

# مقایسه اثر سبک‌سازی عناصر غیر سازه‌ای ساختمان در رفتار، قیمت تمام شده و سرعت اجرای مصالح مختلف

\* جواد حمیدی نژاد - مراغه - خیابان پاسداران - ۲۰ متری متذکر - ۱۲ متری مفتوح - پلاک ۷۹  
†† استاد مشاور: مهندس مهدی رضایی - تبریز - زعفرانیه - مشاور زمین ژرفاب - گروه سازه و مقاوم سازی  
hamidinazhand@yahoo.com

خلاصه:

سبک‌سازی و تاثیر آن در رفتار بهینه سازه همواره مورد توجه و اهتمام مهندسين حوزه عمران بوده و است و تکنولوژی جدید برای کاهش و به حداقل رساندن وزن سازه‌ها بکار گرفته می‌شود. دیوارها و پوشش‌های بتنی و گچی پیش‌ساخته و... از آن جمله‌اند. در این تحقیق به معرفی محصولی برای سبک‌سازی عناصر غیر سازه‌ای و تاثیر آن در کارایی و رفتار سازه‌ی مطالعه شده، پرداخته شده است و مزایا و معایب سیستم فوق و تفاوت آن با سیستم‌های سنتی و موجود توضیح داده شده است. سپس سازه‌ای پنج طبقه با عناصر غیر سازه‌ای سنتی و رایج و محصول معرفی شده، طراحی و مدت اجرا و هزینه تمام شده و تاثیر آن در سازه با هم مقایسه شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که محصول معرفی شده در مقایسه با مصالح سنتی و رایج از کیفیت بهتر و کارایی مطلوب و اجرای سریع‌تر هزینه آن برخوردار است.

**کلمات کلیدی: عناصر غیر سازه‌ای، سبک‌سازی**

مقدمه:

همواره در تاریخ ساختمان‌سازی سعی بر این بوده که تا حد امکان از مصالح غیر سازه‌ای با مقاومت بالا و در عین حال، سبک و کم حجم استفاده شود. در ساختمان سازی سه معیار عمده ایمنی، اقتصادی و زیبایی مورد توجه می‌باشد، چنانچه در گذشته استفاده از مصالح سنتی رایج بود ولی امروزه با رشد تکنولوژی، مطالعات و تحقیقات نشان داده است که استفاده از مصالح سنتی بدلیل سنگینی، سبب غیر اقتصادی شدن سازه و آسیب پذیری آن در برابر زلزله می‌شود و بخاطر حجیم بودن، سبب کاهش فضای داخل ساختمان می‌شود. امروزه با پیشرفت و فن‌آوری، مصالح جدید جایگزین مصالح سنتی شده ولی همین مصالح جدید دارای ویژگیهای متمایز نسبت به یکدیگر بوده و هر یک دارای محاسن و معایبی می‌باشد. سعی بر این است که از مصالحی استفاده شود که ضمن سبک و کم حجم بودن، دارای سرعت اجرای بالا، هزینه کم، عایق مناسب در برابر حرارت و صوت و ایمنی کافی در برابر زلزله و آتش سوزی باشد. در این تحقیق به معرفی مصالح مختلف پرداخته شده و ویژگی‌های هر یک بیان شده و از نظر این ویژگی‌ها با هم مقایسه شده است. همچنین یک سازه پنج طبقه در نظر گرفته شده است و مصالح مختلف در این سازه مورد استفاده قرار گرفته و تاثیر آنها بر سازه از نظر مقاومت، هزینه، سرعت اجرا و ایمنی بررسی شده است.

عوامل اصلی تخریب سازه‌ها هنگام زلزله توسط مصالح غیر سازه‌ای:

آثار زیانبار ناشی از جرم زیاد:

۱- اثر کلی بر سازه:

اگر معادله پایه در محاسبات مهندسی زلزله سازه‌ها را  $[m]\{\ddot{x}\} + [c]\{\dot{x}\} + [k]\{x\} = -[m]\{a_g\}$  قرار دهیم، در می‌یابیم که آزاد شدن ناگهانی انرژی پوسته زمین در مرز بین گسل‌ها (زلزله) باعث حرکت یا شتاب زمین  $(a_g)$  می‌شود که خود بصورت یک نیروی موثر خارجی  $(P_i = -m \cdot a_g)$  به سازه اعمال می‌گردد. این نیروی خارجی سبب تحریک عکس‌العمل‌هایی در سازه بصورت نیروهای اینرسی  $(m\ddot{x})$ ، نیروهای میرایی  $(C\dot{x})$  و نیروهای سختی  $(kx)$  می‌گردد. اما نکته قابل توجه این است که جرم مهمترین نقش را در ایجاد نیروهای زلزله در سازه‌ها ایفا می‌کند. بعبارت دیگر، بدون وجود جرم، حرکات دینامیکی سازه وجود نخواهد داشت. هر قدر که جرم بیشتر باشد نیروی زلزله بزرگتری به سازه وارد می‌شود. مسلماً حذف جرم در اینیه غیر ممکن است، ولی می‌توان با بکارگیری مصالح نوین، مقدار آن را به حداقل رسانید.

\* دانشجوی کارشناسی عمران، دانشکده عمران، دانشگاه آزاد اسلامی مراغه

†† کارشناس ارشد سازه، مدرس دانشگاه

بطور کلی سبک سازی موجب می شود که شتاب زلزله کمتر بر ساختمان اثر کند و نیروهای مخرب ناشی از زلزله کاهش یابند. سبک کردن اجزای غیرسازه‌ای علاوه بر اینکه نیروهای جانبی ناشی از زلزله را کاهش می‌دهد، نیروهای قائم (بار مرده) وارده بر ساختمان را کاهش داده و در نتیجه پی و مقاطع مورد نیاز برای تامین ایستایی سازه بسیار بهینه و اقتصادی می‌گردند.

## ۲- اثر موضعی بر اجزای غیرسازه‌ای :

بکارگیری دیوارهای سنگین، نه تنها جرم کلی ساختمان را افزایش می‌دهد و باعث هدایت نیروهای بیشتری از زلزله به سازه می‌شود، بلکه سبب می‌شود که این اجزا به خاطر وجود جرم‌های زیاد، تحت اثر شتاب زلزله، در امتداد عمود بر صفحه خود دچار ناپایداری و انهدام خارج از صفحه شوند. خصوصا وقتی که این اجزا با وجود وزن زیاد، به سازه مهار نشده باشند. اجزای غیرسازه‌ای باید خود در مقابل زلزله مقاوم باشند. اثر موضعی نیروهای ناشی از زلزله بر روی اجزای غیرسازه‌ای به خصوص دیوارها را باید جدی گرفت. فروریزی دیوارها همواره خطری مرگبار برای انسانها به حساب می‌آید و آوارهای بجا مانده از تخریب زلزله، دسترسی و امداد رسانی به آسیب دیدگان را دشوار می‌سازد و مسلما هر چه حجم و گستردگی آوار بیشتر باشد، شانس نجات و زنده ماندن مصدومین نیز کاهش می‌یابد. بعلاوه، چنانچه دیوارهای بنایی نقش باربری را در ساختمان داشته باشند، فروریزی آنها موجب نابودی کل بنا خواهد شد. از نظر اقتصادی نیز از بین رفتن اجزای غیرسازه‌ای می‌تواند خسارت‌های زیادی به ساختمان وارد سازد، بطوریکه پس از وقوع زلزله‌های شدید، بعضا در ساختمان‌ها مشاهده شده است که خرابی اسکلت سازه‌ها گسترده نبوده ولی خرابی اجزای غیرسازه‌ای به حدی است که کل ساختمان باید جمع‌آوری گردد.

## ۳- تشدید اثر P-Δ :

وجود اجزای غیرسازه‌ای سنگین در ابنیه، که معمولا از مصالح بنایی سنتی ساخته می‌شوند، موجب افزایش نیروهای ثقلی و در نتیجه افزایش اثر P-Δ می‌شود. اثر P-Δ اثر ثانوی بر روی برش‌ها و لنگرهای اجزای قالب است، که بواسطه عملکرد بارهای قائم بر روی سازه تغییر شکل یافته بوجود می‌آید. این عامل باید بطور جدی مد نظر قرارگیرد.

آثار زینبار ناشی از سختی جانبی میانقاب‌های بنایی متداول :

### ۱- تشدید پاسخ دینامیکی سازه :

استفاده از دیوارهای میانقاب‌ی صلب، باعث افزایش سختی جانبی سازه در ناحیه ارتجاعی و کوتاه شده دوره تناوب طبیعی آن می‌شود که در این صورت، اثر زلزله ورودی به سیستم تغییر نموده و پاسخ دینامیکی سازه شدید تر می‌گردد.

