بسم الله الرحمن الرحيم

اولین همایش ملی مهندسی سازه ایران
تهران – دی ماه ۱۳۹۳

سیستم ها و فن آوریهای نوین سازه ای و ساختمانی

غلامرضا هوائـــی
عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

تعاریف

❖**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.

❖**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 می گیرد. 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 روش های سنتی مهم است.

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 اتلاف 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

مهمترین سیستمهای فناوری نوین ساختمان موجود در کشور دارای تاییدیه فنی از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

- سیستم قاب سبک فلزی (سیستم کامل ساختمانی) LSF
- سیستم قالب عایق ماندگار (سیستم سازه‌ای) ICF
- سیستم پانل های سه بعدی (سیستم کامل ساختمانی) 3DPanel
- سیستم قالب تونلی (سیستم سازه‌ای)
- مجموعه فناوری‌های نیک سیستم (سیستم کامل ساختمانی)

جمهوری اسلامی ایران
وزارت مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

فناوری های نوین ساختمانی

تأیید شده توسط:

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

در راستای قانون ساماندهی و حمایت از تولید و عرضه مسکن

اسفندماه ۱۳۸۸

ویرایش پنجم

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

سیستم قاب فولادی سبک نورد سرد
(LIGHT WEIGHT STEEL FRAME)
L.S.F

سیستم قاب سبک فولادی از ورق های فولادی گالوانیزه سرد فرم داده شده (C.F.S) تشکیل می شود. از سال ۱۹۵۰ به بعد استفاده از فولاد سرد نورد شده (C.F.S) شروع شد. اما به دلیل عدم دسترسی به ماشین آلات دقیق فرم دهی و کامپیوتر در صنعت ساختمان فاقد توجیه بود. از سال ۱۹۹۰ از این فولاد جهت ساخت و ساز استفاده و اولین آیین نامه آن در امریکا تدوین گردید.

سیستم قاب فولادی سبک نورد سرد

این سیستم در حال حاضر به ۳ روش اجرا می‌شود:

الف) شیوه اجرای طبقه‌ای

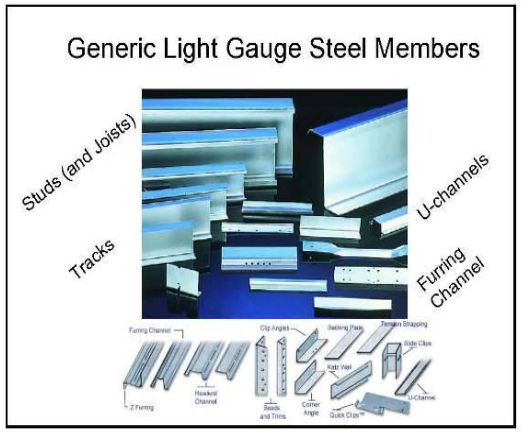
ب) شیوه اجرای دیوارهای یکپارچه

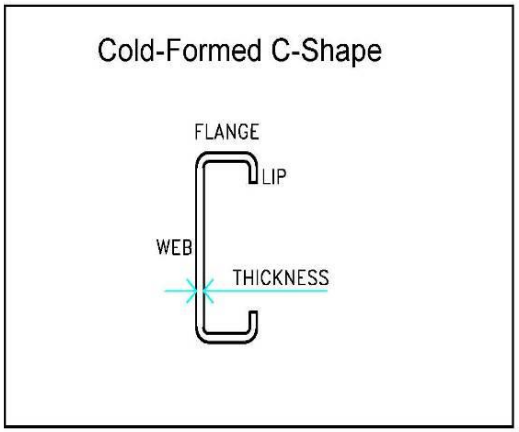
ج) سیستم قاب خمشی یک طبقه

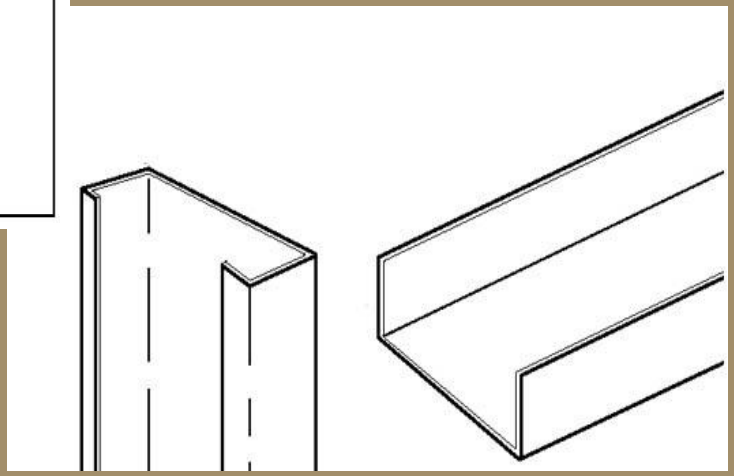
بر خلاف روش طبقه‌ای که قطعات تشکیل دهنده ساختمان به صورت پانلهای پیش‌ساخته به محل کارگاه منتقل شده و در کنار هم و در ارتفاع نصب می‌شوند، در روش یکپارچه که روش قدیمی‌تری است، استادها که عناصر باربر قائم این سیستم می‌باشند به صورت یکسره و بدون قطع در تراز طبقه، طراحی و اجرا شده و تیرریزی اسکلت به صورت خورجینی صورت می‌گیرد.

در سیستم قاب خمشی یک طبقه سیستم باربر جانبی و ثقلی از نوع قاب خمشی معمولی بوده و در ستونها از مقاطع جعبه‌ای و برای تیرها از مقطع ناودانی استفاده می‌شود. کلیه اتصالات جوشی ناحیه اتصال خمشی به صورت کارخانه‌ای انجام می‌شود.

روش مرسوم اجرای قابهای فولادی سبک ، شیوه اجرای طبقه‌ای می‌باشد.







مصالح اولیه و اصلی این سیستم، مقاطع سرد نورد شده استاندارد (Cold-Formed) از ورق فولاد گالوانیزه در ضخامتهای ۰/۶ تا ۲ میلیمتر است.

معرفی سیستم :

هر دیوار از تعدادی اجزای عمودی C شکل (Stud) به فواصل ۴۰ تا ۶۰ سانتی متر که در بالا و پایین به اجزای افقی ناودانی U یا C شکل (Runner) متصل شده اند، تشکیل می شود.

- انتقال بارهای ثقلی توسط استادها
- انتقال بارهای جانبی توسط بادبندها یا دیوارهای برشی

Light

این سیستم در اکثر موارد با سقف سبک و به صورت موردی با انواع دیگر سقف اجرا می شود. تیر و تیرچه های این نوع سقف های سبک همانند Stud و Runnerهای دیوارهاست. سقف نهایی معمولا از نوع شیبدار و با استفاده از خرپاهای فلزی ساخته می شود.

قسمت های دیگر ساختمان نیز با استفاده از پروفیل های سرد نورد شده اجرا شده و با انواع مختلف تخته (گچی، سیمانی، چوبی و ...) پوشیده می شوند.

استانداردهای طراحی

۱- آیین نامه AISI

۲- آیین نامه TI 809 ارتش امریکا

۳- دستورالعمل مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن:

حداکثر تا ۳ طبقه با اجرای مهاربند

حداکثر تا ۶طبقه با دیوار برشی بتنی

مزایای استفاده از سازه های سبک فولادی L.S.F

- وجود مواد اولیه در داخل کشور
- مقاومت در برابر زلزله
- سبکی سازه
- سرعت اجرای بالا
- کاهش هزینه ساخت (فولاد-سیمان-نیروی انسانی)
- صرفه جویی در مصرف انرژی
- سهولت اجرای تاسیسات برقی و مکانیکی
- سهولت نگهداری و تعمیرات
- امکان تولید قطعات در محل اجرا
- قابلیت احداث در کلیه شرایط آب و هوایی
- عدم آلودگی محیط زیست
- سهولت در حمل و نقل و انبار کردن
- تطابق با آیین نامه های رایج ساختمانی

مزایای استفاده از سازه های سبک فولادی L.S.F

افزایش فوق العاده کیفیت به دلایل ساخت نود درصدی در کارخانه.

این سیستم انعطاف پذیری بسیار زیادی در اجرای طرح های پیچیده معماری در نما و پلان، از خود نشان می دهد.

کاهش حدود ٦٠ درصدی وزن مرده این ساختمان نسبت به ساختمانهای صنعتی.

اجرای کلیه اتصالات در محل نصب توسط پیچ و مهره.

افزایش حدود ١٠ درصدی فضاهای مفید ساختمان به دلیل کم کردن ضخامت دیوارها نسبت به ساختمان های سنتی.

معایب استفاده از سازه های سبک فولادی L.S.F

- آسیب پذیری در برابر آتش سوزی

- کارآیی نسبتاً پایین در مناطق گرم و مرطوب

- کوچک بودن سختی هندسی و امکان کمانش موضعی و ناپایداری پیچشی

- مقاومت کم در برابر نیروهای خارج از صفحه

- لزوم استفاده از دیوار برشی در سازه های بیش از ۳طبقه جهت کسب مقاومت لرزه‌ای

- امکان نفوذ حشرات در فضای خالی دیوار

روشهای اجرای سیستم L.S.F

۱) نصب در محل

این روش عمدتاً در مورد دیوارهای جدا کننده داخلی (Partition walls) کاربرد دارد.

در این روش، سازه ها بصورت شاخه های با طول معین و برابر به محل کارگاه حمل و طبق پلان از قبل طراحی شده در محل دیوارهای داخلی نصب میشوند.

روشهای اجرای سیستم L.S.F

۲) مونتاژ تحت بارگذاری

در این روش که کاربرد عمده آن در مورد دیوارهای باربر ساختمان های دارای بیش از دو طبقه است، سازه ها در کارگاه مونتاژ تحت بارگذاری اولیه قرار گرفته و دیوارها در قالب پانل های مجزا، مونتاژ می گردند.

اجرای سیستم L.S.F

پس از انتقال پانل ها به کارگاه ساختمانی، باید هر پانل را به طور مجزا و در محل خود (مطابق نقشه های اجرایی استخراج شده از پلان معماری) نصب نمود.

اجرای سیستم L.S.F

سازه های سقف نیز طبق روال بقیه اعضا و با کمک اعضای واسطه به بدنه پانل های باربر اتصال می یابند.

اجرای سیستم L.S.F

اجرای سریع پوشش نهایی سطوح در مرحله نازک کاری

یکی از مزایای قابل رقابت L.S.F با سیستم های رایج، توانایی اجرای سریع پوشش نهایی سطوح داخلی با استفاده از صفحات خشک گچی است که توقف زمانی بنا در مرحله سفیدکاری سنتی را تا حد قابل توجهی کاهش می دهد.

