

به نام خدا

جزوه درسی

سیستم های نوین سافتمانی و جزئیات اجرایی

مدرس

مهندس مهسا بریری

دانشکده فنی مرفه ای ۱۷ شهرپور
زمستان ۹۸

معرفی فن آوری های نوین و توسعه صنعت باعث دگرگونی زندگی بشر شده است و ماشینی شدن بر جنبه های مختلف زندگی انسان تاثیر بسزایی گذاشته است. با این وجود هنوز در بخش بزرگی از پروژه های ساختمانی کشورمان از شیوه های سنتی بهره گیری می شود. این شیوه ها مبتنی بر عملیات بنایی و کارگری و ساخت اجزای ساختمانی در محل کارگاه می باشد که باعث بروز نقایص عمده ای مانند طولانی بودن پروژه ها، صرفه پایین اقتصادی، پرت زیاد مصالح و کیفیت پایین محصولات می شود. این نقایص در پروژه های بزرگ مسکن که مشتمل بر حجم بزرگی از ساخت و ساز می باشد نمود بیشتری می یابد و لذا با گسترش طرح های تولید انبوه مسکن در کشور، نیاز به تغییر رویه های جاری و بهره گیری از شیوه های صنعتی در ساخت مسکن بیش از پیش احساس می شود. منظور از صنعتی سازی ساختمان استفاده از روش های نوین کارخانه ای با رویکرد تولید انبوه به منظور کاهش هزینه، افزایش سرعت اجرا و افزایش کیفیت در پروژه های مسکن می باشد.

مرکز تحقیقات ساختمان تعریف زیر را برای صنعتی سازی ارائه داده است:

«تولید صنعتی ساختمان، فرآیند ساخت و اجرای پیوسته و زنجیره ای ساختمان است که در آن اجزاء و عناصر ساختمانی به صورت مدولار و پیش ساخته تولید شده و از نظر کیفیت در تمام مراحل ساخت و اجرا قابل کنترل است»

□ اهداف صنعتی سازی:

۱. بالا بردن سرعت ساخت
۲. کاهش هزینه ها
۳. سبک سازی ساختمان
۴. افزایش ایمنی و مقاوم بودن در برابر زلزله
۵. کاهش اتلاف انرژی و پرت مصالح در فرآیند ساخت
۶. پویایی و انعطاف پذیری

با توجه به منطق صنعتی سازی که بر اساس پرهیز از شیوه های سنتی برای کاهش هزینه، بهبود کیفیت و افزایش سرعت در ساخت و ساز می باشد، بدیهی است که مفهوم صنعتی سازی قطعا مربوط به تمامی بخش های ساختمان و فرآیند تولید مسکن خواهد بود. یعنی علاوه بر انتخاب سیستم سازه ای و کف و دیوار به شکل صنعتی، بایستی تاسیسات مکانیکی، برقی، نما، پوشش ها و ... نیز در فرآیندی صنعتی تهیه و تولید شوند.

□ تقسیم بندی سیستم های صنعتی

بحث به دو بخش کلی سیستم های سازه ای صنعتی و زیر سیستم ها و روش های اجرای صنعتی تقسیم می شود.

سیستم های سازه ای مورد اشاره حداقل شامل اسکلت ساختمان بوده (تیرها و ستون ها یا دال و دیوارها) و معمولا سایر زیر سیستم های منطبق با هر سیستم نیز پیشنهاد شده است.

در بخش زیر سیستم های صنعتی انواع سقف ها، دیوارهای جداکننده، پوشش ها و تاسیسات مورد نیاز یک ساختمان کامل به همراه روش های اجرایی مربوطه جمع آوری می گردد.

الف) سیستم های سازه ای صنعتی

- سیستم بتن آرمه با قالب تونلی
- سیستم قاب فولادی سبک LSF
- سیستم قاب بتن آرمه پیش ساخته
- سیستم قاب فولادی پیچ و مهره ای
- سیستم بتن مسلح با قالب عایق ماندگار ICF
- سیستم پانل سه بعدی 3D Panel
- سیستم صفحات بتنی بزرگ Large panel
- سیستم ساختمان های چوبی
- سیستم پانلی با تکنولوژی JK
- سیستم دیوار و سقف بتن آرمه پیش ساخته توخالی

ب) سیستم های جداکننده (دیوارهای غیر باربر)

- بلوک های دیواری ساخته شده با بتن سبک گازی AAC
- دیوار غیرباربر ساخته شده از بتن سبک CLC
- دیوارهای غیرباربر ساندویچی سه بعدی 3D
- پانلهای دیواری ساخته شده از بتن سبک با رس منبسط شده
- پانلهای الیافی
- پانل دیواری بتن سبک با دانه های پلی استایرنی
- مواد پایه سنگدانه های سبک پرلیتی

ج) سقف ها

- سقف تیر دال بتن مسلح یک طرفه
- دال مرکب فولادی - بتنی
- سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوکهای توخالی ماندگار
- سقفهای مجوف پیش ساخته تنیده - Hollow Core slabs
- سقف دالهای نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double Tee

د) سیستم های پوشش و نما (مصالح)

- تخته های سیمانی
- تخته های منیزیمی (تخته های چند منظوره)
- نمای مرکب عایق حرارتی بیرونی برپایه پلی استایرن منبسط - ETICS
- تخته های گچی دیواری
- بلوک چوب سیمانی
- عایقها
- سنگدانه ها
- سیستم کف سازی با فوم بتن

ه) ماشین آلات و ابزار اجرایی

- ماشین آلات
- ابزار آلات اجرایی
- فونداسیون منفرد پیش ساخته
- تجهیزات تاسیساتی

الف) سیستم های سازه ای صنعتی

➤ سیستم بتن آرمه با قالب تونلی

در این سیستم دیوارها و سقف ها به صورت یکپارچه و سلولی آرماتوربندی و با استفاده از قالب هایی به اندازه ی فضاها قالب بندی می شوند و بتن ریزی اعضا به صورت همزمان یک سیستم یکپارچه و با سرعت و کیفیت بالا را تامین می نماید. این شیوه یک سیستم مدولار و تکرارشونده مناسب برای تولید انبوه مسکن و اجرای مجتمع های عظیم مسکونی می باشد که از نظر اجرایی و فنی در دنیا شناخته شده بوده و سابقه مناسبی دارد.



❖ الزامات طراحی



۱- مبانی کلی طراحی این سیستم مطابق با ساختمان‌های بتن آرمه از نوع دیوار باربر صورت گرفته و شیوه اجرای آن به روش قالب‌های تونلی انجام می‌شود.

۲- اجرای این سیستم در کلیه پهنه‌های لرزه خیزی ایران (مطابق استاندارد ۲۸۰۰) حداکثر تا ۱۵ طبقه یا ۵۰ متر از تراز پایه بلامانع است.

۳- طرح لرزه‌ای و سازه‌ای به ترتیب بر اساس آخرین ویرایش استاندارد ۲۸۰۰ ایران و آئین‌نامه آبا (یا آئین‌نامه ۳۱۸-۰۵ ACI و ویرایش‌های بعد از آن) انجام گیرد.

۴- رعایت ضوابط مربوط به شکل‌پذیری متوسط و زیاد متناسب با لرزه‌خیزی مناطق مختلف ایران مطابق استاندارد ۲۸۰۰ الزامی است.

۵- منظم بودن ساختمان در پلان و ارتفاع ضروری است.

۶- یکپارگیری حداکثر دهانه ۵/۵ متر برای سقف، حداکثر ارتفاع خالص ۳ متر (بدون احتساب ضخامت سقف) و حداقل ضخامت ۱۵ سانتی‌متر برای دیوارهای هر طبقه در این سیستم مجاز می‌باشد.

۷- سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه‌ای در هر جهت باید حداقل ۳٪ سطح زیربنای طبقه باشد.

۸- سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه‌ای یک جهت می‌بایست حداقل ۸۰ درصد جهت دیگر باشد.

۹- رعایت حداقل مقاومت فشاری نمونه استوانه‌ای ۲۵ مگاپاسکال برای بتن سازه‌ای و حداقل تنش تسلیم ۴۰۰ مگاپاسکال برای فولاد الزامی است.

۱۰- در نظر گرفتن ملاحظات خاص در پلان معماری، جهت بستن و باز نمودن قالب‌های تونلی ضروری است.

۱۱- قالب برداری اجزاء سازه‌ای می‌بایستی مطابق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان صورت گیرد.

۱۲- استفاده از مواد افزودنی شیمیایی (روان کننده، فوق روان کننده و افزودنی‌های تسریع کننده گیرش بتن) باید مطابق با مقررات ملی ساختمان و یا سایر مراجع معتبر بین المللی بوده، همچنین نوع و میزان مصرف آن‌ها بر مبنای مشخصات اجرایی و اقلیمی کشور انتخاب گردد.

۱۳- در شرایط اقلیمی مختلف، باید تمهیدات لازم در طراحی و اجرای ساختمان‌ها در نظر گرفته شود.

۱۴- طراحی و اجرای جزئیات مناسب در محل اتصال دیوارهای غیر سازه‌ای به منظور عدم مشارکت در سختی جانبی سازه الزامی است.

۱۵- لحاظ نمودن جزئیات دقیق مسیر و محل نصب کلیه اقلام تأسیسات برقی و مکانیکی در مرحله طراحی و اجرا ضروری است.

۱۶- در نظر گرفتن تمهیدات و تجهیزات لازم جهت اجرای بتن‌ریزی یکپارچه دیوارها و سقف در هر طبقه ضروری است.

➤ سیستم قاب فولادی سبک LSF

اجزای اسکلت در این سیستم متشکل از نیمرخ های ساخته شده از ورق فولادی سرد نورد شده هستند که توسط اتصالات سرد به یکدیگر وصل می شوند. اجزا عمودی اصطلاحاً استاد (stud) و اجزا افقی راینر (runner) نامیده می شوند و معمولاً از نیمرخ های U، C و Z گالوانیزه تولید شده با نورد سرد تهیه می شوند. فضای بین این اجزا توسط مصالح دیواری عایق پر می شود. سقف این سیستم با استفاده از تیرچه هایی از پروفیل های سردنورد شده و پوشش آن توسط پانل های پیش ساخته یا بتن ریزی اجرا می شود.

❖ الزامات طراحی

۶- اتصال اسکلت به شالوده باید از طریق ریشه گذاری میل مهار در شالوده و اتصال آن به ناودانی زیرین یا راتر بوسیله مهره صورت گیرد. میل مهارها باید طوری طراحی و محاسبه شود که در تمام حالت های بارگذاری وارد بر سازه، از نظر کشش و برش جوابگو باشند.

۷- اتصال مهاربندی های تسمه ای قطری به عناصر متقاطع با آن ها در طول مهاربند ضروری است.

۸- مهاربندی های تسمه ای قطری در باربری جانبی باید به عنان اعضای صرفاً کششی در تحلیل و طراحی در نظر گرفته شوند.

۹- لازم است مهاربندی های تسمه ای قطری با روش پیش کشیدگی به منظور رفع شل شدگی اولیه نصب شوند.

۱۰- تامین ضوابط دیافراگم صلب برای کلیه سقف ها با توجه به ضوابط موجود در استاندارد ۲۸۰۰ ایران توصیه می شود. در غیر این صورت سازه و سقف باید با توجه به ضوابط آئین نامه های مربوطه طراحی گردد.

۱۱- در این نوع سیستم حداکثر بار مرده و زنده برای سقف ها نباید به ترتیب از 350 kg/m^2 و 250 kg/m^2 تجاوز کند.

۱۲- کلیه اتصالات اعضای قائم به اعضای افقی باید به گونه ای باشند که مسیر انتقال بار قائم به نحو مطمئن در ارتفاع سازه تامین شود.

۱۳- ضوابط مربوط به اجزای اتصالی شامل پیچ و مهره، مطابق آئین نامه AISC و استاندارد AISI تامین شود.

۱۴- در صورت استفاده از اتصالات جوشی در محل کارخانه، رعایت ضوابط و مقررات مربوط به جوشکاری اعضای سرد

۱- استفاده از سیستم ساختمان دیوارهای باربر متشکل از قاب های سبک فولادی سرد نورد شده (سیستم LSF) تا هنگامی که آئین نامه طراحی این ساختمان ها توسط مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن انتشار نیافته است، تحت شرایط زیر مجاز می باشد.

الف) سیستم LSF به همراه مهاربند قطری حداکثر تا سه طبقه یا ارتفاع ۱۰ متر از تراز پایه در تمام مناطق لرزه خیز کشور مجاز بوده و طرح لرزه ای و سازه ای آن باید به ترتیب براساس استاندارد ASCE7-05 و آئین نامه AISI صورت گیرد

ب) برای ساختمان های با شرایط غیر از موارد یاد شده در بند الف تا ارتفاع ۱۵ متر یا ۵ طبقه مدارک و مستندات مربوط به طراحی و محاسبات پروژه باید براساس استاندارد و آئین نامه ذکر شده در بند الف، انجام شده و به تأیید مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن برسد.

