

بررسی سیستم‌های دیوار

مقدمه

امروزه با پیشرفت سریع تکنولوژی در صنعت ساختمان، سبک سازی و اجرای سریع دو اصل اساسی است که در تمامی دنیا توجه ویژه به آنها شده است و معماران و مهندسين و توليدکنندگان مصالح ساختمانی همه تلاش خود را بر آن داشته اند تا بتوانند محصولی تولید کنند و طرح و نقشه ای پیاده سازند تا وزن سازه به حداقل رسیده و با توجه به صنعتی سازی بیشترین سرعت در امر ساخت و ساز انجام گردد .

در چند دهه اخیر، تولیدکنندگان مصالح ساختمانی تلاش کرده اند تا محصولاتی در صنعت ساختمان عرضه کنند که ضمن کمک به اهداف عمومی، مشخصات فنی مناسبی از جهات بیان شده در ذیل را داشته باشند. دیوار خارجی و داخلی یکی از مهم ترین قسمت های هر ساختمان است و وظایف مهمی را برای تامین نیازهای ساکنان ایفا می کند. دیوار ها محیط داخل و خارج ساختمان را از یکدیگر جدا می کند و نقشی تعیین کننده در تامین امنیت، محافظت در برابر حریق و شرایط مناسب و آسایش ساکنان (از نظر حرارتی، صوتی و ...) را دارد.

بنابراین، حفظ شرایط مناسب در داخل ساختمان تا حدود زیادی به عملکرد، حفظ کارایی و دوام جداکننده ها بستگی دارد. به این ترتیب، در مورد الزامات و یا وظایف مهم دیوار ها، می توان کنترل جریان حرارت و هوا، کنترل جریان رطوبت و بخار آب، جلوگیری از نفوذ برف و باران، کنترل تابش خورشید، کنترل انتقال صدا، جلوگیری از انتقال آتش سوزی، تامین مقاومت های مکانیکی و باربری لازم، تامین دوام مناسب و تامین زیبایی ظاهری ساختمان از بیرون (نما) را برشمرد .

در کشور ما نیز در سال های اخیر توجه ویژه ای به این امر شده است بصورتی که عرصه رقابت در این زمینه بسیار نزدیک بوده و ساخت محصولی جدید با تأییدیه فنی ساختمان که بتواند نیاز روز این صنعت را برآورده سازد از اهمیت بالائی برخوردار است.

بررسی سیستم های دیوار

انواع سیستمهای دیوار در چهار بخش کلی ذیل مطالعه گردیده است:

الف - سیستم دیوارهای بلوکی با فناوری نوین:

این گونه دیوارها با بلوکهای پایه سیمانی یا گچی بوده و به دلیل نیاز به عملیات بنایی و سرعت کم اجرا در این پروژه که حجم قابل توجهی دیوار چینی نیاز است و همچنین نیاز به عملیات متعدد بعدی نظیر گچ و خاک و سفید کاری و پرداخت نهایی، پیشنهاد نمی گردند.

ب- سیستم دیوارهای سه بعدی موسوم به 3D Panel:

اینگونه دیوارها دارای مش فولادی و لایه‌ای از عایق پلی استایرن یا پلی اورتان بوده و نیازمند پوشش بتنی رویه می باشند. اینگونه دیوارها نیز به دلیل نیاز به عملیات بنایی و نازک کاری و نیز تحت کنترل نبودن فرایند اجرا پیشنهاد نمی گردند.

ج- سیستم دیوارهای خشک:

اینگونه دیوارها دارای اسکلت سبک گالوانیزه، عایق پشم سنگ یا پلی استایرن و صفحات پیش ساخته با پایه سیمانی (نظیر فایبر سمنت بورد) یا گچی (نظیر کناف) می باشند. اینگونه دیوارها دارای مزایای قابل توجه خصوصاً با توجه به شرایط این پروژه میباشند.

د- سیستم دیوارهای پانلی خود ایستا:

اینگونه دیوارها بصورت پانلهای پیش ساخته بدون نیاز به اسکلت بوده و در دو نوع کلی صفحات پیش ساخته سیمانی با لایه پرکننده بتنی (نظیر Qpanel) و یا سیستم یکپارچه توخالی با پایه گچی (نظیر ایزی وال) می باشند. اینگونه دیوارها نیز به دلیل مزایای قابل توجه گزینه مناسبی میباشند لیکن به دلیل عدم وجود تجربیات اجرایی زیاد در کشور ریسک کیفیت اجرا و همچنین به دلیل محدود بودن تولید کنندگان دارای ریسک تامین بموقع مصالح می باشند.

الف- معرفی سیستم دیوارهای بلوکی با فناوری نوین

الف-۱- بلوکهای سیمانی پرلیتی

اینگونه بلوکها در ابعاد و اندازه های متفاوت (نزدیک به ابعاد متعارف تیغه های سفالی) تولید میگردند. اینگونه بلوکها با مصالح معدنی یا مصنوعی پرلیتی بعنوان مصالح درشت دانه و بیس چسب سیمانی در کارخانه تولید گردیده و در دو نوع کلی توپر و توخالی موجود می باشند.

از مزایای مهم این بلوکها میتوان به خاصیت عایق حرارتی آن اشاره نمود که در برخی مناطق ایران ارضا کننده الزامات مبحث ۱۹ بدون نیاز به تمهیدات اضافه میباشد. لیکن با توجه به اقلیم مناطق جنوبی کشور و خصوصاً عسلویه برای تطابق با الزامات مبحث ۱۹ نیاز به تمهیدات اضافی (نظیر عایق حرارتی) و یا افزایش ضخامت دیوار وجود دارد که در حالت اول موجب افزایش هزینه ها و مراحل کار و در حالت دوم موجب افزایش هزینه و کاهش سطح مفید ساختمان میگردند.

ازمهمترین معایب این گزینه میتوان به تعدد مراحل بعدی (نازک کاری) ، جذب آب زیاد و نهایتاً سرعت کم اجرا اشاره نمود.

