

مقایسه الزامات کاربردی نمونه‌هایی از فن‌آوری‌های صنعت ساختمان از دیدگاه معماری

غزال راهب

عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، بخش معماری و طراحی محیط
Raheb@bhrc.ac.ir

چکیده

این مقاله به دنبال تعیین دامنه کاربرد و تبیین راهکارهایی جهت استفاده مناسب از سیستم‌ها، فرآورده‌ها و روش‌های ساخت نوین به منظور ساخت مسکن مطلوب و باهویت در ایران بوده است؛ به گونه‌ای که در تعارض با ویژگی‌های محیط طبیعی و مصنوعی - پتانسیل‌ها و امکانات و همچنین الگوهای بومی ارزشمند آن محیط قرار نگیرد. در این راستا، شاخص‌هایی برای بررسی سیستم‌ها تعریف شده تا بتوان پس از پرداختن به هر سیستم در راستای شاخص‌های مذکور، امکان تحلیل و مقایسه سیستم‌ها را فراهم آورد. در این تحقیق سیستم‌ها و روش‌هایی طرح شده‌اند که از عمومیت بیشتری برخوردار بوده‌اند؛ بررسی هر سیستم با استفاده از روش مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی انجام و اطلاعات مورد نظر استخراج شده است. سپس قابلیت‌ها و محدودیت‌های سیستم‌های مذکور در راستای محورهای زیر تدوین شده است:

- انواع گونه‌های مجموعه‌های مسکونی از نظر شکل و عملکرد
 - قابلیت‌های اجرایی مورد انتظار در ساخت و بهره‌برداری مجموعه‌های مسکونی
 - مؤلفه‌های تأمین شرایط آسایش محیطی در مجموعه‌های مسکونی
- در ادامه بررسی قیاسی سیستم‌های مورد نظر بر اساس شاخص‌ها ذکر شده؛ امکان انتخاب سیستم ساختمانی بهینه را برای شرایط و طرح مورد نظر فراهم می‌آورد.

واژگان کلیدی: فن‌آوری‌های ساختمان، شاخص‌ها، سیستم‌ها، آسایش محیطی، سیستم ساختمانی بهینه

۱- مقدمه

- استاندارد کردن تولیدات و سازماندهی تولید، توزیع و اتحاد نیروها در تمام مراحل انجام فرایندهای ساختمانی

- امکان تمرکز پیش‌سازی در مجموعه‌های بزرگ، و هماهنگی طراحی پیش‌ساخته‌ها

- کاهش جرم یا وزن ساختمان با استفاده از مصالح فرآورده‌های ساختمانی پیش‌ساخته سبک

- قابلیت کنترل زمانی ساخت و برنامه‌ریزی مناسب در فصل‌های نامناسب کاری

- امکان مهار نیروهای زلزله به طور دقیق و کنترل در فرایند تولید

- انتخاب دقیق مصالح و استفاده آسان از ابزارهای ساختمانی و کنترل کیفیت بسیار دقیق (Warszawski, 1999)

اما، صنعتی سازی با وجود نکات مثبتی که به همراه دارد، باید بتواند در هماهنگی با محیط طبیعی، شرایط اقلیمی، ارزش‌های پایدار معماری و الگوهای بومی مسکن شکل گیرد. از انعطاف لازم در طرح و ساخت برخوردار باشد و قابلیت هماهنگی با

کمبود مسکن و نیاز فزاینده به تأمین آن در ایران، پروژه‌های انبوه‌سازی تأمین مسکن را به منظور استفاده اقشار مختلف جامعه و به خصوص، قشر کم‌درآمد در اولویت قرار داده است. این موضوع در اکثر کشورهای در حال توسعه که جمعیت شهرنشین آن در حال افزایش است، به چشم می‌خورد. از طرف دیگر قرار گیری ایران در منطقه پرخطر زلزله سبب شده که توجه به مقاومت‌سازی ساختمان‌ها در برابر نیروهای جانبی و همچنین سبک‌سازی ساختمان به منظور افزایش کارایی ساختمان در برابر زلزله مورد توجه قرار گیرد. سرعت و کاهش هزینه ساخت مسکن و همچنین گرایش به سبک‌سازی و مقاوم‌سازی ساختمان‌ها، نیاز به استفاده از سیستم‌ها و فن‌آوری‌های نوین و صنعتی‌سازی ساخت مسکن را در جامعه امروز کشور ایجاد کرده است. صنعتی‌سازی ساخت مسکن مزایای زیر را بخود به همراه دارد:

۲- روش و مراحل انجام تحقیق

روش این تحقیق مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی است. در بخش کتابخانه‌ای کلیه اسناد فنی مرتبط با سیستم‌های ساختمانی مورد نظر بررسی شده‌اند. در بخش میدانی نظرات تولیدکنندگان سیستم و سازندگان در قالب پرسشنامه و مصاحبه حضوری براساس شاخص‌های بررسی در یافت شده و همچنین بازخورد نمونه‌هایی از ساختمان‌های ساخته شده با این سیستم در قالب مشاهده و مصاحبه با ساکنین این دست ساختمان‌ها کسب شده است. اولین مرحله این تحقیق، شناخت شاخص‌هایی است که استفاده از یک سیستم، زیر سیستم و یا یک فرآورده ساختمانی را قابل پذیرش و یا غیرقابل پذیرش می‌کند تا چارچوبی را برای بررسی قابلیت‌ها و محدودیت‌های سیستم‌ها و امکان مقایسه آن‌ها به دست دهد. در این بخش، مهم‌ترین محورهای ارزیابی تولیدات صنعتی از دیدگاه معماری و شاخص‌های بررسی این محورها ارائه شده‌اند تا امکان مقایسه تحلیلی سیستم‌ها جهت انتخاب سیستم مناسب را فراهم آورند.

۳- محورهای مؤثر بر انتخاب سیستم ساختمانی و شاخص‌های بررسی آن

برای انتخاب سیستم ساختمانی بهینه در پروژه‌های انبوه‌سازی سه محور اصلی به شرح زیر و زیرمحورهای هر یک مطرح می‌باشند:

۳-۱- گونه‌های مجموعه‌های مسکونی از نظر شکل و عملکرد

شکل و عملکرد یک مجموعه مسکونی در تعامل کامل با بستر شکل‌گیری خود قرار می‌گیرد. بنابراین لازم است که در ابتدا دسته‌بندی از انواع گونه‌های شکل‌گیری مجتمع از منظر دو محور ذکر شده صورت گیرد تا قابلیت‌ها و محدودیت‌های سیستم‌ها در دستیابی به گونه‌های ذکر شده طرح شوند. مؤلفه‌های شکل دهنده مجموعه‌های مسکونی از حیث شکل و عملکرد و گونه‌های موجود در هر یک به شرح زیرند:

الف: گونه‌های حجمی: این گونه‌ها که اغلب فرم‌های افلاطونی و یا فرم‌های مشتق از آن هستند، از بررسی انواع گونه‌های ساخته شده در ایران و جهان و دسته‌بندی آن حاصل شده‌اند؛ انواع گونه‌های حجمی مذکور عبارتند از: مکعب فشرده، مکعب مستطیل کشیده، پلکانی، واحدهای حجمی مجزا، ترکیب