کاربری های سیستم L.S.F

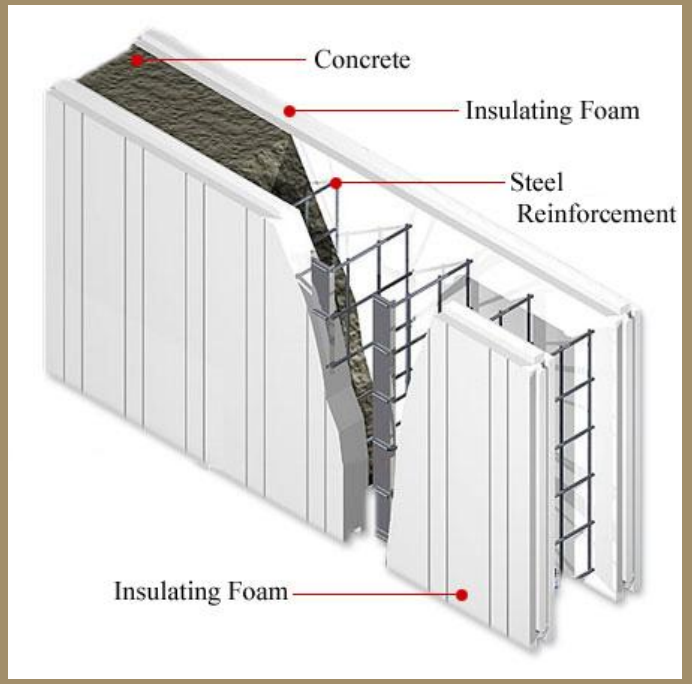
- مجتمع های ویلایی
- مجتمع های مسکونی و اداری تا ۵ طبقه
- مجتمع های استراحتی بین راهی
- کمپ های بزرگ مسکونی و اداری در پروژه های عمرانی
- مدارس و مراکز درمانی موقت و دائم
- ساختمان های سریع الاحداث برای اسکان پس از حوادث غیر مترقبه
- مراکز خرید و نمایشگاهی گسترده
- احداث نیم طبقه در داخل بناهای با ارتفاع زیاد
- توسعه تعداد طبقات بر روی پشت بام ساختمان های موجود

تقسیم بندی L.S.F بر اساس تعداد طبقات

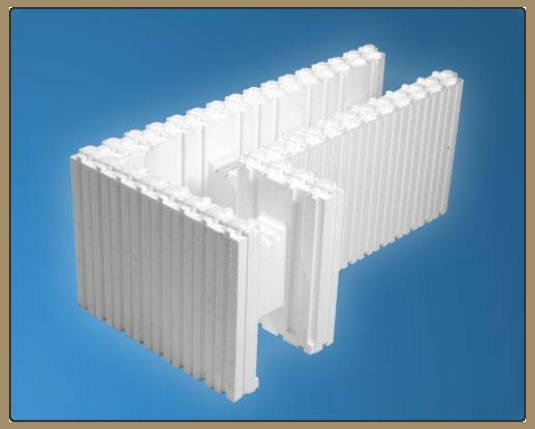
تعداد طبقات	سازه باربر	دیوارهای جداکننده	دیوارهای برشی	نحوه مونتاژ
۱ و ۲ طبقه	L.S.F	L.S.F	L.S.F	در محل
۳ تا ۵ طبقه	L.S.F	L.S.F	L.S.F	تحت بارگذاری
٦ تا ۸ طبقه	L.S.F	L.S.F	بتن	تحت بارگذاری
۹ طبقه و بیشتر	سنتی	L.S.F	بتن	در محل

سیستم ساختمانی دیوار بتن مسلح با قالبهای عایق پلی استایرن منبسط شده ماندگار(ICF)
INSULATING CONCRETE FORMWORK

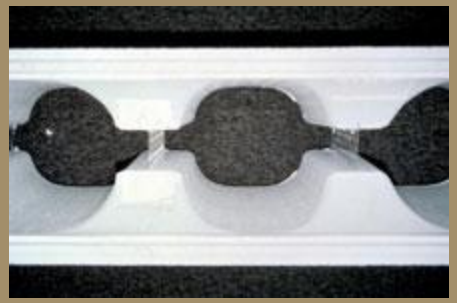
سیستم دیوار بتنی مسلح با قالبهای عایق ماندگار (ICF) قالبهای دائمی از جنس پلی استایرن منبسط شده (EPS) هستند که پس از بتن ریزی به عنوان جزئی از دیوار محسوب شده و نقش عایق حرارتی را ایفا میکنند



مصالح مورد استفاده در ICF



- **بتن**
  - سیمان
  - سنگدانه ها
  - آب
  - مواد افزودنی بتن
- **میلگرد** (مطابق با ویژگیهای مندرج در فصل ۹-٤ مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان)



- **قالب ها**
  - عایق پلی استایرن
  - رابط ها
  - سایر اجزای قالب
- **دیوارهای غیر باربر**

مزایای سیستم قالبهای ماندگار ICF

- ✓ کاهش عملیات قالب بندی و آرماتوربندی دیوارهای باربر بتن آرمه در محل اجرای پروژه
- ✓ سرعت ساخت و برگشت سریعتر سرمایه
- ✓ پرت پایین مصالح و حفظ منابع ملّی
- ✓ عایق بندی صوتی و حرارتی مناسب و کاهش هزینه های سوخت و برق مصرفی جهت سرمایش و گرمایش و به طور کلی صرفه‌جویی در مصرف انرژی
- ✓ مقاومت بالا در برابر زمین لرزه
- ✓ انعطاف پذیری در طراحی معماری
- ✓ دوام و عمر مفید بیشتر ساختمان
- ✓ سهولت حمل و نقل قطعات
- ✓ امنیت بیشتر کارگران
- ✓ یکپارچگی عملکرد سازه ای و انعطاف در طراحی

روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار

قالب های ماندگار به صورت پانل های مستطیلی در کارخانه تولید و به کارگاه منتقل می‌شوند .

این پانل ها متشکل از دو لایه ورق پلی استایرن، مش میانی و آرماتورهای خرپایی برای نگه داشتن آرماتورهای افقی و عمودی تعبیه شده اند .

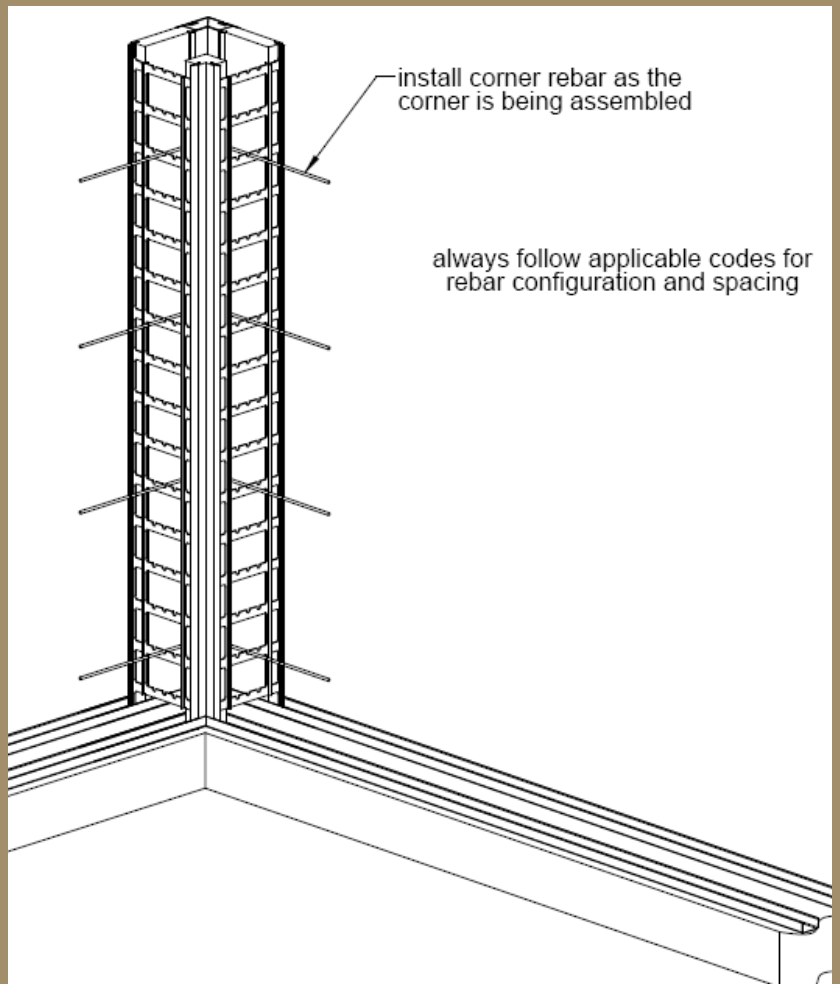
روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار

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

جهت تقویت سازه مابین بلوک‌ها از میلگردهای افقی و عمودی استفاده می‌گردد، پس از بتن ریزی مابین بلوک‌ها، قالب‌های پلی‌استایرن بصورت ماندگار در سازه باقی می‌ماند.

روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار

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



ضوابط اجرایی سیستم ICF

- شالوده های سیستم ICF عمدتا از نوع نواری یا گسترده بوده و کلیه ضوابط مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان باید در خصوص آنها رعایت شود. برای درگیر شدن بلوکها و جلوگیری از جابجایی در حین بتن ریزی از ایجاد زبانه بر روی فونداسیون و یا اتصال یک پروفیل سرد نورد شده ناودانی شکل یا قطعات چوب استفاده می شود.
- استقرار بلوکها بر روی یکدیگر باید در چند مرحله ارتفاعی صورت گیرد تا از ایجاد تخلخل در بتن و جداشدگی اجزای بتن جلوگیری شود. در صورت بتن ریزی کامل دیوار در یک مرحله باید با استفاده از روشهای خاص تراکم و کیفیت بتن تامین گردد.
- بتن ریزی در دیوارها باید در لایه های افقی و با ضخامت یکنواخت صورت گیرد و هر لایه قبل از ریختن لایه بعدی کاملا متراکم شود. سرعت بتن ریزی باید به گونه ای باشد که هنگام ریختن لایه جدید لایه قبلی در حالت خمیری باشد .

ضوابط اجرایی سیستم ICF

- در بتن ریزی دیوارها باید تا حد امکان ارتفاع سقوط بتن را محدود نمود. یک راهکار موثر ایجاد دریچه های بتن ریزی در سطح قالب می باشد.
- بتن باید در طول عملیات بتن ریزی با استفاده از وسایل مناسب متراکم شود به طوریکه میلگردها و اقلام مدفون را به طور کامل در بر گیرد و قسمت های داخلی و گوشه های قالب را پر کند. استفاده از بتن های خودتراکم در این مورد ارجحیت دارد.
- با توجه به اینکه بلوکهای پلی استایرن عایق حرارت بوده و جذب آب اندکی نیز دارند، بتن ریزی این سیستم در شرایط آب و هوایی مختلف نیاز به تمهیدات خاصی جهت عمل آوری نخواهد داشت.