الف-۲- بلوکهای بتن هوادار اتوکلا و شده (بتن گازی) AAC

اینگونه بلوکها با استفاده از بتن سبک گازی تهیه میگردند. بتن سبک بتنی است که وزن آن در مقیاس حجمی از بتن معمولی کمتر (حدود ۵۵۰ کیلوگرم در مترمکعب) می باشد. همچنین استفاده از آن در ساخت و ساز موجب کاهش وزن بار مرده و بالا رفتن مقاومت حرارتی و صوتی سازه می گردد . اینگونه بلوکها در انواع ذیل تهیه میگردند:

- بتن دانه سبک (با استفاده از دانه های سبک معدنی ، یا دانه های حاصل از ضایعات کوره صنایع ، یا دانه های سبک مصنوعی)
- بتن بدون ریزدانه
- بتن همراه با مواد شیمیایی هوازا (با استفاده از بتن کفی، یا بتن گازی)

-ویژگی های بتن سبک گازی

۱. بتن هوادار اتوکلا و شده (بتن گازی) که به اختصار AAC نامیده می شود، یک نوع خاص بتن سبک متخلخل است که عمدتاً از مواد با پایه سیلیس، سیمان و آهک ساخته می شود.
۲. سبکی آن به دلیل بافت متخلخل ناشی از واکنش شیمیایی پودر آلومینیوم با مواد اولیه بتن است.
۳. عمل آوری، تحت فشار و حرارت (عمدتاً ۱۲ آتمسفر و ۱۹۰ درجه سانتیگراد) و در اتوکلاو انجام می پذیرد.
۴. این محصول شامل دو فرآیند اصلی ایجاد تخلخل در دوغاب (مخلوطی از سیمان ، آهک و پودر سیلیس) و عمل آوری بتن حاصل توسط اتوکلاو است.

۵. مواد چسباننده (عمدتاً سیمان و آهک) در فرآیند اتوکلاو با مصالح سیلیسی واکنش نشان داده و سیلیکات کلسیم هیدراته تولید می کند.
۶. ساختار متخلخل AAC علت واکنش آهک آزاد حاصل از ترکیبات (سیمان و آهک و پودر آلومینیوم) دارای خواص حرارتی مناسب (عایق حرارتی) و هم چنین نسبت مقاومت به جرم حجمی زیادتری نسبت به دیگر انواع بتن است.
۷. محصول به دست آمده بعد از اتوکلاو نیاز به عمل آوری دیگری ندارد و قطعات تولید شده می توانند بعد از سرد شدن مورد استفاده قرار گیرند.
۸. بتن گازی در جرم حجمی و مقاومت های مختلف تولید می شود که بستگی به کاربرد مورد نظر دارد.
۹. لازم به ذکر است بتن سبک گازی به شیوه های مرسوم برای کاربردهای سازه ای مورد استفاده قرار نمی گیرد.
عمده ترین کاربردهای بتن گازی با توجه به وزن کم و مقاومت مناسب غیرسازه ای عبارتند از :
 ۱. بلوک های سبک ساختمانی برای ساخت دیوارهای جداکننده
 ۲. قطعات مسلح بتن گازی برای کاربردهایی مانند پانل های پرکننده سقف و دیوار غیر باربر

- مشخصات فنی

۱- چگالی

چگالی AAC به طور معمول بین ۳۰۰ تا ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است، اگرچه بیرون از این دامنه نیز امکان تولید AAC وجود دارد. معمول ترین جرم حجمی AAC حدود ۵۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب است.

۲- کارپذیری

- برخلاف مصالح معمولی مثل آجر و سفال AAC را می توان به راحتی سوراخ نمود، میخ زد، برید و یا شیار داد.
- از ابزار معمولی نجاری نیز می توان برای برش استفاده نمود ولی اهره های مخصوص و ابزار تراش ویژه ای نیز برای این کار وجود دارد.

۳- انبساط و انقباض حرارتی

ضریب انبساط حرارتی AAC حدود $m/^{\circ}C$ و $10-6$ است که از بتن معمولی کمتر است.

۴- انقباض ناشی از خشک شدن

انقباض AAC از اشباع کامل تا خشک شدن برابر 0.4 درصد است که این عدد برای چگالی ۵۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب و شرایط تولید معمولی می باشد.

۵- جذب آب

AAC با توجه به ساختار حفره ای خود می تواند تا ۶۰ درصد وزنی آن جذب نماید که تا ۴۰ درصد وزنی به صورت نفوذ و پس از آن به صورت موئینگی می باشد. مقدار جذب آب می تواند از عواملی مانند ساختار حفره ها، اندازه قطعه، هدایت حرارتی مواد، دما و فشار و ... تأثیر پذیرد.

۶- مقاومت در برابر یخ زدگی

برای هر ماده متخلخل خطر یخ زدگی وقتی وجود دارد که رطوبت موجود در آن ماده از یک مقدار بحرانی بالاتر رود و ماده در معرض سیکل های متوالی یخ زدن و آب شدن قرار گیرد. برای AAC مقدار بحرانی رطوبت حدود ۴۰٪ حجمی است. در شرایط عادی در هیچ مرحله ای از تولید، عمل آوری و قرار گرفتن AAC در ساختمان، رطوبت آن به این عدد نمی رسد. بنابراین AAC مقاومت خوبی در برابر یخ زدگی دارد. به عبارت دیگر، حجم زیاد تخلخل و تعداد حفره های زیاد AAC اجازه افزایش حجمی ناشی از، انبساط آب در تبدیل به یخ را می دهد و در نتیجه خسارتی ایجاد نمی شود.

۷- مقاومت در برابر آتش

AAC غیرآتش گیر است. هدایت حرارتی کم و وجود رطوبت تعادلی، آن را برای محافظت دیگر سازه ها از اثرات آتش مناسب ساخته است. ضمن اینکه استفاده از این مصالح منجر به عدم انتشار شعله نیز می شود.