شرایط منطقه را داشته‌باشد. تولید صنعتی ساختمان و اجزای آن تمام حوزه‌های علوم مرتبط با ساختمان را متأثر می‌سازد و به‌منظور کاربرد مناسب باید در تداوم سنت‌های متداول ساخت و ساز منطقه شکل گیرد. این نگرش در ارتباط معماری با فرایند تولید صنعتی اهمیت بیشتری می‌یابد. فرایند صنعتی‌سازی ساختمان و استفاده از سیستم‌های ساختمانی و یا فرآورده‌های ساختمانی مرتبط با آن در مواردی نه تنها در تعامل با الگوهای معماری بومی و سنت برپایی بنا در هر منطقه قرار نمی‌گیرند، بلکه در تضاد با آن نیز واقع شوند. در عین حال، به دلایل مختلفی که در بالا ذکر گردید، استفاده از آن‌ها در ساختمان‌سازی اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین این مقاله با این رویکرد شکل گرفته است که در عین این‌که تولیدات صنعتی ساختمان را به‌عنوان واقعیتی در عرصه ساخت‌وساز امروز مورد پذیرش قرار می‌دهد، به دنبال راهکارهایی برای استفاده مؤثر از آن در جهت حفظ ارزش‌های معماری بومی، امکان تداوم سنت ساخت و انتخاب گزینه مناسب از بین تولیدات صنعتی برای شرایط مختلف و با شناخت از نقاط قوت و ضعف آن‌ها باشد. با توجه به این‌که هدف نهایی، فراهم آوردن یک معماری مطلوب است، زمینه‌های پیدایش آن را می‌توان تاحدی در چارچوب مقررات، استانداردها، دستورالعمل‌ها، آیین کارها و توصیه‌های معماری، جستجو نمود. قوانین و توصیه‌ها در دو سطح عمومی و خاص قابل تدوین است که با اتکا به آن‌ها می‌توان شرایط حداقل طراحی یک بنای مناسب از دیدگاه معماری و انتخاب سیستم ساختمانی مناسب با الزامات این معماری را فراهم نمود. اما به دو دلیل، در شرایط موجود نمی‌توان به منابع موجود در این زمینه برای شناخت الزامات معمارانه سیستم‌ها و انتخاب گزینه مناسب برای اجرا بسنده نمود:

۱. عدم تدوین آیین‌نامه‌های محلی و بومی خاص مناطق مختلف ایران و همچنین کمبود آیین‌نامه‌های عمومی جامع معماری

۲. نیاز به کار گسترده در تطبیق با قوانین و مقررات به‌منظور مقایسه میان سیستم‌ها و انتخاب گزینه بهینه

به دلایل فوق به نظر می‌رسد که بهتر است ویژگی‌ها، قابلیت‌ها و محدودیت‌های هر سیستم از وجه معماری طرح شود تا بنا به شرایط مورد نظر در خصوص به‌کارگیری آن سیستم تصمیم مناسب اخذ شود. لذا از منظر وجوه مختلف مؤثر در معماری به معرفی ویژگی‌ها، قابلیت‌ها و محدودیت‌های تولیدات صنعتی پرداخته شده و سیستم‌هایی طرح شده است که از عمومیت و دامنه کاربرد بیشتری برخوردار بوده‌اند.

اجرا، دوام، تعمیر و نگهداری، زیرسیستم‌ها و روش‌های سازگار در نماسازی و تقسیم فضاهای داخلی، پیش‌بینی تأسیسات

۳-۳- مؤلفه‌های تأمین شرایط ایمنی، آسایش و بهداشت محیطی در مجموعه‌های مسکونی

مهم‌ترین مؤلفه‌های تأمین شرایط مذکور در مجموعه‌های مسکونی به شرح زیر مورد بررسی قرار گرفته‌اند: حرارت و برودت، آکوستیک، حریق و مقاومت در برابر حشرات و قارچ‌ها و ...

۴- معرفی سیستم‌های منتخب و بررسی قابلیت آن‌ها از منظر شاخص‌های ذکر شده

از میان سیستم‌های ساختمانی که قابلیت صنعتی‌سازی دارد، سیستم‌هایی مورد بررسی قرار گرفته‌است که در حال حاضر دامنه کاربرد و رواج بیشتری در صنعت ساختمان کشور از دوجنبه تولید و اجرا یافته‌است. لازم به ذکر است که برخی از موارد ذکر شده، گاه به‌عنوان سیستم و در مواردی نیز به‌عنوان یک قطعه ساختمانی کاربرد دارند. اما در تحقیق حاضر رویکرد به آن به‌عنوان یک سیستم ساختمانی مطرح است. در ادامه شرح مختصری از هر سیستم و قابلیت‌ها و محدودیت‌های آن از منظر معماری بر اساس شاخص‌های بند ۳ ارائه شده‌است:

۴-۱- سیستم قالب تونلی

سیستم قالب تونلی که در مواردی به‌عنوان روش ساخت نیز مطرح می‌شود، اغلب در پروژه‌های بزرگ کاربرد دارد. این سیستم متشکل از قالب‌بندی‌های عظیم فولادی و یا



آلومینیومی و بتن‌ریزی یکپارچه اجزاء باربر (دال و دیوار برشی) در یک زمان می‌باشد. عملیات قالب‌بندی در سیستم قالب تونلی به دو روش انجام می‌گیرد: روش تمام تونلی و روش نیمه تونلی (میز پرنده). در روش تمام تونلی اجرای سقف و دیوار در یک مرحله انجام می‌پذیرد (به دلیل یکی بودن قالب سقف و دیوار). در روش نیمه تونلی، سقف و دیوار جداگانه قالب‌بندی و بتن‌ریزی می‌شوند، ولی دیگر عملیات اجرایی در دو روش، کاملاً یکسان می‌باشد. (معصومی، کاری، ۱۳۸۷) در این سیستم از قالب فلزی یکپارچه استفاده می‌شود. قالب‌ها برای دیوار به‌صورت

احجام، شکستگی حجم، سطوح مورب، صفحات منحنی و احجام پروخالی

ب: گونه‌های ارتفاعی: مجتمع‌های مسکونی از نظر دسته‌بندی ارتفاعی در ساخت‌وسازهای متداول و رایج در کشور به سه دسته به شرح زیر قابل تقسیم هستند.

– کوتاه مرتبه؛ این دسته معمولاً واحدهای ۱ و ۲ طبقه را دربر می‌گیرند.

– میان مرتبه؛ این دسته واحدهای ۴ الی ۷ طبقه را دربر می‌گیرند که متداول‌ترین آن ۴ طبقه روی پیلوت است.

– بلند مرتبه؛ این دسته واحدهای بلندتر از ۷ طبقه و عموماً بالای ۱۰ طبقه را دربر می‌گیرد.

پ: سازماندهی فضایی مجموعه: سازماندهی فضایی مجموعه براساس نوع رابطه دسترسی‌ها، مشاعات و فضاهای سکونتی صورت می‌گیرد و به صورت‌های زیر قابل دسته‌بندی است: بلوک‌های جدا با فضای واسط عمود، بلوک‌های دور فضای مرکزی باز، فشرده با دسترسی عمودی مرکزی، خطی با دسترسی عمود در فواصل

ت: سازماندهی فضایی واحد مسکونی: ساماندهی پلان‌های مسکونی براساس محصوریت دیداری و حرکتی که در اثر تعبیه گشایش‌های فضایی و ارتباط فضاهای مختلف واحد مسکونی شکل می‌گیرد، به دو گونه زیر قابل تقسیم است: طرح باز و طرح بسته

ث: ابعاد و اندازه‌ها: مهم‌ترین ابعاد و اندازه‌های مرتبط با یک سیستم ساختمانی که بر شکل‌گیری فضایی و طرح معماری یک مجموعه اثرگذارند، عبارتند از: ضخامت دیوار باربر، ضخامت دیوار غیرباربر، ضخامت سقف، طول دهانه و ارتفاع عمودی بدون سازه مجزا

ج: بازشوها: شاخص‌های تعریف یک بازشو که در طراحی معماری حائز اهمیت محسوب می‌شود، عبارتند از: ابعاد بازشو، محل قرارگیری بازشو، شکل بازشو و جنس بازشو (راهب، ۱۳۸۹)

۳-۲- قابلیت‌های اجرایی مورد انتظار در ساخت و بهره‌برداری مجموعه‌های مسکونی

مهم‌ترین ویژگی‌هایی که در فرایند ساخت و در مدت بهره‌برداری یک سیستم از دیدگاه معماری در این طرح مورد بررسی قرار گرفته‌اند، به شرح زیرند: قابلیت‌ها و محدودیت‌های

