب انتقال حرارتی ۳٪ آجر

مشخصات سازه ای

- سیستم به صورت باربر طراحی شده و برای بارهای قائم و لنگر خمشی طراحی می شود.
- در عملکرد دال رفتار به صورت دال یکطرفه مورد بررسی قرار می گیرد.
- کاربرد پانل های سه بعدی می تواند به عنوان:
  - دیوار جدا کننده
  - دیوار پیرامونی
  - سیستم سقف
  - سازه ساختمان

مقایسه

- وزن یک متر مربع سقف با **تیرچه و پانل** حداقل **۱۰۰** کیلو گرم کمتر است از وزن سقف با **تیرچه و سفال** میباشد .

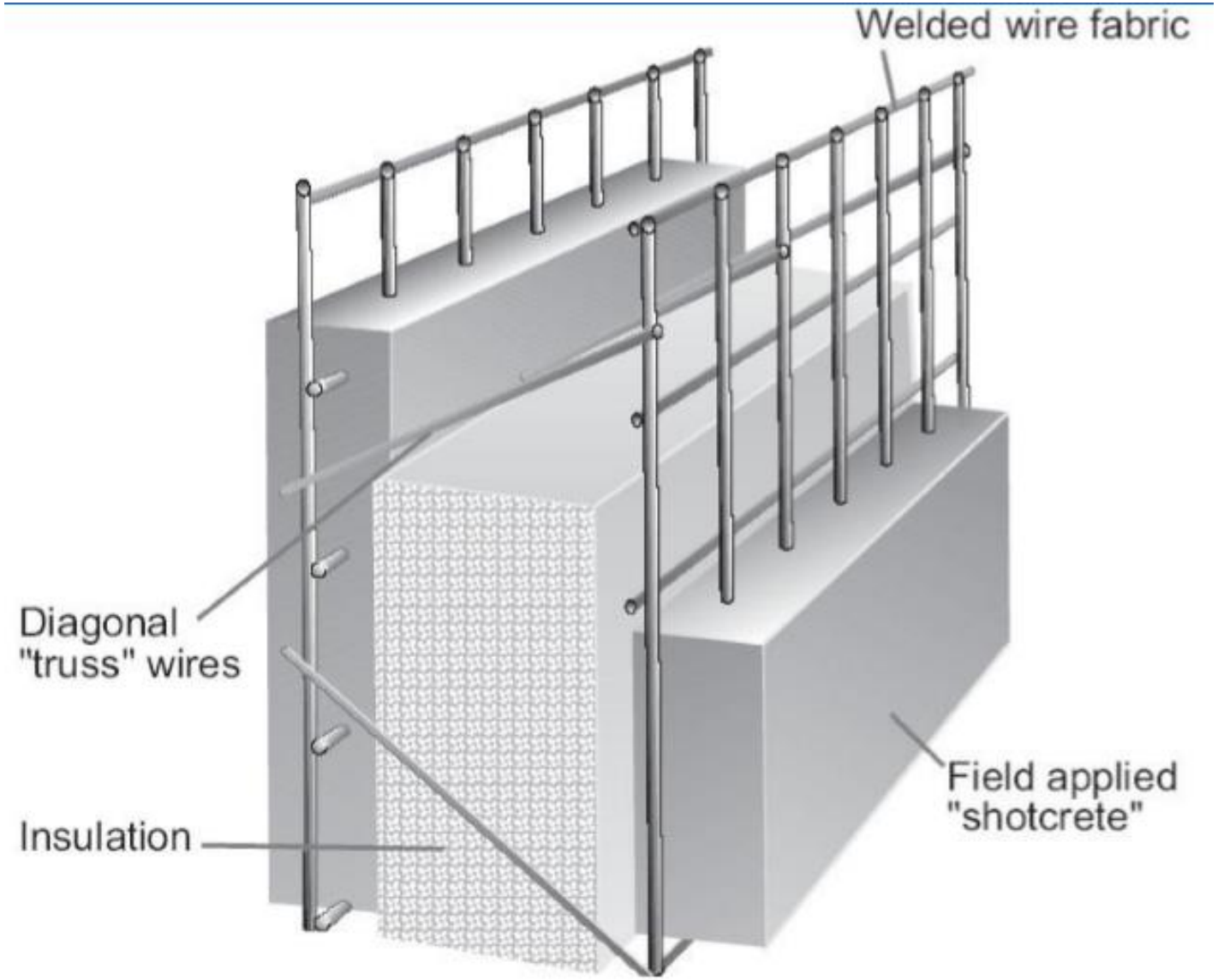
- وزن یک متر مربع دیوار با سفال ۲۰ سانتی با دو طرف ملات ماسه سیمان ۳ سانتی حدود **۳۲۰** کیلوگرم است در حالیکه وزن دیوار پانلی با دو طرف ملات ماسه سیمان ۳ سانتی حدود **۱۴۰** کیلو گرم است.

- فضای مفید قابل استفاده در بناهای با پانل سه بعدی بین **۵** تا **۱۰** درصد بیشتر از بناهای اجرا شده با سفال یا بلوک میباشد .

پانل پیش ساخته سبک سه بعدی

در سیستم پانل ساندویچی، صفحات متشکل از پانل عایق حرارتی (پلی استایرن منبسط یا پلی یورتان)، همراه با دو شبکه فلزی در طرفین عایق، که به وسیله مفتول های فولادی مورب به یکدیگر متصل شده اند، یک شبکه فلزی سه بعدی را تشکیل می دهد.

این قطعات پس از انتقال به محل احداث ساختمان، به یکدیگر متصل و از دو طرف به آن ها بتن پاشیده می شود. از تلفیق پانل و بتن، سازه ساختمان حاصل می شود.


Welded wire fabric
Diagonal
"truss" wires
Insulation
Field applied
"shotcrete"

الف- سیستم دیوارهای باربر	۱- دیوارهای برشی بتن‌آرمه ویژه	۵	۲/۵	۵	۵۰
	۲- دیوارهای برشی بتن‌آرمه متوسط	۴	۲/۵	۴	۵۰
	۳- دیوارهای برشی بتن‌آرمه معمولی [۱]	۳/۵	۲/۵	۳/۵	-
	۴- دیوارهای برشی با مصالح بنایی مسلح	۳	۲/۵	۳	۱۵
	۵- دیوارهای متشکل از قاب‌های سبک فولادی سرد نورد و مهارهای تسمه‌ای فولادی	۴	۲	۳/۵	۱۵
	۶- دیوارهای متشکل از قاب‌های سبک فولادی سرد نورد و صفحات پوشش فولادی	۵/۵	۳	۴	۱۵
	۷- دیوارهای بتن پاششی سه‌بعدی	۳	۲	۳	۱۰

شـالـــوده

شالوده ساختمان، بسته به شرایط محل اجرا، به ویژه از نظر مقاومت خاک، به شکل نواری یا گسترده اجرا می‌شود.

استفاده از میلگردهای انتظار در داخل شالوده برای اتصال پی به پانل دیواری ضروری است.

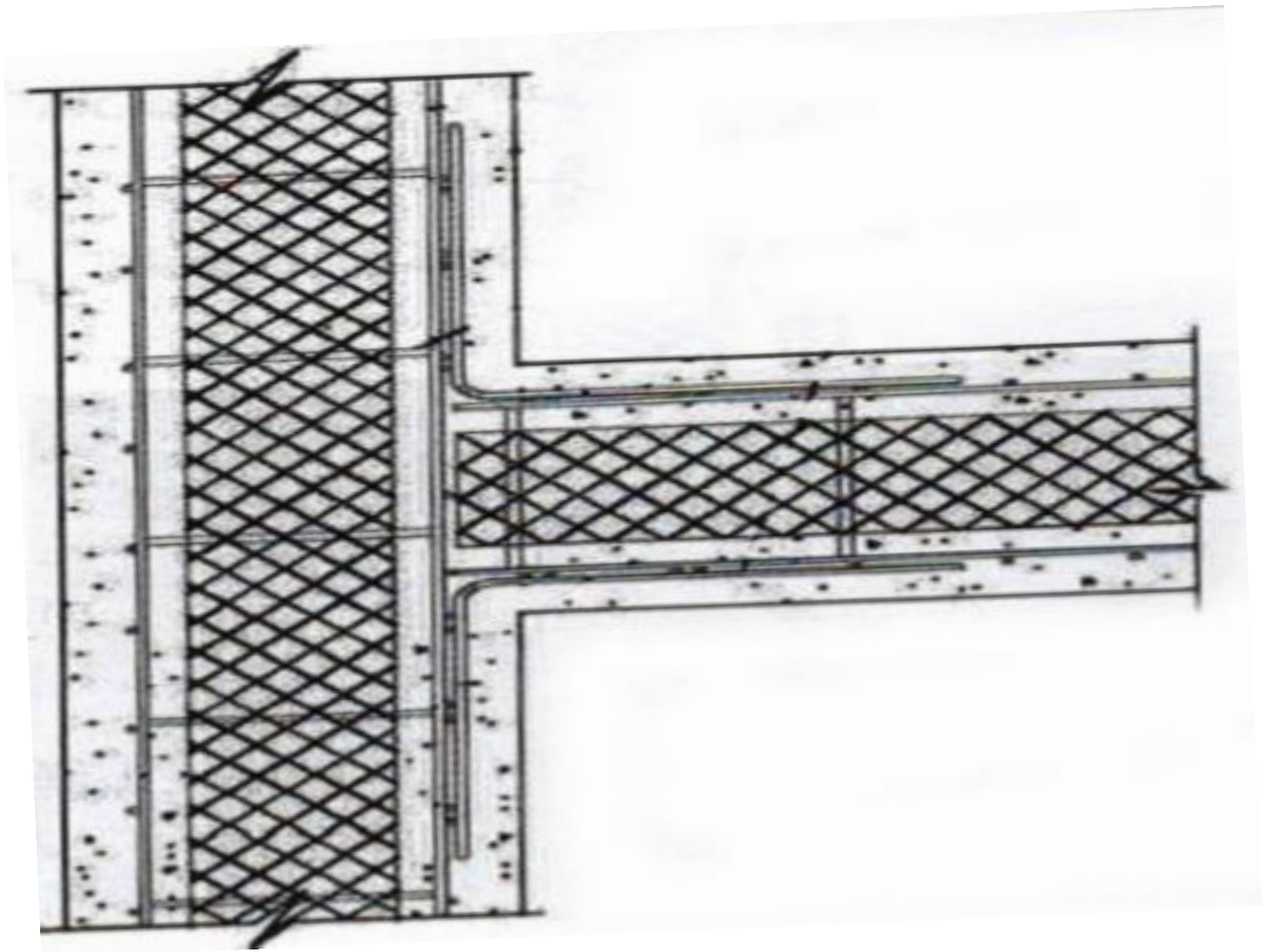
پانل های دیوار

پانل های ساندویچی معمولا به صورت قطعاتی با عرض یک متر و طول سه متر در کارخانه تولید و در محل کارخانه، در موقعیت خود قرار می‌گیرند و به یکدیگر متصل می شوند.

