

باسمہ تعالیٰ

سیستم ساختمان سازی ICF
Insulating Concrete Forms

فهرست

- معرفی سیستم
- قالب ها
- ویژگی های سیستم
- مزایای ICF نسبت به سازه های سنتی
- انواع قالب ها
- روش اجرایی
- طراحی و محاسبات ICF
- ویژگی معماری ICF
- مزایای سیستم
- معایب سیستم
- کاربرد سیستم
- انتقال حرارت
- عوامل مربوط به زمان
- عوامل مربوط به قابلیت های اجرایی
- ارزیابی اقتصادی
- برآورد هزینه ICF
- مقایسه ICF با قالب های تونلی
- نمونه های اجرا شده در ایران
- منابع

معرفی سیستم



یکی از جدیدترین سیستم های ساختمانی که در سال های اخیر گسترش چشمگیری یافته است استفاده از ترکیب بتن مسلح به عنوان جزء باربر و پانل های پلی استایرن (ESP) به عنوان قالب بتن و عایق حرارتی است که با نام سیستم قالب های عایق ماندگار (ICF) شناخته می شود.

این سیستم در دهه ۱۹۶۰-۱۹۵۰ در اروپا و در کشور آلمان ابداع شد سپس بصورت چشمگیری در سراسر دنیا گسترش یافت بطوری که در حال حاضر بیش از ۸ درصد ساختمان های با ارتفاع کم و متوسط در آمریکا و کانادا با این تکنولوژی ساخته می شود.

این سیستم در سراسر دنیا با روش های مختلفی طراحی و تولید میشود که همگی شامل دو لایه فوم عایق (به طور معمول از جنس EPS) است که با فواصل متفاوت به موازات هم قرار می گیرند و پس از بتن ریزی به قسمتی از دیوار تبدیل میشوند. این دو لایه توسط عناصر مسلح کننده که در بین این دو لایه نصب می شوند به یک دیگر متصل می شوند. قطعات اتصال دهنده پلاستیکی یا تسمه هایی از ورق گالوانیزه هستند.

در صورت لزوم برش لبه های لایه های فوم به گونه ای انجام می شود که هنگام نصب، لایه ها در هم قفل شوند. اجزای اصلی این سیستم شامل پانل های سقفی و دیواری هستند.

پانل های سقفی وظیفه تحمل بارهای کف و انتقال آن به دیوارهای باربر را به عهده دارند. پانل های دیواری به دو صورت باربر و یا غیرباربر استفاده می شوند. کلیه قطعات این سیستم به صورت مدولار در کارخانه تهیه و پس از حمل در محل کارگاه به یکدیگر متصل می شوند.



قالب ها



در این سیستم قالب ها به صورت ماژول های پیش ساخته می باشد که در دو طرف دیوار قرار گرفته به وسیله اتصالاتی به یکدیگر وصل میشوند.

این قاب ها متشکل از دولایه پلی استایرن، یکی به ضخامت ۵ سانتی متر در طرف داخلی و ضخامت متغیر از ۵ سانتی متر به بالا در لایه بیرونی می باشند که ضخامت لایه اخیر بستگی به میزان عایق حرارتی خواسته شده قابل افزایش است.

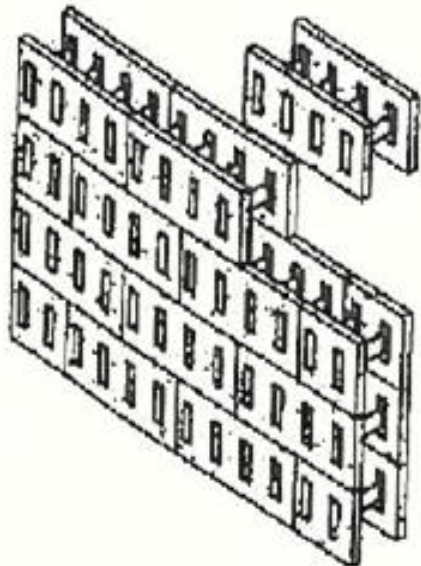
پوشش پلی استایرن

ویژگی های سیستم

- مطابقت با مقررات ملی ساختمان
- امکان ترکیب با سایر سیستم ها
- امکان اجرای سریع
- سهولت اجرای نازک کاری
- امکان اجرا در فصول مختلف سال
- انعطاف پذیری در ابعاد و اندازه
- سهولت جابه جایی و انبار کردن
- قابلیت اجرا در طبقات متعدد
- عدم نیاز به مواد جدا سازنده
- عدم نیاز به قالب بندی برای اجرای بتن
- قابلیت اجرا در مناطق آسیب دیده
- توانایی تحویل سفت کاری حداقل ۷۵ تا ۱۰۰ مترمربع بنا ظرف یک هفته کاری توسط یک گروه پنج نفره کاری
- پیش ساخته بودن قالب ها مطابق استانداردهای لازم
- نصب سریع درها، پنجره ها، سیم کشی و لوله کشی
- صرفه جویی اقتصادی در زمان و بهره وری بیشتر
- نصب آسان بدون احتیاج به ماشین های سنگین
- مقاومت خوب در برابر زلزله
- عدم محدودیت طراحی ساختمان برای معماران
- یکپارچه سازی ساختمان
- ذخیره انرژی و جلوگیری از نفوذ سرما و گرما
- اتصال سریع قطعات

انواع قالب ها

الف- قالب بلوکی



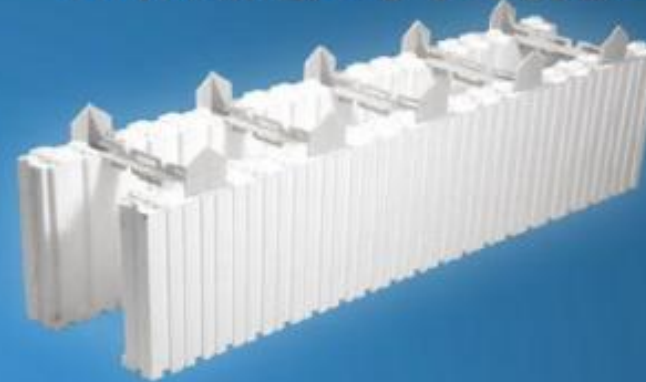
این روش یکی از ساده ترین و پرکاربرد ترین روشهای اجرای سازه ICF می باشد. در این روش قالبها بصورت پانلهای مستطیلی در کارخانه تولید و به کارگاه حمل می شوند. برای اتصال لایه های پلی استایرن طرفین به یکدیگر از رابط های پلی پروپیلین و شبکه میلگرد طولی استفاده می شود. پس از استقرار قالبها قسمت میانی آن برابر نقشه های محاسباتی میلگرد گذاری و بتن ریزی می شوند.

به دلیل ابعاد کوچک قطعات قالب، حمل و نقل و نصب آن ساده تر از روشهای دیگر صورت می گیرد. در این روش دو طرف قالب از یکدیگر جدا شده و در نتیجه هزینه حمل در مسافتهای طولانی تر بصره تر از دیگر روشها می باشد. بلوکها ابعاد کوچکتری نسبت به انواع دیگر دارند و معمولا در ابعاد ۳۰*۱۲۰ سانتی متر تولید می شوند.