### ۲- اثر طبقه نرم :

اگر دیوارهای میانقاب‌ی صلب در ارتفاع توزیع غیر یکنواختی داشته باشند، این امر می‌تواند باعث تمرکز ناخواسته و پیش بینی نشده نیروها در یک تراز یا طبقه خاص شود و با اعمال نیرو و ضربات متوالی موجب ناپایداری و انهدام کلی سازه شود. در ساختمان‌های چند طبقه که بصورت پیلوتی ساخته می‌شوند، مشاهده شده‌است که در طبقات فوقانی، دیوارهای میانقاب‌ی مانند بادبندهای قوی عمل نموده و بخش فوقانی سازه را سخت می‌نمایند، درحالی‌که در طبقه زیرین (پیلوت) دیوارهای کمتری بکار رفته و آن سختی وجود ندارد، در نتیجه در هنگام وقوع زلزله، صلبیت طبقات فوقانی سازه موجب انتقال نیروهای بیشتری به طبقه نرم تحتانی گردیده و ساختمان عملا از پایه درو می‌شود.

### ۳- اثر ستون کوتاه :

سختی دیوارهای میانقاب‌ی، موجب تغییر توزیع نیروهای برشی در طبقه شده، که در این صورت به بعضی ستونها نیروی بیشتری از نیروی طراحی اولیه وارد می‌گردد. در عین حال، دیوارهای احاطه کننده ستون، طول موثر آن را کوتاه نموده و رفتار خمشی ستون به رفتار برشی میل می‌کند. در این حالت ممکن است در ستونها شکست ترد برشی رخ دهد و یا مفصل پلاستیک ایجاد شود که خود می‌تواند باعث ناپایداری و ویرانی کامل سازه شود.

### ۴- اثر پیچش :

اگر دیوارهای میانقاب‌ی صلب در پلان توزیع نامتقارنی داشته باشند، این امر باعث ایجاد پیچش ناخواسته و پیش بینی نشده در سازه می‌شود. این عامل خود موجب تغییر توزیع نیروها در اجزای باربر جانبی می‌گردد و عدم بررسی این موضوع می‌تواند باعث ناپایداری و انهدام کلی سازه شود.

### ۵- شکست انفجاری دیوارها :

اگر دیوارهای پر کننده بطور صلب به قاب سازه‌ای متصل شده باشند، دیوار به تبعیت از تغییر شکل قاب، تغییر شکل می‌یابد. اگر دیوار تحمل تغییر شکل بیش از حد را نداشته باشد، بصورت انفجاری گسیخته می‌گردد. دلیل این امر، سختی بالای مصالح بنایی سنتی می‌باشد که باعث ورود بیش از حد نیروهای زلزله به دیوار می‌شود.

آثار زینبار ناشی از اتصالات نامناسب اجزای غیر سازه ای :

یکی از مسائلی که می‌تواند بسیار خطر آفرین باشد، عدم رعایت اصول اجرایی صحیح مربوط به اتصال دیوارها به سازه و همچنین عدم ایجاد اتصال مناسب در قطعات نما، سقفهای کاذب و سقف های تزئینی معلق می‌باشد. چنانکه می‌دانیم، دیوارهای سنگین تحت اثر شتاب زلزله ممکن است دچار ناپایداری خارج از صفحه شوند. این پدیده بخصوص در محل هایی که اتصال مناسب میان دیوار و سازه صورت نگرفته باشد، تشدید می‌گردد، بنابراین با استفاده از مصالح سبک از یک سو و اتصال مناسب میان دیوار و سازه از سوی دیگر، خطر فرو ریزی دیوارها و ایجاد آوار برطرف می‌گردد.

#### معرفی مصالح مصرفی:

آجر فشاری :

آجر های فشاری از جمله مصالح سنتی بوده که امروزه کاربرد آن تا حد زیادی کاهش پیدا کرده است. آجرها از جنس خاک رس پخته شده می‌باشد. این آجرها دارای ابعاد ۵،۵\*۱۱\*۲۲ سانتی متری می‌باشد و بدلیل دقیق نبودن ابعاد، مصالح زیادی در نازک کاری بکار می‌رود. از آجر فشاری دیوارهایی با ضخامت ۵ و ۱۰ و ۲۰ و ۲۵ سانتی متری ساخته می‌شود.