اجزای پانل شامل یک شبکه خرپایی فضایی از میلگردهای ساده به قطر کوچک است که با جوش به یکدیگر اتصال داده می شوند.

میلگردهای مورب، که معمولا به قطرهای ۳یا ۴میلی‌متر است و دو شبکه پانل را به هم متصل می کند.

اتـصـا لات



نما و نازک کاری

سطوح نهایی بتن پاشیدنی در طرفین دیوار، با یک قشر نازک از اندودهای متداول (گچ در داخل و سیمان در خارج) و یا با استفاده از تخته های پیش ساخته (تخته گچی در داخل و تخته سیمانی در خارج) پوشیده می‌شود.

- بتن :

بتن حداقل از رده C20 باشد.

ضخامت بتن پاششی در هر طرف نباید از ۴۰ میلیمتر کمتر و از ۷۰ میلیمتر بیشتر باشد.

- فولاد :

حداقل تنش تسلیم شبکه مش ۲۴۰ مگا پاسکال است.

حداقل قطر آن ۳ میلیمتر است.

عـایـق

هسته عایق از جنس پلی استایرن قابل انبساط است.

حداقل چگالی عایق باید برابر ۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب باشد.

ضخامت هسته عایق در پانل‌های دیواری نباید از ۴۰ میلی‌متر کمتر باشد.

ضخامت هسته عایق در پانل‌های سقفی نباید از ۶۰ میلی‌متر کمتر باشد.

مراحل نصب

- نصب پانل های سه بعدی در 8 مرحله به شرح زیر انجام می گیرد:
  - آماده سازی محل
  - برش و آماده سازی نصب
  - بلندکردن پانل ها
  - مهاربندی پانل ها
  - پیاده سازی محل بازشوها
  - اجرای اتصالات در صورت اتصال سقف
  - آماده سازی قبل از بتن ریزی
  - پرداخت نهایی

مزایا

- سبکی دیوارهای ساخته شده از پانلهای ساندویچی در مقایسه با دیگر مصالح
- سرعت حمل و نقل و سهولت نصب و اجرای پانلهای ساندویچی در ارتفاع

- مقاومت زیاد در برابر نیروهای برشی ناشی از زلزله
- عایق در مقابل حرارت ، برودت ، رطوبت و صدا

- مقاوم در برابر آتش سوزی بعلت وجود قشرهای بتونی طرفین پانل ساندویچی
- نفوذناپذیری ساختمان در مقابل حشرات

- امکان حمل و بکارگیری پانلهای ساندویچی در مناطق صعب العبور جهت احداث ساختمان بدون نیاز به کارگران متخصص

مزایا

- دستیابی به فضای مفید بیشتر بعلت ضخامت ناچیز دیوارهای پانل ساندویچی
- آزادی عمل در اجرای طرحهای متنوع به علت انعطاف پذیری قطعات پیش ساخته پانلهای ساندویچی
- صرفه جویی در هزینه پی سازی و اسکلت ساختمانهای بلندمرتبه بدلیل وزن اندک قطعات سقف و دیوار پانلهای ساندویچی
- عدم نفوذ نسبی آلودگی صوتی و ایجاد آرامش برای ساکنین ساختمان در شهرهای بزرگ

مزایا

- بازگشت سرمایه گذاری در امور ساختمان سازی در کوتاهترین زمان
- عبور دادن لوله های آب و فاضلاب و برق و تلفن به سادگی از زیر شبکه پانل
- عدم نیاز به کنده کاری و تخریب تأسیساتی دیوارها و سقف و در نتیجه عدم ایجاد نخاله های انباشته که صرفه جویی در هزینه و وقت را بدنبال دارد .
- بحمل و نقل پانلهای ساندویچی با هزینه اندک صورت می گیرد . بطور مثال یکدستگاه تریلر قادر است حدود 1000 متر مربع پانل سانویچی را حمل کند .

مزایا

- صرفه جویی در هزینه تهویه مطبوع ساختمان در تابستان و یا زمستان بدلیل جلوگیری از تبادل حرارت و یا برودت و در نتیجه صرف انرژی کمتر

- پس از بتن پاشی طرفین پانلها با ضخامت حداقل 3 سانتیمتر ، پانلها بی نیاز از ملات گچ و خاک میباشد و با اجرای پلاستر گچ (سفیدکاری) ، دیوارها و سقف آماده برای نقاشی خواهد بود .

مـزایـا

انعطاف پذیری پانل‌های ساندویچی برای ایجاد اشکال مختلف در بازشوها

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 (سرعت اجرا)

کاهش نیروی انسانی

معایب

- عدم کنترل ضخامت بتن پاششی
- عدم امکان ایجاد حفره در داخل بتن
- عدم دست یافتن به بتن با مقاومت بالا
- امکان ایجاد خوردگی در شبکه فولادی
- عدم امکان دسترسی برای تعمیر یا اصلاح مسیر تاسیساتی
- محدودیت در ارتفاع

معایب

- 1.در حالت سازه کامل، محدودیت ارتفاع ساختمان و دهانه هاي سقف هاي آن .
- ضخامت بالاي ديوار هاي خارجي در مقايسه با ديگر تيغه هاي متداول.
- محدوديت ابعاد باز شوها در حالت سيستم كامل 3D
- عدم امكان بازيافت مصالح و استفاده مجدد.
- لازمه ارائه آموزشهای تخصصی لازم براي اجرای بخش های مختلف.
- نقش تعيين كننده عوامل اجرا در دقت و كيفيت اجرا،به ويژه در مورد بتن پاشی.
- محدوديت تعدد نسبی ابزارهای اجرا [دستگاه شات كريت ،دوخت ميلگرد ها]

معایب

- وجود محدوديت های جدي فصلي در اجرا.
- .سختي كنترل كيفيت ،خصوصا در مورد تعيين ضخامت پوشش های بتن روی ميلگردها.
- لازمه انجام بازديدهای ادواري براي حصول اطمينان از عدم وجود مشكلات خوردگی در پوشش خارجی ديوار.
- عدم امكان تعمير يا جايگزينی قطعات.
- وجود خطر جذب آب و يخبندان لايه بتنی خارجی در مناطق سردسير.
- عملكرد ضعيف در محيط های مهاجم و خورنده.
- ميزان بالای اتلاف و ضايعات بتن خصوصا در حالت پاشش تحت فشار با دستگاه در زير سقف.

آیین نامه های طراحی و اجرا

- نشریه ۳۸۵ برنامه و بودجه
- مبحث یازدهم مقررات ملی ساختمان
- کتاب فناوری های نوین ساختمانی ویرایش پنجم مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

سیستم بتنی قالب تونلی

مقدمه

- سیستم قالب تونلی یکی از مناسب ترین سیستم ها برای انبوه سازی مسکن می باشد و برخلاف سیستم های توضیح داده شده قبلی محدودیتی در ارتفاع و تعداد طبقات عموما ندارد.

- سابقه قالب تونلی به حدود 50 سال قبل و برای ساخت سازه های سلولی مانند موارد زیر باز می گردد:
  - زندان
  - هتل
  - آپارتمان
  - ...

عملکرد سازه ای

- قالب تونلی، از نظر سازه ای، عملکرد جعبه‌ای دارد و به عنوان یك عنصر یکپارچه و سه بعدی در برابر بارهای قائم و جانبی عمل می‌کند.

- این پیوستگی و یکنواختی سبب می‌شود که در هنگام زلزله تشکیل لولاهای پلاستیکی در اعضا و نواحی بحرانی سازه مانند اتصالات دیوار به سقف یا اطراف بازشوها به تعویق افتد و عملکرد مناسبی را از خود نشان دهد.

- یکی از مشکلات اساسی ساختمان‌های معمول در برابر نیروهای جانبی، پیچش ایجاد شده در اثر عدم تقارن سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی است، با توجه به اعمال تقارن دیوارها در سیستم سازه ای قالب تونلی، پیچش تا حدود زیادی برطرف می‌شود.

مقدمه

- اصلی ترین دلایل در ایجاد چنین سیستم ساختمانی موارد زیر به خصوص در کشور های امریکا و کانادا بوده است:
  - سرعت بالای اجرا
  - کاهش هزینه در صورت اجرای مناسب
  - مقاومت در برابر زلزله
  - کنترل کیفیت قابل توجه
  - عایق صوت و حرارت
  - امکان استفاده از قالب ها به دفعات زیاد

معرفی سیستم

سیستم موسوم به تونلی، یکی از روش های مورد استفاده برای اجرای ساختمان های با سیستم باربر بتنی است.

در سیستم تونلی، دیوارها و سقف‌های بتن مسلح به صورت هم زمان آرماتوربندی، قالب بندی و بتن ریزی می شوند.

خلاصه:

این روش صنعتی سازی یک نوع سازه کاملاً بتنی بوده که دیوارها و سقف آن بصورت بتن مسلح همزمان و طبقه به طبقه آرماتور بندی قالب بندی و بتن ریزی می شوند که نتیجه نهایی یک سازه کاملاً یکپارچه بوده و معمولاً دیوارهای غیر باربر و راه پله ها را می توان بصورت پیش ساخته اجرا و پس از بتن ریزی دیوارهای باربر و سقف نصب نمود .

و بدلیل اجرای تمام دیوارها به شکل بتن مسلح و همزمان، می بایست تأسیسات و درب و پنجره، قبل از بتن ریزی نصب گردد . بعلاوه این سازه ها از نظرصرفه جویی در انرژی با توجه به مبحث نوزدهم مقررات ملی ضعیف تر از سایر سازه ها نوین می باشد.

قالب‌های مورد استفاده، به اندازه تقریبی ابعاد فضاها هستند. برای قالب‌بندی یا قالب‌برداری، نیاز به خرد کردن قالب‌ها و تبدیل آن‌ها به ابعاد کوچک نیست و با همان ابعاد اولیه و به صورت یکپارچه از فضا خارج می‌شوند. خروج قالب‌های تونلی، پس از بتن‌ریزی دیوار و سقف و گیرش آن، با فاصله دادن قالب‌ها از جدارهای بتن‌ریزی شده (قالب‌برداری) و با حرکت افقی روی چرخ یا غلتک صورت می‌گیرد.

حد اکثر تا ۱۵ طبقه مجاز مباشد.