- استفاده از سیستم‌های فضایی متمرکز باعث کاهش تعداد قالب‌ها و کوتاهی مسیر حرکت جرثقیل‌ها می‌شود.
- امکان اجرای طرح‌های شعاعی در این سیستم و قطاع‌بندی وجود دارد. به عبارت دیگر می‌توان فرم‌های منحنی مشتق از مربع و مستطیل را اجرا نمود.
- امکان اجرای کنسول در تلفیق با سایر روش‌ها و همچنین کنسول به طول ۱/۵ متر به صورت یکپارچه با دال و دیوار وجود دارد.
- امکان ایجاد دیوارهای زاویه‌دار با کف و قوس‌دار با این سیستم وجود ندارد. اما می‌توان این فرم‌ها را با الحاق پوسته‌های غیرسازه‌ای (با در نظر گرفتن اندرکنش آن با سیستم سازه‌ای) اجرا نمود. (معصومی، ولدی، ۱۳۸۷)
- چیدمان بلوک‌ها در این سیستم باید به گونه‌ای باشد که حرکت جرثقیل در میان آن‌ها به حداقل برسد. این موضوع در واحدهای حجمی مجزا باید مورد توجه ویژه قرار گیرد.
- ارتفاع رایج طبقات با توجه به ارتفاع قالب‌های موجود، ۳ متر است که قابلیت افزایش تا ۳/۳ متر را دارد. (شرکت اکباتان)
- طول دهانه بین دیوارها (بنا به نوع سقف) ۵ الی ۵/۵ متر با قابلیت افزایش تا ۷ متر قابل اجرا است. در صورت اجرای دهانه ۷ متری امکان تقسیم آن به دو اتاق با عرض ۳/۵ متر وجود دارد. با استفاده از صفحات گسترده امکان افزایش طول دهانه‌ها تا ۱۱ متر وجود دارد که البته مناسب اهداف انبوه‌سازی نیست. (شرکت مسا)
- ضخامت سقف سیستم در دهانه ۵/۵ متر، حداقل ۱۰ سانتی‌متر پیش‌بینی می‌شود. با افزایش طول دهانه، ضخامت دال و دیوار افزایش می‌یابد. (شرکت سرمایه‌گذاری مسکن)
- ارتفاع ساختمان تا ۵۰ متر یا ۱۵ طبقه بلامانع است. (مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۸۸) بهینه اقتصادی طبقات ۸ الی ۱۰ طبقه توصیه می‌شود. (معصومی، کاری، ۱۳۸۷)
- اجرای بازشو در کنج‌ها مجاز نمی‌باشد و باید فاصله مناسب برای میله‌گردهای جانبی در نظر گرفته شود.
- امکان اجرای بازشو در دیوارهای برشی با انجام محاسبات لازم وجود دارد که البته اجرای آن در قالب‌ها با مشکلات خاص خود همراه است. در شکل بازشو، محدودیتی برای اجرا وجود ندارد.

کامل شبیه‌سازی می‌شوند. قالب دیوارهای خارجی به صورت لغزنده بالا می‌روند. با توجه به حجم قابل ملاحظه قالب‌ها، مؤثرترین شیوه استفاده از این سیستم، کاربرد قالب‌های دیواری به صورت مشترک، برای چندین ساختمان مجاور است تا از قالب و محیط کار حداکثر استفاده شود. (گلابچی، مظاهریان، ۱۳۸۸) در این سیستم هر چه تعداد طبقات بیشتر و چیدمان بلوک‌های ساختمانی به گونه‌ای باشد که حرکت جرثقیل‌ها به حداقل برسد از نظر اقتصادی مناسب‌تر است. (شرکت اکباتان) این سیستم تابع مقررات و آئین‌نامه‌های مربوط به ساختمان‌های بتن‌آرمه مانند بحث ۹ مقررات ملی ساختمان (۱۳۸۶)، آئین‌نامه بتن ایران (آبا) (۱۳۸۵) و آئین‌نامه ACI 318 آمریکا می‌باشد. همچنین قوانین مربوط به آئین نامه ۲۸۰۰ زلزله باید مورد توجه قرار گیرد. (مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۸۴) در کنار مزایا و کیفیت بالای سازه این سیستم، معماری و عملکردهای فضایی با محدودیت روبرو هستند. مهم‌ترین ویژگی‌های این سیستم (یا روش ساخت) به تفکیک محورهای بند ۳ را می‌توان به شرح زیر برشمرد:

۴-۱-۱- شکل و عملکرد

- معماری در این سیستم تا حد زیادی تابع ساختار است.
- دیوارهای برشی در این سیستم اغلب در داخل بنا قرار می‌گیرند و دیوارهای جانبی، غیرباربر هستند. (معصومی، ولدی، ۱۳۸۷)
- طراحی متقارن و منظم بهترین گزینه برای این سیستم محسوب می‌شود. استفاده از طرح‌های همسان در این سیستم توصیه می‌شوند.
- سیستم، امکان اجرای انواع طرح‌های مکعب شکل و پلکانی و ترکیب مکعب‌های پر و خالی را فراهم می‌آورد. اما ترکیب احجام با حفظ تقارن امکان‌پذیر است و هندسه منظم بهینه است.
- قالب‌ها در این سیستم نمی‌توانند به صورت منحنی یا دارای شکست باشند، بنابراین امکان اجرای احجام منحنی با صفحات شکسته و مورب با این سیستم وجود ندارد و تنها لبه قالب سقف‌ها می‌توانند با قوس یا شکست اجرا شوند. اما امکان تلفیق با سیستم‌های دیگر در جهت ایجاد فرم دلخواه را دارد.
- استفاده از ابعاد مدولار و عدم تنوع در طرح‌ها موجب کاهش تنوع قالب‌ها و تسریع کار می‌شود.
- طراحی معماری باید در راستای کفراژ و دکفراژ باشد.

۴-۱-۲- ساخت و بهره‌برداری

- به دلیل نیاز به تجهیزات گسترده و بزرگ مقیاس در پروژه‌های کوچک اقتصادی نمی‌باشد و نیاز به نیروی متخصص دارد.
- امکان الحاق و یا تغییر در اجزای سازه‌ای و یا تغییر در ابعاد پس از اجرا وجود ندارد.
- امکان ایجاد اختلاف سطح در کف وجود دارد. اما باعث کاهش سرعت اجرای عملیات می‌گردد.

- امکان اجرای زیرزمین در این سیستم (به دلیل فضای مورد نیاز برای قالب‌ها وجود ندارد). بنابراین برای اجرای زیرزمین باید از روش‌های سازه‌ای دیگر همچون با تونلی در زیرزمین استفاده نمود. (مختاری، یگانه)

- در صورت اجرای سیستم در دو جهت عمود برهم سازه رفتار مطلوب‌تری در برابر بارهای جانبی دارد، اما این مسأله محدودیت‌های معماری بسیار در بازشوها و گشایش‌ها را به همراه دارد.

- به منظور جلوگیری از پیچش دیوارهای برشی در طبقات باید روی هم قرار گیرند. (معصومی، کاری، ۱۳۸۷)

- اجرای تأسیسات در بتن مجاز نیست و باید محل عبور تأسیسات به صورت داکت پیش‌بینی گردد. تعبیه لوله‌های برق حداقل شبکه‌های آرماتور در دیوار ممکن است و استفاده از کولر به دلیل کانال‌های بزرگ آن مناسب نیست. (مختاری، یگانه)

- به دلیل سختی بالای سازه، دیوارهای جدا کننده مشکلی در تحلیل به جهت سختی صفحه‌ای در سیستم ایجاد نمی‌کنند. (شرکت مسا)

- اجرای مناسب بتن و صاف و صیقلی بودن قالب‌ها نیاز به نازک‌کاری را کاهش می‌دهد. امکان رنگ‌کردن بتن و همچنین تعبیه نما در قالب‌ها وجود دارد. امکان اندود گچ و سیمان در نمای داخل و خارج و نصب قطعات با قالب‌بندی و تمهیدات قبلی در بتن وجود دارد.

- در خصوص پله، امکان قالب‌بندی یکپارچه و بتن‌ریزی با دیگر اجزای سازه‌ای و یا به‌طور جداگانه وجود دارد.

- سیستم دارای دوام مناسب است و در برابر عوامل طبیعی (باد، بارش، تابش و رطوبت) مقاوم است.