آجر سفال :

این آجرها در کارخانه بصورت اتوماتیک ساخته شده و ابعادشان کاملا دقیق و معمولا ۱۰\*۲۰\*۲۵ و ۲۰\*۲۰\*۲۵ و... می‌باشد. از این آجرها می‌توان تیغه‌هایی با ضخامت حداقل ۷ سانتی متر اجرا کرد. مصالح مصرفی برای این نوع آجرها ملات ماسه سیمان است و امروزه کاربرد بسیار زیادی دارد. بلوک هبلکس :

این بلوک ها از اختلاط و پخت ماسه سیلیسی، سیمان، آهک، پودر آلومینیوم و آب ساخته می‌شود. وزن این بلوک ها تقریبا یک سوم وزن آجر فشاری است و در ابعاد ۲۵\*۶۰ و ضخامت ۱۰ و ۱۵ و ۲۰ و ۲۵ و ۳۰ سانتی متری ساخته می‌شود. این بلوک اگر خوب چیده شود نیازی به اندود گچ و خاک ندارد. این بلوک چون چسبندگی مناسبی با ملات ماسه سیمان ندارد و کارخانه تولید آن هم کم است، می‌تواند از دلایل استفاده کمتر از این بلوک باشد. بلوک لیکا :

این بلوک از دانه‌های رسی که از انبساط خاک رس در کوره های گردان مخصوص حاصل شده ساخته می‌شود. این بلوک‌ها در ابعاد ۱۰\*۲۰\*۴۰ بصورت دو سوراخه و ۸\*۲۰\*۴۰ بصورت توپر ساخته می‌شود و دارای زبانه برای قفل و بست شدن است. کارخانه سازنده این بلوک ها در کشور انحصاری است و هزینه حمل آنها نسبتا زیاد است.

پانل‌های گچی :

این پانل ها از جنس گچ و در ابعاد ۱۰\*۵۶،۵\*۵۰ تولید می‌شود. این دیوارها در دو نوع دو سوراخه و تک سوراخه می‌باشد و سطح پانل ها کاملا صاف و در دو طرف دارای کام و زبانه می‌باشد. ملات مصرفی برای این نوع دیوارها ترکیب گچ و سریش به نسبت ۵ به ۱ و آب است. این بلوک ها سبک بوده و سرعت اجرای زیادی دارند ولی برای دیوارهای خارجی و دیوارهای در معرض رطوبت مناسب نیستند و باید خوب عایق کاری شوند. بلوک‌های سه بعدی :

این بلوک‌ها از یک لایه پلی استایرن به ضخامت حداقل ۴ سانتی متر که با دو لایه مش از فولاد گالوانیزه با مقاومت ۶۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع که از دو طرف پوشانده شده و اتصال دو مش از طریق میلگردهای فولادی تامین می‌شود، تشکیل شده است. دو لایه مش از طریق شاتکریت با بتن ریزدانه با مقاومت ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و حداقل ضخامت ۳ سانتی متر پوشانده می‌شود. این دیوارها بصورت تک لایه و دولایه ساخته می‌شود. در نوع دولایه، فضای بین دولایه در محل کار با بتن پر می‌شود. وزن این دیوارها تقریبا ۴۰ درصد وزن آجر فشاری است. در ساختمان ها باید از نوع نسوز یا کند سوز استفاده شود.

دیوارهای کناف :

صفحات مسلح سیمانی :

صفحات مسلح سیمانی، ترکیب فشرده از سیمان پرتلند و مواد افزودنی خاص بوده که سطوح پشت و رو و لبه‌های طولی آنها توسط شبکه‌ای از الیاف شیشه ( فایبر گلاس) مسلح شده‌است. نحوه‌ی اجرا و نصب صفحات بدین صورت می‌باشد که برای استفاده از این صفحات بعنوان دیوارهای خارجی یا داخلی، ابتدا یک زیر سازی دقیق با استفاده از پروفیل‌های فولادی و گالوانیزه سبک صورت می‌گیرد. این پروفیل ها به همراه اتصالات مخصوص، توسط پیچ به تیرها و ستون ها متصل می‌شوند. بعد از تشکیل چهارچوب زیر سازی، نوبت وصل صفحات بر روی چهارچوب می‌باشد. البته اگر دیوارها مثل دیوارهای خارجی در معرض آب و رطوبت بالا باشند، قبل از نصب ورق ها باید آب بندی صورت گیرد که این آب بندی توسط الیاف ریز پلی اتیلن می‌باشد که دارای سطح چروک است و از یکطرف خاصیت زهکشی داشته و از ورود آب و رطوبت به داخل ساختمان جلوگیری می‌کند، و از طرف دیگر دارای خاصیت تنفسی بوده و اجازه می‌دهد که رطوبت و بخار آب از داخل ساختمان به بیرون هدایت شود. بعد از مرحله آب بندی، صفحات توسط پیچ به چهارچوب متصل می‌شوند.