فرایند اجرای کار

- اجرای قالب تونلی می تواند با روش های مختلف انجام گیرد. اما به طور معمول در تمامی روش های اجرای قالب تونلی مراحل زیر صورت می گیرد:

- ابتدا آرماتوربندی و جاگذاری مدارهای برقی دیوارها انجام میشود.

- هم زمان با این اقدامات قالب بندی بازشوهای مورد نیاز برای تاسیسات و در و پنجره اجرا میشود.

- 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.

فرایند اجرای کار

فرایند اجرای کار

- <u>اجرای قالب تونلی به روش میز پرنده</u>
  - در این روش قالبهای بزرگی به صورت میز، با پایه‌های مستقر روی چرخ یا غلتک کل سقف یک فضارا می‌پوشانند
  - روی قالب ها آرماتوربندی سقف انجام و سپس بتن ریزی می‌شود.
  - بعضی از این روش‌ها شباهت زیادی به روش تونلی متعارف دارند و امکان بتن ریزی هم‌زمان دیوار و سقف در آن می‌باشد. در این روش دیوارهای نمای اصلی پس از اجرای دیوارهای سازه‌ای و سقف، با مصالح گوناگونی قابل اجراست.

اجزای سیستم قالب تونلی

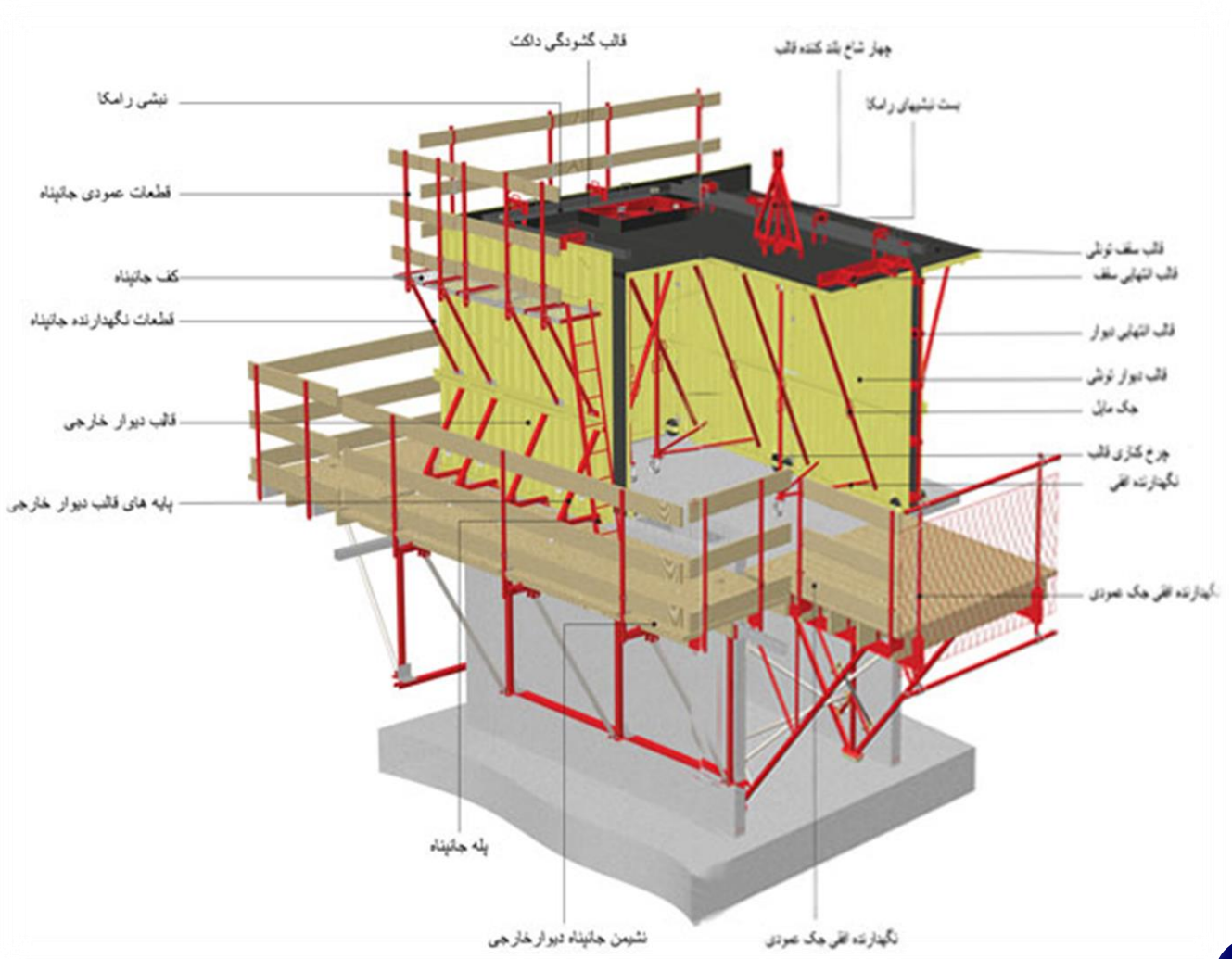
- همانگونه که توضیح داده شد عملکرد این سیستم بتن ریزی توامان المان های افقی و قائم سازه می باشد.

- اجزای اصلی در این سیستم قالب ها بوده که صورت ⌐ می باشند. از کنار هم قرار گرفتن این قالب ها با یا بدون قالب واسط یک سقف طبقه اجرا شده و از اجرای متوالی آنها دیوارها تشکیل می شوند.

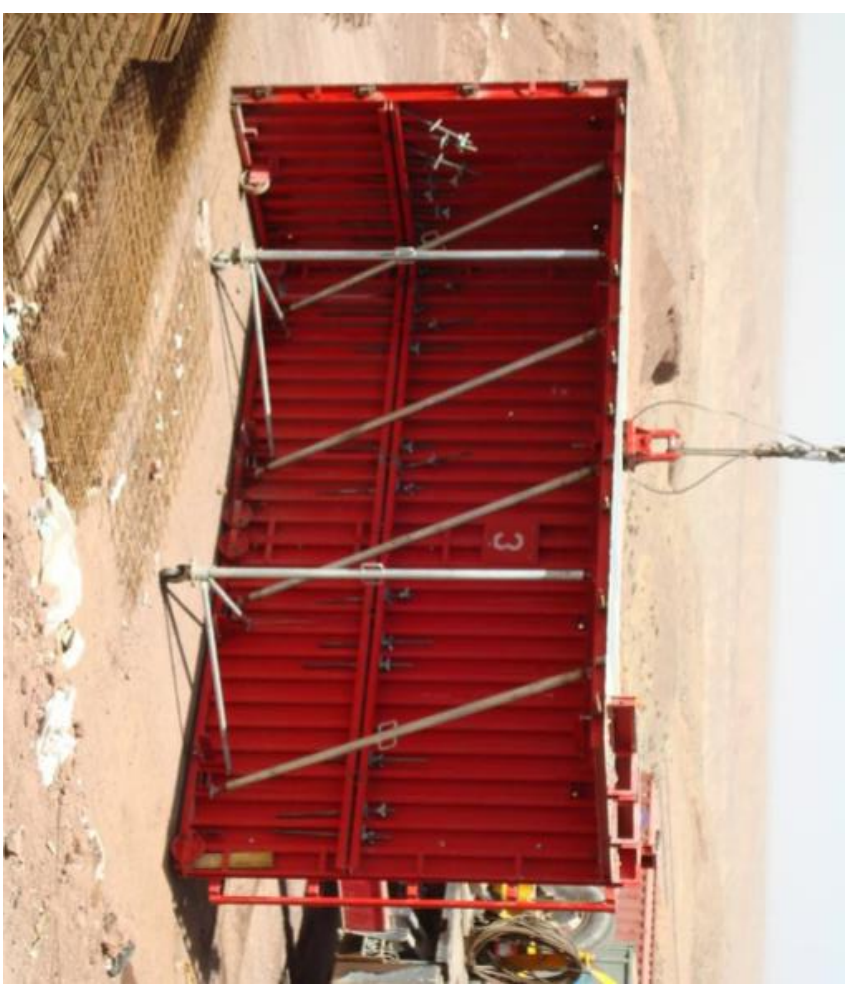
اجزای سیستم قالب تونلی

- پانل افقی
- پانل عمودی
- پانل پشتی
- جک مورب
- براکت مثلثی دیوار بیرونی
- چرخ پانل پشتی و رولر
- ساپورت‌های چرخدار ترازکننده
- تیرهای جابجایی
- لبه‌های خاتمه بتن ریزی
- قالب رامکا
- قالب تعبیه بازشوی سقف و درب
- بلت و مهره بلت
- میان بلت فلزی مخروطی
- تراس (پلتفرم تخته کوبی شده)

اجزای سیستم قالب تونلی



استان یزد



این سیستم نیاز به سرمایه گذاری اولیه دارد و برای انبوه سازی مناسب میباشد

توصیه های طراحی

- اندازه دهانه تونل‌ها، به دلیل کنترل تنش سقف و نیز زیاد نشدن ضخامت دال بتنی سقف بین ۲/۵ تا ۵/۵ متر توصیه می‌شود. عمق تونل‌ها نیز در هر جهت حداکثر ۸ متر توصیه می‌شود.
- در صورت لزوم طراحی پارکینگ‌های سر پوشیده در پروژه‌ها پیشنهاد می‌شود. پارکینگ‌ها ما بین بلوک‌ها و با سازه جداگانه طراحی و پیاده سازی شود.
- به دلیل کاهش حجم رایزرها و بازشوهای سقف در صورت استفاده از کولر آبی، این تجهیزات در بالکن‌ها یا فضاهای مشابه در همان طبقه پیش بینی شوند.

مـزایـا

۱- امکان طراحی مدولار با این سیستم فراهم است.

۲- مصرف میلگرد و خصوصا آهن آلات در این روش به طور قابل توجهی کمتر از ساختمان های با اسکلت فلزی و بتنی است.

۳- نماهای بتنی ترجیحا بتن نمایان، با طرح های مختلف در نظر گرفته می شود. این امر باعث می شود هزینه‌های مربوط به نما به حداقل برسد.

۴- از نظر تجهیزات، قطعات مورد استفاده در تجهیزات، و مواد اولیه، وابستگی چندانی به فناوری خارجی ندارد.

معایب

۱- محدودیت هایی در زمینه معماری دارد.

۲- مصرف مقدار بتن در اجرای تونلی بیشتر از ساختمان های با اسکلت فلزی یا بتنی است.

۳- بخش اعظم مدارهای تاسیسات مکانیکی خارج از دیوار، در داخل داکت یا به صورت نمایان اجرا می شود.