الزامات و محدودیت های سیستم قالب های بتنی عایق :

- ضخامت نسبتاً زیاد دیوارهای تمام شده (حداقل ضخامت دیوارها ی بتنی ۱۵ سانتمتر)
- طریقه اتصالات آرماتورها مخصوصا در گوشه ها
- محافظت پلی استایرن بوسیله اندودها یا تخته گچی
- محدودیت طبقات و حداکثر ارتفاع در صورت رعایت ضوابط شکل پذیری و مقاومت در برابر حریق به ۵۰ متر از پایه محدود می باشد و در غیر این صورت به ۱۰ متر
- بتن مصرفی باید از نوع سازه ای با حداقل مقاومت ۲۰ مگاپاسکال و حداکثر اندازه سنگدانه مصرفی ۲۰ میلیمتر باشد .
- پلی استایرن بکار رفته باید از نوع کند سوز و یا خود خاموش شو باشد .
- سنگینی وزن ساختمان
- امکان از بین رفتن لایه های پلی استایرن موجود در دو طرف دیوار بر اثر عوامل طبیعی

طراحی ساختمانهای با سیستم قالبهای ماندگار ICF

- **زمان تناوب**

- زمان تناوب این سیستم ساختمانی برای نوع مسطح فاقد حفره بر اساس ضوابط مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان تعیین می شود. برای سایر انواع حفره دار یا مجوف این نوع دیوارها زمان تناوب اصلی نوسان سازه باید با در نظر گرفتن موقعیت و ابعاد حفره ها به دست آید.

$$T=۰/۰۷H^{۳/۴}$$

اثر میان قاب ها

- **در صورتی که جداسازی لازم پیرامون تیغه ها با سازه اصلی صورت نگیرد باید اثر دیوارهای جدا کننده غیر باربر در سختی کل سازه به نحو مناسب منظور گردد.**

ملاحظات حریق سیستم ICF

- **روشهای دستیابی به اهدلف ایمنی در برابر حریق**
  - **پیشگیری**
  - **شبکه های هشدار حریق**
  - **طراحی مناسب مسیرهای خروج**
  - **فضابندی مناسب ساختمان و جلوگیری از گسترش آتشسوزی**
  - **پیش بینی وسایل مناسب فرونشانی حریق**

ارزیابی عملکرد محصولات ساختمانی در برابر حریق:

- **مشخصات واکنشی مواد در برابر آتش (افروزش پذیری، قابلیت سوختن، پیشروی سطحی شعله ، شدت رهایش گرما، دود و گازهای سمی)**
- **مقاومت در برابر آتش**

مشخصات سیستم ICF در برابر آتش

- بلوکهای پلی استایرن باید از نوع کندسوز (FR) باشند. پلی استایرن نوع کندسوز در مدت کوتاهی پس از قرار گرفتن در معرض شعله جمع شده و ابتدا بدون شعله ور شدن از منبع حرارت دور می شود و در صورتیکه به مدت طولانی در معرض شار حرارتی کافی قرار گیرد مشتعل می شود. اما آزاد شدن حرارت و سرعت پیشروی شعله روی آن کمتر از نوع معمولی است. ضمنا با دور شدن منبع حرارت اشتعال آن نیز متوقف خواهد شد.
- روی صفحات پلی استایرن باید به وسیله پوشش مناسب مانند اندود گچی ، اندود ماسه سیمانی یا تخته گچی محافظت شود.
- پوشش محافظت کننده باید به وسیله سیستم مکانیکی مناسب به لایه بتنی دیوار سازه ای متصل شود. همچنین اتصال پوشش می تواند به رابط های پلاستیکی یا فلزی بین دو پوسته پلی استایرن انجام شود.

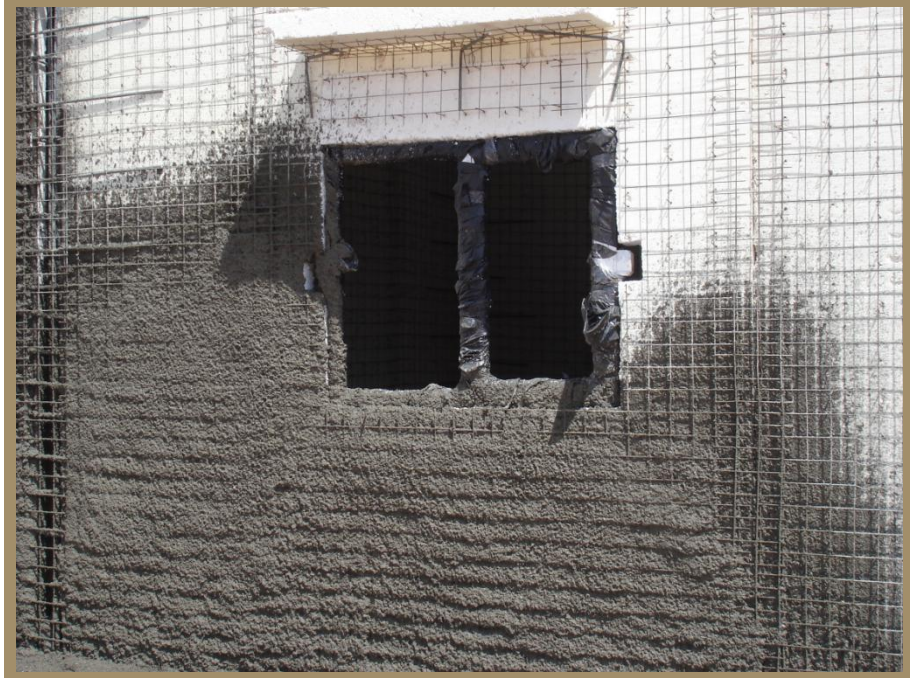
مشخصات سیستم ICF در برابر آتش

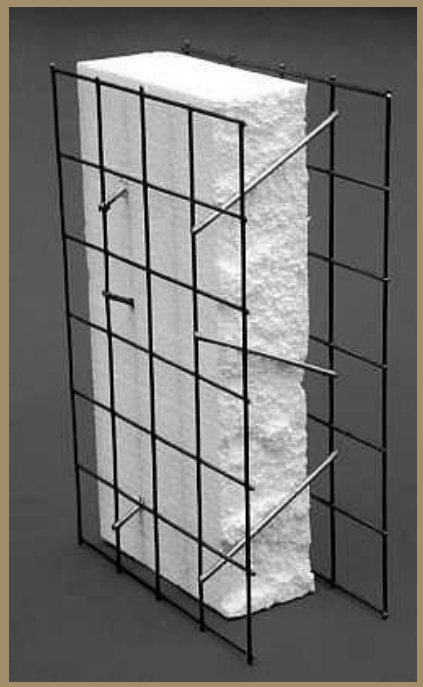
- قالبهای ماندگار شبکه ای سوراخدار دارای مقاومت بسیار کمی در برابر آتش بوده و مقاومت آن محدود به مقاومت پوشش محافظت کننده در دو طرف دیوار است. همچنین با توجه به شکل هندسی دیوارها در صورت ریزش پوشش محافظ امکان پیشروی سریع شعله از یک سمت دیوار به سمت دیگر به سهولت امکان پذیر است. لذا محدودیت های مربوط به نوع تصرف و تعداد طبقات برای این نوع قالبها بیشتر از قالبهای تخت می باشد.
- قالبهای ماندگار از نوع شبکه ای موجی شکل از نظر شکل هندسی بین دو نوع تخت مسطح و تیر و ستون است. لذا مقاومت دیوار تابع قسمتهایی از دیوار است که دارای ضخامت کمتری می باشد.
- قالبهای ماندگار از نوع تخت دارای بهترین مشخصات از لحاظ مقاومت در برابر آتش هستند.

سیستم های پانل پیش ساخته سبک سه بعدی

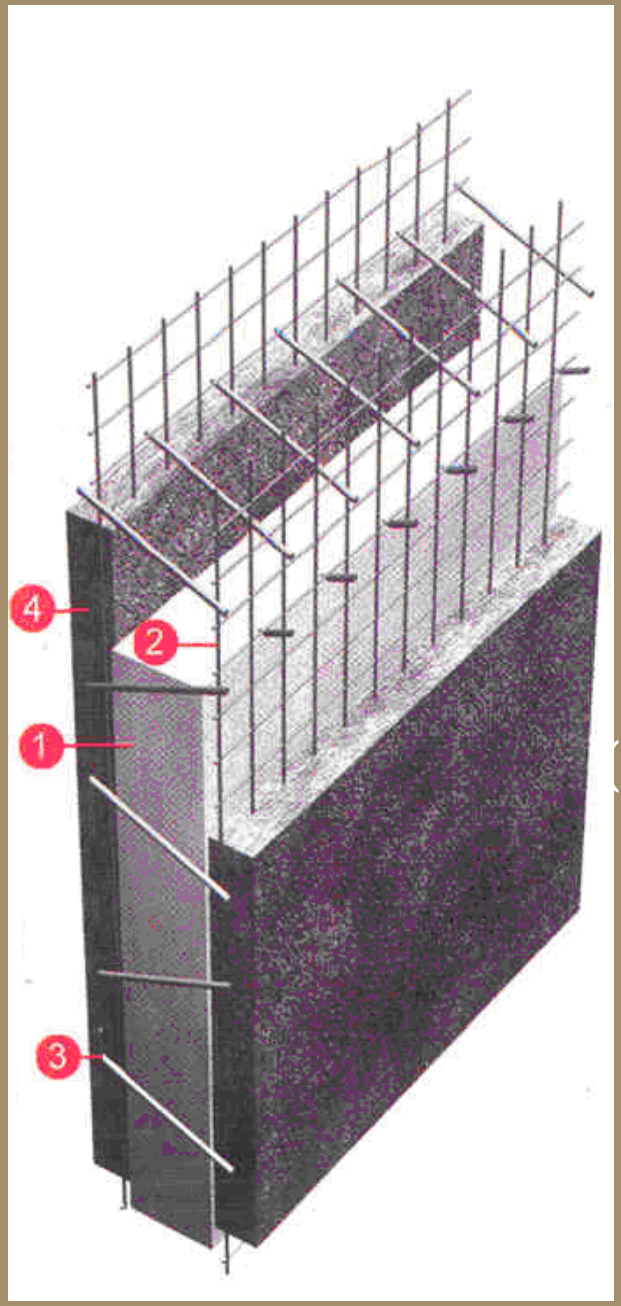
3DPanel STRUCTURAL SYSTEM

- صفحات ساندویچی 3D از یک لایه پلی استایرن به ضخامت حداقل ۳ سانتیمتر و دو شبکه میلگرد جوش شده در دو طرف این لایه تشکیل شده که از دو طرف با دو لایه بتن پاشیدنی (از نوع تر) با ضخامت حداقل ۴ سانتیمتر (دیوار باربر) و حداقل ۳ سانتیمتر (دیوار غیر باربر) همراه شده است.
- این سیستم در سال ۱۹۶۷ در ایالت کالیفرنیای امریکا به ثبت رسید و از دهه ۸۰ میلادی به طور گسترده وارد صنعت ساختمان گردید و از سال ۱۳۷۰ در ایران شروع به تولید شد.