کمترین ضخامت دیوار 15 cm 10 cm 7.5 cm

زمان مقاومت در آتش 5 hr 4 hr 3 hr

۸- مزایای اقتصادی

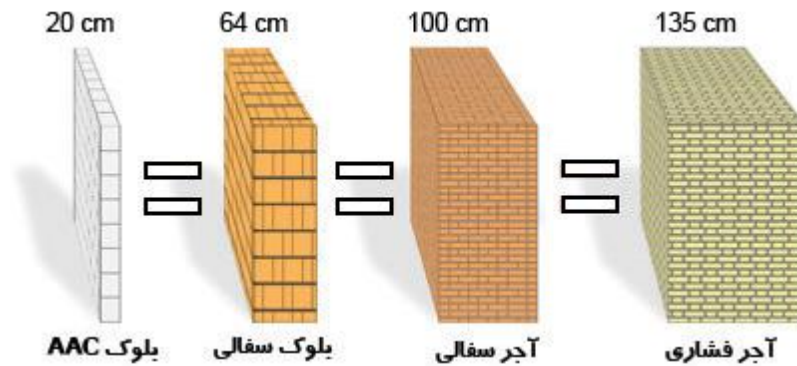
صرفه جویی در مصرف فولاد و بتن، با توجه به سبک بودن بتن AAC وزن بار مرده ساختمان کاهش می یابد، به همین دلیل در مصرف فولاد و بتن سازه نیز صرفه جویی می شود.

۹- کاهش خسارت در زمان زلزله

به علت سبک بودن ساختمان بر اثر نیروی زلزله خسارت کمتری متوجه آن می گردد.

۱۰- کاهش هزینه های سرمایش و گرمایش و صرفه جویی در مصرف انرژی

بتن AAC به علت پایین بودن وزن مخصوص اش یک عایق مؤثر در برابر گرما، سرما و صدا است که با توجه به عدم نیاز به عایق کاری اضافی ساختمان این امر سبب کاهش هزینه ساخت و جلوگیری از اتلاف سرمایه می شود.



تصویر ۴-۱۵- مقایسه بلوک AAC با سایر مصالح ساختمانی

– الزامات مرکز تحقیقات ساختمان برای بلوک های دیواری ساخته شده با بتن سبک گازی AAC

۱. بلوکهای هوادار اتوکلاو شده یا بتن سبک گازی، قابلیت استفاده در دیوارهای غیر باربر داخلی و خارجی را دارند. شایان ذکر است که محدودیتهای کاربری این بتن‌ها، با توجه به رده مقاومتی آن‌ها تعیین می‌شود.
۲. جهت جلوگیری از تغییر شکلهای نسبی در دیوار و اندود و در نهایت، کاهش احتمال ترک خوردگی باید جمع شدگی ناشی از تغییرات رطوبت به حداکثر ۰/۲٪ محدود شود.
۳. تمهیدات لازم جهت عدم مشارکت دیوارهای حاصل از بلوکهای بتن سبک گازی، در رفتار لرزه‌های سازه ضروری است.
۴. تامین الزامات مربوط به نفوذ پذیری، دوام، سیکلهای ذوب شدگی و یخ زدگی و تشعشعات ماورای بنفش جهت دیوارهای خارجی ضروری است.
۵. با توجه جذب آب نسبتا زیاد این محصول، رعایت ضوابط به محافظت دیوارها از تماس مستقیم با آب و یا چرخه های تر و خشک شدن الزامی میباشد.
۶. رعایت استانداردهای مربوط به الزامات زیست محیطی و بهداشتی الزامی است.
۷. ضخامت حداقل دیوار و یا ضخامت عایق حرارتی تکمیلی باید به گونه ای باشد که الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان را جهت صرفه جویی در مصرف انرژی برای دیوار خارجی تامین نماید.
۸. رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان و مسکن در خصوص حفاظت ساختمانهای در مقابل حریق و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جدارها در مقابل حریق با در نظر گرفتن ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمان الزامی است.
۹. صدابندی هوابرد جداکننده های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و می بایستی مطابق مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان تامین گردد.

معایب و نواقص

- ۱ - سرعت کمتر اجراء نسبت به دیگر سیستم ها
- ۲ - پرت مصالح بیشتر و تولید نخاله ساختمانی
- ۳ - نیاز به اجرای عملیات بعدی (نازک کاری) و ایجاد سطح مناسب برای رنگ آمیزی و پوشش نهایی
- ۴ - محدود بودن تولید کنندگان

هزینه اجرای دیوار

قیمت بلوک + دستمزد اجراء + قیمت ملات مخصوص (چسب)

یک مترمربع سطح دیوار به ضخامت ۱۰ سانتیمتر ۲۰۰/۰۰۰ الی ۲۳۰/۰۰۰ ریال

ب- سیستم دیوارهای سه بعدی

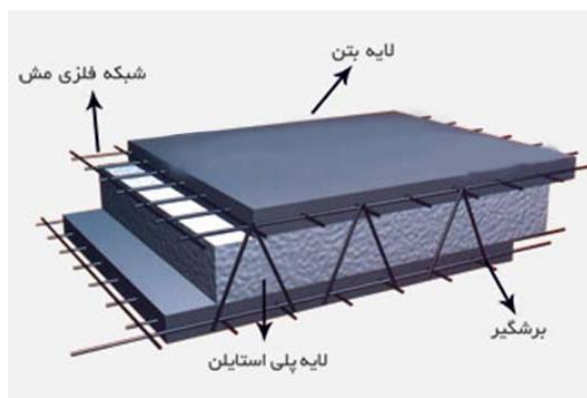
ب-۱- پانل (متال فوم) 3D Panel

پانل پیش ساخته سبک سه بعدی یک ساختار باربر و مقاوم است که به عنوان دیوارهای غیر باربر نیز مورد استفاده قرار می گیرد. ساختمان های با ساختار پانل های سه بعدی در زمره سیستم های نیمه پیش ساخته محسوب می گردند. از جمله خواص 3D پانل عبارتند از :

- ۱- سیستم 3D پانل شامل پانلهای تولید شده به صورت شبکه خر پای فضایی جوشی سه بعدی می باشند که با EPS (پلی استایرین) پر شده اند . هر طرف این پانل به ضخامت ۴۵ الی ۸۰ میلی متر از بتن به روش بتن پاشی پوشیده میگردد .
- ۲- در اطراف باز شوها و ورودی ها از خروجیهای میلگردهای جوشی فابریک استفاده می گردد. این شبکه های اضافی و میلگردهای مسطح در المانهای ساختمانی ، مقاومت لازم را در نواحی باز شو و اتصالات فراهم می کنند.
- ۳- پانلها در ابعاد استاندارد با عرض ۱۲۰۰ mm و طول مورد نیاز تا ۶۰۰۰ mm بر حسب سفارش تولید می شوند.
- ۴- وزن متوسط این پانلها حدود ۲۶ Kg/m می باشد و قابل برش به سایزها و شکلهای مختلف هستند. لایه استاندارد با ضخامت ۸۰-۱۰۰ mm می باشند . شبکه جوش شده (مش) با ماشین آلات تمام اتوماتیک ساخته شده و عموماً دارای چشمه های ۵۰mm با فولادهای مورب $d=3.8$ mm می باشد . مشهای بزرگتر با قطر بیشتر نیز قابل تولید است