۴- با توجه به سنگین بودن قطعات قالب دیوار و سقف مورد استفاده، وجود جرثقیل و دیگر امکانات سنگین نصب الزامی است.

سیستم قالب عایق ماندگار

معرفی

- سیستم ICF مخفف عبارت
- Insulating Concrete Formwork می‌باشد.

- این سیستم حاصل ترکیب بتن مسلح به عنوان عضو باربر و پنل های پلی استایرن با ابعاد 6 * 45 *120 سانتی متر می باشد به عنوان قالب می باشد. قالب های پلی استایرن نقش عایق صوتی و حرارتی را در ساختمان ایفا می کند.

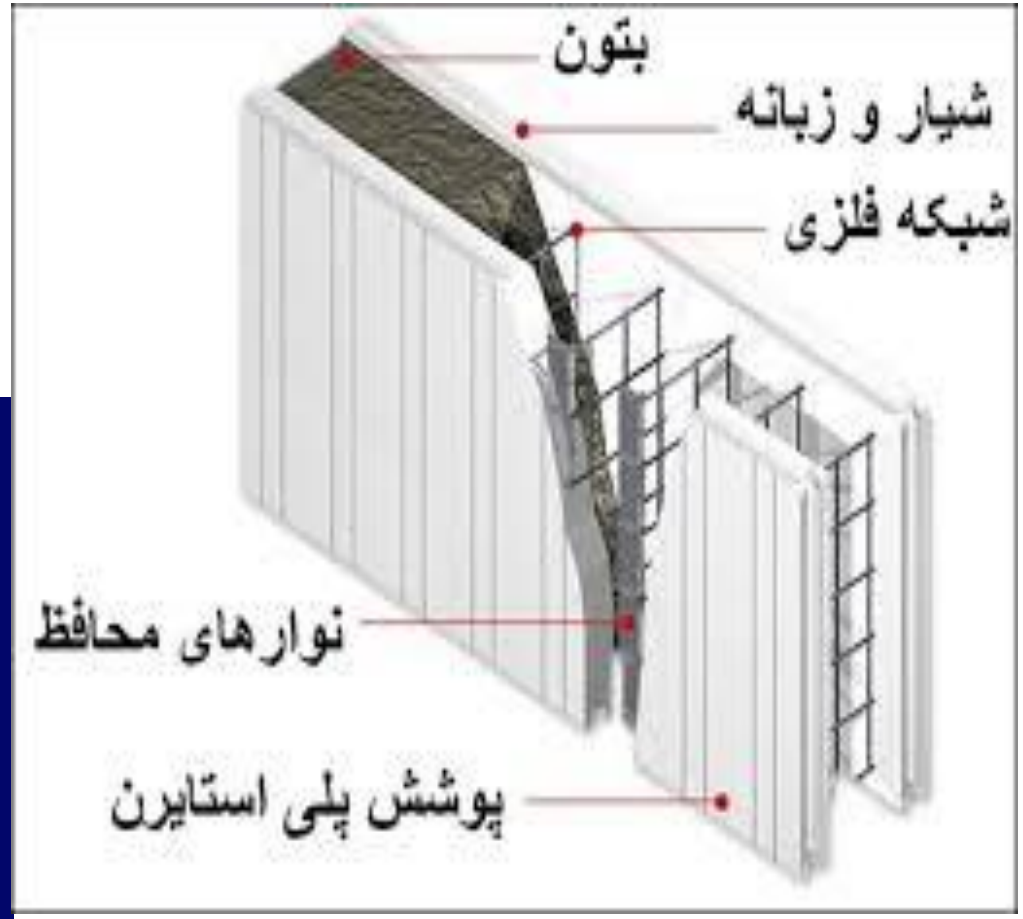
- این سیستم اولین بار در سال های 1960 در آلمان تاسیس شد.

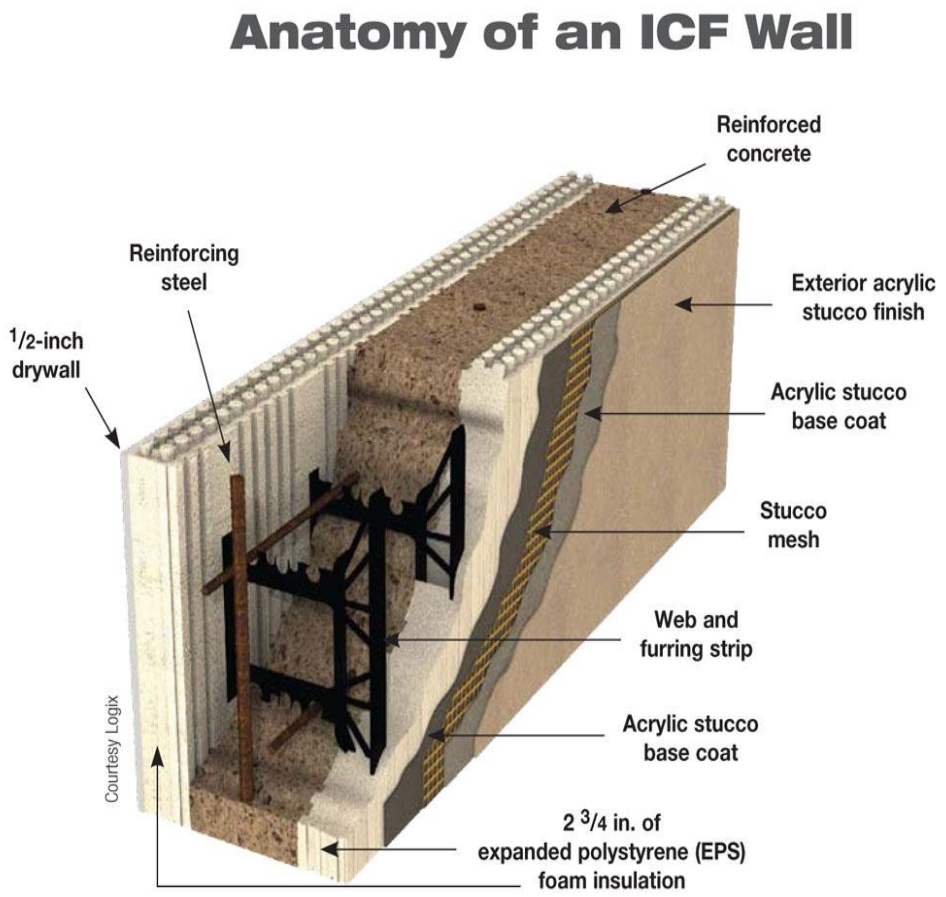
معرفی

- قالب های پلی استایرن با فواصل متفاوت به موازات هم قرار می‌گیرند و پس از بتن ریزی به قسمتی از دیوار تبدیل می‌گردند.

- این دو لایه بوسیله عناصر مسلح‌کننده که در بین این دو لایه نصب می‌شوند، به یکدیگر متصل می‌گردند. قطعات اتصال دهنده اغلب از جنس پلاستیک یا تسمه‌هایی از ورق گالوانیزه هستند.

- عمدتاً قالب‌ها از جنس پلی استایرن منبسط شده می‌باشد اما از مصالح دیگری از جمله کامپوزیت پلی استایرن، سیمان یا فوم پلی یورتان نیز استفاده می‌شود. این قالب‌ها از نظر ابعاد، شکل هندسی سوراخ‌ها و نوع اجزای تشکیل دهنده با هم متفاوت هستند.


بتون
شیار و زبانه
شبکه فلزی
نوارهای محافظ
پوشش پلی استایرن


Anatomy of an ICF Wall
Reinforced concrete
Reinforcing steel
1/2-inch drywall
Exterior acrylic stucco finish
Acrylic stucco base coat
Stucco mesh
Web and furring strip
Acrylic stucco base coat
2 3/4 in. of expanded polystyrene (EPS) foam insulation
Courtesy Logix

سیستم قالب عایق ماندگار

کاربرد

- طراحی این سازه ها براساس طراحی دیوار برشی می باشد و لذا حتی الامکان نیازی به ستون نیست.

- این سیستم برای سازه های زیر می تواند مفید باشد:
  - ساختمان های طبقاتی با کاربردی مسکونی، اداری، تجاری و بیمارستان ها و با دهانه کمتر از 9 متر
  - ساختمان های صنعتی و سوله ها
  - مخازن ذخیره آب
  - حوضچه های صنعتی و استخر ها
  - دیوارهای پیرامونی
  - دیوارهای حائل و سازه های زیرزمینی

سیستم قالب عایق ماندگار ICF

سیستم قالب های عایق ماندگار شامل قالب های دائمی است که برای بتن‌ریزی و ساخت دیوارهای بتن مسلح استفاده می‌شوند و پس از بتن‌ریزی، جزئی از دیوار محسوب می شوند.

انواع سیستم دیوار باربر بتنی

۱- دیوارهای برشی بتن‌آرمه ویژه	۵	۲/۵	۵	۵۰
۲- دیوارهای برشی بتن‌آرمه متوسط	۴	۲/۵	۴	۵۰
۳- دیوارهای برشی بتن‌آرمه معمولی [۱]	۳/۵	۲/۵	۳/۵	–
۴- دیوارهای برشی با مصالح بنایی مسلح	۳	۲/۵	۳	۱۵
۵- دیوارهای متشکل از قاب‌های سبک فولادی سرد نورد و مهارهای تسمه‌ای فولادی	۴	۲	۳/۵	۱۵
۶- دیوارهای متشکل از قاب‌های سبک فولادی سرد نورد و صفحات پوشش فولادی	۵/۵	۳	۴	۱۵
۷- دیوارهای بتن پاششی سه‌بعدی	۳	۲	۳	۱۰

مصالح

قالب رابط بتن میلگرد

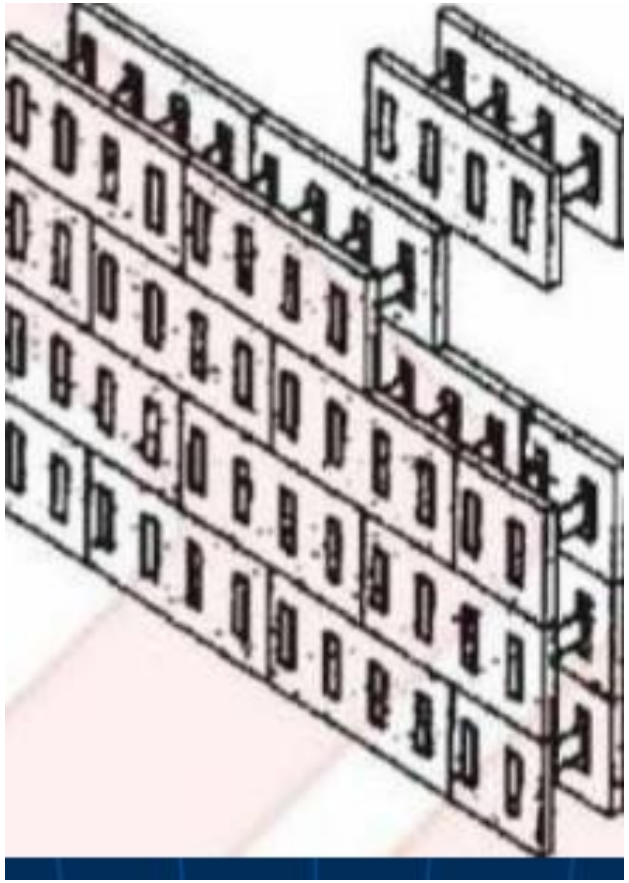
بخش عمده قطعات قالب، از پلی استایرن منبسط تشکیل می شود.