بلوک نعل درگاه $25 \times 30 \times 100 \text{ cm}$



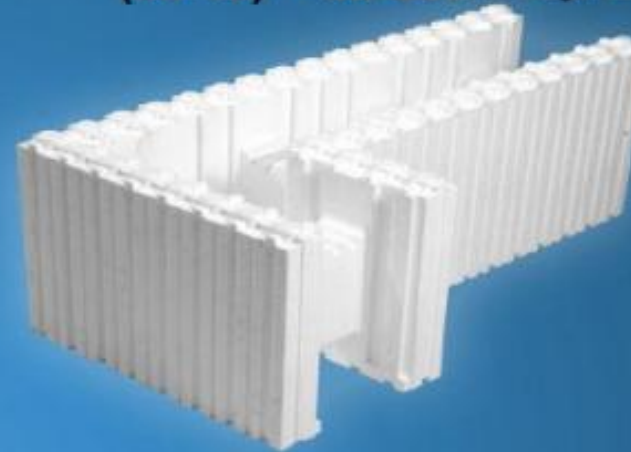
بلوک دیواری یا عرض متغیر $30 \times 100 \text{ cm}$



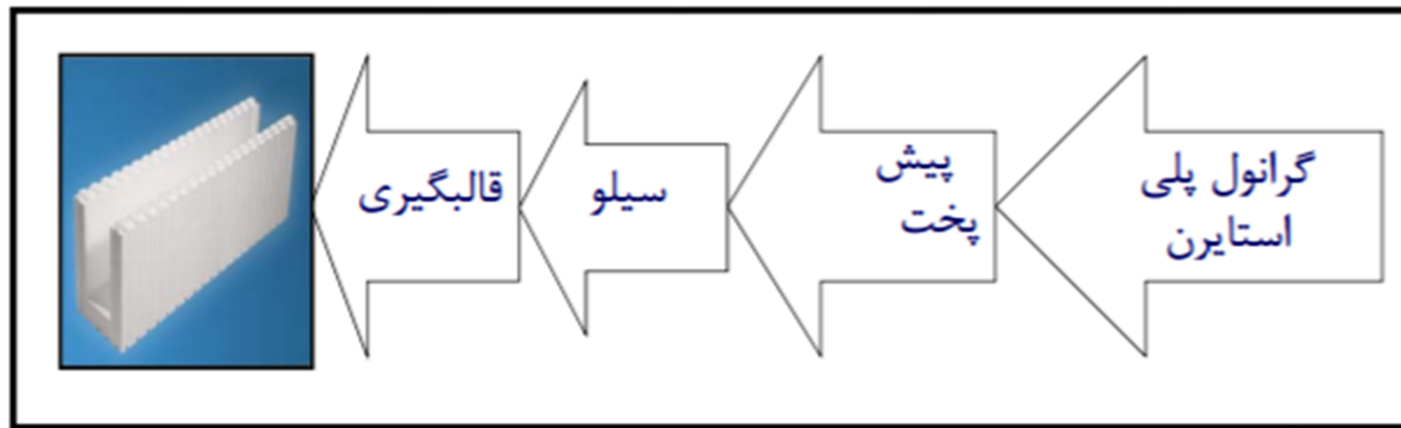
بلوک دیواری $100 \times 30 \times 25 \text{ cm}$



بلوک گوشه $30 \times 25 \text{ cm} \times (80 \times 40)$



نمودار کلی گردش مواد در تولید بلوک ها



ویدیوی چینش بلوک ها



ب- قالب تخته ای (نواری)

این قالب ها دارای ابعاد بزرگتر تا حدود $۳۰ * ۲۴۰$ سانتی متر هستند که معمولا به شکل دوتخته جدا گانه با ضخامت ۵ سانتی متر به محل ساختمان منتقل و سپس بوسیله اتصالات پلاستیکی بهم متصل می شوند



ج- قالب پانلی



در این سیستم قالب بزرگ بوده و بین آن از بتن پر شده و دارای سطحی صاف است. این قالب ها هم برای بتن سازه ای و هم غیرسازه ای کاربرد دارند و برای نگهداری آن نیاز به بست های نگهدارنده است.

عرض قالب ها به طور معمول ۱۲۰ سانتی متر و ارتفاع آنها مطابق ارتفاع طبقه است. ضخامت مقطع بتن مسلح براساس محاسبات سازه می تواند از ۱۰ تا ۴۵ سانتی متر در نظر گرفته شود.

- ضخامت لایه پلی در طرف داخل حداقل ۵ سانتی متر بوده و ضخامت این لایه در طرف بیرون متغیر و بین ۵ تا ۱۵ سانتی متر است.

- این دولایه بوسیله پیچ های دوسر رزوه به قطر ۵ میلیمتر در فواصل ۲۰ سانتی متری به یکدیگر متصل می شوند.

- فاصله بین دوپانل با تغییر طول پیچ ها تا ۳۰ سانتی متر قابل افزایش است.

ابعاد پانل ها بسیار متنوع است و
معمولا تا ابعاد ۱۲۰*۳۶۰ سانتی متر
تولید می شوند

روش اجرایی ICF

۱- آماده سازی فونداسیون:

فونداسیون سیستم های ICF عمدتاً از نوع فونداسیون نواری یا گسترده مشابه سازه های بتن مسلح معمولی بوده که میبایست شامل میلگردهای انتظار نیز باشد. زیرسازی رج اول قالب های ICF مجاور فونداسیون باید با دقت کافی تراز شود تا قالب ها به نحو صحیح و به راحتی به یکدیگر متصل شوند.





جایگذاری میلگردهای انتظار



فونداسیون آماده جهت اجرای انواع قالبهای ماندگار

۲- دیوار باربر

چینش بلوک ها روی فونداسیون:

اجرای انواع قالبها کمی با هم تفاوت دارند
اما در روش بلوک چینی به همراه میلگرد
گذاری افقی انجام می شود.

بلوک ها را روی فونداسیون طوری قرار می دهند که
برآمدگی نری آنها رو به بالا باشند و میلگردهای
انتظار نیز از داخل بلوک ها رد شود. نری و مادگی
های سر و ته بلوک ها را نیز داخل هم قرار داده و
گوشه ها را نیز به همین روش قرار میدهند. تنظیم
طول بلوک ها نیز توسط اره دستی امکان پذیر
است.



آرماتوربندی درون بلوک ها

پس از چینش هر ردیف، یک یا دو ردیف میلگرد افقی نیز براساس نقشه سازه روی رابط های میانی بلوک ها قرارداده شده وبا استفاده از قالب مفتول، آرماتورها به هم متصل میکنند.



استقرار پشت بندها



پس از استقرار بلوک ها باید پشت بندهای لازم با فواصل منظم برای تامین ایستایی دیوار در زمان بتن ریزی را اجرا نمود. همزمان با اجرای پشت بند ها، سکوهایی برای سهولت بتن ریزی نصب شود. ایستایی این سکوها توسط سازه پشت بند تامین می شود.

بتن ریزی

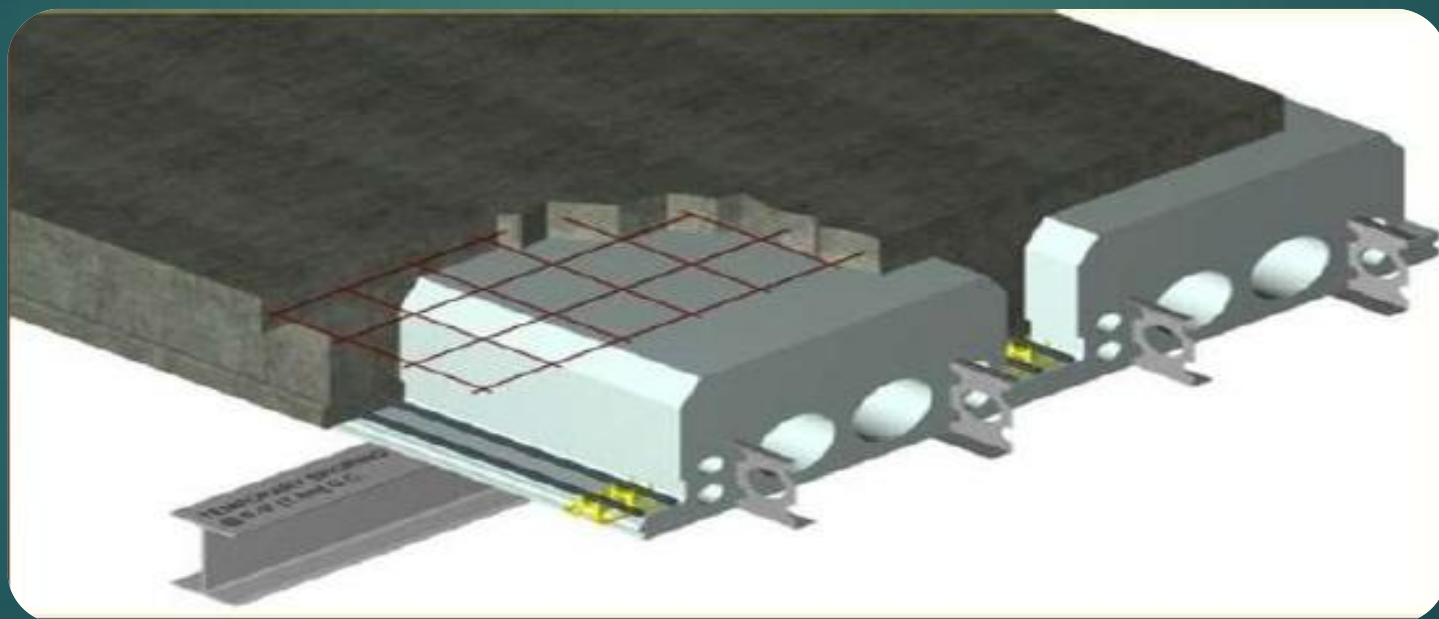
پس از آن، انتهای قطعه دیواری در روی ناودانی قرار گرفته و پس از تراز کردن و قراردادن میلگردهای افقی و میلگردهای انتظار طبقات بالاتر، دیوار بتن ریزی می شود. میلگردهای دو سر رزوه شده هر ۲۰ سانتی متر بین دو جداره قالب اجرا می شوند تا فشار بتن ریزی را تحمل کنند. بتن ترتیب یک دیوار تا ارتفاع ۴ متر می تواند در یک مرحله بتن ریزی شود.