۲- کنترل سازه در مقابل بار باد باید مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران انجام شود.

۳- بکارگیری حداکثر دهانه تا ۵ متر و حداکثر ارتفاع ناخالص (با احتساب ضخامت سقف) تا $3/6$ متر برای هر طبقه در این سیستم مجاز می باشد.

۴- رعایت ضوابط مندرج در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان طرح و اجرای ساختمان های بتن آرمه در طراحی شالوده الزامی است.

۵- لازم است در محل اتصال بین سقف و دیوار به طریق مقتضی درگیری کافی ایجاد شود تا در محل اتصال، ظرفیت انتقال کلیه بارهای ثقلی و جانبی داخل دیافراگم به دیوار ایجاد شود.

- نورد شده مطابق استاندارد AISI و آئین نامه AWS و AISC الزامی است.
- ۱۵- بکارگیری مصالح بنایی در دیوارهای داخلی و خارجی در دهانه قاب‌های سبک سرد نورد شده مجاز نمی‌باشد. حداکثر وزن متر مربع سطح دیوار تمام شده در جداکننده‌های داخلی نباید بیشتر از 50 kg/m^2 و در دیوارهای خارجی نباید بیشتر از 100 kg/m^2 باشد.
- ۱۶- اتصال دیوارهای غیر باربر و جداکننده‌ها به سیستم سازه‌ای باید به نحوی باشد که ضمن تحمل بارهای وارده مانند طوفان، زلزله، ضربه (مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۲۷۲) و ... مشارکتی در سختی جانبی سازه نداشته باشند.
- ۱۷- رعایت مشخصات فولاد سرد نورد شده براساس استاندارد ASTM A500 و ASTM A653 الزامی است و لازم است تمهیدات و پوشش‌های لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خوردنده ایران صورت پذیرد.
- ۱۸- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم اعم از معماری و سازه‌ای از حیث دوام و زیست محیطی باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی بکار گرفته شوند.
- ۱۹- الزامات مربوط به انرژی باید مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان صرفه جویی در مصرف انرژی رعایت شود.
- ۲۰- در صورتی که عایق حرارتی به صورت پرکننده اجرا شود، باید به نوع و ضخامت عایق حرارتی مورد نیاز را تامین نماید.



➤ سیستم قاب بتن آرمه پیش ساخته

در این سیستم ها المان های سازه به صورت پیش ساخته از بتن مسلح تولید و در محل نصب می شوند. در یکی از شیوه های متداول، ستون های سازه به ارتفاع حداکثر سه طبقه و معمولا با تعبیه ی کربل در ارتفاع طبقات و تیرها نیز به صورت پیش ساخته جهت نشیمن روی کربل ها در دو انتها، در کارخانه ساخته و در محل نصب شده و دیوارهای برشی بتن مسلح درجاریز نیز وظیفه ی باربری جانبی را برعهده دارد.

سقف سازه نیز از نوع بلوک های سوراخ دار (Hollow core) می باشد. در شیوه ی دیگر تیرها و ستون ها و سقف به صورت پیش ساخته بوده که در محل اتصال خود توسط بتن ریزی درجا به یکدیگر متصل و یکپارچه می شوند و قاب های ساده ی حاصل توسط دیوار برشی بتن مسلح در برابر بارهای جانبی مقاوم می شوند.



❖ الزامات طراحی

- ۱- اجرای این سیستم به عنوان قاب ساختمانی ساده بتن مسلح پیش ساخته به همراه دیوار برشی بتن مسلح متوسط درجا، در کلیه پهنه‌های لرزه‌خیزی ایران بر اساس آخرین ویرایش استاندارد ۲۸۰۰ ایران بلامانع است.
- ۲- استفاده از این سیستم به عنوان قاب ساختمانی ساده بتن مسلح پیش ساخته به همراه دیوار برشی بتن مسلح معمولی، فقط در مناطق با پهنه‌بندی لرزه‌خیزی کم و متوسط مجاز می‌باشد.
- ۳- بارگذاری قلی و لرزهای سیستم به ترتیب باید براساس آخرین ویرایش مبحث ششم مقررات ملی ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰ اعمال شود.
- ۴- طراحی، ساخت، نصب اعضا و اتصالات قطعات پیش ساخته بر اساس آیین‌نامه ACI 318-08 و راهنمای طراحی PCI-04 و ویرایش‌های بعد از آن الزامی است.
- ۵- رعایت ضوابط شکل‌پذیری، مطابق فصل ۲۱ آیین‌نامه ACI 318-08 یا مبحث نهم مقررات ملی ساختمان برای دیوارهای برشی بتن مسلح متوسط درجا الزامی می‌باشد.
- ۶- به منظور تامین یکپارچگی در دیافراگم سقف، لازم است در محل اتصال پانل‌های سقف پیش ساخته به تیر نیمه پیش ساخته و همچنین اتصال ساده تیر نیمه پیش ساخته به ستون پیش ساخته، میلگردهای تامین کننده یکپارچگی اعضا در محل اتصال به طور مناسب طراحی و اجرا شوند. بدیهی است کلیه اعضای اتصال در این نواحی باید مقاومت کافی را در برابر تلاش‌های حاصل از میلگردهای یکپارچگی مذکور داشته باشند.
- ۷- طراحی و اجرای میل‌مهارهای سقفی مناسب در محل اتصال اعضای پانلی سقف پیش ساخته به یکدیگر و همچنین اجرای تیرچه در پیرامون بازشوها، الزامی است.
- ۸- ضروری است اجزای مرزی در لبه‌های دیوار برشی بتن مسلح درجا، صرفاً به صورت درجا اجرا شوند.
- ۹- لازم است یکپارچگی اتصال سقف پیش ساخته به دیوار برشی بتن مسلح درجا با ارائه محاسبات مناسب، در طراحی و اجرا تامین شود.
- ۱۰- تامین اتصال قاب پیش ساخته ساده ساختمانی به دیوار برشی بتن مسلح درجا، از طریق اتصال تیرهای هم امتداد دیوار برشی، با همان مرزی درجا صورت گیرد.
- ۱۱- منظم بودن ساختمان در پلان و ارتفاع الزامی است.
- ۱۲- شالوده بتن مسلح در این سیستم باید به صورت بتن درجا و اتصال ستون پیش ساخته به شالوده نیز با جزئیات اتصال مناسب نظیر استفاده از صفحه پای ستون و میل‌مهار فولادی طراحی و اجرا شود. در مواردیکه ستون تحت نیروی کششی قرار نگیرد، با ارائه محاسبات مناسب، استفاده از گزینه اتصال گلدانی بلامانع می‌باشد.
- ۱۳- وصله ستون‌های بتن مسلح پیش ساخته باید در محلی که تلاش‌های اعمالی به حداقل می‌رسند، انجام گیرد. همچنین در طراحی وصله ستون و اتصال پای ستون، در نظر گرفتن حداقل مقاومت کششی منقطع مطابق راهنمای طراحی PCI-04 ضروری است.
- ۱۴- در کلیه اتصالات خشک، رعایت ضوابط و مقررات مربوط به طراحی اجزای اتصال و مشخصات فنی جوشکاری‌های مربوطه منطبق بر ضوابط و مقررات آیین‌نامه‌های AWS و AISC و ASCE 07 الزامی می‌باشد.
- ۱۵- رعایت تمهیدات لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران الزامی است.
- ۱۶- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

➤ سیستم قاب فولادی پیچ و مهره ای

در این سیستم اعضای قاب فولادی طبق نقشه ها در کارخانه و تحت نظارت و کنترل کافی تولید و بخشی از اتصالات بحرانی آن ها توسط جوش کارخانه ای و با نظارت و آزمایش کنترل کیفی انجام شده و اتصالات باقی مانده در محل توسط پیچ و مهره اجرا می گردد. اتصالات پیچ و مهره ای کنترل کیفی ساده تری از جوش های کارگاهی داشته و سرعت و کیفیت کار را افزایش می دهند. هم چنین این اتصالات تنش های پسماند ناشی از جوشکاری را کاهش داده و امکان بازکردن و ترمیم اتصال را نیز ایجاد می نماید.

الزامات و مشخصات مصالح و روش طراحی و اجرای این سیستم سازه ی باید بر اساس مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "طرح و اجرای ساختمانهای فولادی" باشد.



➤ سیستم بتن مسلح با قالب عایق ماندگار ICF

این سیستم یک سیستم دال و دیوار بتن آرمه ی درجا است که با مش هایی از مفتول فولادی مسلح شده و قالب های آن که از جنس عایق پلی استایرن می باشد پس از بتن ریزی در محل باقی می ماند. قطعات این سیستم در کارخانه تولید شده و پس از نصب، بتن ریزی می شوند. این قطعات سبک هستند و در نتیجه حمل و نقل و نصب سریع و آسانی خواهند داشت ولی از طرف دیگر ضخامت تمام شده ی بیشتری نسبت به دیوار بتن آرمه ی تنها خواهد داشت. از جمله ملاحظات جدی در این سیستم ها بحث حریق و امکان گسترش آتش یا دود ناشی از مصالح پلیمری نامناسب است که باید بطور مناسب پاسخ داده شود.

❖ الزامات طراحی

- سیستم سازه ای حاصل از این روش اجرا، به عنوان سیستم سازه ای دیوار باربر با دیوارهای برشی بتنی مسلح محسوب می شود. در صورتی که ضوابط شکل پذیری بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ و مبحث نهم مقررات ملی ایران رعایت نشود و با استناد به بند ۹-۲۰-۲-۵-۲ مبحث نهم مقررات ملی ایران، کاربرد این سیستم صرفاً در مناطق با خطر نسبی کم و متوسط و برای ساختمان های دارای اهمیت کم و متوسط تا حداکثر ارتفاع ۱۰ متر مجاز می باشد. بدیهی است در صورتی که ضوابط شکل پذیری رعایت شود، ضمن رعایت ضوابط مقاومت در برابر حریق، حداکثر ارتفاع ساختمان بر اساس ضوابط آیین نامه ۲۸۰۰ ایران، ۵۰ متر از تراز پایه می باشد.
 - در صورت استفاده از رابط های پلاستیکی، حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان به دو طبقه محدود می شود.
 - بارگذاری ثقلی و لرزه ای سیستم سازه ای حاصل از این روش، به ترتیب بر اساس آخرین ویرایش های مبحث ششم مقررات ملی ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰ ایران صورت گیرد.
 - طرح سازه ای سیستم حاصل از این روش باید بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان یا آیین نامه ۳۱۸-۰۵ ACI و ویرایش های بعد از آن صورت گیرد.
 - حداقل ضخامت دیواره های بتنی نباید از ۱۵cm کمتر باشد.
 - بتن مصرفی می بایست از نوع بتن سازه ای و با حداقل مقاومت ۲۰MPa باشد.
 - پلی استایرن منبسط شونده مورد استفاده باید از نوع کندسوز یا خودخاموش شو، مطابق با استانداردهای معتبر بین المللی و دارای گواهی نامه فنی از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن باشد.
- مشخصات کلیه مصالح مصرفی مربوط به اجزاء قالب بندی ماندگار، باید مطابق با استانداردهای بین المللی معتبر و اسناد ارائه شده باشد. مشخصات سایر مصالح مصرفی نیز باید مطابق استانداردها و آیین نامه های ملی یا معتبر بین المللی باشد.
 - محافظت از بلوک پلی استایرن دیوار باید به وسیله پوشش مناسب تأمین شود. این پوشش می تواند یک تخته گچی با ضخامت ۱۲/۵ میلی متر یا سایر مصالحی که بر اساس مدارک فنی مصوب و معتبر از نظر مقاومت در برابر دمای بالا معادل آن عمل می کند، باشد.
 - پوشش محافظت کننده بلوک های پلی استایرن، باید دارای اتصال مکانیکی به سازه باشد. اتصال پوشش به پلی استایرن، به تنهایی، مجاز نمی باشد.
 - دیوارهای بین واحدهای مستقل (مانند دیوار بین آپارتمان های مسکونی یا واحدهای تجاری، اداری مستقل و غیره) در هر ساختمان باید دارای مقاومت کافی در برابر آتش باشند. در این دیوارها باید به صورت مناسب از مصالح حریق بند استفاده شود، به گونه ای که بلوک های پلی استایرن در این قسمت، بین دو فضای مجاور پیوستگی نداشته باشند و از گسترش هر گونه حریق احتمالی بین دو فضای که به وسیله دیوار مقاوم در برابر آتش از یکدیگر جدا شده اند، جلوگیری شود.
 - فوم پلی استایرن باید در مرز سقف/کف هر طبقه قطع شود و بین طبقات امتداد نداشته باشد. در این قسمت ها، در صورت نیاز و برای تأمین مقاومت لازم، باید از مسدود کننده های آتش استفاده شود. همچنین فوم پلی استایرن سقف نباید بین واحدهای مستقل مجاور امتداد داشته باشد. این ماده باید در مرز دیوار جداکننده بین دو واحد مستقل مجاور قطع شود و برای مقاومت لازم در برابر آتش، مطابق نشریه ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن آتش بندی شود.