۴-۱-۳- آسایش محیطی

- ویژگی‌های حرارتی سیستم مشابه ساختمان‌های بتنی است. از مشکلات عمده آن، ایجاد پل حرارتی است که با

عایق کاری به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. استفاده از عایق حرارتی مناسب الزامی است.

- در برابر قارچ، باکتری، جانوران و سولفات‌ها مقاوم است.
- از ویژگی‌های سازه‌های بتنی در برابر حریق برخوردار است.
- در برابر انتقال صدای هوابرد مقاومت خوبی دارد. اما باید محاسبه برای ضخامت مناسب صورت گیرد. به دلیل ضخامت کم سقف و انسجام سازه، صدای کوبه‌ای افزایش می‌یابد و برای کاهش آن نیاز به استفاده از مواد الاستیک در کف است. (معصومی، کاری، ۱۳۸۷)

۴-۲- روش قالب‌های یکپارچه بتنی

در این سیستم برخلاف سیستم تونلی سقف و دیوار به طور



جداگانه بتن‌ریزی می‌شود، به این ترتیب که ابتدا تمام دیوارها اعم از خارجی و داخلی در یک مرحله قالب‌بندی و بتن‌ریزی

می‌شوند و پس از گیرش کامل بتن، قالب‌ها از بالا خارج می‌شوند و عملیات قالب‌بندی و بتن‌ریزی دال‌ها آغاز می‌شود. این سیستم نیز تابع مقررات آئین نامه‌های ذکر شده در سیستم تونلی است. مهم‌ترین ویژگی‌های این سیستم (یا روش ساخت) به تفکیک محورهای بند ۳ را می‌توان به شرح زیر برشمرد:

۴-۲-۱- شکل و عملکرد

موارد مرتبط با شکل و عملکرد و ابعاد و اندازه‌ها در این سیستم، مشابه سیستم تونلی است و تفاوت عمده این دو سیستم در محور مذکور، قابلیت سیستم قالب یکپارچه در تأمین شکل دلخواه است. بدین ترتیب که در قالب‌بندی سیستم، امکان ایجاد فرم‌های منحنی، شیب‌دار و زوایای خاص وجود دارد و تنها باید تأمین قالب‌های مورد نیاز آن و هزینه‌های مرتبط با آن مورد توجه قرار گیرند. سطح وسیعی از دیوارها در این سیستم باربر هستند و از محدودیت‌های مرتبط با سیستم‌های صفحه‌ای در طرح معماری برخوردار است.

۴-۲-۲- ساخت و بهره‌برداری

موارد مرتبط با ساخت و بهره‌برداری مشابه سیستم تونلی است و تنها باید موارد زیر علاوه بر آن و یا به جای آن مورد توجه قرار گیرد:

– امکان ایجاد ترک‌های ناشی از نشست در بتن و بروز آن در نمای داخل و خارج وجود دارد.

– امکان تغییر ضخامت در طول دیوار با قالب واسط و امکان ایجاد فرم‌های منحنی با قالب مربوطه وجود دارد.

– امکان اجرای ستون به‌صورت استوانه و یا اشکال دلخواه دیگر وجود دارد.

– امکان اجرای زیرزمین در این سیستم وجود دارد.

– امکان نماسازی در قالب به‌اشکال مختلف و با انجام الحاقات موردنظر وجود دارد.

– محل قرارگیری تمامی بازشوها و عناصر تأسیساتی و هرگونه اتصالاتی به سیستم باید از قبل در قالب‌بندی پیش‌بینی گردد. امکان تخریب بتن پس از اجرا وجود ندارد. (شرکت مرسل قالب، شرکت کیسون)

۴-۲-۳- آسایش محیطی

مشابه ویژگی‌های ذکر شده در سیستم تونلی می باشد.

۴-۳- سیستم دیوار باربر بتن سبک گازی (AAC) (Autoclaved Aerted Concrete)



بتن سبک اتوکلاو شده (که به بتن گازی نیز شناخته می‌شود) به دلیل سبکی و مقاومت حرارتی بالا علیرغم فرآیند تولید گران و پیچیده در صنعت ساختمان و به خصوص در

انبوه‌سازی مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به لرزه‌خیزی ایران استفاده از بتن‌های سبک به دلیل کاهش بار مرده و بار دینامیکی ناشی از زلزله از نقطه نظر ایمنی و ابعاد عناصر قالب سازه‌ای مناسب می‌باشد و علاوه بر آن به دلیل سبک‌تر شدن ساختمان تأثیر عمده‌ای در کاهش هزینه ساخت دارد. محصولات تولیدی از این نوع بتن به دو دسته مهم بلوک‌ها و پانل‌ها تقسیم می‌شود که خواص فیزیکی و مکانیکی آنها مشترک است. (رئیس قاسمی، ۱۳۸۷) پانل‌ها در انواع پانل‌های دیواری باربر و غیر باربر و پانل‌های سقف و کف وجود دارند که در حال حاضر انواع باربر آن در ساختمان‌های یک طبقه و

حداکثر دوطبقه مورد استفاده قرار می‌گیرند. این پانل‌ها مسلح بوده و قابلیت بارگذاری دارند. بلوک‌ها نیز در ابعاد و مقاومت‌های مختلف تولید می‌شوند. کاربرد متداول بتن گازی در ایران به‌عنوان دیوارهای جداکننده غیر باربر است. (همان) مهم‌ترین ویژگی‌های این سیستم (یا فراورده) به تفکیک محورهای بند ۳ را می‌توان به شرح زیر برشمرد:

۴-۳-۱- شکل و عملکرد

چنانچه اشاره شد، این بلوک‌ها بیشتر به‌عنوان دیوار جداکننده مورد استفاده قرار می‌گیرند و بنابراین نقش تعیین‌کننده‌ای در شکل ساختمان ندارند. از طرف دیگر؛ در محدوده ابعادی خود، امکان تنوع شکلی را فراهم می‌آورند. گرچه، به دلیل ابعاد قطعات محدودیت دارد و در شعاع‌های کوچک قابل استفاده نیست. مهم‌ترین ویژگی آن را می‌توان به شرح زیر برشمرد:

– به دلیل وزن کم، استفاده از آن در کنسول‌ها و در مواردی که نیاز به کاهش بار مرده ساختمان است، مناسب است.

– با تقویت اطراف بازشو و اجرای نعل‌درگاه می‌توان بازشو با ابعاد دلخواه در دیوارها ایجاد نمود.

– امکان استفاده از طرح دلخواه بر روی بلوک‌ها و یا پانل‌ها وجود دارد.

– محدودیتی در اجرای نما ندارد. اما باید امکان تنفس و خروج بخار فراهم شده و از اندود با پایه ترکیبات معدنی استفاده شود. ضریب حرارتی پوشش با بلوک هماهنگ باشد. رطوبت بلوک تأمین شده تا رطوبت اندود جذب نشود. از یک لایه اندود ملات یا لاتکس جهت ممانعت از نمایان شدن انقباض و انبساط دیوار استفاده شود. همچنین درز بلوک‌ها پیش از پوشش اندود شود. (شرکت هبلکس)

۴-۳-۲- ساخت و بهره‌برداری

– وزن کم قطعات امکان جابجایی و کار با بلوک‌ها را به‌سادگی فراهم می‌کند. از طرف دیگر امکان برش آسان و سرعت اجرا به دلیل بزرگی قطعات از مزایای آن می‌باشد.

– قطعات قابلیت برش به ابعاد دلخواه را با ابزارآلات ساده نجاری دارا می‌باشند و می‌توان به‌این وسیله علاوه بر تأمین بلوک‌ها به ابعاد مورد نیاز، شکل‌های تزئینی ویژه را نیز فراهم نمود.