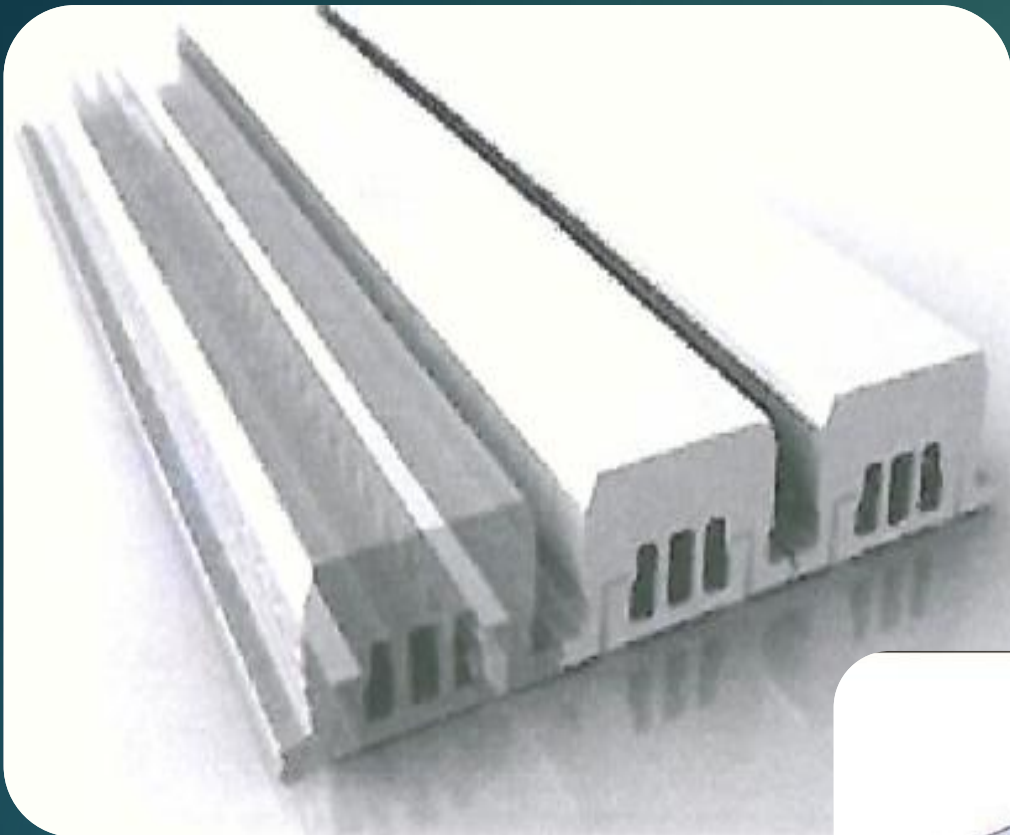


۳- اجرای سقف:

پس از آماده شدن دیوارهای باربر، قطعات سقف در دهانه بین دو دیوار قرار می گیرند سپس زیر سقف در فواصل حدود ۲ متر شمع بندی می شود از قرار گرفتن هر دو قطعه در کنار هم فضای شکل گیری تیرچه های فرعی ایجاد می شود.

میلگردهای تیرچه بر اساس محاسبات سازه ای در این محل قرار می گیرند در محل تلاقی دیوار و سقف نیز میلگردهای لازم بر اساس محاسبات و حداقل های آیین نامه اجرا می شوند

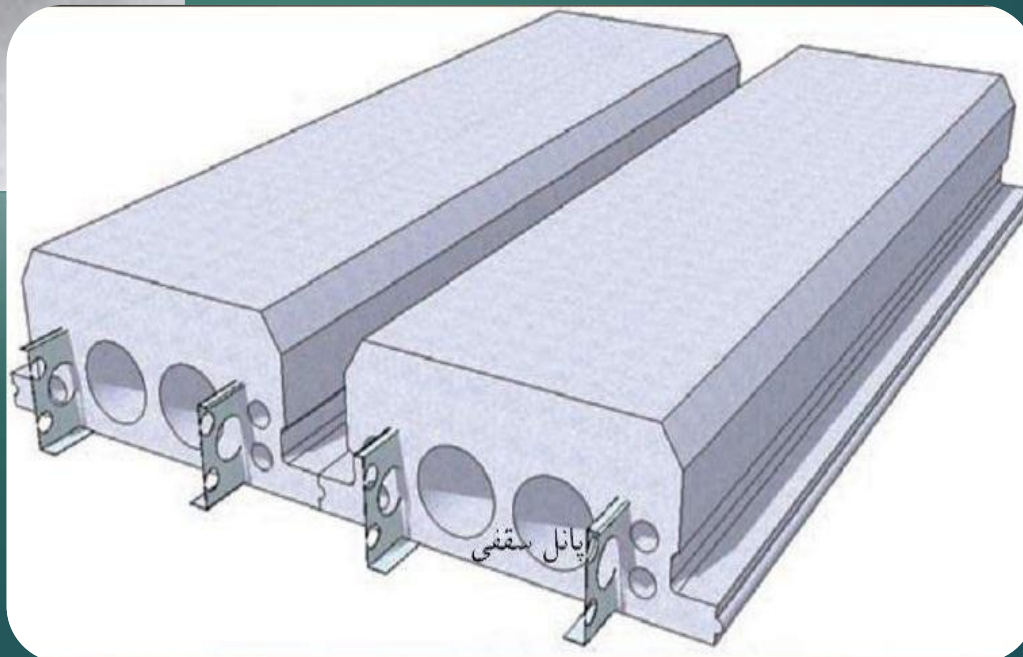




این پانل ها به عرض ۶۰ سانتی متر ضخامت ۱۶ تا ۳۲ سانتیمتر و طول دلخواه تولید میشود.

این پروفیل ها تحمل بار لازم در هنگام نصب را تامین می کند و در مرحله نازک کاری می تواند تکیه گاه پانل های گچی باشد.

لبه های پایینی مقطع به صورت زبانه با پانل مجاور در هم چفت می شوند و در بالا فضای لازم برای میلگرد گذاری به صورت متداول فراهم می شود .