۱۳- در صورتی که از سیستم‌های سقفی دارای بلوک‌های پلی‌استایرن در این روش اجرایی استفاده شود، به منظور حفاظت از بلوک‌های سقفی پلی‌استایرن و جلوگیری از برخورد مستقیم هرگونه حریق احتمالی با بلوک، لازم است تا زیرسقف به وسیله پوشش مناسب (مانند یک تخته گچی به ضخامت حداقل ۱۲/۵ میلی‌متر یا اندود گچ به ضخامت حداقل ۱۵ میلی‌متر) محافظت شود. شایان ذکر است مسئولیت اجرای مناسب و جزئیات این مسئله، به عهده شرکت متقاضی می‌باشد.

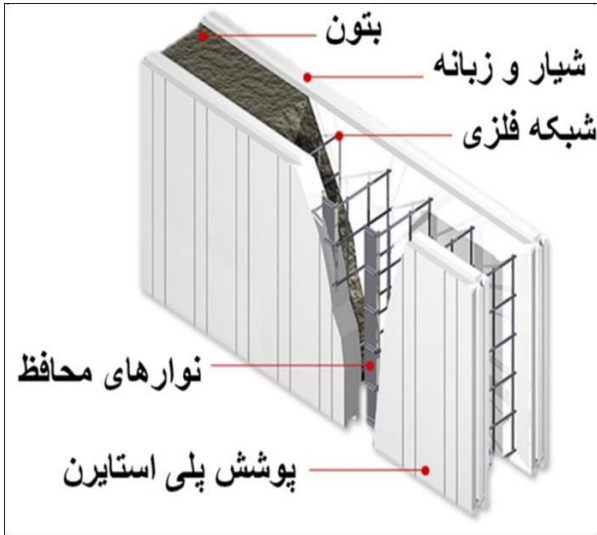
۱۴- مقاومت سیستم در برابر آتش برای دیوار و سقف، با توجه به تعداد طبقات، نوع و جزئیات دیوار بتنی و ...، مطابق مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق و الزامات نشریه ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره‌ها در مقابل حریق تأمین شود.

۱۵- رعایت کلیه مباحث مندرج در مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان به جهت صدابندی دیوار و سقف، الزامی است.

۱۶- لازم است تمهیدات لازم به منظور تأمین صدابندی مورد انتظار، بخصوص در دیوارهای بین واحدها، با استفاده از روش‌های توصیه شده در مقررات ملی ایران، انجام شود.

۱۷- رعایت مباحث مربوط به صرفه‌جویی در مصرف انرژی مطابق مبحث شماره ۱۹ مقررات ملی ساختمان ضروری است.

۱۸- در صورت طراحی به روش تجویزی، استفاده از این سیستم، براساس طبقه‌بندی مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، تنها برای ساختمان‌های گروه ۲ و ۳ مجاز می‌باشد.



➤ سیستم پانل سه بعدی 3D Panel

این سیستم از پانل های دیواری و سقفی ساخته می شود که در اتصال با یکدیگر تشکیل یک سیستم دیوار باربر را می دهند. پانل های این سیستم متشکل از یک صفحه عایق پلی استایرن میانی و دو شبکه فولادی در دو طرف آن است که توسط مفتول های مورب به هم متصل و تشکیل خرپای فضایی می دهند و سطوح دو طرف آن توسط بتن پاششی (شاتکریت) پوشش داده می شود. این صفحات تشکیل یک سیستم جعبه ای سه بعدی می دهد که رفتار و کاربرد آن تا حد زیادی شناخته شده و دارای سابقه است به شکلی که این سیستم برخلاف عمده سیستم های صنعتی سازی دارای دستورالعمل تولید، طراحی و اجرا به زبان فارسی می باشد (نشریه ۳۸۵ معاونت برنامه ریزی).

پانل های این سیستم سبک بوده و علاوه بر نصب سریع و راحت، وزن سازه را نیز کاهش می دهند. از جمله ملاحظات جدی مطرح در مورد این سیستم ها، بحث حریق و گسترش آتش و دود است که انتخاب جنس مصالح پلیمری مورد استفاده در لایه عایق را با اهمیت می سازد. ضوابط و الزامات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن استفاده از این سیستم را تا حداکثر دو طبقه مجاز می شمارد.



❖ الزامات طراحی

- ۱- در این سیستم صفحات ۳D طرفین به عنوان قالب محسوب و دیوار میانی به عنوان دیوار باربر سازه‌ای محسوب می‌شود.
 - ۲- سقف‌های سازه‌ای در این سیستم می‌تواند تیرچه بلوک و یا دال‌های بتن مسلح است.
 - ۳- اجرای ساختمان در حداکثر ۴ طبقه مسکونی روی طبقه پارکینگ و یا ارتفاع ۱۶ متر مجاز است.
 - ۴- الزامات طراحی و اجرا براساس آئین‌نامه ۳۱۸-۰۵ ACI و ویرایش‌های بعد از آن صورت گیرد.
 - ۵- طرح لرزه‌ای می‌تواند بر مبنای آخرین ویرایش استاندارد ۲۸۰۰ ایران و یا سایر آئین‌نامه‌های معتبر لرزه‌ای انجام شود.
 - ۶- طراحی و کنترل سازه در مقابل سایر بارهای وارده بر مبنای مقررات ملی ساختمان صورت گیرد.
 - ۷- مشخصات شبکه جوش باید براساس استاندارد ASTM باشد.
 - ۸- تمهیدات لازم در شرایط مختلف اقلیمی برای بتن مسلح مانند فولاد گالوانیزه و بتن مقاوم در محیط خورنده لحاظ شود.
 - ۹- حداقل تنش تسلیم فولادها ۲۴۰ مگاپاسکال و حداقل قطر آن‌ها ۳ میلی‌متر باشد.
 - ۱۰- عمل سختی‌زدایی در صورت استفاده از فولاد پس کشیده انجام گیرد.
 - ۱۱- کاربرد پلی‌استایرن متبسط شونده از نوع کندسوز مطابق با دستورالعمل ارائه شده مرکز و یا استاندارد ASTM مجاز است.
 - ۱۲- رعایت مباحث مربوط به انرژی، حریق و آکوستیک بر اساس مقررات ملی ساختمان الزامی است.
- ۱۳- امکان اجرای نما از نوع تر و یا با رعایت تمهیدات خاص از نوع خشک وجود دارد.
- ۱۴- چنانچه مجموعه ضوابط، دستورالعمل و یا آئین‌نامه در خصوص این سیستم توسط این مرکز انتشار یابد؛ شرکت‌های تولید کننده، کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران ملزم به رعایت آن می‌باشند.
- ۱۵- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم اعم از معماری، سازه‌ای و تأسیسات مکانیکی و برقی از حیث دوام، خوردگی، زیست محیطی، بهداشتی و غیره می‌بایستی بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین‌نامه‌های ملی یا معتبر بین‌المللی شناخته شده و مورد تأیید به کار گرفته شود، در غیر این صورت اخذ تأییدیه فنی در این خصوص از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.
- ۱۶- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

➤ سیستم صفحات بتنی بزرگ Large panel

در این سیستم صفحات بتن آرمه ی پیش ساخته در ابعاد بزرگ تولید شده و توسط جرثقیل در طبقات در محل خود نصب می شوند تا تشکیل یک سیستم دیوار باربر بدهند. از عناوین رایج برای این گونه سیستم ها Large Panel و Box - type می باشد که همگی در دسته بندی اجرا به شیوه ی Tilt-up قرار می گیرند. استفاده از بتن سبک سازه ای در ساخت صفحات پیش ساخته باعث کاهش وزن و سهولت در اجرا شده و بسیار قابل توصیه است.



❖ الزامات طراحی

- ۱- سیستم سازه‌های بتن مسلح پیش ساخته مدولار سه بعدی، به عنوان سیستم دیوار باربر با دیوار برشی بتن مسلح پیش ساخته متوسط محسوب می‌شود و اجرای آن در یک طبقه و در کلیه مناطق لرزه‌خیزی ایران (مطابق ویرایش سوم آئین نامه ۲۸۰۰ ایران) و با شرط رعایت الزامات زیر، مجاز می‌باشد.
 - ۲- طراحی لرزه‌ای و سازه‌ای این سیستم می‌بایست به ترتیب بر اساس IBC ۲۰۰۶ و ACI ۳۱۸-۰۵ انجام شود.
 - ۳- دیوارهای بتن مسلح باید مطابق با ضوابط ارائه شده در خصوص دیوارهای بتن مسلح پیش ساخته متوسط مندرج در آئین نامه IBC ۲۰۰۶ طراحی شوند.
 - ۴- حداقل ضخامت دیوارهای بتن مسلح باید ۱۰ سانتی متر منظور شود.
 - ۵- بر اساس ضوابط مندرج در آئین نامه‌های FEMA ۴۱-ATC و FEMA ۳۵۶ و با توجه به اینکه نوع آرماتورگذاری در دیوارها، بصورت یک لایه مش در وسط، امکان عملکرد ستونی را در بخشی از دیوار فراهم نمی‌کند، لازمست محدودیت‌های زیر در ساخت دیوارها اعمال شود:
 - در هر وجه دیوار، فاصله افقی بین بازشوها از کنج دیوار، می‌بایست بیش از ۰.۳ ارتفاع دیوار باشد.
 - در هر وجه دیوار، فاصله افقی بازشوها از یکدیگر، می‌بایست بیش از ۰.۴ ارتفاع دیوار باشد.
 - ۶- در اتصال دیوارها به شالوده، لازمست دیوارها در تمام طول و از طریق ناودانی زیر دیوار که به نحو مقتضی با دیوار درگیر شده، به تسمه فولادی که در امتداد طولی شالوده پیش بینی شده است،
- جوش شوند. شایان ذکر است این صفحه می‌بایست به نحو مناسب و با زوایا برشی یا بلت گذاری به شالوده متصل شده باشد.
- ۷- در مقاطع سقف و دیوار، لازم است اتصال مدول‌ها از طریق عبور آرماتور طولی و درگیری به قلاب‌های پیش‌بینی شده و هم‌چنین بتن‌ریزی درجا تامین شود.
 - ۸- به منظور اتصال المان مرزی که در محل اتصال دیوارهای دو مدول مختلف و با بتن ریزی درجا ایجاد می‌شود می‌بایستی ریشه‌گذاری مناسب در شالوده پیش بینی شود.
 - ۹- تمهیدات لازم به منظور جلوگیری از مشارکت جداکننده‌های داخلی و خارجی در سخی جانبی سازه در نظر گرفته شود.
 - ۱۰- رعایت تمهیدات لازم در شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران برای دوام و پایداری بتن، میلگرد فولادی الزامی است.
 - ۱۱- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق، هم‌چنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره‌ها در مقابل حریق با در نظر گرفتن تعداد طبقات، ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی ضروری است.
 - ۱۲- رعایت الزامات مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان جهت صرفه جویی در مصرف انرژی برای دیوارهای خارجی و سقف پام الزامی است.
 - ۱۳- صدابندی هوابرد جداکننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین شود.

➤ سیستم ساختمانهای چوبی

خانه های چوبی کاربرد فراوانی در کشورهای پیشرفته داشته و علاوه بر سبکی، سرعت و سهولت اجرایی بسیار زیاد، در مطالعات و تجربیات زلزله های گذشته عملکرد لرزه ای مناسبی نیز از خود برجای گذاشته اند. از جمله معایب این سیستم ها بحث آتش سوزی است که مشکل بزرگی برای این سازه ها می باشد.



❖ الزامات طراحی



- ۱) تمامی ضوابط و محدودیت‌های سازه‌های سبک اسکلت چوبی مندرج در آیین‌نامه IBC و همچنین رعایت مقررات ملی ساختمان ایران و استاندارد ۲۸۰۰ ایران در سایر موارد مربوطه رعایت شود.
- ۲) ارتفاع مجاز ساختمان‌های این سیستم بسته به لرزه‌خیزی منطقه تا حداکثر ۳ طبقه از تراز پایه مطابق آیین‌نامه IBC است.
- ۳) اعضای ساختمانی، اتصالات آنها و جزئیات سازه‌ای بر اساس آیین‌نامه IBC طراحی شوند.
- ۴) بارگذاری و طرح لرزه‌ای سیستم سازه سبک چوبی بر مبنای آیین‌نامه‌های IBC و ASCE ۷ و استاندارد ۲۸۰۰ ایران صورت گیرد.
- ۵) محدودیت حداکثر بار زنده و مرده بر طبق آیین‌نامه IBC برای سقف‌ها رعایت شود.
- ۶) اتصالات اعضای قائم به اعضای افقی به گونه‌ای باشد که یکپارچگی سیستم در ارتفاع سازه تأمین شود.