مزایای پانل های سه بعدی

- ۱- وزن کم و مقاوم در برابر زلزله
- ۲- احتیاج به نیروی انسانی کم
- ۳- عایق حرارتی و صوتی مناسب
- ۴- اتصال خوب (در صورت رعایت دقیق جزئیات)





- ۵- حمل و نقل و انبارداری آسان
- ۶- استحکام و یکپارچگی مطلوب
- ۷- عدم نیاز به نعل درگاه
- ۸ - سرعت در نصب
- ۹- اشغال فضای کم در زیربنای مفید ساختمان
- ۱۰- شکل پذیری مناسب
- ۱۱- قیمت مناسب
- ۱۲- خاصیت جذب انرژی و نیروی های ارتعاش
- ۱۳- مقاوم در برابر آتش سوزی به دلیل وجود قشرهای بتنی طرفین پانل
- ۱۴- نفوذ ناپذیری در برابر حشرات و ...

- معایب پانل های سه بعدی

- محدودیت ارتفاع.
- دیوار خارجی تمام شده ، در گروه دیوارهای سنگین قرار می گیرد .
- محدودیت ابعاد بازشوها
- عدم امکان بازیافت مصالح و استفاده مجدد
- نیاز به گروه های تخصصی اجرا و نظارت
- تعدد ابزارهای اجرا (دستگاه شات کریت، دوخت میلگردها و...)
- عدم امکان کنترل رواداری ها و شرایط عمل آوری لایه های بتن پاشیده شده
- وجود محدودیت های جدی فصلی در اجرا
- سختی کنترل کیفیت، خصوصاً در مورد تعیین ضخامت پوشش های بتن روی میلگردها
- لازمه انجام بازدیدهای ادواری برای حصول اطمینان از عدم وجود مشکلات خوردگی در مش فولادی
- عدم امکان دسترسی آسان به تاسیسات مکانیکی و برقی
- عدم وجود امکان حذف پل های حرارتی به دلیل عملی نبودن پیوستگی لایه عایق حرارتی
- وجود خطر جذب آب و یخبندان لایه بتنی خارجی (در مناطق سردسیر)
- عملکرد ضعیف در محیط های مهاجم و خورنده
- عملکرد ضعیف در مناطقی که تغییرات دمای روزانه و فصلی قابل ملاحظه است، به خصوص زمانی که ضخامت لایه بتنی خارجی اندک است



هزینه اجرای دیوار سه بعدی

قیمت کل مصالح + دستمزد نصب + اجرای شاتکریت

یک مترمربع سطح دیوار ۳۰۰/۰۰۰ الی ۳۵۰/۰۰۰ ریال

ج- سیستم دیوارهای خشک

این نوع دیوارها غیر بار بر بوده و دارای اسکلت نگاهدارنده دیوار می باشند که عموماً از پروفیل‌های گالوانیزه جدار نازک تهیه و اجرا میگردند (استاد و رانر). دو طرف اسکلت اجرا شده با پانلهای پایه سیمانی، گچی و غیره پوشیده شده و در فاصله آزاد دوطرف پانلهای میتوان از مصالح عایق یا پرکننده دیگر استفاده نمود.

این روش یکی از مناسب ترین نوع دیوارها می باشد خصوصیات مدرن و برتر این نوع دیوار اینست که خود سازه ای جدا از اسکلت ساختمان دارد اما بنوعی با قاب پیرامون (کف، سقف، ستون) درگیر بوده و از ایستایی و مقاومت بسیار بالایی برخوردار میباشد سازه گالوانیزه دیوار (Stud & Runner) که به زیرسازی دیوار دو لایه هم گفته میشود دارای پروفیل هایی با شکل و اندازه و ابعاد مختلف بوده که با فاصله های ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر مابین ستونها و از کف تا سقف قرار می گیرد این دیوار از دو لایه صفحات مسلح سیمانی سبک سمیت بورد یا صفحات پایه گچی تشکیل گردیده و هر لایه از صفحات با ضخامت های مختلف دو طرف سازه دیوار نصب و با پیچ مخصوص بسته می شود. و سپس در داخل دیوار جهت افزایش ضریب مقاومت و ایزولاسیون در برابر گرما، سرما و صدا و رطوبت لایه هایی از عایق پشم سنگ یا فوم مخصوص یا تزریق بتن سبک قرار داده میشود.

این نوع دیوارها جایگزین مناسب و سبکی بجای دیوارهای سنتی بوده و برای استفاده در ساختمان ها مخصوصاً در سیستم های پیش ساخته به عنوان پوشش داخلی و خارجی قابل استفاده می باشد. صفحات پوشش دیوار از پانلهای سیمانی الیاف دار (فایبر سمیت برد متشکل از سیمان پروتلند، نوعی فیبر سلولزی الیاف طبیعی و مواد افزودنی و عاری از آزبست) و یا پانلهای گچی می

باشد که با ویژگی های خاص امکان ساخت بناهای سبک، ارزان و عایق حرارت و صوت را در تمامی شرایط اقلیمی فراهم می نمایند.

نوع صفحات استفاده شده بسته به محل اجرا(داخلی یا خارجی، مرطوب یا خشک، ضربه خور یا غیر ضربه خور و...) مختلف بوده و برای دستیابی به انواع ویژگیها نظیر میزان عایق بودن در برابر آتش، حرارت، رطوبت و صدا، با ترکیبات یا انواع مختلف طراحی و اجرا میگردند.

میان دو لایه از دیوار سیستم تاسیسات (لوله های آب، برق، تلفن و غیره) قرار داده میشود ضخامت تمام شده دیوار از ۶ تا ۲۰ سانتیمتر قابل اجرا می باشد. نصب سریع، وزن کم، سطح صاف و خشک، ایستایی، دوام و عایق از خصوصیات بارز این نوع دیوار ها می باشد.

