



مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت مسکن و شهرسازی

# فناوری های نوین ساختمانی



تأیید شده توسط:

## مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

در راستای قانون سازداری و حمایت از تولید و عرضه مسکن

اسفندماه ۱۳۸۸

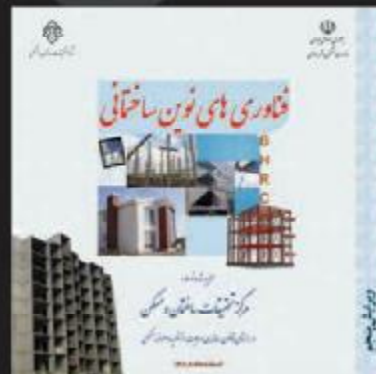
ویرایش پنجم

تولید صنعتی ساختمان - ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای مسکن در کشور

شماره های قبلی



  
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن



BUILDING & HOUSING RESEARCH CENTER

**BHRC**

بسم الله

# فناوری های نوین ساختمانی

ویرایش پنجم ، آگوست ۱۳۸۸

- صاحب امتیاز: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن  
این شماره به همت دبیرخانه فناوری های نوین ساختمانی، سیهان و نانو و با همکاری بخش های تحقیقاتی مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن تدوین شده است.
- همکاران: مسطفی مومندیان، ارسلان کتالی، ابراهیم پیران عقل، عاطفه جهان محمدی، ناهید عطارچیان، سارا نادریمیا
- دبیر دبیرخانه فناوری های نوین ساختمان، سیهان و نانو: عقیل قدیم
- چاپ: چاپخانه مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

- شعبان تهران، بزرگراه شیخ فضل اعد تهری، بین شهرک قدس و فرهنگیان
- مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
- تلفن: ۸۸۶۵۵۹۴۴-۰
- تلفن: ۸۸۶۵۵۹۴۱

www.bhrc.ac.ir  
Newsystem@bhrc.ac.ir

- نقل مطلب و عکس حایا ذکر منبع و مأخذ آزاد است.
- این مرکز آماده دریافت نظرات و پیشنهادات شما می باشد.



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت مسکن و شهرسازی

نیاز به مسکن در تمام دوران ها جزء ملزومات اصلی زندگی بشر بوده است و در اصل ۳۶ قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران نیز، داشتن مسکن متناسب با نیاز، حق هر فرد و خانواده ایرانی به حساب آمده است و دولت موظف است با رعایت اولویت اقشار نیازمند، زمینه اجرای این اصل را فراهم کند.

با توجه به جوان بودن جمعیت کشور و تقاضای انباشته سال های گذشته و با استناد به سند چشم انداز توسعه در الف ۱۴۰۴، زمانی کشور در حوزه مسکن به توسعه یافتگی دست می یابد که شاخص تراکم خانوار در واحد مسکونی به یک رسیده و هر خانوار ایرانی دارای یک مسکن باشد. برای رسیدن به این هدف دولت موظف است به مدت ۲۰ سال بستر تولید سالانه ۱/۵ میلیون واحد مسکونی را فراهم نماید. اقدامات صورت گرفته تا کنون نظیر واگذاری زمین دولتی به صورت اجاره ۹۹ ساله در طرح مسکن مهر، وضع سیاست های مالیاتی و کنترل سوداگری، افزایش تسهیلات ساخت مسکن و... از جمله بسترسازی های مناسب صورت گرفته در حوزه سیاست گذاری است.

ولیکن ثمره این سیاست ها باید تولید مسکن با کیفیت و ارزان باشد که روش های سنتی ساخت و ساز علاوه بر این که در مراحل تولید مصالح، قطعات و سازه، ایمنی در برابر زلزله و طول عمر بهره برداری بهینه نمی باشند به دلیل سرعت پایین تولید نیز پاسخگوی تقاضای موجود نیستند از این رو گذار از روش تولید سنتی به تولید صنعتی یک اصل غیر قابل انکار است. بر اساس قانون، راهبری این امر خطیر به مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن واگذار شده است تا فناوری های نوین ساختمانی را با توجه به شاخص های فنی و قانونی تأیید و نسبت به ترویج و توسعه کاربرد این فناوری ها اقدام نماید. نشریه حاضر گامی در جهت نیل به این هدف است و امید است با همکاری دانشگاهیان، مهندسان، انبوه سازان و سرمایه گذاران در صنعت تولید مسکن، بستر خانه دار شدن هر خانوار ایرانی در آینده نزدیک فراهم آید.

علی نیکراد  
وزیر مسکن و شهرسازی



## پیشگفتار

توسعه صنعت ساختمان، یکی از مظاهر رشد و توسعه کشورها محسوب می‌شود. بیشترین سهم انباشت سرمایه ثابت و بالاترین سهم اشتغال در بخش صنعت و جذب المراد تحصیل کرده و کارآمد در این بخش وجود دارد. ارتقاء کیفیت در تولید مصالح، شیوه‌های طراحی و اجرا، سرعت بخشیدن به روند ساخت و ساز، رقابت در پیشرفت تکنولوژی، استفاده بهینه از نیروی کار و بهره‌گیری از تکنولوژی‌های نوین ساخت، جزء مؤلفه‌های تأثیرگذار در این صنعت به شمار می‌آیند.

با توجه به جوان بودن جمعیت کشور و تقاضای مستمر و روزافزون مسکن، ساخت سالانه ۱/۵ میلیون واحد مسکونی مورد نیاز است. در حالی که به دلیل عرضه کم مسکن نسبت به تقاضای موجود در سالهای گذشته، تقاضای انباشته نیز به آن افزوده می‌شود. به استناد طرح جامع مسکن در سند چشم انداز برای افق ۱۴۰۴، لازم است ۲۴ میلیون واحد مسکونی (۱۷ میلیون مسکن شهری و ۷ میلیون مسکن روستایی) در کشور احداث شود. با توجه به نیاز موجود در کشور، روش‌های سنتی که از جنبه‌های مختلف نیز بهینه نمی‌باشند جوابگوی میزان تقاضای سالانه مسکن مورد نیاز نمی‌باشد. از این رو برای پاسخگویی به این تقاضا، حرکت به سمت تولید صنعتی جهت بهره‌گیری مناسب از منابع کشور و ارتقاء شاخص‌های زندگی و کاهش هزینه‌ها ضروری به نظر می‌رسد.

تولید صنعتی ساختمان، فرآیند ساخت و اجرای پیوسته و زنجیره‌ای ساختمان است که در آن اجزاء و عناصر ساختمانی به صورت ملولار و پیش‌ساخته تولید شده و از نظر کیفیت در تمام مراحل ساخت و اجرا قابل کنترل است. تجربه جهانی نشان داده است رسیدن به این مهم فرآیندی نسبتاً زمان‌بر است که با سیاست‌گذاری، هدف‌گذاری، برنامه‌ریزی، تدوین قوانین مناسب و مدیریت هماهنگ صنایع وابسته، میسر است. در این راستا لازم است هم‌زمان با انجام طرح‌های پژوهشی کاربردی در کشور، سیستم‌ها و فناوری‌های مطرح روز دنیا نیز مورد بررسی دقیق قرار گرفته و امکان‌سنجی بومی‌سازی و حصول اطمینان از قابلیت انطباق آن‌ها با الگوهای ساخت و ساز متداول در کشور انجام شود.

برای رسیدن به این هدف در برنامه چهارم توسعه کشور، حرکت به سمت تولید صنعتی ساختمان به عنوان یک راهبرد اصلی پیش‌بینی گردید و به استناد بند «د» تبصره ۶ قانون بودجه سال ۱۳۸۶ که هم‌اکنون تبدیل به «قانون ساماندهی و حمایت از تولید و عرضه مسکن» مصوب سال ۱۳۸۷ شده است امکان اجرایی شدن برنامه صنعتی‌سازی ساختمان در کشور فراهم شده است. در این راستا مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن به عنوان مرجع تأیید فناوری‌های نوین ساختمانی، اقدام به ایجاد دبیرخانه فناوری‌های نوین ساختمانی از بهار سال ۱۳۸۶ نموده و طرح‌های پیشنهادی واجد شرایط را پس از ارزیابی از نظر ایمنی در برابر زلزله، حریق، صدابتندی و عایق‌بندی حرارتی و برودتی، دوام، انطباق با شرایط اقلیمی و فرهنگی کشور و میزان انطباق با مقررات ملی ساختمان، مورد تأیید قرار می‌دهد. تاکنون ۸۵ فناوری نوین ساختمانی در این مرکز مورد بررسی و تأیید قرار گرفته است که به همراه الزامات مربوط در ویرایش‌های مختلف نشریه «گامی در صنعتی‌سازی ساختمان» به چاپ رسیده است. به دنبال انتشار چاپ‌های اول تا چهارم این نشریه در سال‌های ۸۷ و ۸۸ و با مطالعات تکمیلی که در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن انجام شده است، ویرایش پنجم آن تقدیم جامعه مهندسی کشور می‌شود. امید است نشریه حاضر زمینه‌آشنایی بیشتر و بهتر دست‌اندرکاران صنعت ساختمان با سیستم‌های ساختمانی مختلف را فراهم نموده و منجر به رشد و توسعه کاربرد سیستم‌ها و مصالح نوین ساختمانی در لایه‌های منطقی و فنی شود و به توسعه کمی و کیفی ساخت و ساز در کشور کمک نماید.

سید محمود لاطمی عقدا

رئیس مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن



**فصل اول سیستم های کامل ساختمانی**

۱-۱- مجموعه فناوری های نیک سیستم ..... ۹

۲-۱- سیستم قاب های سبک فولادی سرد نورد شده ..... ۱۰

۱-۲-۱- سیستم ساختمانی قاب های سبک فولادی سرد نورد شده (LSF) به شیوه اجرای طبقه ای ..... ۱۰

۲-۲-۱- سیستم ساختمانی LSF به شیوه اجرای دیوارهای یکپارچه ..... ۱۳

۳-۲-۱- سیستم قاب خمشی بک طبقه با مقاطع سبک فولادی سرد نورد شده ..... ۱۶

۳-۱- ساختمان های نیمه پیش ساخته با صفحات منفرد ساندویچی سقف و دیوار، شامل لایه میانی پلی استایرن و بتن پاششی 3D ..... ۱۸

**فصل دوم سیستم های سازه ای**

۱-۲- ساختمان های بتن آرمه با شیوه قالب های توتلی ..... ۲۱

۲-۲- سیستم قالب عایق ماندگار ICF ..... ۲۲

۱-۲-۲- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح دیوار باربر با قالب عایق ماندگار ..... ۲۴

۲-۲-۲- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار مسطح عمودی ..... ۲۶

۳-۲-۲- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار مسطح پانلی ..... ۲۹

۴-۲-۲- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب ماندگار پلیمری (سیستم RBS) ..... ۳۲

۵-۲-۲- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار بلوکی ..... ۳۴

۶-۲-۲- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح دیوار باربر با قالب های عایق ماندگار بلوکی پلی استایرن و نئوپور ..... ۳۶

۷-۲-۲- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار از جنس صفحات سیمانی حاوی تراشه های چوب (صفحات چوب سیمانی) ..... ۳۹

۸-۲-۲- روش اجرای ساختمانی بتن مسلح با قالب عایق ماندگار از جنس بلوک های جور - سیمان ..... ۴۲

۳-۲- قابهای بتن مسلح پیش ساخته با دیوار برشی بتن مسلح درجا ..... ۴۴

۱-۳-۲- سیستم قاب ساختمانی ساده بتن مسلح با ستون پیش ساخته، تیر نیمه پیش ساخته، سقف هالوکور و دیوار برشی بتن مسلح درجا ..... ۴۴

۲-۳-۲- سیستم قاب ساده بتنی نیمه پیش ساخته K با دیوار برشی بتن مسلح درجا ..... ۴۶

۴-۲- سیستم دیوار باربر بتن مسلح ویژه ..... ۴۸

۵-۲- سیستم ساختمان های پیش ساخته با دیوار باربر متشکل از سقف و دیوارهای بتن آرمه با بتن سبک سازه ای ..... ۵۱

۶-۲- ساختمان های بتن آرمه متشکل از دیوار باربر دولایه و سقف های نیمه پیش ساخته با بتن درجا ..... ۵۳

۷-۲- ساختمان ها با صفحات دولایه ساندویچی 3D با بتن میانی درجا ..... ۵۵

۸-۲- سیستم اسکلت فولادی پیش ساخته با اتصالات پیچ و مهره ای ..... ۵۷

۹-۲- ساختمان های نیمه پیش ساخته با قاب های ساده مرکب فولادی - بتنی به همراه دیوار برشی بتن آرمه ..... ۵۸

۱۰-۲- سیستم دیوار باربر بتن مسلح پیش ساخته اجرا شده با قالب های مدولار ..... ۶۰

۱-۱۰-۲- روش اجرای سازه های بتنی سقف و دیوار با قالب یکپارچه ..... ۶۰



|    |   |
|----|---|
| ۶۲ | ۲-۱۰-۲- سیستم قالب بندی ساختمانهای بتن آرمه                                     |
| ۶۴ | ۳-۱۰-۲- روش اجرای ساختمانهای بتن مسلح با قالبهای آلومینیومی                     |
| ۶۶ | ۴-۱۰-۲- سیستم قالب بندی ساختمانهای بتن مسلح با استفاده از میز پرند              |
| ۶۹ | ۱۱-۲- سیستم بتنی قاب خمشی پیرامونی و دال تخت                                    |
| ۷۲ | ۱۲-۲- سیستم دیوارها و سقفهای بتن مسلح پیش ساخته توخالی (سیستم داموس)            |
| ۷۴ | ۱۳-۲- دیوارهای تور و سقفهای با هسته توخالی بتن مسلح پیش ساخته                   |
| ۷۶ | ۱۴-۲- سیستم ساختمانی ترونکو   |
| ۷۹ | ۱۵-۲- سیستم سازههای بتن مسلح پیش ساخته مدولار سه بعدی                           |
| ۸۱ | ۱۶-۲- سیستم ساختمانی متشکل از پانلهای ساندویچی بتن سبک با تکنولوژی JK Structure |
| ۸۴ | ۱۷-۲- سیستم خانههای پیش ساخته سریع‌التهب دادو                                   |
| ۸۶ | ۱۸-۲- سازه های صدفی   |
| ۸۹ | ۱۹-۲- قاب های خمشی پیش ساخته خاص  |
| ۸۹ | ۱-۱۹-۲- سیستم ساختمانهای بتن مسلح پیش ساخته با فناوری R-PC                      |
| ۹۲ | ۲-۱۹-۲- قاب خمشی ویژه بتن مسلح پیش ساخته با اتصالات دوگانه                      |
| ۹۴ | ۲۰-۲- سیستم خانههای جویی  |
| ۹۷ | ۲۱-۲- سیستم ساختمانی بلوکهای عتشی مسلح با تکنولوژی HABITECH                     |

### فصل سوم دیوارهای غیرباربر

|     |   |
|-----|---|
| ۱۰۱ | ۱-۳- مراد پایه: بتن سبک AAC   |
| ۱۰۱ | ۱-۱-۳- دیوارهای ساخته شده از بلوکهای دیواری ساخته شده با بتن سبک گازی |
| ۱۰۳ | ۲-۱-۳- پاتل دیواری مسلح ساخته شده از بتن سبک AAC                      |
| ۱۰۴ | ۲-۲- دیوار غیرباربر ساخته شده از بتن سبک CLC                          |
| ۱۰۸ | ۳-۳- دیوارهای غیرباربر ساندویچی سه بعدی                               |
| ۱۰۸ | ۱-۳-۳- دیوارهای غیرباربر نیمه پیش ساخته صفحات ساندویچی 3D             |
| ۱۱۰ | ۲-۳-۳- دیوارهای غیر باربر داخلی BBLOCK                                |
| ۱۱۱ | ۳-۳-۳- دیوارهای غیرباربر متال فرم                                     |
| ۱۱۲ | ۴-۳- دیوارهای غیر باربر سبک پیش ساخته LSF                             |
| ۱۱۴ | ۵-۳- پاتل های دیواری ساخته شده از بتن سبک با دانه های لیکا            |
| ۱۱۶ | ۶-۳- پانلهای یابضی  |
| ۱۱۶ | ۱-۶-۳- پاتل الیاف بتن   |



|     |   |
|-----|---|
| ۱۲۱ | ۲-۶-۲- پانلهای مشکله از خرده های لی و بتن (تی- بتن)                     |
| ۱۲۳ | ۳-۶-۳- پانل های دیواری ساخته شده از رزین و ساقه گندم و برنج             |
| ۱۲۶ | ۷-۳- مواد پایه: بتن سبک با دانه های پلی استایرنی                        |
| ۱۲۶ | ۱-۷-۳- دیوارهای غیر باربر QPanel  |
| ۱۲۸ | ۲-۷-۳- پانل های دیواری غیر باربر Ercolith                               |
| ۱۳۰ | ۸- ۳- مواد پایه سنگدانه های سبک پریشی                                   |
| ۱۳۰ | ۱-۸-۳- استفاده از پرلیت در مصارف ساختمانی به منظور سبک سازی و عایق کاری |
| ۱۳۲ | ۲-۸-۳- پانل های پیش ساخته دیواری Rail-Wall از جنس بتن پریشی             |

#### فصل چهارم سقف ها

|     |   |
|-----|---|
| ۱۳۵ | ۱-۴- سقف بتنی سیاهک   |
| ۱۳۷ | ۲-۴- دال مرکب فولادی-بتنی   |
| ۱۳۷ | ۱-۲-۴- دال مرکب فولادی-بتنی   |
| ۱۳۹ | ۲-۲-۴- تیرچه های فولادی یا جان باز در ترکیب با بتن                            |
| ۱۴۲ | ۳-۴- سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک های توخالی ماندگار                  |
| ۱۴۲ | ۱-۳-۴- سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک توخالی ماندگار از جنس پلی پروپیلن |
| ۱۴۴ | ۲-۳-۴- سقف کوبیاکس  |
| ۱۴۷ | ۴-۴- سقف بتنی پیش تنیده پس کشیده  |
| ۱۵۱ | ۵-۴- سقف های مجوف پیش ساخته پیش تنیده (Hollow Core slabs)                     |
| ۱۵۴ | ۶-۴- سقف دال های نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double Tee                           |

#### فصل پنجم مصالح

|     |   |
|-----|---|
| ۱۵۷ | ۱-۵- تخته های سیمانی  |
| ۱۵۷ | ۱-۱-۵- سیستم تخته سیمانی الیافی                                     |
| ۱۵۹ | ۲-۱-۵- سیستم تخته سیمانی یا تراشه های چوب                           |
| ۱۶۲ | ۳-۱-۵- نمای مدولار پرسلاز   |
| ۱۶۵ | ۲-۵- تخته های منزیسی (تخته های چند منظوره)                          |
| ۱۶۸ | ۳-۵- صفحات عایق حرارتی XPS  |
| ۱۷۰ | ۴-۵- نمای مرکب عایق حرارتی بیرونی بر پایه پلی استایرن منبسط (ETICS) |
| ۱۷۵ | ۵-۵- صفحات روکش دار گچی (تخته گچی)                                  |



|     |  |
|-----|--|
| ۱۷۷ | ۶-۵- بلوک‌های گچی سوراخدار .....                         |
| ۱۷۹ | ۷-۵- بلوک چوب سیمانی .....                               |
| ۱۸۱ | ۸-۵- آجر سفال ابدامی .....                               |
| ۱۸۳ | ۹-۵- لایات خشک آماده (بجز لایات‌های پایه گچی) .....      |
| ۱۸۵ | ۱۰-۵- عایقها .....                                       |
| ۱۸۵ | ۱-۱۰-۵- عایق فوم پلی‌پورتان پاششی در محل .....           |
| ۱۸۶ | ۲-۱۰-۵- عایق صوتی کف و دیوار .....                       |
| ۱۸۷ | ۱۱-۵- سنگدانه ها .....                                   |
| ۱۸۷ | ۱-۱۱-۵- سنگدانه‌های سبک مورد مصرف در بلوک‌های بتنی ..... |
| ۱۸۸ | ۲-۱۱-۵- شیل منبسط شده .....                              |

**فصل ششم زیر سیستم ها**

|     |   |
|-----|---|
| ۱۹۱ | ۱-۶- ماشین آلات .....   |
| ۱۹۱ | ۱-۱-۶- دستگاه تولید شبکه آرماتور با جوش مقاومتی به روش ماشینی .....     |
| ۱۹۳ | ۲-۱-۶- دستگاه تولید خرپای فلزی تیرچه با جوش مقاومتی به روش ماشینی ..... |
| ۱۹۵ | ۳-۱-۶- دستگاه تولید خرپای تیرچه ماشینی با فوندوله پلمبری .....          |
| ۱۹۷ | ۲-۶- ابزارآلات اجرایی .....   |
| ۱۹۷ | ۱-۲-۶- دستگاه اتوماتیک، آرماتور بند (بند زن) .....                      |
| ۱۹۸ | ۲-۲-۶- سیستم جوشکاری سر به سر مبلگرد با گاز استیلن .....                |
| ۲۰۱ | ۳-۲-۶- سیستم مدولار دسترسی توپین .....                                  |
| ۲۰۳ | ۳-۶- فونداسیون منفرد پیش ساخته .....                                    |
| ۲۰۴ | ۴-۶- تجهیزات نامیسمانی .....  |
| ۲۰۴ | ۱-۴-۶- دستگاه ضد رسوب الکترونیکی .....                                  |
| ۲۰۵ | ۲-۴-۶- سیستم کنترل کولر آبی .....                                       |
| ۲۰۶ | ۳-۴-۶- هواکش پدیده .....  |
| ۲۰۷ | ۴-۴-۶- مدود کننده دریچه کولر از جنس فوم پلی اتیلن .....                 |
| ۲۰۸ | ۵-۴-۶- یراقی آلات درب و پنجره UPVC .....                                |





مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن





## فناوری های نوین ساختمانی

آزمایش های لازم در مورد هر سیستم نیز توسط شرکت های مشاور دشار و در برخی موارد ناممکن یا مستلزم صرف زمان و هزینه قابل ملاحظه است. این چنین مشکلاتی در سایر کشورها نیز تجربه شده است و نهایتاً این نتیجه حاصل شده است که فعالیت های رسمی توسط مراجع ذیصلاح برای ارزیابی سیستم های ساختمانی و صدور انواع مدارک از جمله نظریه فنی برای آن سیستم ها ضروری است و نتایج آن باید مورد استناد کارفرمایان و مصرف کنندگان و به ویژه شرکت های مشاور قرار گیرد. به این ترتیب، استفاده بهینه از نیروی انسانی و مصالح، تامین ایمنی و آسایش در ساختمان، کاربرد معقول تولیدات صنعتی در امور ساختمان و دستیابی به یک ابزار فنی به منظور حمایت از سرمایه گذاری ها، نه تنها مورد توجه و هدف سازنده و کارفرما قرار می گیرد، بلکه به عنوان یک چشم انداز ملی به آن ها پرداخته می شود.

علاوه بر آن، ارزیابی مداوم روش ها بر اساس استانداردها و مقررات مربوط به مصالح و سیستم های ساختمان، تامین اختیار مصرف کننده در انتخاب و نیز ایجاد رقابت عادلانه مابین تولید کنندگان و تشویق آن ها در کنجکاوی و تحقیق برای نوآوری و یافتن راه حل های مناسب تر ساختمان سازی نیز حاصل می آید. بنابراین، بایستی روشی اصولی برای برآورده کردن انتظارات فوق تدوین یابد. این روش، صدور مدارک فنی، از جمله صدور نظریه فنی توسط مراجع مسئول است. وجود معیارها و شبکه ارزیابی مدون و علمی، مهم ترین ابزار در مطالعات و بررسی های فنی برای صدور مدارک فوق است.

### ۱- مفاهیم اصلی و پیشینه نظریه فنی و ارزیابی سیستم های ساختمانی

نظریه فنی به بیان ساده، اعلام رسمی نتایج بررسی و ارزیابی کیفیت، دوام و سایر ویژگی های یک فرآورده یا سیستم ساختمان با استفاده از مقررات ساختمان، استانداردها و دستورالعمل های معتبر است که از سوی یک سازمان مسئول و مطابق قانون برای مدتی محدود ارائه می شود. به این ترتیب، نظریه فنی رابطه بین

مراحل برنامه ریزی، طراحی و اجرا در هر پروژه ساخت مسکن، مستلزم انتخاب یا تعیین یک شیوه اجرایی مناسب ساختمان از بین تعدادی گزینه متفاوت است. مطالعات و تجربیات کشورهای صنعتی نشان داده است ارزیابی و کنترل کیفیت در صنعت ساختمان پیچیدگی زیادی نسبت به بسیاری از صنایع دیگر دارد. اطمینان از این که یک سیستم ساختمانی در شرایط واقعی بیرونی یا نسبتاً تهاجمی در بلند مدت دارای دوام لازم خواهد بود، به وسیله انجام آزمایش های کوتاه مدت چندان ساده نیست. این موضوع به همراه پیچیدگی سیستم های ساختمانی که مشکل از فرآورده ها و اجزای مختلف هستند، «استانداردسازی» این محصولات را با دشواری زیادی همراه می کند که گذشت زمان و اشراف به کلیه جوانب فنی آن برای تحقق این امر ضروری است.

مطالعه برای انتخاب شیوه مناسب ساخت در پروژه های متعارف، بخشی از شرح خدمات شرکت های مهندسی مشاور است که طراحی و نظارت در این پروژه ها را بر عهده می گیرند. حاصل این مطالعات قاعده تاً باید در گزارش مرحله اول که توسط مهندسان مشاور تهیه می شود درج شود و شکل و محتوای آن بسته به حجم فعالیت عمرانی، سابقه و تجربه شرکت، خواسته های کارفرما و شرایط مقطعی و موضعی که بر پروژه حکم فرماست، بسیار متفاوت است. مروری بر نمونه هایی از این گزارش ها در ایران به ویژه مواردی که به مطالعات شهرهای جدید یا مجموعه های مسکونی بزرگ مربوط می شود، نشان می دهد که بیشترین تأکید این گونه مطالعات، بر شرایط مالی حاکم بر طرح میزان دسترسی به مواد و مصالح و امکانات اجرایی می باشد. اما در این گزارش ها بررسی علمی قابلیت های سیستم های مورد نظر و جنبه های اجرایی نظیر سرعت و دقت اجرا و همچنین دیدگاه های آینده نگره مانند آن ها در دوران بهره برداری، به ویژه در خصوص سیستم های نوین، مشاهده نمی شود. یکی از مهم ترین دلایل این موضوع، نبود اطلاعات فنی مدون و تایید شده در خصوص بسیاری از این سیستم ها است و انجام مطالعات فنی کامل و



اختیار کردند و به این ترتیب، شالوده اتحادیه اروپایی تأییدیه فنی پایه گذاری شد. در انگلستان نیز در سال ۱۹۶۰ مطالعاتی برای ارزیابی و ممیزی تأییدیه فنی صورت گرفت و نتیجه جمع بندی مطالعات انجام شده تدوین «کتاب سفید» بود که منجر به تأسیس مرکزی مشابه مرکز تحقیقات ساختمان فرانسه در انگلستان شد. در حال حاضر، اتحادیه اروپایی تأییدیه فنی دارای ۱۴ عضو است. کشورهای کامن ولث (انگلیس، افریقای جنوبی، استرالیا، نیوزیلند، کانادا، ...) و آفریقای شمالی (مراکش، الجزایر، ...) نیز اتحادیه‌های مشابهی را تشکیل داده‌اند.

در سال ۱۹۶۹، قانون دیگری در فرانسه به تصویب رسید و ضمن مطرح کردن نظریه فنی به جای تأییدیه فنی، در متن آن یک کمیسیون ملی نیز تعریف شد. در سال‌های بعد، برای حمایت از تولیدکنندگانی که محصولاتی مطابق با نظریه‌های فنی موجود یا فراتر از آن را عرضه می‌کنند، مهر تأییدی با عنوان گواهینامه فنی برای تولیدات فوق تعریف شد که توسط مرکز تحقیقات ساختمان فرانسه اعطا می‌گردد. مطرح شدن و گسترش اتحادیه اروپا باعث شد طرح جدید تأییدیه فنی اروپایی به سرعت و بدون برخورد به مانع، مورد قبول بخش بزرگی از کشورهای اروپایی قرار گیرد.

در همه کشورهای برای انجام نظارت فنی نظام مند بر روی محصولات و فرآورده‌های ساختمان و صدور گواهی‌نامه‌های لازم روش‌های معینی وجود دارد. نکته مهم در این رابطه، تفاوت بین گواهینامه‌ها و تأییدیه‌های فنی کاربرد یا مصرف می‌باشد. وضعیت و میزان این تفاوت در کشورهای مختلف فرق می‌نماید. مرحله اول در صدور گواهینامه فنی انعقاد قرارداد بین یک تولیدکننده با یک موسسه صلاحیت‌دار است. صلاحیت آزمایشگاه چنین موسسه‌ای برای صدور گواهینامه باید توسط یک موسسه ملی که دارای مسئولیت پادشاه است تأیید گردیده باشد. در انگلستان صدور این تأیید صلاحیت توسط NAMAS، در کانادا توسط شورای استاندارد کانادا، و در آلمان توسط مؤسسه فناوری‌های ساختمان انجام می‌گیرد.

تولیدکننده، طراح، مدیر اجرایی یا کارفرما و مصرف‌کننده را در زمینه انتخاب و کاربرد آن فرآورده یا سیستم ساختمان انتظام می‌بخشد.

در ابتدا آنچه که باید مورد توجه قرار گیرد، این است که مدارکی مانند گواهی‌نامه و تأییدیه در تمام کشورهای صنعتی به معنای نظارت پیوسته بر روی محصول است و لذا صرفاً ارایه یک نتیجه آزمایشگاهی برای یک باو نمی‌تواند به معنای تأیید یک محصول باشد. در این میان توجه به اعتبار آزمایشگاه نیز اهمیت دارد. در هر کشور نهاد یا نهادهای رسمی وجود دارند که صلاحیت یک آزمایشگاه را برای انجام آزمایش‌های مشخص، تعیین می‌کنند. این پروانه صلاحیت معمولاً «آکرودیت» یا آزمایشگاه همکار نامیده می‌شود. شایان ذکر است در ایران فعلاً این وظیفه در حوزه صنعت ساختمان (و در تمام بخش‌های دیگر) برعهده مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران است.

در سطح جهانی، کشور فرانسه از اولین پیش‌گامان تأییدیه فنی بود. در سال‌های بعد از جنگ الجزایر، فرانسه با بازگشت ناگهانی مهاجران فرانسوی به کشور مواجه شد و برای جوابگویی به نیازهای جدید مسکن، ساخت و ساز انبوه در فرانسه به امری ضروری تبدیل شد. در این مقطع زمانی، با توجه به لزوم اجرای سریع ساختمان‌ها، روش‌ها و مصالح نوینی در صنعت ساخت‌وساز مطرح شد که با توجه به تنوع محصولات و عدم وجود تجربه و شناخت کافی در مورد هر کدام، امکان تدوین کابله استانداردهای لازم به‌ویژه برای تأیید نوآوری‌ها امری غیرممکن بود. سرمایه‌گذاری‌های کلانی که لازم بود صورت گیرد، سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان را بر آن داشت که ساختاری را برای ارزیابی و تأیید نوآوری‌ها بنا نهند. در سال ۱۹۵۸ میلادی، وظیفه بررسی و اعطای تأییدیه فنی طبق قانون تصویب شده به مرکز تحقیقات ساختمان فرانسه محول شد. عملکرد مرکز تحقیقات ساختمان فرانسه در این زمینه بسیار موفق و در حدی بود که دیگر کشورهای اروپایی نیز بعد از چند سال، رویه‌های مشابه را در پیش گرفتند. در ابتدا هلند و پرتغال، و سپس بلژیک، ایتالیا و اسپانیا الگوهای مشابهی را در سال‌های بعد



## فناوری های نوین ساختمانی

مربوطه تهیه گردید که به دلیل کم توجهی مسئولین وقت در خصوص اهمیت این ارزیابی ها، گزارش های تهیه شده عملاً مورد بهره برداری قرار نگرفت. در دهه اخیر و نظر به طرح مسئله اتبوه سازی در ایران، بحث نظریه ها و گواهینامه های فنی محدوداً مورد توجه قرار گرفته و با توجه به پشتوانه علمی و فنی موجود در کشور و همچنین گسترش تجهیزات آزمایشگاهی، زمینه لازم برای انجام بررسی ها و ارزیابی ها بر روی فرآورده ها و سیستم های ساختمان مهیا گردیده و فعالیت هایی در این راستا صورت پذیرفته است که حاصل آن صدور گواهینامه فنی برای تعدادی از فرآورده های ساختمانی و تاسیساتی بوده است.

تصویب و ابلاغ قانون نظام مهندسی ساختمان و آیین نامه اجرایی آن در سال ۱۳۷۵ نیز یکی از مهم ترین اهرم هایی است که می توان به اتکاء آن ضرورت و لزوم بررسی ها و اعطاء گواهینامه های فنی را برای محصولات و شیوه های ساختمان سازی مورد تاکید قرار داد. در این راستا تهیه و ابلاغ مقررات ملی ساختمان و همچنین توسعه استانداردهای ملی در این زمینه نیز بخشی از معیارهای قانونی و فنی لازم را فراهم خواهند آورد و به این ترتیب ارزیابی سیستم های ساختمان به صورت یک فعالیت مستمر قانونی، ضرورتی اجتناب ناپذیر خواهد بود. علاوه بر آن، با توجه به الزام قانونی در سال ۱۳۸۵ در خصوص برقراری بیمه های اجباری به مدت معین برای ساختمان های ساخته شده، و همچنین بند "د" تبصره ۶ قانون بودجه سال ۸۶ و نیز قانون سلامتدومی و حمایت از تولید و عرضه مسکن، در خصوص امکانات و تسهیلات برای توسعه سیستم ها و فرآورده های ساختمانی نوین در کشور، مهم ترین ملاک برای اطمینان از کارآیی و قابلیت هر سیستم مورد استفاده در ساختمان، گواهینامه ها و نظریه های فنی خواهد بود.

### ۲- روش ارزیابی

مهم ترین عامل در ارزیابی و انتخاب نظام مند سیستم مناسب ساختمان، استفاده از شیوه ای است که امکان بازنگری مداوم بر اساس شرایط مختلف، به روز کردن و یا

روند اقدامات یاد شده معمولاً به این صورت است که پس از ارائه کلیه مدارک فنی لازم و بررسی های اولیه که اکثراً شامل بازدید نماینده آزمایشگاه از خط تولید و محصول می باشد، آزمایش های کنترل کیفی مطابق با روش های استاندارد مورد تأیید مؤسسه صلاحیت دهنده صورت می گیرد. به عبارت دیگر، آزمایشگاه برای بررسی کیفی محصول نمی تواند از شیوه دلخواه استفاده نماید بلکه باید مطابق روش های استاندارد که مورد تأیید مقام عالی تری باشد عمل نماید. پس از انجام آزمایش ها و احراز مشخصات فنی، گواهینامه صادر می شود. در سیستم حاکم در آلمان این گواهینامه صرفاً برای ارائه به مؤسسه فناوری های ساختمان و درخواست صدور تأییدیه است. به این منظور مؤسسه مذکور گواهینامه مربوطه را به همراه مدارک لازم در کمیته کارشناسی که سالی چندبار تشکیل می شود، بررسی می نماید. در صورت تشخیص کمیته فوق تأییدیه مصرف برای تولیدکننده و محصول مورد نظر صادر می گردد. مؤسسه ارایه دهنده گواهینامه، سالی چندبار نمونه گیری آزمایش های لازم را بر روی محصول انجام می دهد. همیشه نالیده ها دارای تاریخ اعتبار مشخص هستند. در تمام این سیستم ها صدور گواهینامه رافع مسئولیت های حقوقی تولیدکننده نبوده و نیز رافع مسئولیت تولیدکننده برای تهیه گواهینامه های مطابقت با الزامات مقررات ساختمان نیست.

در کشور ایران، بررسی و ارزیابی فرآورده ها و شیوه های ساختمان در اساتمامه قانونی مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، به عنوان یکی از وظایف اصلی مورد تاکید قرار گرفته است. در اوایل دهه پنجاه شمسی پیرو تماس های برقرار شده مابین وزارت مسکن و شهرسازی ( وزارت آبادی و مسکن وقت ) با مسئولین مرکز تحقیقات ساختمان فرانسه و بر اساس موافقت نامه های مبادله شده در سال ۱۳۵۴ که منجر به تجهیز مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن و آموزش متخصصان آن شد، فعالیت هایی در زمینه ارزیابی برخی فرآورده های ساختمان از جمله پانل های پیش ساخته و تعدادی سیستم ساختمان پیش ساخته سبک که از طریق شرکت های خارجی برای اتبوه سازی در ایران پیشنهاد شده بودند انجام پذیرفت و گزارش های



مناسب و کافی از بین فهرست کلی معیارها، اعتبار هر معیار را نیز نسبت به سایر معیارها تشخیص دهند.

### گام سوم: تنظیم فهرست ارزیابی

فهرست ارزیابی، یکی از مهم‌ترین ابزارها در این فرآیند است. این فهرست علاوه بر تعیین معیارهای مورد نظر، شیوه ارزیابی را نیز براساس گروه‌بندی یا رده‌بندی سیستم‌ها در پاسخ به هر معیار مشخص می‌نماید. علاوه بر آن اعتبار هر معیار را در دیدگاه معین ارزیابی اعمال کرده و نهایتاً جمع بندی بررسی‌های کارشناسی و فنی را هدایت می‌نماید. جهت تنظیم فهرست ارزیابی برای هر پروژه، ابتدا ضروری است فهرستی عمومی از کلیه معیارهای ارزیابی موجود باشد.

با توجه به انتظارات بیان شده در مورد ارزیابی سیستم‌های ساختمان و با دقت گرفتن سوابق موضوع در ایران و سایر کشورها، می‌توان فهرستی کلی از معیارهای ارزیابی در چند گروه تعیین نمود. عناوین زیر که در چهارگروه کلی تعریف شده‌اند، معیارهای مهمی محسوب می‌شوند که هر یک ممکن است بسته به شرایط پروژه‌های عمرانی مورد نظر به معیارهایی خردتر نیز تقسیم شوند:

### گروه نخست - عوامل مرتبط با اقتصاد و هزینه

مسائل اقتصادی را می‌توان مهم‌ترین معیارهای مؤثر در ارزیابی دانست زیرا از یکسو با ماهیت و یکی از اهداف مهم صنعتی کردن ساختمان یعنی توجیه اقتصادی آن ارتباط دارند و از سوی دیگر بسیاری از سایر عوامل نظیر قابلیت‌های فنی، کنترل کیفیت و مانند آن‌ها نیز به نحوی در مسائل اقتصادی ساختمان بازتاب می‌یابد.

### گروه دوم - عوامل مرتبط با سرعت اجرا و زمان بندی

مسئله زمان در ارزیابی‌ها از دوجانبه مختلف مطرح می‌شود. جنبه نخست مربوط به سرعت اجرا و وابستگی مراحل مختلف به یکدیگر یا میزان همپوشانی‌های ممکن در عملیات اجرایی می‌باشد و جنبه دوم به محدودیت‌های زمانی و فصلی در استفاده از سیستم مورد نظر می‌پردازد.

اصلاح نتایج را فراهم آورد. علاوه بر آن چنین شیوه‌ای می‌بایست امکان کنترل کلیه مراحل را نیز میسر سازد.

در فرایند ارزیابی سیستم‌های ساختمان، می‌بایست ابتدا معیارهای ارزیابی بر اساس شرایط و دیدگاه‌های طرح مشخص شوند. پس از آن، اعتبار بخشیدن به هر یک از معیارها یا به عبارت دیگر تعیین ارزش هر یک از آن‌ها اهمیت دارد. از سوی دیگر شناخت نحوه به کار گرفتن معیارها و انواع مدارک و امکاناتی که برای ارزیابی مبتنی بر مبانی علمی لازم است، امری ضروری می‌باشد. در این قسمت مروری خواهیم داشت بر روندی نسبتاً ساده و روشن برای ارزیابی سیستم‌های ساختمان.

### گام نخست: تشکیل گروه تخصصی ارزیابی

ساختمان، پدیده یا محصول مرکب و تلفیقی است که حاصل فعالیت و دخالت تخصص‌های متفاوت علمی و اجرایی در رده‌های مختلف تصمیم‌گیری، طراحی و ساخت می‌باشد. به بیان روشن‌تر، ارزیابی، مقایسه، طراحی، انتخاب یا رده‌بندی سیستم‌های ساختمان می‌بایست توسط یک گروه متشکل از تخصص‌های اصلی ساختمان یعنی معماری، سازه، تاسیسات مکانیکی و برقی صورت پذیرد. این امر به ویژه در هنگام آغاز برنامه‌ریزی و طراحی برای یک پروژه احداث مسکن انبوه بسیار اهمیت دارد. بدینصورت که کلیه جوانب طراحی و اجرای سیستم‌های ساختمان مورد نظر با توجه به امکانات و محدودیت‌های آن در موقعیت زمانی و مکانی مشخص توسط این گروه تخصصی مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفته و به گونه‌ای آگاهانه سیستم ساختمان به صورت نسبتاً کامل تعریف یا انتخاب می‌شود.

### گام دوم: تعیین دیدگاه ارزیابی

یکی دیگر از مهم‌ترین قدم‌ها در روند ارزیابی آنست که مقام مسئول یا گروه ارزیابی کننده، دیدگاه خود را از کم و کیف ارزیابی مورد انتظار تعریف نماید. تعریف دیدگاه‌ها به آن‌ها کمک خواهد نمود تا علاوه بر گزینش معیارهای



## فناوری های نوین ساختمانی

سیستم‌های مورد نظر ( در صورتی که پیشنهاد دهنده مشخص وجود داشته باشد) و سپس از طریق جستجوی علمی در مدارک و منابع معتبر و علمی به دست می‌آیند. اگر چند نکته زیر در کاربرد اطلاعات و مدارک فنی مختلف که عنوان شود، می‌تواند اعتبار و دقت ارزیابی‌ها را افزایش دهد:

نخست: از اطلاعاتی با اعتبار همسان برای ارزیابی سیستم‌های متفاوت استفاده شود؛ زیرا در غیر اینصورت امکان مقایسه منصفانه و صحیح سیستم فراهم نخواهد بود.  
دوم: در صورت وجود مدارک فنی رسمی، نباید آن‌ها را نادیده گرفته و باید از سایر منابع استفاده کرد. البته استناد به مجموعه منابع در صورتی که امکان دسترسی به آن‌ها برای تمام گزینه‌های مورد بررسی وجود داشته باشد، مفید است.

سوم: در ارزیابی و مقایسه سیستم‌های ساختمان در شرایط موضعی با مقطعی خاص، به کارگرفتن مدارک فنی که ویژگی‌های سیستم‌ها را در چنین شرایطی نشان دهند و یا استناد به نظریه‌های رسمی کارشناسی ضروری است. در این حالت توجه به وضعیت واقعی اجرا و اشکالات متداول که حاصل از شرایط زمانی و مکانی یا محدودیتهای ابزار و نیروی انسانی است، توصیه می‌شود.

پس از بررسی و ارزیابی سیستم‌های ساختمان با روش‌های اجرایی بر اساس معیارهای ارزیابی انتخاب‌شده، امتیازات خام به دست آمده تنظیم می‌شود. اما لازم است ضریب ارزش یا اعتباری نیز برای هر معیار در هر یک از محورهای ارزیابی تعیین گردد. به این ترتیب امتیاز نهایی متعلق به هر سیستم در برابر هر معیار، پس از اعمال ضریب اعتبار آن معیار در امتیاز خام به دست خواهد آمد که معمولاً در جدولی به صورت منظم درج می‌گردد.

با مروری بر جمع امتیازات در محورهای متفاوت رده‌بندی و تلفیق آن‌ها با دیدگاههای کارشناسی، سیستم‌های مناسب برای اجرای هر پروژه بسته به شرایط متفاوت معرفی و انتخاب می‌گردد.

بررسی‌های انجام شده بر روی جداول جمع بندی ارزیابی انجام شده، در مجموع نشان می‌دهد که نتایج متفاوتی برای پروژه‌های مختلف ساختمانی حاصل می‌شود.

## گروه‌های سوم و چهارم- عوامل مرتبط با گستره کاربرد سیستم و قابلیت‌ها و ویژگی‌های فنی آن

گروه سوم از معیارها به ترتیبی به کیفیت اجرا مربوط بوده و عمدتاً ناظر بر قابلیت‌های اجرایی سیستم مورد نظر هستند. البته تأثیر این گروه معیارها بر اقتصاد و سرعت اجرا غیر قابل تردید است اما به دلیل اهمیت ویژه‌ای که در کارآیی اجرایی و میزان استقبال از سیستم‌های مورد ارزیابی دارند، به صورت مجزا مطرح می‌شوند. گروه چهارم نیز به کیفیت محصول یا نتیجه حاصله مربوط بوده و بر سایر عوامل ارزیابی از جمله شرایط اقتصادی، سرعت اجرا و سهولت اجرا نیز تأثیر می‌گذارد. همانگونه که ملاحظه گردید، معیارهای ارزیابی بسیار کلی و گسترده هستند. بنابراین برای تنظیم فهرست ارزیابی در هر پروژه لازم است معیارهای مورد نظر، براساس ویژگی‌های آن پروژه و دیدگاه ارزیابی انتخاب و تنظیم شوند. این عمل شامل تکمیل و تعریف دقیقتر برخی معیارها، یا تعریف برخی معیارهای موردی جدید، و یا نادیده گرفتن برخی معیارهای دیگر است که عملاً در دیدگاه ارزیابی مورد نظر کاربردی ندارند.

## کام چهارم: اجرای ارزیابی‌ها و مقایسه‌های مورد نظر

پس از تنظیم فهرست ارزیابی، مرحله بررسی‌های فنی، اقتصادی و اجرایی آغاز شده و مقام مسئول ارزیابی کننده اقدام به تعیین رتبه هر یک از سیستم‌های ساختمان یا روش‌های اجرایی مورد نظر در برابر هر معیار می‌نماید. به عبارت دیگر با انطباق یا نزدیکی وضعیت هر سیستم ساختمان با یکی از پاسخ‌های تیب، امتیاز اولیه یا خام آن سیستم در برابر معیار یاد شده معین می‌شود.

آنچه که در فرآیند این مرحله از ارزیابی اهمیت دارد، ارزش و اعتبار مدارک و مستنداتی است که فرد مسئول براساس آن‌ها رتبه‌های فوق را تعیین می‌نماید. از اینرو دو وهله نخست می‌بایست مستندات معتبر در مورد هر سیستم ساختمانی که حاوی اطلاعات لازم جهت پاسخگویی به فهرست ارزیابی باشد، جمع‌آوری شوند. این مستندات دو اولین قدم یا درخواست از ارایه دهندگان



## مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن



به عبارت دیگر سیستم‌های متفاوتی برای هر نوع ساختمان درموقعیتها و شرایط مختلف در اولویت قرار گرفته‌اند.

ارزیابی هر معیار، مباحث اجرایی و بهینه بودن فناوری نیز مورد توجه قرار گرفته است، بررسی و ارزیابی معیارهای تخصصی مذکور و تهیه الزامات مورد نیاز برای هر فناوری مورد تقاضا با عنوان تاییدیه فنی مطابق ماده ۲۶۱ آیین‌نامه اجرایی قانون ساماندهی و حمایت از تولید و عرضه مسکن صادر می‌شود.