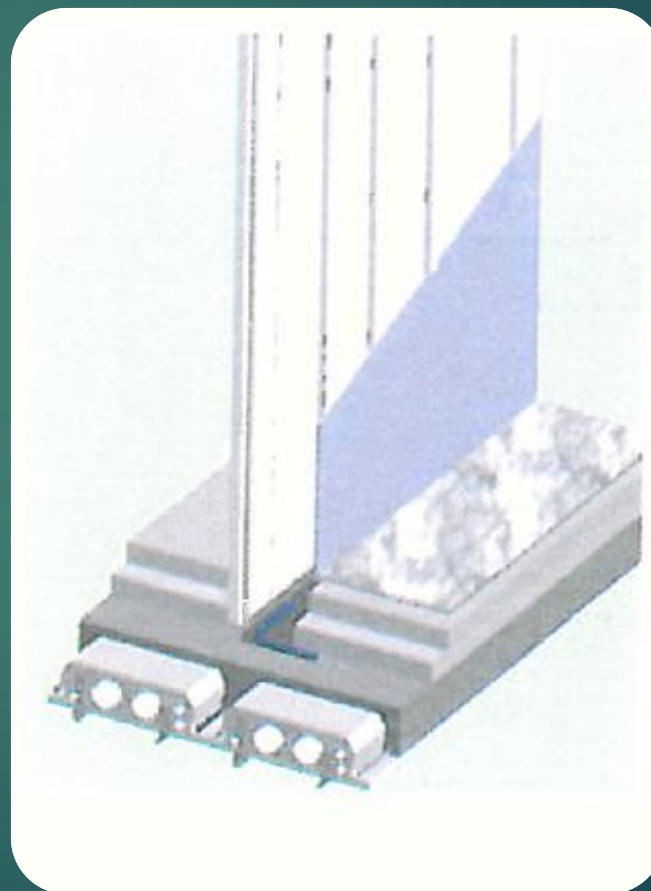
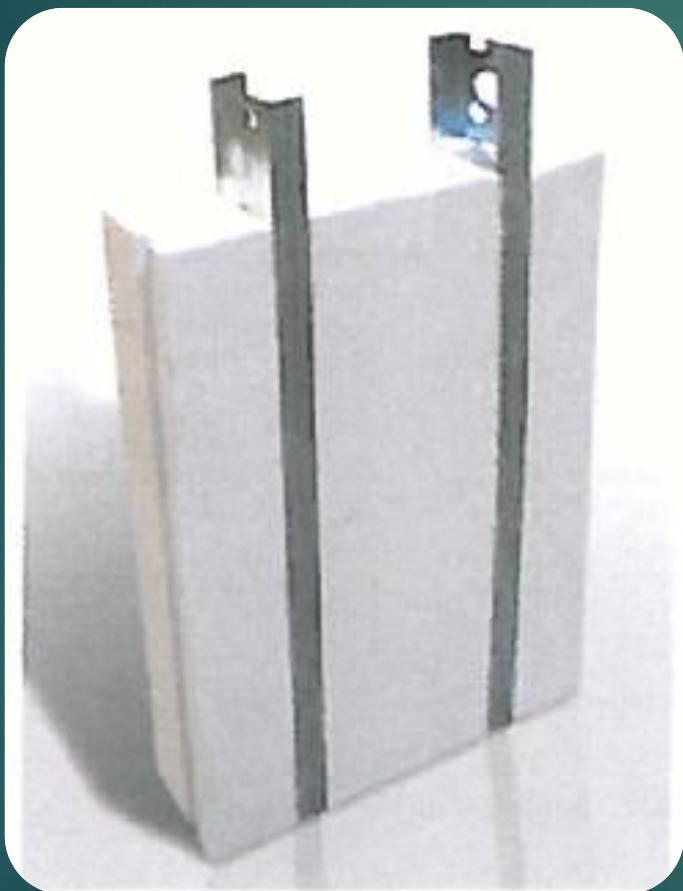




سپس شبکه میلگرد حرارتی به صورت جوش شده یا به روش متعارف، در محل خود قرار می گیرد و بتن سقف ریخته میشود. پوشش نهایی سقف از ورق گالوانیزه طرح دار اجرا می شود. این نوع ورق ها با استفاده از دستگاه های شکل دهنده ساخته میشوند.

۴- دیوار جدا کننده

پس از اتمام اجرای دیوارها و سقف، پروفیل های دیوارهای جداکننده به سقف و کف بنا پیچ می شوند و پس از آن دیوارها به سادگی به این پروفیل ها متصل می گردند.



کنج دیوار با هر زاویه ای قابل اجرا میباشد .



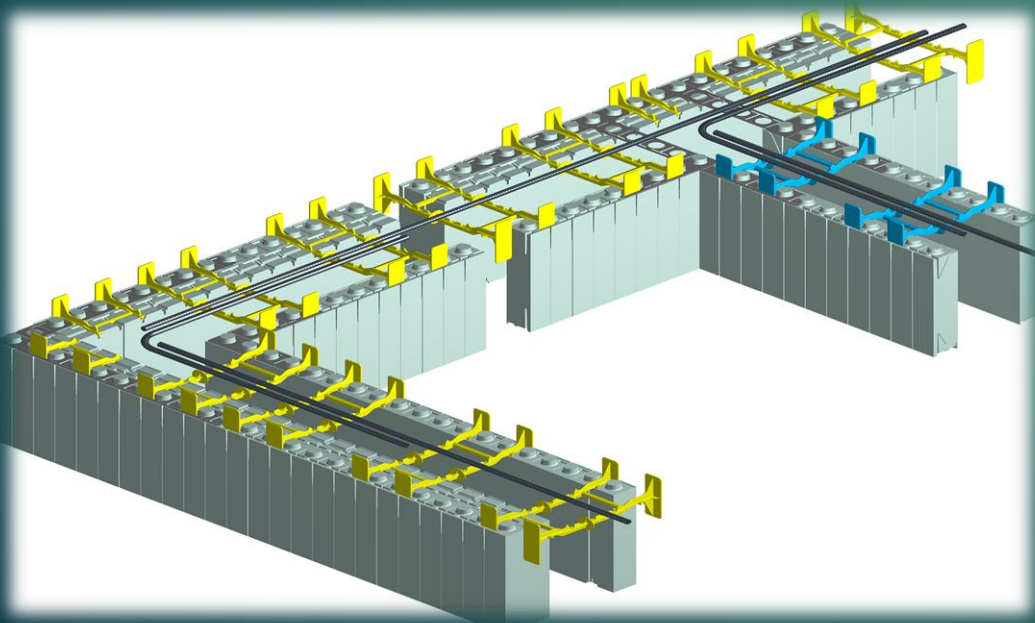
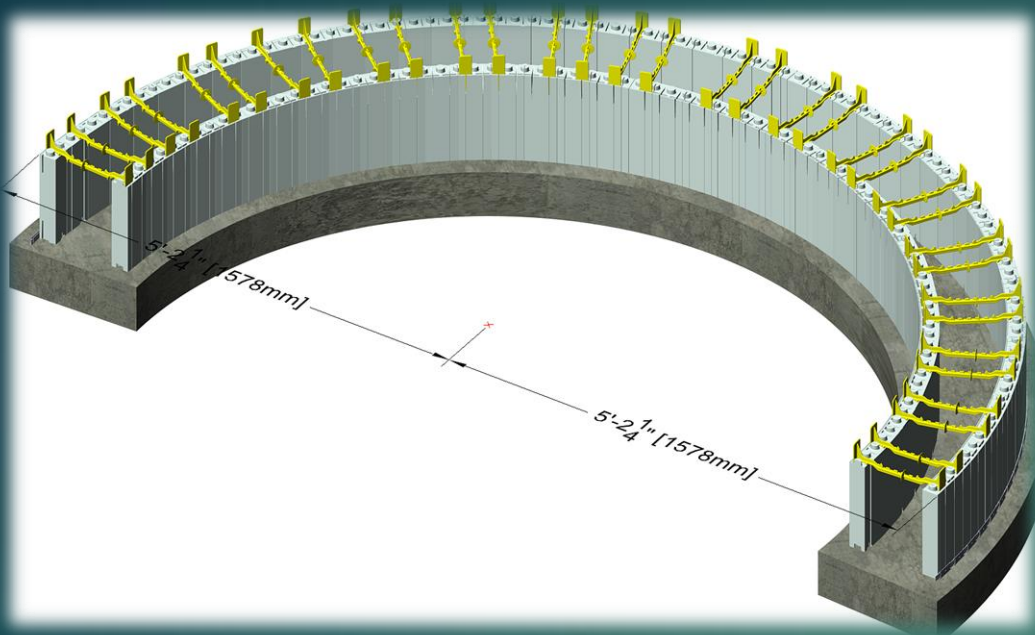
اجرای بازشوها

در این سیستم هم از قاب های پیش ساخته جهت باز شوها میتوان استفاده کرد و در حین اجرا میتوان قالب بندی نمود بدون نیاز به نعل درگاه.