در صورت نیاز به جابجایی و تغییرات دیوار و همچنین ترمیم و تعویض احتمالی سیستم تاسیساتی (لوله های برق، آب و فاضلاب) نیاز به کنده کاری نداشته و با سهولت و در اسرع وقت قابل اجرا بوده و انباشت نخاله ندارد. در صورت نیاز به تغییرات در پوشش رنگ یا کاغذ دیواری بدون هیچ مشکلی امکان پذیر می باشد. چارچوب درب ها و پنجره ها بدون هیچگونه فاصله ای داخل دیوار قرار گرفته و با پیچ نصب میشود که در صورت نیاز به راحتی قابل تعویض بوده و نیاز به کنده کاری و تخریب و رنگ آمیزی دیوار نمی باشد .

ساختار سیستم های ساخت و ساز خشک از سرعت و دقت اجرایی بسیار بالاتری نسبت به روش های سنتی ساخت (بنایی) برخوردار می باشند انتخاب این سیستم ساخت در مرحله طراحی و محاسبات سازه ای باعث کاهش وزن کلی ساختمان و کم شدن ابعاد ستون و تیرها و پل ها خواهد شد و در زمان بهره برداری ضمن تأثیر منفی بر سازه های اصلی، در برابر زمین لرزه هایی با شدت بالا و تکان های شدید مقاوم خواهند بود و به دلیل سبک بودن و بسته بندی محصولات سمندت مورد حجم حمل و نقل مصالح را کاهش داده و هزینه حمل و نقل را به شدت کاهش می دهد همچنین در مواقع نیاز به تغییرات و جابجایی و دسترسی به تاسیسات و تعمیرات احتمالی از سهولت و راحتی و سرعت بالایی برخوردار می باشد و با استفاده از ورق های سیمانی سبک سمندت مورد ساختارهای ایجاد شده با این سیستم، عایق حرارتی برودتی و صوتی مناسب و مقاوم در برابر آتش و حریق را به وجود آورده و می توان سازه یا فضای مورد نظر در ساختمان را به مدت حداقل ۵ ساعت ایمن نمود.

در ادامه سه نوع متداول این گونه سیستم دیوار معرفی میگردد:

ج-۱- سیستم دیوار صلب SWS

سیستم دیوار صلب یک سیستم دیوار غیر باربر است که در ساختمان های تجاری، آموزشی و مسکونی استفاده می شود. این محصول استاندارد ساختمان صنعتی را نیز احراز کرده است. ورق الیاف سیمانی بر روی شبکه زیرین استفاده می شود و لایه وسط با بتن سبک (عموما فوم بتن) پر میگردد.

مراحل نصب



ابتدا ریل بالایی به سقف و رانز پایینی به کف نصب میشوند. سپس استاداها به صورت عمودی بین این دو عنصر قرار می گیرند.



پانل های سیمان الیافی ویستا بورد یا فلکس بورد به یک طرف استاداها نصب میشوند.

3



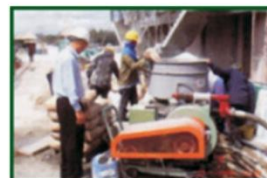
چارچوب درها و پنجره ها و تاسیسات مکانیکی و الکتریکی به آسانی نصب میشوند.

4



پانل های سیمان الیافی ویستا بورد یا فلکس بورد در طرف دیگر دیوار هم نصب میشوند.

5



اختلاط بتن سبک میتواند در محل کارگاه انجام شود.

6



بتن سبک به لایه وسط دیوارها پمپ میشود.

7



درزگیری با خمیر درزگیر انجام میشود.

8



پس از اتمام، طیف وسیعی از اندوذهای نهایی قابل اجرا است.

تصویر ۴-۴- مراحل نصب دیوار صلب

- مزایای سیستم دیوار صلب

- مقاوم در مقابل آتش
- عایق صدا
- عایق حرارت
- قابلیت کار کردن در محیط مرطوب و در معرض ضربه
- مراحل نصب آسان

- معایب سیستم دیوار صلب

- هزینه و قیمت بالای اجرای
- لازمه ارائه آموزش های تخصصی لازم برای اجرای آن
- لزوم در نظر گرفتن تمهیدات اضافی برای جوابگویی به انتظارات در زمینه صرفه جویی در مصرف انرژی

- نیاز به بتن پرکننده
- سنگین شدن دیوار به دلیل تزریق بتن
- عدم تولید ورقهای سمنت بورد در داخل کشور
- انحصاری بودن

هزینه اجرای سیستم دیوار صلب SWS

قیمت پانل + دستمزد نصب و اجراء + قیمت فوم بتن

یک مترمربع سطح دیوار ۱/۱۰۰/۰۰۰ الی ۱/۳۰۰/۰۰۰ ریال

ج-۲- دیوار خشک با فایبر سمنت برد FCB

این نوع دیوار کاملاً مشابه حالت قبل بوده و تنها تفاوت آن استفاده از عایق پشم سنگ یا پلی استایرن بجای فوم بتن در لایه میانی می باشد.



- مزایای سیستم دیوار سمنت برد

- مقاوم در مقابل آتش
- عایق صدا
- عایق حرارت
- قابلیت کار کردن در محیط مرطوب و در معرض ضربه
- مراحل نصب آسان

معایب سیستم دیوار سمنت برد

- لازمه ارائه آموزش‌های تخصصی لازم برای اجرای آن
- لزوم در نظر گرفتن تمهیدات اضافی برای جوابگویی به انتظارات در زمینه صرفه‌جویی در مصرف انرژی
- عدم تولید ورقهای سمنت بورد در داخل کشور
- هزینه بیشتر نسبت به دیوارهای مشابه با پانل گچی