تولید صنعتی ساختمان به عنوان یکی از مهمترین روش‌های حل مشکل مسکن در ایران محسوب می‌شود تا علاوه بر رعایت استانداردها و ضوابط مربوط به پایداری و پایایی ساختمان‌ها در شرایط مختلف اقلیمی و لرزه‌خیزی کشور، سرعت اجرای پروژه‌های ساختمانی به ویژه در پروژه‌های انبوه‌سازی مسکن افزایش یابد. در این راستا، دولت جمهوری اسلامی ایران در قالب اعطای تسهیلات موضوع فصل ششم آیین‌نامه اجرایی قانون ساماندهی و حمایت از تولید و عرضه مسکن، از انبوه‌سازان مسکن که از فناوری‌های نوین و صنعتی در ساخت واحدهای ساختمانی بهره‌گیری نمایند، تولیدکنندگان صنعتی اجزای مدولار و همچنین تولیدکنندگان مصالح ساختمانی با فناوری‌های نوین، حمایت می‌نماید. بر اساس این قانون، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن به عنوان مرجع تایید فناوری‌های نوین و شیوه تولید صنعتی ساختمان معرفی شده است و کلیه تولیدکنندگان و واردکنندگان فناوری‌های نوین ساختمانی، ملزم به اخذ "تاییدیه فنی" از این مرکز هستند. شایان ذکر است پس از اتمام مراحل اخذ این تاییدیه، شرکت‌های مذکور می‌توانند با مراجعه به سازمان مربوطه، برای استفاده از تسهیلات مالی اقدام کنند. بدیهی است بررسی کلیه سیستم‌ها و فناوری‌های ارجاع شده به این مرکز، منوط به ارائه مدارک و مستندات لازم متناسب با سیستم پیشنهادی است.



### شاخص های ارزیابی سازه و زلزله سیستم:

- تاریخچه، ابداع، تولید و کاربرد سیستم
- عملکرد سیستم در کشورهای لرزه خیز
- تحقیقات انجام شده به روز
- آئین نامه، استانداردها و دستورالعمل ها
- سازگاری با آئین نامه های موجود کشور

### شاخص های ارزیابی حریق

- رفتار اجزا ساختمانی در برابر حریق
- مشخصات مصالح تشکیل دهنده مقاوم در برابر حریق
- رعایت استانداردهای معتبر بین المللی در برابر حریق

### شاخص های ارزیابی انرژی

- شاخص ها و پارامترهای انتقال انرژی در جداوهای خارجی
- گروه بندی ساختمان مطابق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان
- قابلیت استفاده از انرژی های موجود طبیعت در تهویه، سرمایش و گرمایش

### شاخص های ارزیابی آکوستیک

- میزان شاخص کاهش صوت، تراگیل در دیوارهای داخلی و خارجی
- ویژگی های مصالح مصرفی سقف طبقات به لحاظ انتقال صوت کوبه ای

### شاخص های ارزیابی تولید صنعتی

- سرعت اجرا

- سبک سازی
- نیروی انسانی ماهر
- تولید کارخانه ای و کنترل کیفیت
- حمل و نقل و نصب در محل

### سایر موضوعات

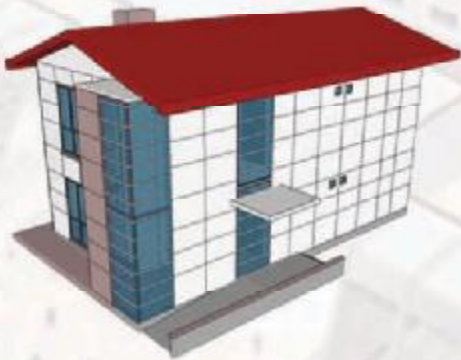
- معماری ایرانی - اسلامی
- انعطاف پذیری در طرح های معماری
- هزینه های احداث کارخانه
- هزینه هر متر مربع زیربنا
- مسافت اقتصادی از نظر حمل و نقل
- مصرف مصالح
- تعمیر نگهداری
- عمر مفید و دوام



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت مسکن و شهرسازی  
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

فصل اول :

# سیستم های کامل ساختمانی



[www.bhrc.ac.ir](http://www.bhrc.ac.ir)



### ۱-۱- مجموعه فناوری های نیک سیستم

طی مراحل گوناگون تحقیق، از مرحله بیان ایده و طراحی تا ارائه و اجرای یک نمونه از نتایج حاصل از تحقیقات گذشته در مرکز طراحی اجزا و عملکرد آنها و مرتفع نمودن نیازهای معماری و آسایشی استفاده شده است، همچنین تلاش بسیاری جهت ارائه سیستمی مقاوم در برابر شرایط سانحه عبیری کشور، بهینه سازی اتصال، هماهنگی اجزا در ترکیب با یکدیگر، رفع مشکلات ساخت، تنظیم میزان قابل قبول انحراف از اندازه و موقعیت (رواداری ها)، ملزومات برپایی، چگونگی تسهیل عملیات نصب و اجرا، ایجاد ایمنی، کاهش ابزارها و تجهیزات مورد نیاز در زمان احداث، امکان سبک سازی، چگونگی طراحی اجزا متناسب با شرایط کار و ابعاد آنتروپومتریک انسان صورت گرفته است.



ضرورت کاربرد سیستم های ساختمانی پیش ساخته و مدولار که با تأکید بر ضوابط معماری و ساختمانی کشور و در راستای بومی سازی و سازگاری با شرایط داخلی طراحی شده باشد، موجب طرح سیستم ساختمانی جدیدی به نام «نیک سیستم» در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن گردید.

از ویژگی اصلی این سیستم که تا کنون برای ۱ تا ۳ طبقه طراحی شده است و طراحی ۴ و ۵ طبقه آن نیز در حال انجام است، رعایت کلیه ضوابط و مقررات ساختمانی کشور از جمله استاندارد ۲۸۰۰ می باشد. این سیستم به گونه ای طراحی شده است که ساخت آن قابل آموزش بوده و بدون نیاز به ماشین آلات سنگین و روی سطوح صاف و آماده سازی شده قابل اجرا می باشد.

ایده کار بر اساس استفاده از مصالح موجود در کشور مانند پروفیل قوطی بنا شده و طراحی سیستم بر پایه معماری مدولار و ارگونومیک و محاسبه در برابر زلزله برای مناطق مختلف کشور با پهنه خطر نسبی زیاد، نیروی باد حداکثر و امکان هماهنگی برای انواع شرایط اقلیمی، شکل گرفته است و انرژی و مصالح مصرفی در آن ها بهینه شده است.





### ۲-۱- سیستم قاب های سبک فولادی سرد نورد شده

#### ۱-۲-۱- سیستم ساختمانی قاب های سرد نورد شده (LSF) به شیوه اجرای طبقه ای

دال بتن آرمه، در صورت تامین یکپارچگی لازم بین بتن و پروفیل فولادی تیرچه، می تواند بعنوان یک سقف مرکب بتنی فلزی طراحی شود. در ساختمان های LSF، به منظور بازیابی جایی سازه در دو امتداد اصلی (تعامد، از دهانه های باربر جانبی استفاده می شود که تحت عنوان Load Bearing Wall نامیده می شود. دهانه های باربر به چهار روش ایجاد می شود که عبارتند از: سیستم دهانه های مهاربندی شده با اعضای قطری، سیستم دیوار برشی با ورق فولادی نازک، سیستم دیوار باربر با پوشش های OSB، سیستم دیوار برشی بتن آرمه. در حال حاضر در کشور ایران استفاده از سیستم دهانه های مهاربندی شده با اعضای قطری برای ساختمان های تا دو طبقه مسکونی و سیستم باربر جانبی دیوار برشی بتن آرمه برای ساختمان های تا پنج طبقه مجاز می باشد. عملکرد صوتی دیوارها و سقف های ساخته شده با این سیستم در صورت رعایت تمهیدات لازم به راحتی پاسخگویی انتظارات تعیین شده در مقررات ملی ساختمان می باشد. پروفیل های سرد نورد شده مقاومت کمی در برابر حریق دارند و باید به خوبی محافظت شوند. یکی از دلایل کاربرد گچ به عنوان پوشش داخلی این سیستم ها، دستیابی به این هدف است. از عمده مزایای ساختمان های سبک فولادی (LSF)، کاهش جرم ساختمان می باشد که تاثیر فراوانی در جهت کاهش هزینه های ناشی از مصالح، نیروی انسانی و نیز زمان احداث پروژه ها خواهد داشت. به کارگیری این سیستم در ساختمان های ۵ طبقه کشور با رعایت تمهیدات خاصی مقدور بوده است. این سیستم در زمینه های انرژی، حریق، آکوستیک و سازه در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می باشد.

ساختمان های پیش ساخته فولادی سبک ( Light Weight Steel Frame ) موسوم به LSF به صورت اجرای خشک و عمدتاً با استفاده از اتصالات پیچی و به روش تولید صنعتی بکار گرفته می شوند. این ساختمان ها از سه جزء اصلی شامل ورق های فولادی سرد نورد شده جهت تامین سازه، صفحات تخته گچی بعنوان پوشش رویه درونی و لایه عایق حرارتی و صوتی، تشکیل می شوند. کاربرد این ساختمان ها به عنوان یک سیستم سازه ای مستقل، اکثراً در اتبوه سازی ساختمان های دو طبقه، دفاتر و ساختمان های تجاری کوچک، واحدهای صنعتی و سالن های ورزشی در یک طبقه می باشد. به نظر می رسد این سیستم سازه ای توانایی ترکیب شدن با سیستم های سازه ای دیگر، همانند دیوارهای بتن آرمه سازه ای را نیز دارا می باشد و می تواند در ساخت ساختمان های کوتاه مرتبه به صورت سیستم سازه ای مختلط بکار گرفته شود. جهت ساخت مقاطع سرد نورد شده مطابق آیین نامه های مربوط به این سازه ها، استفاده از اشکال مختلف مجاز می باشد. این مقاطع معمولاً دارای ابعاد متنوع و محدوده تغییرات ضخامتی بین ۰/۶ الی ۲/۵ میلی متر می باشند. اتصال سازه LSF به واسطه یک کلاف افقی با مقطع C شکل صورت می گیرد. اجزاء قائم این سیستم به عنوان عضو باربر ستونی در بارهای ثقلی عمل می نمایند، برخی از این اعضا که در دهانه مهاربندی جانبی سازه قرار می گیرند علاوه بر بار ثقلی، متحمل نیروهای ناشی از بارهای جانبی نیز می شوند، این اعضا تحت نام وادار (Stud) در این سیستم معرفی می شوند. سقف سازه این ساختمان ها متشکل از تیرچه های فلزی سرد نورد شده بوده که فواصل تیرچه ها با توجه به میزان ظرفیت باربری عضو و ابعاد قطعات پوشش سقف که می تواند نخته های جویی، سیمانی و یا دال بتن آرمه باشد تعیین می شود. تیرها و تیرچه ها عمدتاً دارای مقاطع با اشکال C یا Z می باشند، پوشش سقف با



## الزامات سیستم ساختمانی قاب های سرد نورد شده (LSF) به شیوه اجرای طبقه ای

- ۱- در مناطق با خطر نسبی کم، متوسط و زیاد (مطابق آیین نامه ۲۸۰۰ ایران) استفاده از این سیستم سازه ای به عنوان قاب ساختمانی ساده به همراه دیوار برشی بتن آرمه حداکثر در پنج طبقه یا ارتفاع ۱۸ متر از تراز پایه بلامانع است.
- ۲- استفاده از این سیستم در مناطق با خطر نسبی کم، متوسط و زیاد (مطابق آیین نامه ۲۸۰۰ ایران) تا حداکثر دو طبقه یا ارتفاع ۷/۲۰ متر از تراز پایه، با اجرای مهاربندی قطری بلامانع است.
- ۳- به کارگیری این سیستم در مناطق لرزه خیز با خطر نسبی بسیار زیاد (مطابق آیین نامه ۲۸۰۰ ایران) مجاز نیست.
- ۴- بکارگیری حداکثر دهانه ۵ متر و حداکثر ارتفاع ناخالص (با احتساب ضخامت سقف) ۳/۶۰ متر برای هر طبقه در این سیستم مجاز می باشد.
- ۵- طراحی کلیه اجزاء و اتصالات بر اساس استاندارد AISI و طرح سازه ای و لرزه ای آن بر اساس آیین نامه های ASCE 2005-07, IBC 2003 و ویرایش های بعد از آن انجام گیرد.
- ۶- کنترل سازه در مقابل بارباد بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران مبحث ششم و با در نظر گرفتن سیستم مقاوم در مقابل بار جانبی ناشی از زلزله که در بندهای ۱ و ۲ آورده شده است انجام گردد.
- ۷- رعایت محدودیت حداکثر بار زنده و مرده به ترتیب ۲۵۰ کیلوگرم بر متر مربع و ۳۵۰ کیلوگرم بر متر مربع برای سقف ها الزامی است.
- ۸- رعایت مشخصات فولاد سرد نورد شده بر اساس استاندارد ASTM الزامی است.
- ۹- رعایت ضوابط فصل ۲۱ آیین نامه ACI 318-05 و ویرایش های پس از آن برای طراحی دیوارهای برشی بتن آرمه الزامی است.
- ۱۰- تأمین ضوابط دیافراگم صلب برای کلیه سقف ها الزامی است.
- ۱۱- کلیه اتصالات اعضاء قائم به اعضاء افقی می بایستی به گونه ای باشند که یکپارچگی اعضاء در ارتفاع سازه تأمین گردد.
- ۱۲- ضوابط مربوط به اجزاء اتصالی شامل پیچ خودکار، پیچ و مهره می بایستی مطابق آیین نامه AISI و استاندارد AISI تأمین گردد.
- ۱۳- در صورت استفاده از اتصالات جوشی، رعایت ضوابط و مقررات مربوط به جوشکاری اعضاء سرد نورد شده مطابق استاندارد AISI و آیین نامه های AWS و AISI الزامی است.
- ۱۴- سقف سازه ای این سیستم متشکل از تیرچه فلزی و دال بتن آرمه فوقانی به صورت مقطع مرکب می باشد که می بایستی بر مبنای ضوابط مقاطع مرکب مطابق آیین نامه AISI و دال های بتن آرمه بر مبنای آیین نامه ACI تأمین گردد.
- ۱۵- بکارگیری مصالح بنایی در دیوارهای خارجی و داخلی مجاز نمی باشد. حداکثر وزن متر مربع سطح دیوار تمام شده در جداکننده های داخلی نبایستی بیشتر از ۵۰ کیلوگرم بر متر مربع و در دیوارهای خارجی نبایستی بیشتر از ۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع باشد.



ادامه الزامات سیستم ساختمانی قاب های سر نورد شده (LSF) به شیوه اجرای طبقه ای

شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره‌ها در مقابل حریق با در نظر گرفتن ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی اجزاء ساختمانی الزامی است.

۲۴- صدابندی هوابرد جداکننده های بین واحد های مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین گردد.

۲۵- 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.

۲۶- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



۱۶- لازم است تمهیدات لازم جهت عدم مشارکت پانل‌های غیر باربر و جدا کننده‌ها در سختی جانی سازه صورت پذیرد.

۱۷- لازم است تمهیدات لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران صورت پذیرد.

۱۸- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم اعم از معماری و سازه‌ای از حیث دوام، خوردگی، زیست محیطی و غیره می‌بایستی بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین‌نامه‌های ملی یا معتبر بین‌المللی شناخته شده و مورد تأیید، بکار گرفته شود، در غیر این صورت اخذ تأییدیه فنی در این خصوص از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

۱۹- الزامات مربوط به انرژی باید مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان رعایت گردد.

۲۰- در صورتی که عایق حرارتی به صورت پرکننده اجرا شود، باید نوع و ضخامت عایق، مقاومت حرارتی مورد نیاز را تأمین نماید.

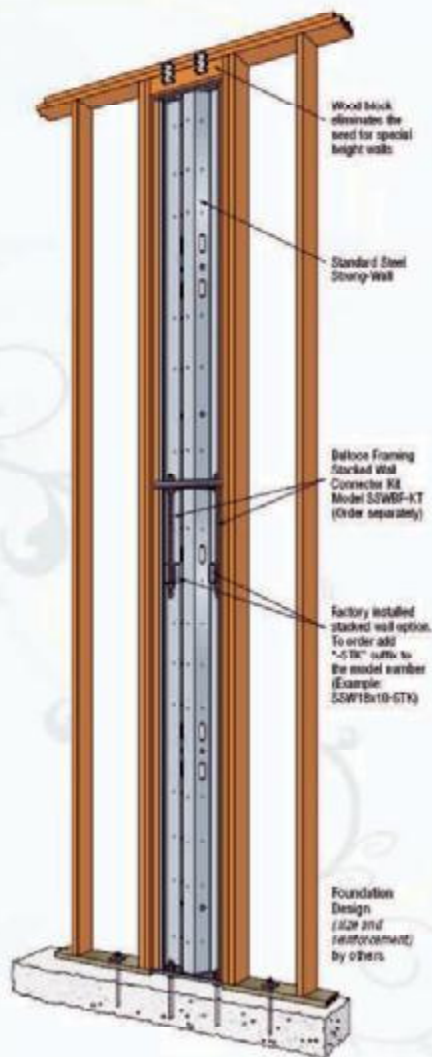
۲۱- به منظور کاهش اثر پل حرارتی، لازم است حد فاصل ستونک‌ها (Stud) و لایه خارجی جداره با نوعی عایق حرارتی متراکم پر گردد.

۲۲- لازم است ملاحظات کامل هوابندی در جداره‌های داخلی و خارجی، بازشوها و همچنین محل نصب اجزاء اتصالی نظیر بیج و مهره، با توجه به اقلیم مورد نظر و نیز خطر میعان به عمل آید.

۲۳- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق و همچنین الزامات نشریه



### ۱-۲-۲- سیستم ساختمانی LSF به شیوه اجرای دیوارهای یکپارچه



قابهای فولادی سردنوردشده در زمره سیستم‌های ساختمانی نوین و سبکی است که به نازگی وارد ساخت و ساز کشور شده است. این سیستم با توجه به سبکی المان‌های باربر با اقبال زیادی مواجه شده است و به دو روش کلی طبقه‌ای (Platform Framing) و دیوارهای یکپارچه (Balloon Framing) تقسیم می‌شود. در روش متداول طبقه‌ای، استادهای دیوار، توسط دیافراگم سقف قطع شده و طبقات مجزا از یکدیگر اجرا می‌شوند. برخلاف روش طبقه‌ای که قطعات تشکیل دهنده ساختمان، متشکل از استاداها و وانرها، به صورت پانلهای پیش ساخته به محل کارگاه منتقل شده و در کنار هم و در ارتفاع سوار می‌شوند، در روش اجرای یکپارچه که روش قدیمی‌تری است، استاداها که عناصر باربر قائم این سیستم می‌باشند به صورت یکسره و بدون قطع در تراز طبقه طراحی و اجرا می‌شوند و تیرریزی اسکلت به صورت خورجینی صورت می‌گیرد. با توجه به اینکه ماهیت بهره‌گیری از استادهای یکسره تامین یکپارچگی در سیستم انتقال نیروی قائم از بالاترین سقف به فونداسیون می‌باشد، لازم است کلیه اتصالاتی که در مسیر انتقال نیرو قرار دارند به نحو مطلوب و با دقت بالا طراحی و اجرا شود تا انتقال نیرو به طور مناسب انجام شود. همچنین اجرای تیرها به صورت خورجینی نیازمند دقت بالا و توانایی و دانش فنی قابل قبولی است، لذا ضمن رعایت کلیه ضوابط مربوط به تیرهای خورجینی، توصیه می‌شود تیرهای لبه به هر نحوی از قرار گرفتن در معرض بیجش دور نگه داشته شوند.

با توجه به موارد مطرح شده، اجرای سیستم ساختمانی LSF به شیوه اجرای دیوارهای یکپارچه نیز در حیطه ضوابط و الزامات تدوین شده در این مرکز، در زمره شیوه‌های نوین تولید صنعتی محسوب شده و مورد تأیید این مرکز می‌باشد.



## الزامات سیستم ساختمانی LSF به شیوه اجرای دیوارهای یکپارچه

- ۱- در مناطق با خطر نسبی کم، متوسط و زیاد (مطابق آئین نامه ۲۸۰۰ ایران) استفاده از این سیستم سازه‌ای به عنوان قباب ساختمانی ساده به همراه دیوار برشی بتن آرمه حداکثر در پنج طبقه یا ارتفاع ۱۸ متر از تراز پایه بلامانع است.
- ۲- یکپارچگی این سیستم در مناطق لرزه خیز با خطر نسبی بسیار زیاد (مطابق آئین نامه ۲۸۰۰ ایران) مجاز نمی‌باشد.
- ۳- طراحی اسکلت سازه LSF می‌بایست به روش بالون، استفاده از استادهای یکسره و بدون قطع در تراز طبقه و تیرریزی خورجینی، صورت پذیرد.
- ۴- سیستم مقاوم در برابر بار جانبی، دیوار برشی بتن آرمه متوسط می‌باشد که می‌بایستی مطابق با ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان طراحی شود. در صورت نیاز به طرح المان‌های مرزی در دیوار برشی، می‌بایستی از نقش استادهای متصل به دو انتهای دیوار صرف‌نظر شود.
- ۵- رعایت ضوابط فصل ۲۱ آئین نامه 318-05 ACI و ویرایش‌های پس از آن برای طراحی دیوارهای برشی بتن آرمه الزامی است.
- ۶- کنترل سازه در مقابل بارباد بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران مبحث ششم و با در نظر گرفتن سیستم مقاوم در مقابل بار جانبی ناشی از زلزله که در بندهای ۱ و ۲ آورده شده است انجام گردد.
- ۷- رعایت مشخصات فولاد سرد نورد شده بر اساس استاندارد ASTM الزامی است.
- ۸- طراحی کلیه اجزاء و اتصالات بر اساس استاندارد AISI و طرح سازه‌ای و لرزه‌ای آن بر اساس آئین‌نامه‌های ASCE 2005-07، IBC 2003 و ویرایش‌های بعد از آن انجام گیرد.
- ۹- کلیه اتصالات اعضاء قائم به اعضاء افقی می‌بایستی به گونه‌ای باشند که یکپارچگی اعضاء در ارتفاع سازه تأمین گردد.
- ۱۰- اجرای تیرهای لبه در محور استاده‌ها به گونه‌ای صورت گیرد که برون محوری بار به انتهای استاد اعمال نشود.
- ۱۱- ضوابط مربوط به اجزاء اتصالی شامل پیچ خودکار، پیچ و مهره می‌بایستی مطابق آئین‌نامه AISC و استاندارد AISI تأمین گردد.
- ۱۲- در صورت استفاده از اتصالات جوشی، رعایت ضوابط و مقررات مربوط به جوشکاری اعضاء سرد نورد شده مطابق استاندارد AISI و آئین‌نامه‌های AWS و AISC الزامی است.
- ۱۳- سقف سازه‌ای این سیستم از نوع سقف مرکب با دال بتن آرمه فوقانی به ضخامت حداقل ۸ سانتی‌متر می‌باشد که می‌بایستی بر مبنای ضوابط مقاطع مرکب مطابق آئین‌نامه AISC و دال‌های بتن آرمه بر مبنای آئین‌نامه ACI تأمین گردد.
- ۱۴- لازم است در محل دیوارهای برشی بین بتن سقف و دیوار به طریق مقتضی درگیری کافی ایجاد شود تا در محل اتصال، ظرفیت انتقال کلیه بارهای جانبی داخل دیافراگم ایجاد شود.
- ۱۵- تأمین ضوابط دیافراگم صلب برای کلیه سقف‌ها الزامی است.



## ادامه الزامات سیستم ساختمانی LSF به شیوه اجرای دیوارهای یکپارچه

- ۲۵- لازم است ملاحظات کامل هوابندی در جداره‌های داخلی و خارجی، بازشوها و همچنین محل نصب اجزاء اتصال نظیر پیچ و مهره، با توجه به اقلیم مورد نظر و نیز خطر میعان به عمل آید.
- ۲۶- 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 ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی اجزاء ساختمانی الزامی است.
- ۲۷- صدابندی هوابرد جداکننده‌های بین واحد‌های مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین گردد.
- ۲۸- چنانچه مجموعه ضوابط، دستورالعمل و یا آیین‌نامه در خصوص این سیستم توسط این مرکز انتشار باشد، شرکت‌های تولید کننده، کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران ملزم به رعایت آن می‌باشند.
- ۲۹- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



- ۱۶- بکارگیری حداکثر دهانه ۵ متر و حداکثر ارتفاع ناخالص (با احتساب ضخامت سقف) ۳/۶۰ متر برای هر طبقه در این سیستم مجاز می‌باشد.
- ۱۷- رعایت محدودیت حداکثر بار زنده و مرده به ترتیب  $250 \text{ kg/m}^2$  و  $350 \text{ kg/m}^2$  برای سقف‌ها الزامی است.
- ۱۸- بکارگیری مصالح ینائی در دیوارهای خارجی و داخلی مجاز نمی‌باشد. حداکثر وزن متر مربع سطح دیوار تمام شده در جداکننده‌های داخلی نبایستی بیشتر از  $50 \text{ Kg/m}^2$  و در دیوارهای خارجی نبایستی بیشتر از  $100 \text{ Kg/m}^2$  باشد.
- ۱۹- لازم است تمهیدات لازم جهت عدم مشارکت پائل‌های غیر باربر و جداکننده‌ها در سختی جانبی سازه صورت پذیرد.
- ۲۰- لازم است تمهیدات لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران صورت پذیرد.
- ۲۱- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم اعم از معماری و سازه‌ای از حیث دوام، خوردگی، زیست محیطی و غیره می‌بایستی بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و با آیین‌نامه‌های ملی یا معتبر بین‌المللی شناخته شده و مورد تأیید، بکار گرفته شود.
- ۲۲- الزامات مربوط به انرژی باید مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان رعایت گردد.
- ۲۳- در صورتی که عایق حرارتی به صورت پرکننده اجرا شود، باید نوع و ضخامت عایق، مقاومت حرارتی مورد نیاز را تأمین نماید.
- ۲۴- به منظور کاهش اثر پل حرارتی، لازم است حد فاصل ستونک‌ها (Stud) و لایه خارجی جداره با نوعی عایق حرارتی متراکم پر گردد.



### ۱-۲-۳- سیستم قاب خمشی یک طبقه با مقاطع سبک فولادی سرد نوردشده

سخت‌کننده‌های ته ستون نیز استفاده می‌شود. این سیستم سازه‌ای در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن، در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می‌باشد.



#### الزامات سیستم قاب خمشی یک طبقه با مقاطع سبک فولادی سرد نوردشده

- ۱- اجرای این سیستم به عنوان قاب خمشی معمولی متشکل از مقاطع سرد نورد شده در کلیه پهنه‌های لرزه‌خیزی ایران تا حداکثر یک طبقه یا  $3/6$  متر از تراز پایه، با رعایت الزامات ارائه شده، پلامانع است.
- ۲- ضریب رفتار این سیستم برای استفاده از استاندارد ۲۸۰۰ در تعیین نیروی زلزله به روش تنش مجاز برابر با ۵ می‌باشد.
- ۳- به کارگیری این سیستم در ساختمان‌های با حداکثر دهانه ۶ متر و حداکثر ارتفاع یک طبقه یا  $3/6$  متر از تراز پایه مجاز می‌باشد.

سیستم ساختمانی قاب خمشی از مقاطع فولادی سرد نورد شده، برای احداث ساختمان‌های مسکونی یک طبقه، در کلیه پهنه‌های لرزه‌خیزی ایران مجاز می‌باشد. در این سازه، سیستم پرابر جانی و ثقلی، از نوع قاب خمشی معمولی بوده و طبق استاندارد ASCE۷، ضریب رفتار آن برای استفاده از روش تنش مجاز برابر با ۵ می‌باشد. در این سیستم کلیه مقاطع بکار رفته برای تیرها و ستون از نوع سرد نورد بوده و در اعضای ستون از مقاطع جعبه‌ای و در تیرها از مقاطع ناودانی استفاده می‌شود. کلیه اتصالات جوشی مربوط به ناحیه اتصال خمشی به صورت کارخانه‌ای اجرا شده و در محل کارگاه، تیرها به ورق‌های صلیبی از پیش جوش داده شده به ستون‌ها، پیچ می‌شوند.

در این سیستم برای ایجاد اتصال خمشی، ابتدا شیارهای به روش پلاسما در ناحیه اتصال ستون ایجاد شده و ورق‌های صلیبی در شیارها



جایگذاری می‌شوند. محل اتصال پیچ‌ها از قبل در ورق‌ها تعیین شده و سوراخ کارشده است. در مرحله بعد ورق‌های میانگدر به ستون جوش داده و آماده انتقال به کارگاه می‌شوند. از همین روش برای اتصال



## ادامه الزامات سیستم قاب خمشی یک طبقه با مقاطع سبک فولادی سرد نورد شده

۴. لازم است طراحی کلیه اجزاء و اتصالات فولادی سرد نورد شده بر اساس استاندارد AISI انجام گیرد.
۵. کنترل و طراحی سازه در مقابل بار باد، باید بر مبنای بحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران صورت گیرد.
۶. با توجه به لزوم استفاده از سقف شیبدار، رعایت محدودیت حداکثر بار مرده سقف برابر با  $100 \text{ kg/m}^2$  الزامی است.
۷. رعایت ضوابط طراحی اعضای کششی در طراحی اعضای ضربدری سقف الزامی می باشد.
۸. رعایت مشخصات فولاد سرد نورد شده بر اساس استاندارد ASTM الزامی است.
۹. کلیه اتصالات اعضا، قائم به اعضا افقی می بایستی به گونه ای باشند که یکپارچگی اعضا در ارتفاع سازه تأمین شود.
۱۰. ضوابط مربوط به اجزاء اتصالی شامل بیج خودکار، بیج و مهره می بایستی مطابق آئین نامه AISC و استاندارد AISI تأمین شود.
۱۱. در صورت استفاده از اتصالات جوشی، رعایت ضوابط و مقررات مربوط به جوشکاری اعضا سرد نورد شده مطابق استاندارد AISI و آئین نامه های AWS و AISI الزامی است.
۱۲. حداکثر وزن متر مربع سطح دیوار تمام شده در دیوارهای خارجی نیابستی بیشتر از  $200 \text{ kg/m}^2$  باشد.
۱۳. لازم است تمهیدات لازم برای تأمین پایداری پاتل های غیر باربر و جدا کننده ها و کاهش تاثیر آنها در سختی جانبی سازه صورت پذیرد.
۱۴. لازم است تمهیدات لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط های خورنده ایران صورت پذیرد.
۱۵. کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم اعم از معماری و سازه ای از حیث دوام، خوردگی، زیست محیطی و غیره می بایستی بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و با آئین نامه های ملی یا معشر بین المللی شناخته شده و مورد تأیید، بکار گرفته شود، در غیر این صورت اخذ تأییدیه فنی در این خصوص از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.
۱۶. الزامات مربوط به انرژی باید مطابق بحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان رعایت شود و عایق کاری های حرارتی تکمیلی در نظر گرفته شود.
۱۷. در صورتی که عایق حرارتی به صورت پرکننده اجرا شود، باید نوع و ضخامت عایق، مقاومت حرارتی مورد نیاز را تأمین نماید.
۱۸. لازم است ملاحظات کامل هواپندی در جداره های داخلی و خارجی، بازشوها و همچنین محل نصب اجزاء اتصالی نظیر بیج و مهره، با توجه به اقلیم مورد نظر و نیز خطر میعان به عمل آید.
۱۹. رعایت بحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص 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 اجزاء ساختمانی الزامی است.
۲۰. رعایت ضوابط بحث هجدهم مقررات ملی ساختمان در خصوص صدابندی هوابرد جداکننده های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات الزامی می باشد.
۲۱. اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



### ۳-۱- ساختمان های نیمه پیش ساخته با صفحات منفرد ساندویچی سقف و دیوار، شامل لایه میانی پلی استایرن و بتن پاشی (۳D)

انجام بتن پاشی، سطح بتن در دو مرحله به وسیله ماله تخته‌ای و ماله فلزی پرداخت می‌شود.

مزایای این سیستم در سه بخش معماری، سازه و اقتصادی عبارتند از: انعطاف پذیری پانل‌های ساندویچی برای ایجاد اشکال مختلف در بازشوها و فضاها داخلی ساختمان، افزایش فضای مفید به دلیل ضخامت کم پانل‌ها، کاهش جرم ساختمان، باز پخش بیش‌تر نیرو به دلیل پیوستگی بین دیوارها و سقف، سهولت نصب پانل‌ها، کاهش زمان اجرای پروژه و نیروی انسانی مورد نیاز، امکان احداث سریع ساختمان و امکان آسیب دیدگان ناشی از بلایای طبیعی. هم‌چنین از نقطه ضعف این سیستم می‌توان موارد زیر را برشمرد: ترد بودن فولادهای پیش کشیده، دشواری رعایت رواداری‌ها به هنگام نصب و شاقول کردن پانل‌ها، دشواری کنترل ضخامت بتن پاشیده، عدم امکان ایجاد حفره در داخل بتن پاشیده شده داخل اتصال، عدم دست یافتن به مفارمت‌های بالایی بتن، امکان ایجاد خوردگی در شبکه فولادی، عدم امکان دسترسی برای تعمیر یا اصلاح مسیر تأسیساتی. این سیستم در زمینه‌های انرژی، حریق، آکوستیک و سازه، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن، در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز است.

ساختمان‌های نیمه‌پیش ساخته با صفحات منفرد ساندویچی ۳D، بنا به ملاحظات لرزه‌ای، انرژی، حریق و آکوستیک برای احداث ساختمان‌ها، تا ۲ طبقه مسکونی مجاز است. پانل ۳D شامل یک شبکه خرپای فضایی از میلگردهای ساده، یک لایه پلی‌استایرن و دو لایه بتن پوششی در طرفین است. شبکه خرپای فضایی، از اتصال شبکه‌های فولادی ساخته شده به روش جوش نقطه‌ای اتوماتیک توسط، میلگردهای مورب حاصل می‌شود. در تولید این پانل‌ها، ابتدا لایه پلی‌استایرن به ضخامت ۴ الی ۹ سانتی‌متر، روی شبکه فولادی تحتانی قرار گرفته و میلگردهای مورب توسط دستگاه، از داخل لایه پلی‌استایرن عبور داده شده و به شبکه فولادی تحتانی جوش می‌شوند. در مرحله بعد، شبکه فولادی فوقانی بر روی مجموعه قرار گرفته و به میلگردهای مورب جوش داده می‌شود. در این سیستم بازشوها در زمان تولید در کارخانه و یا قبل از نصب، تعبیه شده، و تقویت‌های لازم در گوشه‌ها با استفاده از شبکه فولادی انجام شود.

لازم است پانل‌ها برای تحمل برش و خمش وارده در سقف و تحمل بار محوری و برش عرضی در دیوارها طراحی شوند و جزئیات لازم برای یکپارچه نمودن اجزاء سیستم به دقت مورد توجه قرار گیرد. در این پانل‌ها، لایه پلی‌استایرن علاوه بر نقش قالب‌بندی، در عایق‌کاری حرارتی، برودتی و صوتی نیز موثر است. پانل‌های ۳D در قطعاتی با عرض یک متر و طول سه متر در کارخانه تولید می‌شوند. پس از حمل به کارگاه و اجرای زیرسازی مناسب، در موقعیت خود قرار داده شده و به یکدیگر متصل می‌شوند. پس از نصب و اجرای تأسیسات برقی و مکانیکی لازم، دو سمت پانل‌ها به ضخامت ۴ الی ۷ سانتی‌متر با بتن ریزدانه بتن پاشی می‌شود. پس از





### الزامات ساختمان های نیمه پیش ساخته با صفحات منفرد ساندویچی سقف و دیوار، شامل لایه میانی پلی استایرن و بتن پاشی (3D)

- ۱- حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان ۷/۲۰ متر از تراز پایه یا دو طبقه مسکونی است.
- ۲- طرح سازه‌ای و لرزه‌ای این سیستم باید براساس آیین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی انجام گیرد.
- ۳- امکان اجرای این نوع سیستم در همه انواع زمین‌ها و کلیه پهنه‌های لرزه‌خیزی ایران براساس آخرین ویرایش استاندارد ۲۸۰۰ ایران وجود دارد.
- ۴- حداکثر دهانه پاربر نقلی ۵ متر و حداکثر طول آزاد و ارتفاع خالص پانل‌های دیواری به ترتیب ۶ و ۳/۲۰ متر است.
- ۵- تمهیدات لازم در مورد بازشوها براساس آیین‌نامه ACI ۳۱۸-۰۵ و ویرایش‌های بعد از آن لحاظ شود.
- ۶- رعایت مباحث مندرج در آیین‌نامه ACI ۳۱۸-۰۵ یا ویرایش‌های بعد از آن در اتصالات سازه‌ای و رعایت مشخصات بتن پاشی براساس ACI ۵۰۶-R الزامی است.
- ۷- منظم بودن ساختمان در ارتفاع الزامی است.
- ۸- بار زنده قابل اعمال در محدوده ۴۰۰-۲۵۰ کیلوگرم بر متر مربع است.
- ۹- کنترل سازه در مقابل باور باد بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران مبحث ششم و با در نظر گرفتن سیستم مقاوم در مقابل بار جانبی ناشی از زلزله انجام شود.
- ۱۰- مشخصات شبکه جوش باید براساس استاندارد ASTM باشد.
- ۱۱- تمهیدات لازم در شرایط مختلف اقلیمی برای بتن مسلح مانند فولاد گالوانیزه و بتن مقاوم در محیط خورنده لحاظ شود.
- ۱۲- حداقل تنش تسلیم فولادها ۲۴۰ مگاپاسکال و حداقل قطر آن‌ها ۳ میلی‌متر باشد.
- ۱۳- عمل سختی‌زدایی در صورت استفاده از فولاد پس کشیده انجام شود.
- ۱۴- کاربرد پلی‌استایرن منبسط شونده از نوع کندسوز مطابق با دستورالعمل ارائه شده مرکز و یا استاندارد ASTM مجاز است.
- ۱۵- رعایت مباحث مربوط به انرژی، حریق و آکوستیک براساس مقررات ملی ساختمان الزامی است.
- ۱۶- امکان اجرای نما از نوع تر و یا با رعایت تمهیدات خاص از نوع خشک وجود دارد.
- ۱۷- چنانچه مجموعه ضوابط، دستورالعمل و یا آیین‌نامه در خصوص این سیستم توسط این مرکز انتشار یابد؛ شرکت‌های تولید کننده، کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران ملزم به رعایت آن می‌باشند.
- ۱۸- 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 باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آیین‌نامه‌های 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.
- ۱۹- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت مسکن و شهرسازی  
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

فصل دوم:

# سیستم های سازه ای





## ۱-۲- ساختمان های بتن آرمه با شیوه قالب های تونلی

با انجام مدیریت صحیح در اجرا و با استفاده از فناوری های روز و به کارگیری تکنولوژی های جدید در تسریع گیرش و افزایش مقاومت بتن، می توان سرعت اجرا را به طور چشمگیری افزایش داد. هم اکنون، با استفاده از روش تونلی، انبوه سازان با برنامه ریزی اجرای یک طبقه در دو روز، مجتمع های مسکونی بزرگ را می سازند. از معایب این روش، محدودیت در طراحی فضاهای داخلی است و لازم است طراحی بر طبق محدودیت های اجرا در خصوص ابعاد قالب و قالب گذاری و به صورت مدولار انجام شود.

در ساختمان های اجرا شده به روش تونلی، ابتدا آرماتوربندی و تعبیه سیرهای تاسیسات مکانیکی و برقی در دیوارها انجام می شود و همزمان با این اقدامات، قالب بندی بازشوی مورد نیاز برای تاسیسات و در پنجره اجرا می شود. قالب های دو طرف دیوار را به صورت پشت به پشت، قالب بندی می کنند و با قرار گرفتن قالب های متوالی در کنار هم، بدون قالب واسط سقفی یا همراه با آن، مجموعه قالب های دیوار و سقف را تشکیل می دهند.

در مرحله بعد، آرماتوربندی سقف و جاگذاری سیرهای برق انجام می شود و قالب هایی برای خالی ماندن محل داکت ها و دیگر حفره های لازم در سقف نصب می شود. در ادامه، بتن ریزی سقف ها و دیوارها به صورت یکپارچه و در یک مرحله انجام می شود. اجرای جدارهای بتنی پرداخت شده، نیاز به نازک کاری بر روی سطوح آن ها را برطرف می کند. این روش اجرا، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می باشد.

سیستم مرسوم به تونلی، یکی از روش های مورد استفاده برای اجرای ساختمان های با سیستم باربر دیوار و سقف بتنی است. از آنجایی که اجرای قالب بندی سقف و دیوار به صورت سلولی و همزمان انجام می گردد به نام تونلی مرسوم است. در سیستم اجرای تونلی، دیوارها و سقف های بتن مسلح به صورت همزمان آرماتوربندی، قالب بندی و بتن ریزی می شوند. این روش، ضمن افزایش سرعت و کیفیت اجرا، عملکرد سازه ای و رفتار لرزه ای مجموعه سازه را به لحاظ یکپارچگی اعضا و اتصالات آن ها به نحو چشمگیری بهبود می بخشد.

قالب های مورد استفاده، به اندازه تقریبی ابعاد فضاها هستند. برای قالب بندی یا قالب برداری، نیاز به تبدیل آن ها به ابعاد کوچک نیست و با همان ابعاد اولیه و به صورت یکپارچه از فضا خارج می شوند. خروج قالب های تونلی، پس از بتن ریزی دیوار و سقف و گیرش اولیه بتن، با فاصله دادن قالب ها از جدارهای بتن ریزی شده (قالب برداری) و با حرکت افقی روی چرخ یا غلتک صورت می گیرد. جدارهایی که با استفاده از این روش اجرا می شوند جدارهای اصلی داخلی و بعضی جدارهای خارجی (جایی) هستند.

سازه ساختمان های اجرا شده با سیستم تونلی، سازه ای نسبتاً شناخته شده بوده و از دیدگاه عملکرد لرزه ای اشکال عمده ای ندارد. تجربه زلزله های گذشته رفتار مناسب سازه این ساختمان ها را نشان داده است.

در ساختمان های اجرا شده با این روش، در برخی موارد، برای افزایش سهولت و سرعت اجرا، اجزای غیرسازه ای مانند دیوارهای جداکننده، پله ها و پانل های نما به صورت پیش ساخته در نظر گرفته می شوند و پس از تکمیل سازه اصلی، به آن متصل می شوند که این امر در مورد سازه پله ها توصیه نمی شود.



الزامات روش اجرای ساختمان های بتن آرمه با شیوه قالب های تونلی



- ۱- مبانی کلی طراحی این سیستم مطابق با ساختمان های بتن آرمه از نوع دیوار باربر صورت گرفته و شیوه اجرای آن به روش قالب های تونلی انجام می شود.
- ۲- اجرای این سیستم در کلیه پهنه های لرزه خیزی ایران (مطابق استاندارد ۲۸۰۰) حداکثر تا ۶۵ طبقه یا ۵۰ متر از تراز پایه بلامانع است.
- ۳- طرح لرزه ای و سازه ای به ترتیب بر اساس آخرین ویرایش استاندارد ۲۸۰۰ ایران و آیین نامه آبا (یا آیین نامه ۳۱۸-۰۵ ACI و ویرایش های بعد از آن) انجام گیرد.
- ۴- رعایت ضوابط مربوط به شکل پذیری متوسط و زیاد متناسب با لرزه خیزی مناطق مختلف ایران مطابق استاندارد ۲۸۰۰ الزامی است.
- ۵- منظم بودن ساختمان در پلان و ارتفاع ضروری است.
- ۶- بکارگیری حداکثر دهانه ۵/۵ متر برای سقف، حداکثر ارتفاع خالص ۳ متر (بدون احتساب ضخامت سقف) و حداقل ضخامت ۱۵ سانتی متر برای دیوارهای هر طبقه در این سیستم مجاز می باشد.
- ۷- سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه ای در هر جهت باید حداقل ۳٪ سطح زیر بنای طبقه باشد.
- ۸- سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه ای بک جهت می بایست حداقل ۸۰ درصد جهت دیگر باشد.
- ۹- رعایت حداقل مقاومت فشاری نمونه استوانه ای ۲۵ مگاپاسکال برای بتن سازه ای و حداقل تنش تسلیم ۴۰۰ مگاپاسکال برای فولاد الزامی است.
- ۱۰- در نظر گرفتن ملاحظات خاص در پلان معماری، جهت بستن و باز نمودن قالب های تونلی ضروری است.

- ۱۱- قالب برداری اجزاء سازه ای می بایستی مطابق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان صورت گیرد.
- ۱۲- استفاده از مواد افزودنی شیمیایی (روان کننده، فوق روان کننده و افزودنی های تسریع کننده گیرش بتن) باید مطابق با مقررات ملی ساختمان و یا سایر مراجع معتبر بین المللی بوده، همچنین نوع و میزان مصرف آن ها بر مبنای مشخصات اجرایی و اقلیمی کشور انتخاب گردد.
- ۱۳- در شرایط اقلیمی مختلف، باید تمهیدات لازم در طراحی و اجرای ساختمان ها در نظر گرفته شود.
- ۱۴- طراحی و اجرای جزئیات مناسب در محل اتصال دیوارهای غیر سازه ای به منظور عدم مشارکت در سختی جانی 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 بتن ریزی بکارچه دیوارها و سقف در هر طبقه ضروری است.

## ادامه الزامات روش اجرای ساختمان های بتن آرمه با شیوه قالب های تونلی

تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره ها در مقابل حریق با در نظر گرفتن تعداد طبقات، ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی ضروری است.

۲۰- صدابندی هوابرد جداکننده های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات می بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان نامین گردد.

۱۷- تمهیدات لازم در اجرای نازک کاری و نماسازی بر روی سطوح بتنی، می بایستی در مراحل طراحی و اجرا در نظر گرفته شود.

۱۸- عایقکاری حرارتی جداره های خارجی ساختمان مطابق الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان الزامی است.

۱۹- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان ها در مقابل حریق و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز



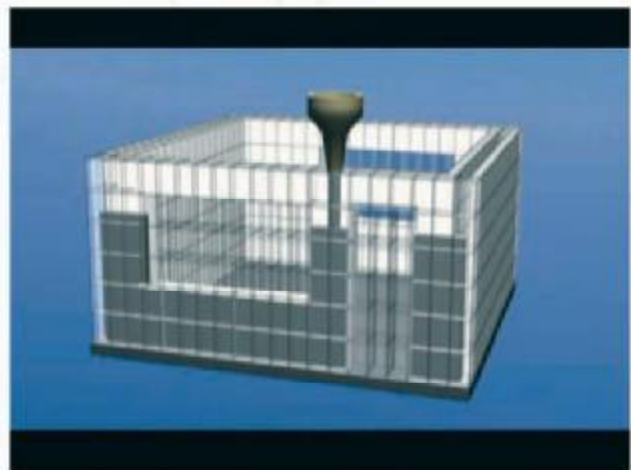


### ۲-۲- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب های عایق ماندگار (ICF) ۲-۲-۱- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح دیوار باربر با قالب عایق ماندگار

مدول های کارخانه ای این سیستم سبک بوده و قابلیت حمل و نقل و نصب سریع در اجرا را دارا می باشد، به طوری که اجرای بالغ بر ۲۰ متر مربع تقریباً روز کاری را مقدور می کند. ضخامت نسبتاً قابل ملاحظه دیوارهای تمام شده معماری را می توان یکی از محدودیت های این سیستم عنوان کرد.