اجزای اصلی پانل 3D



۱- هسته عایق (Expanded Poly Styrene)

۲- شبکه مفتول های گالوانیزه

۳- میلگردهای خرپایی یا برشگیرها (Cross Wires)

٤- بتن پاشیده شده روی پانل (Shotcrete)

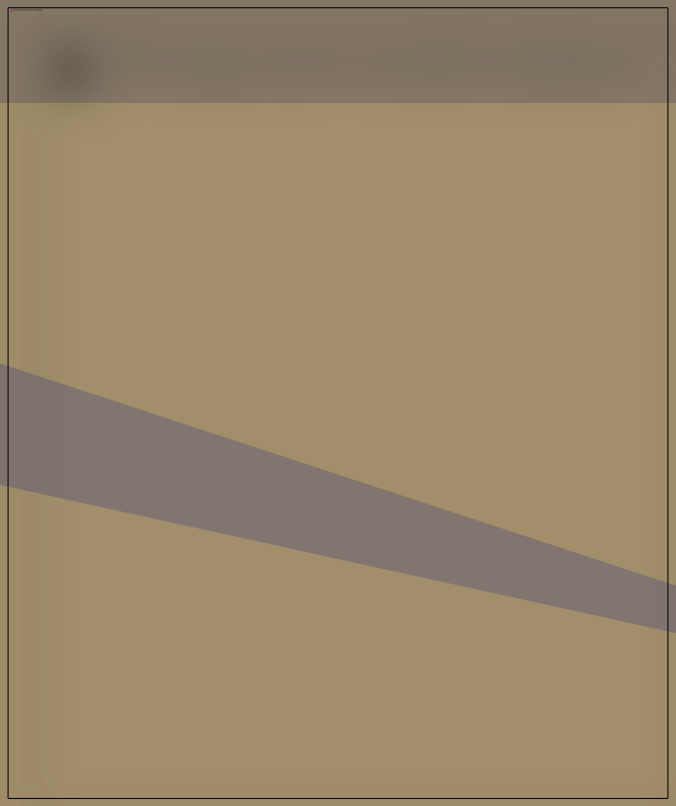
- این پانل ها به دو نوع باربر و غیرباربر تقسیم می شوند.

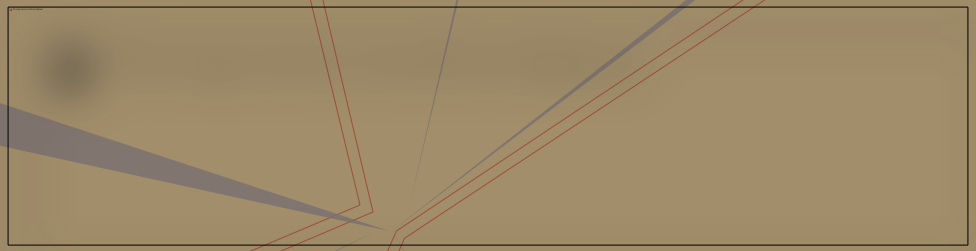
انواع پانلهای بکار رفته در سیستم

- پانل تک و جدا کننده
- پانل دوبل
- پانل سقف
- پانل جدید
- پانل پله
- پانل مجوف

پانل تک و جدا کننده
Single & Partition Panel

- بی نیاز از اجرای لایه گچ و خاک
- بی نیاز از نعل درگاه جهت بازشوها

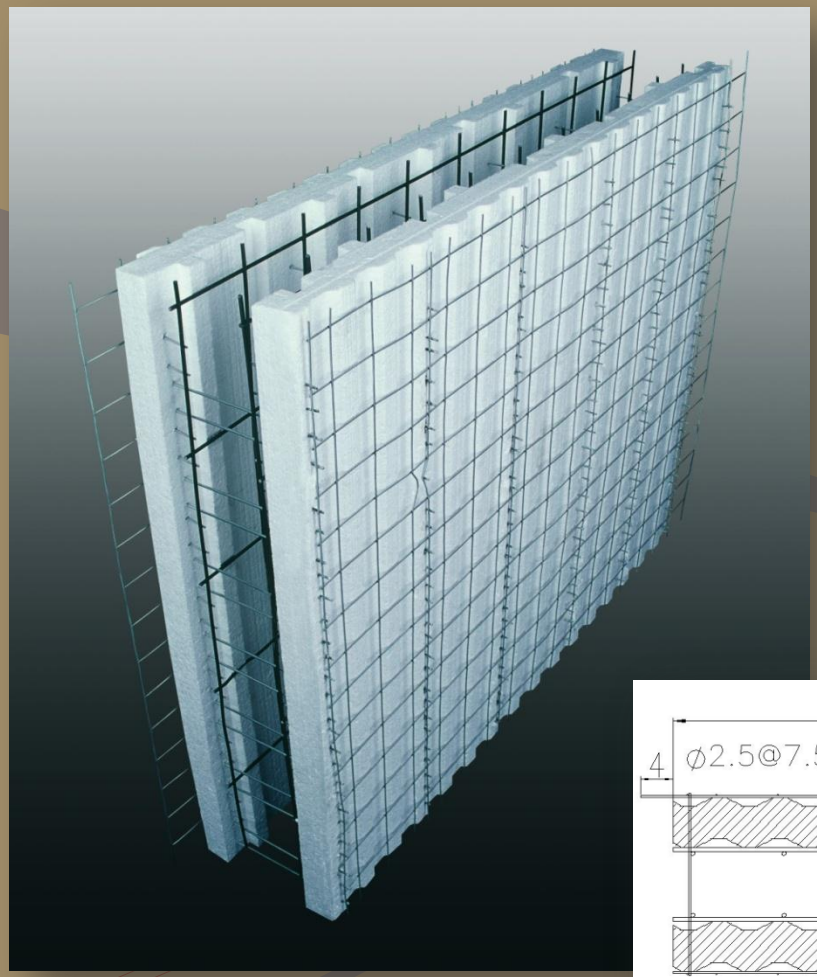




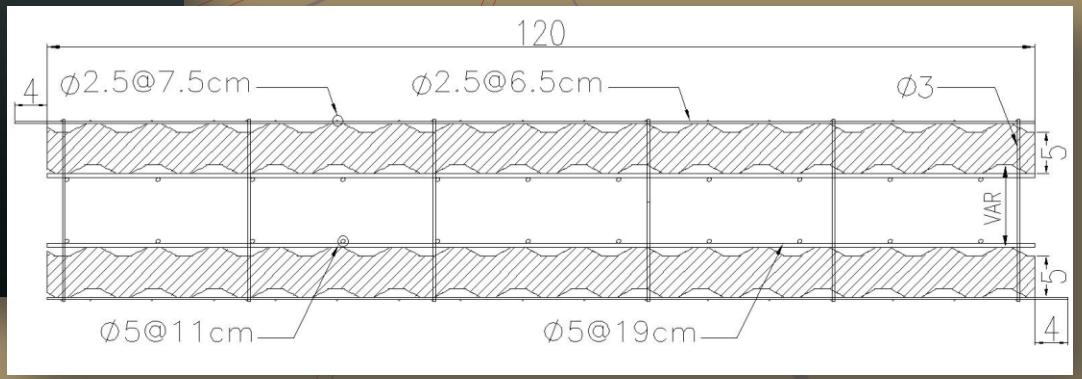
Density ≥ 15 Kg / m³
Zinc Coating ≥ 40 µ (Galvanized)
fy ≥ 6800 Kg / cm²
PLC Spot Welding
Fire Retardant EPS – ASTM E84
Heat, Sound & Humidity Insulation
Unlimited Length

پانل دوبل

Double Panel

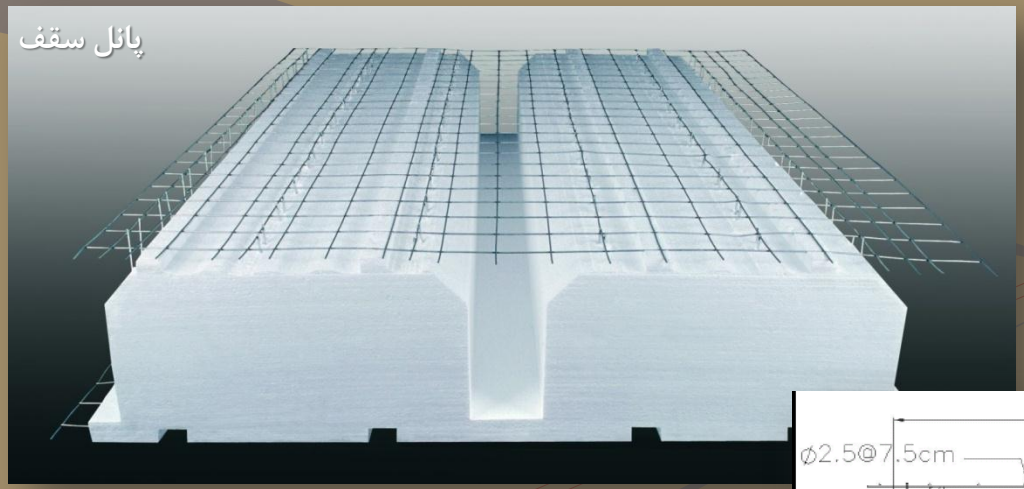


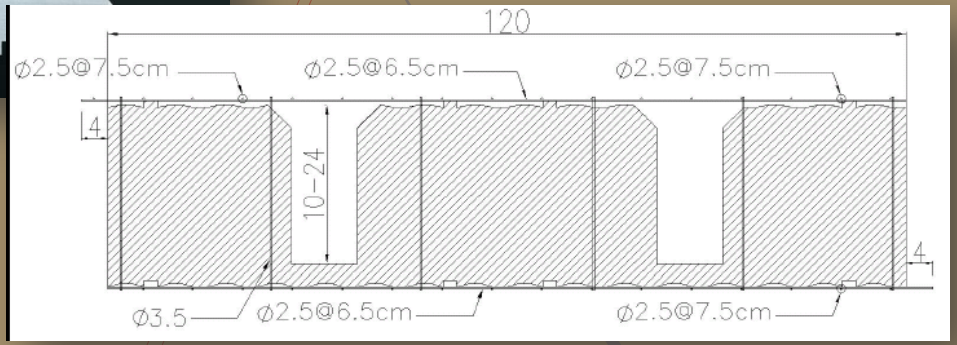
- Reinforced Insulated Concrete Formwork (RICF)
- 10 – 25 cm. Concrete Thickness
- 5 – 12 mm. Bar Diameter (S400 Mpa)
- 5 cm ICF Thickness (Each Side)



پانل سقف
Floor Panel

- تیرچه بلوک یکپارچه پانلی به عرض ۱/۲۰ متر و طول نامحدود – ابعاد متغیر
- ارتفاع تیرچه ۱۰ تا۳۰ سانتی متر
- عرض بلوک ۳۰ تا ۵۰ سانتی متر
- نقش شبکه به عنوان آرماتور حرارتی
- عدم نیاز به تیرچه : جوشکاری خرپای فلزی ،ساخت بتن پاشنه ، حمل تیرچه سنگین تا کارگاه و طبقات
- اجرای شاتکریت از زیر مقاومت را افزایش می دهد.