۱۳. قرار دادن سازه چوبی در ارتفاعی بالاتر از سطح زمین تا خطر نفوذ آب، رطوبت، قارچ‌ها و حمله انواع حشرات به سازه چوبی کاهش یابد. قاب دیوارهای چوبی بر طبق آیین‌نامه‌های معتبر باید حداقل ۲۰ سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین قرار داده شود. این ارتفاع با قرار دادن قسمتی از پی بالاتر از سطح زمین و یا با قرار دادن پدستال بر روی پی می‌تواند تأمین شود.

۱۴. کاربرد چوب اشباع شده با مواد شیمیایی مجاز بر طبق آیین‌نامه‌های معتبر، در محل تماس با پی و در مکان‌هایی که خطر نفوذ رطوبت وجود دارد.

۱۵. کلیه مصالح و اجزا در این سیستم اعم از معماری و سازه‌ای از حیث دوام، زیست محیطی و ... باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آیین‌نامه‌های ملی یا معتبر بین‌المللی شناخته شده و مورد تایید به کار گرفته شود.

۱۶. به کارگیری مصالح بنایی در دیوارهای داخلی و خارجی مجاز نیست، بجز در نمای ساختمان، به صورت دیوار غیرباربر و خود ایستا که در این حالت برای پایداری در برابر نیروهای جانبی ناشی از باد و زمین لرزه، باید بر طبق روش‌های موجود در آیین‌نامه‌های اجرایی معتبر، به سازه مهار شود.

۱۷. اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصولات تولیدی پس از راه‌اندازی خط تولید کارخانه از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

۷. در خصوص این سیستم، رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق" و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت اجزای ساختمان در مقابل حریق با در نظر گرفتن ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی اجزای ساختمان الزامی است.

۸. در خصوص این سیستم، رعایت مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "صرفه‌جویی در مصرف انرژی" الزامی است.

۹. صدابندی هوابرد جداکننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات باید مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "عایق‌بندی و تنظیم صدا" تأمین شود.

۱۰. طراحی ساختمان و انجام محاسبات مربوط به فیزیک ساختمان با در نظر گرفتن شرایط گوناگون اقلیمی در پهنه جغرافیایی ایران صورت گیرد.

۱۱. ملاحظات کامل هواپندی و نصب بخاربند در پوسته خارجی ساختمان، بازشوها و همچنین محل نصب اجزاء اتصالی، با توجه به اقلیم مورد نظر و خطر میعان در نظر گرفته شود.

۱۲. در نظر گرفتن تمهیدات و راهکارهای مناسب به منظور حفاظت از ساختمان‌های چوبی در برابر قارچ‌ها و حشرات برای مناطق با شرایط آب و هوایی گوناگون، از جمله مناطق با آب و هوای مرطوب و پر باران و مناطق بسیار گرم و موریانه‌خیز ضروری است.

➤ سیستم پانلی با تکنولوژی JK

در این سیستم پانلهای K لبه عنوان دیوارها و سقف ساخته و برای تشکیل سیستم سه بعدی به هم متصل می شوند پانل های این سیستم متشکل از یک شبکه نوارهای فولادی گالوانیزه و یک سری تیرک خرپایی فولادی است که حجم شبکه توسط بتن سبک با فرمولی خاص پر شده و سطح آن توسط ماله صاف می شود. بتن سبک مورد استفاده ترکیبی از سیمان، ماسه، دانه های پلی استایرن منبسط شده، الیاف و افزودنی های مخصوص است که بتن سبکی با وزن مخصوص کمتر از نصف بتن آرمه معمولی ایجاد می کند.

❖ الزامات طراحی

- ۱- اجرای این سیستم سازه ای به صورت قاب ساختمانی ساده بتن مسلح متشکل از اعضای نیمه پیش ساخته با اتصالات تر (درجا) و دیوارهای برشی بتن آرمه درجا است که محدودیت های آن مطابق استاندارد ۲۸۰۰ می باشد.
- ۲- ضخامت دیوارهای بتن آرمه نباید از ۱۵ سانتی متر کمتر باشد.
- ۳- بتن مصرفی باید از نوع بتن سازه ای و با حداقل مقاومت ۲۰ مگاپاسکال باشد.
- ۴- منظم بودن ساختمان در پلان و ارتفاع مطابق استاندارد ۲۸۰۰ الزامی است.
- ۵- بارگذاری ثقلی و لرزه ای این سیستم، به ترتیب بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "بارهای وارد بر ساختمان" و استاندارد ۲۸۰۰ صورت گیرد.
- ۶- در طراحی سازه ای این سیستم، مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "طرح و اجرای ساختمان های بتن آرمه" مد نظر قرار گیرد و در طراحی، ساخت، نصب و اجرای اعضا و اتصالات قطعات پیش ساخته، رعایت آخرین ویرایش آئین نامه ACI 318 و راهنمای طراحی PCI الزامی است.
- ۷- در صورت تعبیه اعضای مرزی در دیوارهای برشی بتن مسلح، ضروری است این اعضا به صورت درجا اجرا شوند و در نظر گرفتن ستون های پیش ساخته قاب به عنوان اعضای مرزی مورد تایید نمی باشد.

۱۶- صدابندی هوابرد جداکننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات باید مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "عایق‌بندی و تنظیم صدا" تأمین شود. ۱۷- لازم است تمهیدات لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران صورت پذیرد.

۱۸- کلیه مصالح و اجزا در این سیستم اعم از معماری و سازه‌ای از حیث دوام، زیست محیطی و ... باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین‌نامه‌های ملی یا معتبر بین‌المللی شناخته شده و مورد تأیید به کار گرفته شود.

۱۹- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصولات تولیدی، پس از راه‌اندازی خط تولید کارخانه از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

۸- در نظر گرفتن تمهیدات لازم در هنگام بتن‌ریزی در محل اتصال تیرها به ستون‌های پیش‌ساخته برای تأمین کیفیت مناسب بتن ضروری است مانند: ویرنه مناسب در آن محل‌ها و ...

۹- لازم است تمهیدات لازم جهت تحمل نیروی Uplift در اتصال ستون بالایی به ستون پایینی صورت گیرد مانند: دندانه‌دار کردن شیارهای تعبیه شده در بالای ستون پایینی و ...

۱۰- تأمین ضوابط دیافراگم صلب و همچنین تأمین پیوستگی و یکپارچگی برای کلیه سقف‌ها الزامی است.

۱۱- اتصال سقف به قاب و دیوار به صورت پیوسته و یکپارچه طراحی و اجرا شده و میلگردگذاری لازم بر این اساس در محل اتصال انجام شود. همچنین تأمین پیوستگی و یکپارچگی در محل اتصال تیر به ستون و اجرای میلگردگذاری لازم ضروری است.

۱۲- در نصب و اجرا، این سیستم جهت تحمل بارهای حین اجرا کنترل شود.

۱۳- تمهیدات لازم جهت تأمین پایداری قطعات پیش‌ساخته الحاقی به ساختمان مانند: راه‌پله‌ها، جان‌پناه‌ها و ... در برابر نیروهای وارده صورت گیرد.

۱۴- در خصوص این سیستم، رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق" و همچنین الزامات تشریح شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت اجزای ساختمان در مقابل حریق با در نظر گرفتن ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی اجزای ساختمان الزامی است.

۱۵- در خصوص این سیستم، رعایت مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "صرفه‌جویی در مصرف انرژی" الزامی است.



➤ سیستم دیوار و سقف بتن آرمه پیش ساخته توخالی

این سیستم در دسته بندی سیستمهای پیش ساخته بتن مسلح قرار می گیرد. این سیستم متشکل از دیوارها و سقف های بتن آرمه پیش ساخته توخالی است. در این سیستم، دیوارها علاوه بر تحمل بارهای مرده و زنده وارده از طریق سقفها، بارهای جانبی را نیز تحمل می نمایند. قطعات پیش ساخته از کارخانه به کارگاه منتقل شده و به کمک اتصالات تر (درجا) به هم متصل میشوند. اتصال دیوارها به یکدیگر در ارتفاع به صورت پیوسته نبوده و تنها از طریق المان های مرزی تعبیه شده در دو انتهای دیوارها صورت میگیرد. بخشهای درجای سیستم شامل شالوده، کلافهای افقی بالای دیوارها در محل اتصال به سقف ها، کلافهای قائم تعبیه شده در محل تقاطع دیوارها و اعضای مرزی بتن مسلح دو انتهای دیوارها جهت اتصال دیوارها در ارتفاع میباشد. این روش اجرا، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می باشد.



❖ الزامات طراحی

- ۱- اجرای این سیستم با رعایت ضوابط سیستم دیوار باربر با دیوار برشی بتن مسلح متوسط پیش ساخته تا حداکثر ۴ طبقه یا ارتفاع ۱۲ متر از تراز پایه در کلیه پهنه‌های لرزه‌خیزی کشور مجاز می‌باشد.
- ۲- طراحی سیستم بر اساس آیین‌نامه‌های 7 ASCE یا EC8، ACI 318 و راهنمای طراحی PCI الزامی است.
- ۳- حداکثر طول دهانه سقف‌ها برابر ۵ متر توصیه می‌شود. افزایش طول دهانه‌ها با ارائه مدارک و محاسبات فنی کامل مجاز است.
- ۴- منظم بودن ساختمان در پلان و ارتفاع الزامی است.
- ۵- رعایت محدودیت نسبت مساحت میلگردهای قائم و افقی به کار رفته در تسلیح لایه‌های داخلی و خارجی پیش ساخته، فواصل میلگردها و هم چنین کلیه ضوابط مربوط به آرماتوربندی مطابق آیین‌نامه ACI 318-08 یا EC8 و ویرایش‌های بعد از آن الزامی است.
- ۶- کلاف قائم باید در گوشه‌های اصلی ساختمان و در طول دیوار، در فاصله محور تا محور حداکثر ۵ متر، در موضع سوراخ‌ها، همچنین در محل اتصال دیوارها به یکدیگر اجرا شود. سطح مقطع کلاف بتن مسلح درجا، نباید از ۴۰۰ سانتی‌متر مربع کمتر باشد.
- ۷- اجرای کلاف‌های افقی بر روی دیوارهای باربر، محل اتصال سقف به دیوار و پیرامون ساختمان به منظور تأمین یکپارچگی سازه الزامی است. هم چنین عرض و ارتفاع کلاف سقف نباید از ۲۰ سانتی‌متر کمتر در نظر گرفته شود.
- ۸- در تراز هر طبقه، کلاف‌های افقی مختلف باید، به منظور تأمین یکپارچگی و رفتار شبکه مانند، به هم متصل شوند به گونه‌ای که کلاف سقف نباید در هیچ‌جا منقطع باشد.
- ۹- لازم است دیوارهای برشی بتن مسلح توپر در هر دو امتداد اصلی و در دو محور جداگانه، جهت تأمین مقاومت برشی لازم در مقابل نیروهای جانبی طراحی و اجرا شوند.
- ۱۰- طراحی و اجرای شالوده بتن مسلح درجا و تعبیه میلگردهای ریشه انتظار برای دیوارها، مطابق ضوابط آیین‌نامه‌های مورد اشاره در بند ۲ الزامی می‌باشد.
- ۱۱- رعایت تمهیدات لازم در شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران برای دوام و پایداری بتن، میلگرد فولادی الزامی است.
- ۱۲- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق، هم چنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره‌ها در مقابل حریق یا در نظر گرفتن تعداد طبقات، ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی ضروری است.
- ۱۳- رعایت الزامات مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان جهت صرفه جویی در مصرف انرژی برای دیوارهای خارجی و سقف بام الزامی است.
- ۱۴- صدابندی هوابرد جداکننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تأمین گردد.
- ۱۵- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

ب) سیستم های جداکننده (دیوارهای غیر باربر)

➤ بلوک های دیواری ساخته شده با بتن سبک گازی AAC

۱. دیوارهای ساخته شده از بلوکهای دیواری ساخته شده با بتن سبک گازی

بتن هوادار اتوکلاو بتن گازی در که دنیا به اختصار AAC نامیده میشود، یک نوع خاص بتن سبک متخلخل است که عمدتاً از مواد با پایه ، سیلیس سیمان و آهک ساخته میشود ساختار متخلخل AAC که به علت واکنش آهک آزاد حاصل از ترکیبات سیمان و آهک و پودر آلومینیوم به وجود می آید دارای خواص حرارتی مناسب (عایق حرارتی) و همچنین نسبت مقاومت به جرم حجمی زیادتری نسبت به دیگر انواع بتن میباشد. با توجه به اینکه بتن گازی دارای وزن کم و مقاومت مناسب غیر سازه ای میباشد، از عمده ترین کاربردهای آن می توان به بلوک های سبک ساختمانی جهت ساخت دیوارهای و جداکننده همچنین قطعات مسلح بتن گازی برای کاربردهای غیر باربر مانند پانل های پرکننده سقف و دیوار غیر باربر اشاره نمود . لازم به ذکر است بتن گازی ، جهت کاربردهای سازه ای مورد استفاده قرار نمی گیرد.