این سیستم، شیوه اجرای ساختمان بتن آرمه درجا با قالبهای عایق ماندگار پلی استایرنی می باشد که سازه حاصل از آن، یک ساختمان بتن مسلح و در زمره سازه های متداول، تلقی می شود.

در این سیستم ساختمانی، قالب های دیوار و سقف با استفاده از مفتول آهن گالوانیزه به قطر ۲.۲ میلی متر، به صورت شبکه جوش شده، در محل کارخانه ساخته شده و در وجوه داخلی و خارجی قالب پانل هایی از مصالح عایق کننده، مانند پلی استایرن منبسط شونده کند سوز، قرار داده می شود. قالب های دیوار بتنی با امکان آرماتور بندی به میزان مورد نیاز و با ضخامت مورد نظر طراح، از ۸۰ تا ۵۰۰ میلی متر و بیشتر برای دیوارها و قالب های سقف، بصورت تیردال یک یا دوطرفه با عمق و فواصل تیرچه های متغیر و دلخواه، توسط خطوط تولید در مقیاس نسبتاً زیاد، قابل تولید است. خط تولید کارخانه این سیستم، می تواند مدول های لازم برای ساخت واحدهای مسکونی را تولید کند.





### الزامات روش اجرای ساختمان های بتن مسلح دیوار باربر با قالب عایق ماندگار

ساختمان‌ها در مقابل حریق و الزامات نشریه ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره‌ها در مقابل حریق تأمین شود.

۱۱- تمهیدات لازم جهت صدابندی دیوار و سقف مطابق با مبحث شماره ۱۸ مقررات ملی ساختمان به عمل آید.

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

۱۳- پوشش ملات مناسب برای مفتول‌های فولادی در بدنه داخلی و خارجی تأمین گردد.

۱۴- تمهیدات لازم در شرایط اقلیمی مختلف کشور برای پوشش نهایی جهت مقابله در محیط‌های خورنده و نیز استفاده از فولاد گالوانیزه در این محیط‌ها و رعایت الزامات مربوط به مبحث نهم مقررات ساختمان ملی الزامی است.

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

۱- استفاده از این روش اجرا برای احداث دیوارهای باربر برشی بتنی قابل استفاده می‌باشد.

۲- بارگذاری نقلی و لرزه‌ای سیستم سازه‌ای حاصل از این روش اجرا به ترتیب بر اساس آخرین ویرایش‌های مبحث ششم مقررات ملی ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰ ایران صورت گیرد.

۳- لازم است در طراحی و ساخت دیوارهای باربر برشی، تمامی الزامات و ضوابط مندرج در استاندارد ۲۸۰۰ ایران "آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله"، آیین‌نامه بتن ایران "آبا" و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان رعایت شود.

۴- هرگونه محدودیت کاربرد برای این سیستم با توجه به مشخصات هندسی و میلگردگذاری دیوارها و مشخصات مصالح، با توجه به مراجع فوق، باید رعایت شود.

۵- حداقل ضخامت دیواره‌های بتنی نباید از ۱۵ سانتی‌متر کمتر باشد.

۶- مشخصات کلیه مصالح مصرفی مربوط به اجزاء قالب‌بندی ماندگار، باید مطابق با استانداردهای بین‌المللی معتبر و اسناد ارائه شده باشد.

۷- مشخصات سایر مصالح مصرفی باید مطابق استانداردها و آیین‌نامه‌های ملی یا معتبر بین‌المللی باشد.

۸- پلی‌استایرن منبسط شونده باید از نوع کندسوز مطابق با استاندارد ASTM یا سایر استانداردهای معتبر بین‌المللی باشد.

۹- محافظت پلی‌استایرن با ضخامت کافی از اندودهای مناسب با توجه به شرایط داخلی و خارجی صورت گیرد.

۱۰- مقاومت لازم در برابر آتش با توجه به تعداد طبقات برای دیوار و سقف مطابق مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت



## ۲-۲-۲- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار مسطح عمودی

لایه پلی استایرن دو طرف علاوه بر اینکه به عنوان قالب ماندگار بتن عمل می کند، به عنوان عایق صوت و حرارت نیز محسوب می شود. حال آنکه خطر بروز آتش سوزی و انتقال و گسترش آتش در این سیستم به عنوان عامل محدود کننده محسوب می شود. به همین دلیل، علت اصلی اعمال محدودیت در ارتفاع و تعداد طبقات این سیستم، نوع پوشش اعمال شده روی لایه های پلی استایرن و محافظت آنها در برابر آتش می باشد. هم چنین تامین ضوابط مربوط به شکل پذیری متوسط و ویژه می بایست در اتصالات ارائه شده لحاظ شود.

این سیستم، در زمینه های سازه، زلزله، انرژی، حریق و آکوستیک در این مرکز مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات تدوین شده، مجاز است.

شیوه اجرای قالب های ماندگار عمودی به عنوان زیر مجموعه ای از سیستم قالب ماندگار ICF محسوب می شود. در این روش، خراباهای ویراندل ساخته شده از فولاد گالوانیزه، عمود بر راستای دیوار و با استفاده از اتصالات درجا بوسیله ناودانی های ساخته شده از فولادهای گالوانیزه به شالوده متصل می شوند. پس از آن قالب های ماندگار از جنس PVC به شکل نوارهای نسبتاً نازک بریده می شوند و بصورت کشویی در دو طرف محور دیوار و در فاصله بین دو خرابای ویراندل مجاور قرار می گیرند. آرماتورهای قائم محاسب شده برای دیوار بصورت دستی در محل خود قرار گرفته و به خراباهای بسته می شوند. آرماتورهای افقی نیز روی اضلاع افقی خرابای ویراندل قرار گرفته و به آن بسته می شوند.

لازم به ذکر است که سازه حاصل از این روش اجرا، از نوع دیوار باربر بتن مسلح بوده و با شرط رعایت ضوابط مربوط به اتصالات عناصر سازه ای به یکدیگر، در شرایط شکل پذیری متنوعی قابل اجرا است.





## الزامات روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار مسطح عمودی

۸- 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 آئین نامه های ملی یا معتبر بین المللی باشد.

۹- محافظت از بلوکه، 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 براساس مدارک فنی مصوب و معتبر از نظر مقاومت در برابر دمای بالا معادل آن عمل می کند، باشد.

۱۰- پوشش محافظت کننده بلوکهای پلی استایرن، باید دارای اتصال مکانیکی به سازه باشد. اتصال پوشش به پلی استایرن، به تنهایی، مجاز نمی باشد.

۱۱- 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 بلوکهای 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.

۱۲- 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.

۱- سیستم سازه ای حاصل از این روش اجرا، به عنوان سیستم سازه ای دیوار باربر یا دیوارهای برشی بتنی مسلح محسوب می شود. در صورتی که ضوابط شکل پذیری بر اساس آئین 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 براساس ضوابط آئین نامه ۲۸۰۰ ایران، ۵۰ متر از تراز پایه می باشد.

۲- در صورت استفاده از رابط های پلاستیکی، حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان به دو طبقه محدود می شود.

۳- بارگذاری ثقلی و لرزهای 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.

۴- طرح سازه ای سیستم حاصل از این روش باید بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان یا آئین نامه ۳۱۸-۰۵ ACI و ویرایش های بعد از آن صورت گیرد.

۵- حداقل ضخامت دیواره های بتنی نباید از ۱۵cm کمتر باشد.

۶- بتن مصرفی می بایست از نوع بتن سازه ای و با حداقل مقاومت ۲۰MPa باشد.

۷- 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.



### ادامه الزامات روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار سطح عمودی

نهایی جهت مقابله در محیطهای خورنده و نیز استفاده از فولاد گالوانیزه در این محیطها و رعایت الزامات مربوط به مبحث نهم مقررات ساختمان ملی الزامی است.

۲۰- در مناطقی که در معرض خطر حمله حشرات موذی، مانند موربانه، قرار دارند لازم است تمهیدات لازم برای محافظت از لایه پلی استایرن به عمل آید.

۲۱- در تمامی مراحل تولید و اجراء مسوولیت نظارت عالی و کنترل کیفی بر عهده شرکت متقاضی می باشد.

۲۲- رعایت کلیه مباحث مقررات ملی ساختمان و آیین نامه های ملی در استفاده از این سیستم الزامی است.

۲۳- توجیه اقتصادی طرح از وظایف مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن نبوده و صرفاً به عهده شرکت متقاضی است.

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

۱۳- در صورتی که از سیستم های سقفی دارای بلوکه های پلی استایرن در این روش اجرایی استفاده شود، به منظور حفاظت از بلوکه های سقفی پلی استایرن و جلوگیری از برخورد مستقیم هرگونه حریق احتمالی با بلوکه، لازم است تا زیرسقف به وسیله پوشش مناسب (مانند یک تخته گچی به ضخامت حداقل ۱۲/۵ میلی متر یا اتود گچ به ضخامت حداقل ۱۵ میلی متر) محافظت شود. شایان ذکر است مسئولیت اجرای مناسب و جزئیات این مسئله، به عهده شرکت متقاضی می باشد.

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 جداره ها 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 روش های توصیه شده در مقررات ملی ایران، انجام شود.

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

۱۸- در صورت طراحی به روش تجویزی، استفاده از این سیستم، براساس طبقه بندی مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، تنها برای ساختمان های گروه ۲ و ۳ مجاز می باشد.

۱۹- تمهیدات لازم در شرایط اقلیمی مختلف کشور برای پوشش



## ۲-۲-۳- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار مسطح پانلی



این روش اجرا یکی از انواع شیوه های اجرای سیستم ICF می باشد. در این روش قالب های ماندگار بصورت پانل های مستطیلی در کارخانه تولید و به کارگاه منتقل می شوند. این پانل ها متشکل از دو لایه ورق پلی استایرن، مش میانی و آرماتورهای خرابائی برای نگه داشتن آرماتورهای افقی و عمودی تعبیه شده می باشد.

سازه حاصل از این شیوه اجرا جزو سازه های دیوار بازیر بتن مسلح محسوب شده و با شرط رعایت الزامات و ضوابط مندرج در آیین نامه های ملی و بین المللی، در شرایط مختلف شکل پذیری قابل اجرا می باشد.





### الزامات روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار مسطح پانلی

۷- پلی استایرن مورد استفاده باید از نوع منبسط شونده کندسوز یا خودخاموش شو، مطابق با استانداردهای معتبر بین المللی و دارای گواهینامه فنی از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن باشد.

۸- برای حفاظت از بلوک سقفی پلی استایرن 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 میلی متر یا اندود گچ به ضخامت حداقل ۱۵ میلی متر) محافظت شود. مسئولیت جزئیات و اجرای مناسب برای این موضوع بر عهده شرکت می باشد.

۹- محافظت از بلوک دیواری پلی استایرن باید به وسیله پوشش مناسب به عمل آید. این پوشش می تواند یک تخته گچی با ضخامت ۱۲/۵ میلی متر یا سایر مصالحی که براساس مدارک فنی مصوب و معتبر از نظر مقاومت در برابر دمای بالا معادل آن عمل می کند، باشد.

۱۰- پوشش محافظت کننده بلوکهای پلی استایرن، باید دارای اتصال مکانیکی به سازه باشد. اتصال پوشش به پلی استایرن، به تنهایی، مجاز نمی باشد.

۱۱- چنانچه اتصال پوشش محافظت کننده به دیوار، از طریق رابطهای پلاستیکی باشد، حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان دو طبقه خواهد بود.

۱- سیستم سازه ای حاصل از این روش اجراء 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.

۲- بارگذاری نقلی و لرزهای 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.

۳- 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.

۴- ضخامت دیوارهای بتنی نباید از ۱۵ سانتی متر کمتر باشد.

۵- بتن مصرفی باید از نوع بتن سازه ای و با حداقل مقاومت ۲۰ MPa و حداکثر اندازه اسمی سنگدانه مصرفی، ۲۰ میلی متر باشد.

۶- 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.



## ادامه الزامات روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار مسطح پانلی

- ۱۸- رعایت کلیه مباحث مندرج در مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان به جهت صدابندی دیوار و سقف، الزامی است.
- ۱۹- لازم است تمهیدات لازم به منظور تأمین صدابندی مورد انتظار، بخصوص در دیوارهای بین واحدها، با استفاده از روش های توصیه شده در مقررات ملی ایران، انجام شود.
- ۲۰- رعایت مباحث مربوط به صرفه جویی در مصرف انرژی مطابق مبحث شماره ۱۹ مقررات ملی ساختمان ضروری است.
- ۲۱- تمهیدات لازم در شرایط اقلیمی مختلف کشور برای پوشش نهایی جهت مقابله در محیط های خورنده و نیز استفاده از فولاد گالوانیزه در این محیط ها و رعایت الزامات مربوط به مبحث نهم مقررات ملی ساختمان الزامی است.
- ۲۲- در مناطقی که در معرض خطر حمله حشرات موذی، مانند موربانه، قرار دارند لازم است تمهیدات لازم برای محافظت از لایه پلی استایرن به عمل آید.
- ۲۳- در تمامی مراحل تولید و اجراء مسوولیت نظارت عالی و کنترل کیفی بر عهده شرکت متقاضی می باشد.
- ۲۴- رعایت کلیه مباحث مقررات ملی ساختمان و آیین نامه های ملی در استفاده از این سیستم الزامی است.
- ۲۵- توجیه اقتصادی طرح از وظایف مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن بوده و صرفاً به عهده شرکت متقاضی است.
- ۲۶- اخذ گواهی نامه فنی برای محصولات تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

- ۱۳- 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.
- ۱۴- به منظور تأمین مقاومت کافی سقف ها در مقابل آتش، لازم است فوم پلی استایرن 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.
- ۱۵- فوم پلی استایرن نباید بین واحدهای مستقل مجاور امتداد داشته باشد. این ماده باید در مرز دیوار جداکننده بین واحدهای مستقل مجاور (از جمله کریدورها) قطع شده و مطابق با مقاومت لازم در برابر آتش، آتش بندی شود (برای جزئیات این مسائل به نشریه ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مراجعه شود).
- ۱۶- 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 ساختمان ها در مقابل حریق و الزامات نشریه ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره ها در مقابل حریق تأمین شود.
- ۱۷- کلیه مقررات ساختمانی و مقررات محافظت در برابر آتش باید به تناسب و بر اساس مقررات موجود در کشور رعایت شود.



## ۲-۲-۴- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار پلیمری (سیستم RBS)

### الزامات روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار پلیمری (سیستم RBS)

- ۱- سیستم سازه‌ای حاصل از این روش اجرا، یک سیستم سازه‌ای دیوار باربر با دیوارهای برشی بتن مسلح می‌باشد. در صورتی که در این سیستم، ضوابط شکل‌پذیری (متوسط یا زیاد) بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ ایران و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه" رعایت نشود، با استناد به بند ۹-۲۰-۲-۵-۲ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران، کاربرد این سیستم صرفاً در مناطق با خطر نسبی کم و متوسط و برای ساختمان‌های دارای اهمیت کم و متوسط تا حداکثر ارتفاع ۱۰ متر مجاز می‌باشد. بدیهی است در صورتی که ضوابط شکل‌پذیری تامین شود با رعایت ضوابط مقاومت در برابر حریق، حداکثر ارتفاع ساختمان در کلیه بهنه‌های لرزه‌خیزی کشور مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران، ۵۰ متر از تراز پایه می‌باشد.
- ۲- ضخامت دیوارهای سازه‌ای بتنی نباید از ۱۵ سانتی‌متر کمتر باشد.
- ۳- بتن مصرفی در دیوارهای سازه‌ای بتنی باید از نوع بتن سازه‌ای و با حداقل مقاومت ۲۰ مگاپاسکال و حداکثر اندازه اسمی سنگدانه مصرفی، ۲۰ میلی‌متر باشد.
- ۴- بارگذاری ثقلی و لرزه‌ای این سیستم، به ترتیب بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "بارهای وارد بر ساختمان" و استاندارد ۲۸۰۰ صورت گیرد.

این سیستم، یک روش برای اجرای ساختمان‌های بتن مسلح درجا از نوع دیوار باربر با استفاده از قالب‌های ماندگار مسطح پلیمری است. این قالب‌های پلیمری دارای طولی در حدود ۱۵ و ۲۵ سانتی‌متر و ارتفاعی برابر ارتفاع طبقه بوده و بسته به نیاز دارای ضخامت‌های مختلفی می‌باشند. از کنار هم قرار دادن قالب‌های مذکور به صورت کشویی، یک قالب پیوسته برای دیوار بتنی شکل می‌گیرد. این قالب‌ها سبک بوده و قابلیت حمل و نقل و نصب سریع در اجرا را دارا می‌باشند. در یک نوع از این قالب‌ها، یک لایه ایزولاسیون پلی‌اورتان نیز تعبیه شده است. این قالب‌های پلیمری به عنوان سطح تمام شده داخلی یا خارجی نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

این روش اجرا، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می‌باشد.





### الزامات روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب ماندگار پلیمری (سیستم RBS)

- ۱۱- در خصوص این سیستم، رعایت میباید نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "صرفه جویی در مصرف انرژی" الزامی است.
- ۱۲- صدابندی هوابرد جداکننده های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات باید مطابق میباید هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "عایق بندی و تنظیم صدا" نامین شود.
- ۱۳- ضروری است تمهیدات لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط های خورنده ایران صورت پذیرد.
- ۱۴- کلیه مصالح و اجزا در این سیستم اعم از معماری و سازه ای از حیث دوام، زیست محیطی و ... باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین نامه های معتبر بین المللی به کار گرفته شود.
- ۱۵- توجه اقتصادی طرح از وظایف مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن نبوده و صرفاً به عهده شرکت متقاضی است.
- ۱۶- در تمامی مراحل تولید، طراحی و اجرا، مسوولیت نظارت عالییه و کنترل کیفی بر عهده شرکت متقاضی می باشد.
- ۱۷- اخذ گواهی نامه فنی برای محصولات تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

- ۵- طراحی سازه ای این سیستم بر اساس میباید نهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "طرح و اجرای ساختمان های بتن آرمه" و با آئین نامه ACI 318 صورت گیرد. در محاسبات و طراحی این سیستم، از اثر و مقاومت قالب های پلیمری صرف نظر شود.
- ۶- تامین ضوابط دیافراگم صلب و همچنین تامین پوستگی و یکپارچگی برای کلیه سقف ها در این سیستم الزامی است.
- ۷- اتصال سقف به دیوار در این سیستم به صورت پیوسته و یکپارچه طراحی و اجرا شده و میباید گذاری لازم بر این اساس در محل اتصال انجام شود.
- ۸- رعایت الزامات مدرک فنی ESR-1223 مربوط به موسسه ICC-ES در خصوص مصالح، اجرا، نصب و ... در این سیستم الزامی است.
- ۹- در خصوص این سیستم، رعایت میباید سوم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "حفاظت ساختمان ها در مقابل حریق" و همچنین الزامات نشریه شماره ۲۴۴ 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.
- ۱۰- در صورت استفاده از قالب ماندگار نوع RBS8، محافظت از قالب ماندگار به وسیله پوشش مانع حرارتی مناسب به عمل آید که این پوشش باید دارای اتصال مکانیکی به سازه باشد. پوشش مناسب می تواند یک تخته گچی با ضخامت حداقل ۱۳ میلی متر یا پوشش دیگری با مقاومت معادل در برابر دمای بالا باشد. ضمناً در صورت استفاده از این نوع قالب، عایق باید از نوع کندسوز و مطابق با مشخصات بند 3.3.2 مدرک ESR-1223 باشد.



## ۲-۲-۵- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار بلوکی

سقف در این سیستم از نوع دال‌های نیمه پیش‌ساخته می‌باشد، که پس از استقرار توسط میلگردهای تعبیه شده به دیوارها متصل می‌شود. با توجه به اینکه مطابق ضوابط فنی حداقل ضخامت دیوارهای بتن مسلح ۱۵ سانتی‌متر می‌باشد، امکان تامین این ضخامت و ضخامت‌های بالاتر یکی از مزایای روش اجرای KBS محسوب می‌شود. این روش اجراء در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می‌باشد.



روش اجرای KBS یکی از انواع شیوه‌های اجرای سیستم ICF می‌باشد. سیستم سازه‌ای حاصل از این روش اجراء، یک سیستم سازه‌ای دیوار باربر با دیوارهای برشی بتن مسلح بوده که محدودیت‌های آن مطابق استاندارد ۲۸۰۰ می‌باشد.

در این روش، قالب‌های عایق ماندگار به صورت پانل‌های مسطحی در کارخانه تولید و به کارگاه منتقل می‌شوند. قالب‌های عایق ماندگار KBS متشکل از دو لایه ورق پلی‌استایرن به ضخامت‌های ۵ یا ۱۰ سانتی-متر، بسته به محل استفاده، می‌باشند. برای اتصال لایه‌های پلی‌استایرن در ارتفاع از تیوب‌های پلی پروپیلن که در فواصل ۱۲/۵ سانتی‌متری تعبیه شده‌اند، استفاده می‌شود. همچنین برای اتصال لایه‌های پلی‌استایرن طرفین به یکدیگر و تشکیل قالب از رابط‌های پلی‌پروپیلن و شبکه میلگرد طولی استفاده می‌شود. پس از استقرار قالب‌ها، قسمت میانی آن مطابق محاسبات میلگردگذاری شده و بتن‌ریزی می‌شود. در زمان بتن‌ریزی به منظور نگه‌داری قالب‌ها، لازم است در فواصل ۱/۲ تا ۱/۷۵ متری پشت‌بند اجراء شود.





### الزامات روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار بلوکی

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، اجرای ساختمان الزامی است.

۱۱- محافظت از بلوک پلی استایرن به وسیله پوشش مانع حرارتی مناسب به عمل آید که این پوشش باید دارای اتصال مکانیکی به سازه باشد. پوشش مناسب می تواند یک تخته گچی با ضخامت حداقل ۱۲/۵ میلی متر یا پوشش دیگری با مقاومت معادل در برابر دمای بالا باشد.

۱۲- فوم پلی استایرن باید در مرز سقف/کف هر طبقه و در مرز دیوار جدا کننده بین دو واحد مستقل قطع گردد (هر دو طرف داخلی و بیرونی) و برای تأمین مقاومت لازم از مسدود کننده های آتش استفاده شود.

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

۱۴- صدابندی هوابرد جداکننده های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات باید مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "عایق بندی و تنظیم صدا" تأمین شود.

۱۵- لازم است تمهیدات لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط های خورنده ایران صورت پذیرد.

۱۶- کلیه مصالح و اجزا در این سیستم اعم از معماری و سازه ای از حیث دوام، زیست محیطی و ... باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آیین نامه های ملی یا معتبر بین المللی شناخته شده و مورد تایید به کار گرفته شود.

۱۷- اخذ گواهی نامه فنی برای محصولات تولیدی پس از راه اندازی خط تولید کارخانه از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

۱- سیستم سازه ای حاصل از این روش اجرا، یک سیستم سازه ای دیوار باربر با دیوارهای برشی بتن مسلح بوده که محدودیت های آن مطابق استاندارد ۲۸۰۰ می باشد.

۲- ضخامت دیوارهای بتنی نباید از ۱۵ سانتی متر کمتر باشد.

۳- بتن مصرفی باید از نوع بتن سازه ای و با حداقل مقاومت ۲۰ مگاپاسکال باشد.

۴- 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.

۵- طراحی سازه ای این سیستم بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "طرح و اجرای ساختمان های بتن آرمه" صورت گیرد.

۶- در حال حاضر تا تهیه و چاپ دستورالعمل طراحی و اجرای سیستم های قالب عایق ماندگار دیواری (ICF)، رعایت ضوابط اعلام شده در نشریه شماره گک-۲۹۲ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن هم الزامی است.

۷- تأمین ضوابط دیافراگم صلب و همچنین تأمین یکپارچگی برای کلیه سقف ها الزامی است.

۸- اتصال سقف به دیوار به صورت یکپارچه طراحی و اجرا شده و مبلغ گذاری لازم بر این اساس در محل اتصال انجام شود.

۹- پلی استایرن مورد استفاده باید از نوع منبسط شونده کندسوز یا خود خاموش شو مطابق با استانداردهای بین المللی باشد.

۱۰- در خصوص این سیستم، رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "حفاظت ساختمان ها در مقابل حریق" و همچنین

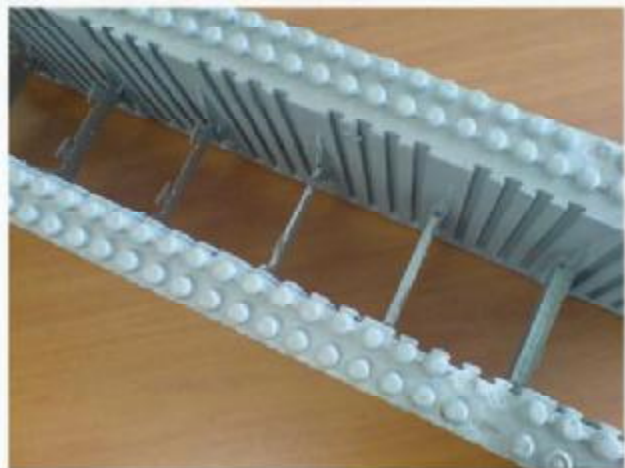


### ۲-۲-۶- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح دیوار باربر با قالب های عایق ماندگار بلوکی پلی استایرن و نئوپور



روش اجرای ساختمان های بتن مسلح دیوار باربر با قالب های عایق ماندگار بلوکی نئوپور و پلی استایرن یکی از انواع شیوه های اجرای سیستم ICF می باشد. سیستم سازه ای حاصل از این روش اجراء به عنوان سیستم سازه ای دیوار باربر با دیوارهای برشی بتن مسلح محسوب می شود. در صورتی که ضوابط شکل پذیری بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ و مبحث نهم مقررات ملی ایران رعایت نشود، با استناد به بند ۹-۲-۲-۵-۲ 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 شده، ضمن رعایت ضوابط مقاومت در برابر حریق، حداکثر ارتفاع ساختمان براساس ضوابط آیین نامه ۲۸۰۰ ایران، ۵۰ متر از تراز پایه می باشد. در این سیستم از قالب های عایق ماندگار بلوکی استفاده می شود. این بلوک ها در ابعاد و ضخامت های مختلف با استفاده از پلی استایرن

متبسط شونده کند سوز و نئوپور تولید می شوند. برای اتصال طرفین قالب از رابط های فلزی استفاده می شود. اتصال این بلوک ها در ارتفاع و در طول با استفاده از کام و زبانه تعبیه شده در بلوک ها انجام می شود. در زمان بتن ریزی به منظور نگه داری قالب ها و ایجاد داربست برای اجرای طبقات بالاتر، لازم است در فواصل مناسب پشت بند اجرا شود. این روش اجراء در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می باشد.





## الزامات روش اجرای ساختمان های بتن مسلح دیوار باربر با قالب های عایق ماندگار بلوکی پلی استایرن و تئوپور

۷- مقاومت سیستم در برابر آتش (که وابسته به نوع و جزئیات دیوار است)، باید مطابق با الزامات مبحث سوم مقررات ملی ساختمان و آیین نامه ۴۴۴ مرکز تأمین شود. مدرک ارائه شده توسط متقاضی معرف سیستمی با مقاومت ۹۰ دقیقه در برابر آتش است که برای ساختمان های بلند کافی نیست. برای مقاومت های بالاتر به ضخامت های بیشتر دیوار بتنی نیاز می باشد.

۸- پلی استایرن باید از نوع کندسوز (خود خاموش شو) باشد (توجه: اصولاً استفاده از پلی استایرن منبسط شده معمولی در ساختمان مجاز نیست و حتماً همیشه فقط باید از نوع خود خاموش شو استفاده شود).

۹- پلی استایرن مورد استفاده باید مطابق با استانداردهای معتبر بین المللی و دارای گواهینامه فنی از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن باشد.

۱۰- محافظت از بلوک پلی استایرن باید به وسیله پوشش و مانع حرارتی مناسب صورت گیرد. به عنوان مثال، می توان از پکت اندود یا تخته گچی حدود ۱۳ میلی متر یا سایر مصالح که از نظر مقاومت در برابر دمای بالا، معادل آن باشد، استفاده نمود. پوشش محافظت کننده باید دارای اتصال مکانیکی به سازه باشد و چسباندن آن به پلی استایرن به تنهایی قابل قبول نیست. (توجه: در مدرک Thermo Haus / ۰۸/۰۳۱۰/ IAB به پوشش های تأیید شده برای این کار اشاره شده است که متقاضی می تواند مشخصات آنها را از تولیدکننده اصلی تهیه نماید).

۱۱- توجه به نکات فنی ذکر شده در مدارک ETA-۰۵/۰۱۷۰ و Thermo Haus / ۰۸/۰۳۱۰/ IAB که توسط متقاضی پیوست شده است، ضروری است.

۱- سیستم سازه ای حاصل از این روش اجرا، به عنوان سیستم سازه ای دیوار باربر با دیوارهای برشی بتن مسلح محسوب می شود. در صورتی که ضوابط شکل پذیری بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ و مبحث نهم مقررات ملی ایران رعایت نشود، با استناد به بند ۹-۲-۲۰-۵-۲ مبحث نهم مقررات ملی ایران، کاربرد این سیستم صرفاً در مناطق با خطر سismi 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.

۲- بارگذاری ثقلی و لرزه ای سیستم سازه ای حاصل از این روش، باید به ترتیب بر اساس آخرین ویرایش های مبحث ششم مقررات ملی ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰ ایران صورت گیرد.

۳- 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.

۴- ضخامت مفید دیواره های بتنی نباید از ۱۵ سانتی متر کمتر باشد.  
۵- بتن مصرفی باید از نوع بتن سازه ای و با حداقل مقاومت ۲۰ MPa و حداکثر اندازه اسمی سنگدانه مصرفی، ۲۰ میلی متر باشد.

۶- 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.



### ادامه الزامات روش اجرای ساختمان های بتن مسلح دیوار باربر با قالب های عایق ماندگار بلوکی پلی استایرن و نئوپور

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

۱۹- سیدابندی موایرد جداکننده های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و سیدابندی سقف بین طبقات باید مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "عایق بندی و تنظیم صدا" تأمین شود.

۲۰- کلیه مقررات ساختمانی و مقررات محافظت در برابر آتش باید به تناسب و بر اساس مقررات موجود در کشور رعایت شود.

۲۱- در تمامی مراحل تولید، طراحی و اجراء مسوولیت نظارت عالی و کنترل کیفی بر عهده شرکت متقاضی می باشد.

۲۲- توجیه اقتصادی طرح از وظایف مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن بوده و صرفاً به عهده شرکت متقاضی است.

۲۳- رعایت کلیه مباحث مقررات ملی ساختمان و آیین نامه های ملی در استفاده از این سیستم الزامی است.

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

۱۲- لایه پلی استایرن بین واحدهای مستقل، نباید امتداد داشته باشد و حتماً باید به وسیله مصالح غیر قابل سوختن با مقاومت کافی در برابر آتش قطع شود.

۱۳- لایه پلی استایرن باید در محل سیستم کف/سقف قطع شده، بین طبقات امتداد نداشته باشد. از جمله هرگونه امتداد عمودی لایه پلی استایرن در دیوارهای خارجی، شفت های پلکان، آسانسور و نظایر آنها بایر محل کف/سقف قطع شود.

۱۴- چنانچه هرگونه سوراخ یا گشودگی در دیوارهای با مقاومت الزامی در برابر آتش ایجاد شود (مثلاً برای عبور تأسیسات)، گشودگی باید به نحو مناسب، آتش بندی شود، به گونه ای که درجه مقاومت در برابر آتش دیوار کاهش نیافته و ضمناً لایه پلی استایرن منبسط شده در برابر آتش کماکان محافظت شود.

۱۵- در مناطقی که در معرض خطر حمله حشرات موزی، مانند موربانه، قرار دارند لازم است تمهیدات لازم برای محافظت از لایه پلی استایرن به عمل آید.

۱۶- تمهیدات لازم در شرایط اقلیمی مختلف کشور برای پوشش نهایی جهت مقابله در محیط های خورنده و نیز استفاده از فولاد گالوانیزه در این محیط ها و رعایت الزامات مربوط به مبحث نهم مقررات ملی ساختمان الزامی است.

۱۷- کلیه مصالح و اجزا در این سیستم اعم از معماری و سازه ای از حیث دوام، زیست محیطی و ... باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین نامه های ملی یا معتبر بین المللی شناخته شده و مورد تایید به کار گرفته شود.



### ۲-۲-۷- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب های عایق ماندگار از جنس صفحات سیمانی حاوی تراشه های چوب (صفحات چوب سیمانی)

ماندگار بلوکی و پاتلی) را فراهم می‌سازد. تنها محدودیت این روش این است که نیاز به دقت بالا در هنگام قالب بندی دارد تا از به وجود آمدن هرگونه بار اضافی که بیش از توان بیشینه صفحات باشد، جلوگیری به عمل آورد.



اجرای ساختمانهای بتن مسلح با قالبهای عایق ماندگار جزء سیستم‌های متداول در کشور است. هرچند بهره‌گیری از این سیستم باعث افزایش سرعت ساخت و کاهش حجم عملیات قالب بندی می‌شود، ولیکن بنا به نوع قالب انتخابی اجرای نما همچنان به عنوان یک روند زمانبر محسوب می‌شود. تخته‌های سیمانی از جمله پوشش‌های دیواری هستند که مورد تأیید مرکز بوده و امکان استفاده از آنها در حیطه الزامات مربوطه مجاز شناخته شده است. استفاده از این تخته‌ها به عنوان قالب‌های ماندگار، با توجه به مقاومت و دوام آنها می‌تواند راه حل مناسبی برای رفع مشکل نوسازی باشد. بدین منظور، روش اجرای ساختمان‌های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار، با قالبهایی از جنس صفحات سیمانی در این مرکز بررسی و مورد تأیید قرار گرفت. نکته دیگری که در خصوص این روش اجرایی حائز اهمیت است این است که امکان تهیه یک دیوار باربر با مقطع یکپارچه مستطیلی (و نه بصورت مجوف، همانند روشهای قالب عایق





الزامات روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب های عایق ماندگار از جنس صفحات سیمانی حاوی تراشه های چوب (صفحات چوب سیمانی)

- ۱- سیستم سازه‌ای حاصل از این روش اجرا، به عنوان سیستم سازه‌ای دیوار باربر با دیوارهای برشی بتنی مسلح محسوب می‌شود. در صورتی که ضوابط شکل‌پذیری بر اساس آیین‌نامه ۲۸۰۰ و مبحث نهم مقررات ملی ایران رعایت نشود و با استناد به بند ۹-۲-۲-۲-۲ مبحث نهم مقررات ملی ایران، کاربرد این سیستم صرفاً در مناطق با خطر نسبی کم و متوسط و برای ساختمان‌های دارای اهمیت کم و متوسط تا حداکثر ارتفاع ۱۰ متر مجاز می‌باشد. بدیهی است در صورتی که ضوابط شکل‌پذیری رعایت شود، ضمن رعایت ضوابط مقاومت در برابر حریق، حداکثر ارتفاع ساختمان براساس ضوابط آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران، ۵۰ متر از تراز پایه می‌باشد.
  - ۲- بارگذاری تفرقی و لرزه‌ای سیستم سازه‌ای حاصل از این روش، به ترتیب بر اساس آخرین ویرایش‌های مبحث ششم مقررات ملی ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰ ایران صورت گیرد.
  - ۳- طرح سازه‌ای سیستم حاصل از این روش، باید بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان یا آیین‌نامه ACI 318-05 و ویرایش‌های بعد از آن صورت گیرد.
  - ۴- ضخامت دیواره‌های بتنی نباید از ۱۵ سانتی‌متر کمتر باشد.
  - ۵- بتن مصرفی باید از نوع بتن سازه‌ای و با حداقل مقاومت  $20\text{MPa}$  و حداکثر اندازه اسمی سنگدانه مصرفی، ۲۰ میلی‌متر باشد.
  - ۶- مشخصات کلیه مصالح مصرفی مربوط به اجزاء قالب‌بندی ماندگار، باید مطابق با استانداردهای بین‌المللی معتبر و استناد ارائه شده باشد. مشخصات سایر مصالح مصرفی نیز باید مطابق استانداردها و آیین‌نامه‌های ملی یا معتبر بین‌المللی باشد.
  - ۷- بر اساس استناد و مدارک ارائه شده، رعایت ضوابط زیر برای صفحات سیمانی حاوی تراشه‌های چوب الزامی است.
- رعایت الزامات زیست‌محیطی در مواد و مصالح به کار برده شده در این محصول الزامی است.
  - رعایت استانداردهای زیر در ساخت تخته‌های سیمانی حاوی تراشه‌های چوب الزامی است.
  - ویژگی‌ها و آزمون تعیین وزن واحد حجمی به ترتیب بر اساس BS EN 634-2 و BS EN 323
  - ویژگی‌ها و آزمون تعیین مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته به ترتیب بر اساس BS EN 634-2 و BS EN 310
  - ویژگی‌ها و آزمون تعیین مقاومت کششی ناشی از بار عمود بر سطح به ترتیب بر اساس BS EN 634-2 و BS EN 319
  - ویژگی‌ها و آزمون تعیین مقاومت خمشی بعد از آزمایشات چرخه‌ای به ترتیب بر اساس BS EN 634-2 و BS EN 321 و BS EN 319
  - ویژگی‌ها و آزمون تعیین تورم در ضخامت بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب به ترتیب بر اساس BS EN 634-2 و BS EN 317
  - ویژگی‌ها و آزمون تعیین تورم در ضخامت پس از آزمایشات چرخه‌ای به ترتیب بر اساس BS EN 634-2 و BS EN 321 و BS EN 317
  - ویژگی‌ها و آزمون تعیین میزان رطوبت به ترتیب بر اساس BS EN 634-1 و BS EN 322
  - تعیین پایداری بیولوژیکی بر اساس BS EN 335-3
  - ویژگی‌ها و آزمون تعیین محدوده مجاز مشخصات ابعادی به ترتیب بر اساس BS EN 634-1 و BS EN 324-1



## فناوری های نوین ساختمانی

### ادامه الزامات روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب های عایق ماندگار از جنس صفحات سیمانی حاوی تراشه های چوب (صفحات چوب سیمانی)

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.

۹- کلیه مقررات ساختمانی و مقررات محافظت در برابر آتش باید به تناسب و بر اساس مقررات موجود در کشور رعایت شود.

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

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

۱۲- رعایت مباحث مربوط به صرفه جویی در مصرف انرژی مطابق مبحث شماره ۱۹ مقررات ملی ساختمان ضروری است.

۱۳- تمهیدات لازم در شرایط اقلیمی مختلف کشور برای پوشش نهایی جهت مقابله در محیطهای خورنده و نیز استفاده از فولاد گالوانیزه در این محیطها و رعایت الزامات مربوط به مبحث نهم مقررات ملی ساختمان الزامی است.

۱۴- در تمامی مراحل تولید و اجراء مسوولیت نظارت عالی و کنترل کیفی بر عهده شرکت متقاضی می باشد.

۱۵- رعایت کلیه مباحث مقررات ملی ساختمان و آیین نامه های ملی در استفاده از این سیستم الزامی است.

۱۶- اخذ گواهی نامه فنی برای صفحات چوب سیمانی پس از راه اندازی خط تولید کارخانه از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

- تعیین ضریب هدایت حرارتی بر اساس BS EN 12664

- تعیین ضریب انبساط حرارتی بر اساس DIN 51045

- آزمون های رفتار در برابر حریق بر اساس DIN EN 13823

- تعیین پایداری ابعادی بر اساس BS EN 318

- آزمون رفتار در برابر صوت بر اساس BS EN 13986

- آزمون عبور بخار آب بر اساس BS EN 12572

در اجرای کلیه اتصالات شامل زیرسازی، نصب تخته های سیمانی به زیرسازی، نصب زیرسازی به ساختمان باید از پیچ یا پرچ مطابق ضوابط موجود در مقررات ملی ساختمان استفاده شود.

درز انبساط بین تخته سیمانی در فواصل مشخص و به میزان معین، بر مبنای تغییر شکل های ناشی از تنش های حرارتی، بایستی به نحو صحیح تعبیه گردد.

درز بین تخته های سیمانی باید با مواد و مصالح مناسب (مانند ورق های لاستیکی یا آلومینیومی یا...) پوشانده شود و بر روی پیچها یا پرچها باید پس از پوشش دادن با ملات مناسب، سنباده کاری و رنگ آمیزی گردد.

رنگ آمیزی تخته های سیمانی نما در هر دو وجه الزامی است. رنگ های مورد استفاده باید مقاوم در برابر شرایط جوی و محیط های قلیایی باشد.

این تخته ها می بایست برای مقاومت در برابر بارهای وارده حین بتن ریزی، طراحی و ضوابط مندرج در آیین نامه ACI347-01 را برآورده سازد.

۸- مقاومت سیستم در برابر آتش برای دیوار و سقف، با توجه به تعداد طبقات، نوع و جزئیات دیوار بتنی و ...، مطابق مبحث سوم مقررات



### ۸-۲-۲- روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار از جنس بلوک های چوبی - سیمانی



سیستم ساختمانی دیوار باربر بتن مسلح در زمره سیستمهای ساختمانی مندرج در آیین نامه ۲۸۰۰ ایران است که روشهای مختلفی برای اجرای آن وجود دارد. یکی از این شیوه های اجرا، سیستم قالبهای عایق ماندگار است که قبلاً نیز به عنوان شیوه های اجرای مورد تأیید معرفی شده است. تفاوت شیوه های مختلف اجرایی موجود در انتخاب قالبهاست. تجربه استفاده از انواع موسوم قالبهای پلی استایرنی و پلیمری در کشور وجود دارد ولیکن بلوکهای چوب-سیمانی که پیشتر برای تولید دیوارهای غیرباربر مورد تأیید قرار گرفته است، با توجه به عملکرد مطلوب در زمینه های انرژی، حریم و آکوستیک، گزینه مطلوبی برای بهره گیری به



عنوان قالب عایق ماندگار به شمار می رود. لذا با بررسی های به عمل آمده در زمینه رفتار این قالبها و همخوانی آن با روند اجرای ساختمانهای با سیستم دیوار باربر، روش اجرای سازه های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار از جنس این بلوکها به تأیید مرکز رسید.



### الزامات روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار از جنس بلوک های چوبی - سیمانی

- ۷- بتن مصرفی باید از نوع بتن سازه ای و با حداقل مقاومت  $20\text{MPa}$  و حداکثر اندازه اسمی سنگدانه مصرفی، ۲۰ میلی متر باشد.
- ۸- در این محصول، ضروری است تا مشخصات، الزامات و جزئیات اجرایی مندرج در ناییده فنی اروپایی ETA08/0023 رعایت شود.
- ۹- تامین ضوابط دیافراگم سلب و همچنین تامین یکپارچگی برای کلیه سقف ها الزامی است.
- ۱۰- اتصال سقف به دیوار به صورت یکپارچه طراحی و اجرا شده و میلگردگذاری لازم بر این اساس در محل اتصال انجام شود.
- ۱۱- 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 اجزاء ساختمانی الزامی است.
- ۱۲- صدابندی هواپرد 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 تامین شود.
- ۱۳- الزامات مربوط به انرژی باید مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان صرفه جویی در مصرف انرژی رعایت شود.
- ۱۴- 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.
- ۱۵- اخذ گواهی نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

- ۱- سیستم سازه ای حاصل از این روش اجرا (بدون اجرای ستون های بتنی)، به عنوان سیستم سازه ای دیوار باربر با دیوارهای برشی بتنی مسلح محسوب می شود و در صورت رعایت ضوابط شکل پذیری و ضوابط مقاومت در برابر حریق، حداکثر ارتفاع ساختمان با این روش اجرا به ۳ طبقه محدود می شود.
- ۲- 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 یا خطر نسبی کم و متوسط و برای ساختمان های دارای اهمیت کم و متوسط تا حداکثر ارتفاع ۱۰ متر مجاز می باشد.
- ۳- با توجه به اینکه این شیوه اجرا، امکان استفاده از ستون های بتنی در دیوارها را میسر می سازد و موجب تغییر در سیستم سازه ای حاصله و ویژگی ها و عملکرد آن می شود، لذا پس از بررسی مدارک ارائه شده در خصوص عملکرد لوزه ای ساختمان های بلندمرتبه یا میانمرتبه ساخته شده با این روش اجرا (با و بدون ستون های بتنی)، امکان رفع محدودیت در تعداد طبقات مجاز وجود دارد.
- ۴- بارگذاری نقلی 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.
- ۵- طرح سازه ای سیستم حاصل از این روش، باید بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان یا آیین نامه ACI318-05 و ویرایش های بعد از آن صورت گیرد.
- ۶- ضخامت دیوارهای بتنی نباید از ۱۵ سانتی متر کمتر باشد.



### ۲-۳- قاب های بتن مسلح پیش ساخته با دیوار برشی بتن مسلح درجا

۲-۳-۱- سیستم قاب ساختمانی ساده بتن مسلح با ستون پیش ساخته، تیر نیمه پیش ساخته، سقف هالوکور و دیوار برشی بتن مسلح درجا

در دیافراگم سقف، باید در محل اتصال پانل های 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، به طور مناسب طراحی و اجرا شوند. در این سیستم، اتصال تیرها به ستون ها از نوع اتصال



ساده نشیمن می باشد، که با جوش دادن پلیت تعبیه شده روی کرپل ستون به نبشی تعبیه شده در قسمت نشیمن تیر نیمه پیش ساخته محقق می شود. به منظور تامین یکپارچگی و افزایش درجه نامعینی سیستم و ممانعت از بروز مودهای خرابی پیش رونده، خاموت های انتظار در روی تیرها تعبیه شده است تا در محل نشیمن تیر روی ستون، با عبور دادن آرماتورهای منفی از داخل خاموت های مذکور و سوراخ های تعبیه شده در داخل ستون، یکپارچگی بین ستون و تیر تامین شود. این سیستم سازه ای در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن، در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می باشد.

در این سیستم ساختمانی، ستون ها تا حداکثر ۳ طبقه به صورت پیش ساخته، تیرها به صورت نیمه پیش ساخته و سقف ها از نوع مجوف (Hollow core) هستند. در این سیستم از قاب های ساختمانی ساده برای باربری ثقلی و از دیوار برشی بتن مسلح درجا برای باربری جانبی سازه استفاده می شود. در راستای اطمینان از کفایت پی سازه در تحمل بارهای وارده، از شالوده بتن مسلح درجا استفاده می شود. در مواردی که ستون تحت نیروی کششی قرار نگیرد، می توان از گزینه اتصال گلدانی نیز استفاده نمود. به منظور اتصال ستون های پیش ساخته به فونداسیون سازه لازم است تمهیداتی در انتهای ستون های پیش ساخته در نظر گرفته شود. در این سیستم این اتصال به کمک ورق های پای ستون و میل مهارهای فولادی انجام می شود. از جمله موارد حائز اهمیت در سیستم های بتی پیش ساخته تامین یکپارچگی سازه و اجرای صحیح و دقیق اتصالات می باشد. از این رو در این سیستم به منظور تامین یکپارچگی و صلیت لازم





## فناوری های نوین ساختمانی

الزامات سیستم قاب ساختمانی ساده بتن مسلح با ستون پیش ساخته، تیر نیمه پیش ساخته، سقف هالوکور و دیوار برشی بتن مسلح درجا

۸- ضروری است اجزای مرزی در لبه های 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 امان 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 میل مهار فولادی طراحی و اجرا شود. در مواردیکه ستون تحت نیروی کششی قرار نگیرد، با ارائه محاسبات مناسب، استفاده از گزینه اتصال گلدانی بلامانع می باشد.