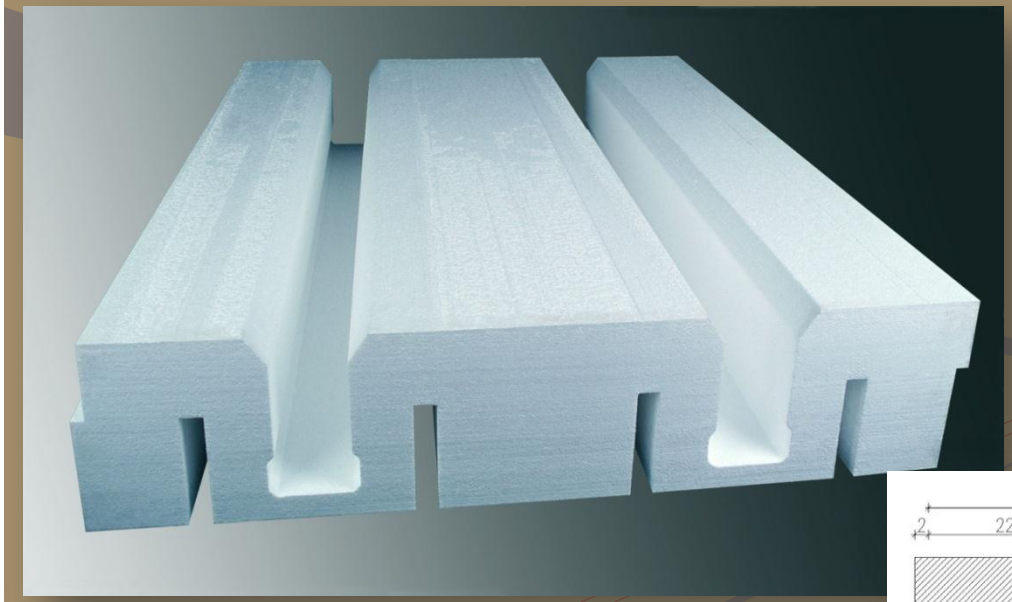


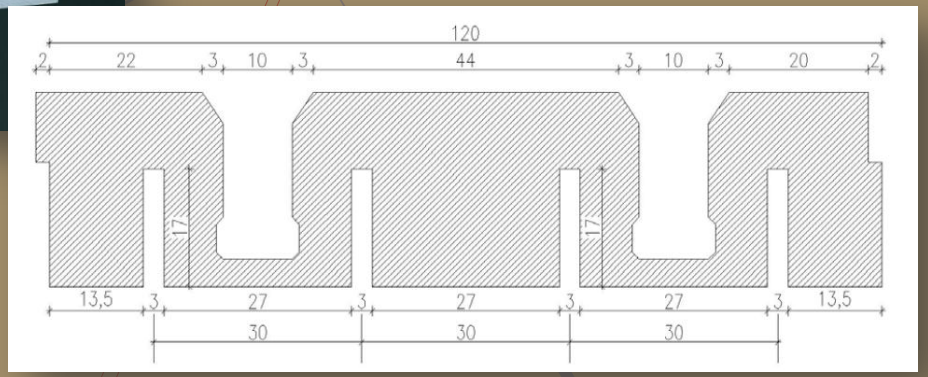


پانل جدید

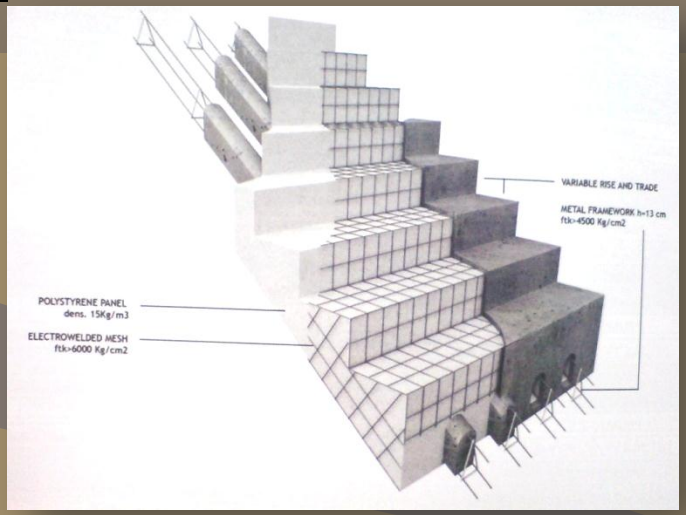
New Block

بلوک خودایستا یکپارچه به عرض ۱/۲۰ متر – حاوی ناودانی C-Channel گالوانیزه
تامین سطح تمام عایق و راندمان قابل قبول برای صرفه جویی در مصرف انرژی (مبحث ۱۹)
عدم نیاز به تیرچه پیش ساخته، امکان نصب سقف کاذب و رابیتس به ناودانی زیر

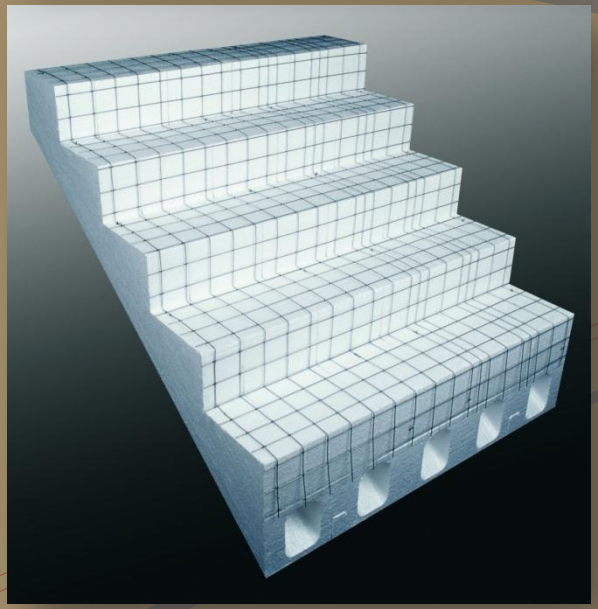


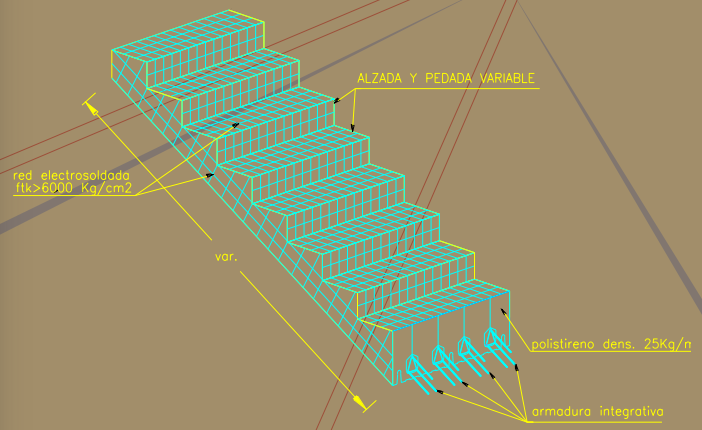


پانل پله
Stairs Panel



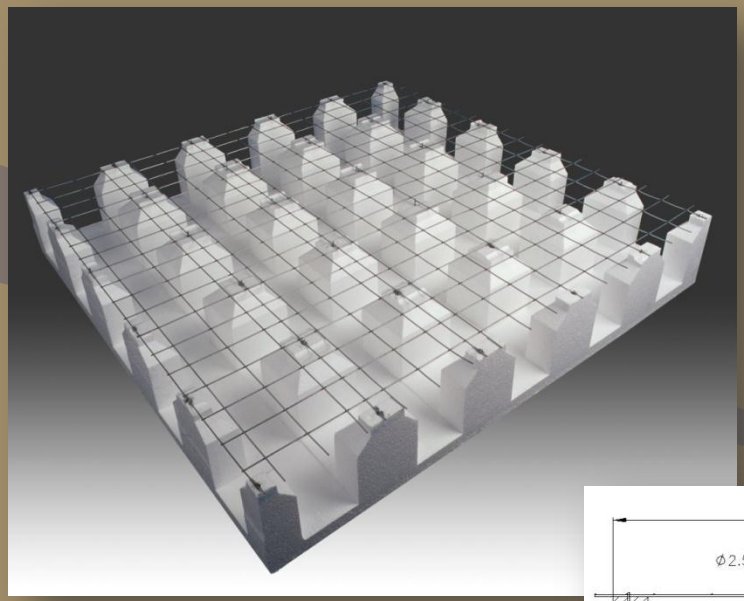
قالب بندی حجم پله
حذف ۶۰٪ بتن و میلگرد مصرفی
تیرهای بتنی شیبدار جایگزین دال
بی نیاز از تیرآهن شمشیری
مسلح نمودن ملات نصب سنگ و نازک کاری
تولید مطابق نقشه معماری با ابعاد کف، پیشانی،
شیب و تعداد پله متغیر