– بلوک‌ها در ابعاد متنوع و با ضخامت‌های مختلف تولید می‌شوند که می‌توان بنا به شرایط پروژه ابعاد دلخواه را سفارش داد. به‌عنوان مثال برای ایجاد زوایای خاص و یا بدنه‌های

۴-۴- ساختمان‌های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار (Insulating Concrete Forms) (ICF)

این سیستم نوعی روش اجرا با دیوار باربر بتن مسلح است که بلوک‌های تولیدی در آن نقش قالب عایق ماندگار را دارند. در کشورهای صنعتی این سیستم در واحدهای کوچک مسکونی مورد استفاده قرار می‌گیرد. (کاری، خلیلی، ۱۳۸۷) مصالح سازه‌ای اصلی در این سیستم عبارتند از: پانل‌های دو طرف از جنس پلی استایرن، بست بین دو پانل که از جنس‌های مختلف پلاستیکی، میلگردهای فلزی و همجنس با پلی استایرن می‌باشد، بتن میانی درجا و بتن پاششی اطراف پانل‌ها. از نظر نوع سیستم برای آن، سه نوع می‌توان منظور نمود:

– سیستم مسطح: این سیستم از یک هسته بتنی با ضخامت یکسان بتن در میان قالب‌ها تشکیل شده است.
– شبکه مجوف: در این مدل، اتصال تیرهای افقی و ستون‌ها، شبکه‌ای است و ضخامت بتن در قسمت‌های مختلف دیوار متفاوت است.

– سیستم مشبک: در این سیستم ستون‌های عمودی و افقی اجزای دیوار را تشکیل داده و بین آن‌ها عایق قرار می‌گیرد.

سیستم مسطح بیشترین کاربرد را در مناطق زلزله‌خیز و یا مناطق با شرایط آب‌وهوایی سخت دارد. مقاومت سازه‌ای سیستم مشبک از دونوع دیگر بیشتر اما مقاومت آن در برابر آتش‌سوزی کمتر است. (همان) از نظر اجزای سازه‌ای این سیستم شامل سه‌بخش است: پانل سقفی، دیوار باربر و پارتیشن که در ترکیب با یکدیگر یک سیستم کامل را شکل می‌دهند.

مهم‌ترین ویژگی‌های این سیستم به تفکیک محورهای بند ۳ را می‌توان به شرح زیر برشمرد:

۴-۴-۱- شکل و عملکرد

– سیستم قابلیت ایجاد شکل‌های مختلف را دارد. اما امکان



اجرای منحنی و یا کنج‌های غیرقائم با بلوک‌های متداول وجود ندارد. برای آن منظور باید از قطعات سفارشی استفاده شود. همچنین به دلیل ابعاد بزرگ بلوک‌ها در کنج‌ها برای ایجاد زوایای تیز محدودیت دارد.

– انتقال بار در این سیستم صفحه‌ای و دیوار باربر است. بنابراین از نظر معماری با محدودیت‌های دیوار باربر روبرو است

منحنی باید از بلوک‌های برش خورده و یا با ابعاد سفارشی مناسب استفاده نمود.

– به کارگیری این بلوک‌ها در بدنه‌های دارای بادبند مناسب نمی‌باشد.

– در سطوحی که امکان بارش باران به آن وجود دارد و یا در آبریزگاه‌ها نیاز به پوشش ضدنفوذ آب می‌باشد.

– ساختار متخلخل آن شرایط استهلاک انرژی لرزشی را فراهم می‌آورد. (sto,2008)

– امکان استفاده به‌عنوان پله به دلیل پایین بودن مقاومت فشاری وجود ندارد. اما می‌توان پله معلق سبک را به آن متصل نمود.

– محل عبور لوله‌های تأسیساتی را می‌توان با ابزار نجاری برش داده و در دیوار تعبیه نمود.

– قابلیت جذب رطوبت در این سیستم پایین است. اما امکان تعرق در آن وجود دارد. در یخبندان از بتن معمولی مقاومت بیشتری دارد.

– در صورت عدم اجرای صحیح و همچنین فرایند پخت نامناسب، امکان شوره و ترک‌خوردگی در سطوح وجود دارد. (همان)

– به منظور جلوگیری از ایجاد ترک اطراف بازشوها باید به‌طور کامل تقویت شود. (شرکت بنیان‌نادران)

– به منظور افزایش مقاومت دیوار می‌توان از تسمه‌های فلزی در بندکشی بلوک‌ها و یا میله‌گرد تقویتی استفاده نمود.

– سیستم در برابر ضربه از مقاومت مناسب برخوردار نیست. می‌توان قابلیت ضربه‌پذیری و چکش‌خوری آن را با رزین افزایش داد. (همان)

۴-۳-۳- آسایش محیطی

– این سیستم از مقاومت مناسبی در برابر قارچ، باکتری، آفت و جانوران جونده برخوردار است، اما در برابر سولفات‌ها مقاوم نمی‌باشد.

– در برابر آتش مقاومت نسبتاً مناسبی دارد. در هنگام سوختن از آن گاز سمی متصاعد نمی‌شود و پس از سرد شدن ترک نمی‌خورد.

– دارای هدایت حرارتی پایین هستند. اما باید محاسبه ضخامت مورد نیاز و تحلیل آن در این خصوص صورت گیرد.

– در کاهش انتقال صوای هوابرد اثر چندانی ندارد و باید ضخامت مناسب دیوار محاسبه شود. اما در برابر انتقال صدای

کوبه‌ای شرایط مناسب‌تری دارد. (رئیس قاسمی، ۱۳۸۷)

- برای عبور لوله‌های تأسیساتی می‌توان از ایجاد شیار در بدنه پلی‌استایرن استفاده نمود. اجرای لوله‌های تأسیساتی در داخل بتن مجاز نیست. بازبینی تأسیسات به سادگی در این سیستم امکان‌پذیر نیست.
- به دلیل وجود لایه عایق در دوطرف، اثرات دمای محیط بر فرآیند اجرا کاهش یافته و فرآیند اجرا تسهیل می‌گردد.
- قرارگیری پلی‌استایرن (بدون پوشش) در معرض آفتاب پس از دو ماه سبب تجزیه و پوسیدگی می‌شود. (www.standardicf.net)
- قبل از بتن‌ریزی، به دلیل سبکی قطعات، بلوک‌ها باید در برابر باد مهاربندی شوند.
- ایجاد الحاقات میسر است، اما امکان تغییر و تخریب وجود ندارد. (شرکت کرت)
- امکان اتصال انواع شبکه یا خود قطعات پوششی به سرپوش‌های پلاستیکی بست‌ها و همچنین انواع پوشش‌های سقف وجود دارد.

۴-۳-۴- آسایش محیطی

- لایه پلی‌استایرن در برابر حشرات و جانوران آسیب‌پذیر است.
- به دلیل وجود لایه بتن، دارای قابلیت کاهش انتقال صدای هوابرد است. همچنین باید محاسبه برای ضخامت دیوار با توجه به نوع رابط و شبکه آرمان‌تور صورت گیرد.
- پلی‌استایرن باید از نوع کندسوز باشد و در مرز سقف-کف طبقات قطع شود. استفاده از صفحات مقاوم در برابر انتشار آتش باید با اتصال مکانیکی به سازه باشد. (کاری، خلیلی، ۱۳۸۷)
- دارای قابلیت کاهش انتقال حرارت به دلیل دولایه عایق حرارتی و کاهش اثر پل‌های حرارتی (در صورت استفاده از سرپوش‌های پلاستیکی) است. درزبندی سیستم مناسب است.

۴-۵- سیستم ساختمانی قاب‌های سبک فولادی سرد

نورد شده (LSF) (light steel Frame)

سیستم قاب فولادی سبک یک سیستم ساختمانی است که در



اجرای ساختمان‌های کوتاه مرتبه و میان‌مرتبه کاربرد دارد. این سیستم از سه جزء اصلی

ورق‌های فولادی سرد نورد شده به‌عنوان سازه، صفحات

و امکان ایجاد پلان‌های باز در این سیستم به‌طور کامل وجود ندارد. (کاری، خلیلی، ۱۳۸۷)

- دیوارهای طبقات حتی‌الامکان باید در یک امتداد قرار گیرند.

- ارتفاع منطقی اجرای این سیستم چهار طبقه است. با افزایش ارتفاع ضخامت دیوارها افزایش می‌یابد و سبب از دست رفتن فضای زیادی در پلان می‌شود.

