

# بررسی و مقایسه دو سیستم انبوه‌سازی صنعتی



و منجر به ضعف دیوار در نقطه ضربه زدن سقف‌ها هنگام اعمال بار زلزله و عدم پیکارچگی و جدا شدن مودتی دیوارهای نما و پاروتیشن‌ها و پله در حین زلزله‌های شدید می‌گردند.

۵- عبور مسیرهای تاسیسات برقی به صورت لوله‌های خرطومی در داخل بتن دیوار باعث کاهش سطح مقطع مؤثر و ضعف در باربری آن می‌گردد. این مشکل در سیستم پائل‌های دویل که تاسیسات از لایه عایق ظرفین عبور می‌نمایند، وجود ندارد.

۶- اجرای سیستم‌های مشابه قالب تونلی، نیاز به تخصص بیشتر و ابزار و تجهیزات مفصل‌تری نسبت به روش‌های RICE دارد به همین علت با گرم شدن بازار انبوه‌سازی شرکت‌های متماثل به صنعتی‌سازی به این عرصه وارد شدند.

۷- ضربه بالای انتقال حرارت بتن باعث سختی در اجرا و ایجاد مشکلات با راه حل‌های گران و یا محدودیت‌های اجرایی در عایق‌کاری سطوح پیرامونی بنا گردیده و عایق‌کاری اجباری مطابق میحث نوزدهم مقررات ملی را به سمت غیر اقتصادی شدن سوق می‌دهد. غالباً راهکارهای ارزان‌تر مانند عایق‌کاری دیوارها از داخل منجر به پدیده پخ زدن دیوارها از بیرون و یا ایجاد پدیده پل بیرونی در تراز سقف‌ها شده، که از مشکلات دائمی فراوانی این سیستم در مناطق با آب و هوای غیر معتدل بوده و نهایتاً منجر به افزایش هزینه‌های تامین انرژی و خرید و نگهداری سیستم‌های تاسیساتی اینگونه بنا‌ها می‌گردد.

یکی از مناسب‌ترین راهکارهای عایق‌کاری سطوح خارجی، استفاده از پائل‌های ۲D در سطوح نمای سیستم‌های قالب تونلی است. در خصوص دیوارهای پر اجرا شده با قالب تونلی در سطوح خارجی بنا، مناسب‌ترین راه، استفاده از ۲D پائل ویژه تریپدی سمت همسایه به روش دیوار کوبی با بولت‌های بلند و واتر تسمه فولادی از بیرون می‌باشد.

شیکه مش این محصول از یک سمت کاملاً به پلی استایرن چسبیده و از همین سمت کاملاً به پوسته خارجی دیوار بتنی مماس می‌گردد و مش سمت دیگر با فاصله مناسب از سطح هسته عایق غالباً با بتن سبک یا متخلخل که به سطح خارجی چسبیده می‌شود، پوشانده

می‌باشد. علیرغم سرعت بالا و قیمت تمام شده پایین و رقابتی برای هر متر مربع زیر بنا، سیستم دیوارهای بتنی با قالب‌های معمول در چند زمینه دارای نکات قابل تأملی بود:

۱- جهت سرشکن شدن هزینه بالای طرح و ساخت قالب‌ها و حرکت به سمت توجیه پذیری طرح، تعداد واحدهای در دست اقدام بایستی از حدود چند هزار

## در سیستم ICF محدودیت‌های طرح معماری به مثابه قالب تونلی وجود نداشته و در این روش پروژه‌هایی کوچک و متوسط با معماری پیچیده نیز از قابلیت اجرا و صرفه اقتصادی برخوردار می‌باشند

واحد به بالا، افزایش یابند تا استهلاک سرمایه اولیه و ساخت قالب‌ها، از لحاظ اقتصادی توجیه پذیر باشد.

۲- در صورت عدم وجود قالب‌های خاص منطبق بر طرح سازه‌ای هر پروژه، مدت زمانی در حدود ۶ ماه جهت طرح و ساخت تجهیزات مزبور بایستی صرف گردد که این امر در خصوص طرح‌های ضربتی و سریع‌الاحداث مسکن، تا حدودی منجر به ایجاد خواب سرمایه، تعلل در پاسخ به نیاز مسکن و تشدید اثر تورمی ناشی از تأخیر در شروع ساخت واحدها می‌گردد.

۳- مسائل خاص قالب بتنی و قالب برداری در روش‌های مشابه قالب تونلی، در طرح معماری محدودیت‌هایی وجود دارد و واحدهای مسکونی و فضاها غالباً باید به صورت مدول‌های کاملاً تکراری و موازی ساخته شوند.