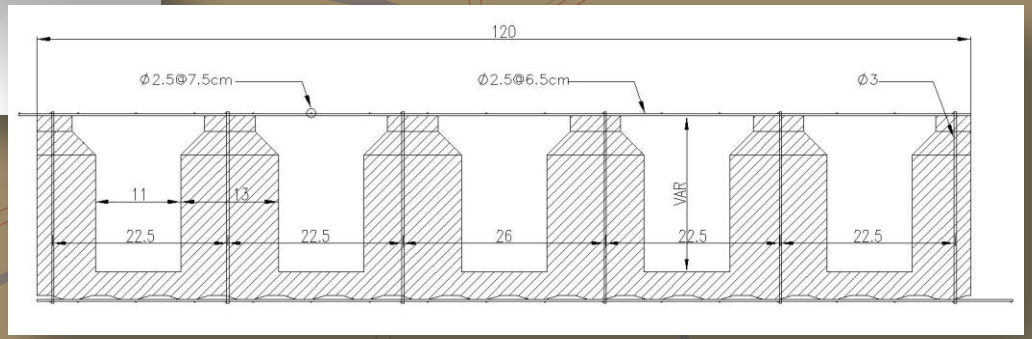




پانل مجوف
Waffle Panel

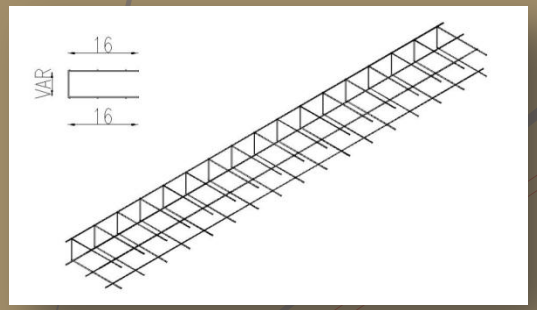
دال دوطرفه لانه زنبوری
کاربرد در پاگرد پله پانلی



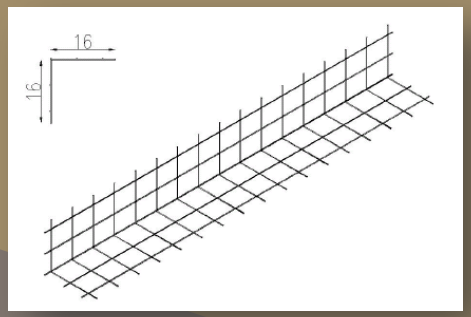


انواع شبکه ها و وسایل اتصال:

شبکه اتصال یو شکل

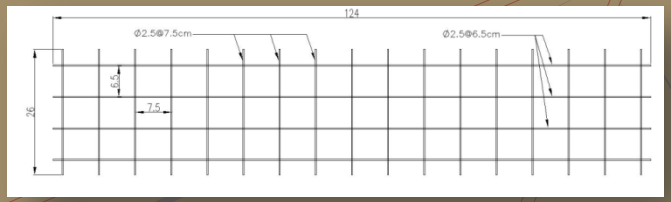


شبکه اتصال گونیا



محل اتصال دو صفحه متعامد و محل اتصال دیوار به سقف

شبکه اتصال تخت



جهت تقویت در اطراف بازشوها به صورت ۴۵
درجه و ترمیم بریدگی مش در محل تأسیسات

آیین نامه های طراحی، ساخت و اجرای پانل های سه بعدی:

❖دستورالعمل طراحی، ساخت و اجرای سیستم های پانل پیش ساخته سبک سه بعدی_ نشریه ۳۸۵ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری

❖ (C.A.B.O) Council of American Building Officials
آیین نامه انجمن ساختمان آمریکا

❖ (H.U.D.) U.S. Department of Housing and Development
منابع توسعه شهری ومسکن آمریکا

❖(B.O.C.A.) U.S. Board of Code Enforcement Administration
آیین نامه مدیران و دست اندرکاران ساختمان

❖استاندارد های ASTM A82 & A185

جدول ۶ مقادیر ضریب رفتار ساختمان، R، همراه با حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان H_m

سیستم سازه	سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی	R	H_m (متر)
الف- سیستم دیوارهای باربر	۱-دیوارهای برشی بتن مسلح ویژه	۷	۵۰
	۲-دیوارهای برشی بتن مسلح متوسط	۶	۵۰
	۳-دیوارهای برشی بتن مسلح معمولی	۵	۳۰
	۴- دیوارهای برشی با مصالح بنّایی مسلح	۴	۱۵
ب- سیستم قاب ساختمانی ساده	۱-دیوارهای برشی بتن مسلح ویژه	۸	۵۰
	۲-دیوارهای برشی بتن مسلح متوسط	۷	۵۰
	۳- دیوارهای برشی بتن مسلح معمولی	۵	۳۰
	۴- دیوارهای برشی با مصالح بنّایی مسلح	۴	۱۵
	۵-مهاربندی برون محور فولادی [۵]	۷	۵۰
	۶- مهاربندی هم محور فولادی [۱]	۶	۵۰
پ- سیستم قاب خمشی	۱-قاب خمشی بتن مسلح ویژه[۲]	۱۰	۱۵۰
	۲-قاب خمشی بتن مسلح متوسط [۲]	۷	۵۰
	۳-قاب خمشی بتن مسلح معمولی [۲] و [۳]	۴	-
	۴-قاب خمشی فولادی ویژه[۱]	۱۰	۱۵۰
	۵- قاب خمشی فولادی متوسط [۵]	۷	۵۰
	۶- قاب خمشی فولادی معمولی [۳] و [۴]	۵	-
ت- سیستم دوگانه یا ترکیبی	۱-قاب خمشی ویژه (فولادی یا بتنی)+ دیوارهای برشی بتن مسلح ویژه	۱۱	۲۰۰
	۲-قاب خمشی بتنی متوسط+دیوارهای برشی‌بتن‌مسلح متوسط	۸	۷۰
	۳-قاب خمشی فولادی متوسط+دیوارهای برشی‌بتن‌مسلح متوسط	۸	۷۰
	۴-قاب خمشی فولادی ویژه+مهاربندی برون محور فولادی	۱۰	۱۵۰
	۵-قاب خمشی فولادی ویژه+مهاربندی هم محور فولادی	۹	۱۵۰
	۶-قاب خمشی فولادی متوسط+مهاربندی برون محور فولادی	۷	۷۰
	۷-قاب خمشی فولادی متوسط+مهاربندی هم محور فولادی	۷	۷۰

یادداشتها

[۱] برای تعریف ضوابط مربوط به ساختمانهای فولادی به پیوست (۲) مراجعه شود.

آیین نامه های موجود در زمینه 3Dpanels

جمهوری اسلامی ایران
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری

دستورالعمل طراحی، ساخت و اجرای سیستم‌های پانل پیش‌ساخته سبک سه بعدی

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی، تدوین معیارها
و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله
http://tec.mporg.ir

نشریه شماره ۳۸۵

فصل هفتم
روش‌های تحلیل

۷-۱- کلیات

ضوابط این فصل برای سیستم‌های کامل پانلی به‌کار می‌رود. موارد ارایه شده در بندهای ۷-۵ و ۷-۶ برای سیستم‌های مختلط پانلی نیز کاربرد دارد.

۷-۲- بارگذاری

تمامی بارهای وارد بر سازه باید براساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان با عنوان «بارهای وارد بر ساختمان» تعیین شوند.

۷-۳- ضریب رفتار

ضریب رفتار این ساختمان‌ها بر اساس "سیستم دیوارهای باربر" تعیین می‌شود و در هر حال حداکثر این ضریب رفتار برابر با متوسط ضرایب رفتار مربوط به " دیوارهای برشی بتن آرمه معمولی" و "دیوارهای برشی با مصالح بنایی مسلح" اختیار می‌شود.

۷-۴- حداکثر ارتفاع مجاز

سازه‌های کامل پانلی بر اساس تجربیات اجرا شده می‌توانند تا ۴ طبقه با ارتفاع حداکثر ۱۵ متر از تراز پایه ساخته شوند.

۷-۵- اصول تحلیل

اصول تحلیل سیستم‌های کامل پانلی و اجزای پانلی سیستم‌های مختلط پانلی و روش‌های مدل‌سازی آن‌ها مطابق ضوابط بند ۳-۱۰ آیین‌نامه بتن ایران می‌باشد.

۷-۵-۱- مدلسازی تحلیلی دیوارهای پانلی می‌تواند مبتنی بر روش اجزای محدود و با استفاده از المان‌های ایزوپارامتریک غشایی انجام شود. برای دیوارهای پانلی دارای بازشو لازم است شبکه‌بندی المان‌های دیوار پانلی به‌نحوی باشد که بتواند رفتار واقعی دیوار پانلی با بازشو را از نظر نیروهای داخلی و تغییر شکل‌های نسبی تامین نماید.

- به دلیل گستردگی شبکه فولادی در تمامی اعضای سیستم در تمامی سطوح، احتمال ایجاد آوار و ریزش های ناشی از جدایش مصالح در بار گذاری های لرزه ای به حداقل ممکن کاهش می یابد به گونه ای که در حالات حدی نهایی باربری، اجزای گسیخته شدهدر محل خود باقی میمانند.

- خواص مکانیکی اجزای پانل و عملکرد جعبه ای ساختار سازه ای آن ، باعث ایجاد سازه ای با شکل پذیری کمتر نسبت به سازه های معمول می شود.

- ضریب رفتار این سازه ها در حدود ضریب رفتار سازه های با سیستم دیوارهای برشی بتن آرمه به دست آید.
- مقاومت مشخصه بتن پاشیده مورد نظر تامین گردد . در هر حال مقاومت مشخصه بتن پاشیده ، مربوط به آزمونه های استوانه ای استاندارد، نباید کمتر از ۱۸ مگاپاسکال اختیار شود.
- کار آیی بتن پاشیده باید دارای اسلامپ ۴۰ تا ۸۵ میلیمتر باشد.

حدود متداول نسبت آب به سیمان مخلوط بتن پاشیده ۳۵ /. تا ۵ / ۰ و نسبت متداول سنگدانه به سیمان ۳/۵ تا ۴/۵ می باشد.

- برای یافتن محل هایی که بتن پاشیده به سطح پانل نچسبیده است و یا برای تعیین حفرات موجود، اپراتور با چکش ضرباتی به بتن وارد می آورد. در صورتی که صدای بم و خفه به گوش رسد به معنای پوکی و وجود حفره و فاصله بین لایه های بتن پاشیده و یا بتن پاشیده و سطح هسته عایق میباشد.

- ابعاد چشمه (فاصله بین دو تار یا دو پود متوالی) شبکه جوش شده در محدوده ۴۰ تا ۱۰۰ میلیمتر می باشد ، که چشمه به ابعاد ۵۰ یا ۸۰ میلیمتر توصیه می شود. ابعاد شبکه بر حسب طول ناخالص تعیین میشود.

- سازه های کامل پانلی بر اساس تجربیات اجرا شده می توانند تا ۴ طبقه با ارتفاع حداکثر ۱۵ متر از تراز پایه ساخته شوند.