- ضخامت پلی‌استایرن حداقل ۵ سانتی‌متر و ضخامت لایه بتن براساس محاسبات ۱۰ تا ۴۵ سانتی‌متر است که میزان دقیق آن بر اساس نوع کاربری و عایق مورد نیاز تعیین می‌شود. ضخامت پانل‌های سقفی نیز ۱۶ تا ۳۲ و ضخامت دال ۴ تا ۶ سانتی‌متر است. (مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۸۸)

- فاصله دیوارهای باربر طرفین حداکثر ۷ الی ۹ متر است. ارتفاع طبقات با استفاده از مهار افقی با توجه به محاسبات قابل تأمین است.

- پوشش سطح نما با اندودها و یا صفحات سبک نظیر تخته گچی و سیمانی بر روی شبکه فلزی یا فایبرگلاس که به بست‌های پروپیلن نصب و محکم شده انجام می‌گیرد. قطعات خشک بر روی شبکه که به میله‌گرد انتظار متصل شده نصب می‌شوند. (شرکت کرت)

- ایجاد بازشو با توجه به برش‌پذیری آسان قالب‌ها، پیش از بتن‌ریزی محدودیتی ندارد، اما در قسمت ابتدایی و انتهایی دیوار باربر مجاز نیست و نیاز به محاسبه - میله‌گرد تقویتی و تخته‌بندی زیر صفحه بالای بازشو قبل از بتن‌ریزی است. (همان)

۴-۲-۴- ساخت و بهره‌برداری

- بلوک‌های مذکور به‌راحتی برش زده می‌شود؛ قابل حمل توسط یک نفر است و سرعت اجرای آن بالا است.

- امکان تلفیق با سیستم‌های ساختمانی دیگر را دارد. همچنین می‌توان از آن در افزایش طبقات ساختمان‌های موجود استفاده کرد.

- امکان استفاده از انواع پوشش‌های سقف بر روی این سیستم و همچنین بلوک‌های سقفی خود سیستم وجود دارد. با برش بلوک‌ها می‌توان دیوار را به‌طول دلخواه اجرا نمود. (شرکت سوپرپانل)

- اجرای بازشو در سیستم نیاز به محاسبه و تقویت اطراف آن در دیوار و اجرای نعل‌درگاه دارد و امکان اجرا در زیرزمین را دارد.

- تخته‌گچی به‌عنوان پوشش رویه درونی و لایه عایق صوتی - حرارتی تشکیل می‌شود. مقاطع فولادی سرد با اندازه‌های مورد نیاز به‌سهولت قابل تولید بوده و حتی در پروژه‌های بزرگ امکان انتقال خط تولید به محل پروژه وجود دارد. کاربرد عمومی این سیستم در ساخت پروژه‌های انبوه‌سازی یک و دو طبقه، ساختمان‌های ویلایی، واحدهای صنعتی و سالن‌های ورزشی می‌باشد. منطق کلی انتقال نیرو در این سیستم صفحه‌ای یک و دو جهته است؛ گرچه قابلیت تلفیق با سیستم‌های دیگر با قابلیت انتقال بار با استفاده از اجزای خطی را دارد و یا می‌توان خود قطعات این سیستم را در مواردی برای انتقال بار خطی محاسبه و طراحی نمود. دیوارهای باربر در این سیستم به دو دسته تقسیم می‌شوند: دیوارهای باربر ثقلی و دیوارهای باربر برشی. در این سیستم با اتصال استاده‌ها به رانرها با المان‌های فلزی قطری یا با کمک پوشش‌های مقاوم نظیر ورق‌های فلزی ساده و موجدار، صفحات چوبی، تخته چندلایی و... طبق آیین‌نامه AISI ساخته می‌شوند. (کاری، احمدی، ۱۳۸۷) مهم‌ترین ویژگی‌های این سیستم به تفکیک محورهای بند ۳ را می‌توان به‌شرح زیر برشمرد:
- دهانه متداول قابل اجرا با این سیستم تا ۵ متر می‌باشد. دهانه‌های بیشتر با خرپا قابل اجرا است (مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۸۸).
- امکان شکست در ارتفاع و ایجاد احجام پله‌ای وجود دارد.
- سقف به دو صورت شیبدار و مسطح قابل اجرا است.
- بهتر است پنجره‌ها در طبقات در یک راستا قرار گیرند. در غیر این صورت باید محاسبات تغییر محل بار نقطه‌ای صورت گیرد.
- جهت ایجاد تنوع در ترکیب احجام بهتر است بین آن‌ها درز انقطاع ایجاد شود.
- ضخامت دیوار در این سیستم بین ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر است.
- امکان اجرای بدنه‌ها با زوایای مختلف با صفحه عمودی و افقی وجود دارد.
- در پوشش سطوح، نماهای خشک بیشتر با سیستم سازگار است. اتصال با استفاده از روکوب بر روی استاده‌ها - تسمه برای اتصال و پیچ صورت می‌گیرد. (Canadian sheet steel building institute, 2005)

۴-۵-۲- ساخت و بهره‌برداری

- اجزای سیستم سبک بوده و به‌راحتی قابل حمل و برش توسط افراد می‌باشد.
- منطق برپایی این سیستم مشابه ساختمان‌های چوبی زیگالی است که دارای سابقه دیرینه‌ای در شمال کشور می‌باشند.
- امکان ساخت کنسول با تیرچه‌های تقویتی و پروفیل مهاری وجود دارد.
- امکان توسعه سیستم و الحاق عناصر دیگر به آن و تلفیق با سیستم‌های دیگر وجود دارد.
- امکان عبور لوله‌های تأسیساتی از داخل پروفیل‌ها و یا از فضای میانی آن‌ها (با استفاده از واشر و عایق) وجود دارد.
- ساخت این سیستم در مناطق مرطوب به‌دلیل احتمال ایجاد خراش در سیستم و نفوذ رطوبت توصیه نمی‌شود.
- سیستم باید از ضربه‌های افقی و عمودی سنگین حفظ شود.
- توخالی بودن دیوارها موجب بروز مشکلاتی در نصب الحاقات و عناصر تزئینی و همچنین مسائل امنیتی می‌شود.
- از تماس ملات و بتن مرطوب با فلز در این سیستم دوری شود. (کاری، احمدی، ۱۳۸۷)

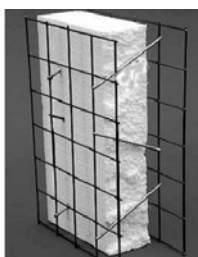
۴-۵-۱- شکل و عملکرد

- انتقال بار در این سیستم صفحه‌ای است و محدودیت‌های دیوار باربر از دیدگاه معماری را دارا می‌باشد. بنابراین در اجرای پیلوت محدودیت دارد. همچنین امکان ایجاد پلان‌های با ساختار فضایی باز در این سیستم مقدور نیست.
- ایجاد بازشو و همچنین حذف دیوار باربر در مقطعی با محاسبه تیرها و ستونک‌های کناری میسر است. ایجاد بازشوه‌های وسیع و به عبارت دیگر حذف دیوار با ترکیب انتقال بار خطی و صفحه‌ای صورت می‌گیرد. فاصله متداول استاده‌ها از یکدیگر ۶۰ سانتی‌متر است که برای ایجاد بازشو با عرض بیشتر استاده‌ها در آن فاصله حذف شده و تیرهای بالا و پایین آن محاسبه می‌شوند.
- ارتفاع یک طبقه در یک شبکه مهاربندی شده ۳/۶ متر می‌باشد. استفاده متداول از این سیستم در ساختمان‌های یک و دو طبقه است.
- برای اجرای سطوح منحنی باید از رانرهای مخصوص استفاده شود و یا این‌که از تبدیل منحنی به چندضلعی استفاده نمود.

بعد از قرار گرفتن در مکان مشخص شده توسط لایه‌ای با ضخامت مشخص از بتن در هر دو طرف پوشانده می‌شوند. عمل پاشش سیمان را می‌توان هم به صورت دستی و هم با استفاده از دستگاه شاکریت انجام داد. در این سیستم نقش اصلی سازه‌ای را پانل‌های دیواری بر عهده دارند و پانل‌های سقفی نیز بار را به صورت صفحه‌ای به دیوارهای باربر انتقال می‌دهند. (کاری، احمدی، ۱۳۸۷) مهم‌ترین ویژگی‌های این سیستم به تفکیک محورهای بند ۳ را می‌توان به شرح زیر برشمرد:

۴-۶-۱- شکل و عملکرد

- امکان شکل‌پذیری پانل‌ها به اشکال دلخواه و ایجاد احجام متنوع وجود دارد.