۲. پانل دیواری مسلح ساخته شده از بتن سبک AAC

از آنجاکه این بتن وزن کم و مقاومت قابل قبولی دارد، می توان از آن در اجزا و عناصر غیرسازه‌های ساختمان بهره لازم را برد. از عمده ترین کاربردهای این نوع بتن، تولید بلوک های دیواری برای استفاده در ساختمان ها کوتاه مرتبه و یا ساخت دیوارهای جداکننده در ساختمان های معمولی می باشد از مزایای این پانل ها، می توان به مقاومت مناسب آن در مقابل آتش، عملکرد حرارتی مطلوب، عدم نیاز به عایق های حرارتی مجزا، کاهش انتقال صوت، افزایش سرعت ساخت، کاهش در مصرف مصالح مورد نیاز برای نما، کاهش در جرم ساختمان و سهولت نصب و اجرا را نام برد.

❖ الزامات طراحی

- ۱- کاربرد این نوع پانل های ساخته شده با بتن سبک گازی در دیوارهای غیر باربر داخلی و خارجی مجاز می باشد.
- ۲- پانل های ساخته شده با بتن AAC باید دارای حداقل مقاومت 4Mpa و میانگین مقاومت 5Mpa باشد (رده AAC-4 طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۸۵۹۳).
- ۳- الزامات استاندارد ASTM C1452 یا EN 12602 باید در ساخت پانل های AAC رعایت شود.
- ۴- وزن مخصوص بتن سبک گازی در دامنه ۳۵۰ تا ۸۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب می باشد.
- ۵- اتصال این پانل ها به یکدیگر و به عناصر سازه ای باید به گونه ای باشد که ضمن پایداری دیوارهای حاصل در برابر بارهای خارج از صفحه، در رفتار لرزه ای سازه مشارکت نداشته باشند.
- ۶- رعایت حداقل های طراحی، نحوه تسلیح و محاسبات طراحی این پانل ها باید بر اساس آئین نامه های معتبر بین المللی مربوطه، از جمله ACI 318، ACI 523 انجام شود.
- ۷- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان و مسکن در خصوص حفاظت ساختمان ها در مقابل حریق و هم چنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره ها در مقابل حریق با در نظر گرفتن ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی الزامی است.
- ۸- صدابندی هوارد جداکننده های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و می بایستی مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تأمین گردد.
- ۹- رعایت الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در جهت صرفه جویی در مصرف انرژی برای دیوار خارجی الزامی است. هم چنین ضخامت پانل ها باید پاسخگوی الزامات مندرج در مبحث ۱۹ مقررات ملی ایران، از نظر صرفه جویی در مصرف انرژی باشد. در صورتیکه این پانل ها در زمینه حرارت به روش تجویزی طراحی می شوند، لازم است ضخامت آنها در رده های ۱، ۲، ۳ به ابعاد ۴۸، ۳۶ و ۲۶ افزایش یابد. در صورت استفاده از روش کارکردی و با ارائه مدارک و مستندات فنی، این اعداد می توانند تقلیل یابند.
- ۱۰- ضخامت پانل ها باید الزامات مندرج در مبحث ۱۸ مقررات ملی ایران را به منظور صدابندی جدارهای داخلی و خارجی تأمین نماید. به این منظور لازم است برای جداگرهای داخلی از پانل های با حداقل ضخامت ۱۰ سانتی متر دو طرف اندود و برای دیوارهای خارجی، از پانل های با حداقل ضخامت ۲۰ سانتی متر دو طرف اندود و برای دیوارهای بین دو واحد مسکونی مستقل، از پانل های با حداقل ضخامت ۲۵ سانتی متر دو طرف اندود استفاده شود.



➤ دیوار غیرباربر ساخته شده از بتن سبک CLC

بتن سبک CLC یکی از انواع بتن سبک بوده که به وسیله ایجاد حباب های هوا با اندازه های مختلف در درون بتن ایجاد می شود. روش تولید این نوع بتن یک روش بدون اتوکلاو است. ایجاد حباب هوا در این نوع بتن با یکی از دو روش مختلف فیزیکی یا استفاده از مواد افزودنی شیمیایی صورت میگیرد. به عنوان مثال، این محصول میتواند از ترکیب سیمان، ماسه بادی، آب و ماده شیمیایی تولید کننده کف تشکیل شود. این نوع بتن دارای مصارف مختلفی در صنعت ساختمان است مانند جداکننده های داخلی و خارجی ساختمان.



❖ الزامات طراحی

- 1- در بلوک های بتنی سبک CLC، قابلیت استفاده در دیوارهای غیر باربر داخلی و خارجی را دارند. شایان ذکر است که محدودیت های کاربری این بتن ها، با توجه به رده مقاومتی آنها تعیین می شود.
- 2- بتن های CLC از نظر رده مقاومتی به سه دسته با مقاومت های ۲/۵، ۵/۰ و ۷/۵ مگاپاسکال تقسیم می شوند. همچنین از نظر جرم حجمی خشک، این بتن می تواند دارای جرم حجمی اسمی ۴۰۰ تا ۹۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد.
- 3- جهت جلوگیری از تغییر شکل های نسبی در دیوار و اندود و در نهایت، کاهش احتمال ترک خوردگی، باید جمع شدگی ناشی از تغییرات رطوبت به حداکثر ۰/۰۲ درصد محدود شود.
- 4- ملات های به کار گرفته شده جهت اجرای دیوار با بلوک های بتنی سبک CLC باید دارای مشخصات فنی مطابق استانداردهای ملی ایران به شماره ۱-۷۰۶ و ۲-۷۰۶ باشند.
- 5- اتصال دیوارهای غیر باربر داخلی و خارجی حاصله به اسکلت سازه ای باید به نحوی باشد که ضمن تحمل تمامی بارهای وارده مانند طوفان، زلزله و ... مشارکتی در سختی جانبی سازه نداشته باشند.
- 6- دیوارهای مذکور باید طبق ضوابط استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۲۷۲، مقاومت لازم در برابر آزمون های ضربه را دارا باشند.
- 7- تأمین الزامات مربوط به نفوذپذیری، دوام، سیکل های ذوب شدگی و یخ زدگی و تشعشعات ماوراء بنفش جهت دیوارهای خارجی ضروری است.
- 8- با توجه به جذب آب این محصول، رعایت ضوابط مربوط به محافظت دیوارها از تماس مستقیم با آب و یا چرخه های تر و خشک شدن الزامی می باشد.
- 9- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم از حیث دوام، بهداشتی و زیست محیطی باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین نامه های ملی یا معتبر بین المللی بکار گرفته شوند.
- 10- ضخامت دیوارهای خارجی باید به گونه ای باشد که الزامات مربوط به انرژی مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "صرفه جویی در مصرف انرژی" برای دیوارهای خارجی رعایت شود.
- 11- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "حفاظت ساختمان ها در مقابل حریق" و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت اجزای ساختمان در مقابل حریق با در نظر گرفتن ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی اجزای ساختمانی الزامی است.
- 12- صدابندی هوایر جداکننده های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان می بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "عایق بندی و تنظیم صدا" تأمین شود.
- 13- در تمامی مراحل تولید، طراحی و اجرا، مسوولیت نظارت عالی و کنترل کیفی بر عهده شرکت متقاضی می باشد.
- 14- اخذ گواهی نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

➤ دیوارهای غیرباربر ساندویچی سه بعدی 3D

دیوارهای غیرباربر 3D، شامل یک شبکه خرپای فضایی از میلگردهای ساده به قطر ۳ الی ۵ میلیمتر، یک لایه پلی استایرن و دو لایه بتن پوششی در طرفین هستند و تنها به عنوان دیوارهای جداکننده مورد استفاده قرار می گیرند. شبکه خرپای فضایی به کار رفته، مشخصات مصالح و روند تولید این پانل ها، مشابه پانل های باربر می باشد. در این پانل ها، لایه پلی استایرن علاوه بر نقش قالب بندی، در عایقکاری حرارتی، برودتی و صوتی نیز موثر است. پانل های 3D در قطعاتی با عرض یک متر و طول سه متر در کارخانه تولید می شوند. پس از حمل به کارگاه و اجرای زیرسازی مناسب، در موقعیت خود قرار داده می شوند.



❖ الزامات طراحی

- رعایت الزامات زیر و استاندارد ملی ایران به شماره ۷۱۴۳ در خصوص پانل‌های ساندویچی سبک سه بعدی الزامی است.
- ۲- در نظر گرفتن تمهیدات لازم جهت عدم مشارکت این پانل‌ها در سختی جانی سازه الزامی است.
- ۳- طراحی پانل‌های خارجی و اتصالات مربوطه در مقابل بار باد مطابق مقررات ملی ایران مبحث ششم انجام گیرد.
- ۴- مشخصات شبکه جوش باید براساس استاندارد ASTM باشد.
- ۵- تمهیدات لازم در شرایط مختلف اقلیمی برای بتن مسلح مانند فولاد گالوانیزه و بتن مقاوم در محیط خورنده لحاظ شود.
- ۶- حداقل تنش تسلیم فولادها ۲۴۰ مگاپاسکال است.
- ۷- عمل سختی‌زدایی در صورت استفاده از فولاد پس کشیده انجام گیرد.
- ۸- کاربرد پلی‌استایرن منبسط شونده از نوع کندسوز مطابق با دستورالعمل ارائه شده مرکز و یا استاندارد ASTM مجاز است.
- ۹- رعایت مباحث مربوط به انرژی، حریق و آکوستیک بر اساس مقررات ملی ساختمان الزامی است.
- ۱۰- امکان اجرای نما از نوع تر و یا با رعایت تمهیدات خاص از نوع خشک وجود دارد.
- ۱۱- چنانچه مجموعه ضوابط، دستورالعمل و یا آئین‌نامه در خصوص این سیستم توسط این مرکز انتشار یابد؛ شرکت‌های تولید کننده، کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران ملزم به رعایت آن می‌باشند.
- ۱۲- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم اعم از معماری، سازه‌ای و تأسیسات مکانیکی و برقی از حیث دوام، خوردگی، زیست محیطی، بهداشتی و غیره می‌بایستی بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین‌نامه‌های ملی یا معتبر بین‌المللی شناخته شده و مورد تأیید به کار گرفته شود، در غیر این صورت اخذ تأییدیه فنی در این خصوص از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.
- ۱۳- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

➤ پانل های دیواری ساخته شده از بتن سبک با رس منبسط شده

پانلهای سبک ساخته شده از بتن سبک با رس منبسط شده، به عنوان جداکننده های داخلی و دیوارهای غیرباربر خارجی مورد استفاده قرار می گیرند. در طرح اختلاط ارائه شده برای بتن مصرفی در ساخت این پانل ها، از سیمان پرتلند معمولی، ماسه، آب و رس منبسط شده استفاده شده است. به این ترتیب وزن مخصوص بتن حاصل، در حدود 1100 kg/m^3 محاسبه شده است، که تاثیر به سزایی در کاهش وزن پانل های تولیدی دارد.

مقطع عرضی یک مدول از پانلهای مذکور، دارای مقطعی مستطیلی با ضخامت متغیر و عرض 600 میلیمتر است که تعداد 6 حفره با قطر 62 میلیمتر، در فواصل 32 میلیمتری از هم، در آن تعبیه شده است. به این ترتیب وزن یک متر مربع از پانل به طور تقریبی در حدود 60 تا 90 کیلوگرم خواهد بود.