۱۳- وصله ستون های بتن مسلح پیش ساخته باید در محلی که تلاش های عملی به حداقل می رسند، انجام گیرد. همچنین در طراحی وصله ستون و اتصال پای ستون، در نظر گرفتن حداقل مقاومت کششی مقطع مطابق رهنمای طراحی PCI-04 ضروری است.

۱۴- در کلیه اتصالات خشک، رعایت ضوابط و مقررات مربوط به طراحی اجزای اتصال و مشخصات فنی جوشکاری های مربوطه منطبق بر ضوابط و مقررات آیین نامه های AWS و AISC و ASCE 07 الزامی می باشد.

۱۵- رعایت تمهیدات لازم متاسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط های خورنده ایران الزامی است.

۱۶- اخذ گواهی نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

۱- اجرای این سیستم به عنوان قاب ساختمانی ساده بتن مسلح پیش ساخته به همراه دیوار برشی بتن مسلح متوسط درجا، در کلیه پهنه های لرزه خیزی 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 پهنه بندی لرزه خیزی کم و متوسط مجاز می باشد.

۳- بارگذاری تکی و لرزه ای 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 آیین نامه ACI 318-08 و رهنمای طراحی PCI-04 و ویرایش های بعد از آن الزامی است.

۵- رعایت ضوابط شکل پذیری، مطابق فصل ۲۱ آیین نامه ACI 318-08 یا مبحث نهم مقررات ملی ساختمان برای دیوارهای برشی بتن مسلح متوسط درجا الزامی می باشد.

۶- به منظور تامین یکپارچگی در دیافراگم سقف، لازم است در محل اتصال پانل های 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 دو این نواحی باید مقاومت کافی را در برابر تلاش های حاصل از میلگردهای یکپارچگی مذکور داشته باشند.

۷- طراحی و اجرای میل مهارهای سقفی مناسب در محل اتصال اعضای پانلی سقف پیش ساخته به یکدیگر و همچنین اجرای تیرچه در پیرامون بازشودهای الزامی است.



## ۲-۳-۲- سیستم قاب ساده بتنی نیمه پیش ساخته K با دیوار برشی بتن مسلح درجا

### الزامات سیستم قاب ساده بتنی نیمه پیش ساخته K با دیوار

#### برشی بتن مسلح درجا

۱- اجرای این سیستم سازه‌ای 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 محدودیت‌های آن مطابق استاندارد ۲۸۰۰ می‌باشد.

۲- ضخامت دیوارهای بتن آرمه نباید از ۱۵ سانتی‌متر کمتر باشد.

۳- بتن مصرفی باید از نوع بتن سازه‌ای و با حداقل مقاومت ۲۰ مگاپاسکال باشد.

۴- منظم بودن ساختمان در پلان و ارتفاع مطابق استاندارد ۲۸۰۰ الزامی است.

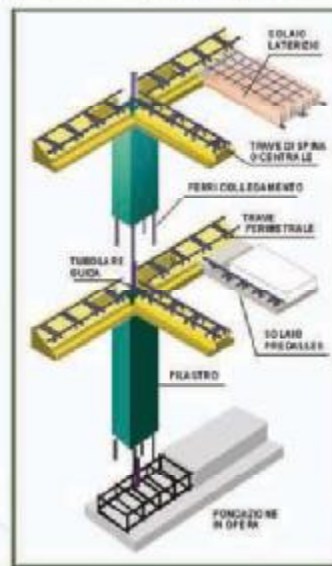
۵- بارگذاری ثقلی و لرزه‌ای این سیستم، به ترتیب بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "بارهای وارد بر ساختمان" و استاندارد ۲۸۰۰ صورت گیرد.

۶- در طراحی سازه‌ای این سیستم، مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه" مد نظر قرار گیرد و در طراحی، ساخت، نصب و اجرای اعضا و اتصالات قطعات پیش ساخته، رعایت آخرین ویرایش آیین‌نامه 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 ستون‌های پیش ساخته قاب به عنوان اعضای مرزی مورد تایید نمی‌باشد.

در سیستم نیمه پیش ساخته K، اعضای همچون تیر، ستون و سقف به صورت نیمه پیش ساخته در کارخانه تولید شده که پس از انتقال به محل با استفاده از بتن ریزی درجا در محل اتصالات، پیوستگی سازه حاصل می‌شود. در این سیستم، تیرها و ستون‌ها به همراه اتصالاتشان تشکیل یک قاب ساده بتن مسلح را می‌دهند که بارهای ثقلی در این سیستم توسط این قاب‌ها تحمل شده و به شالوده منتقل می‌شود. شالوده در این سیستم به صورت درجا اجرا می‌شود.

برای تحمل بارهای جانبی وارده به سیستم، دیوارهای برشی بتن مسلح در نظر گرفته شده است که به صورت درجا اجرا شده و از طریق دیافراگم سقف به قاب‌های بتنی اتصال دارد. دیافراگم سقف در این



سیستم از نوع صلب می‌باشد. سایر قطعات الحاقی به ساختمان مانند راه پله‌ها نیز به صورت پیش ساخته تولید می‌شود.

به علت نیمه پیش ساخته بودن قطعات، به نیرو و زمان کمتری جهت ساخت این سیستم نیاز بوده و کنترل کیفیت اعضا به راحتی در کارخانه صورت می‌گیرد. این سیستم در مرکز

تحقیقات ساختمان و مسکن مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده مجاز است.



## ادامه الزامات سیستم قاب ساده بتنی نیمه پیش ساخته K با دیوار برشی بتن مسلح درجا

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 عمورتنده 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 تایید 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.

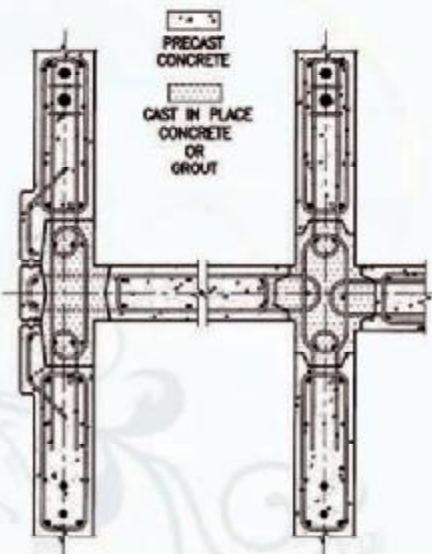
۱۳- تمهیدات لازم جهت تأمین پایداری قطعات پیش‌ساخته الحاقی به ساختمان مانند: راه‌پله‌ها، جان‌پناه‌ها و ... در برابر نیروهای وارده صورت گیرد.

۱۴- در خصوص این سیستم، رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق" و همچنین الزامات 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.

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



## ۲-۴- سیستم دیوار باربر بتن مسلح ویژه



در این سیستم سازه‌های بتنی، اتصال قطعات پیش‌ساخته بتن مسلح دیواری در امتدادهای افقی و قائم، عمدتاً توسط قلاب‌های L شکل که در کنارهای این قطعات تعبیه شده است صورت می‌گیرد. بعد از نصب این قطعات، با افزودن آرماتورهای طولی (موازی لبه قطعه و رد شده از حلقه قلاب‌ها)، قلاب‌های L شکل یاد شده به یکدیگر دوخته شده و سپس فضای بین این قطعات که باید به یکدیگر متصل شوند، با بتن کاملاً پر می‌شود.

بارهای مرده و زنده از طریق دال‌های بتن آرمه کف به دیوارهای بتنی منتقل شده و دیوارها، نیروهای ناشی از بارهای وارده را به شالوده منتقل می‌نمایند.

در این سیستم، پانل‌های دیواری علاوه بر تحمل بارهای ثقلی ساختمان، بارهای جانبی اعمالی را نیز به صورت دیوار برشی تحمل می‌نمایند در نتیجه این نوع سیستم در دست‌بندی سازه‌ای، یک سیستم دیواربرابر از نوع دیوار برشی بتن مسلح می‌باشد.

بدلیل اتصالات ویژه، این سیستم قابل کاربرد در کلیه بهته های لرزه خیزی کشور می‌باشد.

این سیستم سازه‌ای در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن بررسی شده و کاربرد آن در حیطه الزامات تدوین شده مورد تایید است.



## الزامات سیستم دیوار باربر بتن مسلح ویژه

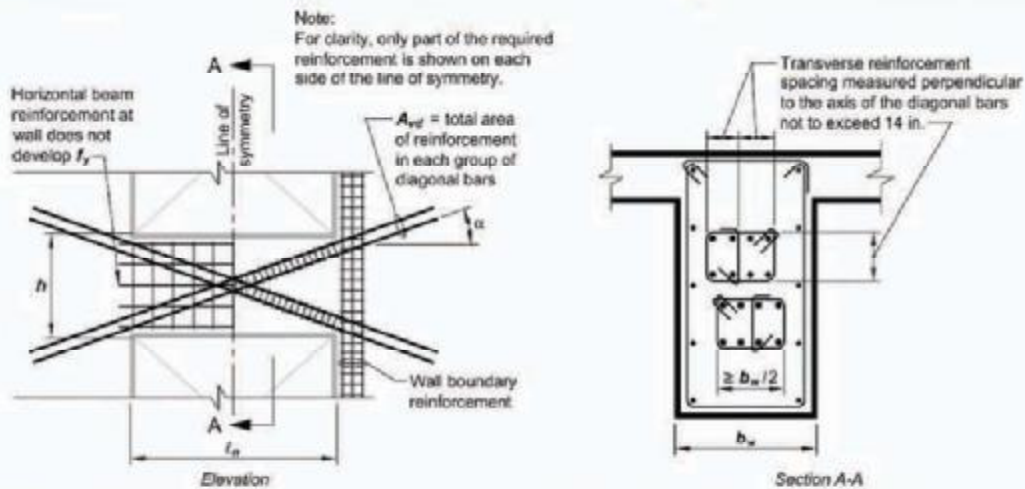
- ۸- ضروری است برای تامین پیوستگی در سیستم، اتصالات بین انواع قطعات پیش ساخته سازه‌های مورد استفاده، جهت تحمل انواع نیروهای وارده مطابق ACI ۳۱۸-۰۸ کنترل شود. به جای استفاده از قلاب‌های U شکل در محل اتصالات، استفاده از سایر روش‌های مورد تایید مطابق ACI ۳۱۸-۰۸ نیز مجاز می‌باشد.
- ۹- تامین یکپارچگی سازه‌های در کل این سیستم با تعبیه انواع کش‌های (Ties) عرضی، طولی، قائم و پیرامونی مورد نیاز مطابق ACI ۳۱۸-۰۸ ضروری است.
- ۱۰- در طرح سازه‌های و لرزه‌ای این سیستم سازه‌های و اتصالات آن، راهنمای ACI ۵۵۰.۱R-۰۱ مورد توجه قرار گیرد.
- ۱۱- بارگذاری ثقلی و لرزه‌ای این سیستم، به ترتیب بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران یا عنوان "بارهای وارد بر ساختمان" و استاندارد ۲۸۰۰ ایران صورت گیرد.
- ۱۲- کنترل سازه در مقابل بار باد بر مبنای مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران انجام شود.
- ۱۳- ساختمان در مقابل واژگونی کنترل شود.
- ۱۴- کنترل خیز قائم و تغییر شکل جانبی مطابق آیین‌نامه‌های مربوطه ضروری است.
- ۱۵- دیوارهای غیر یازبر داخلی و خارجی و جدا کننده‌ها باید برای بارهای خارج از صفحه مانند طوفان، زلزله و ... طراحی شوند. در اتصال این عناصر به اعضای سازه‌ای لازم است که ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ ایران در ارتباط با انتقال نیروها و تاثیر آنها بر حرکت جانبی سازه رعایت شود.
- ۱- در این سیستم سازه‌های بتنی، اتصال قطعات پیش ساخته بتن مسلح دیواری در امتدادهای افقی و قائم، عمدتاً توسط قلاب‌های U شکل که در کناره‌های این قطعات تعبیه شده است صورت می‌گیرد. بعد از نصب این قطعات، با افزودن آرماتورهای طولی (موازی لبه قطعه و رد شده از حلقه قلاب‌ها)، قلاب‌های U شکل یاد شده به یکدیگر دوخته شده و سپس فضای بین این قطعات که باید به یکدیگر متصل شوند، با بتن کاملاً پر می‌شود.
- ۲- مشخصات و محدودیت‌های لرزه‌ای مربوط به سیستم پیش ساخته دیوار باربر بتن مسلح ویژه حاصله مانند: ضریب رفتار، حداکثر ارتفاع مجاز (تعداد طبقات) از تراز پایه، استفاده در مناطق با خطر لرزه‌خیزی بالا و ... بر اساس آیین‌نامه ۷-۰۵ ASCE تعیین می‌شود.
- ۳- مشخصات مصالح، ضوابط اجرایی و طرح سازه‌ای و لرزه‌ای این سیستم سازه‌ای باید بر اساس آیین‌نامه ACI ۳۱۸-۰۸ و راهنمای طراحی PCI انجام گیرد.
- ۴- رعایت ضوابط مربوط به شکل‌پذیری ویژه در این سیستم مطابق آیین‌نامه ACI ۳۱۸-۰۸ الزامی است.
- ۵- مشخصات مصالح، ضوابط اجرایی و طرح سازه‌ای قسمت پیش ساخته پیش تنیده سقف بر اساس آیین‌نامه ACI ۳۱۸-۰۸ و راهنمای طراحی PCI انجام گیرد.
- ۶- لازم است پیوستگی بین قسمت سازه‌ای پیش ساخته و درجای سقف مطابق تمهیدات در نظر گرفته شده در ACI ۳۱۸-۰۸ تامین شود.
- ۷- تامین ضوابط دیافراگم صلب مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران برای کلیه سقف‌ها در این سیستم الزامی است.



ادامه الزامات سیستم دیوار باربر بتن مسلح ویژه

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.

۱۶- در قالب‌بندی و قالب‌برداری و اجرای این ساختمان بتنی، رعایت مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "یعنی و حفاظت کار در حین اجرا" الزامی است.



۲۱- صدابندی هوابرد جداکننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "عایق‌بندی و تنظیم صدا" تامین شود.

۱۷- لازم است تمهیدات لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران صورت پذیرد.

۲۲- در تمامی مراحل تولید، طراحی و اجرا، مسئولیت نظارت عالی و کنترل کیفی بر عهده شرکت متقاضی می‌باشد.

۱۸- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم اعم از معماری و سازه‌ای از حیث دوام، بهداشتی و زیست محیطی باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین‌نامه‌های ملی یا معتبر بین‌المللی بکار گرفته شوند.

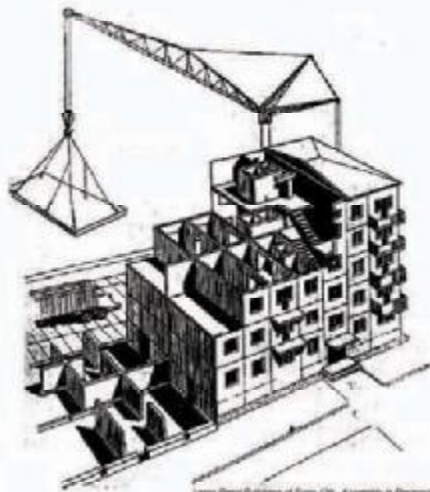
۲۳- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصولات تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

۱۹- الزامات مربوط به انرژی در پوسته خارجی ساختمان باید مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "صرفه جویی در مصرف انرژی" رعایت شود.

۲۰- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق" و همچنین الزامات نشریه شماره



## ۲-۵- سیستم ساختمان های پیش ساخته با دیوار باربر متشکل از سقف و دیواره های بتن آرمه با بتن سبک سازه ای



عایق حرارتی دیوارها از طریق استفاده از بک لایه ملات سیمان و پلی استایرن که در کارخانه به هنگام ساخت دیوارها بر روی لایه بیرونی دیوار خارجی اجرا می شود، تامین می شود. از آنجایی که ضریب انتقال حرارت بتن سبک از بتن معمولی کمتر است، لذا به نظر می رسد که عایق حرارتی این سیستم توسط لایه عایق حرارتی سیمان و پلی استایرن به همراه بتن سبک تامین می شود. این سیستم در طبقه بندی صرفه جویی زیاد در مصرف انرژی قرار داشته و در تمام مناطق ایران قابل استفاده است. مصالح بکار گرفته شده در این نوع از ساختمان از مقاومت خوبی در برابر آتش سوزی برخوردار هستند. این سیستم همچنین جوابگویی نیاز صدابندی بر اساس مقررات ملی ساختمان می باشد. این سیستم در زمینه های انرژی، حریق، آکوستیک و سازه، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می باشد.

سیستم Large Panel یا سیستم Box Type در دسته بندی سیستم های پیش ساخته بتنی Tilt Up قرار می گیرد. در این سیستم، پانل های دیواری، علاوه بر تحمل بارهای ثقلی، بارهای جانبی را نیز به صورت دیوار برشی تحمل می نمایند، در نتیجه این نوع سیستم در دسته بندی سازه ای، یک سیستم دیوار باربر با دیوار برشی می باشد. بارهای مرده و زنده از طریق دال های بتن آرمه کف که از طریق اتصالات مفصلی یا غلطکی به دیوارها متصل می باشند، انتقال یافته و دیوارها نیروهای ناشی از بارهای وارده را به شالوده منتقل می نمایند. سیستم باربر جانبی سیستم پیش ساخته فوق شامل دیوارهای پیش ساخته بتن آرمه بوده که به صورت دیوار برشی عمل نموده و در برابر نیروهای برشی ناشی از بارهای جانبی مقاومت می نمایند. در این سیستم به دلیل استفاده از پانل های دیواری برای باربری ثقلی و اتصالات مفصل مابین کف ها و دیوارها، امکان استفاده از سیستم باربری جانبی از نوع قاب خمشی نمی باشد و تنها سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی، پانل های دیواری است که به صورت دیوار برشی در برابر نیروهای جانبی مقاومت می نمایند.

از آنجا که این سیستم، سیستم Large Panel با به کارگیری بتن سبک سازه ای و لایه عایق حرارتی در کارخانه می باشد، لذا به نظر می رسد ضمن کاهش وزن دیوارها، رفتار مطلوبتری در مقابل انقباض و انقباض را دارا باشد.

مصالح اصلی مصرفی در این سیستم شامل: سیمان، میلگرد، پوکه صنعتی (پوکه لیکا)، پلی استایرن و گاز طبیعی برای عمل آوری بتن بوده و کلیه مصالح در داخل کشور قابل تامین می باشد.



## الزامات سیستم ساختمان های پیش ساخته با دیوار باربر متشکل از سقف و دیواره های بتن آرمه با بتن سبک سازه ای

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.

۱۴- صدابندی هوابرد جداکننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین گردد.

۱۵- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

۱- طراحی لرزه‌ای و سازه‌ای به ترتیب براساس آئین‌نامه‌های ACI 318-05, JBC 2003 و ویرایش‌های بعد آن‌ها انجام گیرد.

۲- بار زنده در محدوده ۴۰۰-۲۵۰ کیلوگرم بر متر مربع مجاز می‌باشد.

۳- حداکثر طول دهانه قابل اجرا ۵ متر است.

۴- کاربرد سیستم در ساختمان‌های مسکونی می‌باشد.

۵- رعایت ضوابط کلی شکل‌پذیری ویژه بر اساس فصل ۲۱ آئین‌نامه ACI 318-05 و ویرایش‌های بعد از آن الزامی است.

۶- منظم بودن ساختمان در پلان و ارتفاع الزامی است.

۷- رعایت حداقل و حداکثر مقاومت فشاری به ترتیب ۲۱ و ۳۵ مگاپاسکال بر اساس ACI 213R-03 و ویرایش‌های بعد از آن برای ساخت بتن سبک الزامی است.

۸- طبقات مجاز قابل اجرا حداکثر سه طبقه مسکونی روی پیلوت یا ۱۲ متر از تراز پایه سازه می‌باشد.

۹- رعایت تنش تسلیم فولاد به مقدار ۳۰۰ و ۴۰۰ مگاپاسکال در اعضای سازه‌ای و حداقل ۴۰۰ مگاپاسکال در اتصالات غلافی الزامی است.

۱۰- رعایت تمهیدات لازم برای عدم مشارکت دیوارهای غیر سازه‌ای و تیغه‌ها (جداگرهای میانقابی) در سختی سازه الزامی است.

۱۱- رعایت تمهیدات لازم متناسب با شرایط اقلیمی مختلف کشور الزامی است.

۱۲- عایقکاری حرارتی جداره‌های خارجی ساختمان مطابق الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان الزامی است.

۱۳- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز



## ۶-۲- ساختمان های بتن آرمه متشکل از دیوار باربر دولایه و سقف های نیمه پیش ساخته با بتن درجا

در کشورهای اروپایی، این سیستم برای ساختمان های مسکونی، اداری، و عمومی مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین، اجرای این سیستم در ایران توسط شرکت های متعددی صورت گرفته است.

دیوارهای بتن مسلح پیش ساخته دو لایه، در کارخانه تولید می شوند. قطعات توسط جرتیل و با استفاده از فلاپ هایی که محل و جزئیات آنها با محاسبه تعیین شده اند به محل نصب حمل و بر روی شالوده ها نصب می گردند. شالوده ها، همانند اغلب سیستم های سازه ای، از بتن مسلح و به صورت درجا ساخته می شوند. دیوارها، طی مدت نصب و تا زمان تکمیل اتصالات عناصر سازه ای، توسط نگهدارنده هایی در موقعیت خود نگه داشته می شود.

سقف های این سیستم معمولاً به صورت دال نیمه پیش ساخته یا پیش دال هستند. این سقف ها در کارخانه آماده می شوند و پس از نصب بر روی دیوارها با تعیبه عناصر تسلیح مناسب، با بتن ریزی درجا به دیوارها متصل می شوند. در مواردی نیز از سقف های پیش ساخته دو لایه (مشابه دیوارها) استفاده می شود. در این حالت نفوذ بتن به تمام قسمت های جداره میانی سقف به آسانی صورت نمی گیرد. از این رو، سیستم مورد بحث در مواقعی که از نظر سازه ای لایه های بتن بالایی و پایینی سقف پاسخ گوی بارهای وارد بر آن باشند و لایه میانی با مواد پرکننده با عایق پر شود، استفاده می شود.

در برخی مدارک و مستندات موجود در خصوص ساختمان های با سیستم دیوارهای بتنی دو لایه، جزئیات اتصال مناسب بین عناصر باربر سازه ای برای مناطق با خطر لرزه خیزی کم و زیاد ارائه شده است. ولی به نظر می رسد بیشترین کاربرد این نوع ساختمان ها در مناطق با خطر لرزه خیزی کم بوده باشد. این سیستم در زمینه های انرژی، حریق، آکوستیک و سازه، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن، در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می باشد.

در ساختمان های بتن آرمه متشکل از دیوار باربر و سقف های نیمه پیش ساخته با بتن درجا، قسمتی از دیوارهای بتن مسلح به صورت پیش ساخته در کارخانه تولید می شود. این دیوارها از دو لایه بتن مسلح، که با فاصله عرضی نسبت به یکدیگر قرار می گیرند، ساخته می شود. فاصله بین لایه ها، علاوه بر تأثیری که بر کاهش وزن دیوار در زمان حمل و نقل (در مقایسه با دیوارهای پیش ساخته یکپارچه توپر) دارد، نصب و برپایی آن را نیز سهولت می بخشد. بتن ریزی درجا یکپارچگی اعضای سازه ای را ایجاد می نماید و عملکرد لرزه ای ساختمان را بهبود می بخشد. بتن پیش ساخته و بتن درجا، توسط میلگرد هایی که میان دو جداره تعیبه شده اند و همچنین توسط قفل و بست بین لایه ها، به یکدیگر متصل می شوند.

معمولاً قطعات پیش ساخته قالب، بدون میلگرد انتظار، طراحی و تولید می شوند. اتصال دو لایه بتنی طرفین قطعه، توسط خراباهای فلزی صورت می گیرد تا عملکردی مرکب داشته باشند. این اقدام، در عین دارا بودن مزایای اجرایی، خطر آسیب دیدن در زمان حمل را نیز کاهش می دهد و باعث می گردد نیاز به قالب بندی کاملاً منتهی شود یا به حداقل کاهش یابد.

سقف این سیستم معمولاً با پیش دال های خرابه دار طراحی و اجرا می شود. بتن ریزی دیوار و سقف معمولاً به صورت درجا و همزمان انجام می شود.

این دیوارها می توانند به تنهایی، و یا همراه با دیگر اجزای سازه ای بتنی (پیش ساخته یا درجا)، سازه ساختمان را تشکیل دهند. پس از اجرای دیوارهای خارجی این سیستم، یک لایه عایق حرارتی از خارج یا از داخل به دیوار متصل می شود.



### الزامات ساختمان های بتن آرمه متشکل از دیوار باربر دولایه و سقف های نیمه پیش ساخته با بتن درجا

- ۱۰- به هنگام نصب دیوارهای باربر استفاده از ملات گروت در قسمت تحتانی دیوار الزامی است و رعایت الزامات مشخصات فنی ملات‌های مورد پذیرش ACI 318-05 ضروری است.
- ۱۱- به منظور عایق‌بندی حرارتی ساختمان و دستیابی به اهداف تعیین شده در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان لازم است عایق‌کاری حرارتی بر روی پانل‌های پیش‌ساخته انجام شود و از به کار بردن لایه عایق در حد فاصل بین دو لایه بتنی پیش‌ساخته پرهیز شود.
- ۱۲- 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 ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی الزامی است.
- ۱۳- صدابندی هوابرد جدا کننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تأمین گردد.
- ۱۴- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

- ۱- سیستم دیوار دولایه بتنی از نظر سازه‌ای، دیوار باربر بتن مسلح معمولی با شکل پذیری کم می‌باشد. استفاده از این سیستم سازه‌ای، با استناد به ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و سایر آیین‌نامه‌های معتبر دنیا نظیر ASCE-7، صرفاً در مناطق با لرزه‌خیزی کم و متوسط، با رعایت محدودیتهای موجود در استاندارد ۲۸۰۰ ایران، مجاز می‌باشد.
- ۲- مقاطع دیوارهای باربر، می‌بایستی به صورت مقطع کامل بتن آرمه تأمین کننده الزامات مربوط به مبحث نهم مقررات ملی ساختمان یا آیین‌نامه ACI 318-05 و ویرایش بعد از آن باشد.
- ۳- در محاسبات، تحلیل و طراحی این سیستم صرفاً باید قسمت میانی دیوار که به صورت درجا اجرا می‌شود، به عنوان دیوار باربر منظور شود.
- ۴- حداکثر ارتفاع ساختمان از تراز پایه ۵۱ متر یا چهار طبقه و ضریب رفتار آن مطابق استاندارد ۲۸۰۰ برابر با چهار می‌باشد.
- ۵- پانل‌های سقفی به صورت دال یک طرفه عمل نموده و مشتمل بر لایه زیرین بتن مسلح درجا می‌باشد.
- ۶- آرماتورگذاری لایه میانی دیوار لازم است مطابق ضوابط حداقل فولادگذاری آیین‌نامه آبا صورت گیرد.
- ۷- کلیه اتصالات سازه‌ای و اجزاء غیر سازه‌ای به سازه می‌بایست مطابق الزامات آیین‌نامه ACI 318-05 طراحی گردد.
- ۸- مشخصات فنی بتن پیش‌ساخته و بتن درجا می‌بایستی یکسان و طبق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان یا آیین‌نامه ACI 318-05 تأمین گردد.
- ۹- حداقل ضخامت لایه میانی دیوار که با بتن درجا بتن ریزی می‌شود ۱۵ سانتی‌متر باشد.





### ۲-۷- ساختمان های نیمه پیش ساخته با صفحات دولایه ساندویچی 3D و بتن میانی درجا

و برقی را می توان پس از اجرای بتن درجا و قبل از بتن پاشی مجموعه، اجرا نمود.

از مزایای این ساختمان ها می توان به انعطاف پذیری پانل ها در ایجاد اشکال مختلف در بازشوها و فضاهای داخلی ساختمان، باز پخش بیش تر نیرو به دلیل پیوستگی بین دیوارها و سقف، سهولت نصب پانل ها، کاهش زمان اجرای پروژه و نیروی انسانی مورد نیاز، امکان ساخت سریع ساختمان های یک طبقه و امکان اسکان آسیب دیدگان ناشی از بلایای طبیعی یا سرعت زیاد، اشاره کرد. همچنین، از نقطه ضعف این سیستم می توان موارد زیر را برشمرد: ترد بودن فولادهای پیش کشیده، امکان ایجاد خوردگی در شبکه فولادی، عدم امکان دسترسی جهت تعمیر یا اصلاح مسیر تأسیساتی. این سیستم در زمینه های انرژی، حریق، آکوستیک و سازه، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن، در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز است.



ساختمان های نیمه پیش ساخته با صفحات دولایه ساندویچی 3D و بتن میانی درجا برای ساختمان های با کاربری مسکونی تا حداکثر ۴ طبقه روی پارکینگ، مورد تایید است. این ساختمان ها مشکل از پانل های دیوار و سقف بوده و پانل های دیواری به دو صورت به کار گرفته می شوند. نوع اول به عنوان دیوارهای جداکننده و نوع دوم در نقش اعضا سازه ای و باربر ثقلی و جانبی، در این سیستم پانل های سقفی، بارهای کف را تحمل کرده و آن را بصورت مستقیم (بدون وجود المان تیر) به پانل های دیواری منتقل می نماید. پانل ها در قطعاتی با عرض معمول یک متر و طول سه متر در کارخانه تولید و پس از انتقال به کارگاه، در موقعیت خود قرار گرفته و به یکدیگر متصل می شوند. اجزای پانلی دیوارهای سازه ای در این ساختمان ها، شامل یک شبکه خرابایی فضایی چهار لایه از میل گردهای ساده، یک لایه بتن میانی دوجا، دو لایه ورق پلی استایرن و دولایه بتن پاششی است. در هنگام ساخت شبکه فولادی، دو لایه ورق پلی استایرن به ضخامت ۴ تا ۹ سانتی متر، در دو وجه بیرونی شبکه قرار می گیرند. لایه پلی استایرن علاوه بر این که در عایق کاری حرارتی، برودتی و صوتی موثر است، به عنوان قالب ماندگار برای لایه بتن دوجا نیز به کار می رود. لایه بتن میانی که پس از استقرار و محکم کردن پانل ها در محل، اجرا می شود، به صورت مسلح و به عنوان دیوار باربر برای سیستم مذکور عمل خواهد کرد. پس از انجام بتن ریزی درجا و گیرش بتن، دو سمت بیرونی به ضخامت ۴ الی ۷ سانتی متر بتن پاشی می شود. ضخامت پانل ها، بر اساس محاسبات سازه ای تعیین شده و لازم است پانل ها برای تحمل برش و خمش در سقف ها و تحمل بار محوری و برش، در دیوارها محاسبه شوند. در حین مراحل نصب پانل ها و قبل از اجرای بتن میانی، لازم است تمهیدات لازم برای تامین اتصالات و تعبیه بازشوها در نظر گرفته شود. تأسیسات مکانیکی



### الزامات ساختمان‌های نیمه پیش ساخته با صفحات دولایه ساندویچی ۲D و بتن میانی درجا

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 آیین‌نامه 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 آیین‌نامه‌های 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.

۱- در این سیستم صفحات ۲D 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 آیین‌نامه ۳۱۸-۰۵ ACI و ویرایش‌های بعد از آن صورت گیرد.

۵- طرح لرزه‌ای می‌تواند بر مبنای آخرین ویرایش استاندارد ۲۸۰۰ ایران و یا سایر آیین‌نامه‌های 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 منبسط 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.



## ۲-۸- سیستم اسکلت فولادی پیش ساخته با اتصالات پیچ و مهره ای



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

در سال‌های اخیر استفاده از پیچ و مهره در اتصالات سازه‌های فولادی در کشور، خصوصاً در بخش‌های صنعتی مانند سوله‌ها و در بخش ساختمان‌های بلند مرتبه و انبوه‌سازی، رشد چشمگیری داشته است. پرهیز از مشکلات ناشی از کنترل کیفیت جوشکاری در محل اجرای ساختمان، به ویژه در ارتفاع سازه، موجب شده است تا توجه بیشتری به اتصالات پیچ و مهره‌ای شود. در این روش، معمولاً پس از طراحی و تهیه نقشه‌های ساخت اسکلت، قسمتی از قطعات به همراه اتصالات آنها به ویژه محل‌های بحرانی سازه توسط جوش در محل کارخانه به صورت پیش‌ساخته و کنترل شده ساخته شده و در محل اجرا با پیچ و مهره به هم متصل می‌شوند. نصب قطعات در محل توسط پیچ و مهره از سرعت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. در اتصالات پیچ و مهره‌ای، تنش‌های پسماند به وجود آمده ناشی از جوشکاری و خطای نصب، به مراتب کمتر از اتصالات تمام جوشی است. در سازه‌های پیچ و مهره‌ای، امکان باز کردن مجدد اتصال به منظور ترمیم یا ایجاد تغییرات ثانویه میسر است.





### ۹-۲- ساختمان‌های نیمه پیش ساخته با قاب‌های ساده مرکب فولادی- بتنی به همراه دیوار برشی بتن آرمه

مشتمل بر تیرچه‌های فلزی کرمیت، بلوک پلی استایرن منسپت شونده و دال بتن مسلح می‌باشد. در تمام تیرهای سقف، یا تعبیه برشگیرهای فولادی از نیمرخ نبشی شکل بر روی بال فوقانی و در فواصل مناسب، پیوستگی لازم جهت یکپارچگی دال مرکب بتنی- فولادی و انتقال نیروی برشی زلزله از



طریق دیافراگم صلب سقف به سیستم قائم باربر جانبی (دیوار برشی بتن مسلح) تامین خواهد شد. اتصال تیرچه‌های کرمیت به تیرهای پیرامونی به صورت پیچی می‌باشد. آرماتورگذاری دال بتن مسلح مطابق با ضوابط مربوط به سقف‌های تیرچه- بلوک طراحی می‌شوند.

دیوارهای برشی بتن مسلح، با توجه به شکل پذیری مورد انتظار، طراحی شده و در صورت لزوم، اعضای مرزی نیز باید در دیوار تعبیه شود. این سیستم در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می‌باشد.

ساختمان‌های نیمه پیش ساخته متشکل از قاب‌های ساده مرکب و دیوار بتن مسلح، نوعی سیستم سازه‌ای می‌باشد که در آن قاب ساختمانی ساده متشکل از ستون‌های مرکب بتنی- فولادی، تیرهای گرم نورد شده و دیوارهای برشی بتن مسلح می‌باشد. در این سیستم، قاب‌های ساختمانی ساده، وظیفه باربری ثقلی و دیوارهای برشی بتن مسلح نقش باربری جانبی را به عهده دارند. ستون‌ها دارای مقطع لوله‌ای شکل بوده و با خم کاری ورق‌های فولادی و جوشکاری مختص ورق‌های سرد نورد شده ساخته می‌شوند. داخل ستون‌های لوله‌ای شکل، با بتن پر شده و مقطع مرکب فولادی-بتنی حاصل خواهد شد.

تمامی اتصالات در این سیستم از نوع اتصالات ساده پیچی می‌باشند. در گره اتصال پای ستون و اتصالات تیر- ستون طبقات، لازم است با تقویت جداره ورق فولادی ستون، تمهیدات لازم جهت جلوگیری از لهیدگی یا چروکیدگی ورق ستون در این ناحیه به عمل آید. سقف‌های این سیستم سازه‌ای، نوعی سقف مرکب بتنی- فولادی





### الزامات سیستم ساختمان های نیمه پیش ساخته با قاب های ساده مرکب فولادی - بتنی به همراه دیوار برشی بتن آرمه

- ۱- اجرای این نوع سیستم به عنوان قاب ساختمانی ساده به همراه دیوار برشی بتن آرمه برای ساختمان های مسکونی، در همه انواع زمین ها و کلیه پهنه های لرزه خیزی ایران بر اساس آخرین ویرایش استاندارد ۲۸۰۰ ایران بلامانع است.
- ۲- بارگذاری ثقلی و لرزه ای سیستم به ترتیب بر اساس آخرین ویرایش های مبحث ششم مقررات ملی ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰ ایران صورت گیرد.
- ۳- طراحی کلیه اجزاء و اتصالات فلزی و کلیه اعضاء مرکب بتنی- فولادی براساس آیین نامه AISC 2005 و طراحی کلیه اجزا بتن آرمه براساس آیین نامه ACI318-05 الزامی است.
- ۴- رعایت ضوابط فصل ۲۱ آیین نامه ACI318-05 و ویرایش های پس از آن برای طراحی دیوارهای برشی بتن آرمه الزامی است.
- ۵- رعایت مشخصات فولاد سرد نورد شده براساس استاندارد ASTM الزامی است.
- رعایت ضوابط و مقررات مربوط به جوشکاری اعضاء سرد نورد شده مطابق استاندارد AISI و آیین نامه های AWS و AISC الزامی است.
- ۶- رعایت تمهیدات لازم جهت عملکرد کامل مقطع مرکب در ستون های بتنی- فولادی و در محل پای ستون ها با توجه به تعبیه میلگرد انتظار، الزامی است.
- ۷- تأمین ضوابط دیافراگم صلب و رعایت تمهیدات لازم جهت انتقال برش از سقف به اعضاء مقاوم باربر برای کلیه سقف ها الزامی است.
- ۸- کلیه اتصالات اعم از نوع مکانیکی، جوشی و یا به واسطه پیوستگی بتن و فولاد، می بایستی به گونه ای طراحی و اجرا شوند تا ضمن رعایت کلیه ضوابط طراحی مطابق آیین نامه های فوق الذکر، تأمین کننده یکپارچگی اعضاء و سیستم باربر ساختمانی باشند.
- ۹- رعایت تمهیدات لازم جهت عدم مشارکت پانل های غیرباربر و جداکننده ها در سختی جانبی سازه الزامی است.
- ۱۰- رعایت تمهیدات لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط های خورنده ایران الزامی است.
- ۱۱- رعایت تمهیدات لازم جهت عمل آوری بتن در ستون های مرکب بتنی- فولادی الزامی است.
- ۱۲- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم از حیث دوام، خوردگی و زیست محیطی، باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان و یا آیین نامه های ملی یا معتبر بین المللی 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- تمهیدات لازم برای مقاومت در برابر حریق باید در طراحی و اجرا در نظر گرفته شود.
- ۱۴- اخذ گواهی نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



### ۲-۱۰-۱- سیستم دیوار باربر بتن مسلح پیش ساخته اجرا شده با قالبهای مدولار ۲-۱۰-۱-۱- روش اجرای سازه های بتنی سقف و دیوار با قالب یکپارچه

کارگاه در موقعیت خود قرار می گیرد. این عمل سبب می شود تا حد امکان از تداخل عملیاتی جلوگیری و پیش نیازهای مراحل اجرایی رعایت شود. سرعت عملیات اجرایی را می توان متناسب با اهداف پروژه، با اضافه کردن تعداد قالبها و تفرات آموزش دیده افزایش داد.

به طور کلی یکپارچه بودن سیستم سازه ای، اقتصادی بودن در ساخت پروژه های میان مرتبه، کنترل کیفیت مناسب در محل کارگاه، تعبیه سیستم تاسیسات مکانیکی و برقی در حین اجرای سازه و تسریع در عملیات اجرایی نسبت به روش های اجرای متداول، از برتری های این سیستم به شمار می روند. در عین حال نیاز به تجهیزات خاص و سنگین کارگاهی، محدود بودن دامنه فعالیت کارخانه به دلیل سنگینی قطعات، هزینه قابل ملاحظه اولیه در تولید قطعات قالب، زمان نسبتاً قابل ملاحظه جهت عمل آوری بتن و باز نمودن قالبها، نیاز به آموزش خاص پرسنل اجرایی و محدود بودن به سیستم های دیواری و سقفی را می توان از محدودیت های این سیستم برشمرد.

این روش اجرا در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می باشد.

در این سیستم بتنی درجا، از دیوارها به عنوان عناصر باربر استفاده می شود و سقفها نیز به صورت دال بتنی درجا ساخته می شود. با توجه به این نکته که تمامی دیوارهای خارجی و داخلی به طور همزمان اجرا می شوند و به نحو مناسبی با کف و سقف درگیر می شوند، دیوارها و دال های بتنی کف به صورت یک مجموعه واحد در مقابل نیروهای جانبی باد و زلزله عمل می کنند. این سیستم از شالوده بتنی درجا، دیوارها و سقف های بتنی اجرا شده در محل کارگاه، قالبها یا پیش قاب های درها و پنجره ها که قبل از بتن ریزی در دیوارها نصب می شود و مدارهای تاسیسات مکانیکی و الکتریکی کار گذاشته شده در دیوار و سقف، تشکیل می شود. برای اجرای کلیه قسمت ها، قالب های یکپارچه فلزی که در آن تمام پیش بینی های لازم برای مسیرهای توزیع تاسیسات، در و پنجره و غیره به عمل آمده است، طراحی و ساخته می شود. دیوارها و سقفها به صورت همزمان بتن ریزی می شود و پس از برداشت قالب، ساختمان، آماده نصب سرویس ها و رنگ و شیشه می باشد. به طور کلی تمام دیوارها، سقفها و جداکننده ها از بتن مسلح بوده و پس از قالب برداری از بتن، هیچ گونه عملیات بنایی در آن صورت نمی گیرد.

این سیستم همانند یک خط تولید کارخانه ای عمل می کند، به این مفهوم که عملیات ساختمانی به بخش های کوچکتر تقسیم شده و تا حد ممکن از مزایای پیش ساختگی در این بخش ها بهره برده می شود، به همین دلیل تمامی اجزای کار با دقت، قابل پیش بینی و برنامه ریزی است. در این روش مراحل مختلف عملیات ساخت همچون آرماتوربندی، قالب بندی، بتن ریزی و غیره، به صورت متوالی انجام می شود. به منظور هماهنگی هرچه بیشتر جهت افزایش سرعت عملیات، تا حد ممکن بخش هایی از کار به صورت پیش ساخته در کارگاه های جداگانه، تهیه و با انتقال به محل



### الزامات روش اجرای سازه های بتنی سقف و دیوار با قالب یکپارچه

- ۱- تمهیدات لازم جهت اجرای بتن ریزی یکپارچه دیوارها و سقف ها به عمل آید.
- ۲- رعایت کلیه مباحث مقررات ملی ساختمان به ویژه موضوعات مربوط به پایداری ساختمان در برابر نیروهای وارد، مصرف جویبی در مصرف انرژی، مقاومت در برابر حریق و صدابندی ساختمان برای سازه های حاصل از این روش اجرایی ضروری می باشد.





## ۲-۱۰-۲- سیستم قالب‌بندی ساختمان‌های بتن آرمه

داد. اگر چه لازم است ضوابط خاصی را در نحوه میلگرد گذاری سازه و اتصالات آن، با توجه به میزان شکل‌پذیری مورد نیاز، در طول مراحل طراحی و اجرا به عمل آورد.

شایان ذکر است، با توجه به قابلیت‌های بتن مسلح در پاسخگویی به نیازهای ساختمان از نظر مباحثی مانند حریق، سیستم مذکور، یکی از گزینه‌های بسیار مطلوب به شمار می‌رود. ولی به منظور صرفه‌جویی در مصرف انرژی حتماً باید تمهیدات لازم برای عایقکاری حرارتی جداره‌های خارجی ساختمان به عمل آید. به هر حال کلیه ضوابط و الزامات مندرج در تمامی مباحث مقررات ملی ساختمان باید به طور کامل رعایت شود. همچنین با توجه به صاف و هموار بودن سطح بتن پس از برداشت قالب‌ها، لازم است در صورت نیاز به اجرای نما و نازک کاری‌های متنوع، تمهیدات به خصوص برای این منظور انجام شود. این روش اجرا، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز است.

سرعت قالب‌بندی در ساخت ساختمان‌های بتن مسلح، یکی از عوامل مهم و قابل تأمل در ارزیابی سرعت، کیفیت و هزینه یک پروژه محسوب می‌شود و هر چه با مدیریت و کنترل صحیح در اجرای سایر مراحل پروژه، بتوان قالب‌بندی را نیز سریعتر، دقیق‌تر و ساده‌تر انجام داد، قطعاً می‌توان سرعت اجرای پروژه را بهبود بخشید.

سیستم قالب‌بندی ساختمان‌های بتن مسلح، یکی از شیوه‌های سیستماتیک در اجرای صنعتی سازه‌های دیوار باربر بتن مسلح به شمار می‌رود. در این سیستم بتنی درجا، پس از قالب‌بندی یکپارچه فلزی، تمام دیوارهای خارجی و داخلی به طور هم‌زمان بتن‌ریزی و قالب‌بندی یکپارچه سقف انجام و سپس بتن دال سقف به صورت دوجا اجرا خواهد شد. این سیستم از اجزای اصلی شالوده بتنی درجا، دیوارها و سقف‌های بتنی اجرا شده در محل کارگاه، قاب‌ها یا پیش‌قالب‌های درها و پنجره‌های کار گذاشته شده در دیوارها قبل از بتن‌ریزی آنها و مدارهای تأسیسات مکانیکی و برقی کار گذاشته شده در دیوارها و سقف‌ها تشکیل می‌شود.

در این شیوه اجرایی، مدارهای توزیع تأسیسات مکانیکی و برقی، بازشوهای در، سقف و دیوارها، با توجه به نقشه‌های طراحی در هنگام قالب‌بندی یکپارچه فلزی پیش‌بینی می‌شود، به گونه‌ای که پس از بتن‌ریزی دیوارها و سقف‌ها به صورت جداگانه و قالب برداری، ساختمان آماده نصب سرویس، شیشه و نقاشی بوده و هیچ‌گونه عملیات بنایی در آن صورت نخواهد گرفت.

سازه حاصل از این روش اجرا، یک سازه بتن مسلح با دیوارهای باربر و برشی می‌باشد که انطباق و سازگاری کامل با آئین‌نامه‌ها و استانداردهای معتبر شناخته شده ملی یا بین‌المللی دارد. سازه مذکور را می‌توان در شرایط مختلف لرزه‌خیزی و اقلیمی کشور مورد استفاده قرار





## الزامات طرحی و سیستم قالببندی ساختمان های بتن آرمه

- ۱- این سیستم یک شیوه اجرایی قالببندی برای سازه های بتن مسلح با سیستم دیوارهای باربر و سقف و دال تخت، به شمار می روند.
- ۲- استفاده از این روش، در کلیه پهنه های لرزه خیزی ایران و با رعایت سطح شکل پذیری مورد انتظار و حداکثر ارتشاع مجاز (مطابق استاندارد ۲۸۰۰) بلامانع است.
- ۳- رعایت ضوابط قالببندی و قالببرداری اجزاء سازه ای مطابق با مبحث نهم مقررات ملی ساختمان الزامی است.
- ۴- مشخصات بتن مورد استفاده در اجرای سازه های بتن مسلح با این روش، هم چنین مشخصات فنی و اجرایی آرماتوربندی و بتن ریزی باید مطابق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان صورت گیرد.
- ۵- پیش بینی لازم باید برای اجرای تأسیسات مکانیکی و برقی در
- مرحله طراحی و اجرای سازه بتن مسلح صورت گرفته و تمهیدات لازم برای دسترسی به این تأسیسات به عمل آید.
- ۶- در صورتیکه دیوارهای جداکننده از نوع دیوارهای بتنی درجا نبوده و از سایر جداگرها استفاده خواهد شد، لازم است جزئیات مناسب در محل اتصال این دیوارها به سازه، مطابق با استاندارد ۲۸۰۰ و سایر مراجع معتبر، طراحی و اجرا شود.
- ۷- به علت صیقلی بودن سطح بتنی، لازم است تمهیدات لازم برای اجرای نازک کاری و نماسازی بر روی این سطوح صورت گیرد.
- ۸- تمهیدات لازم متناسب با شرایط اقلیمی مختلف کشور در اجرای سازه بتن مسلح در نظر گرفته شود.
- ۹- لازم است تمهیدات خاص برای عایقکاری دیوارهای خارجی مطابق الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان انجام گیرد.
- ۱۰- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان 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.
- ۱۱- صدابندی هوابرد جداکننده های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات می بایست مطابق مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان تأمین شود.