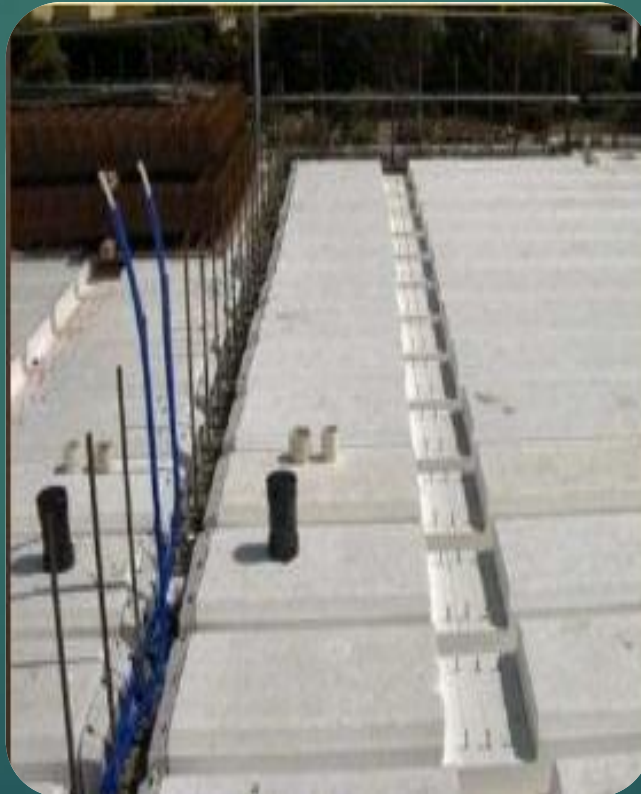
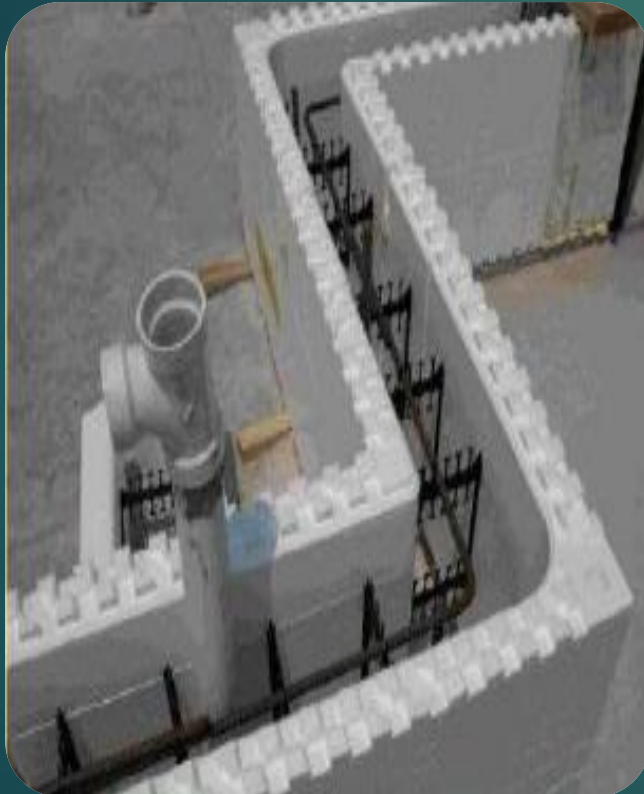
عدم محدودیت در پلان

در این سیستم انجام تمام پلان ها میسر است.



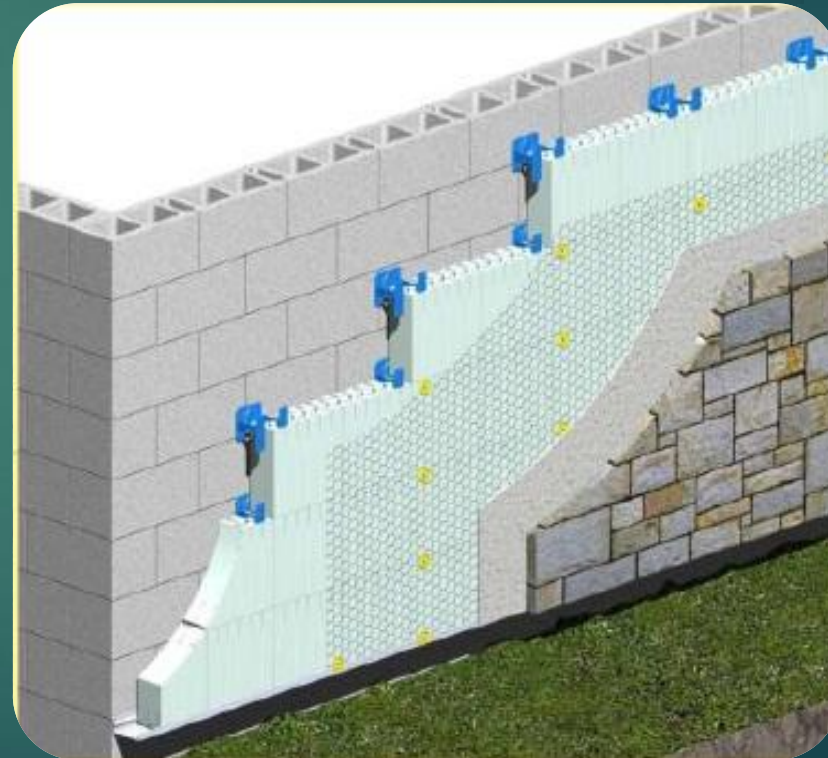
جانمایی تاسیسات

عبور لوله ها و مجرای تاسیسات به سهولت از درون المان های دیوار و پارتیشن ها انجام می گیرد و مسیر های مربوطه توسط طراحان تاسیساتی بدون محدودیت خاصی قابل پیش بینی و اجرا می باشد .



نازک کاری

برای محافظت فوم های پلی استایرن از تابش ، باید سطح آنها با لایه ای از اندود پوشانده شود. جهت اندود خارجی از اندود ماسه آهکی یا اندود بر پایه چسب و جهت اندود داخلی علاوه بر اندودهای خارجی میتوان از گچ نیز در روش زیر استفاده کرد.



ویدیوی اجرای ICF



طراحی و محاسبات ICF



- طراحی و محاسبات قالب های عایق ماندگار (ICF) براساس طراحی دیوارهای باربر برشی محاسبات دیوار، طول، ارتفاع، زاویه ها، بازشوها، میلگردهای آجدار طولی و عرضی، رعایت قوانین مربوط به قالب بندی و اجرا طبق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان انجام می گیرد.

- مبحث ششم، اجرای این سیستم را تا ۷۱ متر ارتفاع مجاز می شمارد. در صورت استفاده از رابط های پلاستیکی، حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان به دو طبقه محدود می شود.