❖ الزامات طراحی

- ۱- کاربرد پانل‌های ساخته شده از بتن سبک با رس منبسط شده، در دیوارهای غیر باربر داخلی مجاز می‌باشد.
- ۲- اتصال این پانل‌ها به یکدیگر و به عناصر سازه‌ای باید به گونه‌ای باشد که ضمن تامین پایداری دیوارهای حاصل در برابر بارهای خارج از صفحه، از اندرکنش دیوار و سازه اصلی، تا حد امکان جلوگیری شود.
- ۳- بتن مورد استفاده برای تولید این پانل‌ها باید دارای مشخصات فنی-مکانیکی اعم از مقاومت فشاری، درصد جذب آب، میزان جمع شدگی، وزن مخصوص و ... بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۷۷۸۲ باشد.
- ۴- رس منبسط شده مورد استفاده در ساخت بتن مورد نظر، می‌بایست دارای ویژگی‌های فنی-مکانیکی مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۷۶۵۷ باشد.
- ۵- رعایت تمهیدات لازم جهت محدود نمودن جمع شدگی و تغییر شکل‌های ناشی از انقباض و انقباض حرارتی، در حد مجاز مطابق آئین‌نامه‌های مربوطه، الزامی است.
- ۶- ویژگی‌های فنی و مکانیکی چسب یا ملات بکار برده شده برای اتصال پانل‌ها به یکدیگر و به سازه، باید منطبق بر استاندارد ملی ایران به شماره ۷۰۶-۲ و سازگار با بتن سبک با رس منبسط شده باشد.
- ۷- انجام یک لایه عایقکاری تکمیلی، متناسب با گروه ساختمان و مقاومت پانل، به منظور پاسخگویی به انتظارات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان ایران الزامی است.
- ۸- لازم است پیش‌بینی‌های لازم (برای مثال پیش‌بینی لایه بخاربند) برای جلوگیری از بروز میعان در داخل پانل صورت گیرد.
- ۹- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان و مسکن در خصوص حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق و هم‌چنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مربوط به مقاومت اجزای ساختمان در مقابل حریق، با در نظر گرفتن ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی الزامی است.
- ۱۰- صدابندی هوابرد جداکننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان می‌بایستی مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران تأمین گردد.
- ۱۱- استفاده از پانل‌ها برای جداکننده‌های داخلی، دیوارهای بین واحدهای مسکونی مجاور و نمای ساختمان، با احتساب اندودهای به کار گرفته شده، می‌بایست بر اساس الزامات مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان ایران باشد.
- ۱۲- تأمین تمهیدات لازم جهت اجرای اندودهای تر و خشک از حیث مقاومت و دوام الزامی است.
- ۱۳- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم از حیث دوام، خوردگی، زیست محیطی، بهداشتی و غیره می‌بایستی بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین‌نامه‌های ملی یا معتبر بین‌المللی شناخته شده و مورد تأیید به کار گرفته شود.
- ۱۴- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

➤ پانل های الیافی

فناوری پانل های الیاف بتن در زمره اجزاء ساختمانی غیرباربر و غیر سازه ای قرار می گیرند و با توجه به مواد تشکیل دهنده، دارای وزن کم و سازگاری زیاد با محیط زیست می باشند. این پانل ها از مجموعه فرآورده های پشم چوب کارخانه ای محسوب می شود و مواد اصلی تشکیل دهنده آنها، سیمان و چوب می باشد که در طول فرآیند تولید، برخی مواد افزودنی به آنها اضافه می شود و نشاسته چوب، که به عنوان منبع حمله حشرات موذی محسوب می شود، از آن حذف می شود. با توجه به مواد تشکیل دهنده و فرآیند تولید، قالب بندی برای تولید این پانل ها بسهولت انجام می شود و امکان دستیابی به طرح های متنوع برای قالب بندی وجود دارد.



❖ الزامات طراحی

جدول ۱- کلاس هایی برای رواداری های طول و عرض

رواداری ها، mm	کلاس
+۵، -۱۰	L1
-۳، -۵	L2
$\pm 1^1$ ، $\pm 2^2$	L3
± 3	W ₁
± 1	W ₂
۱- برای طول اسمی mm ۱۲۵۰ ≤ ۲- برای طول اسمی mm ۱۲۵۰ >	

۲-۳ ضخامت، l، باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۱۴ تعیین شود. هیچ نتیجه آزمونی نباید از ضخامت اسمی، l، انحرافی بیشتر از رواداری های داده شده در جدول ۲ برای کلاس اعلام شده داشته باشد.

جدول ۲- کلاس ها برای رواداری های ضخامت

ضخامت اسمی، mm	رواداری ها، mm	کلاس
≤ ۱۰۰	-۲، +۳	T ₁
	± 1	T ₂
> ۱۰۰	-۳، +۴	T ₃
	± 2	T ₄

۱- این پانل ها از مجموعه فرآورده های پشم چوب کارخانه ای محسوب می شود و استفاده از آن به عنوان پانل غیرباربر در جداکننده های داخلی و دیوارهای بین واحدهای مسکونی مجاور و نمای ساختمان، به شرط رعایت الزامات زیر مجاز می باشد.

۲- الزامات فرآورده های پشم چوب کارخانه ای باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۴۷: سال ۱۳۸۷ باشد. ویژگی ها برای تمام کاربردها به شرح زیر است:

۲-۱- فرآورده های پشم چوب کارخانه ای باید دارای مقاومت حرارتی بیشتر از $0.5 \text{ m}^2\text{K/W}$ و ضریب هدایت حرارتی کم تر از 0.065 W/mK در 10°C باشند. این آزمون باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۸۶۲۱ انجام شود.

۲-۲- طول، l، و عرض، b، باید مطابق استاندارد ایران شماره ۷۱۱۳ تعیین شود. هیچ نتیجه آزمونی نباید از طول اسمی و عرض اسمی انحرافی بیشتر از رواداری های داده شده در جدول ۱ برای کلاس اعلام شده داشته باشد:

➤ پانل دیواری بتن سبک با دانه های پلی استایرنی

دیوارهای غیرباربر بتنی سبک با دانه های پلی استایرنی و روکش سیمان الیافی متشکل از یک لایه بتن سبک فومی میانی و دو لایه روکش سیمان الیافی در طرفین می باشد که صرفاً به عنوان دیوارهای جداکننده داخلی ساختمان قابل استفاده می باشد. این دیوارها به کمک **runner** و **track** های در نظر گرفته شده به کف و سقف سازه متصل می شوند. ابعاد این پانل ها ۳ متر ارتفاع و ۶ متر عرض می باشد و در ضخامت های مختلف تولید می شوند. وزن هر متر مربع این پانل ها تقریباً بین ۴۰ و ۶۰ کیلوگرم بر متر مربع است. اتصال پانل های کناری به یکدیگر به کمک کام و زبانه های تعبیه شده در لبه طولی انجام می شود.



❖ الزامات طراحی

- ۱- استفاده از این پانل‌ها صرفاً به عنوان دیوارهای جداکننده غیر باربر داخلی ساختمان‌ها مجاز است.
- ۲- در نصب و اجرا، این پانل جهت تحمل بارهای حین اجرا کنترل شود.
- ۳- اتصال این دیوارهای غیرباربر به سیستم سازه‌ای باید به نحوی باشد که ضمن تامین پایداری آنها در برابر بارهای وارده، از اندرکنش آنها و سازه اصلی تا حد امکان جلوگیری شود.
- ۴- کنترل پایداری دیوارهای غیرباربر در مقابل نیروی زلزله ناشی از جرم دیوار، مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران انجام شود.
- ۵- حداکثر ارتفاع خالص مجاز دیوارهای غیرباربر ۳/۲ متر می‌باشد.
- ۶- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم اعم از معماری و سازه‌ای از حیث دوام، خوردگی، زیست محیطی، بهداشتی و غیره باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین‌نامه‌های ملی یا معتبر بین‌المللی شناخته شده و مورد تایید بکار گرفته شود.
- ۷- صدابندی هوابرد جداکننده‌های بین واحدهای مستقل باید مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین شود.
- ۸- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت اجزای ساختمان در مقابل حریق با در نظر گرفتن ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی اجزاء ساختمانی الزامی است.
- ۹- چنانچه مجموعه ضوابط، دستورالعمل و یا آئین‌نامه در خصوص این محصول توسط این مرکز انتشار یابد، شرکت‌های تولید کننده، کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران ملزم به رعایت آن می‌باشند.
- ۱۰- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

➤ مواد پایه سنگدانه های سبک پرلیتی

پرلیت نوعی سنگ آتشفشانی با ترکیب اسیدی تا حد واسط است در که محیط آب و یا مرطوب تشکیل می شود. پرلیت دارای بافت شیشه ای است و به سبب همراه داشتن آب ، اشکال کروی در آن ایجاد شده است. میزان آب همراه با پرلیت در حدود ۵ تا ۲ درصد است.

مصارف مهم پرلیت منبسط شده عبارت است از تهیه بتن سبک وزن، پرکنندگی، عایق حرارتی و صوتی، کشاورزی و به عنوان صافی و ساینده است. پرلیت را می توان به نسبت های مختلف با سیمان مخلوط کرد و از آن قطعه های سبک وزن تهیه کرد. ملات پرلیت از ملات سیمان سبکتر، هدایت گرمایی آن کمتر و جذب صدای آن بیشتر است.



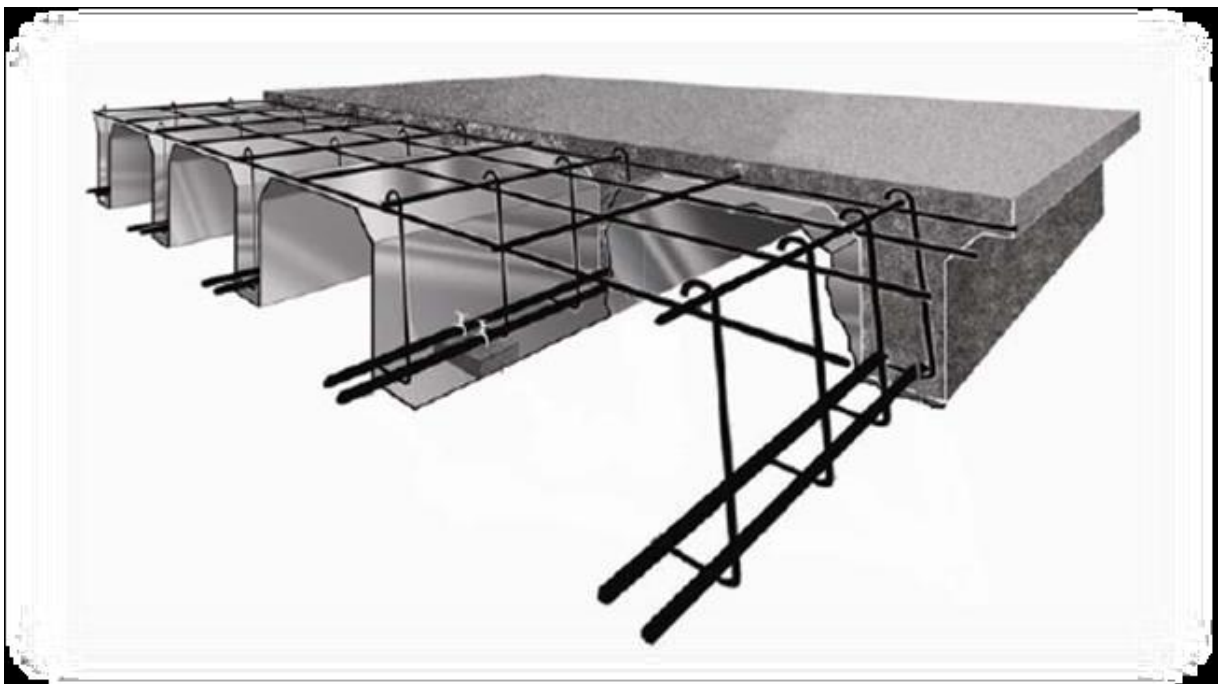
❖ الزامات طراحی

- ۱- استفاده از پرلیت فله‌ای در ساختمان برای مصارف عایق‌کاری حرارتی به شرط برآورده شدن الزامات استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۱۰۶۲ تحت عنوان "مصالح ساختمانی، فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی اجراشده درجا از پرلیت منبسط- فرآورده‌های فله‌ای و چسبیده قبل از نصب-ویژگی‌ها" مورد تایید است. این استاندارد الزامات چهار نوع فرآورده پرلیت منبسط (شامل سنگدانه پرلیت، پرلیت روکش دار، پرلیت آبگریز و پرلیت آماده) را برای عایق اجراشده درجا، بام، سقف، دیوار و کف تعیین می‌کند.
- ۲- استفاده از تخته پرلیت کارخانه‌ای در ساختمان برای مصارف عایق‌کاری حرارتی به شرط برآورده شدن الزامات استاندارد ملی ایران به شماره ۸۳۲۰ تحت عنوان "مصالح ساختمانی، فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی ساخته شده در کارخانه از پرلیت منبسط-ویژگی‌ها" مورد تایید است. این استاندارد فرآورده‌های ساخته شده در کارخانه از پرلیت منبسط، با رویه‌ها یا پوشش‌ها و یا بدون آن‌ها که برای عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌ها استفاده می‌شود را مشخص می‌کند. این فرآورده‌ها به شکل تخته یا عایق‌های چندلایه تولید می‌شوند. این استاندارد هم‌چنین تخته‌های عایق حرارتی مرکب را نیز شامل می‌شود.
- ۳- استفاده از پرلیت در ساختمان برای مصارف سبک‌سازی و به صورت سنگدانه به شرط برآورده شدن الزامات استاندارد ملی ایران به شماره ۷۶۵۷ تحت عنوان "سنگدانه-سنگدانه‌های سبک مورد مصرف در بلوک‌های بتنی-ویژگی‌ها" مورد تایید است. این استاندارد ویژگی‌های سنگدانه‌های سبک که در بلوک‌های بتنی و به منظور کاهش جگالی بتن می‌باشد را تعیین می‌کند.
- ۴- در کلیه مصارف این محصول لازم است مقررات ملی ساختمان ایران رعایت شود.
- ۵- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

ج) سقف‌ها

➤ سقف تیر دال بتن مسلح یک طرفه

این سیستم سقف، یک شیوه اجرای سقفهای بتن مسلح تیر و دال یک طرفه می باشد. در این شیوه پیش از بتن ریزی، قالب های فلزی تیرچه ها با توجه به ابعاد و فواصل محاسبه شده، در کنار هم قرار می گیرند. پیش از بتن ریزی لازم است، شمع های چوبی یا آهنی اجرا و آرماتورگذاری لازم در تیرچه ها و دال انجام شود. این روش، با حذف اجرای بلوک های سفالی یا سیمانی پرکننده بین تیرچه ضمن کاهش وزن سقف، نشت شیرابه بتن را از فواصل تیرچه ها به حداقل می رساند و در نتیجه موجب ارتقاء کیفیت بتن اجرا شده می شود.