عایق دارای چگالی بین ۲۴ الی ۳۲ کیلوگرم بر متر مکعب است.

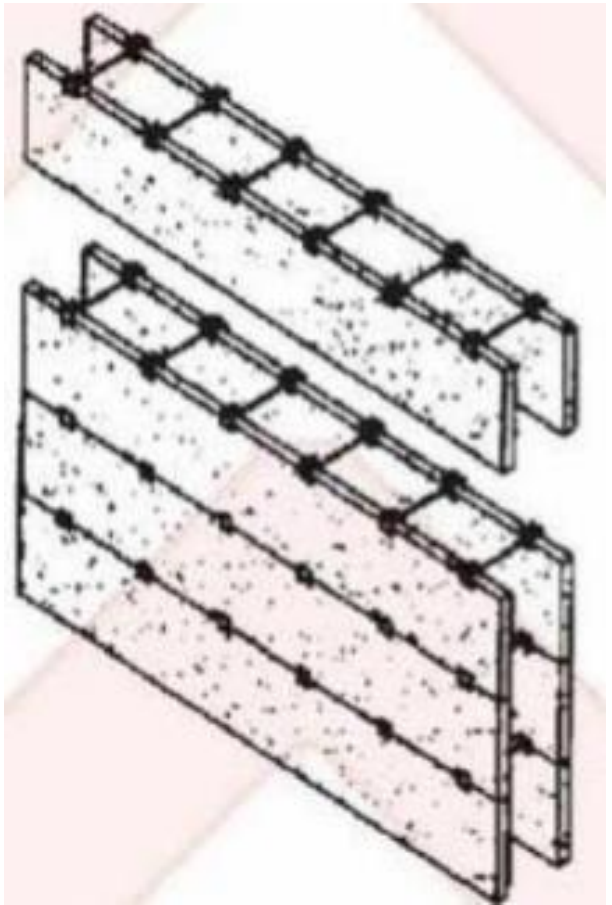
انواع قالب ماندگار از نظر ابعاد

- ۱- بلوکی
- ۲- تخته ای یا نواری
- ۳- پانلی

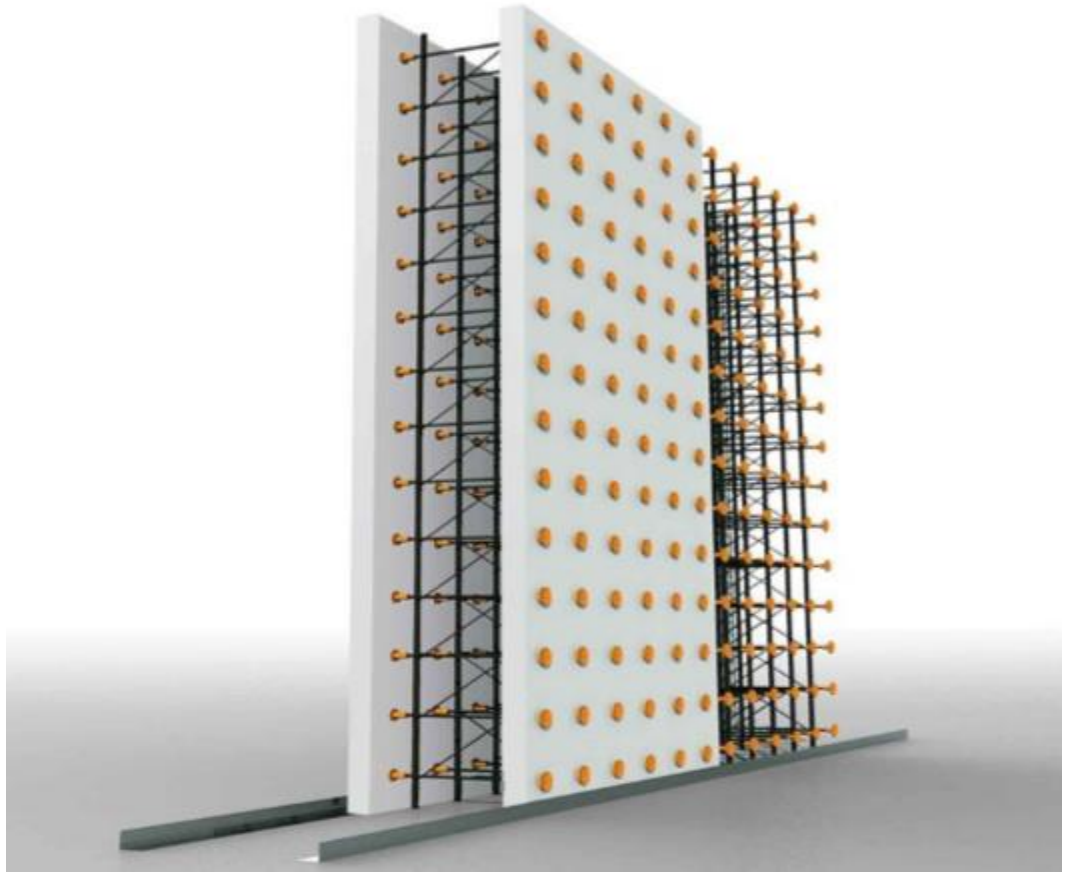
قالب‌های بلوکی ابعاد کوچکتری نسبت به انواع دیگر قالبها دارند و معمولا تا ابعاد ۳۰*۱۲۰ سانتیمتر تولید می شوند.

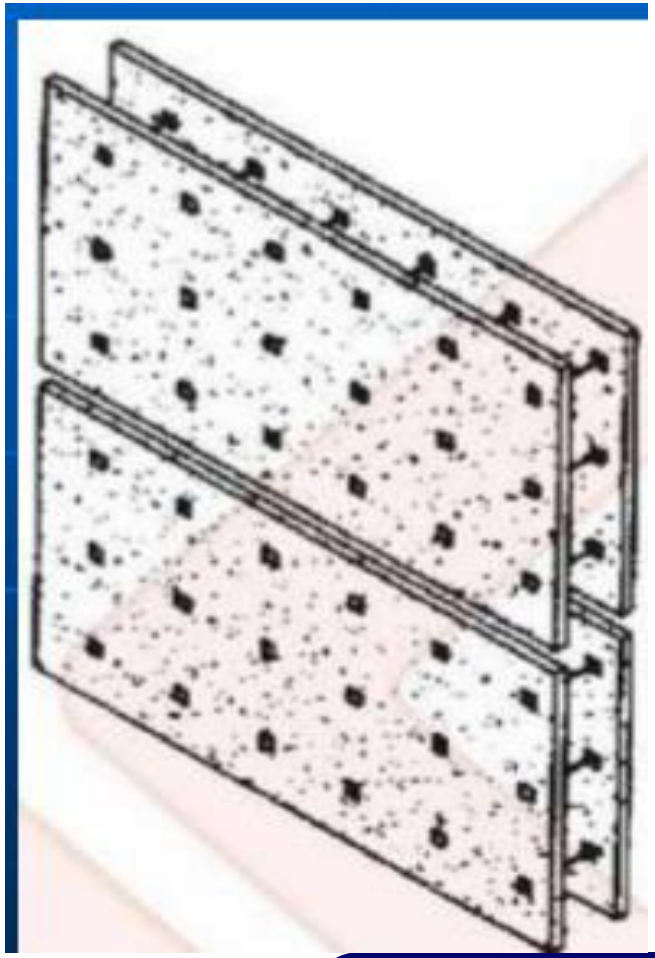


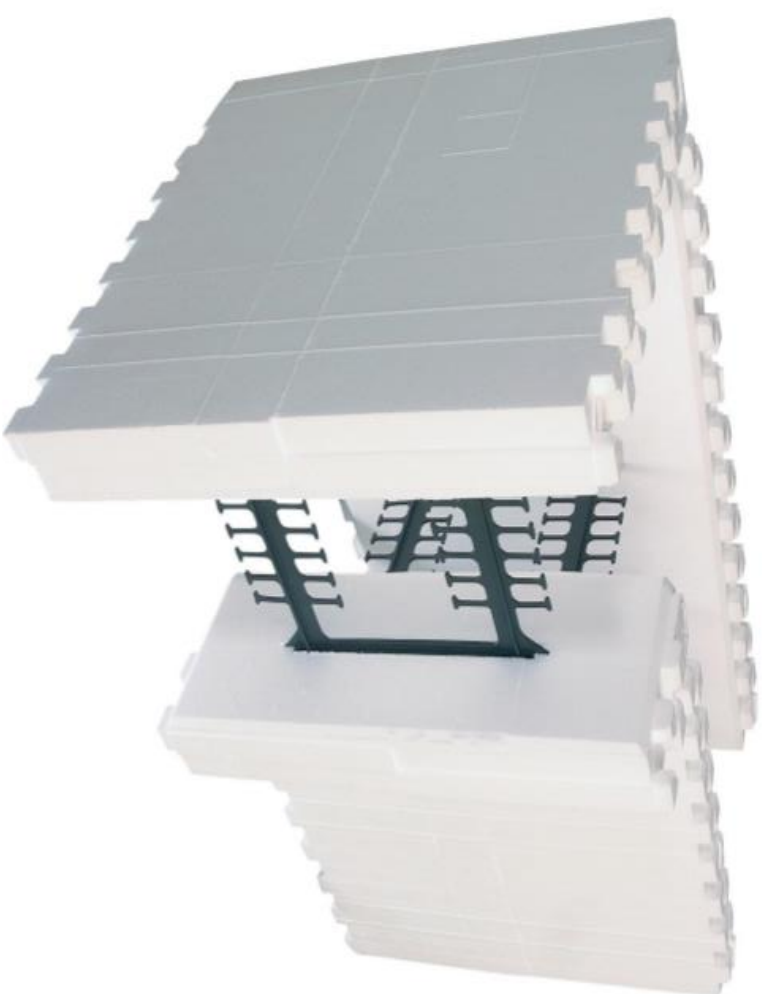
قالب‌های تخته‌ای یا نواری دارای ابعاد بزرگتر تا حدود ۳۰ * ۲۴۰ سانتیمتر هستند که معمولا به شکل دو تخته‌ی جداگانه با ضخامت ۵ سانتیمتر به محل ساختمان منتقل و سپس به وسیله اتصالات پلاستیکی به هم متصل می شوند .