### ۲-۱۰-۳- روش اجرای ساختمان‌های بتن مسلح با قالب‌های آلومینیومی

استفاده از این نوع سیستم قالب بندی در صورت رعایت الزامات مربوطه چه در مورد مسائل اجرایی و چه در مورد مقاومت قالبها، مورد تایید این مرکز می باشد.



ساختمانهای بتن مسلح با سیستم دیوار باربر، از جمله ساختمانهایی هستند که استفاده از آنها براساس استاندارد ۲۸۰۰ ایران در تمام مناطق لرزه خیزی کشور مجاز است. با توجه به گسترده‌گی استفاده از این سازه ها، تلاش می شود تا مشکلاتی که در اجرای این نوع ساختمانها ممکن است بوجود بیاید، با تدابیر مختلف برطرف شود تا این سیستم ساختمانی علاوه بر مورد تایید بودن از حیث رفتار سازه ای، از نظر اجرایی نیز مطلوب باشد. یکی از مشکلات موجود در روش اجرای این ساختمانها، قالب بندی آنهاست که بعضا فرآیند زمانبری است و در کنار آن، در اغلب موارد با قالبهای سنگین سر و کار دارد. بر اساس مطالعات به عمل آمده، نوع جدیدی از قالبها به بازار صنعت ساختمان معرفی شدند که علاوه بر مدولار بودن و سهولت در نصب و اتصال، از جنس آلومینیوم بوده و به مقدار قابل توجهی در مقابل سایر قالبها سبک هستند.





### الزامات روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب های آلومینیومی

- ۱- 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.
  - ۲- 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.
  - ۳- طرح سازه ای سیستم حاصل از این روش، باید بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان با آیین نامه **ACI 318-05** و ویرایش های بعد از آن صورت گیرد.
  - ۴- ضخامت دیوارهای بتنی نباید از ۱۵ سانتی متر کمتر باشد.
  - ۵- بتن مصرفی باید از نوع بتن سازه ای و با حداقل مقاومت  $20\text{MPa}$  و حداکثر اندازه اسمی سنگدانه مصرفی، ۲۰ میلی متر باشد.
  - ۶- مشخصات کلیه مصالح مصرفی مربوط به اجزاء قالب بندی، 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.
  - ۷- قالب ها می بایست برای مقاومت در برابر بارهای وارده حین بتن ریزی، طراحی و ضوابط مندرج در آیین نامه **ACI347-1** را برآورده سازد.
- ۸- 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 ساختمان ها در مقابل حریق و الزامات نشریه ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره ها در مقابل حریق تأمین شود.
  - ۹- رعایت کلیه مباحث مندرج در مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان به جهت صدا بندی دیوار و سقف، الزامی است.
  - ۱۰- لازم است تمهیدات لازم به منظور تأمین صدا بندی مورد انتظار، بخصوص در دیوارهای بین واحدها، با استفاده از روش های توصیه شده در مقررات ملی ایران، انجام شود.
  - ۱۱- رعایت مباحث مربوط به صرفه جویی در مصرف انرژی مطابق مبحث شماره ۱۹ مقررات ملی ساختمان ضروری است.
  - ۱۲- تمهیدات لازم در شرایط اقلیمی مختلف کشور برای پوشش نهایی جهت مقابله در محیط های خورنده و نیز استفاده از فولاد گالوانیزه در این محیط ها و رعایت الزامات مربوط به مبحث نهم مقررات ملی ساختمان الزامی است.
  - ۱۳- در تمامی مراحل تولید و اجراء مسوولیت نظارت عالی و کنترل کیفی بر عهده شرکت متقاضی می باشد.
  - ۱۴- رعایت کلیه مباحث مقررات ملی ساختمان و آیین نامه های ملی در استفاده از این سیستم الزامی است.
  - ۱۵- اخذ گواهی نامه فنی برای قالب های اجرائی پس از راه اندازی خط تولید کارخانه از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



## ۲-۱۰-۴- سیستم قالب بندی ساختمان‌های بتن مسلح با استفاده از میز پرنده

دو جهت متعامد اصلی ساختمان ایجاد می‌کند، لازم است به منظور عملکرد بهتر باربری جانبی، دیوارهای برشی در هر دو جهت اصلی به میزان لازم تأمین شوند. قطعاً چنین نحوه توزیع دیوارهای بتن مسلح در پلان سازه، معماری خاصی را بر سیستم حاکم خواهد کرد. سقف‌های بتن مسلح در این سیستم نیز می‌تواند به صورت دال تخت یا تیرچه و بلوک، طراحی و اجرا شود.

در این سیستم، امکان تعبیه و پیش‌بینی مسیرهای توزیع تأسیسات مکانیکی و برقی در زمان میلگردگذاری و پیش از بتن‌ریزی سازه وجود دارد.

این روش اجرا، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن دو حیطه الزامات ارائه شده مجاز است.

سرعت و سهولت قالب‌بندی، یکی از عوامل مهم در بهبود سرعت اجرای سازه‌های بتن مسلح به شمار می‌رود. سیستم قالب‌بندی با استفاده از میز پرنده، علاوه بر سرعت بخشیدن به قالب‌بندی، امکان قالب‌بندی همزمان و موازی را در کل پروژه ایجاد می‌کند.

در این سیستم بتنی درجه قالب‌بندی دیوارها به صورت معمول و با استفاده از قالب‌های دیواری انجام می‌شود. اما برای قالب‌بندی سقف، پس از اجرای دیوارها، از میزهای پرنده استفاده شده و دال بتن مسلح سقف اجرا خواهد شد. این میزها پس از قالب‌برداری توسط جرقه‌زنی، از محل بازشوها، از سازه خارج می‌شوند.

سازه حاصل از این روش اجرایی، از نوع دیوار باربر بتن مسلح بوده و جزء سیستم‌های شناخته شده، و منطبق بر آیین‌نامه‌ها و استاندارد ملی یا بین‌المللی است. به علاوه سیستم مذکور دارای عملکرد لرزه‌ای مطلوبی است و می‌توان آن را در پهنه‌های مختلف لرزه‌خیزی کشور اجرا کرد. با توجه به این که این روش اجرایی، سیستمی مشابه سیستم تونلی در





### الزامات سیستم قالب بندی ساختمان های بتن مسلح با استفاده از میز پرنده

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

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

۱۴- طراحی و اجرای جزئیات مناسب در محل اتصال دیوارهای غیر سازه ای 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- تمهیدات لازم در اجرای نازک کاری و نماسازی بر روی سطوح بتنی، می بایستی در مراحل طراحی و اجرا در نظر گرفته شود.

۱۷- سقف های بتن مسلح در این سیستم، به صورت دال یک طرفه یا دو طرفه و با استفاده از قالب های ماندگار نوع پلی پرویلین اجرا می شوند. مشخصات فنی قالب ماندگار پلی پرویلین باید بر مبنای استانداردهای معتبر ملی و بین المللی تأمین شود.

۱۸- در طراحی و اجرای سقف های حاصل از این روش، رعایت کلیه الزامات مربوط به طرح لوزهای، مطابق با استاندارد ۸۴-۲۸۰۰ و ویرایش های بعد از آن، الزامی است.

۱۹- تحلیل و طراحی قطعات بتن مسلح سقف، به همراه میلگرد گذاری های خمشی و برشی، باید بر مبنای روش های معتبر شناخته شده و آیین نامه های معتبر بتن مسلح، صورت پذیرد.

۱- مبنای کلی طراحی این سیستم مطابق با ساختمان های بتن آرمه از نوع دیوار باربر صورت گرفته و شیوه اجرای آن به روش قالب های یکپارچه دیوار و استفاده از میز پرنده برای قالب بندی یکپارچه سقف انجام می شود.

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

۳- طراحی سازه های ساخته شده با این روش قالب بندی، بر اساس آخرین ویرایش استاندارد ۲۸۰۰ ایران و آیین نامه آبا (با آیین نامه ۰۵-۳۱۸ ACI و ویرایش های بعد از آن) انجام گیرد.

۴- رعایت ضوابط مربوط به شکل پذیری متوسط و زیاد مناسب با لرزه خیزی مناطق مختلف ایران مطابق استاندارد ۲۸۰۰ الزامی است.

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

۶- در این سیستم، ارتفاع خالص دیوارها در هر طبقه حداکثر ۳ متر (بدون احتساب ضخامت سقف) و ضخامت دیوار حداقل ۱۵ سانتی متر می باشد.

۷- سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه ای یک جهت می بایست حداقل ۸۰٪ جهت دیگر باشد.

۸- رعایت حداقل مقاومت فشاری نمونه استوانه ای ۲۵ مگاپاسکال برای بتن سازه ای و حداقل تنش تسلیم ۴۰۰ مگاپاسکال برای فولاد الزامی است.

۹- در نظر گرفتن ملاحظات خاص در معماری، جهت بستن و باز نمودن قالب های دیوارها و ورود و خروج میزهای پرنده، برای قالب بندی سقف ضروری است.

۱۰- تأمین آرماتورهای اضافی در اطراف بازشوها، بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان الزامی است.

۱۱- قالب برداری اجزاء سازه ای می بایستی مطابق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان صورت گیرد.



### ادامه الزامات سیستم قالب بندی ساختمان های بتن مسلح با استفاده از میز پرنده



۲۰- در محل اتصال سقف با دیوارها، میلگرد گذاری ویژه طولی و عرضی جهت توزیع یکنواخت تلاش ها و ایجاد یکپارچگی سقف و دیوار از حیث اتصالات الزامی است.

۲۱- منظور نمودن بارهای حین اجرا در استفاده از قالب پلی پروپیلن جهت سقف، ضروری است.

۲۲- رعایت مشخصات فنی مربوط به میل گرد و بتن مورد استفاده در سقف، هم چنین ضوابط آرماتور بندی و بتن ریزی، مطابق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان الزامی می باشد.

۲۳- در نظر گرفتن جزئیات دقیق مسیر و محل نصب کلیه اقلام تأسیسات مکانیکی و برقی در مرحله طراحی و اجرای سقف و دیوار، ضروری است.

۲۴- اخذ گواهی نامه فنی برای محصول قالب ماندگار نوع پلی پروپیلن، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

۲۵- عایق کاری حرارتی جداره های خارجی ساختمان مطابق الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان الزامی است.

۲۶- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان ها در مقابل حریق و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره ها در مقابل حریق با در نظر گرفتن تعداد طبقات، ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی ضروری است.

۲۷- صدابندی هوا برد جداکننده های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات می بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین گردد.



## ۱۱-۲- سیستم بتنی قاب خمشی پیرامونی و دال تخت

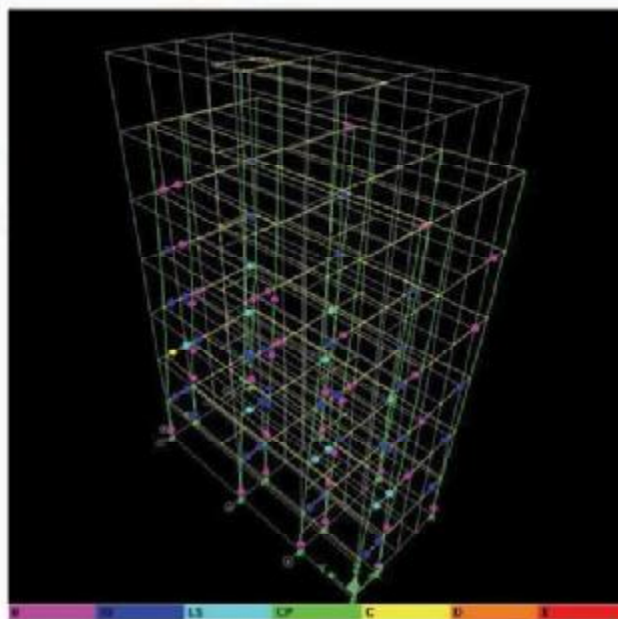
- دال تخت سقف به وسیله شبکه‌هایی از میلگردهای فولادی به سرعت آرماتورگذاری می‌شود.  
- سطح صیقلی زیر دال‌ها، عملیات نازک‌کاری را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد.

این سیستم ساختمانی در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن بررسی شده و کاربرد آن در حیطه الزامات تدوین شده مورد تایید است.

سیستم بتنی قاب خمشی پیرامونی و دال تخت، مبتنی بر یکبارگیری تیرهای با ارتفاع بلند و ستون‌های عریض در پیرامون ساختمان به منظور جذب و انتقال نیروهای ناشی از زلزله به فونداسیون است که از دال تخت و ستون‌های میانی برای انتقال نیروهای ثقلی استفاده می‌شود. به این ترتیب سطح زیرین دال سقف یکپارچه و تخت شده و اهداف زیر حاصل می‌شود:

- حذف تیرهای میانی، استفاده از قالب‌های یکپارچه با ابعاد بزرگ را مقدور ساخته و سرعت اجرا را افزایش می‌دهد.  
- آرماتورگذاری تیرها فقط در پیرامون ساختمان صورت

می‌گیرد.





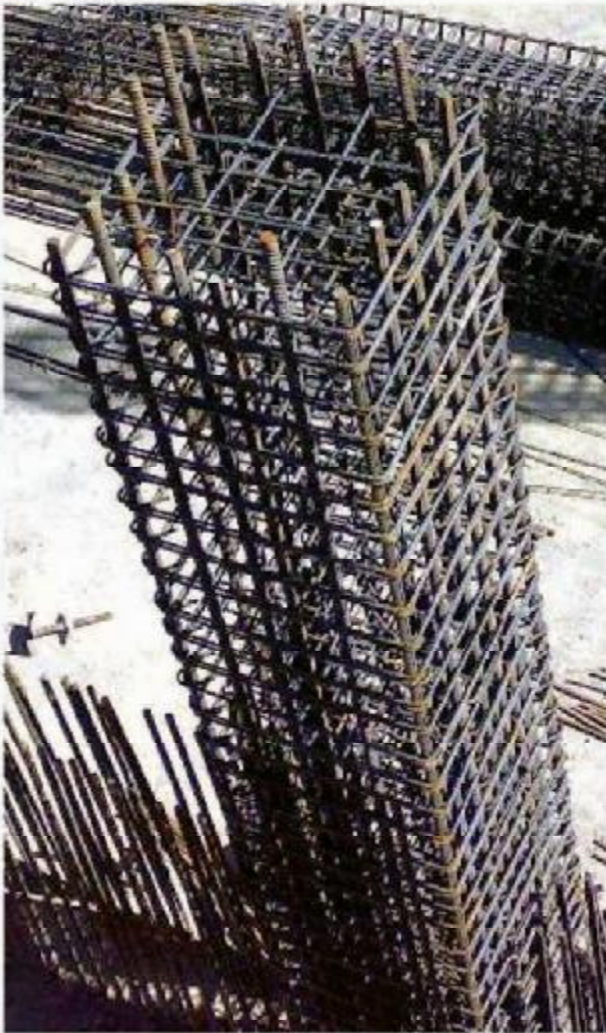
## الزامات طراحی و اجرا برای سیستم بتنی قاب خمشی پیرامونی و دال تخت

۱. در این سیستم سازه‌ای بتنی، قاب‌های خمشی در پیرامون سازه قرار گرفته و در بخش‌های میانی، سازه از نوع دال تخت و ستون می‌باشد. در سیستم مذکور، اعضای باربر جانبی، قاب‌های خمشی پیرامونی بوده و سیستم دال تخت و ستون در قسمت میانی، صرفاً وظیفه تحمل و انتقال بارهای نقلی را بر عهده دارند. در اجرای این سیستم، از روش میز برنده (قالب پرنده) یا قالب مدولار برای قالب‌بندی یکپارچه سقف استفاده می‌شود.
۲. مشخصات و محدودیت‌های لرزه‌ای مربوط به قاب خمشی بتنی حاصله مانند: ضریب رفتار، حداکثر ارتفاع مجاز از تراز پایه، استفاده در مناطق با خطر لرزه‌خیزی بالا و ... بسته به میزان شکل‌پذیری، بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ ایران تعیین می‌شود.
۳. مشخصات مصالح، ضوابط اجرایی و طرح سازه‌ای و لرزه‌ای این سیستم باید بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه" انجام گیرد.
۴. در صورت استفاده از قاب خمشی متوسط یا زیاد، رعایت ضوابط مربوط به شکل‌پذیری مطابق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران الزامی است.
۵. برای جلوگیری از گسیختگی برشی پانچ دال در محل اتصال دال به ستون، ضروری است در صورت لزوم مطابق بند 21.13.6 آیین‌نامه ACI 318-08، در آن محل تقویت برشی صورت گیرد.
۶. بارگذاری نقلی و لرزه‌ای این سیستم، به ترتیب بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "بارهای وارد بر ساختمان" و استاندارد ۲۸۰۰ ایران صورت گیرد.
۷. کنترل سازه در مقابل بار باد بر مبنای مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران و با در نظر گرفتن سیستم مقاوم در مقابل بار جانبی ناشی از زلزله انجام شود.
۸. کنترل خیز قائم و تغییر شکل جانبی مطابق آیین‌نامه‌های مربوطه ضروری است.
۹. تامین ضوابط دیافراگم صلب مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران برای کلیه سقف‌ها در این سیستم الزامی است.
۱۰. در قالب‌بندی و قالب‌برداری و اجرای این ساختمان بتنی، رعایت مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا" الزامی است.
۱۱. بارگذاری نقلی و لرزه‌ای این سیستم، به ترتیب بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "بارهای وارد بر ساختمان" و استاندارد ۲۸۰۰ ایران صورت گیرد.





## ادامه الزامات طراحی و اجرا برای سیستم بتنی قاب خمشی پیرامونی و دال تخت



۱۲. کنترل سازه در مقابل بار باد بر مبنای مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران و با در نظر گرفتن سیستم مقاوم در مقابل بار جانبی ناشی از زلزله انجام شود.

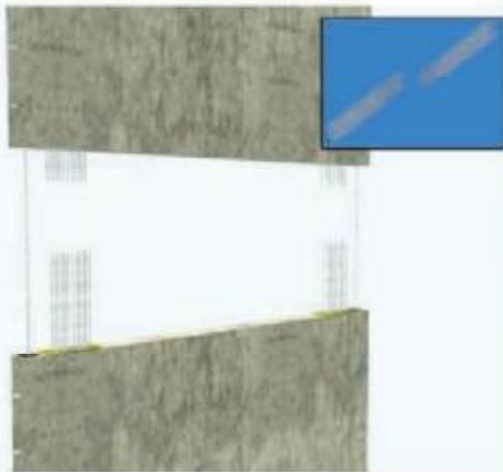
۱۳. کنترل خیز قائم و تغییر شکل جانبی مطابق آیین نامه های مربوطه ضروری است.

۱۴. تامین ضوابط دیافراگم صلب مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران برای کلیه سقف ها در این سیستم الزامی است.

در قالب بندی و قالب برداری و اجرای این ساختمان بتنی، رعایت مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا" الزامی است.



## ۲-۱۲- سیستم دیوارها و سقف‌های بتن مسلح پیش‌ساخته توخالی (سیستم داموس)



سیستم داموس در دسته‌بندی سیستم‌های پیش‌ساخته بتن مسلح قرار می‌گیرد. این سیستم متشکل از دیوارها و سقف‌های بتن آرمه پیش‌ساخته توخالی است. در این سیستم، دیوارها علاوه بر تحمل بارهای مرده و زنده وارده از طریق سقف‌ها، بارهای جانبی را نیز تحمل می‌نمایند. قطعات پیش‌ساخته 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 المان‌های مرزی تعبیه شده در دو انتهای دیوارها صورت می‌گیرد. بخش‌های درجای سیستم شامل شالوده، کلاف‌های افقی بالایی دیوارها در محل اتصال به سقف‌ها، کلاف‌های قائم تعبیه شده در محل تقاطع دیوارها و اعضای مرزی بتن مسلح دو انتهای دیوارها جهت اتصال دیوارها در ارتفاع می‌باشد.

این روش اجراء، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می‌باشد.



### الزامات سیستم دیوارها و سقف های بتن مسلح پیش ساخته توخالی (سیستم داموس)

- ۱- اجرای سیستم داموس 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 پهنه های لرزه خیزی کشور مجاز می باشد.
- ۲- طراحی سیستم بر اساس آیین نامه های ASCE ۷ یا EC8، ACI ۳۱۸ و راهنمای طراحی PCI الزامی است.
- ۳- حداکثر طول دهانه سقف ها برابر ۵ متر توصیه می شود. افزایش طول دهانه ها 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 لایه های داخلی و خارجی پیش ساخته، فواصل میلگردها و هم چنین کلیه ضوابط مربوط به آرمانتور بندی مطابق آیین نامه ACI ۳۱۸-۰۸ یا EC8 و ویرایش های بعد از آن الزامی است.
- ۶- کلاف قائم باید در گوشه های اصلی ساختمان و در طول دیوار، در فاصله محور تا محور حداکثر ۵ متر، در موضع سوراخ ها، همچنین در محل اتصال دیوارها به یکدیگر اجرا شود. سطح مقطع کلاف بتن مسلح در جا، نباید از ۴۰۰ سانتی متر مربع کمتر باشد.
- ۷- اجرای کلاف های 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 سانتی متر کمتر در نظر گرفته شود.
- ۸- در تراز هر طبقه، کلاف های افقی مختلف باید، به منظور تأمین یکپارچگی و رفتار شبکه مانند، به هم متصل شوند به گونه ای که کلاف سقف نباید در هیچ جا 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 در جا و تعبیه میلگردهای ریشه انتظار برای دیوارها، مطابق ضوابط آیین نامه های مورد اشاره در بند ۲ الزامی می باشد.
- ۱۱- رعایت تمهیدات لازم در شرایط مختلف اقلیمی و محیط های خورنده ایران برای دوام و پایداری بتن، میلگرد فولادی الزامی است.
- ۱۲- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان ها در مقابل حریق، هم چنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره ها در مقابل حریق با 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 هوایرود جداکننده های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات می بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تأمین گردد.
- ۱۵- اخذ گواهی نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



### ۲-۱۳- سیستم دیوارهای توپر و سقف‌های با هسته توخالی بتن مسلح پیش ساخته



این سیستم سازه‌ای، متشکل از دیوارهای توپر بتن مسلح است که بنا به ضوابط و نیازهای معماری پروژه طراحی و تولید می‌شود. مقطع عرضی این دیوارها ممکن است در طول ارتفاع، با توجه به نیاز به تامین بازشو و یا طاقچه، متغیر باشد. در دو انتهای دیوارها نیمدایره‌های توخالی به نحوی تامین شده‌است که با قرار گرفتن در پانل دیواری در کنار یکدیگر، امکان تعبیه کلاف را فراهم می‌کند. سقف این سیستم از نوع سقف‌های با هسته توخالی بتن مسلح پیش‌ساخته می‌باشد و لازم است کلیه ضوابط مربوط به طرح و اجرای آن‌ها مدنظر قرار گیرد.



این سیستم در زمینه‌های سازه و زلزله، انرژی، حریق و آکوستیک در این مرکز مورد بررسی قرار گرفته و کاربرد آن در جبهه الزامات تدوین‌شده مجاز می‌باشد.





### الزامات سیستم دیوارهای توپو و سقف‌های با هسته توخالی بتن مسلح پیش ساخته

- ۱- اجرای این سیستم به عنوان سیستم سازه‌ای دیوارهای برابر با دیوار برشی بتن مسلح پیش‌ساخته معمولی، حداکثر تا ۵ طبقه یا ۱۵ متر از تراز پایه، برای ساختمان‌های مسکونی مجاز است.
- ۲- طراحی سیستم بر اساس آیین‌نامه‌های ASCE 7-05 یا EC8، ACI 318-08 و راهنمای طراحی PCI الزامی است.
- ۳- منظم بودن ساختمان در پلان و ارتفاع الزامی است.
- ۴- رعایت ضوابط مربوط به حداقل درصد میل‌گردهای طولی و عرضی مورد استفاده برای تسلیح دیوارهای بتن مسلح و سقف‌های با هسته توخالی پیش‌ساخته، فواصل میلگردها و هم‌چنین کلیه ضوابط مربوط به آرماتوربندی، مطابق آیین‌نامه ACI 318-08 یا EC8 و راهنمای طراحی PCI الزامی است.
- ۵- طراحی و تعبیه کلاف قائم در گوشه‌های اصلی ساختمان و در طول دیوار، با فواصل حداکثر ۵ متر، و هم‌چنین در محل اتصال دیوارها ضروری است. سطح مقطع کلاف قائم بتن مسلح درجا نباید از ۴۰۰ سانتی‌متر مربع کم‌تر باشد.
- ۶- طرح و اجرای کلاف افقی بر روی دیوارهای یاربر، محل اتصال سقف به دیوار، پیرامون ساختمان، و هم‌چنین اطراف بازشوهای سقف، به منظور تامین یکپارچگی الزامی است. عرض و ارتفاع کلاف افقی نباید از ۲۰ سانتی‌متر کم‌تر در نظر گرفته شود.
- ۷- طراحی و اجرای شالوده بتن مسلح درجا و تعبیه میلگردهای ریشه انتظار برای دیوارها، بر اساس ضوابط آیین‌نامه‌ها و استانداردهای مورد اشاره در بند ۲ الزامی است.
- ۸- طراحی و تعبیه قفل‌ها و میل‌گردهای برش‌گیر در محل درز اتصالی قطعات پیش‌ساخته، مطابق آیین‌نامه ACI و راهنمای طراحی PCI الزامی است.
- ۹- اتصالات دو پاتل پیش‌ساخته سقف و هم‌چنین محل اتصال پاتل‌های پیش‌ساخته سقف به دیوارها، باید به گونه‌ای طراحی و اجرا شود که یکپارچگی سازه‌ای تامین و عملکرد صلب دیافراگم سقف فراهم شود.
- ۱۰- رعایت رواداری‌های مجاز برای ساخت و نصب قطعات پیش‌ساخته مطابق آیین‌نامه ACI-117 و راهنمای PCI الزامی است.
- ۱۱- رعایت تمهیدات لازم در شرایط اقلیمی مختلف و محیط‌های خورنده ایران برای دوام و پایداری بتن و میل‌گرد فولادی ضروری است.
- ۱۲- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان‌ها در برابر 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 و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی الزامی است.
- ۱۳- رعایت الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی برای دیوارهای خارجی و سقف بام الزامی است.
- ۱۴- صدابندی هوارد بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات باید مطابق مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان تامین شود.
- ۱۵- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه‌اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



## ۲-۱۴- سیستم ساختمانی ترونکو

این روش اجرا، در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می‌باشد.



سیستم ساختمانی ترونکو برای ساختمان‌های با ارتفاع یک الی دو طبقه طراحی شده است. این سیستم متشکل از قاب‌های ساختمانی ساده با اعضای فلزی سرد نورد شده شامل اعضای قائم با مقاطع مختلف مانند: L شکل،  $\Omega$  شکل و ... تیرهای قوطی شکل و بادبندی‌های ضربدری که در دیوارهای ساختمان نصب می‌شوند، می‌باشد. سقف این سیستم متشکل از لوله‌های فلزی متالوگک به همراه دال بتن آرمه فوقانی است. لوله‌های متالوگک، لوله‌های فلزی گالوانیزه با قطر ۲۰۶ میلی‌متر و ضخامت ۰/۵۳ میلی‌متر بوده که به عنوان پرکننده سقف طراحی شده است و نقش قالب‌بندی برای دال بتنی سقف را ایفا می‌کند. در دیوارهای داخلی و خارجی این ساختمان، لازم است تمهیدات کافی جهت تامین تامين سوم، هجدهم و نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان حفاظت



ساختمان‌ها در برابر حریق، عایق‌بندی و تنظیم صدا و صرفه‌جویی در مصرف انرژی در نظر گرفته شود.



### الزامات سیستم ساختمانی تروتکو

- ۱- کاربرد لوله‌های فولادی در دیوارهای ساختمان به علت اثرات نامناسب در فیزیک ساختمان قابل تایید نمی‌باشد و پیشنهاد می‌شود با پیروی از روش ساخت سازه‌های LSF نسبت به طراحی دیوارها اقدام شود.
- ۲- با توجه به بند ۱ الزامات، سیستم باوزر جاتی همانند سازه‌های LSF با مهاربند همگرا خواهد بود.
- ۳- مهاربندی‌های تسمه‌ای مورد استفاده در این سیستم باید فاقد هرگونه افتادگی و لقی اولیه باشند.
- ۴- استفاده از این سیستم برای ساختمان‌های با اهمیت متوسط تا ۲ طبقه و آموزشی ۱ طبقه بلا مانع است.
- ۵- به کارگیری حداکثر دهانه باربر نقلی ۴ متر و حداکثر ارتفاع ناخالص (با احتساب ضخامت سقف) ۳/۶ متر برای هر طبقه در این سیستم مجاز است.
- ۶- طراحی سازه‌ای کلیه اجزا و اتصالات سیستم بر اساس استاندارد AISI و طرح لرزه‌ای آن بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ و با استفاده از ضریب R مساوی ۵ انجام شود.
- ۷- کنترل سازه در مقابل بار باد مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان بارهای وارد بر ساختمان با در نظر گرفتن سیستم مقاوم در مقابل بار جانبی زلزله که در بند ۲ آورده شده است، انجام شود.
- ۸- رعایت محدودیت حداکثر بار زنده و مرده به ترتیب ۲۵۰ و ۴۰۰ کیلوگرم بر متر مربع برای سقف‌ها الزامی است.
- ۹- رعایت مشخصات فولاد سرد نورد شده بر اساس استاندارد ASTM الزامی است.
- ۱۰- تامین ضوابط دیافراگم صلب برای کلیه سقف‌ها الزامی است.
- ۱۱- رعایت ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه در طرح و محاسبه سقف‌ها الزامی است.
- ۱۲- به منظور تامین یکپارچگی بین سقف بتن مسلح و تیرهای فولادی سرد نورد شده، به کارگیری برشگیر مطابق آیین‌نامه AISI الزامی است.
- ۱۳- کلیه اتصالات اعضای قائم به اعضای افقی می‌باید به گونه‌ای باشد که یکپارچگی اعضا در ارتفاع سازه تامین شود.
- ۱۴- ضوابط مربوط به اجزا اتصالی شامل پیچ خودکار، پیچ و مهره باید مطابق آیین‌نامه AISI و استاندارد AISI تامین شود.
- ۱۵- در صورت استفاده از اتصالات جوشی، رعایت ضوابط و مقررات مربوط به جوشکاری اعضای سرد نورد شده مطابق استاندارد AISI و آیین‌نامه‌های AWS و AISI الزامی است.
- ۱۶- لازم است تمهیدات لازم مناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران صورت پذیرد.
- ۱۷- کلیه مصالح و اجزا در این سیستم اعم از معماری و سازه‌ای از حیث دوام، خوردگی، 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.
- ۱۸- در خصوص این سیستم، رعایت مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان صرفه‌جویی در مصرف انرژی الزامی است.



## ادامه الزامات سیستم ساختمانی تروتکو

۱۹- ضوابط و مقررات مربوط به محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش باید مطابق با مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن (آیین نامه محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش) رعایت شود. مقاومت اجزای ساختمان در برابر آتش باید مطابق با ضوابط مذکور تأمین شود که با توجه به نوع سازه، برای این منظور نیاز به استفاده از پوشش‌های محافظت کننده می‌باشد. از جمله رعایت ضوابط فصل‌های ۳ و ۸ از نشریه شماره ۴۴۴ در رابطه با مقاومت اجزای ساختمان در برابر آتش الزامی است. همچنین حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان بستگی به مقاومت اجزای ساختمان در برابر آتش دارد که باید در مطابقت با فصل ۴ از نشریه ۴۴۴ تعیین شود.

۲۰- 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.

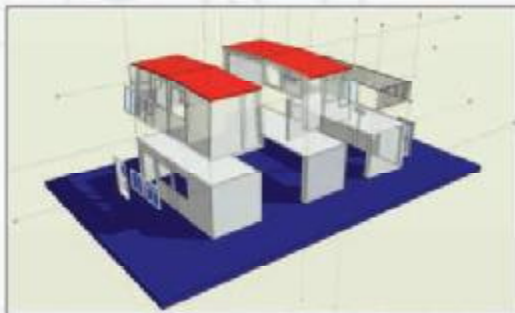
۲۱- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی پس از راه‌اندازی شط تولید از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



## ۲-۱۵- سیستم سازه های بتن مسلح پیش ساخته مدولار سه بعدی



سیستم سازه های بتن مسلح پیش ساخته مدولار سه بعدی در زمینه های سازه و زلزله، انرژی، حریق و آکوستیک در این مرکز مورد بررسی و تأیید قرار گرفته است و اجرای آن در حیطه الزامات تعیین شده مجاز می باشد.



سیستم سازه های بتن مسلح پیش ساخته مدولار سه بعدی یا سیستم خانه سازی مدولار جعبه ای، یک سیستم ساختمانی کامل است که از مدول های جعبه ای شامل دیوار و سقف تشکیل شده است. این مدول ها به دو صورت در کارخانه تولید و به کارگاه منتقل می شوند و پس از سرهم بندی مدول ها بک ساختمان کامل را تشکیل می دهد. مدول های اصلی این سیستم عبارتند از مدول میانی، شامل دو دیوار پیرامونی و سقف و مدول انتهایی، شامل سه دیوار پیرامونی و سقف. نکته قابل توجه در این خصوص امکان اجرای سقف شیدار برای این ساختمان ها می باشد.



به دلیل اینکه مصالح مورد استفاده در این سیستم ساختمانی، بتن و فولاد معمولی می باشد، لذا عملکرد این سیستم در خصوص انرژی، حریق و آکوستیک مشابه عملکرد سازه های بتن مسلح مرسوم بوده و کلیه تمهیداتی که در مورد آنها به کار گرفته می شود، می بایست در مورد این سیستم نیز رعایت شود.



## الزامات سیستم سازه‌های بتن مسلح پیش ساخته مدولار سه بعدی

- جوش شوند. شایان ذکر است این صفحه می‌بایست به نحو مناسب و با زوایا برشی یا بِلت 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 پیش‌بینی شود.
- ۹- تمهیدات لازم به منظور جلوگیری از مشارکت جداکننده‌های داخلی و خارجی در سختی جانی 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 جدااره‌ها 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 بام الزامی است.
- ۱۳- صدابندی هواپرد جداکننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین شود.

- ۱- سیستم سازه‌های بتن مسلح پیش ساخته مدولار سه بعدی، به عنوان سیستم دیوار باربر یا دیوار برشی بتن مسلح پیش ساخته متوسط محسوب می‌شود و اجرای آن در یک طبقه و در کلیه مناطق لرزه خیزی ایران (مطابق ویرایش سوم آیین 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 آیین نامه IBC ۲۰۰۶ طراحی شوند.
- ۴- حداقل ضخامت دیوارهای بتن مسلح باید ۱۰ سانتی متر منظور شود.
- ۵- بر اساس ضوابط مندرج در آیین نامه‌های ATC-41 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 پیش‌بینی شده‌است،



### ۱۶-۲- سیستم ساختمانی متشکل از پانلهای ساندویچی بتن سبک با تکنولوژی JK Structure

آکوستیک و مباحث سازه و زلزله در این مرکز مورد بررسی قرار گرفت و به شرط برآورده کردن الزامات زیر مورد تایید قرار گرفت.

ساختمانهایی که به شیوه ساخت JKStructure تولید می شوند، از دیوارهای خارجی، دیوارهای داخلی و سقفهای تشکیل یافته از پانلهای مشبک سه بعدی (مشابه 3D) تشکیل می شوند. این پانلهای مشبک از



ورقهای گالوانیزه با ابعاد  $8 \times 12 \times 300$  و ضخامت ۱.۷ میلیمتر که به روشهای خاصی برشکاری می شوند، ساخته می شوند. در این پانلهای همچنین، تیرچه های فلزی افقی و عمودی بشکل خریبا به طول ۳۰۰ سانتی متر و ارتفاع ۷ و ۸ سانتی متر (که از میلگردهای دویل با قطر ۴.۵ میلیمتر ساخته شده اند) تعبیه شده است. زمانی که اجزاء فلزی پانل به یکدیگر متصل شد و در صورت نیاز میلگردهای تقویتی نیز بنا به محاسبات در محلتهای مورد نیاز قرار گرفت، نسبت به تزریق بتن در پانل مشبک اقدام می شود. این سیستم در مقایسه با سیستمهای مشابه که الزامات و محدودیتهای مشابهی دارند، سبکتر بوده و بتن ریزی همزمان سازه پس از سوار کردن پانلهای در کنار یکدیگر، در نهایت به یک سیستم یکپارچه منجر می شود. این سیستم سازه در زمینه های مختلف انرژی، حریق و



### الزامات سیستم ساختمانی متشکل از پانلهای ساندویچی بتن سبک با تکنولوژی JK Structure

۸- بتن مصرفی در پانلهای از نوع بتن سبک بوده و مقاومت مشخصه آن می بایست حداقل برابر با  $100 \text{ Kg/cm}^2$  باشد.

۹- اجرای یک لایه به ضخامت ۴ سانتی متر از بتن معمولی و با مقاومت مشخصه حداقل  $250 \text{ Kg/cm}^2$  در قسمت فوقانی سقف برای ایجاد دیافراگم صلب و تأمین مایلیت آن الزامی است.



۱۰- بتن مصرفی می بایست از هر نظر، سنگدانه‌های مورد استفاده، طرح اختلاط و مشخصات فیزیکی-مکانیکی سازگار با فولاد مصرفی، اقلیم و شرایط آب و هوایی باشد و باعث سهولت در اجرا و کاهش مشکلات ناشی از نیروی انسانی شود.

۱۱- شبکه فلزی به کار گرفته شده می بایست از فولاد گالوانیزه و با بیشترین همخوانی با بتن مصرفی انتخاب شود.

۱۲- با توجه به مدارک ارائه شده، دیوارهای این سیستم از نظر مشخصات صلبانندی و بر اساس ضوابط مندرج در مبحث ۱۳ مقررات ملی کشور،

۱- سیستم ساختمانی JK Structure یک سیستم ترکیبی متشکل از قطعات دیواری سقف و دیوار ساخته شده از دولایه مش (متشکل از فولادهای گالوانیزه یا مفتولهای گالوانیزه)، لایه بتن داخلی و لایه بتن پاششی از نوع بتن سبک می باشد. استفاده از این سیستم در حیطه الزامات زیر و براساس مدارک ارائه شده، تا ارتفاع ۷/۲۰ متر (دو طبقه بدون پارکینگ)، در مناطق با خطر نسبی کم، متوسط و زیاد (براساس پهنه بندی مندرج در استاندارد ۲۸۰۰ ایران ویرایش سوم) مجاز است.

۲- استفاده از این سیستم در مناطق با خطر نسبی بسیار زیاد (بر اساس پهنه بندی مندرج در استاندارد ۲۸۰۰ ایران، ویرایش سوم) مجاز نمی باشد. در صورت ارائه مدارک کافی و گزارش کاملی از عملکرد و رفتار لرزه ای سازه های حاصل از این سیستم، امکان تجدید نظر در جهت رفع این محدودیت وجود دارد.

۳- رعایت ضوابط مندرج در استاندارد ملی ایران به شماره ۷۱۴۳ با عنوان "پانلهای ساندویچی سبک سه بعدی - ویژگی ها" برای فولاد مصرفی از جمله قطر حداقل مفتولها، قطر حداقل برشگیرها، فواصل حداکثر مش ها، حداقل ضخامت بتن میانی و بتن پاششی، برای پانلهای سقفی و دیواری الزامی است.

۴- حداکثر دهانه باربر ثقلی ۵ متر و حداکثر طول آزاد و ارتفاع خالص پانلهای دیواری به ترتیب ۶ و ۳/۲۰ متر است.

۵- تمهیدات لازم در مورد بازوها براساس آیین نامه ۰۵-۳۱۸-ACI و ویرایشهای بعد از آن لحاظ شود.

۶- بار زنده قابل اعمال در محدوده ۲۵۰-۴۰۰ کیلوگرم بر مترمربع است.

۷- کنترل سازه در برابر بار باد بر مبنای میحث ششم مقررات ملی کشور الزامی است.



### ادامه الزامات سیستم ساختمانی مشکل از پانلهای ساندویچی بتن سبک با تکنولوژی JK Structure

غیره باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین نامه های ملی یا معتبر بین المللی شناخته شده و مورد تأیید به کار گرفته شود.

۱۷- رعایت مقررات ملی ساختمان در کلیه مراحل تولید، ساخت و بهره برداری از اجزاء، قطعات و برای کل ساختمان الزامی است.

۱۸- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی پس از احداث کارخانه و راه اندازی خط الزامی است.

صرفاً برای استفاده در دیوارهای جداکننده فضاهای یک واحد مستقل و جداکننده های داخلی مورد تأیید است. برای دیوارهای خارجی و دیوارهای جداکننده واحدهای مجرا لازم است از دیوارهای دیگری با جنس مصالح مشابه و با مشخصات صدابندی منطبق بر الزامات مبحث ۱۸ مقررات ملی کشور استفاده شود. در صورت استفاده از دیوارهایی مشابه با دیوارهای داخلی، لازم است تمهیدات لازم برای انطباق کامل مشخصات این دیوارها با ضوابط آکوستیکی دیوارهای خارجی و جداکننده واحدها در نظر گرفته شود و پیش از نصب یا اجراء جزئیات اجرایی به این مرکز ارسال و مورد تأیید قرار گیرد.

۱۳- برآورده ساختن ضوابط مندرج در مبحث ۱۹ مقررات ملی کشور با عنوان صرفه جویی در مصرف انرژی با استفاده از این سیستم به تنهایی میسر نمی باشد و لازم است تمهیدات لازم به منظور بهره گیری از یک لایه عایق تکمیلی، مطابق با الزامات مندرج در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان ایران، در نظر گرفته شود.

۱۴- رعایت ضوابط مندرج در مبحث ۳ مقررات ملی ساختمان کشور و آئین نامه ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن با عنوان محافظت ساختمانها در برابر آتش الزامی است.

۱۵- با توجه به اینکه نوع بتن مصرفی و سنگدانه های آن، نقش بسزایی در تعیین قابلیت سوختن دیوارها و سقف دارد، لازم است در روند تولید، این میزان مورد آزمایش قرار گرفته و تمهیدات لازم برای برآورده ساختن الزامات مربوط به محافظت ساختمانها در برابر آتش در نظر گرفته شود.

۱۶- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم اعم از معماری، سازه و تاسیسات مکانیکی و برقی، از حیث دوام، خوردگی، زیست محیطی، بهداشتی و



### ۲-۱۷- سیستم خانه‌های پیش ساخته سریع‌الانصب دادو

- ۴- لازم است سقف‌ها تنها به صورت شیب‌دار با رعایت تمهیدات لازم از نظر مهاربندی جانبی دیاگرامم سقف اجرا شوند.
- ۵- کلیه اتصالات سازه‌ای در محل نصب اسکلت، با پیچ و مهره انجام شوند.
- ۶- برای جوشکاری اعضای سرد نرود شده، رعایت استانداردهای AISI و آئین‌نامه‌های AWS و AISC الزامی است.
- ۷- ضوابط مربوط به اجزای اتصالی شامل پیچ خودکار و پیچ و مهره باید مطابق آئین‌نامه AISC و استاندارد AISI در نظر گرفته شود.
- ۸- رعایت تمهیدات لازم جهت محدود نمودن جمع‌شدگی و تغییر شکل‌های انقباضی ناشی از انبساط و انقباض حرارتی مربوط به بتن سبک مورد استفاده در جداره‌ها، مطابق با استانداردهای معتبر ملی یا بین‌المللی الزامی است.
- ۹- در شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران، رعایت تمهیدات لازم از نظر دوام و پایایی اعضای فلزی ضروری است.
- ۱۰- در اجرای پوشش‌های نازک‌کاری و نماناسازی باید تمهیدات لازم جهت اتصال آنها به اجزا و قطعات فلزی زیرکار در نظر گرفته شود.
- ۱۱- کلیه مصالح و اجزا در این سیستم اعم از معماری و سازه‌ای از حیث دوام و مسائل زیست محیطی باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی بکار گرفته شوند.
- ۱۲- الزامات مربوط به انرژی باید مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "صرفه‌جویی در مصرف انرژی" رعایت شود.

این سیستم از نوع قاب‌های ساده فولادی سرد نرود شده با مهاربندی‌های هم‌محور فولادی است. این نوع ساختمان‌های پیش ساخته فولادی سبک (Light Weight Steel Frame) به صورت اجرای خشک و عمدتاً با استفاده از اتصالات پیچی و به روش تولید صنعتی بکار گرفته می‌شوند. این سیستم ساختمانی در زمینه‌های سازه، انرژی، حریق و آکوستیک در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن بررسی شده و کاربرد آن در حیطه الزامات تدوین شده مورد تأیید می‌باشد.

### الزامات سیستم خانه‌های پیش ساخته سریع‌الانصب دادو

- استفاده از این سیستم به عنوان قاب ساده فولادی سرد نرود شده با مهاربندی‌های هم‌محور فولادی، به شرط رعایت کلیه الزامات زیر برای ساختمان‌های یک طبقه یا حداکثر ارتفاع ۴/۵ متر از تراز پایه در کلیه پهنه‌های لرزه‌خیزی کشور، بلامانع است.
- ۱- رعایت مشخصات فولاد سرد نرود شده بر اساس استاندارد ASTM الزامی است.
  - ۲- بارگذاری ثقلی و کنترل سازه در مقابل بارهای جانبی مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "بارهای وارد بر ساختمان" انجام شود.
  - ۳- طراحی سازه‌های کلیه اعضا و اتصالات بر اساس آخرین ویرایش استاندارد AISI و طرح لرزه‌ای آن بر اساس آخرین ویرایش آئین‌نامه ASCE ۷ و استاندارد ۲۸۰۰ ایران انجام شود. در سایر موارد مانند: طراحی شالوده رعایت مقررات ملی ساختمان ایران الزامی است.



## ادامه الزامات سیستم خانه‌های پیش ساخته سریع‌النصب دادو

اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

۱۳- لازم است لایه‌های مستقل برای هوابندی جدار در نظر گرفته شود. برای بخاربندی نیز باید لایه‌های در نظر گرفته شود. در برخی موارد، در صورت استفاده از لایه‌ای با مشخصات مناسب، هوابندی و بخاربندی می‌تواند به صورت همزمان تامین گردد.