- پلان ساختمان باید دارای شکل متقارن یا تقریباً متقارن نسبت به محورهای اصلی بنا باشد.

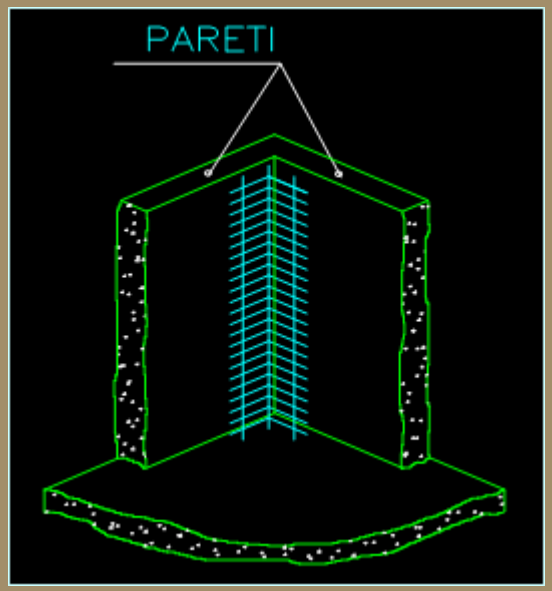
- در مسیر انتقال نیروی جانبی از سازه پانلی به زمین، انقطاعی وجود نداشته باشد. به عبارت دیگر دیوارهای باربر باید به صورت ممتد تا روی پی امتداد داشته باشند.

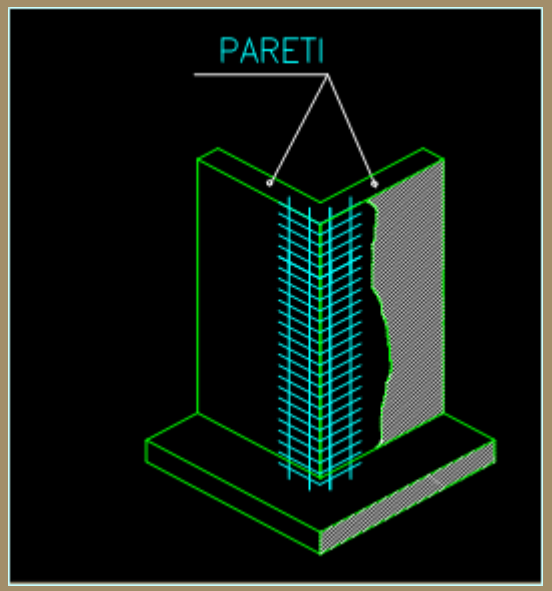
- در محل اتصال پانل های دیواری با شالوده باید ۵۰ میلیمتر از هسته عایق برداشته شود.

- در وسط دهانه تیرها باید خیز منفی به مقدار ۱/۲۰۰ طول دهانه رعایت شود
- اجرای سقف تیرچه بلوک باید قبل از اتمام بتن پاشی دیوارها صورت گیرد.

- استفاده از بتن سبک در ساخت پانل های باربر مجاز نمی باشد.

شبکه مش برای اتصال زاویه دار





سیستم های پانل سه بعدی با رویکردی میانه در مقایسه با سیستم های درجا و پیش ساخته می توانند مزایای روش های سیستم های پیش ساخته را در برداشته و از طرفی دیگر از برخی مشکلات آن ها رهایی یابند.

مهمترین نکته سازه ای در سیستم های پانل های سه بعدی، تکمیل نیازمندی های اتصالات بعد از نصب پانل ها در محل و قبل از بتن پاشی آن ها می باشد که این موضوع موجبات ایجاد ساختاری یکپارچه با اتصالات همگون و مطمئن را فراهم می آورد.

در واقع در سیستم پانلی پس از استقرار پانل های حمل شده به محل اجرا و نصب تمامی ملزومات اتصالا ت در کلیه زوایا، فرآیند بتن پاشی انجام گرفته و در نهایت ساختار صلب با قابلیت باربری سه بعدی و عملکرد جعبه ای برای تحمل تمامی بارهای ثقلی و جانبی فراهم می آید.

این موضوع مزایای مختلفی از جمله کاهش مساحت مورد نیاز شالوده، جلوگیری از ایجاد نیروهای بلندشدگی در پای سازه، عدم ایجاد ممان پیچشی مضاعف، افزایش مفاصل پلاستیک در سازه تا حصول ناپایداری را موجب می شود که این موارد به دلیل یکپارچگی و درجات آزادی فزاینده سیستم می باشد.

به دلیل گستردگی شبکه فولادی در تمامی اعضای سیستم در تمامی سطوح، احتمال ایجاد آوار و ریزش های ناشی از جدایش مصالح در بار گذاری های لرزه ای به حداقل ممکن کاهش می یابد به گونه ای که در حالات حدی نهایی باربری، اجزای گسیخته شده در محل خود باقی می مانند.

مزایای ساختمان های ساندویچ پانل در سه بخش معماری ، سازه و اقتصاد

- ✓انعطاف پذیری برای ایجاد اشکال مختلف در بازشو ها فضاهای داخلی ساختمان
- ✓ایجاد فضای مفید بیشتر
- ✓مقاومت در مقابل حرارت ، برودت و صوت
- ✓کاهش جرم ساختمان
- ✓کیفیت بهتر اجرای اتصالات اعضای سازه ای
- ✓بازپخش بیشتر نیرو بدلیل پیوستگی بین کلیه دیوار های ساختمان وسقف
- ✓مقاومت مناسب در برابر آتش سوزی
- ✓سبکی و سهولت نصب پنل ها و کاهش زمان اجرای پروژه و نیروی انسانی مور نیاز
- ✓کاهش مصالح مصرفی در پروژه
- ✓امکان اجرای پروژه های انبوه سازی با این سیستم بدلیل مکانیزه بودن ساخت پنل ها
- ✓امکان ساخت سریع ساختمان های یک طبقه و امکان اسکان آسیب دیدگان ناشی از بلایای طبیعی با سرعت زیاد

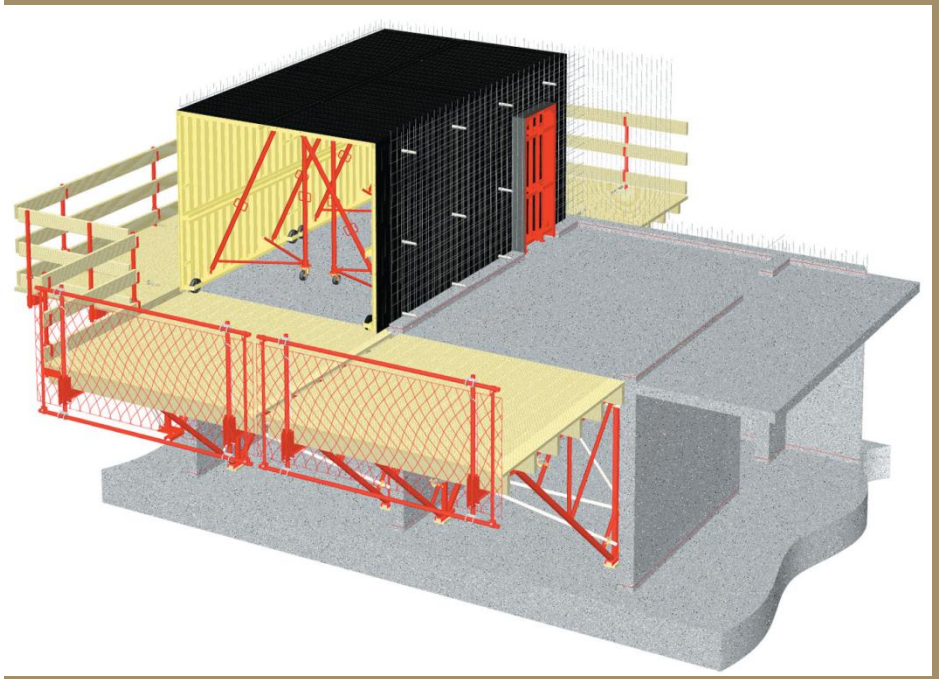
نقاط ضعف سیستم

- ترد بودن فولاد های پیش کشیده
- سختی کنترل ضخامت بتن پاشیده شده
- عدم امکان ساخت بتن با مقاومت بالا
- امکان ایجاد خوردگی در فولاد های شبکه پنل بدلیل نداشتن پوشش مناسب فولاد ها
- عدم امکان دسترسی برای تعمیر و یا اصلاح مسیر تأسیساتی
- مشکل در رواداری های پنل دیواری بهنگام نصب و شاقول کردن
- عملکرد ضعیف در مناطق با اختلاف دمای روزانه زیاد

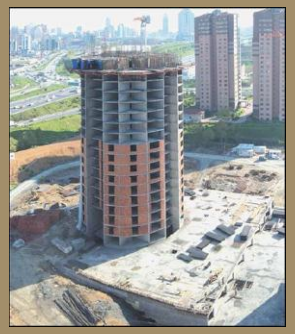
سیستم قالب تونلی (قاب‌های بتنی پیوسته) TFS

Reinforced Concrete Continuous Frame or Tunnel Formwork Systems

سیستم موسوم به تونلی، یکی از روش‌های مورد استفاده برای اجرای ساختمان‌های با سیستم دیوار باربر و سقف بتنی است. نام تونلی به دلیل شکل قالب‌های فلزی هم زمان دیوارها و سقف‌هاست. در سیستم تونلی، دیوارها و سقف‌های بتن مسلح به صورت هم زمان آرماتوربندی، قالب‌بندی و بتن‌ریزی می‌شوند. این روش ضمن بالا بردن سرعت و کیفیت اجرا، عملکرد سازه‌ای و رفتار لرزه‌ای مجموعه سازه را به لحاظ یکپارچگی اعضاء و اتصالات آن‌ها به نحو چشمگیری بهبود می‌بخشد.