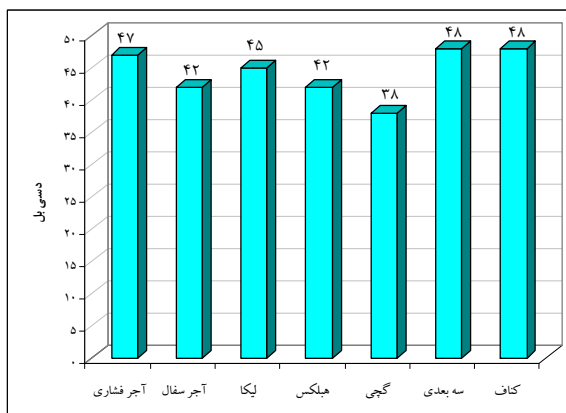
بعد از مرحله نصب ورق‌ها نوبت به درزگیری می‌رسد. در این مرحله بر روی درزها بتونه درزگیر که تشکیل شده از سیمان و الیاف مخصوص می‌باشد بصورت لایه نازک کشیده می‌شود، سپس بر روی بتونه یک شبکه توری از الیاف فایبرگلاس قرار می‌گیرد و دوباره روی آن بتونه کشیده شده تا از ایجاد ترک در محل درزها جلوگیری شود. این ورق‌ها در ابعاد ۰/۹ متر و ارتفاع ۱/۲ و ۲/۴ متر وضخامت این ورق‌ها ۱۲/۵ میلی‌متر می‌باشد. صفحات گچی :

صفحات روکشدار گچی که طی یک فرآیند بهم پیوسته تولید می‌شود، دارای هسته گچی بوده و سطح و لبه‌های طولی آنها با کاغذ محکم مخصوص پوشانده شده است. این ورق‌ها در چهار نوع به شرح زیر می‌باشند :

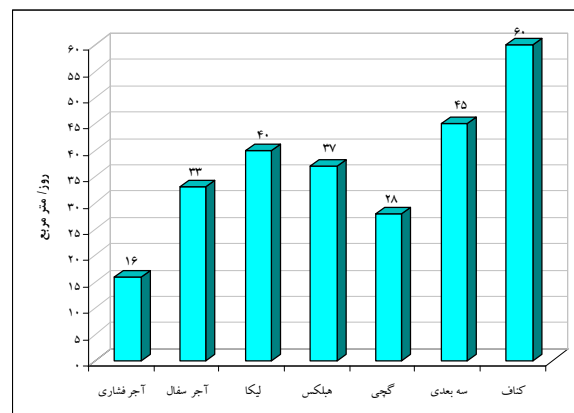
- ورق‌های معمولی RG که سطح و لبه‌های طولی آنها با مقوای محکمی پوشیده شده و در دیوارهای جداکننده و جاهاییکه رطوبت کمتر از ۶۰٪ است بکار می‌رود.

- ورق‌های مقاوم در برابر رطوبت MR که گچ و کاغذ روکشدار آنها با مواد مقاوم در برابر رطوبت ترکیب داده شده است. از این ورق‌ها در قسمت‌های مرطوب ساختمان مثل سرویس‌ها و آشپزخانه استفاده می‌شود.

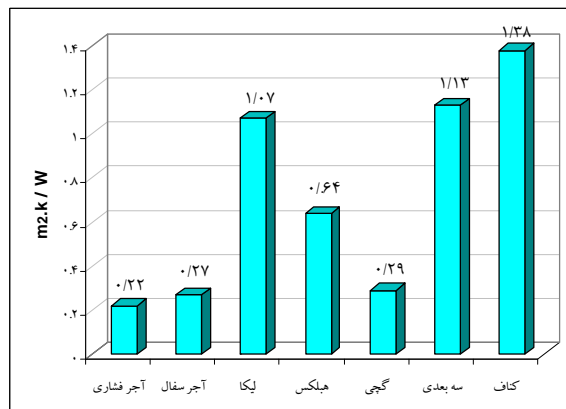
- ورق‌های مقاوم در برابر حریق FR که گچ آنها حاوی الیاف فایبرگلاس بوده و در دیوارهای جداکننده و جاهاییکه نیاز به مقاومت در برابر حریق می‌باشد، مانند تیر و ستون‌های سازه‌های فلزی بکار می‌رود.