۱۴- بین تخته سیمانی و عایق حرارتی باید حداقل ۲۵ میلی‌متر فاصله هوایی در نظر گرفته شود. در این لایه هوا باید امکان تهویه هوا از پایین به بالا پیش‌بینی شود.

۱۵- استفاده از جداره‌های معرفی شده در این سیستم فقط برای ساختمان‌های یک طبقه مسکونی، در صورت محافظت به وسیله تخته‌های گچی با حداقل ضخامت ۱/۲۵ سانتیمتر (تیم اینچ)، بلامانع است. 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 ساختمانی نیز الزامی است. خصوصاً رعایت الزامات دیوارهای خارجی از نظر ایمنی در برابر آتش با توجه به فاصله با ساختمان‌های مجاور مطابق با الزامات نشریه ۴۴۴ مرکز تاکید می‌شود.

۱۶- صدابندی هوابرد در پوسته خارجی ساختمان و جداکننده‌های بین واحدهای مستقل، می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "عایق‌بندی و تنظیم صدا" تامین شود.



## ۱۸-۲- سازه‌های صدفی

این سیستم در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن بررسی شده و کاربرد آن در حیطه الزامات تدوین شده مورد تایید است.

این سیستم سازه‌ای از نوع بتن آرمه و یک‌طبقه می‌باشد. در این سیستم، سقف به شکل گنبدی بوده که بر روی پایه‌های دیواری بتنی قرار می‌گیرد و پوسته پوسته‌ای را تشکیل می‌دهد. دهانه گنبد بین ۱۰ تا ۱۴ متر متغیر بوده و ضخامت پوسته بتنی گنبد بین ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر می‌باشد. پوسته گنبدی شکل به لحاظ تحمل بارهای ثقلی و جانی وارد، دارای عملکرد سه بعدی بوده و نیازمند محاسبات سازه‌ای پیچیده‌ای است. ضخامت زیاد پوسته به لحاظ سازه‌ای مورد نیاز نیست و سقف‌های گنبدی را می‌توان با ضخامت‌های کمتری به لحاظ تنوری سازه‌ای طراحی نمود لیکن ملاحظات اجرایی، عایق‌بندی حرارتی و همچنین امکان می‌گذرد گذاری در دو لایه (به لحاظ جلوگیری از ترک‌های حرارتی و افت) موجب افزایش ضخامت آن می‌شود.





### الزامات طراحی و اجرا برای سازه های صدفی

- ۱- این سیستم سازه ای از نوع بتن آرمه و یک طبقه می باشد. در این سیستم، سقف به شکل گنبدی بوده که بر روی پایه های دیواری بتنی قرار می گیرد و پوسته پیوسته ای را تشکیل می دهد. دهانه گنبد بین ۱۰ تا ۱۴ متر متغیر بوده و ضخامت پوسته بتنی گنبد بین ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر می باشد. ضریب رفتار این سیستم به روش تنش مجاز برابر ۵ است. به شرط رعایت کلیه الزامات زیر، استفاده از این سیستم در تمام مناطق ایران مجاز است.
- ۲- مشخصات مصالح، ضوابط اجرایی و طرح سازه ای و لرزه ای این سیستم سازه ای باید بر اساس آیین نامه ACI ۳۱۸-۰۸ باشد.
- ۳- در قسمت گنبدی این سازه، لازم است ضوابط فصل ۱۹ از آیین نامه ACI ۳۱۸-۰۸ رعایت شود.
- ۴- مقاومت فشاری بتن مورد استفاده نباید کمتر از ۲۱۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و مقاومت تسلیم میلگرد آن نباید بیشتر از ۴۲۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع باشد.
- ۵- آرماتورهای کل گنبد شکل یکنواختی داشته که محاسبه و طراحی آن بر اساس نیروهای داخلی ماکزیمم که در هر جای گنبد ممکنست اتفاق بیفتند صورت می گیرد.
- ۶- بارگذاری ثقلی (بار مرده، زنده و برف) و زلزله این سیستم، به ترتیب بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "بارهای وارد بر ساختمان" و استاندارد ۲۸۰۰ ایران صورت گیرد.
- ۷- کنترل سازه در مقابل بار باد بر مبنای مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران انجام شود.
- ۸- کنترل خیز قائم و تغییر شکل جانبی مطابق آیین نامه های مربوطه ضروری است.
- ۹- ساختمان در مقابل واژگونی کنترل شود.
- ۱۰- دیوارهای غیر باربر داخلی و خارجی و جدا کننده ها باید برای بارهای خارج از صفحه مانند طوفان، زلزله و ... طراحی شوند. در اتصال این عناصر به اعضای سازه ای لازم است که ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ ایران در ارتباط با انتقال نیروها و تاثیر آنها بر حرکت جانبی سازه رعایت شود.
- ۱۱- در قالب بندی و قالب برداری و اجرای این ساختمان بتنی، رعایت مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا" الزامی است.
- ۱۲- لازم است تمهیدات لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط های خورنده ایران صورت پذیرد.
- ۱۳- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم اعم از معماری و سازه ای از حیث دوام و زیست محیطی باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آیین نامه های ملی یا معتبر بین المللی بکار گرفته شوند.



## ادامه الزامات طراحی و اجرا برای سازه‌های صدفی



۱۴- الزامات مربوط به انرژی در پوسته خارجی ساختمان باید مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "صرفه جویی در مصرف انرژی" رعایت شود.

۱۵- 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 ساختمانی الزامی است.

۱۶- صدابندی هوابرد جداکننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "عایق‌بندی و تنظیم صدا" تامین شود.

۱۷- در تمامی مراحل تولید، طراحی و اجرا، مسوولیت نظارت عالی و کنترل کیفی بر عهده شرکت متقاضی می‌باشد.

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



## ۱۹-۲- قاب های خمشی پیش ساخته خاص

### ۱-۱۹-۲- سیستم ساختمان های بتن مسلح پیش ساخته با فناوری R-PC



داد که این نوع ساختمانها بطور کامل در مقابل نیروهای بزرگ زلزله پایدار و سالم باقی مانده اند.

فناوری ساختمانی (سازه های) بتن مسلح پیش ساخته به روش R-PC، فناوری روز کشور ژاپن است که با تولید داخلی اجزاء اتصالات، میلگردهای پرمقاومت، بتن های کارگاهی با مقاومت بالا و پانل های سرامیکی مخصوص نما، بطور کامل بومی سازی شده است. مزیت بزرگ این فناوری عدم محدودیت در پلان و ارتفاع ساختمان بوده و برای سازه های مختلف با هر نوع کاربری قابل استفاده است. در این روش ساخت اتصال قطعات اصلی یعنی ستون ها، تیرها و دیوارهای برشی با هر نوع کاربری قابل استفاده است. در این اتصال که میلگردها پیوستگی لازم را بدست می آورند، اتصال مابین قطعات پیش ساخته ستون ها و تیرها و همچنین بخش فوقانی اتصال تیرها با سقف پیش تنیده با بتن درجا،



یکپارچگی سازه را تضمین می کند. از مزیت های اصلی این فناوری، سرعت اجرای زیاد (یک طبقه در سه روز)، مصرف کمتر مصالح، کنترل کیفیت آسانتر و سازگاری با محیط زیست و تقاضای کارفرماست. زلزله های بزرگ رخ داده در ژاپن و بخصوص زلزله ویرانگر کوبه، نشان



### الزامات سیستم ساختمان‌های بتن مسلح پیش‌ساخته با فناوری R-PC

۳- طراحی اجزای سازه‌ای، ساخت و نصب آن‌ها و اجرای اتصالات براساس آئین‌نامه ۰۸-۳۱۸-ACI به ویژه فصل ۲۱ آن و همچنین آئین‌نامه ۵۵۰-ACI و راهنمای طراحی ۰۴-PCI الزامی است.

۴- طرح لرزه‌ای این سیستم سازه‌ای باید مطابق با استاندارد ۲۸۰۰ ایران یا سایر آئین‌نامه‌های معتبر لرزه‌ای بین‌المللی صورت پذیرد.

۵- لازم است تمهیدات خاصی برای تامین یکپارچگی سازه‌ای در محل اتصال پانل‌های پیش‌ساخته سقف به یکدیگر و به تیرهای پیش‌ساخته به عمل آید که در این موارد رعایت ضوابط فصل ۱۶ آئین‌نامه ۰۸-۳۱۸-ACI و راهنمای طراحی ۰۴-PCI الزامی است.

۶- تامین ضوابط دیافراگم صلب برای کلیه سقف‌ها الزامی است.

۷- توصیه می‌شود که سازه در پلان و ارتفاع منظم باشد.

۸- مشخصات گروت و غلاف اتصال آرماتور باید به گونه‌ای باشد که در حالت نهایی، گسیختگی کششی دو آرماتور رخ دهد و ظرفیت مجموعه غلاف و گروت از ظرفیت آرماتور بیش‌تر باشد.

۹- رعایت حداقل مقاومت فشاری نمونه استوانه‌ای استاندارد ۳۰ مگاپاسکال در بتن سازه و حداقل تنش تسلیم ۴۰۰ مگاپاسکال (فولاد نوع AIII) برای کلیه میلگردهای مصرفی در سازه الزامی است.

۱۰- گروت مورد استفاده در غلاف اتصال باید از نوع SS مطابق استاندارد ASTM A۵۳۶-۸۵، غیر انقباضی یا حداقل مقاومت

شایان ذکر است تأییدیه فنی ارائه شده فقط در مورد مدارک فنی سیستم سازه‌ای می‌باشد و مسائلی مانند کیفیت اجرا را شامل نمی‌شود.



۱- استفاده از سیستم سازه‌ای R-PC به عنوان قاب خمشی بتن مسلح پیش‌ساخته با اتصالات غلافی (NMB) و بتن درجا، مشروط بر رعایت کلیه ضوابط آئین‌نامه ۰۱-۱R-۵۵۰-ACI در رابطه با همگون سازی سازه بتن پیش‌ساخته با سازه بتن درجا، در زمره قاب‌های خمشی بتن مسلح متوسط یا ویژه مطابق با استاندارد ۲۸۰۰ (با رعایت ضوابط مربوط به آن) به شمار می‌رود و به کارگیری آن در کلیه پهنه‌های لرزه‌خیزی کشور بلامانع است.

۲- حداکثر ارتفاع مجاز این سیستم سازه‌ای ۵۰ متر یا ۱۵ طبقه از تراز پایه است. (برای سازه‌های با ارتفاع بیش از ۵۰ متر با توجه به پیچیدگی اتصال، طرح باید به صورت موردی بررسی شده و به تأیید مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن رسانده شود).



## ادامه الزامات سیستم ساختمان های بتن مسلح پیش ساخته با فناوری R-PC



فشاری ۶۵ مگاپاسکال برای اتصال مکانیکی نوع ۱ و حداقل مقاومت فشاری ۷۷ مگاپاسکال برای اتصال مکانیکی نوع ۲ آئین نامه ۳۱۸ ACI باشد.

۱۱- تمهیدات لازم در شرایط مختلف اقلیمی و محیط های خورنده کشور باید برای بتن مسلح، غلاف ها و اتصالات سازه ای به عمل آید.

۱۲- رعایت کلیه مباحث مقررات ملی ساختمان در مورد این سیستم سازه ای ضروری است.

۱۳- اجرای سیستم باید توسط تیم متخصص و آموزشی دیده انجام شود و در زمان اجرا نیازمند کنترل کیفیت دقیق می باشد.

۱۴- اخذ گواهی نامه فنی برای اتصال غلافی مورد استفاده در این سیستم سازه ای از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



### ۲-۱۹-۲- قاب خمشی ویژه بتن مسلح پیش ساخته با اتصالات دوگانه

مربوط به مشخصات مصالح (کابل‌ها، غلاف‌ها، گروت و ...) و کیفیت اجرا را شامل نمی‌شود.

۱- استفاده از این سیستم سازه‌ای به عنوان قاب خمشی ویژه بتن مسلح پیش ساخته با اتصالات هیبریدی پس کشیده، در تمام پهنه‌های لرزه‌خیزی کشور مشروط بر رعایت ضوابط زیر مجاز است.

۲- طراحی، ساخت، نصب اعضاء و اتصالات بر اساس آئین‌نامه ACI 318-08 به ویژه فصل ۲۱ این آئین‌نامه، آئین‌نامه ACI T1.2-03، ACI T1.1-01 و راهنمای طراحی PCI-04 الزامی است.

۳- قبل از آغاز به طراحی، ساخت و عملیات اجرایی با این سیستم، باید بر اساس آئین‌نامه ACI T1.2-03 نمونه‌هایی از اتصالات با توجه به مصالح موجود در کشور، از جمله بتن، غلاف، کابل و میلگرد ساخته شده و مطابق ضوابط آئین‌نامه ACI T1.1 و یا ACI 374 مورد آزمایش قرار گیرد و صحت عملکرد اتصالات آن به تایید مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن برسد.

۴- طرح لرزه‌ای این سیستم سازه‌ای باید مطابق با استاندارد ۲۸۰۰ یا سایر آئین‌نامه‌های معتبر لرزه‌ای بین‌المللی انجام گیرد.

۵- حداکثر دهانه مجاز ساختمان ۷ متر می‌باشد (دهانه‌های بزرگتر به صورت موردی باید به تایید مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن رسانده شود).

۶- توصیه می‌شود که ساختمان در ارتفاع و پلان منظم باشد.

۷- سازه باید در تمام دهانه‌ها در دو جهت متعامد اصلی ساختمان دارای تیر باشد.

یکی از عوامل تعیین کننده و گاه محدود کننده در اجرای ساختمان‌های بتنی به ویژه ساختمان‌های پیش ساخته، اتصالات این نوع سازه‌ها می‌باشد. با توجه به اهمیت اتصالات در دستیابی به عملکرد مطلوب و قابل قبول قاب‌های ساختمانی، تلاش می‌شود تا تمامی موانع و محدودیت‌های موجود در شیوه‌های مرسوم اجرای اتصالات مورد ارزیابی قرار گیرد و به شیوه‌های مختلف بهبود و یا اصلاح شود. اتصالات گیردار دوگانه نوعی جدید از اتصالات هیبریدی در سازه‌های بتنی پیش ساخته هستند که ضمن بالا بردن اطمینان از عملکرد اتصالات، دستیابی به یک اتصال مناسب را نیز سهولت می‌بخشند، هم چنین استفاده از این اتصال میتواند شرایط مربوط به قاب‌های بتنی مسلح با شکل پذیری ویژه را تامین نماید. آنچه در این زمینه قابل توجه است این است که، استفاده از این اتصال به تنهایی، اهداف مربوطه را تامین نمی‌نماید و لازم است در کنار این اتصالات، تغییراتی نیز ساختار کلی سازه از جمله سقف‌ها اعمال شود. رفتار کلی این گونه از اتصالات در این مرکز مورد بررسی قرار گرفته و شرایط استفاده از آن در سازه‌ها در قالب الزامات مربوطه اشاره شده است. بدیهی است استفاده از این اتصال در قاب‌های خمشی با شکل پذیری ویژه با رعایت الزامات مذکور مجاز است.

### الزامات قاب خمشی ویژه بتن مسلح پیش ساخته با اتصالات دوگانه

شایان ذکر است تأییدیه فنی ارائه شده فقط در مورد مدارک فنی - محاسباتی شرکت در خصوص طراحی این سیستم سازه‌ای بوده و مسائل



## ادامه الزامات قاب خمشی ویژه بتن مسلح پیش ساخته با اتصالات دوگانه

- ۸- لازم است تمهیدات خاص برای تامین یکپارچگی سازه‌ای در محل اتصال پانل‌های پیش‌ساخته سقف به یکدیگر و به تیرهای پیش‌ساخته و هم چنین اتصال تیرها به ستون‌های بتن مسلح پیش‌ساخته به عمل آید.
- ۹- تامین ضوابط دیافراگم سلب برای کلیه سقف‌ها الزامی است.
- ۱۰- رعایت کلیه مباحث مقرات ملی ساختمان به ویژه مبحث حریق در مورد این سیستم سازه‌ای ضروری است.
- ۱۱- تمهیدات لازم در شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده کشور، باید برای بتن مسلح، کابل‌ها و اتصالات سازه‌ای به عمل آید.
- ۱۲- استفاده از اتصال گلدانی برای شالوده مجاز نمی‌باشد.
- ۱۳- کابل‌های پس کشیده مورد استفاده در تیرهای بتن مسلح باید به صورت مستقیم مورد استفاده قرار گیرد و از ایجاد خم در گوشه‌های ساختمان برای کابل‌ها پرهیز شود.
- ۱۴- تدابیر لازم برای مهار کابل‌ها در ستون با توجه به نیروهای وارده بر آن براساس آئین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی لحاظ شود.
- ۱۵- طراحی سازه باید به گونه‌ای انجام شود که در صورت از دست دادن یا افت پیش‌تندگی کابل‌ها در زلزله، سازه پایداری نقلی خود را حفظ نموده و دچار فروپاشی نشود.
- ۱۶- در صورت استفاده از سقف پیش‌ساخته پیش‌تیده باید ضوابط آئین‌نامه ACI 318 در این خصوص رعایت شود.
- ۱۷- حداقل رده بتن مصرفی معادل C30 در این سیستم الزامی است.
- ۱۸- مقاومت گسیختگی تضمین شده کابل‌های پیش‌تندگی در قاب باید بین ۱۲۰۰ تا ۲۲۰۰ نیوتن بر میلی‌متر مربع باشد.
- ۱۹- اجرای سیستم باید توسط تیم متخصص و آموزش دیده انجام شود و در زمان اجرا نیازمند کنترل کیفیت دقیق می‌باشد.
- ۲۰- وصله ستون باید در محل حداقل تنش باشد و ظرفیت خمشی اتصال باید حداقل برابر با ظرفیت خمشی ستون باشد، لذا سطح مقطع خالص بولت‌های پیش‌بینی شده در محل اتصال حداقل باید معادل سطح مقطع کل آرماتورهای طولی ستون در تراز طبقه فوقانی باشد.
- ۲۱- میزان سطح مقطع آرماتور متصل به صفحه فوقانی در محل اتصال ستون باید برابر با سطح مقطع کل آرماتورهای طولی ستون فوقانی بوده و باید با عبور از صفحه اتصال در دو طرف صفحه اتصال به صفحه جوش شوند.
- ۲۲- آرماتورهای اتصال در بالا و پائین محل اتصال ستون باید طول مهار کششی ذکر شده در مبحث ۲۱ آئین‌نامه ACI 318 را تامین کنند.
- ۲۳- در صورت وجود بازشو در سقف باید براساس ضوابط آئین‌نامه ACI 318 یا مبحث نهم مقررات ملی در اطراف آن کلاف تعبیه شود.
- ۲۴- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی و مصالح مصرفی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



## ۲-۲- سیستم ساختمانی اسکلت (قاب) سبک چوبی

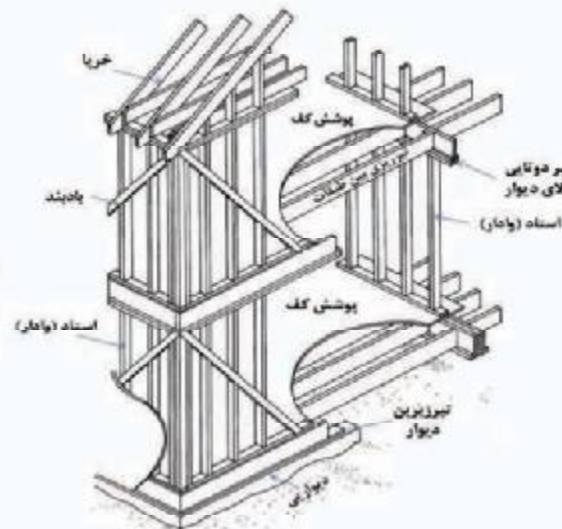
قرار گرفتن در معرض قارچ‌ها، حشراتی که از چوب تغذیه می‌کنند، میکروارگانیسم‌ها و حرارت زیاد است. از طرفی دیگر، آتش‌سوزی خطری جدی، برای قاب‌های سبک چوبی است.

شالوده این سیستم ساختمانی، علاوه بر تحمل بار سبک سازه چوبی، باید به نحو مؤثری از نفوذ آب، رطوبت و حشرات به داخل سازه چوبی جلوگیری به عمل آورد، در نتیجه این سیستم نیازمند پی‌سازی منحصر به فردی است که با این شرایط همساز باشد.

اجزای گوناگون سیستم قاب سبک چوبی در روش طبقه‌ای با آنکه چوب ماده‌ای آلی است و می‌تواند به اجزای تشکیل دهنده خود تجزیه شود، ولی با نگهداری درست و رعایت اصول طراحی و اجرایی سیستم خانه‌های چوبی، می‌توان عمری بسیار طولانی برای آن در نظر گرفت. به طور کلی، می‌توان گفت که در صورت رعایت اصول سیستم خانه‌های چوبی و آگاهی از نحوه برخورد چوب با عوامل محیطی، می‌توان عمر مفید ساختمان‌های این سیستم را بی‌گمان به بیش از صد سال رسانید، ولی در صورت سهل‌انگاری و یا عدم رعایت این اصول، ساختمان‌های اسکلت چوبی به شدت آسیب‌پذیر خواهند بود.

دیوارهای این سیستم ساختمانی با پوشش‌های تخته‌ای مقاوم مانند تخته چندلا Plywood و یا ورق تولید شده از چوب تراشه جهت دار OSB قادر هستند به‌عنوان دیوارهای برشی عمل کنند. سقف‌ها نیز با ایجاد یکپارچگی، توسط پوشش‌های مقاوم فوق، می‌توانند به‌صورت دیافراگم کار کنند. خراباهای سقف‌های نهایی با پوشش‌های چوبی در دو طرف آنها، به‌صورت یکپارچه در می‌آیند. بک اصل بسیار مهم در این سیستم ساختمانی تأمین یکپارچگی سازه آن است. شالوده، دیوارها، سقف‌های جداکننده طبقات و سقف نهایی (بام) و تمامی اجزای تشکیل‌دهنده سازه

استفاده از قاب چوبی سبک در ساخت و ساز در کشور ایالات متحده آمریکا از دهه ۱۸۴۰ در حومه شهر شیکاگو آغاز شد. روش اولیه ساخت به گونه قاب چوبی، اجرای دیوارهای یکپارچه Balloon Framing بود و تمامی ارتفاع ساختمان را در بر می‌گرفت. تکامل این سیستم در کشور سوئد به گونه ساخت طبقه‌ای Platform Framing انجام گرفت و در دهه ۱۹۲۰ به کشورهای انگلستان و ایالات متحده آمریکا و سپس به کشورهای صنعتی دیگر گسترش پیدا کرد. سیستم ساختمانی قاب سبک چوبی یکی از پیچیده‌ترین سیستم‌های ساختمانی است. در این سیستم، علاوه بر طراحی و اجرای درست سازه چوبی و تأمین انتظارات مقاومتی



تعیین شده، باید اصول فیزیکی ساختمان برای جوابگویی به دیگر انتظارات تعیین شده نیز رعایت شود. مهم‌ترین نکته در این سیستم، محافظت سازه چوبی در برابر عوامل مخرب محیط از قبیل تغییرات شدید دما و رطوبت،



مشکلات جدی در اجرا به وجود نخواهد آمد، ولی لازم است که طراحی با در نظر گرفتن شرایط آب و هوایی محیط و بر اساس محاسبات فیزیک ساختمان انجام گیرد.

### الزامات طراحی و اجرای سیستم ساختمانی اسکلت سبک چوبی

- 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.

ساختمان باید به درستی و با دقت بسیار، همانند جعبه‌ای یکپارچه به یکدیگر دوخته شوند. اجزای ساختمانی به گونه‌ای طراحی می‌شوند که چوب‌های به کار برده شده در سازه ساختمان تا حد امکان به صورت فشاری یا کششی عمل کنند تا باعث ایجاد گشاورهای ناشی از خروج از محوریت نشوند.

یکی دیگر از موارد بسیار اساسی در این سیستم ساختمانی، تأمین هواپسندی آن است، به گونه‌ای که نفوذ هوا، حتی در مواردی که اختلاف فشار بین دو طرف جدار زیاد است، از حدود تعیین شده بیشتر نشود.

در طراحی این نوع ساختمان‌ها، علاوه بر محاسبات سازه‌ای، محاسبات دقیقی در زمینه انتقال رطوبت و حرارت به منظور پیش‌گیری از بروز میعان باید انجام شود. میعان خطری جدی برای این نوع سازه به‌شمار می‌رود و علاوه بر کاهش مقاومت حرارتی جدار، باعث بروز رطوبت دائمی در مجاورت اجزای چوبی و در نتیجه ظهور انواع میکروارگانیسم‌های مخرب چوب و تهدید کننده بهداشت محیط مسکن می‌شود.

زمین‌لرزه‌های فراوانی که در گوشه و کنار جهان به وقوع پیوسته، حاکی از آن است که خانه‌های با اسکلت چوبی، عملکرد بسیار مناسبی در برابر زلزله از خود نشان می‌دهند. این عملکرد و پایداری بدلیل سبکی، یکپارچگی و نحوه خاص طراحی این سیستم ساختمانی است. مقاومت در هنگام آتش سوزی ساختمان‌های این سیستم، بیشتر از هر چیز دیگر بواسطه ورق‌های گچی که تمامی سطح داخلی ساختمان را می‌پوشاند، تأمین می‌شود.

سیستم ساختمانی قاب سبک چوبی در زمان کمی برپا می‌شود و سرعت اجرا نسبت به شیوه‌های سنتی و حتی صنعتی سنگین بسیار بالاتر است. این سیستم قابلیت اجرا در تمام شرایط جوی را دارد و با تغییرات شرایط جوی،



### ادامه الزامات طراحی و اجرای سیستم ساختمانی اسکلت سبک چوبی

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 بخاررشد 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.
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 تأیید 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 جاتی 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.



## ۲-۲۱- سیستم ساختمانی بلوک‌های خشتی مسلح با تکنولوژی HABITECH

بلوک‌ها در محل اجرای پروژه از سادگی و سهولت لازم اجرایی در کنار مقاومت مورد نیاز در مسکن روستایی می‌باشد. این سیستم ساختمانی در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد بررسی قرار گرفته و استفاده از آن در محدوده الزامات ارائه شده مجاز است.

این سیستم ساختمانی، متشکل از دیوارهای باربر مسلح و یک سیستم ساختمانی با مصالح بنایی می‌باشد. در این سیستم از بلوک‌های خشت تثبیت شده در ساخت دیوارهای باربر مسلح استفاده می‌شود. این سیستم ساختمانی می‌تواند، به عنوان راه حلی در تامین مسکن روستایی ارزان و مقاوم در نظر گرفته شود. به طور کلی طبق استاندارد ۲۸۰۰ ایران، استفاده از بناهای سنتی و خشتی صرفاً در مناطق دور دست که امکان فراهم آوردن مصالح مقاوم به سادگی میسر نمی‌باشد و با رعایت دستورالعمل‌های فنی ویژه که ایمنی نسبی این بناها را تامین گرداند، مجاز می‌باشد. با توجه به شکل و هندسه بلوک‌ها در این سیستم، ظرفیت‌های مناسبی به منظور مقاوم‌سازی و تامین یکپارچگی در سیستم مشاهده می‌شود. از جمله این ظرفیت‌ها می‌توان به حفرات تعبیه شده در داخل بلوک‌ها به منظور امکان تامین تسلیح و یکپارچه نمودن اعضا، امکان قفل و بست بلوک‌ها در یکدیگر با استفاده از کام و زبانه‌های تعبیه شده و همچنین امکان ایجاد کلاف‌های افقی با استفاده از بلوک‌های U شکل اشاره نمود. در این سیستم به دلیل استفاده از مصالح در دسترس و همچنین امکان تولید





## الزامات سیستم ساختمانی بلوک‌های خشتی مسلح با تکنولوژی HABITECH

تثبیت کننده‌ها: در صورت لزوم مواد تثبیت کننده باید، قیر امولسیون شده، سیمان پرتلند، آهک یا سایر مواد افزودنی مورد قبول باشد. مواد تثبیت کننده باید به طور یکنواخت با خاک مخلوط، در مقادیر کافی مخلوط شوند تا مقاومت مورد نیاز در برابر جذب آب بدست آید.

۲- مقدار رطوبت خشت‌های عمل‌آوری نشده نباید بیش از ۴ درصد وزنی باشد.

۳- هیچ خشتی نباید دارای بیش از ۳ ترک جمع‌شدگی باشد و هیچ ترک جمع‌شدگی نباید بیش از ۷۶ میلی‌متر طول یا بیش از ۳ میلی‌متر عرض داشته باشد.

۴- خشت‌ها باید دارای میانگین مقاومت فشاری حداقل ۲ مگاپاسکال باشند. یکی از ۵ نمونه می‌تواند مقاومت فشاری بیش از ۱/۷ مگاپاسکال داشته باشند.

۵- بلوک‌های خاک تثبیت شده با سیمان، باید مطابق استاندارد IS3495:1992 آزمون شده و از نظر ویژگی‌ها با استاندارد IS1725:1982 مطابقت داشته باشند.

۶- در اجرا و احداث ساختمان با این سیستم لازم است، کلیه موارد مندرج در راهنمای ساخت "HABITECH center" که به مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ارائه شده، رعایت شود.

۷- در خصوص این سیستم، رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق" و همچنین الزامات مندرج در آیین‌نامه محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش، نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت اجزای ساختمان در مقابل حریق با در

سیستم معرفی شده یک سیستم ساختمانی با مصالح بنایی است، در صورتی که در این سیستم، ضوابط ساختمان‌های خشتی بر اساس مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "طرح و اجرای ساختمان‌های بنایی" رعایت شود، استفاده از آن در مناطق با لرزه‌خیزی کم و متوسط مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران تا حداکثر ۲ طبقه و صرفاً به عنوان مسکن روستایی مجاز است.

۱- در خصوص خصوصیات مصالح تشکیل‌دهنده رعایت موارد زیر الزامیست:

خاک: خاک مورد استفاده نباید حاوی کمتر از ۲۵ درصد و بیش از ۴۵ درصد مواد رد شده از الک نمره ۲۰۰ باشد. خاک باید دارای مقدار کافی رس باشد، که ذرات را به هم بچسباند و نباید حاوی بیش از ۰/۲ درصد نمک‌های محلول باشد.

ملات: اگر مواد ملات خاکی دارای همان مواد واحد بنایی خاکی باشد، استفاده از ملات خاکی مجاز است. هم‌چنین ملات‌های متداول آهک-ماسه-سیمان از انواع S، M و N مجاز می‌باشد.





## ادامه الزامات سیستم ساختمانی بلوک های خشتی مسلح با تکنولوژی HABITECH

۱۲- 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 معتبر بین‌المللی به کار گرفته شود.

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



نظر گرفتن ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی اجزای ساختمان الزامی است.

۸- در خصوص این سیستم، با توجه به این نکته که دیوار ساخته شده به تنهایی جوابگوی انتظارات تعیین شده در مبحث ۱۹ نیست، استفاده از یک لایه عایق حرارتی در طرف داخلی یا خارج آن الزامی است. مشخصات عایق حرارتی (از جمله ضخامت) باید مطابق محاسبات و طراحی باشد.

۹- رعایت مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "صرفه‌جویی در مصرف انرژی" الزامی است.

۱۰- 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" تامین شود.

۱۱- ضروری است تمهیدات لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران صورت پذیرد.





جمهوری اسلامی ایران  
وزارت مسکن و شهرسازی  
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

فصل سوم:

# دیوارهای غیرباربر





## ۱-۳- بتن سبک AAC

### ۱-۱-۳ دیوارهای ساخته شده از بلوک‌های دیواری با بتن سبک گازی

انتقال صوت، افزایش سرعت ساخت و کاهش در مصرف مصالح مورد نیاز برای نما و همچنین کاهش در جرم ساختمان را نام برد. در صورت عدم رعایت الزامات فنی در تولید و نصب این بتن، مشکلات بهره‌برداری از قبیل ترک‌های ناشی از جمع‌شدگی و اتساع و انقباض حرارتی ایجاد می‌شود.

استفاده از بتن AAC بر اساس الزامات تهیه شده در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مجاز می‌باشد.

بتن هوادار اتوکلاو (بتن گازی) که در 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. محصولی که امروزه بنام AAC موسوم است در ۷۰ سال اخیر در کشور سوئد به توسعه رسیده است. این محصول شامل دو فرآیند اصلی ایجاد تخلخل در دوغاب مخلوط سیمان، آهک و پودر سیلیس و عمل آوری بتن حاصله توسط اتوکلاو می‌باشد. مواد چسباننده که عمدتاً سیمان و آهک می‌باشند در فرآیند اتوکلاو با مصالح سیلیسی واکنش نشان داده و سیلیکات کلسیم هیدراته تولید می‌نمایند. ساختار متخلخل AAC که به علت واکنش آهک آزاد حاصل از ترکیبات سیمان و آهک و پودر آلومینیوم به وجود می‌آید دارای خواص حرارتی مناسب (عایق حرارتی) و همچنین نسبت مقاومت به جرم حجمی زیادتری نسبت به دیگر انواع بتن می‌باشد. محصول به دست آمده بعد از اتوکلاو نیاز به عمل آوری دیگری نداشته و قطعات تولید شده می‌تواند بعد از سرد شدن مورد استفاده قرار گیرند.

با توجه به اینکه بتن گازی دارای وزن کم و مقاومت مناسب غیر سازه‌ای می‌باشد، از عمده‌ترین کاربردهای آن می‌توان به بلوک‌های سبک ساختمانی جهت ساخت دیوارهای جداکننده و همچنین قطعات مسلح بتن گازی برای کاربردهای غیر باربر مانند پانل‌های پرکننده سقف و دیوار غیر باربر اشاره نمود. همچنین، بتن گازی در جرم حجمی و مقاومت‌های مختلف تولید می‌شود که بستگی به کاربرد مورد نظر دارد. لازم به ذکر است بتن گازی، جهت کاربردهای سازه‌ای مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. از مزایای بلوک‌های ساخته شده با این بتن، می‌توان به مقاومت مناسب آن در مقابل آتش، عدم صعود گازهای سمی از بلوک در هنگام اشتعال، عملکرد حرارتی مطلوب، عدم نیاز به عایق‌های حرارتی مجزا، کاهش

ویژگی‌های بتن هوادار اتوکلاو شده طبق استاندارد ملی ایران (ISIRI 5593)

| ردیف مقاومت | مقاومت فشاری (N/mm <sup>2</sup> ) |       | حداقل | میانگین | محدوده جرم حجمی خشک (kg/m <sup>3</sup> ) | محدوده جرم حجمی (kg/m <sup>3</sup> ) | حداکثر میانگین جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن (%) |
|-------------|-----------------------------------|-------|-------|---------|--|--------------------------------------|---|
|             | میانگین                           | حداقل |       |         |  |                                      |   |
| AAC2        | ۲۵                                | ۲۰    | ۳۰    | ۲۵      | ۲۵۰-۳۵۰                                  | ۲۵۰-۳۵۰                              | ۰.۴   |
|             | ۲۵                                | ۲۰    |       |         |  |                                      |   |
| AAC4        | ۵۰                                | ۴۰    | ۶۰    | ۵۰      | ۳۵۰-۴۵۰                                  | ۳۵۰-۴۵۰                              | ۰.۴   |
|             |                                   |       |       |         | ۴۵۰-۵۵۰                                  | ۴۰۰                                  |   |
|             |                                   |       |       |         | ۵۵۰-۶۵۰                                  | ۴۰۰                                  |   |
|             |                                   |       |       |         | ۶۵۰-۷۵۰                                  | ۴۰۰                                  |   |
| AAC6        | ۷۵                                | ۶۰    | ۸۰    | ۷۵      | ۴۵۰-۵۵۰                                  | ۴۵۰-۵۵۰                              | ۰.۴   |
|             |                                   |       |       |         | ۵۵۰-۶۵۰                                  | ۴۰۰                                  |   |
|             |                                   |       |       |         | ۶۵۰-۷۵۰                                  | ۴۰۰                                  |   |



### الزامات بلوک‌های دیواری ساخته شده با بتن سبک گازی AAC

- ۱- بلوک‌های هوادار اتوکلاو شده با بتن سبک گازی، قابلیت استفاده در دیوارهای غیر باربر داخلی و خارجی را دارند. شایان ذکر است که محدودیت‌های کاربری این بتن‌ها، با توجه به رده مقاومتی آن‌ها تعیین می‌شود.
- ۲- بتن‌های گازی از نظر رده مقاومتی به سه دسته با مقاومت‌های ۲/۵، ۵/۰۰، ۷/۵ مگاپاسکال تقسیم می‌شوند. هم‌چنین از نظر جرم حجمی خشک، این بتن می‌تواند دارای جرم حجمی اسمی ۴۰۰ تا ۸۰۰  $kg/m^3$  باشد.
- ۳- بلوک‌های بتن گازی باید دارای ویژگی‌های استاندارد ملی ایران به شماره ۸۵۹۳ باشند.
- ۴- جهت جلوگیری از تغییر شکل‌های نسبی در دیوار و اندود و در نهایت، کاهش احتمال ترک خوردگی، باید جمع‌شدگی ناشی از تغییرات رطوبت به حداکثر ۰/۰۲ درصد محدود شود.
- ۵- ملات‌های به کار گرفته شده جهت اجرای دیوار با بلوک‌های بتن سبک گازی می‌بایستی دارای مشخصات فنی مطابق استانداردهای شماره ۱-۷۰۶ و ۲-۷۰۶ موسسه استانداردهای ملی ایران باشد.
- ۶- تمهیدات لازم جهت عدم مشارکت دیوارهای حاصل از بلوک‌های بتن سبک گازی، در رفتار لرزه‌ای سازه ضروری است.
- ۷- تأمین الزامات مربوط به نفوذپذیری، دوام، سیکل‌های ذوب‌شدگی و یخ‌زدگی و تشعشعات ماوراء بنفش جهت دیوارهای خارجی ضروری است.
- ۸- با توجه به جذب آب نسبتاً زیاد این محصول، رعایت ضوابط به محافظت دیوارها از تماس مستقیم با آب و یا چرخه‌های تر و خشک شدن الزامی می‌باشد.
- ۹- رعایت استانداردهای مربوط به الزامات زیست محیطی و بهداشتی الزامی است.
- ۱۰- ضخامت حداقل دیوار و یا ضخامت عایق حرارتی تکمیلی باید به گونه‌ای باشد که الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی برای دیوار خارجی را تأمین نماید.
- ۱۱- 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 جداره‌ها در مقابل حریق با در نظر گرفتن ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی الزامی است.
- ۱۲- صدابندی هوارد جداکننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و می‌بایستی مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تأمین گردد.
- ۱۳- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



### ۳-۱-۲- پانل های دیواری مسلح ساخته شده با بتن سبک گازی AAC

بهره برداری از قبیل ترک های ناشی از جمع شدگی و انقباض حرارتی ایجاد می گردد. پانل های ساخته شده از بتن سبک گازی، در زمینه های انرژی، حریتی، آکوستیک و سازه و زلزله در این مرکز مورد بررسی قرار گرفته است و استفاده از آن در حیطه الزامات تدرین شده مجاز می باشد.



همانطور که پیش تر نیز شرح داده شد، بتن هوادار اتوکلاو (بتن گازی یا AAC) از انواع بتن سبک متخلخل است که عمدتاً از مواد با پایه سیلیس، سیمان و آهک ساخته می شود.

از آنجاکه این بتن کم و مقاومت قابل قبولی دارد، می توان از آن در اجزای و عناصر غیرسازه ای 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. با اینحال و با توجه به مسائل و مشکلات موجود در ملات کاری و چیدن دیوارها، از جمله وجود خطاهای حین اجرا، نیاز به نیروی انسانی و زمان زیاد، توجه تولیدکنندگان این بتن به تولید پانل های دیواری معطوف گردید تا ضمن کاهش مدت زمان اجرای دیوارهای جداکننده، از کمترین نیروی انسانی استفاده شود و خطاهای حین اجرا به حداقل برسد.

پانل های ساخته شده از بتن سبک گازی، به منظور مقاومت در برابر حداقل بارهای وارد بر آنها، ناشی از نیروی وزن دیوار، بار باد برای دیوارهای خارجی و سایر نیروهای احتمالی موجود، به صورت مسلح تولید و در اختیار استفاده کنندگان قرار می گیرد. میزان این تسلیح و محاسبات مربوطه، براساس استانداردها و آیین نامه های معتبر مربوطه صورت می گیرد.

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. در صورت عدم رعایت الزامات فنی در تولید و نصب این بتن، مشکلات



### الزامات پانل‌های دیواری مسلح ساخته شده با بتن سبک گازی AAC

۹- رعایت الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی برای دیوار خارجی الزامی است. هم‌چنین ضخامت پانل‌ها باید پاسخگوی الزامات مندرج در مبحث ۱۹ مقررات ملی ایران، از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی باشد. در صورتیکه این پانل‌ها در زمینه حرارت به روش تجویزی طراحی می‌شوند، لازم است ضخامت آنها در رده‌های ۱، ۲، ۳ به ابعاد ۴۸، ۳۶ و ۲۶ افزایش یابد. در صورت استفاده از روش کارکردی و یا ارائه مدارک و مستندات فنی، این اعداد می‌توانند تقلیل یابند.

۱۰- ضخامت پانل‌ها 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 پانل‌های با حداقل ضخامت ۱۰ سانتی‌متر دو طرف اندود و برای دیوارهای خارجی، از پانل‌های با حداقل ضخامت ۲۰ سانتی‌متر دو طرف اندود و برای دیوارهای بین دو واحد مسکونی مستقل، از پانل‌های با حداقل ضخامت ۲۵ سانتی‌متر دو طرف اندود استفاده شود.



- ۱- کاربرد این نوع پانل‌های ساخته شده با بتن سبک گازی در دیوارهای غیر باربر داخلی و خارجی مجاز می‌باشد.
- ۲- پانل‌های ساخته شده با بتن AAC باید دارای حداقل مقاومت 4Mpa و میانگین مقاومت 5Mpa باشند (رده AAC-4 طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۸۵۹۳).
- ۳- الزامات استاندارد ASTM C1452 یا EN 12602 باید در ساخت پانل‌های AAC رعایت شود.
- ۴- وزن مخصوص بتن سبک گازی در دامنه ۳۵۰ تا ۸۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد.
- ۵- اتصال این پانل‌ها به یکدیگر و به عناصر سازه‌ای باید به گونه‌ای باشد که ضمن پایداری دیوارهای حاصل در برابر بارهای خارج از صفحه، در رفتار لرزه‌ای سازه مشارکت نداشته باشند.
- ۶- رعایت حداقل‌های طراحی، نحوه تسلیح و محاسبات طراحی این پانل‌ها باید بر اساس آئین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی مربوطه، از جمله ACI 318، ACI 523 انجام شود.
- ۷- 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 جداره‌ها در مقابل حریق با در نظر گرفتن ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی الزامی است.
- ۸- صدابندی هوابرد جداکننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و می‌بایستی مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تأمین گردد.



### ادامه الزامات پانل های دیواری مسلح ساخته شده با بتن سبک گازی AAC

۱۷- رعایت استانداردهای مربوط به الزامات زیست محیطی و بهداشتی الزامی است.

۱۸- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



۱۱- بدیهی است ضخامت پانل، بر اساس حداقل ضخامتی که ضوابط مندرج در کلیه بندهای الزامات را برآورده سازد تعیین می شود.

۱۲- تأمین الزامات مربوط به نفوذپذیری، دوام، تر و خشک شدن متوالی، سیکل های ذوب شدگی و یخ زدگی و ... برای دیوارهای خارجی الزامی است.

۱۳- تأمین تمهیدات لازم جهت اجرای اندودهای تر و خشک از حیث مقاومت و دوام الزامی است.

۱۴- ویژگیهای فنی و مکانیکی چسب یا ملات بکار برده شده برای اتصال پانل ها به یکدیگر و به سازه، باید منطبق بر استاندارد ... و سازگار با بتن AAC باشد.

۱۵- رعایت تمهیدات لازم جهت محدود نمودن جمع شدگی و تغییر شکل های ناشی از انقباض و انقباض حرارتی، در حد مجاز مطابق آیین نامه های مربوطه، الزامی است.

۱۶- محافظت میلگردهای موجود در قطعات مسلح در برابر خوردگی باید تأمین شود. از این راستا می توان از میلگردهای دارای پوشش محافظ استفاده کرد.





### ۳-۲- دیوار غیرباربر ساخته شده از بتن CLC

است که یک عامل ایجاد حباب هوا وارد عمل شده و در حین فرآیند تولید، تخلخل در بافت بتن به وجود می‌آید. تخلخل بتن می‌تواند به صورت فیزیکی و با میکسرهای با دور بالا یا با استفاده از مواد شیمیایی از قبیل پودر آلومینیم به وجود آید. عمل آوری آنها در محیط معمولی با حداکثر در گرسختن انجام می‌شود. خواص فیزیکی این محصول بتنی سبک به گونه‌ای است که عایق در برابر انتقال حرارت و صوت بوده و دارای مقاومت مناسب و کیفیت مطلوبی است. این بتن سبک دارای وزن مخصوصی بین ۳۰۰ تا ۹۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد.



در بتن سبک CLC یکی از انواع بتن سبک بوده که به وسیله ایجاد حباب‌های هوا با اندازه‌های مختلف در درون بتن ایجاد می‌شود. 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 جداکننده‌های داخلی و خارجی ساختمان و...