- امکان ایجاد بازشو (با محاسبات مرتبط) به شکل‌ها و ابعاد مورد نظر در کارخانه و در کارگاه در پانل‌ها وجود دارد.

- طول دهانه متداول در این

سیستم ۵ متر پیش‌بینی می‌گردد. (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۳)

- به دلیل باربر بودن سازه، محدودیت‌های توزیع فضایی در آن وجود دارد.

- تعداد طبقات در این دیوارهای باربر این سیستم در نوع ۱، حداکثر دو طبقه و در نوع ۲ حداکثر ۵ طبقه است. (مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۸۸)

- ضخامت پانل‌ها در حالت معمول از ضخامت دیوارهای بنایی کمتر است. اما در صورت افزایش ضخامت لایه عایق به منظور جلوگیری از اتلاف حرارت و صدابندی این ضخامت افزایش می‌یابد.

- به دلیل وجود لایه سیمانی امکان نصب عناصر مختلف به بدنه بدون پیش‌بینی قبلی وجود ندارد.

- به دلیل ایجاد سطح نهایی یکدست، امکان اجرای انواع نماهای سریع و ارزان با آندودها وجود دارد. (شرکت پایکاربنیان پانل)

۴-۶-۲- ساخت و بهره‌برداری

- سبکی قطعات، بتن‌پاشی درجا و عدم نیاز به تجهیزات پیچیده، سادگی فن اجرا و امکان بومی‌سازی این سیستم را فراهم می‌سازد.

۴-۵-۳- آسایش محیطی

- قابلیت انتقال حرارت در سیستم بالا است. باید تمهیدات لازم برای عایق‌کاری حرارتی به‌ویژه کاهش اثر پل حرارتی صورت گیرد.

- باید از تمهیدات لازم برای عایق‌بندی صوتی جهت کاهش صداهای کوبه‌ای و صدابندی هوابرد استفاده شود.

- سیستم دارای مقاومت پایین در تماس با اسیدها و مواد قلیایی - رطوبت دائم و فلزات دیگر است.

- مقاومت سازه در برابر افزایش دما پایین است و با استفاده از مواد ضد آتش در میان استاد و رانر و پوشاندن دیوارها با مصالح مقاوم در برابر آتش می‌توان مقاومت آن را افزایش داد. (همان)

۴-۶-۳- سیستم ساختمانی و دیوار جداکننده صفحات ساندویچی با بتن پاششی (3d) (Tree Dimensional Sandwich panel)

پانل‌های ساختمانی سه بعدی متشکل از عایق پلی‌استایرن، شبکه مش، خاموت‌های برشی، شبکه اتصال و بتن می‌باشد. این پانل‌ها به شکل‌های زیر در صنعت ساختمان کاربرد دارد:

الف. ساختمانهای نیمه‌پیش‌ساخته با صفحات منفرد ساندویچی سقف و دیوار شامل لایه میانی پلی‌استایرن و بتن پاششی: این پانل‌ها شامل یک شبکه خرپایی از میله‌گردهای ساده، یک لایه پلی‌استایرن و دو لایه بتن پوششی در طرفین است. شبکه خرپای فضایی از اتصال شبکه‌های فولادی ساخته‌شده به روش جوش نقطه‌ای اتوماتیک توسط میله‌گردهای مورب ساخته می‌شود.

ب. ساختمان‌ها با صفحات دولایه ساندویچی سه‌بعدی و بتن میانی درجا: این ساختمان‌ها نیز متشکل از پانل‌های دیوار و سقف بوده و پانل‌های دیواری به‌دو صورت باربر و جداکننده به کار گرفته می‌شود. اجزای پانلی دیوارهای سازه‌ای در این ساختمان‌ها شامل یک شبکه خرپایی فضایی چهار لایه از میله‌گردهای ساده، یک لایه بتن میانی درجا، دو لایه ورق پلی‌استایرن و دو لایه بتن پاششی است.

همچنین این سیستم شامل دیوارهای غیر باربر نیمه پیش‌ساخته صفحات ساندویچی سه‌بعدی: شامل یک شبکه خرپای فضایی از میله‌گردهای ساده به قطر ۳ الی ۵ میلی‌متر، یک لایه پلی‌استایرن و دو لایه بتن پوششی در طرفین و پانل‌های سقفی است که این پانل‌ها به صورت دال یک‌طرفه عمل می‌کنند و دلیل آن وجود اعضای برش‌گیر در جهت طولی پانل می‌باشد. (مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۸۸) پانل‌ها

۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

باتوجه به جدول‌های بخش قبل، امکان مقایسه میان سیستم‌ها و انتخاب سیستم بهینه بر مبنای شرایط و کارکرد مورد انتظار فراهم شده‌است. به‌منظور بهره‌برداری بهتر از اطلاعات ارائه‌شده، پیشنهادهایی جهت انتخاب سیستم از میان سیستم‌ها، فرآورده‌ها و روش‌های مورد مطالعه بر مبنای تعدادی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر شرایط پروژه تدوین شده‌است. برخی از عوامل مورد نظر که از مهم‌ترین شاخص‌های تصمیم‌گیری درخصوص روش اجرای هرپروژه محسوب می‌شوند را می‌توان به‌شرح زیر برشمرد:

الف- شرایط اقلیمی و محیط طبیعی: سیستم LSF در برابر رطوبت مداوم آسیب‌پذیر است. براین‌اساس، کاربرد آن در مناطق مرطوب حاشیه شمالی و جنوبی کشور توصیه نمی‌شود. همچنین روش‌های ساخت تونلی و قالب یکپارچه به‌دلیل ضخامت کم و ظرفیت حرارتی اندک، در مناطقی که اختلاف دمای روز و شب در آن بالا است، به‌تنهایی قابل استفاده نیستند و باید با استفاده از تمهیدات ویژه و عایق‌های حرارتی، ظرفیت حرارتی آن را بالا برد که هزینه‌های قابل توجهی را به پروژه وارد می‌کند. گرچه در موارد دیگر نیز به‌کارگیری این سیستم‌ها نیاز به عایق حرارتی و رطوبتی در بدنه دارد. بالعکس آن، فرآورده بتن سبک گازی، سیستم و دیوارجداکننده 3D پانل و سیستم ICF، به‌دلیل وجود عایق حرارتی از نظر تنظیم شرایط آسایش محیطی در فضای داخل، شرایط مناسب‌تری را در اختیار استفاده‌کننده (به‌خصوص در مناطق با اختلاف دمای حداقل و حداکثر بالا، نظیر حوزه‌های گرم و خشک و سرد و خشک) قرار می‌دهند.

ب- بستر کالبدی محل ساخت پروژه: در بافت‌های فشرده، به‌دلیل فقدان فضای کافی برای حرکت جرثقیل، به‌کارگیری سیستم تونلی اغلب با مشکل اجرا روبه‌رو است. همچنین در مناطقی که نیاز به تأمین پارکینگ در طبقات زیرزمین وجود دارد، این سیستم به‌تنهایی جوابگو نیست و باید با سیستم‌های دیگر تلفیق شود. از نظر ارتفاعی نیز از میان سیستم‌های ارائه شده، تنها سیستم قالب تونلی و قالب یکپارچه قابلیت به‌کارگیری در بلندمرتبه سازی را دارند و بقیه موارد مناسب برای ساختمان‌های یک و دو طبقه و در برخی موارد، با تمهیداتی تا حداکثر ۵ طبقه می‌باشند. از طرف دیگر، سیستم‌های 3D پانل، LSF و ICF و همچنین فرآورده‌های بلوک بتن گازی به‌دلیل سبکی، به‌منظور افزایش طبقات بناهای