هزینه اجرای سیستم دیوار سمنت بورد

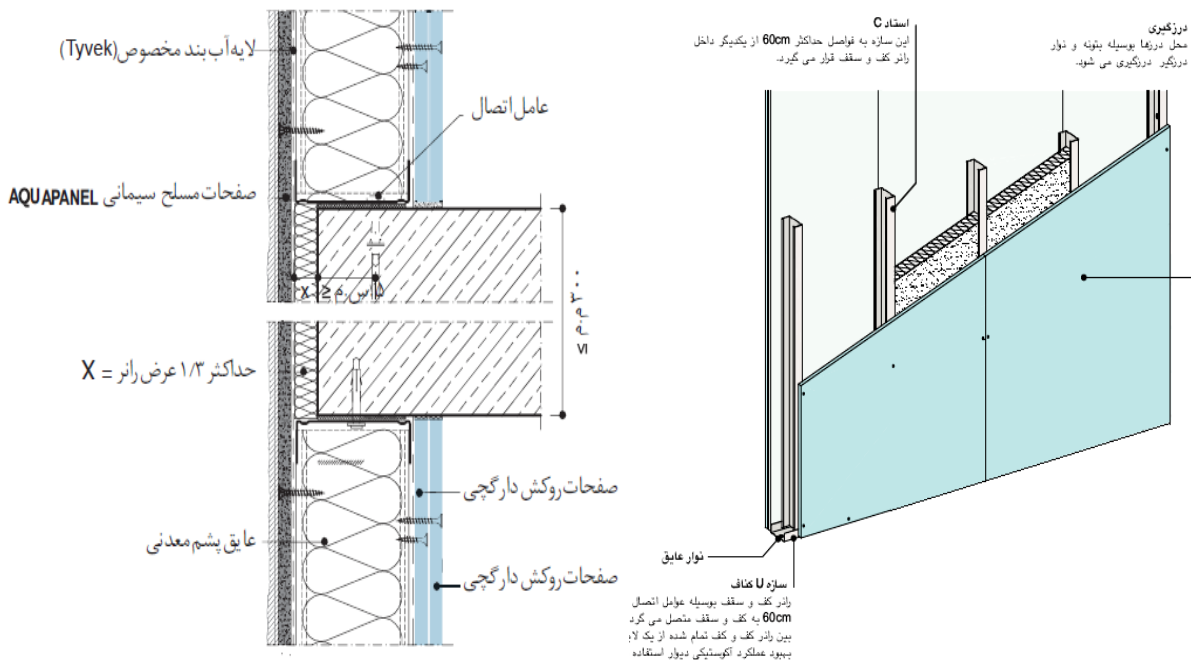
قیمت مصالح + دستمزد نصب و اجراء

یک مترمربع سطح دیوار ۷۵۰,۰۰۰ الی ۱,۰۰۰,۰۰۰ ریال

ج-۳- دیوار خشک با پانلهای گچی (کناف)

این سیستم دیوار نیز مشابه سایر سیستمهای دیوار خشک اجرا میگردد و تفاوت اصلی آن استفاده از پانلهای پایه گچی برای پوشش دیوار است.

این نوع دیوار به دلیل فراگیر شدن در کشور کاملا شناخته شده بوده و به همین دلیل مزایا و معایب آن کاملا نمایان و ملموس می باشد. از نکات مهم در اجرای این نوع سیستم، رعایت دقیق جزئیات اجرایی آن است که توسط تولید کننده بطور کامل و با ارائه مرجع فنی محصول و شامل توضیحات و جزئیات اجرایی دقیق در دسترس بوده و کیفیت نهایی دیوار به شرط رعایت کلیه جزئیات بسیار بالاست.



- قابلیت طراحی برای دیوارهای مقاوم در مقابل آتش ، صدا، رطوبت، حرارت
- مراحل نصب آسان
- سرعت و سهولت اجرا
- هزینه مناسب
- توان تولید انبوه (تولید سالانه بالغ بر ۲میلیون متر مربع)
- دارای مرجع فنی محاسبه و اجرا (منتشره توسط تولید کننده)
- برند معتبر (تکنولوژی آلمان)
- وجود عوامل رسمی فروش و اجرا در منطقه
- صرفه جویی در هزینه حمل (هزینه حمل از کارخانه تا انبار عامل فروش بر عهده خریدار نیست)

-معایب سیستم دیوار با پانل گچی (کناف)

- لازمه ارائه آموزش‌های تخصصی برای نظارت بر اجرا
- لزوم در نظر گرفتن تمهیدات اضافی برای جوابگویی به انتظارات در زمینه صرفه‌جویی در مصرف انرژی

هزینه اجرای دیوار کناف

قیمت مصالح (دو طرف) + دستمزد نصب

- یک مترمربع سطح دیوار داخلی به ضخامت ۱۰ سانتیمتر ۴۰۰,۰۰۰ الی ۵۵۰,۰۰۰ ریال (بسته به نوع گچ برگ)
- یک مترمربع سطح دیوار داخلی به ضخامت ۱۲ سانتیمتر ۵۰۰,۰۰۰ الی ۶۵۰,۰۰۰ ریال (بسته به نوع گچ برگ)
- یک مترمربع سطح دیوار داخلی به ضخامت ۱۵ سانتیمتر ۶۰۰,۰۰۰ الی ۷۵۰,۰۰۰ ریال (بسته به نوع گچ برگ)
- یک مترمربع سطح دیوار داخلی به ضخامت ۲۰ سانتیمتر ۷۰۰,۰۰۰ الی ۸۵۰,۰۰۰ ریال (بسته به نوع گچ برگ)
- یک مترمربع سطح دیوار خارجی آکوپنل ۱,۴۰۰,۰۰۰ الی ۱,۸۰۰,۰۰۰ ریال (بسته به نوع جزئیات)

د- دیوارهای پانلی خود ایستا

اخیر در صنعت ساختمان سیستمهای پیش ساخته سازی دیوار با هدف تلفیق نازک کاری و سفت کاری مورد توجه قرار گرفته و بدین جهت برخی تولید کنندگان، محصولاتی با این هدف طراحی و تولید نموده اند که ضمن حفظ کارکرد های مورد انتظار از دیوارهای سنتی (توپر بودن و استحکام)، بخشی از عملیات نازک کاری را هم دربر داشته باشد و عموماً با استفاده از مصالح یا تکنیکهای جدید وزن واحد دیوار را جهت سبک سازی ساختمان کاهش دهند.

از اینرو دیوارهای پانلی خود ایستا با ساختاری بدون نیاز به تکیه گاه هایی مشابه دیوارهای خشک روانه بازار و صنعت ساختمان گردیده است. این گونه دیوار ها بطور کلی از دو قسمت رویه و داخل تشکیل گردیده اند. بخش رویه عموماً از صفحات پیش ساخته سیمانی (فایبر سمنت بورد) و بخش داخلی از بتن سبک یا فوق سبک می باشد. در نوع دیگری از اینگونه دیوارها که بر پایه مصالح گچی تولید میگردند، بخش داخلی بصورت توخالی بوده و استحکام جداره ها با استفاده از مسلح سازی با مش فایبر گلاس ، پلاستیکی و از این دست حاصل میشود.