این گروه از بتن‌های سبک دارای طرح اختلاط متفاوت با بتن‌های معمولی بوده و نیازمند افزودنی‌های خاصی در طرح اختلاط است. سیمان در این نوع بتن، نقش سیمان در بتن‌های معمولی را داشته و به عنوان ماده چسباننده به کار می‌رود. برای تولید این بتن، از مواد اولیه سبک استفاده نمی‌شود و تمام مواد اولیه دارای وزن معمولی هستند. ولی فرآیند تولید به گونه‌ای



## الزامات دیوار غیر باربر ساخته شده از بتن CLC

- ۱- در بلوک‌های بتنی سبک CLC، قابلیت استفاده در دیوارهای غیر باربر داخلی و خارجی را دارند. شایان ذکر است که محدودیت‌های کاربری این بتن‌ها، با توجه به رده مقاومتی آن‌ها تعیین می‌شود.
- ۲- بتن‌های CLC از نظر رده مقاومتی به سه دسته با مقاومت‌های ۲/۵، ۵/۰ و ۷/۵ مگاپاسکال تقسیم می‌شوند. همچنین از نظر جرم حجمی خشک، این بتن می‌تواند دارای جرم حجمی اسمی ۴۰۰ تا ۹۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد.
- ۳- جهت جلوگیری از تغییر شکل‌های نسبی در دیوار و اندود و در نهایت، کاهش احتمال ترک خوردگی، باید جمع‌شدگی ناشی از تغییرات رطوبت به حداکثر ۰/۰۲ درصد محدود شود.
- ۴- ملات‌های به کار گرفته شده جهت اجرای دیوار با بلوک‌های بتنی سبک CLC باید دارای مشخصات فنی مطابق استانداردهای ملی ایران به شماره ۱-۷۰۶ و ۲-۷۰۶ باشند.
- ۵- اتصال دیوارهای غیر باربر داخلی و خارجی حاصله به اسکلت سازه‌ای باید به نحوی باشد که ضمن تحمل تمامی بارهای وارده مانند طوفان، زلزله و ... مشارکتی در سختی جانی سازه نداشته باشند.
- ۶- دیوارهای مذکور باید طبق ضوابط استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۲۷۲، مقاومت لازم در برابر آزمون‌های ضربه را دارا باشند.
- ۷- تأمین الزامات مربوط به نفوذپذیری، دوام، سیکل‌های ذوب‌شدگی و یخ‌زدگی و تشعشعات ماوراء بنفش جهت دیوارهای خارجی ضروری است.
- ۸- با توجه به جذب آب این محصول، رعایت ضوابط مربوط به محافظت دیوارها از تماس مستقیم با آب و یا چرخه‌های تر و خشک شدن الزامی می‌باشد.
- ۹- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم از حیث دوام، بهداشتی و زیست محیطی باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آیین‌نامه‌های ملی یا معتبر بین‌المللی بکار گرفته شوند.
- ۱۰- ضخامت دیوارهای خارجی باید به گونه‌ای باشد که الزامات مربوط به انرژی مطابق بحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "صرفه جویی در مصرف انرژی" برای دیوارهای خارجی رعایت شود.
- ۱۱- 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 دو نظر گرفتن ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی اجزای ساختمانی الزامی است.
- ۱۲- صدابندی هوایرود جداکننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "عایق‌بندی و تنظیم صدا" تأمین شود.
- ۱۳- در تمامی مراحل تولید، طراحی و اجراء مسوولیت نظارت عالیبه و کنترل کیفی بر عهده شرکت متقاضی می‌باشد.
- ۱۴- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه‌اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



### 3-3- دیوارهای غیرباربر ساندویچی سه بعدی

#### 3-3-1- دیوارهای غیرباربر نیمه پیش ساخته صفحات ساندویچی 3D

انرژی و صوت دارند و نیز به دلیل انجام دو لایه بتن پاشی، مقاومت مطلوبی در برابر آتش خواهند داشت. سایر مزایای این پانل‌ها را می‌توان در سه بخش معماری، سازه و اقتصاد، به صورت زیر خلاصه کرد: تعطاف‌پذیری سیستم و امکان ایجاد اشکال مختلف در بازشوها و فضاهای داخلی ساختمان، افزایش فضای داخلی مفید به دلیل ضخامت کم پانل‌ها، کاهش جرم ساختمان و سهولت نصب پانل‌ها. همچنین از نقاط ضعف این سیستم می‌توان، ترد بودن فولادهای پیش‌کشیده، دشواری رعایت رواداری‌ها به هنگام نصب و شاقول کردن و همچنین دشواری کنترل ضخامت بتن پاشیده را برشمرد. این پانل‌ها در زمینه‌های انرژی، حریق، آکوستیک و سازه در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آنها، در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز است.

دیوارهای غیرباربر 3D، شامل یک شبکه خرابای فضایی از میلگردهای ساده به قطر ۳ الی ۵ میلیمتر، یک لایه پلی‌استایرن و دو لایه بتن پوششی در طرفین هستند و تنها به عنوان دیوارهای جداکننده مورد استفاده قرار می‌گیرند. شبکه خرابای فضایی به کار رفته، مشخصات مصالح و روند تولید این پانل‌ها، مشابه پانل‌های باربر می‌باشد. در این پانل‌ها، لایه پلی‌استایرن علاوه بر نقش قالب‌بندی، در عایق‌کاری حرارتی، برودتی و صوتی نیز موثر است. پانل‌های 3D در قطعاتی با عرض یک متر و طول سه متر در کارخانه تولید می‌شوند. پس از حمل به کارگاه و اجرای



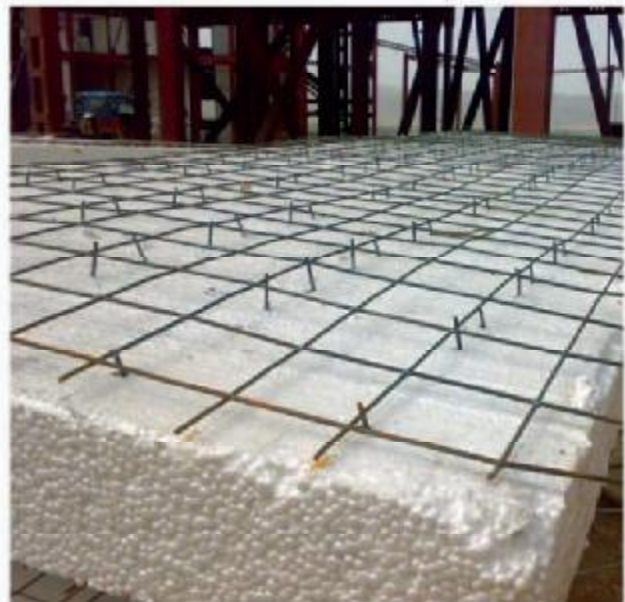
زیرسازی مناسب، در موقعیت خود قرار داده می‌شوند. پس از برپایی، دو سمت پانل‌ها با بتن ریزدانه بتن‌پاشی می‌شود. در مواردی برای اطمینان از کیفیت بتن‌پاشی، پانل‌ها در محل کارخانه بتن‌پاشی شده و پس از عمل‌آوری، به کارگاه منتقل می‌شوند. لازم به تأکید است که در هنگام اتصال این پانل‌ها به سازه، می‌بایست تمهیدات لازم برای عدم مشارکت پانل‌ها در سختی جانبی سازه در نظر گرفته شود. در این سیستم باید کلیه بازشوها، در زمان تولید در کارخانه، تعبیه شده و گوشه بازشوها با استفاده از شبکه فولادی تقویت شود. همچنین پس از انجام بتن‌پاشی، لازم است سطح بتن در دو مرحله به وسیله ماله تخته‌ای و ماله فلزی پرداخت شود. این پانل‌ها به دلیل حضور لایه پلی‌استایرن، عملکرد مناسبی در خصوص



### الزامات دیوارهای غیر باربر نیمه پیش ساخته صفحات ساندویچی 3D

- ۷- عمل سختی زدایی در صورت استفاده از فولاد پس کشیده انجام گیرد.
- ۸- کاربرد پلی استایرن 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 آیین نامه در خصوص این سیستم توسط این مرکز انتشار یابد؛ شرکت های تولید کننده، کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران ملزم به رعایت آن می باشند.
- ۱۲- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم اعم از معماری، سازه ای و تأسیسات مکانیکی و برقی از حیث دوام، خوردگی، زیست محیطی، بهداشتی و غیره می بایستی بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آیین نامه های ملی یا معتبر بین المللی 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 گواهی نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

- رعایت الزامات زیر و استاندارد ملی ایران به شماره ۷۱۴۳ در خصوص پانل های ساندویچی سبک سه بعدی الزامی است.
- ۲- در نظر گرفتن تمهیدات لازم جهت عدم مشارکت این پانل ها در سختی جانی سازه الزامی است.
- ۳- طراحی پانل های خارجی و اتصالات مربوطه در مقابل بار باد مطابق مقررات ملی ایران مبحث ششم انجام گیرد.
- ۴- مشخصات شبکه جوش باید بر اساس 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.





### ۲-۳-۲- دیوارهای شیر باربر Bblock

- 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 می باشد.
- 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 هوارد جداکننده‌های بین واحد‌های مستقل باید مطابق میحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین شود.
- ۸- رعایت بحث 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 می باشند.
- ۱۰- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

دیوارهای غیر باربر Bblock متشکل از یک لایه میانی پلی استایرن و در لایه مش فولادی در طرفین تشکیل شده است. مطابق جزئیات ارائه شده، حداقل ضخامت لایه پلی استایرن ۵ سانتی متر، قطر میلگردهای مش فولادی ۳ میلیمتر فواصل مش ۸ سانتی متر می باشد. به طور کلی، جزئیات مقطع دیوار و پوشش‌های آن مشابه دیوارهای ساندویچی سه بعدی می باشد، با این تفاوت که در دیوارهای متال فوم با اجرای رانرها و استادهای پیرامونی امکان اتصال دیوار به سازه اصلی و شاقول کردن راحت‌تر دیوارها فراهم شده است. رانرها و استاداها با مقطع ناودانی و از جنس فولاد گالوانیزه می باشند. امروزه استفاده از پانل‌های جداکننده داخلی، می تواند ضمن کاهش باربر مرده باعث افزایش سرعت ساخت می شود. در این راستا این پانل‌ها، به عنوان دیوارهای غیر باربر و جداکننده داخلی در زمینه‌های حریق، آکوستیک و سازه در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد بررسی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز است.

### الزامات دیوارهای شیر باربر داخلی Bblock

- ۱- استفاده از این پانل‌ها صرفاً به عنوان دیوارهای جداکننده 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.



### ۳-۳-۳- دیوارهای غیرباربر متال فوم

- 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 می باشد.
- 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 واحد های 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 می باشند.
- ۱۰- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

دیوارهای غیر باربر متال فوم متشکل از یک لایه میانی پلی استایرن و دو لایه مش فولادی در طرفین تشکیل شده است. مطابق جزئیات ارائه شده، حداقل ضخامت لایه پلی استایرن ۵ سانتی متر، قطر میلگردهای مش فولادی ۳ میلیمتر فواصل مش‌ها ۸ سانتی متر می باشد. به طور کلی، جزئیات مقطع دیوار و پوشش‌های آن مشابه دیوارهای ساندویچی سه بعدی می باشد، با این تفاوت که در دیوارهای متال فوم با اجرای رانرها و استادهای پیرامونی امکان اتصال دیوار به سازه اصلی و شاقول کردن راحت دیوارها فراهم شده است. رانرها و استاداها با مقطع ناودانی و از جنس فولاد گالوانیزه می باشند. امروزه استفاده از پانل‌های جداکننده داخلی، می تواند ضمن کاهش باربر مرده باعث افزایش سرعت ساخت می شود. در این راستا این پانل‌ها، به عنوان دیوارهای غیر باربر و جداکننده داخلی در زمینه‌های حریق، آکوستیک و سازه در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد بررسی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز است.

### الزامات دیوارهای غیرباربر متال فوم

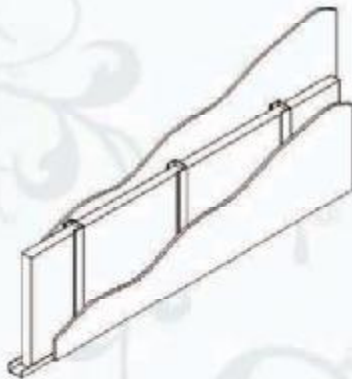
- ۱- استفاده از این پانل‌ها صرفاً به عنوان دیوارهای جداکننده داخلی ساختمان‌ها مجاز است.
- ۲- در نصب و اجرا، این پانل جهت تحمل بارهای حین اجرا کنترل شود.
- ۳- اتصال این دیوارهای غیرباربر به سیستم سازه‌ای باید به نحوی باشد که ضمن تسامین پایداری آنها در برابر بارهای وارده، از اتدرکنش آنها و سازه اصلی تا حد امکان جلوگیری شود.



### ۳-۴- دیوارهای غیر باربر سبک پیش ساخته LSF

ورق‌های نسبتاً نازک فولاد گالوانیزه در برابر آتش دارای مقاومت کمی بوده و از این نظر باید محافظت شوند. در غیر این صورت ساختارها از نوع LSF در برابر آتش به سرعت دچار تغییر شکل شده و فرو خواهند ریخت. محافظت این ساختارها در برابر آتش به وسیله تخته‌های گچی که بر روی چارچوب فولادی نصب می‌شوند قابل تأمین است.

به طور کلی با توجه به کاهش قابل ملاحظه وزن و اتلاف اندک مصالح نسبت به شیوه‌های متداول و قابلیت انطباق این سیستم با مقررات ملی



ساختمان، کاربرد این نوع دیواره‌های سبک غیر باربر داخلی برای انبوه‌سازی مناسب می‌باشد.

این پانل‌ها در زمینه‌های انرژی، حریق، آکوستیک و سازه در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن، در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می‌باشد.

صفحات دیواری سبک که از سیستم ساختمانی قاب‌های سبک سرد نورد شده منشعب می‌شوند قابل کاربرد در اکثر سیستم‌های ساختمانی می‌باشند. این صفحات دیواری بر اساس کاربرد اجزایی به نام Stud (وادار) و Track (تیرچه) شکل گرفته است و ساختار اصلی دیوارها از ترکیب نیمرخ‌های فولادی گالوانیزه سرد نورد شده، برپا می‌شود. مقطع مورد استفاده در این دیوارها C شکل می‌باشد که معمولاً با اتصالات مکانیکی به یکدیگر متصل می‌شوند. هر دیوار از تعدادی اجزای عمودی C شکل (وادار) به فواصل ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر که در بالا و پایین به اجزای افقی ناودانی شکل U یا C شکل (تیرچه) متصل شده‌اند، تشکیل می‌شوند. در صورتی که از مقاطع C شکل به عنوان تیرچه استفاده شود، لازم است برش کاری در محل نصب وادار انجام شود.

این سیستم، قابلیت بالایی برای نصب عایق حرارتی دارد. عایق حرارتی را به دو روش می‌توان بین وادارها نصب کرد. در روش اول، وادارها هم‌راستا اجرا می‌شوند و عایق حرارتی، در فضای بین آنها قرار می‌گیرد. در روش دوم، وادارها هم‌راستا اجرا نمی‌شوند و عایق حرارتی به صورت زیگزاگی بین آنها حرکت می‌کند. در این حالت، وادارها به صورت پل حرارتی عمل نخواهند کرد و عایق کاری در شرایط بهتری انجام می‌شود. یکی دیگر از راه‌های عایق‌کاری دیوارها، نصب یک لایه حرارتی صلب در طرف خارجی قاب فلزی است.

عایق صوتی، از افزودن تخته گچی یا سیمانی در دو طرف عایق حرارتی (پشم شیشه) تأمین می‌شود. از دیگر روش‌های ایجاد عایق صوتی در یک طبقه، استفاده از دیوارهای جداکننده با دو قاب مجزا از یکدیگر و نیز استفاده از وادارهای آکوستیکی می‌باشد.



### الزامات طراحی و اجرا برای دیوارهای غیر باربر سبک پیش ساخته LSF

- ۱- در نظر گرفتن تمهیدات لازم جهت عدم مشارکت این پانل ها در سختی جانبی سازه الزامی است.
  - ۲- طراحی پانل های خارجی و اتصالات مربوطه در مقابل بار باد مطابق مقررات ملی ایران مبحث ششم انجام گیرد.
  - ۳- حداکثر ارتفاع خالص مجاز پانل ها ۳/۲ متر می باشد.
  - ۴- حداکثر وزن پانل های خارجی به  $100 \text{ kg/m}^2$  و پانل های داخلی به  $50 \text{ kg/m}^2$  محدود می گردد.
  - ۵- رعایت مشخصات فولاد سرد نورد شده بر اساس استاندارد ASTM الزامی است.
  - ۶- ضوابط مربوط به اجزاء اتصال شامل پیچ خودکار، پیچ و مهره می بایستی مطابق آئین نامه AISC و استاندارد AISI تأمین گردد.
  - ۷- در صورت استفاده از اتصالات جوشی، رعایت ضوابط و مقررات مربوط به جوشکاری اعضاء سرد نورد شده مطابق استاندارد AISI و آئین نامه های AWS و AISC الزامی است.
  - ۸- لازم است تمهیدات لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط های خورنده ایران صورت پذیرد.
  - ۹- الزامات مربوط به انرژی باید مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان رعایت گردد.
  - ۱۰- در صورتی که عایق حرارتی بصورت پرکننده اجرا شود، باید نوع و ضخامت عایق، مقاومت حرارتی مورد نیاز را تأمین کند.
  - ۱۱- به منظور کاهش اثر پل حرارتی، لازم است حد فاصل ستونک ها (Stud) و لایه خارجی جداره با نوعی عایق حرارتی متراکم پر گردد.
- ۱۲- لازم است ملاحظات کامل هوابندی در جداره های داخلی و خارجی، بازشوها و همچنین محل نصب اجزای اتصالی نظیر پیچ و مهره، با توجه به اقلیم مورد نظر و نیز خطر میعان به عمل آید.
  - ۱۳- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان ها در مقابل حریق و همچنین 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 اجزای ساختمانی الزامی است.
  - ۱۴- صدابندی هوارد جداکننده های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و صدابندی سقف بین طبقات می بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تأمین گردد.
  - ۱۵- چنانچه مجموعه ضوابط، دستورالعمل و یا آئین نامه در خصوص این سیستم توسط این مرکز انتشار یابد؛ شرکت های تولید کننده، کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران ملزم به رعایت آن می باشند.
  - ۱۶- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم از حیث دوام، خوردگی، زیست محیطی، بهداشتی و غیره می بایستی بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین نامه های ملی یا معتبر بین المللی 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.
  - ۱۷- اخذ گواهی نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



### ۳-۵- پانل‌های دیواری ساخته‌شده از بتن سبک با دانه‌های لیکا

مقطع عرضی قرار داده شده‌اند، مقاومت مطلوبی در برابر ضربه خواهد داشت. استفاده از الیاف پلی‌پروپیلن در مخلوط بتن نیز، کمک زیادی به جلوگیری از بروز shrinkage می‌کند که بسیار حائز اهمیت است. در اتصال پانل‌ها به یکدیگر و به سازه از جزئیات آئین‌نامه ACI استفاده می‌شود و تسهیلات لازم به منظور تامین پایداری دیوار حاصل و هم‌پنین عدم مشارکت آن در تغییر مکان جایی سازه به خوبی در نظر گرفته می‌شود.

برای تامین ضوابط مندرج در مقررات ملی ساختمان در زمینه آکوستیک، لازم است، با توجه به نوع کاربری پانل در جداره‌های داخلی یا خارجی، ضخامت پانل‌ها به نحوی انتخاب شود که به کمک اندود و نمای روی کار، پاسخگوی الزامات مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان ایران باشد. هم‌چنین نمای پلاسترهای گچی، پلاسترهای سیمانی، صفحات گچی و صفحات سیمانی برای اجرا روی این پانل‌ها توصیه می‌شود. این زیر سیستم در زمینه‌های مختلف سازه و زلزله، انرژی، حریتی و آکوستیک در این مرکز مورد بررسی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات تدوین شده مجاز می‌باشد.

پانل‌های سبک ساخته‌شده از بتن سبک لیکا، به عنوان جداکننده‌های داخلی و دیوارهای غیرباربر خارجی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در طرح اختلاط ارائه شده برای بتن مصرفی در ساخت این پانل‌ها، از سیمان پرتلند معمولی، ماسه، آب و سبکدانه لیکا استفاده شده است. به این ترتیب وزن مخصوص بتن حاصل، در حدود  $1100 \text{ kg/m}^3$  محاسبه شده‌است، که تاثیر به سزایی در کاهش وزن پانل‌های تولیدی دارد. مقطع عرضی یک مدول از پانل‌های مذکور، دارای مقطعی مستطیلی با ضخامت متغیر و عرض ۶۰۰ میلی‌متر است که تعداد ۶ حفره با قطر ۶۲ میلی‌متر، در فواصل ۳۲ میلی‌متری از هم، در آن تعبیه شده‌است. به این ترتیب وزن یک متر مربع از پانل به‌طور تقریبی در حدود ۶۰ تا ۹۰ کیلوگرم خواهد بود.



با توجه به وزن مخصوص محاسبه شده، این پانل‌ها در زمره جداکننده‌های سبک قرار می‌گیرند، به همین دلیل نقش به سزایی در کاهش وزن کلی ساختمان و نهایتاً کاهش نیروی زلزله و بهینه شدن مقاطع مورد نیاز در اسکلت سازه خواهند داشت. هم‌چنین این پانل‌ها در مقایسه با برخی از پرکننده‌ها، بدلیل استفاده از بتن سبک و تسلیح بوسیله ۲ تا ۶ مفتول گالوانیزه با قطر ۳ میلی‌متر، که به فرم سینوسی شکل داده و در داخل سطح



### الزامات پانل های دیواری ساخته شده از بتن سبک با دانه های لیکا

- ۱- کاربرد پانل های ساخته شده با بتن سبک با دانه های لیکا، در دیوارهای غیر باربر داخلی مجاز می باشد.
- ۲- اتصال این پانل ها به یکدیگر و به عناصر سازه ای باید به گونه ای 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 پانل ها 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- سبک دانه های لیکای مورد استفاده در ساخت بتن مورد نظر، می بایست دارای ویژگی های فنی مکانیکی مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۷۶۵۷ باشد.
- ۵- رعایت تمهیدات لازم جهت محدود نمودن جمع شدگی و تغییر شکل های ناشی از انقباض و انقباض حرارتی، در حد مجاز مطابق آیین نامه های مربوطه، الزامی است.
- ۶- ویژگی های فنی و مکانیکی چسب یا ملات بکار برده شده برای اتصال پانل ها به یکدیگر و به سازه، باید منطبق بر استاندارد ملی ایران به شماره ۷۰۶-۲ و سازگار با بتن سبک با دانه های لیکا 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 پیش بینی های لازم (برای مثال پیش بینی لایه بخاربند) برای جلوگیری از بروز میعان در داخل پانل صورت گیرد.
- ۹- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان و مسکن در خصوص حفاظت ساختمان ها در مقابل حریق و هم چنین الزامات نشریه شماره ۲۲۴ 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 جداکننده های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان می بایستی مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران تأمین گردد.
- ۱۱- استفاده از پانل ها برای جداکننده های داخلی، دیوارهای بین واحدهای مسکونی مجاور و نسای ساختمان، با احتساب اتدوهای به کار گرفته شده، می بایست بر اساس الزامات مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان ایران باشد.
- ۱۲- تأمین تمهیدات لازم جهت اجرای اتدوهای 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 می بایستی بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و با آیین نامه های ملی یا معتبر بین المللی شناخته شده و مورد تأیید به کار گرفته شود.
- ۱۴- اخذ گواهی نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



## ۶-۳- پانلهای الیافی

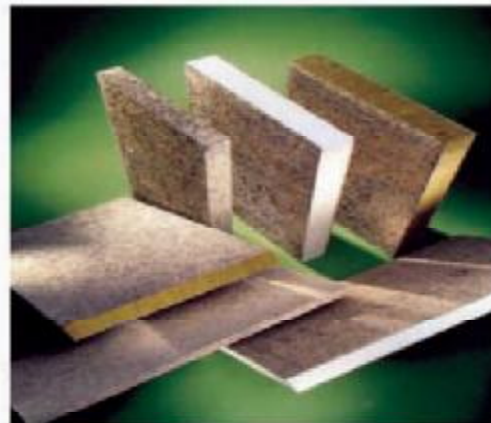
### ۱-۶-۳ پانل دیواری الیاف بتن

این پانل‌ها براحتی توسط اره‌های دستی یا برقی قابل برش‌کاری و شکل‌دهی است و براحتی می‌توان برای اتصال قطعات مختلف به این پانل‌ها، از پیچ و مهره و یا میخ استفاده کرد. همچنین این پانل‌ها سازگاری کامل با انواع نازک‌کاری، گچ، ملات سیمان، سنگ، سرامیک و رنگ را دارد. تعبیه قطعات و تجهیزات مربوط به تاسیسات نیز براحتی در دیوارهای حاصل از این پانل‌ها، امکان‌پذیر است.

سبکی و وزن کم این پانل‌ها، ویژگی‌های پانل در برآوردن ضوابط مقررات ملی ایران در زمینه‌های انرژی، حریق و آکوستیک نسبت به محصولات مشابه، سهولت حمل و نقل و نصب و نیز اثر استفاده از این پانل‌ها در کاهش مقدار هزینه تمام‌شده یک ساختمان در مقایسه با سایر مصالح مشابه، از سایر مزایای این پانل‌ها محسوب می‌شود. این پانل‌ها در زمینه‌های مختلف انرژی، حریق، آکوستیک و سازه و زلزله در این مرکز مورد بررسی قرار گرفته‌است و استفاده از آن‌ها در حیطه الزامات مربوط به این فناوری مجاز می‌باشد.



فناوری پانل‌های الیاف بتن در زمره اجزاء ساختمانی غیرباربر و غیر سازه‌ای قرار می‌گیرند و با توجه به مواد تشکیل‌دهنده، دارای وزن کم و سازگاری زیاد با محیط زیست می‌باشند. این پانل‌ها از مجموعه فرآورده‌های پشم چوب کارخانه‌ای محسوب می‌شود و مواد اصلی تشکیل‌دهنده آن‌ها، سیمان و چوب می‌باشد که در طول فرآیند تولید، برخی مواد افزودنی به آن‌ها اضافه می‌شود و نشاسته چوب، که به عنوان منبع حمله حشرات موذی محسوب می‌شود، از آن حذف می‌شود.



با توجه به مواد تشکیل‌دهنده و فرآیند تولید، قالب‌بندی برای تولید این پانل‌ها سهولت انجام می‌شود و امکان دستیابی به طرح‌های متنوع برای قالب‌بندی وجود دارد.

ابعاد متداول این پانل‌ها به میلی‌متر، ۲۰۰۰×۶۰۰×۲۵، ۲۰۰۰×۶۰۰×۵۰، ۲۰۰۰×۶۰۰×۷۵ می‌باشد. بیشترین استفاده از این پانل‌ها در دیوارهای غیرباربر در جداکننده‌های داخلی و یا دیوارهای بین واحدهای مسکونی مجاور هم و نمای ساختمان می‌باشد.



### الزامات پانل دیواری ایفاب بتن

جدول ۱- کلاس هایی برای رواداری های طول و عرض

| رواداری ها، mm                  | کلاس                         |
|---------------------------------|------------------------------|
| +۵، -۱۰                         | L1                           |
| +۳، -۵                          | L2                           |
| $\pm 1'$ ، $\pm 2'$             | L3                           |
| $\pm 3$                         | W <sub>1</sub>               |
| $\pm 1$                         | W <sub>2</sub>               |
| ۱- برای طول اسمی $\leq 1250$ mm | ۲- برای طول اسمی $> 1250$ mm |

۲-۳- ضخامت،  $h$ ، باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۱۴ تعیین شود. هیچ نتیجه آزمون نباید از ضخامت اسمی،  $h_0$ ، 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           |
|----------------|----------------|----------------|
| $\leq 100$     | -۲، +۳         | T <sub>1</sub> |
|                | $\pm 1$        | T <sub>2</sub> |
| $> 100$        | -۳، +۴         | T <sub>3</sub> |
|                | $\pm 2$        | T <sub>4</sub> |

۲-۴- گونیا بودن،  $g$ ، باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۱۵ تعیین شود. انحراف از گونیا بودن نباید بیشتر از ویژگی داده شده در جدول ۳ برای تراز اعلام شده باشد.

۱- این پانل ها از مجموعه فرآورده های پشم چوب کارخانه ای محسوب می شود و استفاده از آن به عنوان پانل غیربرابر در جداکننده های داخلی و یا 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:

۱-۲- 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  $0.065 \text{ W/mK}$  در  $10^\circ\text{C}$  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 آزمون نباید از طول اسمی و عرض اسمی انحرافی بیشتر از رواداری های داده شده در جدول ۱ برای کلاس اعلام شده داشته باشد:





ادامه الزامات پانل دیواری الیاف بتن

تغییر شکل یا مقاومت فشاری، هر کدام که کوچکتر است نباید کمتر از مقدار داده شده در جدول ۵ برای تراز اعلام شده باشد.

جدول ۵- تراز ها برای تنش فشاری یا مقاومت فشاری

| الزامات، kPa | تراز         |
|--------------|--------------|
| $\geq 20$    | CS(10/Y)20   |
| $\geq 30$    | CS(10/Y)30   |
| $\geq 50$    | CS(10/Y)50   |
| $\geq 75$    | CS(10/Y)75   |
| $\geq 100$   | CS(10/Y)100  |
| $\geq 150$   | CS(10/Y)150  |
| $\geq 200$   | CS(10/Y)200  |
| $\geq 300$   | CS(10/Y)300  |
| $\geq 500$   | CS(10/Y)500  |
| $\geq 750$   | CS(10/Y)750  |
| $\geq 1000$  | CS(10/Y)1000 |

برای مقاصد حمل و نقل، همه فرآورده‌ها باید حداقل تراز CS(10/Y)20 را داشته باشند.



جدول ۳- تراز ها برای انحراف از گونیا بودن

| الزامات، mm/m | تراز           |
|---------------|----------------|
| $\leq 6$      | S <sub>1</sub> |
| $\leq 4$      | S <sub>2</sub> |
| $\leq 2$      | S <sub>3</sub> |

۵-۲- تخت بودن تنها مربوط به فرآورده‌های روکش دار است. تخت بودن، S<sub>max</sub>، باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۱۶ تعیین شود. انحراف از تخت بودن، نباید بیشتر از ویژگی داده شده در جدول ۴ برای تراز اعلام شده باشد.

جدول ۴- تراز ها برای انحراف از گونیا بودن

| الزامات، mm | تراز           |
|-------------|----------------|
| $\leq 6$    | P <sub>1</sub> |
| $\leq 3$    | P <sub>2</sub> |

۶-۲- پایداری ابعادی تحت شرایط رطوبت و دمای معین دال‌های پشم چوب باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۹۴ تعیین شود. آزمون باید بعد از فرارگیری آزمون‌ها به مدت ۴۸ h در دمای  $(7.0 \pm 2)^\circ C$  و رطوبت نسبی  $(90 \pm 5)\%$  انجام شود. تغییر نسبی ضخامت،  $\Delta E_h$ ، نباید بیش از  $3/0\%$  باشد. تغییرات نسبی در طول،  $\Delta E_l$ ، و عرض،  $\Delta E_w$ ، نباید بیش از  $0/5\%$  باشد.

۷-۲- تنش فشاری در  $10\%$  تغییر شکل،  $\sigma_{10}$ ، یا مقاومت فشاری،  $\sigma_m$ ، باید براساس استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۱۷ تعیین شود. هیچ نتیجه آزمونی برای تنش فشاری در  $10\%$



ادامه الزامات پانل دیواری الیاف بتن

|       |       |
|-------|-------|
| TR40  | ≥ ۴۰  |
| TR70  | ≥ ۷۰  |
| TR100 | ≥ ۱۰۰ |

برای مقاصد حمل و نقل، همه فرآورده‌های WW-C باید دارای حداقل تراز TR5 باشند. آزمون مقاومت کششی عمود بر سطوح نباید بر روی دال‌های پشم چوب انجام شود.

۲-۱۱- طبقه واکنش در برابر آتش باید مطابق استاندارد استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۹۹ تعیین شود.

۳- 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.

۴- ضخامت پانل می‌بایست متناسب با شریب هدایت حرارتی محصول و مطابق با شرایط ساختمان و گروه‌بندی آن، براساس ضوابط مندرج در مبحث ۱۹ مقررات ملی ایران به منظور صرفه جویی در مصرف انرژی انتخاب شود.



۲-۸- چگالی ظاهری دال‌های پشم چوب،  $\rho_0$ ، باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۱۸ تعیین شود. هیچ نتیجه آزمونی نباید از مقدار اعلام شده، بیشتر از  $\pm 10\%$  تفاوت داشته باشد.

۲-۹- سازگاری دال‌های پشم چوب و لایه‌های پشم چوب دال‌های پشم چوب مرکب با سایر مصالح ساختمانی از طریق اندازه‌گیری‌های مقدار کلراید مطابق استاندارد مربوط ارزیابی می‌شوند. هیچ نتیجه آزمونی نباید از مقادیر ارائه شده در جدول ۶ برای تراز اعلام شده بیشتر باشد.

جدول ۶- ترازها برای مقدار کلراید

| تراز | الزامات، % |
|------|------------|
| CI1  | ≤ ۰.۳۵     |
| CI2  | ≤ ۰.۱۵     |
| CI3  | ≤ ۰.۰۶     |

۲-۱۰- مقاومت کششی عمود بر سطوح،  $\sigma_{\perp}$ ، باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۱۹ تعیین شود. هیچ نتیجه آزمونی نباید کمتر از مقدار ارائه شده در جدول ۷ برای تراز اعلام شده باشد.

جدول ۷- ترازها برای مقاومت کششی عمود بر سطوح

| تراز  | الزامات، kPa |
|-------|--------------|
| TR5   | ≥ ۵/۰        |
| TR7.5 | ≥ ۷/۵        |
| TR10  | ≥ ۱۰         |
| TR15  | ≥ ۱۵         |
| TR20  | ≥ ۲۰         |



### ادامه الزامات پانل دیواری الیاف بتن



۵- لازم است پیش‌بینی‌های لازم برای جلوگیری از بروز میعان در داخل پانل و نفوذ آب‌های ناشی از بارندگی صورت گیرد.

۶- 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.

۷- صدابندی هوابرد جداکننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان می‌بایستی مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران تأمین گردد.

۸- ضخامت پانل‌ها برای استفاده به عنوان جداکننده‌های داخلی و با دیوارهای بین واحدهای مسکونی مجاور و نمای ساختمان، با احتساب اندودهای به کار گرفته شده، می‌بایست منطبق بر الزامات مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان ایران باشد.

۹- تأمین تمهیدات لازم جهت اجرای اندودهای تر و خشک از حیث مقاومت و دوام الزامی است.

۱۰- 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.

۱۱- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

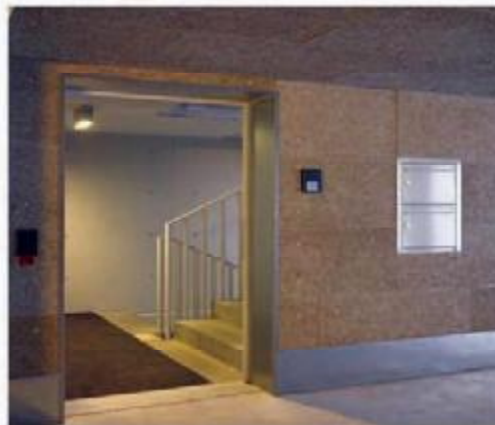


### ۲-۶-۳- پانلهای مشکلی از خرده‌های نی و بتن (نی-بتن)

این مرکز مورد بررسی قرار گرفت و به شرط برآورده ساختن الزامات زیر مورد تأیید قرار گرفت.



پانلهای نی بتن از ترکیب خرده‌های نی، سیمان و مواد شیمیایی تشکیل شده‌اند. این ترکیب در نهایت و پس از عمل آوری، به صورت ورقهایی با ابعاد  $۰/۶۰ \times ۱/۲۰$  متر تا  $۳ \times ۶$  متر و با ضخامت از ۳ میلی‌متر تا ۲۵ میلی‌متر با وزن مخصوص ۱۱۰۰ تا ۱۴۰۰ کیلوگرم در هر مترمکعب و ضخامت ۵۰ میلی‌متر تا ۴۰۰ میلی‌متر با وزن مخصوص ۳۰۰ تا ۵۵۰ کیلوگرم در هر مترمکعب تولید می‌شوند. این پانلها از نظر سرعت ساخت، صرفه جویی در مصرف انرژی، کاهش مصرف سیمان و مقاومتهای بالای صوتی، حرارتی و سازه‌ای، با اقبال زیادی در اروپا مواجه شده است. یکی دیگر از مشخصات این پانلها، سبکی آنها است که در مقایسه با وزن سایر دیوارهای پرکننده مزایا قابل توجهی به شمار می‌رود. این پانلها هر نوع



رنگ و پوششی را به راحتی می‌پذیرد و به این ترتیب امکان بهره‌گیری از انواع نماهای داخلی و خارجی ساختمان میسر می‌باشد. این پانلها در زمینه‌های مختلف انرژی، حریق و آکوستیک و مباحث سازه و زلزله در



## الزامات پانلهای مشکل از خرده‌های نی و بتن (نی-بتن)

جداکننده داخلی و دیوار خارجی الزامی است. در صورتیکه پانل به تنهایی پاسخگوی ضوابط مذکور نباشد، اجرای لایه عایق تکمیلی متناسب با مبحث ۱۹ الزامی است؛

۹- مشخصات صدابندی قطعات دیواری می‌بایست متناسب با کاربری پانلها به عنوان دیوارهای جداکننده داخلی در واحدهای مستقل یا دیوارهای خارجی و دیوارهای جداکننده در واحد مسکونی مجزا از هم، منطبق بر مبحث ۱۸ مقررات ملی کشور اتخاذ شود. در صورتیکه پانلها به تنهایی پاسخگوی ضوابط مذکور نباشند، اجرای تمهیدات تکمیلی الزامی است؛

۱۰- لایه نازک‌کاری (احتمالی) روی پانل اعم از آندود تر یا خشک، باید دوام و چسبندگی لازم، در شرایط جوی مختلف و اقلیم‌های قلیایی را دارا باشد؛

۱۱- درز اتصالات بین قطعات پانل در فواصل مشخص و به میزان معین بر مبنای تغییر شکل‌های ناشی از تنش‌های حرارتی، بایستی به نحوه صحیح تعبیه شود؛

۱۲- درز انقطاع بین قطعات باید با مواد و مصالح مناسب پوشانده شود؛

۱۳- رعایت الزامات زیست محیطی، در مواد و مصالح به کار برده شده در این محصول الزامی است؛

۱۴- کلبه مصالح و اجزاء در این پانلها می‌بایست از حیث دوام، خوردگی، زیست‌محیطی، بهداشتی و غیره بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین نامه‌های ملی یا معتبر بین‌المللی شناخته شده و مورد تأیید به کار گرفته شود؛

۱۵- رعایت کلبه مقررات ملی ساختمان در کلبه مراحل تولید، ساخت و بهره برداری از پانلها و ساختمان الزامی است؛

۱۶- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی پس از احداث کارخانه و راه اندازی خط تولید از این مرکز الزامی است.

پانلهای - استفاده از پانلهای نی - بتن به عنوان دیوارهای جداکننده داخلی و خارجی با رعایت الزامات زیر مجاز است:

۱- اتصال این پانلها به عناصر سازه‌ای باید به گونه‌ای باشد که ضمن تأمین پایداری پانلها در برابر بارهای خارج از صفحه، از اندرکنش بین دیوار و سازه و مشارکت در باربری جانبی جلوگیری به عمل آید؛

۲- در زمان نصب و اجرای این پانلها می‌بایست مقاومت آنها برای تحمل بارهای حین اجرا کنترل شود؛

۳- کنترل پایداری دیوارهای غیرباربر حاصله در مقابل نیروی زلزله ناشی از جرم دیوار، مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران انجام شود؛

۴- رعایت استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۹۴۹ با عنوان «مصالح ساختمانی- فرآورده‌های عایق کاری حرارتی، الیاف چوب کارخانه‌ای - ویژگیها» یا استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۹۴۷ با عنوان «مصالح ساختمانی-فرآورده‌های عایق کاری حرارتی، پشم چوب کارخانه‌ای- ویژگیها» در خصوص مصالح به کار رفته در این پانلها الزامی است؛

۵- لازم است پیش‌بینی‌های لازم برای جلوگیری از بروز میعان در داخل پانل و نفوذ آب‌های ناشی از بارندگی صورت گیرد؛

۶- طبقه واکنش در برابر آتش باید طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۸۲۹۹ تعیین شود؛

۷- تمهیدات لازم در خصوص محافظت از این پانلها در برابر آتش می‌بایست براساس آئین‌نامه ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن (محافظت ساختمانها در برابر آتش) یا مبحث ۳ مقررات ملی ساختمان به کار گرفته شود؛

۸- رعایت ضوابط مندرج در مبحث ۱۹ مقررات ملی کشور به منظور صرفه-جویی در مصرف انرژی، با توجه به ضخامت و کاربری پانلها به عنوان



### ۳-۶-۳- پانل های دیواری ساخته شده از رزین و ساقه گندم و برنج



در این مرکز مورد بررسی قرار گرفته است و استفاده از آنها در حیطه الزامات تدوین شده مجاز می باشد.

استفاده از قطعات سبک برای پوشش بخشهای غیرسازه ای می تواند نقش مهمی در کاهش وزن ساختمان و کاهش خطرات ناشی از زلزله ایفا کند. به همین دلیل تلاش می شود استفاده از این قطعات در مصارف ساختمانی به ویژه ساختمانهای مسکونی رواج داده شود. از طرف دیگر بهره گیری از منابع و مصالح محلی نقش بسزایی در کاهش قیمت مصالح و قطعات و نیز انطباق محصول با شرایط اقلیمی خواهد داشت.

پانلهای ساخته شده از رزین و ساقه گندم و برنج، ضمن سبکی، سازگاری قابل ملاحظه ای با محیط زیست داشته و همچنین استفاده از منابع محلی را میسر می سازد.

با توجه به اینکه این پانلها را می توان در قابهای فولادی منتقل نمود، لذا استفاده از آنها در اسکلتهای فولادی به ویژه سیستم LSF ساده تر خواهد بود. با اینحال با استفاده از تمهیدات لازم و رعایت ضوابط مربوط به اتصال قطعات، امکان استفاده از آنها در سایر ساختمانها نیز وجود دارد. این پانلها در زمینه های انرژی، حریق، آکوستیک و مسائل اجرایی





## الزامات پانل‌های دیواری ساخته‌شده از رزین و ساقه گندم و برنج

مبحث ۱۹ مقررات ملی ایران به منظور صرفه جویی در مصرف انرژی انتخاب شود. بدیهی است که در صورت عدم جوابگویی به انتظارات تامین شده در مبحث ۱۹، تامین یک لایه عایق حرارتی با مشخصات مندرج در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان ایران روی جداره‌های ساخته‌شده با این محصول الزامی است.

۵- لازم است پیش‌بینی‌های لازم برای جلوگیری از بروز میعان در داخل پانل و نفوذ آب‌های ناشی از بارندگی صورت گیرد.

۶- لازم است شرایط و محدودیت‌های مندرج در گواهینامه ICC-ESR-۱۵۸۲، در مورد رده‌بندی اهمیتی ساختمان و لرزه‌خیزی منطقه که، توسط شرکت به این مرکز ارائه شده‌است، رعایت شود.

۷- استفاده از این پانل‌ها، طبق آئین‌نامه محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش (نشریه ۴۴۴ مرکز)، فقط در ساختمان‌های نوع ۷ مجاز است. بنابراین تعداد طبقات و ابعاد ساختمان محدود به این نوع (طبق جدول ۴-۳ از آئین‌نامه ۴۴۴) می‌باشد. به عنوان مثال حداکثر تعداد طبقات مجاز برای استفاده از این پانل‌ها در ساختمان‌های مسکونی آپارتمانی، ۳ طبقه (با شرط تامین حداقل یک ساعت مقاومت در برابر آتش) می‌باشد.

۸- پانل مذکور می‌بایست به وسیله یک پوشش تخته گچی با ضخامت حداقل نیم اینچ (۱۲/۵ میلی‌متر) با شرایط اجرایی اشاره شده در ICC-ESR-۱۵۸۲ محافظت شود.

۹- رعایت کلیه مقررات ایمنی در برابر آتش، مرتبط با سیستم، مطابق با آئین‌نامه ۴۴۴ مرکز و مبحث سوم مقررات ملی ساختمان، از جمله توجه به الزامات مقاومت دیوارهای خارجی در برابر آتش متناسب با فاصله از ساختمان‌های مجاور، الزامی است.

۱- استفاده لازم است مصالح ساخته‌شده از رزین و ساقه گندم و برنج، در تمامی موارد از جمله خوردگی، شار تابشی بحرانی، مقاومت در برابر قارچ، جذب بخار آب، انتشار بوی ناخوشایند، پنهان‌سوزی و مقاومت حرارتی، انطباق کامل با ویژگی‌های استاندارد عایق حرارتی الیاف سلولزی ASTM C۷۳۹ داشته باشد.

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- پانل‌های مذکور باید طبق ضوابط استاندارد ISO ۷۸۹۲، مقاومت لازم در برابر آزمون‌های ضربه را دارا باشند.

۴- ضخامت پانل می‌بایست متناسب با ضریب هدایت حرارتی محصول و مطابق با شرایط ساختمان و گروه‌بندی آن، براساس ضوابط مندرج در



### ادامه الزامات پانل های دیواری ساخته شده از رزین و ساقه گندم و برنج



۱۰- صدابندی هوابرد جداکننده های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان می بایستی مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران تأمین گردد. با توجه به ضخامت و مشخصات آکوستیکی پانل ها، که دارای صدابندی هوابرد برابر با ۳۸ دسی بل می باشد، بر اساس ضوابط مبحث ۱۸ مقررات ملی ایران، استفاده از این پانل ها به عنوان جداکننده های داخلی در واحدهای مسکونی بلامانع است. به منظور استفاده از این پانل ها در سایر کاربری ها، لازم است مدارک کافی برای بررسی و تجدید نظر به این مرکز ارسال شود.

۱۱- تأمین تمهیدات لازم جهت اجرای اندوذهای تر و خشک از حیث مقاومت و دوام الزامی است.

۱۲- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم از حیث دوام، خوردگی، زیست محیطی، بهداشتی و غیره می بایستی بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین نامه های ملی یا معتبر بین المللی شناخته شده و مورد تأیید به کار گرفته شود.

۱۳- اخذ گواهی نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



01278

### ۷-۳- مواد پایه: بتن سبک با دانه‌های پلی استایرنی

#### ۷-۳-۱- دیوارهای غیر باربر QPanel



دیوارهای غیر باربر QPanel متشکل از یک لایه بتن سبک فومی میانی و دو لایه روکش سیمان الیافی در طرفین می‌باشد که صرفاً به عنوان دیوارهای جداکننده داخلی ساختمان قابل استفاده می‌باشد. این دیوارها به کمک **runner** و **track**های در نظر گرفته شده به کف و سقف سازه متصل می‌شوند. ابعاد این پانل‌ها ۳ متر ارتفاع و ۰/۶ متر عرض می‌باشد و در ضخامت‌های مختلف تولید می‌شوند. وزن هر متر مربع این پانل‌ها تقریباً بین ۴۰ و ۶۰ کیلوگرم بر متر مربع است. اتصال پانل‌های کناری به یکدیگر به کمک کام و زبانه‌های تعبیه شده در لبه طولی انجام می‌شود.

این پانل‌ها به عنوان دیوارهای غیر باربر و جداکننده داخلی در زمینه‌های حریرق، آکوستیک و سازه در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد بررسی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز است.

#### الزامات دیوارهای غیر باربر QPanel

- ۱- استفاده از این پانل‌ها صرفاً به عنوان دیوارهای جداکننده غیر باربر داخلی ساختمان‌ها مجاز است.
- ۲- در نصب و اجراء این پانل جهت تحمل بارهای حین اجرا کنترل شود.
- ۳- اتصال این دیوارهای غیر باربر 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 غیر باربر در مقابل نیروی زلزله ناشی از جرم دیوار، مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران انجام شود.
- ۵- حداکثر ارتفاع خالص مجاز دیوارهای غیر باربر 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 حریرق و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت اجزای ساختمان در مقابل



### ادامه الزامات دیوارهای غیر باربر QPanel

حریق یا در نظر گرفتن ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی اجزاء ساختمانی الزامی است.

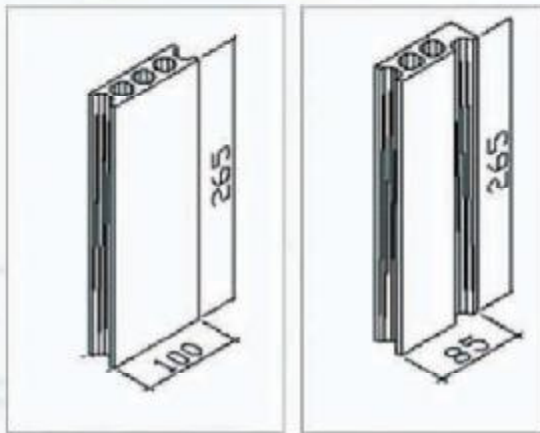
۹- چنانچه مجموعه ضوابط، دستورالعمل و یا آئین نامه در خصوص این محصول توسط این مرکز انتشار یابد، شرکت های تولید کننده، کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران ملزم به رعایت آن می باشند.