۴- از نظر سازه‌ای، اجرای رامکا (لایه ملاتی) که در پاشنه دیوار جهت مهار پایین قالب و امکان برداشتن قالب کوتاه‌تر از ارتفاع طبقه، استفاده می‌شود، باعث ایجاد درز سرد و عدم پیکارچگی بتن دیوار دو طبقه روی هم شده

نسباً زیادی برخوردار بوده و غالباً به علت محدودیت ابزار و تجهیزات پیمانکاران طرح‌های کوچک و نیز محدودیت‌های معماری در ساختمان‌های شهری حتی المقدور از آن پرهیز گردیده و نهایتاً به استفاده از دیوار بتنی در حایل‌های زیر زمین و دیوارهای برشی موضعی جهت بهبود رفتار لرزه‌ای و پایدار سازی در برابر فشار خاک زیر پی همسایه‌ها، بسنده می‌گردد.

اما این امر در صورت وجود پیمانکارانی با ابزار و تجهیزات کافی، استفاده از پرسنلی ماهر و آموزش دیده و تعریف پروژه، بصورت اجرای یکسری طرح تکراری که سرعت کار را بالا می‌برد و نیز بهره بردن از اثر دیوار مشترک، که هزینه آن بین دو واحد یا دو فضای مجاور تقسیم می‌گردد و نیز محاسبه تاثیر حذف نیاز به دیوارهای جداکننده و پیرامونی بنا، (دو منظوره بودن دیوار در نقش عنصر معماری و سازه)، باعث ایجاد طرحی با کیفیت و استحکام مناسب و در عین حال اقتصادی گردیده و از این تفکر سیستم‌های ساختمانی انبوه‌سازی، مانند لارژ پائل، قالب‌های تونلی، میز برنده، سیستم تونلی با سقف قالب سر خود نیمه پیش ساخته و سیستم‌های دیوار باربر با بتن درجا یا پیش ساخته، پا به عرصه ظهور نهاده‌اند.

قیمت تمام شده سیستم‌های مشابه قالب تونلی که در کشور اجرا شده اند، نسبت به روش RICE پایین‌تر می‌باشد ولی قیمت فروش آن سیستم توسط مجری آن لزوماً ارزان‌تر نیست. چرا که قیمت فروش صرفاً شامل هزینه تأمین مصالح و دستمزدها بصورت امانی نمی‌باشد بلکه قیمت فروش شامل آیت‌های قابل توجهی مانند هزینه تجهیز کارگاه، بالاسری فعالیت‌های اداری و تأمین منابع مالی، سود و سهم هزینه ابزار و تجهیزات تقسیم بر زیربنا و غیره می‌باشد.

در روش قالب‌های ماندگار یا اضافه شدن عملکرد تاسیساتی به دیوارها نقش عایق بودن دیوارها و سقف‌ها در برابر گرما و سرما، حدبندی کوبه‌ای و هوا برد و نیز عایق بودن در برابر رطوبت مزیت‌هایی را به سیستم دیوار باربر بتنی افزود. این خصوصیات در اکثریت قریب به اتفاق سیستم‌های تونلی و مشابه آنها، قابلیت اجرا نداشته و تا بحال در حجم انبوه اجرا نگردیده است.

پدیده‌ای است با عنایت به مشکلات عملی عایق‌کاری سیستم تونلی، مانند عایق‌کاری از داخل که ضعف سطح تمام شده روی لایه سست عایق را در بردارد شاید تا بحال صاحبان این تکنولوژی از ارائه قیمت تعهد آور سیستمی که دارای عایق‌کاری کامل مطابق میحث ۱۹ باشد خودداری نموده و صرفاً به ارائه جزئیات تئوریک (تجربه نشده) اثبات کننده امکان عایق‌کاری این سیستم پرداخته‌اند.

از این موضوع می‌توان نتیجه گرفت یکی از مکمل‌های ایده آل سیستم تونلی، انواع پائل‌های ۲D در اجرای عایق‌کاری، اجرای پاروتیشن‌های داخلی و اجرای پله و پاگرد

از ابتدای تاریخ ختاه سازی به روش‌های سنتی، دیوارهای باربر اولین سیستم دو منظوره ای بودند، که ضمن جداسازی فضاها (نقش معماری)، برای سقف‌ها نیز نقش تکیه گاه و منتقل کننده وزن به شالوده را ایفا می‌کردند (نقش سازه‌ای).

ضعف سیستم‌های دیوار باربر آجری و سنگی، ضخامت و وزن بالا و عدم تحمل کشش و خمش بود که در حین زلزله آنها را ناپایدار می‌ساخت.