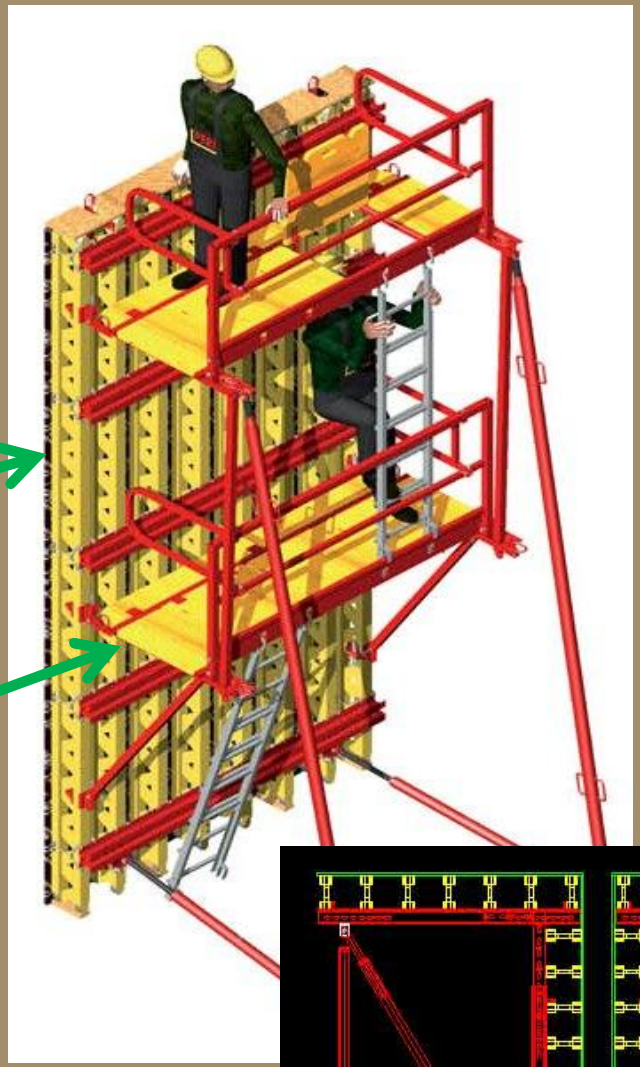


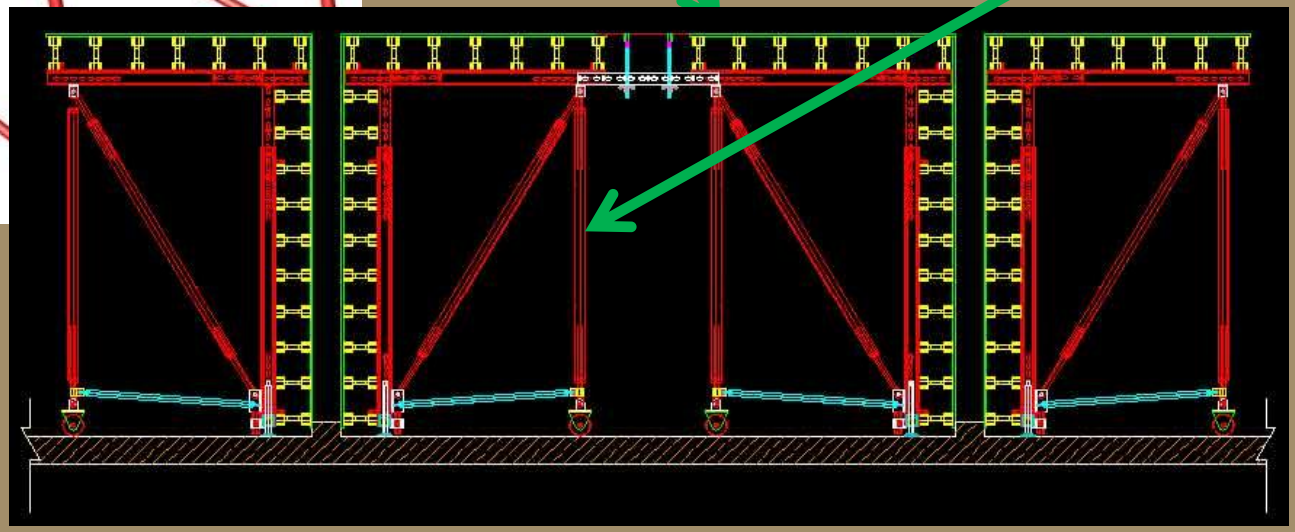
قالب‌های مورد استفاده، به اندازه تقریبی ابعاد فضاها هستند. برای قالب‌بندی یا قالب‌برداری، نیاز به خرد کردن قالب‌ها و تبدیل آن‌ها به ابعاد کوچک نیست و با همان ابعاد اولیه و به صورت یکپارچه از فضا خارج می‌شوند. خروج قالب‌های تونلی، پس از بتن‌ریزی دیوار و سقف و گیرش آن، با فاصله دادن قالب‌ها از جدارهای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



اجزا سیستم

پنل سقف ، پنل دیوار ، پیچ ها و اتصالات ، چرخها ، سکوی کار ، قطعه اتصال برای انتقال قالب





سیستم باربر ثقلی و جانبی:

عناصر باربر اصلی , دیوارهای باربر و دال های نسبتا نازک (در مقایسه با ساختمان های بتن مسلح متعارف) هستند.

بارهای ثقلی و جانبی توسط سیستم دیوار ودال بصورت یکنواخت به پی منتقل می شود.

برای جلوگیری از تمرکز تنش های موضعی ونیز حداقل رساندن اثر پیچش , توصیه می شود پیوستگی دیوارهای برشی سازه ای در سرتاسر ارتفاع ساختمان حفظ شود.

رفتار لرزه ای سیستم تونلی:

قالب بندی یکپارچه وبتن ریزی همزمان دیوارها ودال های سقف , عملکرد لرزه ای سیستم های تونلی را بهبود می بخشدو باعث پیوستگی افقی وعمودی اجزای سازه به یکدیگر میشود.

ساختمانهای دارای سیستم تونلی مقاومت لرزه ای بسیار خوبی از خود نشان میدهند

مزایای اقتصادی :

۱. سرعت ساخت
۲. کاهش هزینه ساخت
۳. بازگشت سریعتر سرمایه
۴. افزایش طول عمر ساختمان
۵. کاهش اتلاف و پرت مصالح
۶. کاهش نیروی انسانی

مزایای فنی و اجرایی :

۱. امکان کنترل دقیقتر مصالح و اجرا
۲. قابلیت استفاده از مصالح پیش‌ساخته و نیمه پیش‌ساخته
۳. امکان طراحی و ساخت مدولار
۴. افزایش ایمنی و کاهش خطرات اجرایی در مقایسه با روشهای معمولی
۵. تبدیل بخشی از فرآیند ساخت به یک خط تولید ، مشابه کارخانه

ویژگی‌های سازه‌ای :

۱. یکپارچگی سیستم و رفتار مناسب لرزه‌ای بدلیل عملکرد جعبه‌ای
۲. تغییر ماهیت تمرکز تنش از حالت متمرکز به صورت گسترده
۳. عملکرد مطلوب سقف به عنوان دیاگرام صلب
۴. افزایش درجه نامعینی و تأخیر بیشتر در تشکیل لولاهای خمیری
۵. تقارن سازه‌ای و منظم بودن ساختمان در مقطع و پلان

معایب :

۱. محدودیت در طراحی فضاهای داخلی معماری و تغییرات احتمالی آینده
۲. سرمایه‌گذاری ابتدائی بالا
۳. نیاز به استفاده از ماشین‌آلات سنگین و ابزارآلات مخصوص
۴. هزینهٔ بالای تأمین انتظارات در خصوص عایق حرارتی و صوتی
۵. عدم تأمین پارکینگ مورد نیاز در همکف
۶. بیشتر شدن وزن سازه

مجموعه فناوری‌های نیک سیستم

- پروژه نیک سیستم برای ساخت انواع مختلف مسکن مورد نیاز کشور و براساس مقررات ملی ساختمان طراحی شده است.
- نیک سیستم، یک سیستم پیش‌ساخته و مدولار است که علاوه بر افزایش قابل توجه سرعت ساخت، سهولت اجرا و صرفه‌جویی‌های اقتصادی، رضایتمندی و تامین آسایش ساکنین این خانه‌ها نیز در آن در نظر گرفته شده است.
- این سیستم برای اسکان دائم طراحی شده و مطابق با استانداردهای ملی کشور از جمله آیین‌نامه زلزله ۲۸۰۰ می‌باشد.

مجموعه فناوری‌های نیک سیستم

- عمر ساختمانهای ساخته شده با این سیستم ۶۰ سال اعلام شده است که حداقل زمان قابل استفاده آنها است.
- اکثر قطعات به‌صورت کارخانه‌ای تولید می‌شود که امکان کنترل کیفیت کارخانه‌ای بیشتر از کارگاهی است و باعث افزایش دوام این ساختمان‌ها می‌شود.
- این امکان وجود دارد که قطعات پیش‌ساخته بعد از مدتی تعویض شود بنابراین علاوه بر کاهش هزینه‌های ساخت، هزینه‌های نگهداری این ساختمان‌ها نیز نسبت به روش‌های موجود، کاهش می‌یابد.
- درحالی که با توجه به مطالعات انجام شده، عمر مفید این ساختمان‌ها می‌تواند تا ۱۲۰ سال نیز افزایش یابد حتی اگر حداقل عمر مفید این ساختمان‌ها ۶۰ سال در نظر گرفته شود نسبت به وضعیت موجود حداقل ۳۰ سال دارای عمر بیشتری است.

مجموعه فناوری‌های نیک سیستم

- این سیستم برای ساختمانهای یک تا سه طبقه طراحی و اجرا و تا ۵ طبقه طراحی شده است و طراحی آن برای بیش از ۵طبقه نیز در دست انجام می‌باشد.
- ایده کار بر اساس استفاده از مصالح موجود در کشور مانند پروفیل و قوطی بنا شده است.
- طراحی این سیستم بر پایه معماری مدولار و محاسبه در برابر زلزله برای مناطق مختلف کشور، نیروی باد حداکثر و امکان هماهنگی با انواع شرایط اقلیمی شکل گرفته است و انرژی و مصالح مصرفی در آن بهینه گردیده است.

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

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.

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.

نتیجه گیری :
مقایسه سیستمهای فناوریهای نوین

سیستم	محدودیت ارتفاع	سازه	معماری	اجرا	صرفه جویی در مصرف انرژی	مقاومت در برابر حریق
قاب فولادی سبک LSF	دارد	سبک و کم حجم	انعطاف پذیری بالا در طرح معماری	ساخت کارخانه‌ای بالا و اجرای سریع	عایق حرارتی	آسیب پذیر (لزوم محافظت سازه)
قالبهای عایق ماندگار ICF	ندارد	با ضخامت زیاد	انعطاف پذیری در طراحی معماری	سرعت ساخت بالا	عایق حرارتی	آسیب پذیر (لزوم محافظت بلوکهای EPS)
پانل سه بعدی 3DPanel	دارد	با سختی زیاد و پیوستگی بالا	انعطاف پذیری در طراحی معماری	سرعت ساخت بالا	عایق حرارتی	مقاوم در برابر حریق
قالب تونلی	ندارد	یکپارچه و دارای رفتار مناسب لرزه‌ای	محدودیت معماری و طراحی مدولار	سرعت ساخت بالا	نیاز به عایق‌بندی	مقاوم در برابر حریق

با تشکر از توجه شما