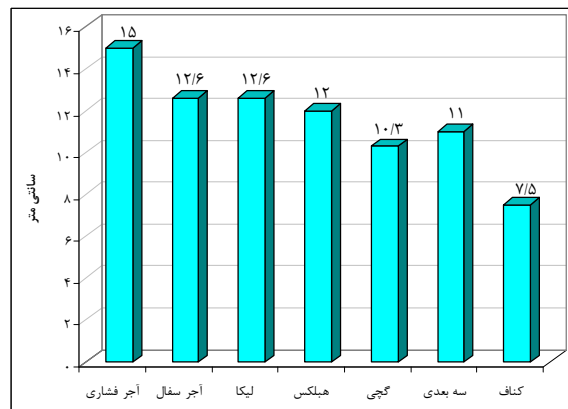
نمودار ۲- مقایسه میزان کاهش صدای مصالح با ضخامت یکسان



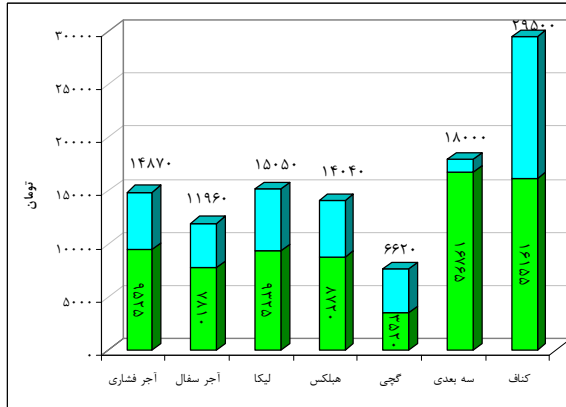
نمودار ۱- مقایسه سرعت اجرای دیوارهای خارجی و داخلی



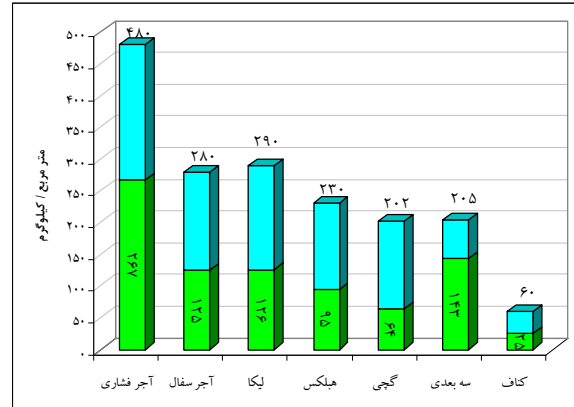
نمودار ۴- مقایسه مقاومت حرارتی دیوارهای تیغه‌ای