ابعاد پانل‌ها بسیار متنوع است و معمولا تا ابعاد ۳۶۰*۱۲۰ سانتیمتر نیز تولید می شود .







بـــتـن

مقاومت بتن باید حداقل رده C20 باشد.

اسلامپ بتن بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلیمتر در نظر گرفته شود تا هم بتنی متراکم و کم تخلخل حاصل شود و هم به راحتی در قالب جای گیرد.

قطر حداکثر سنگ دانه بتن بر حسب ضخامت لایه بتنی

ضخامت لایه بتنی دیوار (میلیمتر)	قطر حداکثر سنگ دانه (میلیمتر)
۱۰۰	۹/۵
۱۵۰	۱۳
۲۰۰	۱۹
۳۰۰	۲۰

میلگردهای مورد استفاده در این سیستم از انواع متداول فولادهای سازه‌ای است .

مراحل اجرا

۱- بلوک های عایق در کارخانه توسط دستگاه های خودکار به اشکال مورد نیاز ساخته شده و به محل کارگاه حمل می شود.

۲- فونداسیون ساختمان با تعبیه آرماتورهای انتظار بر اساس پلان ساختمان و دیوارهای باربر سازه اجرا و بلوک‌های ICF به گونه‌ای که آرماتورهای انتظار میان آنها قرار گیرد روی هم چیده می‌شوند.

۳- جهت تقویت سازه مابین بلوک‌ها از میلگردهای افقی و عمودی استفاده می‌گردد،

۴- پس از بتن ریزی مابین بلوک‌ها، قالب های پلی استایرن بصورت ماندگار در سازه باقی می ماند.

۵- جهت نازک‌کاری و نماسازی داخل وخارج ساختمان می توان از پوشش‌هایی‌مانند گچ برگ، سمنت برد ومشابه آن با استفاده از اتصالات سرد اقدام نمود.

اجرای دیوارها

مـز ا یـــا

- عایق خوب برابر حرارت
- عایق خوب برابر صدا
- سازه کاملا" یکپارچه
- سرعت اجرا
- سهولت در اجرا

مـزایـا

- صرفه جویی در هزینه
- صرفه جویی در زمان ساخت
- عایق حرارتی و صوتی
- بازگشت سریع سرمایه
- صرفه جویی در انرژی
- حمل و نقل آسان و جابه جایی آسان در سایت

معایب

- محدودیت معماری
- سنگین بودن
- ضخامت بالای دیوار
- محدودیت ارتفاع
- مشکل آتش سوزی

سیستم دیوارهای بتنی تیلت آپ

معرفی

- سیستم تیلت آپ یکی از روش های اجرای سریع احداث ساختمان های بتنی می باشد.
- مکانیزم باربری در این ساختمان ها استفاده از دیوارهای باربر بتنی می باشد.
- دیوارهای بتنی روی زمین آرماتوربندی و بتن ریزی می شود و با استفاده از جرثقیل بلند شده و نصب می گردد.

معرفی

- از روش اجرای تیلت آپ اغلب برای اجرای ساختمان‌هایی با کاربری انباری، تجاری (مراکز خرید) و اداری که در آن‌ها سرعت اجرا و مسائل اقتصادی اهمیت دارد، استفاده می‌شود.

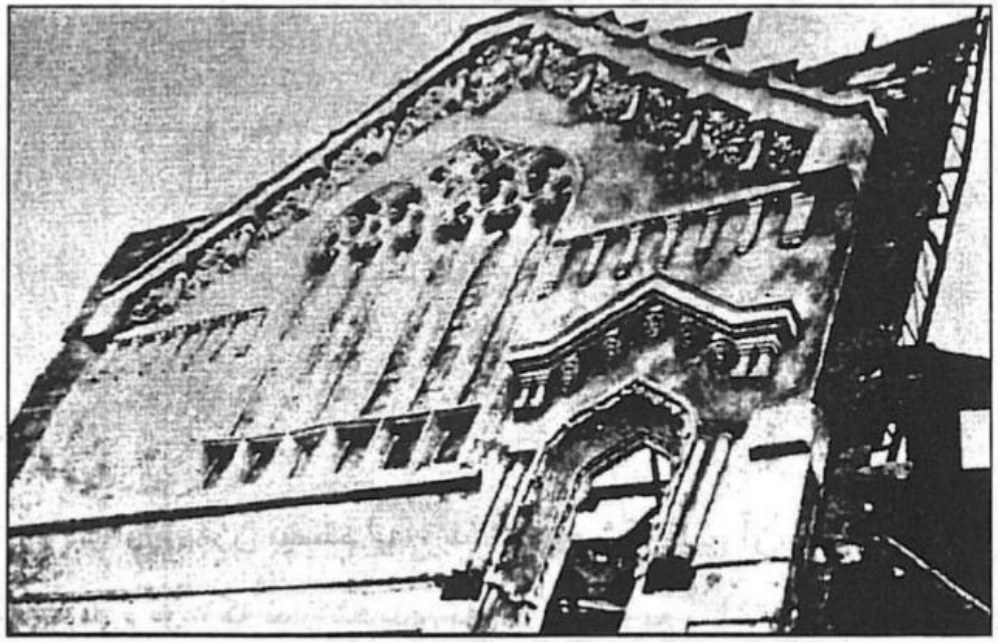
- این روش برای ساخت ساختمان های کوتاه مرتبه مورد استفاده قرار می گیرد. بیشتر ساختمان های ساخته شده با این روش دو طبقه می باشد اگرچه ساخت تا چهار طبقه نیز محدودیت ندارد.

تاریخچه

- این روش در رم باستان و خاورمیانه مورد استفاده قرار می‌گرفته است.
- ساکنان ایالات متحده آمریکا در ابتدای قرن نوزدهم میلادی با ساخت دیوارهای چوبی بر روی زمین و برپا کردن آن‌ها به حالت قائم، خانه‌ها و انبارهای خود را می‌ساخته‌اند.
- در اوایل قرن بیستم میلادی، این روش برای دیوارهای بتن مسلح پیش ساخته مورد استفاده قرار می‌گرفت. اوج شکوفایی آن، حوالی نیمه قرن بیستم، پس از جنگ جهانی دوم بود، که نیاز شدیدی به اجرای سریع ساختمان وجود داشت.

❑ دوران قطعات – پانل های پاشو (TILT UP)

در این روش که بیشترین کاربرد آن در دیوار است ، پانل ها را روی زمین ساخته و در جای خود می چرخانند و به صورت عمود قرار می دهند. از ویژگی های این روش عدم نیاز به هزینه اولیه قالب می باشد.



دیوار جلویی کلیسای زیون در حال اجرا به روش تیلت آپ (سال ۱۹۱۰)

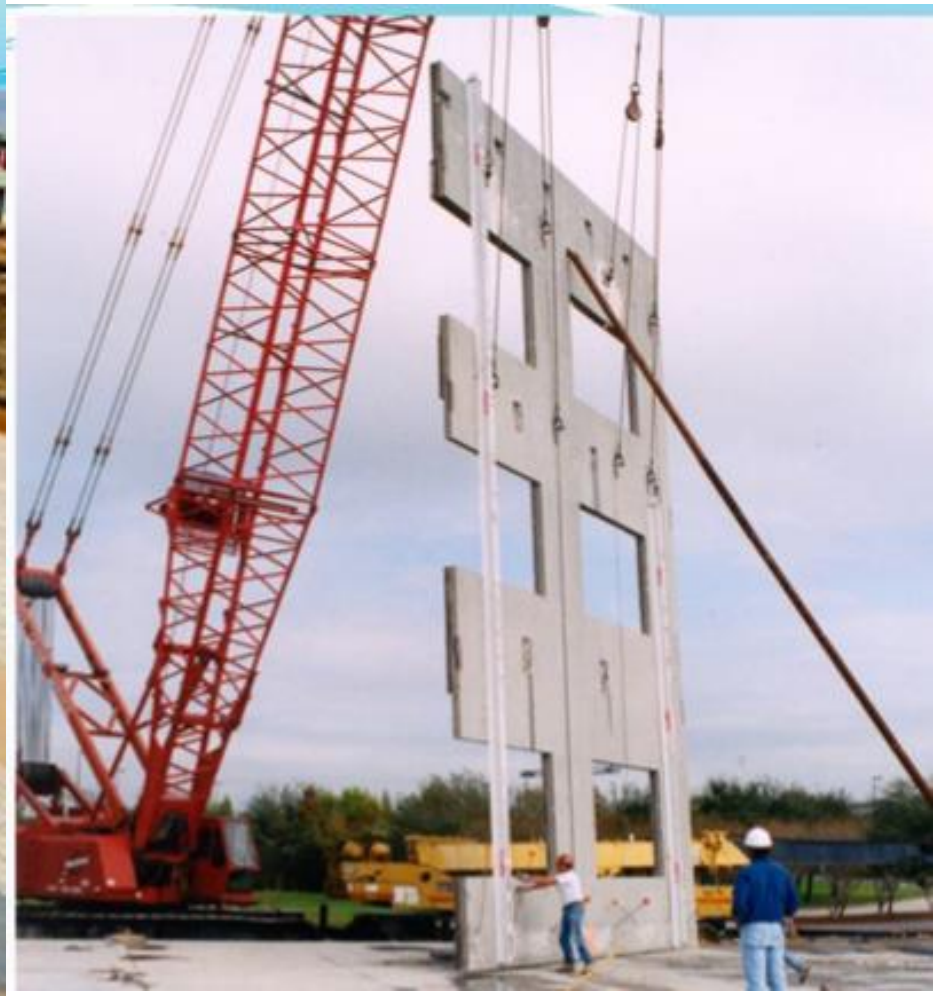
طرح و اجرای ساختمان به روش Tilt-up :

خلاصه :

سیستم اجرای تیلت آپ بیشتر به عنوان روش اجرا قابل طرح است تا سیستم ساختمانی. در این روش دیوار ها در محل اجرای پروژه، به صورت افقی بتن ریزی می شوند و پس از عمل آوری بتن، قطعه را با کمک جرثقیل در محل خود نصب می کنند.

از روش اجرای تیلت آپ اغلب برای اجرای ساختمان که در آن ها سرعت اجرا و مسائل اقتصادی اهمیت دارد، استفاده می شود. این روش عمدتاً برای ساخت ساختمان های کوتاه مرتبه حداکثر تا چهار طبقه به کار می رود.