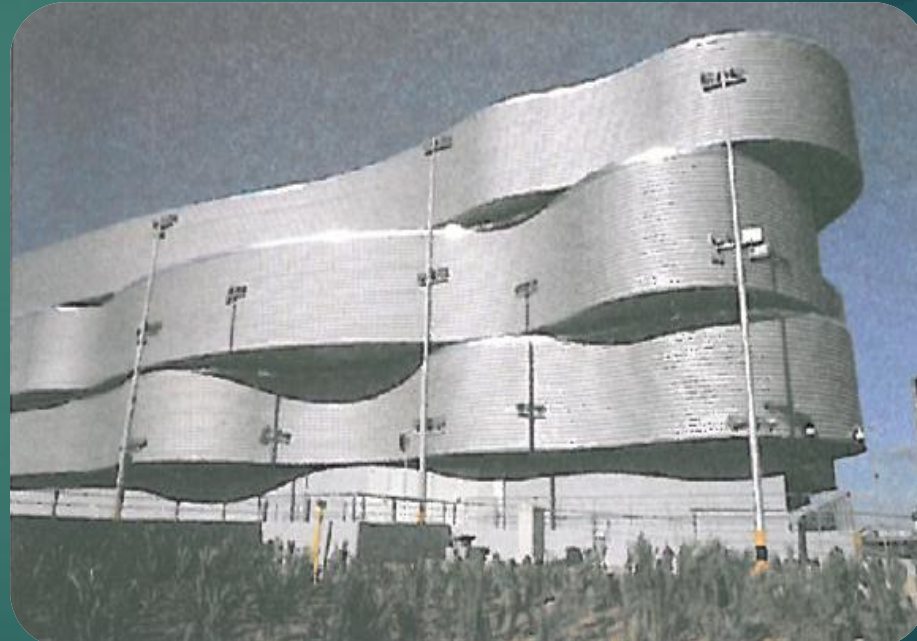
- ضخامت دیوارهای بتنی باربر نباید از ۱۵ سانتی متر کمتر باشد.

ویژگی معماری این سیستم

به دلیل قابلیت برش و تغییر فرم قالبها انواع طرح های پیچیده معماری با این سیستم قابل اجراست. با این روش دستیابی به فرم های دلخواه به سادگی قابل انجام است. عدم محدودیت در معماری و طراحی از مزایای مهم این سیستم است.



ایجاد فرم های متنوع در نما



اجرای سیستم با فرم های متنوع

مزایای سیستم ICF

- مقاومت بالا در برابر نیروهای جانبی مانند زلزله و باد
- صرفه جویی در مصرف انرژی (عایق حرارت، برودت و صوت)
- حداقل نیاز به نیروی انسانی متخصص
- سرعت اجرا
- سهولت اجرا
- انعطاف پذیری نسبی در قالب طرح های معماری
- امکان اجرا در اکثر شرایط آب و هوایی (خصوصا مناطق دارای رطوبت نسبی بالا)
- سهولت اجرای تاسیسات برقی و مکانیکی
- مراحل نصب در محل کارگاه بدون ماشین آلات سنگین
- مزیت های زیست محیطی و فقدان مضرات اکولوژیکی

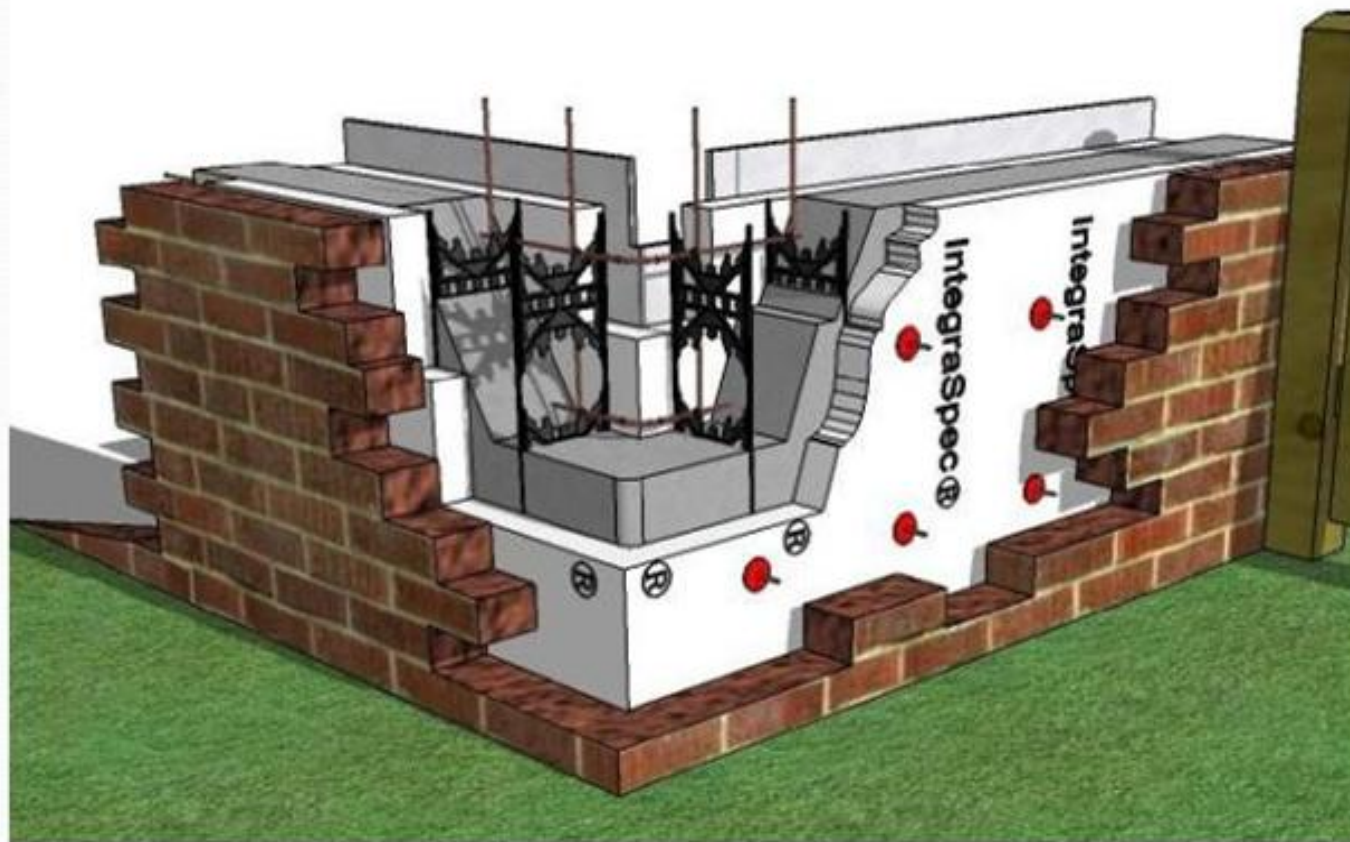
معایب سیستم ICF

- عدم تولید مواد اولیه اصلی مورد نیاز تولید بلوک ها (پلی استایرن کندسوز) در داخل کشور
- عدم امکان استفاده مجدد از مصالح
- در صورت استفاده از رابط های پلاستیکی ، حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان به دو طبقه محدود میشود
- صعوبت جابجایی در و پنجره پس از اتمام ساخت زیرا چنین تغییراتی نیازمند برش بتن است

معایبی که توسط پیمانکارن داخلی مطرح شده است:

- کیفیت پایین ICF تولید شده در ایران که به جزء دو شرکت، ما بقی تعریفی ندارند
- نوسان شدید قیمت خرید که به صورت هفتگی تغییر می کند
- نبود نیروی کار ماهر
- فضای زیادی که نسل سوم ICF برای انبار کردن نیاز دارد

مزیت عمده این سیستم افزایش سرعت اجرا و مشکل عمده آن افزایش ضخامت دیوارها می باشد.