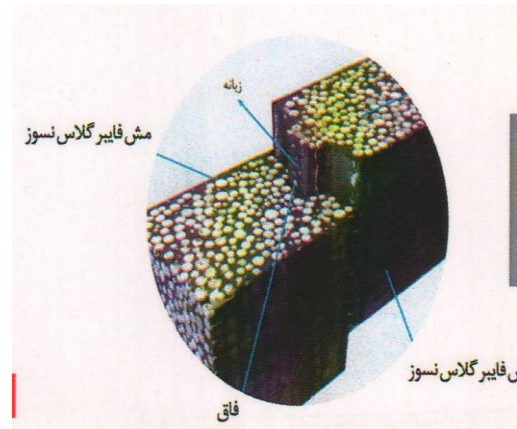
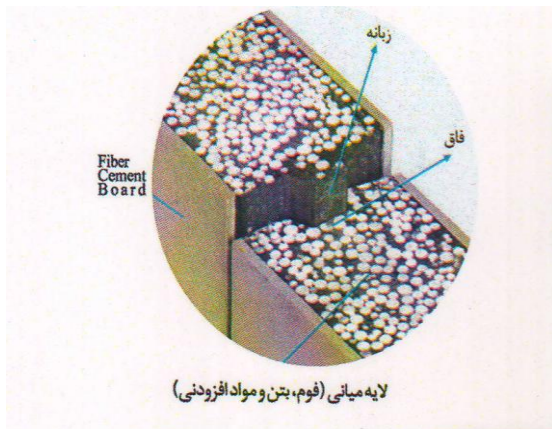
با توجه به اینکه عمر اینگونه دیوارها در کشور کمتر از ۵ سال می باشد، اطلاع دقیقی از نحوه عملکرد حین بهره برداری چنین سیستمهایی وجود ندارد. هر چند اینگونه سیستمها از مراکز فنی معتبر داخلی یا بین المللی دارای گواهینامه های فنی می باشند. مطابق مطالعات این مشاور، کیفیت نهایی این دیوارها بستگی بسیار زیادی با تکنیک و روشهای نصب و نیز تخصص تیم نصاب دارد. بطور خلاصه در اثر عدم تخصص تیم نصب و نظارت، کیفیت اجرای دیوار محل اشکال بوده و ریسک دوباره کاری یا انجام عملیات جبرانی یا تکمیلی را افزایش می دهد.

از دیگر نگرانی های استفاده از این سیستمها، انحصار تولید کننده یا کم بودن ظرفیت تولید آنهاست که در پروژه های با حجم زیاد دیوار ریسک تامین مصالح را به شدت افزایش میدهد.

در ادامه دو گونه از دیوارهای خود ایستا معرفی میگردد:

د-۱- پانل بتنی QPanel

دیوار های غیر باربر Qpanel متشکل از یک یا دو لایه ۴/۵ میلیمتری از صفحات سیمانی، بتن سبک / فوق سبک میانی و دو لایه فایبر گلاس در طرفین می باشد که صرفاً به عنوان دیوار های جدا کننده داخلی ساختمان قابل استفاده است . این دیوارها به کمک Runer Track در نظر گرفته شده به کف و سقف سازه متصل می شوند. ابعاد این پانل ها ۳ متر ارتفاع و ۰/۶ متر عرض میباشد و در ضخامت های ۷ الی ۱۵ سانتیمتر تولید می شوند . وزن هر متر مربع پانل تقریباً بین ۴۰ تا ۶۵ کیلو گرم بر متر مربع است . اتصال پانل های کناری به کمک کام وزبانه های تعبیه شده در لبه طولی انجام میشود . و میتواند جایگزین آجر نما ، آجر تو پر رسی ، سفال، پانل های فلزی ، بلوک گچی ، پانل های ساخته شده از پرلیت و غیره باشد. این پانل هارا میتوان در ساختمان های بلند و کوتاه مرتبه مانند ساختمان های اداری، بیمارستان ها، مدارس، هتل ها، مسکونی و تفریحی استفاده نمود. استفاده از این پانل صرفاً به عنوان دیوارهای غیر باربر و جداکننده داخلی مجاز است .



ویژگی و مزایای پانل

- ۱ - استحکام
- ۲ - عایق در برابر حریق ، صوت و رطوبت
- ۳- سبک بودن
- ۴- سهولت نصب
- ۵- صرفه جویی در هزینه

معایب و نواقص

- ۱ - ضعف در جزییات و اتصال بین دو پانل مجاور یکدیگر
- ۲ - روش خاص برای پوشش درز بین پانل ها برای جلوگیری از ترک خوردگی
- ۳- انحصاری بودن تولید
- ۴- ظرفیت و توان کم تولید
- ۵- عدم تولید صفحات فایبر سمنت در داخل کشور
- ۶- سنگین بودن یک پانل کامل و سختی حمل درون کارگاهی (وزن یک پانل ۷۵ الی ۱۱۰ کیلوگرم می باشد)

هزینه اجرای دیوار

قیمت پانل + دستمزد نصب + رانر و نبشی کف و زیر سقف

یک مترمربع سطح دیوار به ضخامت ۱۰ سانتیمتر ۶۵۰/۰۰۰ الی ۷۵۰/۰۰۰ ریال

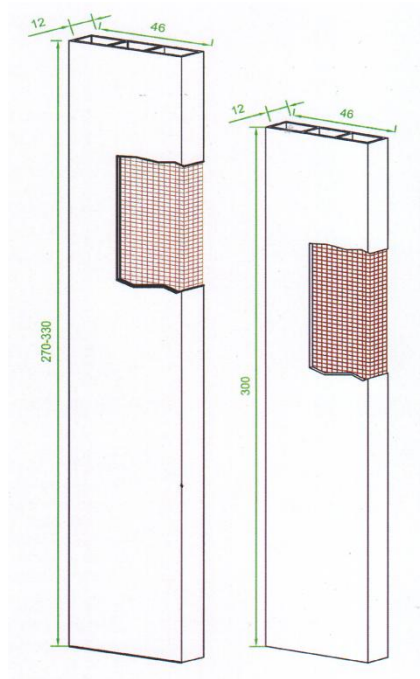
د-۲- پانل سوپر سبک کامپوزیت معدنی EASYWALL