این روش اجرا، برای قطعات غیر بتنی مانند سیستم LSF (Lightweight Steel Framing)نیز کاربرد دارد.



انواع سیستم های تیلت آپ

انواع سیستم های تیلت آپ

- سیستم جعبه ای
  - اکثریت قریب به اتفاق ساختمان‌های ساخته شده به روش تیلت آپ دارای سیستم جعبه‌ای هستند. سیستم سازه‌ای جعبه‌ای متشکل از دیافراگم‌های سقف و دیوارهای بتن مسلح است که در آن دیوارهای بتن مسلح به صورت تیلت آپ اجرا می‌شوند.
  - در این سیستم سازه‌ای، دیافراگم‌های سقف بارهای جانبی وارده بر سازه را به دیوارهای بتن مسلح منتقل می‌کنند. این دیوارها به صورت دیوار برشی، نیروهای فوق را به شالوده بتن مسلح منتقل می‌کنند.

انواع سیستم های تیلت آپ

- سیستم قاب صلب
  - این سیستم سازه ای، متشکل از تعدادی قاب خمشی بتن مسلح صلب است که در دو جهت عمود بر هم قرار می‌گیرند.
  - وظیفه باربری ثقلی و جانبی سازه، بر عهده این قاب‌ها است. دیوارها در این سیستم غیرسازه ای هستند و صرفاً به صورت دیوارهای نما و در بسیاری از موارد با اتصالات خشک اجرا می‌شوند. در این نوع سیستم، امکان ایجاد تغییرات و توسعه احتمالی در طول دوره بهره‌برداری، با سهولت بیشتری (نسبت به سیستم های جعبه ای) وجود دارد.

انواع سیستم های تیلت آپ

- سیستم ترکیبی
- سیستم ترکیبی از تلفیق دو سیستمی که پیشتر تشریح شد، یعنی سیستم سازه ای جعبه ای و قاب صلب، در پلان به دست می‌آید، در این حالت اغلب در یک راستای اصلی پلان از دیوارهای برشی و در راستای عمود بر آن از قاب‌های خمشی بتن مسلح استفاده می‌شود.

مزایا

- امکان طراحی مدولار با این سیستم فراهم است. خصوصاً زمانی که قطعات مشابه باشند یا اینکه امکان استفاده از قطعات آماده برای قالببندی فراهم باشد، سرعت اجرا افزایش و هزینه‌ها نیز به طور محسوسی کاهش می‌یابد.

- بازشو را می‌توان به سهولت در دیوار بتنی قالببندی کرد، اما، محدودیت سطح برای مقدار بازشدگی در دیوارهای باربر وجود دارد که باید مورد توجه قرار گیرد.

- این سیستم می‌تواند با نمای بتنی نمایان یا انواع قطعات چسبیده به آن، با طرح‌های مختلف، در نظر گرفته شود. این امر باعث می‌شود هزینه‌های مربوط به نما به حداقل برسد. در عین حال، پیش ساخته بودن نما باعث می‌شود از کیفیت و تنوع بالاتری، در مقایسه با دیگر نماهای اجرای درجا، برخوردار باشد.

مزایا

- این سیستم، از نظر تجهیزات، قطعات مورد استفاده در تجهیزات، و مواد اولیه، وابستگی چندانی به فناوری خارجی ندارد.
- نیروی انسانی اجرایی در این سیستم با آموزش اندکی قادر به انجام بخش اعظم اقدامات می‌باشد.
- برای اجرای این سیستم، ابزارهای کمکی خاصی نیاز نیست. ابزار مورد نیاز به تعداد محدود و به راحتی در دسترس هستند. *از بهبودهایی که در این سیستم برای اجرا حاصل شده است، سهولت اجرا (با ویبره مناسب) و امکان حصول اطمینان از یکنواختی بتن‌ریزی است.

مزایا

- هوابندی دیوارهای خارجی در این سیستم به نحو مطلوبی تامین می‌شود. برای آببندی مناسب، لازم است جزییات اجرایی لازم در نظر گرفته شود. در صورتی که از عایق معدنی یا از عایق پلیمری با نفوذپذیری بخار آب بالا استفاده شود، لازم است ملاحظات لازم برای جلوگیری از میعان در نظر گرفته شود.

- از دیگر نقاط قوت این روش، کاهش نیاز به داربستبندی برای اجرای نما است. زیرا کارهای مربوط به نما، هنگام بتن‌ریزی و در سطح زمین انجام می‌شود.

- اتلاف و ضایعات مصالح و فراورده‌ها در روند ساخت، در مقایسه با حالت‌های متعارف، به طور محسوسی کمتر است.

مزایا

- هزینه‌های اجرای دیوارها در این سیستم نسبت به مشابه سنتی درجا و پیش ساخته آن، کمتر است، زیرا نیاز به قالب و عملیات قالببندی کاهش یافته و نیز حمل و نقل پانل‌ها، خیلی کمتر از حالت‌های پیشین است. در ضمن، امکان اجرای نما هم‌زمان با دیوار اصلی وجود دارد.

- این سیستم، مانند دیگر سیستم‌های بتنی، در صورت اجرای مناسب لایه‌های بتنی، عملکرد مناسبی در برابر هوازدگی، محیط‌های خورنده، تابش شدید آفتاب و تکانه‌های حرارتی خواهد داشت. در حالت اجرای خوابیده، تامین این انتظارات با سادگی بیشتری تامین می‌شود.

- مواد و مصالح به کار رفته از نظر انتظارات و استانداردهای زیست‌محیطی، مشکل خاصی ندارند.

معایب

- این روش اجرا بیشتر برای ساختمان‌های کوتاه مرتبه در نظر گرفته شده است و حداکثر تعداد طبقات ساختمان، با توجه به محدودیت‌های اجرایی به ۴ طبقه محدود می‌شود. بدیهی است افزایش تعداد طبقات مسائل اجرایی را با پیچیدگی‌هایی همراه می‌سازد و در این حالت دیگر توجیه قوی برای استفاده از این سیستم وجود ندارد.

- در زمینه طراحی، الزام وجود دیوارهای سازه ای باعث می‌شود، آزادی عمل در طراحی ساختار اصلی معماری اندکی کمتر از سیستم‌هایی نظیر تیر ستون بتنی یا اسکلت فلزی (بادبندار یا قاب خمشی) باشد. در نتیجه، میزان اختیار در تعیین ابعاد فضاها، در مقایسه با دیگر سیستم‌های نام برده کمتر است.

معایب

- این سیستم از نظر نما محدودیت‌های فراوانی دارد و تنها در مورد نماهای کاملاً مسطح و دو بعدی قابل توجیه است. به عبارت دیگر، در صورت کاربرد این روش اجرا، در معماری امکان ایجاد تورفتگی‌ها و بیرون‌زدگی‌ها در نما کاملاً منتفی می‌شود.

- این سیستم در مقایسه با سیستم‌های متداول (حتی در مقایسه با دیوارها و سقف‌های سیستم‌هایی نظیر تونلی) و خصوصاً نسبت به سیستم‌های نوین نظیر LSFسنگین است و مصرف مصالح اصلی (بتن و میلگرد) قابل ملاحظه است. لازم به توضیح است در اکثر موارد، افزایش مصرف مصالح اصلی به دلیل بارهای وارد شده در زمان جابجایی و نصب دیوار است.

- با توجه به سنگین بودن قطعات بتنی مورد استفاده، وجود جرثقیل و دیگر امکانات سنگین نصب الزامی است.

معایب

- امکان تغییر ابعاد قطعات، پس از تولید منتفی است. در نتیجه، در صورت وجود اشتباه در ساخت قطعه (ابعاد، میلگردگذاری و ...) لازم است قطعه مجدداً ساخته شود.

- امکان دسترسی به مدارهای تاسیسات مکانیکی و الکتریکی در دوره بهره‌برداری وجود ندارد، و در صورت بروز مشکل، در اکثر موارد لازم خواهد بود مدار جایگزینی به صورت روکار اجرا شود.

- قابلیت تامین انتظارات در خصوص ایمنی در برابر حریق بدون نیاز به در نظر گرفتن تمهیدات ویژه وجود دارد.

معایب

- عدم تامین انتظارات (در صورت عدم استفاده از لایه های ارتجاعی میراگر صوت) در خصوص صدابندی کوبه ای سقف‌های بین طبقات.

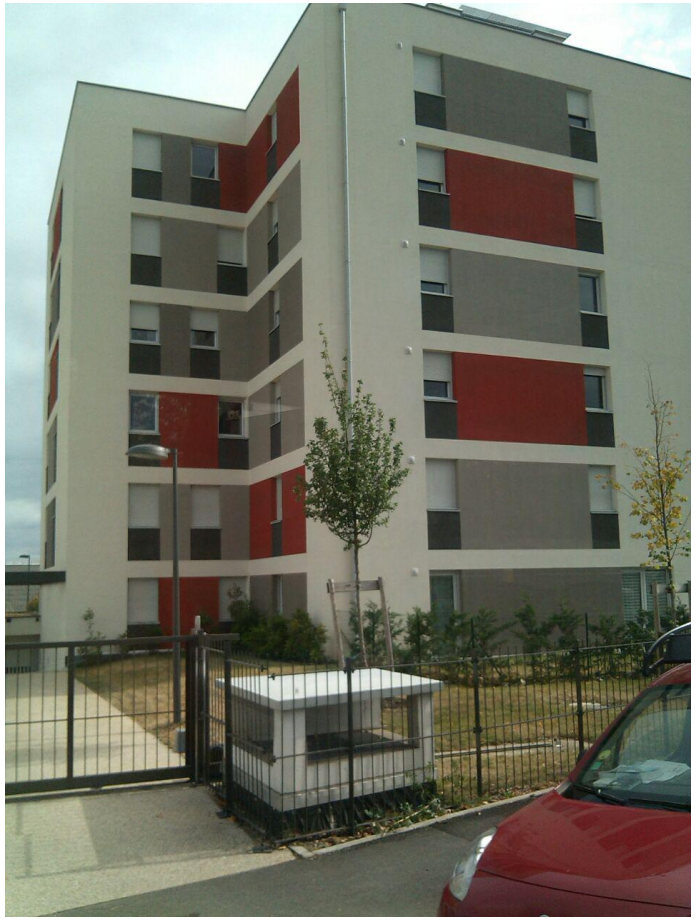
- برای اجرای دیوار با این روش، نیاز به کارگاه بزرگ برای اجرا وجود دارد. توالی فعالیت‌ها، زمانی که کارگاه کوچک باشد با مشکلاتی روبه‌رو می‌شود. این امر زمانی تشدید می‌شود که لازم است پانل‌ها، یکی پس از دیگری ساخته و برپا شوند.