کاربرد سازه بتن مسلح با قالب عایق ماندگار



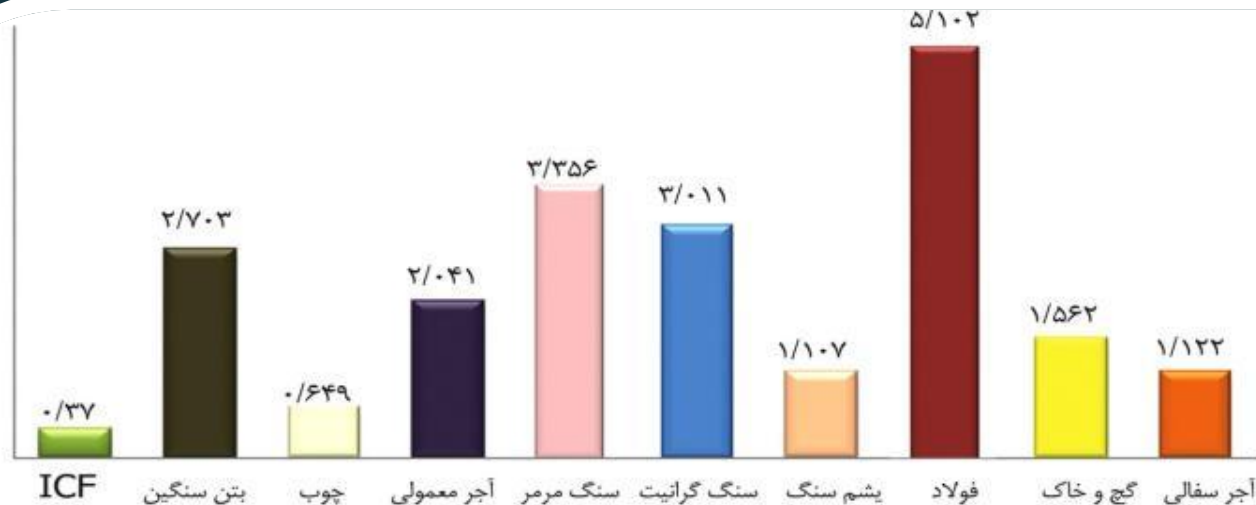
- کلیه ساختمان های یک تا دو طبقه
- مجموعه های اسکان موقت
- واحدهای مسکونی با طبقات محدود و سقف شیبدار
- مراکز بهداشت، درمانگاه، بیمارستان
- مجموعه های فرهنگی، ورزشی، تفریحی
- ساختمان های کارگاهی و صنعتی
- ساختمان های مخابراتی
- ساختمان های خوابگاهی
- ساختمان های آزمایشگاهی
- غذاخوری ها، سلف سرویس ها و رستوران ها
- فضاهای آموزشی با تعداد کلاس و طبقات محدود

انتقال حرارت

عملکرد حرارتی این سیستم بسیار خوب است.

این عملکرد خوب، علاوه بر این که به علت وجود لایه های پلی استایرن است، مدیون وجود بتن در لایه میانی می باشد.

کیلو کالری بر ساعت . متر مربع . سانتی گراد

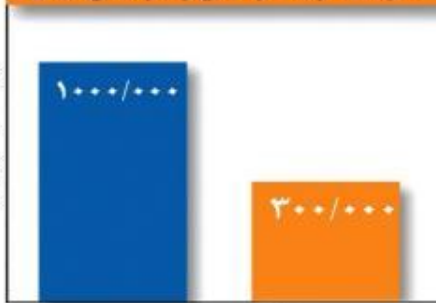


به عبارتی دیگر اگر بخواهیم ضریب انتقال حرارت در مصالح مختلف دیگر را به عدد 0.37 که همان ضریب انتقال حرارت در سیستم ICF (با ضخامت 27 سانتی متر) میباشد برسانیم می بایستی ضخامت مصالح را به شرح جدول ذیل تغییر دهیم. به عنوان مثال بتن با ضخامت 370 سانتی متر دارای ضریب انتقال حرارت معادل 0.37 میباشد.

ردیف	شرح کالا	ضخامت (سانتی متر)	ضریب انتقال حرارت (کیلو کالری بر ساعت . متر مربع . سانتی گراد)
۱	پلی استایرن و بتن	۲۷ cm / فوم پلی استایرن ۱۵ cm	۰/۳۷
۲	بتن سنگین	۳۷۰	۰/۳۷
۳	چوب	۵۰	۰/۳۷
۴	آجر معمولی	۲۲۳	۰/۳۷
۵	سنگ مرمر	۶۱۵	۰/۳۷
۶	سنگ گرانیت	۴۶۸	۰/۳۷
۷	یشم سنگ	۹۵	۰/۳۷
۸	فولاد	۱۱۱۰۰	۰/۳۷
۹	گچ و خاک	۱۴۸	۰/۳۷
۱۰	آجر سفالی	۹۵	۰/۳۷

متوسط هزینه گرمایش و سرمایش - ریال

هزینه ها به ازای هر ماه



سیستم سنتی خانه با سیستم ICF

عوامل مربوط به زمان



در مقایسه با سیستمهای سازه ای مورد استفاده در پروژههای تکسازي، مزیت رقابتي این محصول، سرعت اجرای قالب بندی آن با در نظر گرفتن جنبه اقتصادی آن است. ولی در انبوه سازی و مجتمع سازی های بزرگ، این سیستم در رقابت با سیستم قالب تونلی، سرعت پایینتری دارد. اما باید در نظر داشت که مزیت اصلی آن بر سیستم تونلی، عایق بودن آن در برابر حرارت و برودت و صوت است.

در زمان اجرای دیوار با استفاده از این سیستم، میتوان گفت که همزمان با این اقدام، عایقکاری حرارتی دیوار نیز انجام میشود و در ضمن، اجرای نازک کاری داخلی و نمای خارجی نیز با سهولت و سرعت بیشتری امکان پذیر است.

در اجرای سیستم ICF نیاز به ابزار و ماشین آلات خاص یا غیر قابل دسترس وجود ندارد و به دلیل استفاده از قالبهای عایق، در این سیستم امکان بتن ریزی در شرایط دمایی متنوع و در اغلب فصول سال وجود دارد.

عوامل مربوط به قابلیت های اجرایی

- نیاز به ابزارهای ساده و محدود در این روش از نقاط قوت این سیستم ساختمانی است.
- در اجرای این محصول، میتوان با آموزش مختصری، نیروی انسانی لازم را آماده کار کرد .
- تعداد مراحل کاری در این روش بسیار کم بوده و کار نسبتا تکراری است و قطعات به کار گرفته شده برای قالببندی، به عنوان عایق حرارتی کاربرد دارند.
- استفاده از پلی استایرن منبسط شونده به عنوان پایه اصلی محصول قالب، امکان ایجاد برش در قالب و تغییر در ابعاد و شکل آن را فراهم میکند.
- بمنظور افزایش باربری دیوارها، میتوان ضخامت بتن داخل قالب را افزایش داد.
- شرایط نگهداری سیستم ساده است و نیاز به تمهیدات خاص ندارد.
- در صورتی که دیوار دچار تخریب موضعی شده باشد، اگر تخریب در بتن رخ داده باشد، با قالب بندی درجا و بتن ریزی در محل قابل اصلاح است. اگر تخریب در پلی استایرن باشد، میتوان قطعه پلی استایرن محل تخریب را جایگزین کرد.

ارزیابی اقتصادی:

- اگر بخواهیم این روش را از نظر اقتصادی مورد ارزیابی قرار دهیم، خواهیم دید هزینه اجرای این نوع ساختمان در حدود هزینه سازه های بتنی و حتی کمی کمتر از آن بوده اما در تعداد طبقات بالا، کاهش سطح مفید ساختمان بدلیل ضخامت بیشتر دیوارها (با احتساب بتن و قالب های پلی استایرن) نسبت به سازه های فلزی و بتنی و سایر روش های صنعتی قابل مشاهده است. اما می توان صرفه جویی بسیار زیاد در انرژی بدلیل کاربرد دو لایه پلی استایرن در دیوارها، همچنین مقاومت و سختی بالاتر این سازه در برابر زلزله، سرعت بالای اجرا و جلوگیری از پرت مصالح و هزینه مناسب اجرا را بعنوان نقاط قوت این نوع سازه به حساب آورد.

- سازه های اجراشده با قالب های عایق ماندگار، با توجه به نوع ساخت و قالب، ارزان تر از سازه های معمولی و سنتی است. در مرور زمان این سازه ها ماندگارتر و قویتر و مستحکم تر شده و نیاز به تعمیرات و نگهداری در آنها به نسبت سازه های دیگر هیچ است. بعد از گذشت زمان در سوخت و برق این سازه ها صرفه جویی زیادی شده که خود دلیلی بر ارزانتر بودن این سازه ها است.