❖ الزامات طراحی

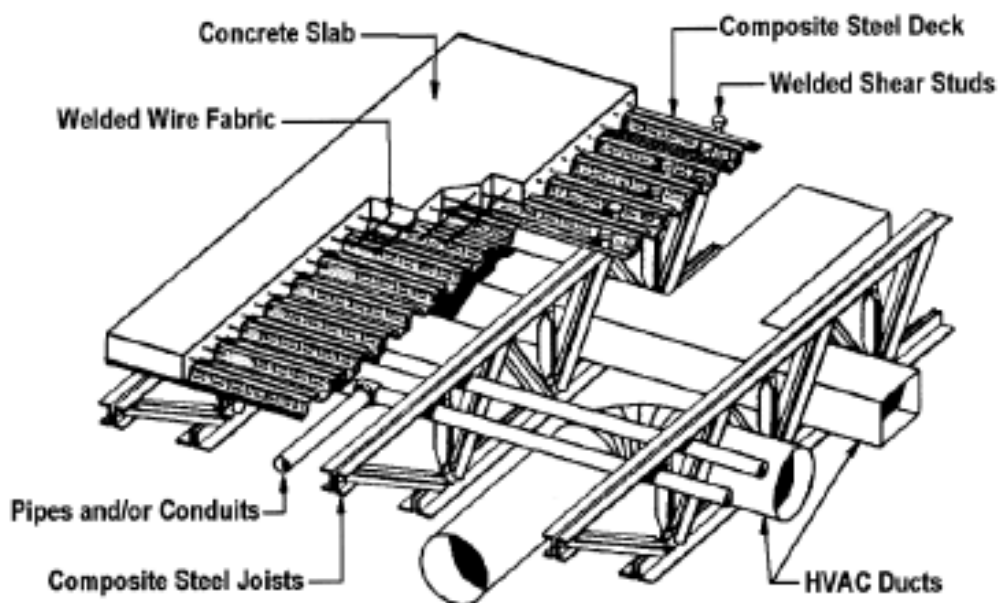
- ۱- رفتار این سیستم سقف مشابه سقف‌های دال یک‌طرفه، متشکل از تیرچه‌های بتن مسلح و دال می‌باشد. در طراحی و اجرای این سقف رعایت کلیه ضوابط و مقررات ملی ساختمان ایران الزامی است.
 - ۲- رعایت ضوابط مربوط به آرماتورگذاری تیرچه‌ها و دال بتن آرمه بر اساس ضوابط موجود در آیین‌نامه ACI 318-05 و مبحث نهم مقررات ملی ایران الزامی است.
 - ۳- لازم است لایه بتن مسلح رویه و تیرچه‌ها در برابر تلاش‌های خمشی و برشی وارد طراحی شوند.
 - ۴- استفاده از کلاف عرضی در این نوع سقف مطابق بند ۲-۵-۱ نشریه شماره ۸۲ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهور الزامی است.
 - ۵- در طراحی و اجرای این سقف تامین دیافراگم صلب، با توجه به ضوابط موجود در استاندارد ۲۸۰۰ ایران الزامی است.
 - ۶- لازم است یکپارچگی اتصال دال بتن مسلح به تکیه‌گاه‌های باربر به منظور انتقال صحیح بارهای ثقلی با ارائه محاسبات مناسب در طراحی و اجرا تامین شود. همچنین جزئیات اتصال باید به گونه‌ای باشد که سهولت اجرا و ایمنی لازم را تامین نماید.
 - ۷- لازم است یکپارچگی اتصال دال بتن مسلح به اعضای باربر جانبی به منظور انتقال بارهای جانبی به این اعضا با ارائه محاسبات مناسب در طراحی و اجرا تامین شود.
 - ۸- رعایت الزامات مربوط به بازشوها در سقف‌ها، بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران الزامی است.
 - ۹- حداکثر تغییر مکان مجاز ناشی از بار زنده بهره‌برداری برابر $L/360$ هر دهانه می‌باشد.
 - ۱۰- حداکثر تغییر مکان مجاز ناشی از ترکیب بار زنده و مرده برابر $L/240$ هر دهانه می‌باشد.
- ۱۱- به منظور اجرای لوله‌ها برقی و تاسیسات، در فضای مابین و زیر تیرچه‌ها لازم است، هماهنگی لازم بین نقشه‌های سازه و تاسیسات به عمل آید.
 - ۱۲- در این شیوه اجرا به دلیل حذف بلوک‌های پرکننده، طراحی و اجرای سقف کاذب ضروری است.
 - ۱۳- اجرای شمع‌های چوبی یا آهنی به منظور پایدار سازی قالب‌های فلزی ضروری است.
 - ۱۴- رعایت تمهیدات لازم متناسب با شرایط اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران الزامی است.
 - ۱۵- رعایت الزامات مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان، جهت صرفه جویی در مصرف انرژی الزامی است.
 - ۱۶- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان‌ها در برابر حریق و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت اجزای ساختمان در مقابل حریق با در نظر گرفتن تعداد طبقات، ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی ضروری است.
 - ۱۷- صدابندی هوابرد و کوبه‌ای سقف بین طبقات می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین شود.
 - ۱۸- این تاییدیه صرفاً در برگزیده کلیات طرح پیشنهادی بوده و به منزله تایید محصولات تولیدی آن شرکت نمی‌باشد.
 - ۱۹- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

➤ دال مرکب فولادی - بتنی

سیستم دال مرکب فولادی بتنی، یکی از اقتصادی ترین روش های ساخت سقف شناخته شده است. این سقف از مقاطع مختلط دال بتن - مسلح بر روی ورق های دوزنق های که به تیرها و شاه تیرهای فولادی متصل می شوند، تشکیل شده است عملکرد مختلط دال بتن مسلح فوقانی و ورق فولادی دوزنقه ای تحتانی، نقش به سزائی در تامین صلبیت سقف و رفتار برشی مطلوب آن خواهد داشت .

سیستم سقف بیگیت

سیستم سقف بیگیت به عنوان یک اختراع در سال ۱۳۸۹ در کشور به ثبت رسیده است. این سیستم، نوعی سقف مرکب فولادی بتنی است که از قالب فولادی قوسی شکل با نام تجاری بیگیت در قالب بندی سطح زیرین دال بتن مسلح استفاده شده است. قالب بیگیت از ورق گالوانیزه به ضخامت ۰/۶ یا ۰/۷ میلیمتر ساخته شده و با شکل قوسی و کنگره ای خود قابلیت تحمل بارهای حین اجرا را دارا می باشد. این قالب در سقف بیگیت از نوع ماندگار بوده و در باربری و عملکرد سازه های سقف هیچگونه نقشی برای آن در نظر گرفته نمی شود. از طرف دیگر، در دال بتنی بالای قالب، یک شبکه آرماتور پیش بینی شده است. از مزایای این سیستم سقف می توان به اجرای ساده و ایمن و همچنین سرعت بالای اجرا آن اشاره نمود.



❖ الزامات سیستم دال مرکب فولادی-بتنی

- ۱- ارتفاع ورق‌های فولادی دوزنقه‌ای در این مقاطع به 75 mm محدود می‌شود.
 - ۲- تامین ضوابط دیافراگم صلب با توجه به ضوابط موجود در فصل ۱۲ آیین نامه ASCE 7-05 و ضوابط موجود در استاندارد ۲۸۰۰ ایران الزامی است.
 - ۳- حداکثر تغییر مکان مجاز ناشی از بار مرده حین اجرا به $L/180$ یا mm ۲۰ برای هر دهانه محدود می‌شود.
 - ۴- حداکثر تغییر مکان مجاز ناشی از بار زنده بهره برداری به $L/360$ برای هر دهانه محدود می‌شود.
 - ۵- رعایت الزامات مربوط به باز شو در سقفها، بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان الزامی است.
 - ۶- رعایت ضوابط طراحی برشگیرها بر اساس بند ۱۰-۲-۷ مبحث دهم مقررات ملی ساختمان یا بر اساس ضوابط موجود در بخش 13 آیین نامه ASCE 7-05 الزامی است.
 - ۷- قطر گلمیخ‌های برشگیر باید 20 mm یا کمتر بوده و حداقل ارتفاع آن‌ها بعد از نصب، که از بالای ورق دوزنقه‌ای اندازه گیری می‌شود، نباید کمتر از 40 mm باشد.
 - ۸- ضخامت دال بتن آرمه در بالای کنگره ورق دوزنقه‌ای نباید از 50 mm کمتر باشد.
 - ۹- رعایت مشخصات فولادهای بکار برده شده بر اساس استاندارد ASTM با حداقل F_y برابر 230 MPa الزامی است.
 - ۱۰- رعایت مشخصات بتن سازه‌ای برای بتن مورد استفاده در دال بتن آرمه، مطابق با ضوابط موجود در AISC و با حداقل $f'c$ برابر 21 MPa و حداکثر آن برابر 70 MPa و همچنین رعایت ضوابط مربوط به
- آرماتورگذاری دال بتن آرمه بر اساس ضوابط موجود در آیین نامه ACI 318-05 الزامی است.
- ۱۱- مقاومت تسلیم آرماتورهای مورد استفاده در دال بتن آرمه رویه، مطابق ضوابط AISC، نباید از 525 MPa تجاوز کند.
- ۱۲- رعایت ضوابط و مقررات مربوط به جوشکاری اعضای سردنورد شده مطابق استاندارد AISI و آیین نامه‌های AWS و AISC الزامی است.
- ۱۳- رعایت ضوابط راهنمای طراحی Floor vibrations due to human activity، منتشر شده توسط انجمن AISC، برای کنترل ارتعاش کف‌ها الزامی است.
- ۱۴- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره‌ها در مقابل حریق با در نظر گرفتن تعداد طبقات، ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی ضروری است.
- ۱۵- صدابندی هوابرد و کوبه‌ای سقف بین طبقات می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین شود.
- ۱۶- رعایت الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، جهت صرفه جویی در مصرف انرژی الزامی است.
- ۱۷- در نظر گرفتن جزئیات دقیق مسیر و محل نصب کلیه اجزای تأسیسات مکانیکی و برقی در مرحله طراحی و اجرای سقف، ضروری است.
- ۱۸- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

❖ الزامات فنی سیستم سقف بیگیت

- ۱- ورق‌های قوسی شکلی بیگیت تنها نقش قالب بتن را ایفا می‌کند و مقاومت فولاد آن نباید در محاسبات منظور شود.
- ۲- به منظور استقرار قالب بیگیت، ضروری است دو پروفیل نبشی $L30 \times 30 \times 3$ به لبه‌های تیرچه‌ها و تیرهای قاب اصلی سازه با زاویه مناسب به عنوان نشیمن گاه قالب با جوش متصل شود.
- ۳- ضخامت ورق قالب باید حداقل $0/6$ میلی‌متر باشد.
- ۴- حداقل ضخامت بتن موجود در راس قالب 50 میلی‌متر می‌باشد.
- ۵- حداقل پوشش زیر میلگردها در محل راس قالب به اندازه 1 سانتی‌متر می‌باشد.
- ۶- حداکثر فاصله محور تا محور تیرچه‌ها در این روش 150 سانتی‌متر می‌باشد.
- ۷- حداقل ضخامت بتن در محل تیرچه‌ها که از سطح روی تیرچه تا سطح تمام شده بتن اندازه‌گیری می‌شود، 17 سانتی‌متر می‌باشد.
- ۸- عرض موثر دال بتنی رویه که در محاسبات منظور می‌شود (Be) برابر است با نصف عرض موثر محاسباتی حاصل از ضوابط بند ۱-۹-۱-۱۰ مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ایران.
- ۹- ارتفاع برشگیرها باید طوری در نظر گرفته شود که سطح فوقانی آن حداقل 2 سانتی‌متر بالاتر از راس قالب قرار گیرد.
- ۱۰- به منظور بهبود عملکرد تیرهای کناری در برابر کمناش جانبی-پیچشی، ضروری است تیرچه‌های متعامد به فواصل حداکثر $2/5$ متر در چشمه‌های کناری به تیرچه‌های سقف جوش شود.
- ۱۱- در طراحی و اجرای سقف، تامین ضوابط دیاگرام صلب با توجه به مفاد بند ۲-۹ و پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ ایران الزامی است.
- ۱۲- قالب ماندگار بیگیت باید مقاومت لازم در برابر وزن شبکه میلگردی، بتن تازه و بارهای حین اجرا را داشته باشد.
- ۱۳- ضوابط مربوط به محافظت در مقابل خوردگی به خصوص در مناطق مرطوب و حاشیه دریاها باید رعایت شود.