نکات دیگر

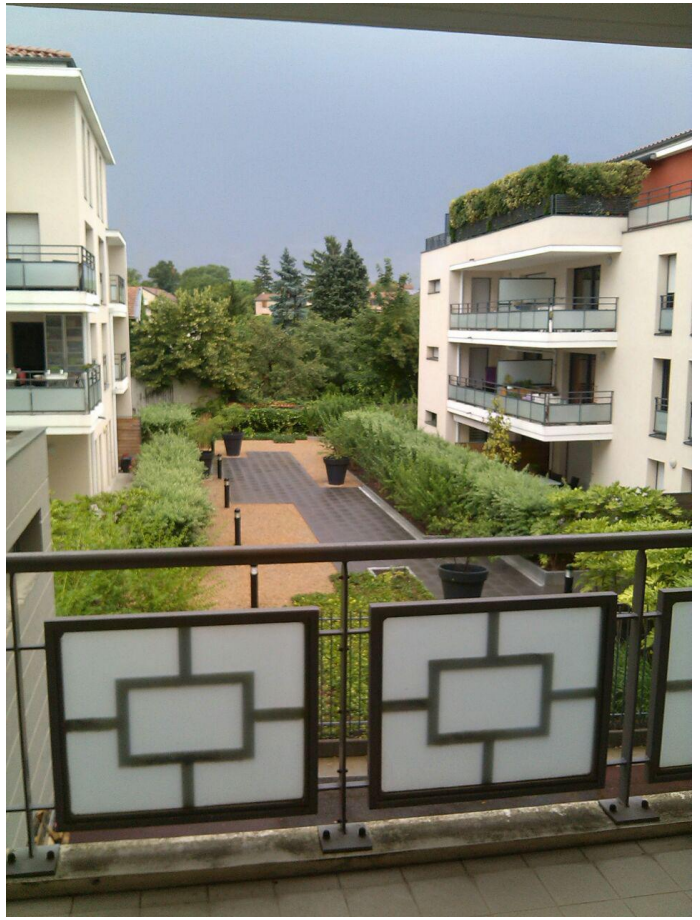
داربست ایمن در فرانسه

داربست ایمن در انگلستان

نماهای سال 2018 فرانسه

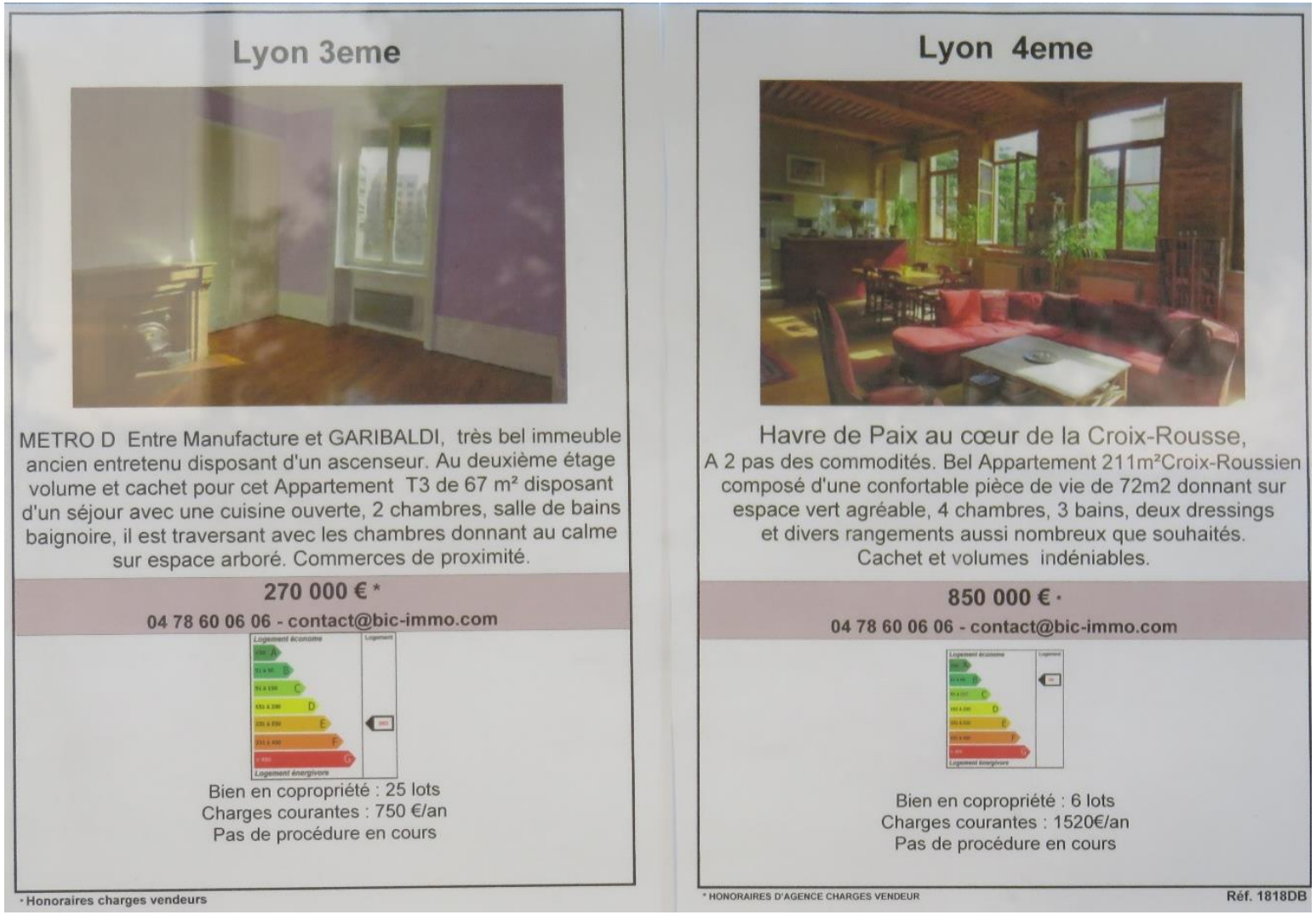


نماهای سال 2018 فرانسه



نماهای سال 2018 فرانسه

برچسب انرژی شهر لیون فرانسه



Lyon 3eme

METRO D Entre Manufacture et GARIBALDI, très bel immeuble ancien entretenu disposant d'un ascenseur. Au deuxième étage volume et cachet pour cet Appartement T3 de 67 m² disposant d'un séjour avec une cuisine ouverte, 2 chambres, salle de bains baignoire, il est traversant avec les chambres donnant au calme sur espace arboré. Commerces de proximité.

270 000 € *

04 78 60 06 06 - contact@bic-immo.com

Bien en copropriété : 25 lots
Charges courantes : 750 €/an
Pas de procédure en cours

* Honoraires charges vendeurs

Lyon 4eme

Havre de Paix au cœur de la Croix-Rousse,
A 2 pas des commodités. Bel Appartement 211m²Croix-Roussien composé d'une confortable pièce de vie de 72m2 donnant sur espace vert agréable, 4 chambres, 3 bains, deux dressings et divers rangements aussi nombreux que souhaités.
Cachet et volumes indéniables.

850 000 € *

04 78 60 06 06 - contact@bic-immo.com

Bien en copropriété : 6 lots
Charges courantes : 1520€/an
Pas de procédure en cours

* HONORAIRES D'AGENCE CHARGES VENDEUR

Réf. 1818DB

تهویه ساختمان بدون مصرف انرژی و در طول شبانه روز (ایده از بادگیرهای یزد)

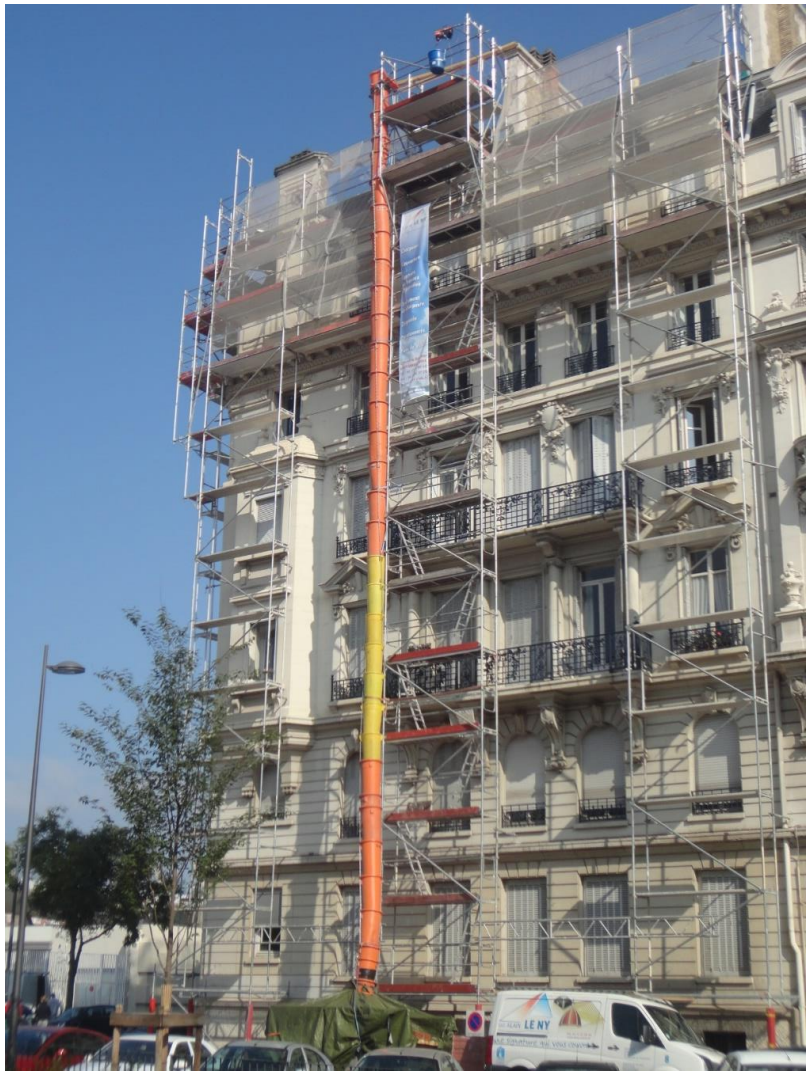
چرا در ایران حصیر فراموش شده است؟

دپوی مصالح ساختمانی در ایران

دپوی مصالح ساختمان در فرانسه

محل دپوی نخاله ساختمانی در ایران

محل دپوی نخاله ساختمانی در فرانسه



با تشکر از توجه شما