پانل های کامپوزیت معدنی ایزی وال بر اساس اقلیم و جغرافیای ایران و بعضی از کشورهای همسایه طراحی و تولید شده است این محصول دارای تاییدیه مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن می باشد. پانل های ایزی وال در دو نوع با ابعاد یکسان تولید و عرضه می شوند:

۱. پانل E1 دارای یک روی کاملا صاف بوده و ارتفاع آن از ۲۷۰ تا ۳۳۰ سانتی متر قابل سفارش است، لذا بیشتر برای دیوارهایی مناسب است که فقط یک روی آن اندود پلاستر گچ خواهد داشت و روی دیگر بواسطه کاشی کاری، سیمان، سنگ یا سایر پوشاننده ها نماسازی خواهد گردید.

۲. پانل E2 نیز همانند همان پانل پیشین بوده، با این تفاوت که ارتفاع قابل سفارش آن بین ۲۷۰ تا ۳۵۰ بوده و هر دو روی آن کاملا صاف می باشد، که برای دیوار بین اتاق ها مناسب می باشد و به واسطه دو روی کاملا صاف آن و نیز به جهت فرورفتگی محل نوار درزگیر، حداقل پلاستر گچ پوششی را نیاز خواهد داشت.

-مشخصات فنی



این دیوار ضد آتش و ضد آب از پانل های سوپر سبک کامپوزیت معدنی ساخته شده است که آواری ندارد و در مقابل زلزله های بزرگ و مرگبار، ساختمان ها را مقاوم و ایمن می کند و هر متر مربع آن حدود یک پنجم دیوارهای معمولی وزن دارد. در بدنه و اطراف پانل های پیش ساخته این دیوار یک لایه توری پلی اتیلن قرار دارد که هنگام زلزله مانع ریزش قطعات شکسته می شود این دیوار از ترکیب ۷ ماده معدنی با ۲ نوع رزین به صورت پانل ساخته میشود. خود پانل نیز دارای الیاف بسیار ریزی است که در هنگام زلزله، ریز گرد ایجاد نمی کند. در واقع عملکرد این دیوار سوپر کامپوزیتی شبیه شیشه خودرو است که وقتی می شکند لایه داخلی آن مانع ریختن شیشه می شود.

وجود لایه توری در داخل این دیوار سبب می شود حتی اگر در هنگام زلزله، دیوار شکسته و خرد شود باز هم سرپا بایستد و فرو نریزد. هر متر مربع این دیوار ۳۶ کیلوگرم وزن دارد و به دلیل معماری خاصی که در آن به کار رفته است، استفاده از گچ و خاک را در پروژه ها حذف می کند.

-مزایای سیستم ایزی وال

- مقاوم و ایمن در برابر زلزله
- سرعت اجرای سریع
- سبکی وزن دیوار
- وجود کلیه مواد اولیه در کشور

-معایب و نواقص

- ۱ - ضعف در جزییات و اتصال بین دو پانل مجاور یکدیگر
- ۲ - روش خاص برای پوشش درز بین پانل ها برای جلوگیری از ترک خوردگی
- ۳ - انحصاری بودن تولید
- ۴ - ظرفیت و توان کم تولید
- ۵ - سنگین بوده یک پانل کامل و سختی حمل درون کارگاهی (وزن یک پانل حدود ۵۵ کیلوگرم می باشد)

هزینه

قیمت پانل + دستمزد نصب

یک مترمربع سطح دیوار به ضخامت ۱۲ سانتیمتر ۳۵۰/۰۰۰ الی ۴۰۰/۰۰۰ ریال



نتیجه گیری و انتخاب سیستم

در بخش مطالعات ابتدایی طیف مختلفی از سیستم های دیوار از حیث سرعت ، هزینه ، فراوانی مصالح ، ظرفیت تولید و غیره بررسی و مورد ارزیابی قرار گرفت. هرچند هر یک از سیستمهای معرفی شده به تنهایی دارای مزایای گوناگونی می باشند، لیکن با توجه به ماهیت پروژه مورد نظر سیستمهای معرفی شده دارای معایب یا ریسکهایی هستند که جهت اجتناب از آن می بایست با دقت زیاد در خصوص آن تصمیم گیری گردد.

این مشاور با استفاده از سیستم آنالیز سلسله مراتبی و با تعیین شاخصه های مهم این پروژه، نسبت به ارزیابی سیستمهای معرفی شده اقدام نمود و در هر سیستم با توجه به اهمیت و شاخصه های آن امتیاز دهی و تاثیر گذاری آن را مشخص نمود . جدول پیوست خلاصه ارزیابی سیستمهای معرفی شده بوده که با هدف انتخاب بهترین گزینه که دارای حداکثر مزایا و حداقل معایب باشد تدوین گردیده است.

همانگونه که در جدول ارزیابی ملاحظه میگردد، بهترین گزینه برای پروژه حاضر **سیستم دیوارهای خشک کناف** می باشد که هم در جداره های داخلی و هم در جداره های خارجی قابل استفاده بوده و به دلیل وجود انواع جزئیات اجرایی تجربه شده، دارای اطمینان کافی از کیفیت نهایی دیوارها خواهد بود. قیمت مناسب، وجود تیم های اجرایی کافی، سهولت اجرای تاسیسات برقی و مکانیکی و خصوصاً عدم تقابل کاری تیم های اجرایی از مهمترین شاخصه های سرعت بخشی این سیستم در کل پروژه می باشد . شاید تنها نقطه ضعف این سیستم انتقال صوت در اثر ضربه به واحدهای مجاور باشد که با در نظر گرفتن میزان احتمال وقوع چنین رخدادی در قبال مزایای زیاد آن قابل اغماض باشد.

شایان ذکر است در صورت انتخاب این سیستم رعایت کلیه نکات اجرایی آن مطابق دستورالعمل فنی تولید کننده تضمین کننده کیفیت نهایی دیوارها بوده و ضروریست تیم اجرایی و نظارتی پروژه با دقت نسبت به اجرای آن اقدام نمایند.