- امکان اجرای بخش‌های مختلف ساختمان مشتمل بر دیوارهای باربر و غیرباربر، سقف مسطح و شیبدار و پله با این سیستم وجود دارد و از مزایای آن کامل بودن سیستم است.
- امکان تلفیق این سازه با سازه تیر و ستونی و در نتیجه امکان افزایش طول دهانه‌ها وجود دارد.
- به‌دلیل نیاز به فضای کافی برای پاشش بتن رعایت حداقل فاصله مورد نیاز از ساختمان‌های مجاور الزامی است. همچنین اجرای این سازه در زیرزمین بدون خاکبرداری بیشتر برای تأمین فضای لازم برای پاشش بتن میسر نیست. (شرکت پوما)
- امکان اجرای کنسول (با محاسبات لازم) وجود دارد.
- سیستم دارای دوام بالا است و در صورت اجرای صحیح هزینه نگهداری آن پایین است.
- حمل و نگهداری پانل‌ها نیاز به تمهیدات دارد.
- وجود شبکه‌های آرماتور امنیت کافی را در ارتباط فضای داخل و خارج و تأثیر ضربه بر بدنه‌ها تأمین می‌نماید.
- یخ‌زدگی سطح خارجی بتن و ترک‌خوردگی آن از مشکلات نامسازی محسوب می‌شود که باید تمهیدات مقتضی برای رفع آن در پوشش نهایی صورت گیرد.
- امکان استفاده مجدد از قطعات پس از نصب وجود ندارد. (شرکت AGC.EVG)
- به‌دلیل قرارگیری عناصر تأسیساتی در زیر لایه بتن پاششی هرگونه دسترسی به تأسیسات باید با تخریب آن صورت گیرد.
- امکان الحاق فضای جدید به سیستم و یا تغییر در آن میسر نیست و سیستم از انعطاف کافی در این خصوص برخوردار نیست.

۴-۶-۳- آسایش محیطی

- محاسبه لازم برای ضخامت عایق باتوجه به ضخامت بتن و شبکه آرماتور و شرایط مورد انتظار صورت گیرد.
- لایه پلی‌استایرن در برابر حشرات و جانوران آسیب‌پذیر است.
- پلی‌استایرن باید از نوع کندسوز باشد. ضخامت بتن پاششی باید برآورنده الزامات مقاومت در برابر آتش باشد.
- لایه بتن در برابر صدای هوابرد مقاومت خوبی ایجاد می‌کند. باید محاسبه برای ضخامت عایق و بتن جهت کاهش اثر صدای هوابرد صورت گیرد. (کاری، احمدی، ۱۳۸۷)

[۳] رئیس قاسمی، امیرمازیار، ۱۳۸۷، سیستم و زیر سیستم قطعات و پانل های بتن هوادار اتوکلاو شده، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.

[۴] گلابچی، محمود، مظاهریان، حامد، ۱۳۸۸، فن آوری های نوین ساختمان، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول.

[۵] معصومی، علی، ولدی، ابراهیم، ۱۳۸۷، سیستم انبوه سازی قالب تونلی، از دیدگاه سازه و معماری، جزوه آموزشی مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۵، آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰).

[۶] معصومی، علی، محمدکاری، بهروز، ۱۳۸۷، سیستم بتنی قالب تونلی، تهران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، چاپ اول.

[۷] مختاری، مهدخت، یگانه، شقایق، انبوه سازی صنعتی به روش قالب تونلی، جزوه آموزشی، واحد تحقیق و توسعه سرمایه گذاری مسکن.

[۸] محمدکاری، بهروز، خلیلی چهرمی، کیان، ۱۳۸۷، سیستم قالب های ماندگار، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، چاپ اول مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۸، گامی در صنعتی سازی ساختمان (ویرایش اول)، فناوری های تأیید شده در راستای جزء ۲-۶ بند «د» تبصره ۶ قانون بودجه ۱۳۷۶ کل کشور، ویرایش چهارم.

[۹] مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۳، پانل های ساندویچی سبک سه بعدی - ویژگی ها، استاندارد ملی ایران ۷۱۴۳.

[۱۰] محمدکاری، بهروز، احمدی، ۱۳۸۷، رسول، سیستم صفحات ساندویچی با بتن پاششی (تری دی)، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.

[11] Canadian Sheet Steel Building Institute, 2005, The Lightweight Steel Frame House Construction Handbook Sto AAC plaster system -2008.

[12] Warszawski, Abraham, 1999, Industrialized and Automated Building Systems, London.

[13] www.concreteconstructiononline.com-MAY 2009 (Building Fast).

[۱۴] مصاحبه تخصصی با کارشناسان و استفاده از اطلاعات فنی منتشر شده شرکت های زیر:

شرکت بهسازی و عمران اکباتان، مصاحبه تخصصی با کارشناسان

شرکت سرمایه گذاری مسکن، مصاحبه تخصصی با کارشناسان

شرکت سوپر پانل، مجموعه اطلاعات فنی

شرکت Mesa، مجموعه اطلاعات فنی

شرکت مرسل قالب، مصاحبه تخصصی با کارشناسان

شرکت کیسون، مجموعه اطلاعات فنی

شرکت هبلکس، دفتر اطلاعات فنی و مصاحبه تخصصی با کارشناسان

شرکت بنیان ناداران، دفتر اطلاعات فنی و مصاحبه تخصصی با کارشناسان

شرکت ساختمانی کرت، مصاحبه تخصصی با کارشناسان

شرکت پوما، مصاحبه تخصصی با کارشناسان

شرکت EVG، مجموعه اطلاعات فنی

شرکت AGC، مجموعه اطلاعات فنی

شرکت پایکار بنیان پانل، مصاحبه تخصصی با کارشناسان

موجود، بازسازی و تغییرات داخلی و همچنین در ساخت و سازهای متداول، مناسب هستند. طرح های با شکل های حجمی ویژه، شکستگی ها و یا انحناهای خاص در حجم، اجرای این سیستم ها را از نظر تولید صنعتی و یکپارچه مشکل ساخته و به دلیل نیاز به سفارش قطعات مورد نیاز، آن را از صرفه اقتصادی خارج می کند.

ج- مقیاس پروژه و شیوه مدیریتی اجرا: روش ها و سیستم های ذکر شده، به دلیل ساختار صنعتی خود برای طرح های انبوه سازی مناسب هستند. این مسأله به خصوص در مواردی که نیاز به سفارش قطعات خاصی از سیستم وجود داشته باشد، بیشتر به چشم می خورد. روش هایی نظیر روش تونلی و قالب یکپارچه، به دلیل نیاز به تجهیزات گسترده و خاص در پروژه های کوچک مقیاس، مقرون به صرفه نیست. برای مثال قالب تونلی برای حداقل ۸ طبقه و ۵۰۰ واحد مسکونی پیشنهاد می شود. گرچه تمامی سیستم ها، روش ها و فرآورده های ذکر شده نسبتاً جدید بوده و کاربرد آن ها، نیاز به آموزش روش های اجرا دارد، اما در مواردی با ترویج روش های ساخت، به سادگی می توان نیروی فنی ماهر بومی را برای اجرا آموزش داد. سیستم LSF، 3D پانل، بلوک های AAC، سیستم ICF از این دست محسوب می شوند. اما اجرای قالب تونلی و قالب یکپارچه نیاز به به کارگیری نیروی متخصص و تجهیزات ویژه داشته و از قابلیت بومی شدن برخوردار نیست.

د- تنوع در طراحی معماری: روش انتقال بار در تمامی موارد معرفی شده، صفحه ای بوده و استفاده از صفحات باربر محدودیت های بسیاری را در معماری و به خصوص معماری داخلی فراهم می آورد. همچنین طول دهانه ها و ارتفاع سقف در تمامی این روش ها با محدودیت روبه رو است و افزایش آن از حد متعارف نیازمند به کارگیری تمهیدات ویژه است. این مشکل در سیستم های تونلی بیشتر به چشم می خورد. همچنین شکل، ابعاد و محل قرارگیری بازشوها باید با پیش بینی های لازم در این خصوص صورت گیرد.

۶- منابع

[۱] آیین نامه بتن ایران (آبا)، ۱۳۸۵، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، چاپ هشتم.

[۲] دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، ۱۳۸۶، مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، طرح و اجرای ساختمان های بتن آرمه.