➤ سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوکهای توخالی ماندگار

۱. سیستم سقف مجوف بتن مسلح با گویهای توخالی کروی (کوبیاکس (cobiax

سقف های بتن مسلح به دلیل نیاز به کنترل تغییرشکل ها و ترک ها، بسیار مورد توجه و گاه محدود به دهانه های کوچک می شوند. حال اگر بتوان مقطع سقف های بتن مسلح، به ویژه دال ها را به نحوی بهبود بخشید که بتواند علاوه بر تامین ضوابط کنترلی، در مقایسه با دال های مشابه از وزن کمتری برخوردار باشند، می توان به شیوه جدیدی در روش اجرای دال های بتن مسلح دست یافت.

سیستم سقف مجوف بتن مسلح با گوی های توخالی کروی، از دولایه بتن مسلح تشکیل شده است که در بالا و پایین دال و بطور گسترده قرار میگیرد و حد فاصل این دو لایه با گوی های کروی شکل از جنس پلی پروپیلن پر می شود. که با توجه به نیاز پروژه و محاسبات طراحی، ابعاد مختلفی دارند.

۲. سیستم سقف مجوف بتن مسلح با بوکهای توخالی (یوبوت U-Boot)

یوبوت محصولی پلیمری با پایه پلی پروپیلن است که با هدف سبک سازی دال ها در سقف و پی های گسترده ی بتنی طراحی شده است. استفاده از یوبوت امکان هم تراز شدن ستونهای قارچی شکل با ضخامت دال و یا سقف را فراهم می سازد. از ویژگی های یوبوت احاطه شدن آن در داخل بتن با شبکه های میلگرد سقف است که باعث بوجود آمدن نیروهای دو طرفه عمود بر هم می گردد و کاهش به سزای مصرف میلگرد را در پی دارد. سایز بندی متفاوت یوبوت (از ۱۳ تا ۵۶ سانتی متر) ، دستیابی به سختی مطلوب را با وزن کمتر امکان پذیر می نماید و از سوی دیگر سختی بالای سقف اجرا شده با یوبوت امکان حذف تیرهای آویزدار و نیز اجرای بازشوهای بدون ستون را فراهم و دست مهندسين معمار و محاسب را در اجرای نقشه های معماری باز می گذارد تا مطابق درخواست کارفرما و نیاز پروژه با آزادی بسیار زیاد عمل نمایند.



❖ الزامات طراحی

- ۱- استفاده از این نوع سقف به شرط رعایت ضوابط و محدودیت‌های ذکر شده در ذیل و مباحث ششم و نهم مقررات ملی ساختمان ایران، در ساختمان‌های دارای دیوار برشی بتن مسلح مجاز است.
 - ۲- این ضوابط تنها برای سقف‌های کوبیباکس با گوی‌های کروی شکل کاربرد داشته و سقف با گوی با اشکال غیر کروی را شامل نمی‌شود.
 - ۳- مجموع بار مرده غیرسازه‌ای روی این سقف‌ها شامل پارتیشن، کف‌سازی و نازک‌کاری محدود به ۳۵۰ کیلوگرم بر متر مربع بوده ضمن آنکه کاربرد این سقف تنها جهت پارکینگ‌هایی که محل عبور اتومبیل سواری با حداکثر وزن ۲/۵ تن با بار متمرکز ۱ تن می‌باشد، مجاز است.
 - ۴- لازم است حداقل ضخامت بتن در اطراف گوی‌ها شامل بالا و پایین گوی حداقل ۵ سانتی‌متر و مابین دو گوی متوالی حداقل ۴ سانتی‌متر در نظر گرفته شود.
 - ۵- در طراحی از ظرفیت برشی فولاد مورد استفاده در قفسه گوی‌ها صرف‌نظر شود، با این حال میزان فولاد با امتداد قائم در این قفسه باید مطابق بند ۹-۱۲-۶-۳-۱ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران با فرض b_w برابر با حداقل فاصله بین دو گوی متوالی در هر جهت دال تامین شود.
 - ۶- در طراحی برای برش در هر جهت دال، مقاومت برشی نهایی بتن (V_c) باید حداکثر ۵۰ درصد مقدار محاسبه شده طبق رابطه ۹-۱۲-۴ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران و با فرض مقطع تمام پربتنی محاسبه شود. در تمام نقاط دال که نیروی
- برشی نهایی (V_u) بیش از مقاومت برشی نهایی تامین شده توسط بتن (V_c) باشد، دال باید به صورت توپر و بدون گوی اجرا شود.
- ۷- در طراحی و کنترل برش در حالت حدی نهایی برای عملکرد دو طرفه در حوالی بارهای متمرکز و تکیه‌گاه‌ها، مقاومت برشی نهایی بتن نباید حداکثر از ۵۰ درصد مقداری که از بند ۹-۱۲-۱۷-۴ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران حاصل می‌شود، بیشتر منظور شود.
- ۸- طراحی دال برای خمش در هر جهت بنا بر جزئیات اجرایی و با منظور نمودن حفره‌ها با مقطع دایره، در ضعیف‌ترین مقطع دال انجام گیرد.
- ۹- محاسبات تغییرشکل دال بر پایه بند ۹-۱۴-۲-۶-۱ و با محاسبه دقیق ممان اینرسی موثر دال سوراخ‌دار انجام گیرد. اضافه افتادگی دراز مدت بر پایه بند ۹-۱۴-۲-۴-۳ محاسبه شود.
- ۱۰- ایجاد هر گونه بازشو در این نوع دال تابع ضوابط بند ۹-۱۵-۳-۵ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران می‌باشد.

➤ سقفهای مجوف پیش ساخته تنیده - Hollow Core slabs

سقف های مجوف پیش ساخته یا Hollow core slabs از سیستم های سقف شناخته شده در دنیا می باشند. این سقف ها به دو صورت با استفاده از بتن مسلح معمولی و یا بتن مسلح پیش تنیده در کارخانه تولید و به محل اجرای پروژه انتقال داده می شوند. در مقطع طولی این سقف ها به منظور کاهش بار مرده سقف حفراتی طولی تعبیه شده است. از مزایای این سیستم مشابه دیگر انواع سقف های پیش ساخته کاهش زمان اجرا و افزایش سرعت پیشرفت پروژه میباشد. به منظور اتصال مناسب این قطعات به یکدیگر ضمن تامین کلید برشی لازم است قلابهای مناسب تعبیه شده و در محل به طور مناسب بتن ریزی یا گروت ریزی شود .



❖ الزامات طراحی

- ۱- سقف‌های ساخته شده از دال‌های هالوکور (Hollow Core Slabs) از انواع بتن آرمه معمولی و بتن آرمه پیش‌تینیده از سیستم‌های شناخته شده در سراسر دنیا بوده و جزو سقف‌های نیمه‌سنگین تا سنگین محسوب می‌شوند.
- ۲- استفاده از این نوع سقف تنها در ساختمان‌های با اسکلت بتن مسلح مجاز است.
- ۳- بارگذاری ثقلی و لرزه‌ای سیستم سازه‌ای حاصله به ترتیب باید بر اساس آخرین ویرایش مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان بارهای وارد بر ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰ ایران اعمال شود.
- ۴- طراحی، ساخت و اجرای دال‌های هالوکور از نوع بتن آرمه معمولی باید بر مبنای آخرین ویرایش دستورالعمل طراحی PCI (Manual for the Design of Hollow Core Slabs)، ضمن در نظر گرفتن ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه انجام شود.
- ۵- بررسی صلبیت دیافراگم سقف‌های هالوکور باید براساس بند ۹-۲ و پیوست شماره ۶ استاندارد ۲۸۰۰ ایران صورت گرفته و تمهیدات لازم برای تامین یکپارچگی سقف و صلبیت براساس ضوابط دستورالعمل PCI در نظر گرفته شود.
- ۶- به منظور تامین صلبیت دیافراگم، در صورت استفاده از بتن رویه، رعایت ضخامت حداقل ۵ سانتی‌متر الزامی است.
- ۷- به منظور تامین یکپارچگی سقف، اجرای میل‌مهار کافی در محل اتصال پانل‌های سقفی پیش‌ساخته به یکدیگر و اجرای تیرچه در پیرامون بازشوهای سقفی و همچنین اجرای کلاف‌های پیرامونی سقف الزامی است.
- ۸- برای انتقال برش در ناحیه اتصال دیافراگم به سیستم مقاوم در برابر بار جانبی و یا المان‌های مرزی، باید از میلگردهایی به صورت قلاب استفاده شود.
- ۹- محدودیت ابعاد بازشوها باید بر اساس ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران رعایت شود و در هر حال نباید از یک پنجم طول پانل هالوکور و یک دوم عرض پانل بیشتر باشد.
- ۱۰- در پلان‌های نامنظم و یا در حالتی که ابعاد بازشوها در پلان از یک پنجم طول پانل هالوکور و یا یک دوم عرض پانل بزرگتر باشد، لازم است که یک لایه بتن با ضخامت حداقل پنج سانتی‌متر اجرا شود.
- ۱۱- ضوابط طراحی و اجرای سیستم سقف بتنی هالوکور به صورت پیش‌تینیده باید براساس آئین‌نامه ACI 318 و آئین‌نامه طرح و محاسبه قطعات بتن پیش‌تینیده موضوع نشریه ۲۵۰ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور که بخش الحاقی آئین‌نامه بتن ایران (آبا) می‌باشد، انجام شود.

➤ سقف دال های نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double Tee

دال های نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double Tee همانطور که از نام آنها مشخص است و در شکل نیز ملاحظه می شود از يك جفت تیر T شکل تشکیل شده اند. این سقف ها به صورت پیش ساخته در کارخانه تولید شده و به محل اجرای پروژه انتقال می یابند. استفاده از این دال های نیمه پیش ساخته به علت حذف مراحل مربوط به قالببندی و دوره انتظار به مقاومت رسیدن بتن، می تواند موجب افزایش سرعت اجرای سقف شود. رفتار سیستم سقف دال های نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double tee مشابه سقفهای دال يك طرفه بوده و از این رو از نظر سازه ای دارای عملکرد شناخته شده می باشند. اما مشابه دیگر سیستمها پیش ساخته لازم است در اتصال این قطعات به سیستم باربر جانبی و همچنین به یکدیگر تمهیدات لازم اندیشیده شود. از این رو به منظور تامین صلبیت و همچنین رفتار یکپارچه در این سیستم لازم است بتن رویه اجرا شود. این سقف ها در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد بررسی قرار گرفته و استفاده از آن در محدوده الزامات ارائه شده مجاز است.



❖ الزامات طراحی

- 1- رفتار سیستم سقف دال‌های نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double Tee مشابه سقف‌های دال یک طرفه می‌باشد. در طراحی و اجرای این سیستم باید، صلبیت و یکپارچگی سقف با ارائه محاسبات کافی صرفاً به کمک اجرای بتن رویه تامین شود.
- 2- در این سیستم، به منظور تامین یکپارچگی در دیافراگم سقف و همچنین تحمل عکس‌العمل ناشی از تیرچه‌ها، می‌بایست در پیرامون سقف، تیرهای پیرامونی طراحی و اجرا شوند. همچنین در محل اتصال دال نیمه پیش ساخته به تیر پیرامونی، لازم است، میلگردهای تامین کننده یکپارچگی اعضا به طور مناسب طراحی و اجرا شوند.
- 8- جزئیات ساخت، حمل و نصب اعضا و اتصالات قطعات پیش-ساخته باید مطابق آخرین ویرایش آیین‌نامه ACI318 و راهنمای طراحی PCI انجام شود.
- 9- رعایت تمهیدات لازم متناسب با شرایط اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران الزامی است.
- 10- رعایت الزامات مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان، جهت صرفه جویی در مصرف انرژی الزامی است.
- 11- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان‌ها در برابر حریق و همچنین الزامات نشریه شماره 444 مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره‌ها در مقابل حریق با در نظر گرفتن تعداد طبقات، ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی ضروری است.
- 12- صدابندی هوابرد و کوبه‌ای سقف بین طبقات می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین شود.
- 13- اخذ گواهی اهنامه فند، محصل، ته‌لده، سد از راه انداز،
- 3- استفاده از این سیستم با توجه به دو بند فوق، در کلیه پهنه‌های لرزه‌خیزی ایران بلامانع است.
- 4- لازم است یکپارچگی و کفایت اتصال دال بتن مسلح به عضو باربر جانی با ارائه محاسبات مناسب در طراحی و اجرا تامین شود.
- 5- چنانچه در طراحی‌ها از عملکرد مرکب بتن رویه و دال نیمه پیش ساخته استفاده می‌شود، لازم است زانده‌های برشی برای انتقال برش ناشی خمش، بین بتن رویه و Double Tee پیش ساخته طراحی و اجرا شوند.
- 6- ضوابط مربوط به حداکثر ابعاد بازشوها و همچنین تمهیدات لازم در اطراف بازشوها از نظر طراحی و اجرای تیرچه پیرامونی، باید مطابق راهنمای طراحی PCI انجام شود.
- 7- ضوابط طراحی و کنترل سقف دال‌های نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double Tee، باید بر اساس آیین‌نامه ACI 318 و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان انجام شود.