نمودار ۳- مقایسه حداقل ضخامت دیوارهای تیغه‌ای

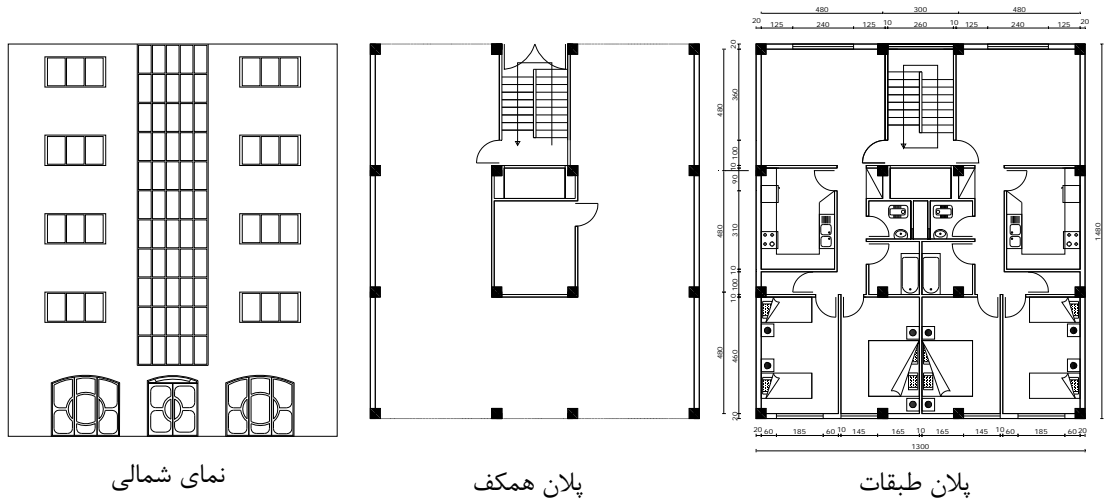


نمودار ۶- مقایسه هزینه اجرای دیوار های خارجی و تیغه ها



نمودار ۵- مقایسه وزنی دیوار های خارجی و تیغه ها با نازک کاری

در این شکل یک سازه پنج طبقه طراحی و از مصالح مختلف در آن استفاده شده و تاثیر استفاده از مصالح از لحاظ وزن، هزینه، سرعت اجرا و... در جداول ارائه شده است.



نمای شمالی

پلان همکف

پلان طبقات

جدول ۱- هزینه اجرای دیوارها با نازک کاری ( تومان )

	آجر فشاری	آجر سفال	لیکا	هبلکس	گچی	سه بعدی	کناف
هزینه واحد سطح دیوارهای داخلی	۹۵۲۵	۷۸۱۰	۹۳۲۵	۸۷۲۰	۳۵۲۰	۱۶۷۶۵	۱۶۱۵۵
A=190m <sup>2</sup>   هزینه کل	۱۸۰۹۷۵۰	۱۴۸۳۹۰۰	۱۷۷۱۷۵۰	۱۶۵۶۸۰۰	۶۶۸۸۰۰	۳۱۸۵۳۵۰	۳۰۶۹۴۵۰
هزینه واحد سطح دیوارهای خارجی	۱۴۸۷۰	۱۱۹۶۰	۱۵۰۵۰	۱۴۰۴۰	۶۶۲۰	۱۸۰۰۰	۲۹۵۰۰
A=107m <sup>2</sup>   هزینه کل	۱۵۹۱۰۹۰	۱۲۷۹۷۲۰	۱۶۱۰۳۵۰	۱۵۰۲۲۸۰	۷۰۸۳۴۰	۱۹۲۶۰۰۰	۳۱۵۶۵۰۰
هزینه دیوارهای هر طبقه	۳۴۰۰۸۴۰	۲۷۶۳۶۲۰	۳۳۸۲۱۰۰	۳۱۵۹۰۸۰	۱۳۷۷۱۴۰	۵۱۱۱۳۵۰	۶۲۲۵۹۵۰
هزینه دیوارهای کل ساختمان	۱۳۶۰۳۳۶۰	۱۱۰۵۴۴۸۰	۱۳۵۲۸۴۰۰	۱۲۶۳۶۳۲۰	۵۵۰۸۵۶۰	۲۰۴۴۵۴۰۰	۲۴۹۰۳۸۰۰

جدول ۲- مدت زمان اجرای دیوارها با نازک کاری ( روز )

کناف	سه بعدی	گچی	هبلکس	لیکا	آجر سفال	آجر فشاری	
۶۰	۴۵	۲۸	۳۷	۴۰	۳۳	۱۶	سرعت اجرای دیوارهای داخلی روز/m <sup>2</sup>
۳/۲	۴/۲	۶/۸	۵	۴/۷	۵/۷	۱۲	زمان کل A=190m <sup>2</sup>
۵۰	۴۵	۲۵	۳۴	۴۰	۳۰	۹	سرعت اجرای دیوارهای خارجی روز/m <sup>2</sup>
۲/۱	۲/۴	۴/۲	۳	۲/۷	۳/۶	۱۲	زمان کل A=107m <sup>2</sup>
۵/۳	۶/۶	۱۱	۸	۷/۵	۹/۳	۲۴	مدت اجرای دیوارهای هر طبقه
۲۳	۲۸	۴۵	۳۳	۳۰	۴۰	۱۰۰	مدت اجرای دیوارهای کل ساختمان

جدول ۳- برآورد وزن دیوارها با نازک کاری ( کیلوگرم )