با ورود تکنولوژی بتن مسلح این ضعف برطرف گردید و با طرح‌های معماری منطبق بر سیستم دیوار باربر مقاومت در برابر زلزله با دیوارهای تعبیه شده در دو جهت و تکیه‌گاه سقف‌ها (عملکرد نقلی) با دیوارهای موازی در یک جهت تأمین گردید.

با این روش بهترین سیستم انبوه‌سازی تا آن زمان که در آن اسکلت (عنصر سازه‌ای) با دیوارها (عنصر معماری) یک آیت‌م بوده و همزمان اجرامی می‌گردد، به بازار معرفی شد. با ورود تکنولوژی قالب عایق ماندگار برای اجرای دیوارهای باربر بتنی عایق‌کاری همزمان با اجرای دیوار سازه‌ای و جداکننده (عنصر تاسیساتی) سیستم انبوه‌سازی را نسبت به قبل بهینه‌تر نمود.

عامل مؤثر در این حالت، رفتار مناسب سازه، ناشی از مقدار و تعداد زیاد اعضای سازه‌ای یکبار رفته در یک ساختمان می‌باشد، که باعث می‌شود اعضای مزبور در لاغرترین حد مجاز خود، جویگویی ایستایی لازم باشند.

این امر باعث ابداع روش دیوارهای باربر با بتن مسلح سازه‌ای گردید که این بار به علت تحمل نیروی کششی ناشی از مسلح بودن (یکبار گیری میلگرد در مصالح) در برابر بارهای کششی، خمشی و جانی نیز از مقاومت کافی برخوردار بوده و با حذف ضعف دیوارهای باربر پایه‌ای، ابراد عدم استحکام و عدم پایداری در برابر زلزله و محدودیت دهانه و طبقات، در آنها مرتفع گردید.

تأمین پارکینگ یا فضاها بزرگ و پلاز در طبقات پیلوت به این روش در ساختمان‌های با دیوار باربر در زمین‌های شهری متفاوت بوده و در سایت‌های انبوه‌سازی که فضای پیرامون هر آپارتمان به آن پلوک تعلق دارد، می‌توان پارکینگ‌هایی با ورودی اختصاصی برای هر خودرو، در بین دیوارهای باربر موازی، به فواصل ثابت در نظر گرفت.

هرچند در پروژه‌های انبوه‌سازی مسکن ارزان قیمت، اصولاً تعبیه فضاها مشاع در سنگین‌ترین و گران‌ترین طبقه سازه‌ای (طبقه پایین واحدهای مسکونی) اقتصادی نبوده و روش منطقی رایج برای ابتکار، استفاده از پارکینگ‌های مسطح در حیاط و زیر حیاط می‌باشد.

قالب بتنی و آرماتور بتنی در تعداد دیوارهای بتنی در ساختمان‌های معمول بتنی (طرح‌های غیر انبوه و سیستم‌های دارای تیر و ستون) از هزینه و سختی

**مسائل خاص قالب بتنی و قالب برداری در روش‌هایی مانند قالب تونلی، در طرح معماری محدودیت‌هایی وجود دارد و واحدهای مسکونی و فضاها غالباً باید به صورت مدول‌های کاملاً تکراری و موازی ساخته شوند**

می‌شود. بدیهی است در سیستم ICF محدودیت‌های طرح معماری به مثابه قالب تونلی وجود نداشته و در این روش پروژه‌هایی کوچک و متوسط با معماری پیچیده نیز از قابلیت اجرا و صرفه اقتصادی برخوردار می‌باشند.

آخرین نسل از قالب‌های عایق ماندگار نوع مسلح آنها می‌باشد. با ورود این تکنولوژی به بازار قالب بتنی، آرماتوربتنی و عایق‌کاری در اجرای کلیه المان‌های سازه‌ای شامل دیوارهای باربر و غیرباربر، انواع سقف‌های با دال دو طرفه و بک‌تفرقه و پله و پاکرد، به صورت همزمان و نیمه پیش ساخته (صنعتی) اجرامی می‌گردد.

محدودیت تعداد طبقات در هر دو سیستم قالب تونلی و قالب ماندگار مطابق با آیین نامه زلزله ایران (استاندارد ۲۸۰۰) معادل ۵۰ متر ارتفاع و یا ۱۵ طبقه می‌باشد. در کشور ترکیه ساختمان‌های احداث شده به روش تونلی تا ۲۵ طبقه مجاز دانسته شده است. در ایران سازندگان بزرگ و یا نیمه دولتی دارای نمونه کار اجرا شده بین ۱۶ تا ۲۸ طبقه به این روش می‌باشند.