- عدم نیاز به ماشین آلات و ابزار گران قیمت، از دیگر مواردی است که هزینه اجرای این سیستم را کاهش می دهد.

- به دلیل قابلیت ضربه پذیری قابل توجه آنها، در حمل و نقل معمولاً دچار آسیب جدی نمیشود و نیاز به هزینه کارگری بالا در حمل و نقل داخل کارگاهی هم ندارد.

- میزان نیروی انسانی مورد نیاز برای اجرای این سیستم نسبت به روشهای مشابه تولید دیوار بتنی کمتر و در نتیجه هزینه آن نسبتاً پایین تر است.

برآورد هزینه ICF

برآورد کلی یک بلوک به متر از تقریبی ۲۳۵۰ مترمربع	
ردیف	قیمت
بلوک دیواری	تومان ۷۵۲۷۰۰۰۰ = تومان ۹۶۵۰ × عدد ۷۸۰۰
بلوک دیواری ۹۰ درجه	تومان ۱۳۰۲۷۵۰ = تومان ۹۶۵۰ × عدد ۱۳۵
بلوک نعل درگاهی	تومان ۱۴۷۲۵۰۰ = تومان ۹۵۰۰ × عدد ۱۵۵
بتن مصرفی (با هزینه پمپ و اجرا)	تومان ۲۲۹۶۰۰۰۰ = تومان ۷۰۰۰۰ × متر مکعب ۳۲۸
میلگرد تقریبی مورد نیاز	تومان ۳۵۰۰۰۰۰۰ = کیلوگرم ۱۵ × مترمربع ۲۳۵۰
سقف	تومان ۹۴۰۰۰۰۰۰ = تومان ۴۰۰۰۰ × مترمربع ۲۳۵۰
فونداسیون	تومان ۳۸۰۰۰۰۰۰
حمل و نقل	تومان ۵۰۰۰۰۰۰
دستمزد ICF	تومان ۸۵۲۵۰۰۰۰
مجموع کل هزینه ها	تومان ۳۵۸۲۶۰۰۰۰
این مقادیر برای یک ساختمان با نقشه معماری مشخص و در کارهای دیگر متفاوت بوده ولی قیمت تمام شده هر مترمربع را میتوان گفت از ۱۲۰۰۰۰ تومان تا ۲۰۰۰۰۰ تومان منغیر است.	

مقایسه قالب عایق ماندگار با قالب تونلی



۱- هر دو سیستم ICF و قالب تونلی به دلیل یکپارچگی اتصالات دیوار و سقف، رفتار لرزه ای خوبی را از خود نشان می دهند اما در مقایسه با یکدیگر، سیستم قالب تونلی به دلیل استفاده از میلگرد کمتر، سبک تر بوده و در نتیجه رفتار لرزه ای بهتری دارد.

۲- در صورت رعایت نکات اجرایی، هر دو سیستم مقاومت خوبی در برابر آتش دارند اما اگر رطوبت بیش از حد مجاز باشد، سیستم ICF به دلیل داشتن دو لایه عایق پلی استایرن وعدم امکان تبخیر رطوبت اضافی، شرایط مخاطره آمیزتری نسبت به سیستم قالب تونلی دارد.

۳- دو لایه پلی استایرن موجود در ICF، سبب می شود که این سیستم عملکرد حرارتی و آکوستیکی بهتری را نسبت به سیستم تونلی از خود نشان دهد.

۴- در سیستم تونلی به دلیل نصب سریع تر قالب ها نسبت به سیستم ICF، سرعت اجرایی بالاتری دارد و برای انبوه سازی مناسب تر است.

۵- در سیستم تونلی به دلیل استفاده کمتر از میلگرد و امکان کاربرد دوباره ی قالب ها، از منظر مصالح مورد استفاده هزینه کمتری نسبت به سیستم ICF دارد. اما در سیستم تونلی، ماشین آلات مورد استفاده گران قیمت تر هستند.



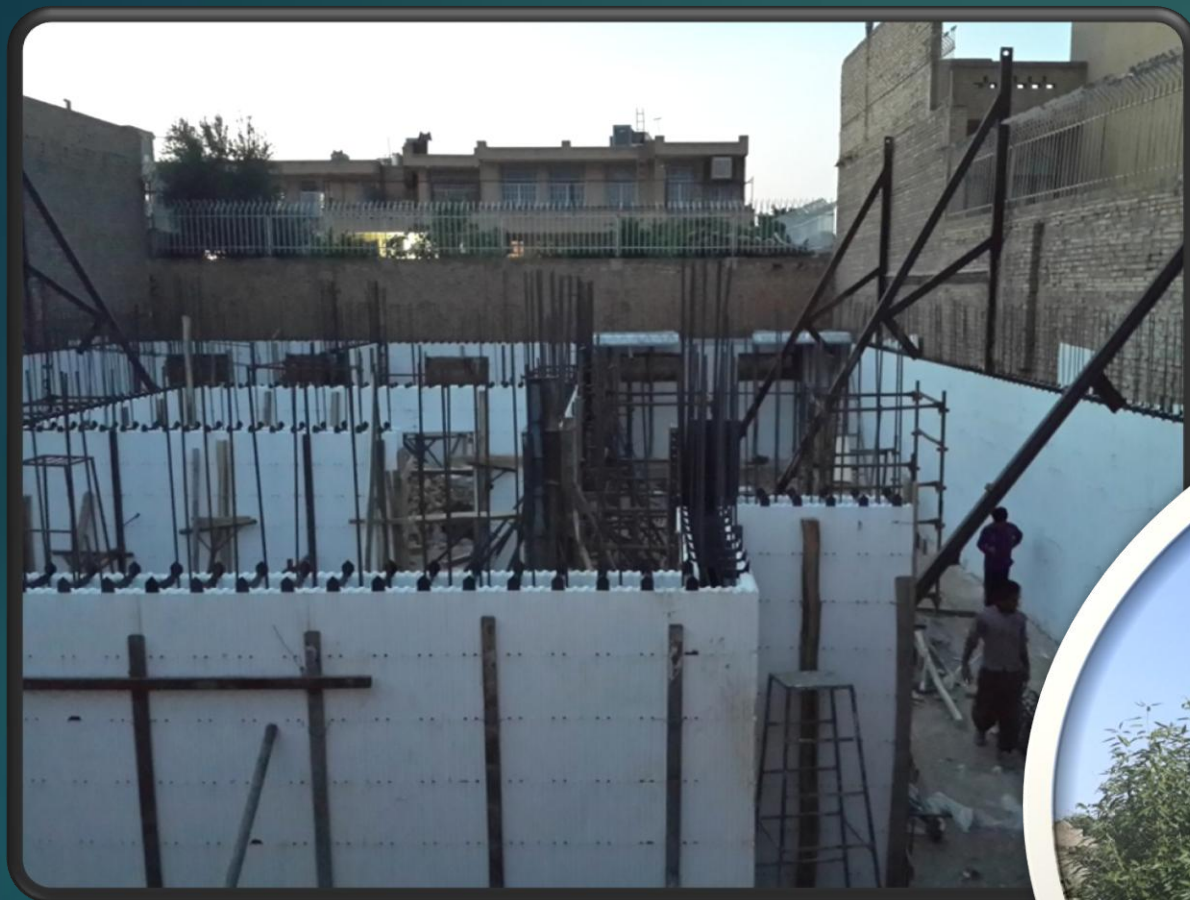
نمونه هایی از پروژه های اجرا شده در ایران



پروژه ۷۲ واحدی در ورامین

مدرسه راهنمایی نور الهدی/باقرشهر





مسکونی / مشہد



ویلا در مازندران

شرکت آسان سازان بتن میهن

WWW.MIHAN-CONCRETE.COM

WWW.BAROUWALL.COM

WWW.OMRANSANATCO.FA.NAMAYESHGAH.COM

WWW.PPT90.IR

ممنون از توجه شما