کناف	سه بعدی	گچی	هبلکس	لیکا	آجر سفال	آجر فشاری	
۲۵	۱۴۳	۶۴	۹۵	۱۲۶	۱۲۵	۲۶۷	وزن واحد سطح دیوارهای داخلی
۴۷۵۰	۲۷۱۷۰	۱۲۱۶۰	۱۸۰۵۰	۲۳۹۴۰	۲۳۷۵۰	۵۰۷۳۰	وزن کل A=190m <sup>2</sup>
۶۰	۲۰۵	۲۰۲	۲۳۰	۲۹۰	۲۸۰	۴۸۰	وزن واحد سطح دیوارهای خارجی
۶۴۲۰	۲۱۹۳۵	۲۱۶۱۵	۲۴۶۱۰	۳۱۰۳۰	۲۹۹۶۰	۵۱۳۶۰	وزن کل A=107m <sup>2</sup>
۱۱۱۷۰	۴۹۱۰۵	۳۳۷۷۵	۴۲۶۶۰	۵۴۹۷۰	۵۳۷۱۰	۱۰۲۰۹۰	وزن دیوارهای هر طبقه
۴۴۶۸۰	۱۹۶۴۲۰	۱۳۵۱۰۰	۱۷۰۶۴۰	۲۱۹۸۸۰	۲۱۴۸۴۰	۴۰۸۳۶۰	وزن دیوارهای کل ساختمان

جدول ۴- برآورد مقدار برش پایه در سازه در اثر زلزله با توجه به نوع مصالح (تن)

کناف	سه بعدی	گچی	هبلکس	لیکا	آجر سفال	آجر فشاری
۸۴/۹۱۰	۱۰۱/۴۸۸	۹۵/۸۵۸	۹۹/۹۱۱	۱۰۵/۵۱۴	۱۰۴/۶۱۷	۱۲۶/۱۶۸

جدول ۵- برآورد مقدار آرماتورهای بکار رفته در اسکلت سازه با توجه به نوع مصالح (تن)

کناف	سه بعدی	گچی	هبلکس	لیکا	آجر سفال	آجر فشاری
۴/۷۹۵	۶/۱۵۰	۵/۴۲۵	۵/۵۸۰	۵/۸۵۰	۵/۷۰۰	۶/۶۳۵
۶/۶۲۵	۸/۸۱۰	۷/۱۶۵	۸/۲۲۰	۸/۷۸۰	۸/۵۸۰	۹/۲۵۵
۱۱/۴۲۰	۱۴/۹۶۰	۱۲/۵۹۰	۱۳/۸۰۰	۱۴/۶۳۰	۱۴/۲۸۰	۱۵/۸۹۰

#### نتیجه گیری :

با توجه به نتایج بدست آمده از بررسی‌های انجام گرفته که در جداول ارائه شده است، دیوارهای کناف در مقایسه با سایر دیوارها، خیلی سبک بوده و سرعت اجرای بالایی دارد و عایق صوتی و حرارتی بسیار خوبی می‌باشد. همچنین این نوع دیوارها بدلیل اینکه بصورت ریل‌های مخصوص به قاب‌های اسکلت سازه متصل می‌شوند، هیچگونه تغییری در سختی قاب طراحی شده نمی‌دهند. اگرچه هزینه این نوع دیوارها در مقایسه با دیوارهای دیگر زیاد می‌باشد، ولی استفاده از این نوع مصالح در سازه‌های بلند مرتبه تا حد زیادی می‌تواند باعث صرفه جویی در میزان آرماتور مصرفی و کاهش ابعاد تیر و ستون‌های سازه شود. علاوه بر این، بدلیل فوق العاده سبک بودن این نوع دیوارها، نیرویی که هنگام زلزله به سازه اعمال می‌شود، بسیار کاهش یافته و در نتیجه آسیب پذیری سازه کم شده که این خود می‌تواند با تامین ایمنی و حفظ جان ساکنین ساختمان، هزینه‌های اولیه را تا حد قابل قبولی جبران کند.

#### مراجع :

- ۱- ( تیغه های جدا کننده داخلی در ساختمان سازی ) مولف : علی مسعود انواری
- ۲- Edward.L Wilson, Ashraf Habibullah “ Numerical Methods in SAPE2000”
- ۳- اصول مهندسی زلزله، مولف : خسرو برگی انتشارات ماجد
- ۴- تنوری مقدماتی سازه‌ها ترجمه و تدوین : مجید بدیعی انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیر
- ۵- مقررات ملی ساختمان مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
- ۶- آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
- ۷- طراحی سازه‌های مقاوم در برابر زلزله تالیف واکایایاشی