۱۰- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.





### ۳-۷-۲- پانل‌های دیواری غیر باربر Ercolith



پانل‌های دیواری Ercolith، در عرض ۸۵ تا ۱۰۰ سانتی‌متر و در ضخامت‌های متنوع از جنس بتن سبک با وزن مخصوص ۴۰۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب تولید می‌شوند. در این پانل‌ها به منظور به حداقل رساندن بار مرده، حفراتی در طول دیوار تعبیه شده است. با توجه به وجود حفرات ملولی در لبه پانل‌ها لازم است، تمهیداتی برای پایدارسازی پانل‌ها در زمان اجرا به کار بسته شود. بتن سبک به کار رفته در این پانل‌ها از نوع فوم بتن می‌باشد و در مقایسه با سایر انواع بتن سبک متعارف از فربسب جذب رطوبت پایین‌تری برخوردار می‌باشد. این پانل‌ها به دلیل ابعاد بزرگتر می‌توانند در افزایش سرعت اجرای دیوارهای غیرباربر و جداکننده‌های داخلی نقش به‌سزایی داشته باشند. این پانل‌ها به عنوان دیوارهای غیرباربر و جداکننده‌های داخلی در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد بررسی قرار گرفته و استفاده از آن در محدوده الزامات ارائه شده مجاز است.

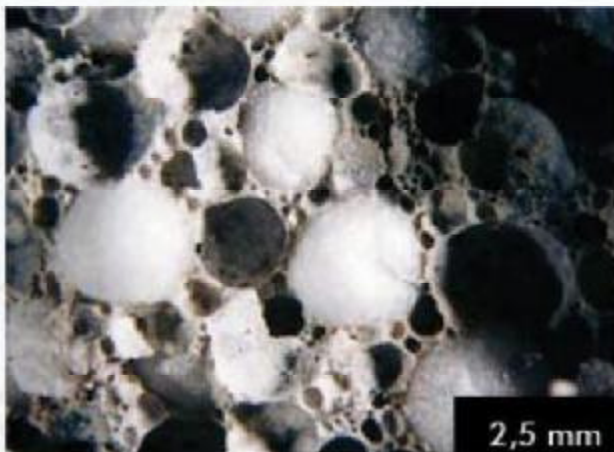
#### الزامات پانل‌های دیواری غیر باربر Ercolith

- ۵- حداکثر ارتفاع خالص مجاز دیوارهای غیرباربر ۳/۲ متر می‌باشد.
- ۶- نوع بتن سبک به کار رفته در پانل‌ها باید الزامات مندرج در استاندارد ASTM C 129 را برآورده سازد. از جمله می‌توان به موارد مهم زیر اشاره نمود:
  - حداقل مقاومت فشاری هیچ‌یک از نمونه‌ها نباید کمتر از  $3/45 \text{ Mpa}$  و مقاومت فشاری میانگین سه نمونه نباید کمتر از  $4/14 \text{ Mpa}$  باشد.
  - حداکثر جمع‌شدگی مجاز برابر با  $0/065$  می‌باشد.
- ۷- 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 با آئین‌نامه‌های ملی یا معتبر بین‌المللی شناخته شده و مورد تایید بکار گرفته شود.

- ۱- استفاده از این پانل‌ها صرفاً به عنوان، دیوارهای جداکننده غیر باربر داخلی ساختمان‌ها مجاز است.
- ۲- در نصب و اجرا، این پانل‌ها باید برای تحمل بارهای حین اجرا کنترل شوند.
- 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.



### ادامه الزامات پانل‌های دیواری غیر باربر Ercolith



۸- سدا بندی هر ایرد جدا کننده‌های بین واحد های مستقل باید مطابق

مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین شود.

۹- 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 یا در نظر گرفتن ابعاد

ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی اجزاء ساختمانی الزامی

است.

۱۰- چنانچه مجموعه ضوابط، دستورالعمل و یا آیین‌نامه در خصوص

این محصول توسط این مرکز انتشار یابد، شرکت‌های تولید

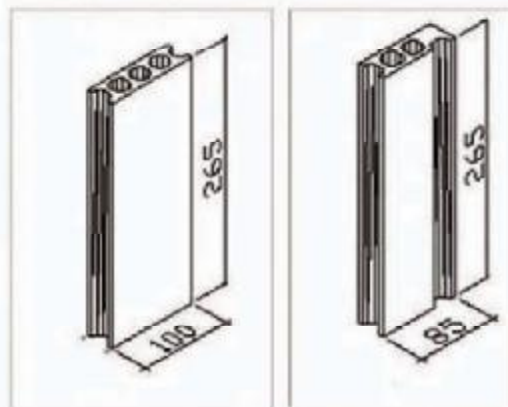
کننده، کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران ملزم به رعایت آن

می‌باشند.

۱۱- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی

خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی

است.





## ۳-۸- سنگدانه‌های سبک پرلیتی

## ۳-۸-۱- استفاده از پرلیت در مصارف ساختمانی به منظور سبک‌سازی یا عایق‌کاری



دارند و به عنوان عایق‌های خوب حرارتی و صوتی بکار می‌روند. صفحات جذب صدا، از مخلوط پرلیت و آزیست پرس شده تهیه می‌گردند.

تخته پرلیتی، عایق حرارتی صلبی است که از پرلیت منبسط، الیاف مسلح کننده و مواد چسباننده ساخته می‌شود. آن را می‌توان به صورت یک تخته یا به صورت تخته‌های دوتایی یا چندتایی چسبانده شده به یکدیگر با یک چسب مناسب عرضه کرد. تخته‌ها ممکن است همچنین دارای لبه شکل داده شده باشند.

با توجه به وجود ذخایر بزرگی از پرلیت در شرق جاده میانه - تبریز در ناحیه سفید خانه (۴۶ کیلومتری شمال شرقی میانه)، اطراف آبادی طارم (در غرب میانه) اطراف بیرجند، فردوس و طبس و دیگر نقاط ایران و از جمله در استان سیستان و بلوچستان و شهرهای نایین و کاشان به نظر می‌رسد بهره‌گیری از این مصالح در تامین نیاز به سبک‌سازی قطعات ساختمانی و بهره‌وری انرژی مفید فایده باشد. به همین دلیل طرح استفاده از پرلیت در مصارف سبک‌سازی و عایق‌کاری ساختمان در این مرکز بررسی گردید و با رعایت الزامات مربوطه مورد تأیید قرار گرفت.

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

پرلیت خام در صنایعی همچون سرامیک، سائیره‌ها، ساخت الکترو، تهیه سیمان، مواد منفجره، متالوژی، تولید زیولیت مصنوعی، فیلتر و صافی و ساخت فیر شیشه‌ای کاربرد دارد.

علاوه بر حالت خام، پرلیت به صورت منبسط نیز مصرف می‌شود. پرلیت منبسط ماده (عایق) دانه ای سبک است که معمولاً از سنگ طبیعی آتشفشانی منبسط شده بر اثر حرارت ساخته می‌شود تا تشکیل ساختاری سلولی دهد. در این روند ابتدا سنگ پرلیت را خرد و سپس دانه بندی می‌نمایند. پرلیت دانه بندی شده ابتدا به بخش پیش گرم و از آنجا به داخل کوره هدایت می‌گردد. دمای داخل کوره میان ۷۰۰ تا ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد و بر پایه ترکیب شیمیایی و میزان آب موجود در پرلیت تنظیم می‌شود. پرلیت در داخل کوره منبسط و به کمک جریان هوا به طرف بالا رسانده می‌شود. مواد زاید به طرف پایین کوره سقوط می‌کنند.

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 می‌توان به نسبت‌های مختلف با سیمان مخلوط کرد و از آن قطعه‌های سبک وزن تهیه کرد. ملات پرلیت از ملات سیمان سبکتر، هدایت گرمایی آن کم جذب صدای آن بیشتر است.

در رنگ‌سازی، پلاستیک، لاستیک و عایق بندی فضای خالی دیوارهای دو جداره بکار می‌رود. صفحات پرلیتی را به کمک پرلیت و یک ماده چسباننده نظیر گچ می‌توان تهیه نمود. این صفحات وزن کم



### الزامات استفاده از پرلیت در مصارف ساختمانی به منظور سبک سازی یا عایق کاری

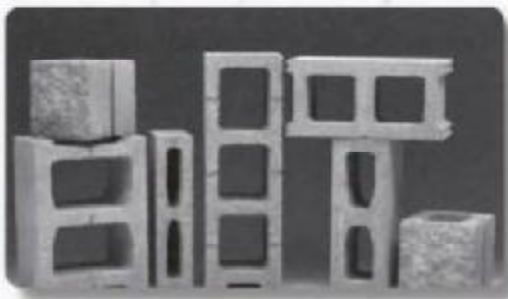
است. این استاندارد ویژگی های سنگدانه های سبک که در



بلوک های بتنی و به منظور کاهش چگالی بتن می باشد را تعیین می کند.

۴- در کلیه مصارف این محصول لازم است مقررات ملی ساختمان ایران رعایت شود.

۵- اخذ گواهی نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



۱- استفاده از پرلیت فله ای در ساختمان برای مصارف عایق کاری حرارتی به شرط برآورده شدن الزامات استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۰۶۲-۱ تحت عنوان "مصالح ساختمانی، فرآورده های عایق کاری حرارتی اجرا شده دوجا از پرلیت منبسط - فرآورده های فله ای و چسبیده قبل از نصب - ویژگی ها" مورد تأیید است. این استاندارد الزامات چهار نوع فرآورده پرلیت منبسط (شامل سنگدانه پرلیت، پرلیت روکش دار، پرلیت آبگریز و پرلیت آماده) را برای عایق اجرا شده درجا، بام، سقف، دیوار و کف تعیین می کند.

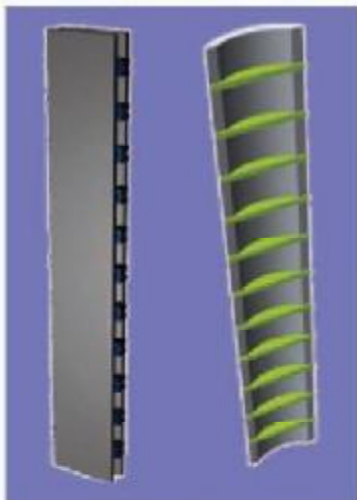
۲- استفاده از تخته پرلیت کارخانه ای در ساختمان برای مصارف عایق کاری حرارتی به شرط برآورده شدن الزامات استاندارد ملی ایران به شماره ۸۳۲۰ تحت عنوان "مصالح ساختمانی، فرآورده های عایق کاری حرارتی ساخته شده در کارخانه از پرلیت منبسط - ویژگی ها" مورد تأیید است. این استاندارد فرآورده های ساخته شده در کارخانه از پرلیت منبسط، با رویه ها یا پوشش ها و یا بدون آن ها که برای عایق کاری حرارتی ساختمان ها استفاده می شود را مشخص می کند. این فرآورده ها به شکل تخته یا عایق های چندلایه تولید می شوند. این استاندارد هم چنین تخته های عایق حرارتی مرکب را نیز شامل می شود.

۳- استفاده از پرلیت در ساختمان برای مصارف سبک سازی و به صورت سنگدانه به شرط برآورده شدن الزامات استاندارد ملی ایران به شماره ۷۶۵۷ تحت عنوان "سنگدانه - سنگدانه های سبک مورد مصرف در بلوک های بتنی - ویژگی ها" مورد تأیید



### ۳-۸-۳- پانل‌های پیش‌ساخته دیواری Rail-Wall از جنس بتن پرلیتی

پرلیت نوعی سنگ سبلیکونی حاصل از گدازه‌های آتشفشانی است که به دلیل چگالی کم، رسانایی ضعیف، خشی بودن، غیر قابل احتراق بودن، سختی کم، درخشندگی خوب، قابلیت جذب و مقاومت، در صنایع مختلف به کار می‌رود. از مهمترین کاربردهای پرلیت فرآوری شده می‌توان در مصالح ساختمانی به صورت قطعات پیش ساخته اشاره نمود. بیشتر مصارف پرلیت در حالت منبسط شده آن می‌باشد ولی در بعضی مواقع از پرلیت خام نیز استفاده می‌شود.



پانل‌های پیش‌ساخته دیواری از دو جداره از جنس بتن پرلیتی با عرض حدود ۴۰ سانتی‌متر و طول حدود ۲۸۰ سانتی‌متر تشکیل شده‌اند که توسط قطعاتی به نام میان‌بند فاصله‌گذاری شده و با پیچ به یکدیگر متصل می‌شوند که پس از نازک‌کاری اثر پیچها حذف خواهد شد. فاصله جداره‌ها می‌تواند با عایق مناسبی جهت صوت و انرژی پر شود و فضایی را جهت عبور تاسیسات در اختیار قرار می‌دهد. وزن هر یک از جداره‌ها حداکثر ۵۰ کیلوگرم است. جداره‌ها می‌توانند به صورت تخت یا انعطاف‌پذیر باشند که شکلی زیبا جهت معماری داخلی بدست می‌دهد.

هنگام نصب پانل‌ها، در محل اتصال به اسکلت و سقف، یک فضای خالی در نظر گرفته شده که با مواد انعطاف‌پذیر پر می‌شود تا هنگام زلزله، از اندرکنش سازه و پانل‌ها جلوگیری شود و اثرات مخرب زلزله بر روی این پانل‌ها کاهش یابد.

این پانل در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده مجاز است.



## الزامات پانل های پیش ساخته دیواری Rail-Wall از جنس بتن پرلیتی

- ۹- چنانچه مجموعه ضوابط، دستورالعمل و یا آئین نامه در خصوص این محصول توسط این مرکز انتشار باید، شرکت های تولید کننده، کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران ملزم به رعایت آن می باشند.
- ۱۰- اخذ گواهی نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

- ۱- استفاده از این پانل ها به عنوان جداکننده های داخلی ساختمان ها به شرط رعایت کلیه الزامات زیر بلامانع است.
- ۲- رعایت مشخصات بتن پرلیتی مطابق استانداردهای بین المللی الزامی است.
- ۳- در نصب و اجرا، این پانل جهت تحمل بارهای حین اجرا کنترل شود.
- ۴- اتصال این دیوارهای غیرباربر به سیستم سازه ای باید به نحوی باشد که ضمن تامین پایداری آنها در برابر بارهای وارده، از اندرکنش آنها و سازه اصلی تا حد امکان جلوگیری شود.
- ۵- کنترل پایداری دیوارهای غیرباربر در مقابل نیروی زلزله ناشی از جرم دیوار، مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران انجام شود.
- ۶- حداکثر ارتفاع خالص مجاز دیوارهای غیرباربر ۳/۲ متر می باشد.
- ۷- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم اهم از معماری و سازه ای از حیث دوام، زیست محیطی و غیره باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین نامه های ملی یا معتبر بین المللی شناخته شده و مورد تأیید، بکار گرفته شوند.
- ۸- 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 اجزاء ساختمانی الزامی است.



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت مسکن و شهرسازی  
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

فصل چهارم:

# سقف ها

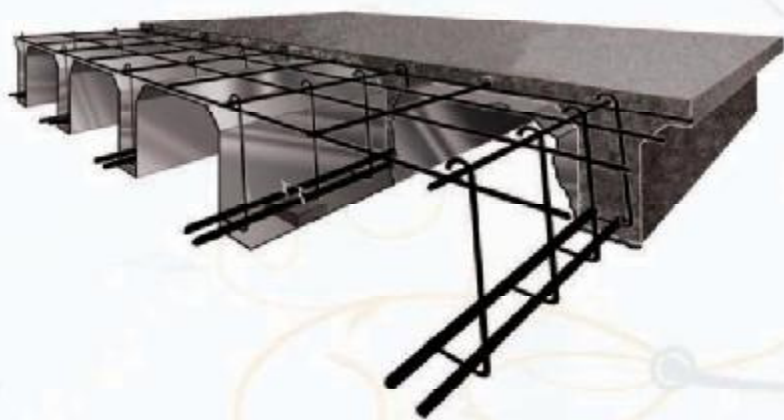




## ۴-۱- سقف سیاک

سقف شده و از طرف دیگر به دلیل عدم تماس لوله‌ها با مصالح ساختمانی موجب افزایش طول عمر لوله‌های تاسیساتی و برقی می‌شود. در این شیوه اجرا لازم است تمهیداتی برای اجرای سقف کاذب گچی با بتنی به صورت درجا در نظر گرفته شده است.

سقف سیاک، یک شیوه اجرای سقف‌های بتنی مسلح تیر و دال یک طرفه می‌باشد. در این شیوه پیش از بتن‌ریزی، قالب‌های فلزی تیرچه‌ها با توجه به ابعاد و فواصل مناسبه شده، در کنار هم قرار می‌گیرند. پیش از بتن‌ریزی لازم است، شمع‌های چوبی یا آهنی اجرا و آرمان‌ورگداری لازم در تیرچه‌ها و دال انجام شود. این روش، با حذف اجرای بلوک‌های سفالی یا سیمانی پرکننده بین تیرچه ضمن کاهش وزن سقف، نشت شیرابه بتنی را از فواصل تیرچه‌ها به حداقل می‌رساند و در نتیجه موجب ارتقاء کیفیت بتن اجرا شده می‌شود. در این روش با اجرای لوله‌های پلیکا پیش از بتن‌ریزی، حفراتی در مقطع عرضی تیر، به منظور فراهم شدن امکان عبور لوله‌های

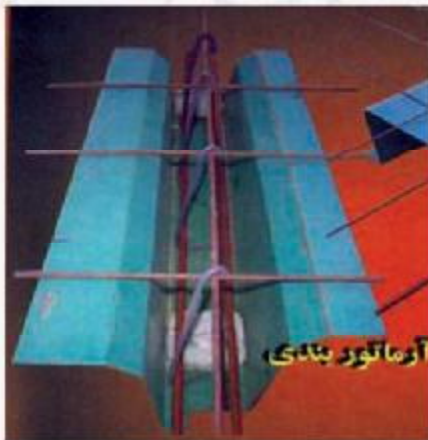


تاسیساتی و برقی ایجاد می‌شود. به این ترتیب زمینه اجرای تاسیسات در فواصل خالی زیر سقف و مابین تیرچه‌ها فراهم می‌شود و در نتیجه با حذف اجرای تاسیسات روی سقف و زیر سازی‌های مربوطه، ضخامت سقف کاهش می‌یابد. کاهش ضخامت سقف، موجب کاهش وزن تمام شده



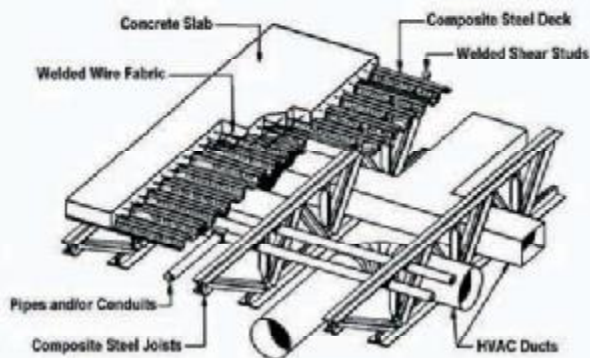
## الزامات سقف بتنی سیاک

- ۱۰- رعایت الزامات مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان، جهت صرفه جویی در مصرف انرژی الزامی است.
- ۱۱- 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 جداره‌ها در مقابل حریق یا در نظر گرفتن تعداد طبقات، ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی ضروری است.
- ۱۲- صدابندی هوابرد و کوبه‌ای سقف بین طبقات می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین شود.
- ۱۳- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



- ۱- رفتار سیستم سقف بتن مسلح سیاک مشابه سقف‌های دال یک طرفه، 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 آرما تورگذاری تیرچه‌ها و دال بتن آرمه بر اساس ضوابط موجود در آیین نامه ACI 318-05 و مبحث نهم مقررات ملی ایران الزامی است.
- ۳- در طراحی و اجرای این سقف تامین دیافراگم صلب، با توجه به ضوابط موجود در استاندارد ۲۸۰۰ ایران الزامی است.
- ۴- لازم است یکپارچگی و کفایت اتصال دال بتن مسلح به عضو باربر جانبی با ارائه محاسبات مناسب در طراحی و اجرا تامین شود.
- ۵- رعایت الزامات مربوط به بازشوها در سقف‌ها، بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران الزامی است.
- ۶- 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.
- ۷- در این شیوه اجرا به دلیل حذف بلوک‌های پرکننده، طراحی و اجرای سقف کاذب ضروری است.
- ۸- اجرای شمع‌های چوبی یا آهنی به منظور پایدار سازی قالب‌های فلزی ضروری است.
- ۹- رعایت تمهیدات لازم متناسب با شرایط اقلیمی و محیطه‌های خورنده ایران الزامی است.

۴-۲- دال مرکب فولادی - بتنی  
 ۴-۲-۱- دال مرکب فولادی - بتنی

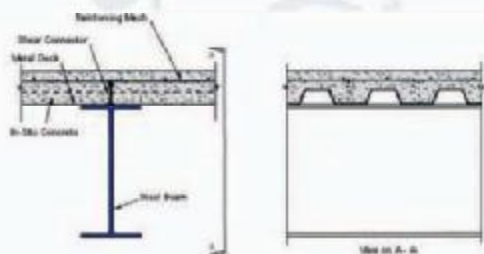


سیستم دال مرکب فولادی-بتنی، یکی از اقتصادی ترین روش های ساخت سقف شناخته شده است. این سقف از مقاطع مختلط دال بتن مسلح بر روی ورق های دوزنقه ای که به تیرها و شاه تیرهای فولادی متصل می شوند، تشکیل شده است.

عملکرد مختلط دال بتن مسلح فوقانی و ورق فولادی دوزنقه ای تحتانی، نقش به سزایی در تامین صلیبت سقف و رفتار برشی مطلوب آن خواهد داشت.

چنانچه در این نوع سقف از تیرچه با جان مشبک استفاده شود، می توان تاسیسات مکانیکی و برقی را به آسانی در زیر سقف تعبیه کرد. لذا امکان دسترسی به تاسیسات، در مواقع بروز مشکل و خرابی احتمالی، ممکن خواهد شد.

سرد نورد شده LSF همخوانی دارد. لذا عمده ترین کاربرد این سقف ها در سازه های فولادی اعم از سرد یا گرم نورد شده می باشد. این سقف در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز است.



این سقف ها در مقایسه با سقف های مرسوم در اسکلت های معمولی، از وزن کمتری برخوردار بوده و بویژه با ساختمان های ساخته شده از فولاد



### الزامات سیستم دال مرکب فولادی - بتنی

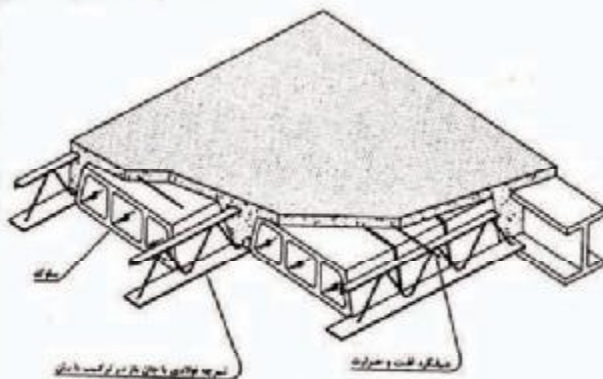
- ۱- ارتفاع ورق‌های فولادی دوزنقه‌ای در این مقاطع به ۷۵ mm محدود می‌شود.
- ۲- تامین ضوابط دیافراگم سلب با توجه به ضوابط موجود در فصل ۱۲ آیین نامه ASCE 7-05 و ضوابط موجود در استاندارد ۲۸۰۰ ایران الزامی است.
- ۳- حداکثر تغییر مکان مجاز ناشی از بار مرده حین اجرا به  $L/180$  یا mm ۲۰ برای هر دهانه محدود می‌شود.
- ۴- حداکثر تغییر مکان مجاز ناشی از بار زنده بهره برداری به  $L/360$  یا 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 ۱۰-۲-۱-۷ مبحث دهم مقررات ملی ساختمان با بر اساس ضوابط موجود در بخش B3 آیین نامه ASCE 7-05 الزامی است.
- ۷- قطر گلمیخ‌های برشگیر باید mm ۲۰ یا کمتر بوده و حداقل ارتفاع آن‌ها بعد از نصب، که از بالای ورق دوزنقه‌ای اندازه گیری می‌شود، نباید کمتر از ۴۰ mm باشد.
- ۸- ضخامت دال بتن آرمه در بالای کنگره ورق دوزنقه‌ای نباید از ۵۰ 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 سردنورده 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 هواپرد 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.



### ۴-۳-۲- تیرچه های فولادی با جان باز در ترکیب با بتن

برای مقابله با تنش های ناشی از افت و تغییرات دما، میلگردهای افت و حرارت در جهت عمود بر تیرچه ها در قسمت بالایی سقف نصب می شوند.

برای تامین یکپارچگی سیستم، استفاده از کلاف عرضی در این سقف الزامی است که شامل دو میلگرد به قطر حداقل ۱۲ میلی متر است. یک میلگرد روی بال تحتانی و یک میلگرد در زیر یا روی بال فوقانی به موازات هم به صورت عمود بر تیرچه ها به آنها جوش می شود.



سقف های تیرچه فولادی با جان باز در ترکیب با بتن، از اجزای اصلی به شرح زیر تشکیل می شوند که استفاده از این سیستم در صورت رعایت الزامات تدوین شده در این مرکز بلا مانع است:

- ۱- تیرچه فولادی با جان باز
- ۲- بلوک
- ۳- میلگرد افت و حرارت
- ۴- کلاف عرضی
- ۵- بتن پوششی درجا

تیرچه های فولادی با جان باز شامل بال تحتانی، اعضای قطری و بال فوقانی می باشند که اعضای پیش ساخته ای هستند که به صورت خرپاهای ویژه دو سر ساده ای برای توزیع یکنواخت بار سقف به تکیه گاه ها به کار می روند. بال تحتانی تیرچه که از تسمه ساخته شده به عنوان عضو کششی خرپا عمل می کند. اعضای قطری تیرچه که از میلگرد می باشند به عنوان عضو مورب خرپا عمل نموده و به کمک اعضای فشاری و کششی، ایستایی لازم را برای تحمل بارهای وارده تامین می نمایند. بال فوقانی تیرچه، از نشی، تسمه یا ناودانی ساخته شده و در داخل بتن پوششی قرار می گیرد. در سقف حاصله، بال فوقانی و جان تیرچه ها در بتن محاط بوده و به صورت یکپارچه به عنوان یک مقطع مرکب T شکل بتن آرمه عمل می نماید.

از بلوک های توخالی سفالی، سیمانی و یا از انواع مصالح سبک مناسب، برای پر کردن فضاهای خالی بین تیرچه ها و به عنوان قالب زیرین بتن پوششی درجا استفاده می شود به علاوه قسمت زیرین بلوک معمولاً برای تامین سطحی صاف به منظور انجام نازک کاری ساخته می شود.



## الزامات طراحی و اجرا برای تیرچه‌های فولادی با جان باز در ترکیب با بتن

- ۱- تیرچه‌های فولادی با جان باز شامل بال تختانی، اعضای قطری و بال فوقانی می‌باشند که اعضای پیش ساخته‌ای هستند که به صورت خرپاهای ویژه دو سر ساده‌ای برای توزیع یکنواخت بار سقف به تکیه‌گاه‌ها به کار می‌روند. بال تختانی تیرچه که از تسمه ساخته شده به عنوان عضو کششی خرپا عمل می‌کند. اعضای قطری تیرچه که از میلگرد می‌باشند به عنوان عضو مورب خرپا عمل نموده و به کمک اعضای فشاری و کششی، ایستایی لازم را برای تحمل بارهای وارده تامین می‌نمایند. بال فوقانی تیرچه، از نشی، تسمه یا ناودانی ساخته شده و در داخل بتن پوششی قرار می‌گیرد. در سقف حاصله، بال فوقانی و جان تیرچه‌ها در بتن محاط بوده و به صورت یکپارچه به عنوان یک مقطع مرکب T شکل بتن آرمه عمل می‌نمایند.
- ۲- طرح سازه‌ای این سقف مرکب تحت انواع بارهای وارده در حالت سرویس و بهره‌برداری باید مطابق ضوابط طراحی و اجرایی آیین‌نامه‌های ACI 318، AISC، مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه صورت گیرد.
- ۳- رعایت ضوابط بند ۱۰-۱-۲-۷ مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ایران در خصوص تیرهای مختلط برای این نوع سقف الزامی است.
- ۴- رعایت ضوابط طراحی و اجرایی نشریه شماره ۱۵۱ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور برای این نوع سقف الزامی است.
- ۵- استفاده از کلاف عرضی در این نوع سقف مطابق بند ۲-۱-۴ نشریه شماره ۱۵۱ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور الزامی است.
- ۶- فاصله آزاد تیرچه‌ها نباید از ۷۵ سانتی‌متر تجاوز نماید.
- ۷- عرض بال تختانی تیرچه‌ها در حالت استفاده از بلوک‌های سفالی یا بتنی نباید کمتر از ۱۲ سانتی‌متر و دو هفتم ضخامت سقف باشد. در حالت استفاده از بلوک‌های پلی‌استایرنی این عرض نباید کمتر از ۱۴ سانتی‌متر و دو هفتم ضخامت سقف باشد.
- ۸- ضخامت دال بتنی نباید از یک دوازدهم فاصله آزاد بین تیرچه‌ها و ۵ سانتی‌متر کمتر باشد.
- ۹- سطح مقطع اعضای قطری تیرچه‌ها نباید از  $0.0015b_m t$  کمتر اختیار شود که در این رابطه  $b_m$  عرض متوسط جان مقطع و  $t$  فاصله دو عضو قطری متوالی است.
- ۱۰- قسمت‌هایی از تیرچه که داخل بتن قرار می‌گیرد نباید رنگ شود.
- ۱۱- ضخامت ورق‌ها، نشی‌ها و پروفیل‌هایی که جوشکاری می‌شوند، نباید از ۳ میلی‌متر کمتر باشد.
- ۱۲- بارگذاری ثقلی این سقف‌ها مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان بارهای وارد بر ساختمان صورت گیرد.
- ۱۳- سقف علاوه بر تحمل بارهای ثقلی وارده باید مطابق بند ۲-۹ استاندارد ۲۸۰۰ ایران قادر به انتقال نیروهای ایجاد شده در کف‌ها در هنگام بروز زلزله به عناصر قائم باربر جانی نیز باشد.



### ادامه الزامات طراحی و اجرا برای تیرچه‌های فولادی با جان باز در ترکیب با بتن

- ۱۴- تامین ضوابط دیافراگم صلب با توجه به استاندارد ۲۸۰۰ ایران الزامی است.
- ۱۵- در صورت استفاده از بلوک‌های پلی استایرنی به عنوان اجزای پرکننده بین تیرچه‌ها، این بلوک‌ها باید از نوع منبسط شونده کندسوز یا خود خاموش شو مطابق با استانداردهای معتبر بین‌المللی مانند ASTM بوده و از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن دارای گواهی‌نامه فنی باشد.
- ۱۶- میلگردهای فولادی مورد استفاده در تیرچه‌ها، علاوه بر دارا بودن مدول ارتجاعی کافی، باید جوش‌پذیر و شکل‌پذیر بوده و حداقل مجاز تغییر طول نسبی در مرحله گسیختگی را دارا باشند. همچنین سایر قطعات فولادی مورد استفاده در تیرچه‌ها شامل ورق‌ها، نبشی‌ها و ناودانی‌ها باید از نوع فولاد ساختمانی با قابلیت شکل‌پذیری و جوش‌پذیری مناسب باشند.
- ۱۷- مشخصات مصالح و نحوه جوشکاری و محاسبات آن باید مطابق آیین‌نامه‌های معتبر داخلی باشد.
- ۱۸- کنترل خیز مجاز سقف‌ها در حین اجرا و بهره‌برداری مطابق مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ایران صورت گیرد.
- ۱۹- رعایت ضوابط رانندگی طراحی Floor vibrations due to human activity منتشر شده توسط انجمن AISC و مبحث دهم مقررات ملی ساختمان ایران جهت کنترل ارتعاش کف‌ها الزامی است.
- ۲۰- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم اعم از معماری و سازه‌ای از حیث دوام، زیست محیطی و غیره باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آیین‌نامه‌های ملی یا معتبر بین‌المللی شناخته شده و مورد تأیید بکار گرفته شوند.
- ۲۱- لازم است تمهیدات لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران صورت پذیرد.
- ۲۲- 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 ساختمانی الزامی است.
- ۲۳- صدابندی هوایرد و کوبه‌ای سقف بین طبقات می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان عایق‌بندی و تنظیم صدا تامین شود.
- ۲۴- الزامات مربوط به انرژی برای سقف‌های خارجی باید مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان صرفه جویی در مصرف انرژی رعایت شود.
- ۲۵- چنانچه مجموعه ضوابط، دستورالعمل و یا آیین‌نامه در خصوص این سیستم توسط این مرکز انتشار یابد، شرکت‌های تولید کننده، کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران ملزم به رعایت آن می‌باشند.
- ۲۶- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصولات تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



### ۴-۳- سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک تو خالی ماندگار

#### ۴-۳-۱- سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک تو خالی ماندگار از جنس پلی پروپیلن

در روند اجرای دال‌های مجوف با استفاده از U-BOOT، پس از آرماتورگذاری لایه زیرین، U-BOOT ها کنار هم روی شبکه آرماتور زیرین قرار گرفته و پس از قرارگیری آرماتورهای برشی میانی و همچنین آرماتوربندی لایه فوقانی، بتن ریزی ریخته می‌شود. در نهایت مقطع دال به صورت اشکل در آمده و عملکرد بهتری نسبت به مقطع مستطیل کامل خواهد داشت.

آنچه جزء مزایای این دال شمرده می‌شود، عدم حضور تیر در دال حاصله می‌باشد که البته با توجه به نیاز طراحی، ممکن است تمهیدات خاصی جهت تأمین تیرهای پنهان انجام شود.

همچنین از آنجا که در برخی از پروژه‌های بزرگ، لزوم در نظر گرفتن فواصل زیاد ستون‌ها و امکان تعبیر دهانه بزرگ برای تأمین پارکینگ در ساختمان وجود دارد، می‌توان این سقف را به عنوان گزینه مناسبی برای اجرا در چنین پروژه‌هایی معرفی کرد.

در مورد این سقف‌ها آنچه مورد اهمیت است امکان اجرای تأسیسات، نحوه دسترسی به آن‌ها و بهره‌گیری از فضای مجوف بلوک‌ها است که بنا به نیاز پروژه و نظر طراح تأمین می‌شود.

این سقف در زمینه‌های انرژی، حریق، آکوستیک و سازه در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن بررسی شده و در حیطه الزامات مربوطه مورد تأیید می‌باشد.

سقف‌های بتن مسلح به دلیل نیاز به کنترل تغییر شکل‌ها و ترک‌ها، بسیار مورد توجه و گاه محدود به دهانه‌های کوچک می‌شوند. حال اگر بتوان مقطع سقف‌های بتن مسلح، به ویژه دال‌ها، را به نحوی بهبود بخشید که بتواند علاوه بر تأمین ضوابط کنترلی، در دهانه‌های بزرگ نیز مجاز به



استفاده باشد و همچنین در مقایسه با دال‌های مشابه از وزن کمتری برخوردار باشد، می‌توان به شیوه جدیدی در روش اجرای دال‌های بتن مسلح دست یافت.

سقف‌های مجوف بتن مسلح، از دلایه بتن مسلح تشکیل شده است که در بالا و پائین دال و بطور گسترده قرار می‌گیرد و حداثا فصل این دو لایه با محصولی به نام U-BOOT، که از جنس پلی اتیلن می‌باشد، پر شده است. این محصول همانند بلوک‌های سفالی یا پلی استایرنی دارای هندسه‌ای مکعبی اما مجوف می‌باشد که با توجه به نیاز پروژه و محاسبات طراحی، ابعاد مختلفی دارند.



## الزامات سقف مجوف بتن مسلح با استفاده از بلوک تو خالی ماندگار از جنس پلی پروپیلن

- ۱۰- رعایت الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، جهت صرفه جویی در مصرف انرژی الزامی است.
- ۱۱- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان ها در مقابل حریق و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره ها در مقابل حریق با در نظر گرفتن تعداد طبقات، ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی ضروری است.
- ۱۲- صدابندی هوابرد و کوبه ای سقف بین طبقات می بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین گردد.

- ۱- محصول U-BOOT نوعی قالب ماندگار از جنس پلی پروپیلن برای ساخت سقف های بتن مسلح دو طرفه مجوف به شمار می رود.
- ۲- در طراحی و اجرای سقف های حاصل از این روش، رعایت کلیه الزامات مربوط به طرح لرزه ای، مطابق با استاندارد ۸۴-۲۸۰۰ و ویرایشهای بعد از آن، الزامی است. در صورتیکه این سقف به عنوان دال تخت مدنظر قرار می گیرد، استفاده از دیوار برشی در طرح لرزه ای الزامی است.
- ۳- رعایت کلیه ضوابط مبحث نهم مقررات ملی در خصوص طرح و محاسبه سقف ها الزامی است.
- ۴- تحلیل و طراحی قطعات بتن مسلح، به همراه آرماتور گذاری های خمشی و برشی، بر مبنای روشهای معتبر شناخته شده و آئین نامه های معتبر بتن مسلح، صورت پذیرد.
- ۵- منظور نمودن بارهای حین اجرا در استفاده از این نوع قالب ضروری است.
- ۶- مشخصات فنی قالب ماندگار پلی پروپیلن باید بر مبنای استاندارد BBA انگلستان تامین شود.
- ۷- رعایت مشخصات فنی مربوط به میل گرد و بتن مورد استفاده در سقف، هم چنین ضوابط آرماتور بندی و بتن ریزی، مطابق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان الزامی می باشد.
- ۸- در نظر گرفتن جزئیات دقیق مسیر و محل نصب کلیه اقلام تأسیسات مکانیکی و برقی در مرحله طراحی و اجرای سقف، ضروری است.
- ۹- رعایت تمامی ضوابط و مقررات مربوط به محیط زیست، مطابق با استانداردهای معتبر بین المللی الزامی است.



### ۴-۳-۲- سیستم سقف کویباکس (Cobiax)



ریخته می‌شود. در نهایت مقطع دال به صورت I شکل با جان یا ضخامت متغیر در می‌آید.

این نوع سقف در زمینه‌های سازه، انرژی، حریت و آکوستیک در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن بررسی شده و کاربرد آن در حیطه الزامات تدوین شده مورد تأیید می‌باشد.

سقف‌های بتن مسلح به دلیل نیاز به کنترل تغییر شکل‌ها و ترک‌ها، بسیار مورد توجه و گاه محدود به دهانه‌های کوچک می‌شوند. حال اگر بتوان مقطع سقف‌های بتن مسلح، به ویژه دال‌ها را به نحوی بهبود بخشید که بتواند علاوه بر تأمین ضوابط کنترلی، در مقایسه با دال‌های مشابه از وزن کمتری برخوردار باشد، می‌توان به شیره جدیدی در روش اجرای دال‌های بتن مسلح دست یافت.

با توجه به آنکه در دال‌های بتنی دو طرفه، معمولاً از نظر تحمل نیروی برشی مشکلی وجود ندارد، اصول طراحی این نوع سقف، بر مبنای حذف قسمتی از بتن میانی و ابتدای عملکرد دال دو طرفه می‌باشد به نحوی که یک دال بتنی حاوی حفره‌های ناشی از حضور گوی‌های کرومی توخالی فراهم می‌شود. سقف‌های مجوف بتن مسلح کویباکس (Cobiax)، از دو لایه بتن مسلح تشکیل شده است که در بالا و پایین دال و بطور گسترده قرار می‌گیرد و حد فاصل این دو لایه با گوی‌های کرومی شکل از جنس پلی پروپیلن پر می‌شود. که با توجه به نیاز پروژه و محاسبات طراحی، ابعاد مختلفی دارند.



در روند اجرای سیستم سقف کویباکس، ابتدا پس از آرماتورگذاری لایه زیرین، قسمه‌هایی از گوی‌های کرومی شکل با فاصله کنار هم روی شبکه آرماتور زیرین قرار گرفته و پس از آرماتوربندی لایه فوقانی، بتن ریزی



### الزامات سیستم سقف کوبیاکس (Cobiax)

برشی نهایی ( $V_{II}$ ) 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 تکیه گاهها، مقاومت برشی نهایی بتن نباید حداکثر از ۵۰ درصد مقداری که از بند ۹-۱۲-۱۷-۴-۲-۱۷ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران حاصل می شود بیشتر منظور شود.

۸- طراحی دال برای خمش در هر جهت بنا بر جزئیات اجرایی و با منظور نمودن حفره ها با مقطع دایره، در ضعیف ترین مقطع دال انجام گیرد.

۹- محاسبات تغییر شکل دال بر پایه بند ۹-۱۴-۲-۶-۱ و با محاسبه دقیق مسان 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 می باشد.

۱- استفاده از این نوع سقف به شرط رعایت ضوابط و محدودیت های ذکر شده در ذیل و مباحث ششم و نهم مقررات ملی ساختمان ایران، در ساختمان های دارای دیوار برشی بتن مسلح مجاز است.

۲- این ضوابط تنها برای سقف های کوبیاکس با گوی های کروی شکل کاربرد داشته و سقف با گوی با اشکال غیر کروی را شامل نمی شود.

۳- مجموع بار مرده روی این سقف ها شامل پارتیشن، کف سازی و نازک کاری محدود به ۲۶۰ کیلوگرم بر متر مربع بوده ضمن آنکه کاربرد این سقف تنها جهت پارکینگ هایی که محل عبور اتومبیل سواری با حداکثر وزن ۲/۵ تن با بار متمرکز ۱ تن می باشد مجاز است.

۴- لازم است حداقل ضخامت بتن در اطراف گوی ها شامل بالا، پایین و مابین دو گوی متوالی حداقل ۵ سانتیمتر در نظر گرفته شود.

۵- در طراحی از ظرفیت برشی فولاد مورد استفاده در قفسه گوی ها صرف نظر شود، با این حال میزان فولاد با امتداد قائم در این قفسه بایستی مطابق بند ۹-۱۲-۶-۳-۱ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران با فرض  $\alpha_w$  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 ۹-۱۲-۴-۲ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران و با فرض مقطع تمام پر بتنی محاسبه شود. در تمام نقاط دال که نیروی



## ادامه الزامات سیستم سقف کویباکس (Cobix)

است. تطابق شرایط و مشخصات مصالح و نحوه اجرا با مدرک  
فنی " General Test Certificate of Building  
Inspectorate-MFPA Leipzig GmbH, P-SAC  
02/III-187" نیز ضروری است.

۱۷- در خصوص عایق‌بندی بام، عایق پلی‌استایرن منبسط شده  
(پلاستوفوم) مورد استفاده، لازم است تا از نوع کتندسوز مطابق  
با استانداردهای معتبر باشد. این عایق پلی‌استایرن باید به وسیله  
حداقل ۱/۵ سانتی‌متر اندود یا تخته گچی محافظت شود. اتصال  
مکانیکی اندود یا تخته به سازه بام ضروری می‌باشد.

۱۸- صدابندی سقف بین طبقات باید مطابق مبحث هجدهم مقررات  
ملی ساختمان ایران با عنوان "عایق‌بندی و تنظیم صدا" تأمین  
شود.

۱۹- کلیه مصالح و اجزا در این سیستم اعم از معماری و سازه‌ای از  
حیث دوام و مسائل زیست محیطی باید بر مبنای مقررات ملی  
ساختمان ایران و یا آیین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی بکار گرفته  
شوند.

۲۰- در شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران، رعایت  
تمهیدات لازم از نظر دوام و پایایی اعضای بتنی ضروری است.

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

۱۱- در محل تقاطع دیوارهای برشی و دال کویباکس، انتقال برش  
ناشی از زلزله از دال به دیوار باید در ضعیف‌ترین سطح مقطع  
دیوار کنترل شده و در صورت نیاز از فولادگذاری برای تسهیل  
انتقال برش درون صفحه دیافراگم به دیوار بهره برده شود.

۱۲- پیش‌بینی المان‌های مرزی در اطراف بازشوها و لبه دال حسب  
مورد مطابق ضوابط طراحی آیین‌نامه‌ها و مقررات موجود انجام  
گیرد.

۱۳- حداکثر دهانه (مرکز ستون به مرکز ستون) برای این نوع سقف  
در حالت کاربرد به صورت دال تخت به ۶/۵ متر محدود  
می‌شود. در صورت کاربرد این سقف در ترکیب با قاب خمشی  
بن آرمه شامل تیر و ستون مجزا که به تفکیک از دال طرح  
شده باشد، محدودیت فوق‌الذکر برای دهانه دال به ۸ متر  
افزایش می‌یابد.

۱۴- استفاده از روش پیش‌دال تنها در حالتی که قفسه و گچ‌های در  
پیش‌دال درگیر بوده و فولادهای کششی در پیش‌دال پیش‌بینی  
شده باشد مجاز است.

۱۵- الزامات مربوط به انرژی باید مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملی  
ساختمان ایران با عنوان "صرفه جویی در مصرف انرژی"  
رعایت شود.

۱۶- 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 ساختمانی الزامی



#### ۴-۴- سفف های بتنی پیش تنیده پس کشیده

سقف، علاوه بر کنترل تنش های خمشی و برشی و تغییرشکل ها، کنترل برش پانچ در محل اتصال دال به ستون نیز حائز اهمیت می باشد. در این سقف ها به منظور دست یافتن به یک طرح بهینه از لحاظ مقدار مصالح، وزن و هزینه، از بتن و فولادهای با مقاومت بالا استفاده می شود. در سقف های پیش تنیده پس کشیده حداقل رده بتن باید C30 باشد.

در زمان اجرا، کنترل کیفیت مواردی نظیر، محل و نحوه جایگذاری کابل ها، میزان نیروی پس کشیدگی در کابل ها، سن و مقاومت بتن در زمان پس کشیدگی، کفایت تزریق گروت در غلاف ها بسیار حائز اهمیت می باشد.

تخریب این سیستم سقف به دلیل وجود میلگردهای پیش تنیده بسیار پرخطر بوده و باید با روش های خاص توسط تیم فنی آموزش دیده، صورت گیرد.



پیش تنیده نمودن مقاطع از دیرباز در پل ها و اسکله ها کاربرد داشته و در سال های اخیر استفاده از آن در سقف های دال تخت، با دهانه های بلند و خصوصاً در سقف پارکینگ های طبقاتی و عموماً اعضایی که تحت اثر خمش می باشند، توسعه یافته است. در سقف های بتنی پیش تنیده، با بوجود آوردن نیروی اضافی فشاری در بتن، قسمتی از تنش های کششی بتن خنثی شده و در نتیجه سطح مقطع فشاری بتن افزایش می یابد. پیش تنیدگی به دو روش عمده پیش کشیدن (Pre Tension) و پس کشیدن (Post Tension) انجام می شود. در سقف های بتنی پیش تنیده پس کشیده، نیروی پیش تنیدگی در بتن، توسط کشش کابل ها بعد از ریختن بتن و رسیدن بتن به مقاومت لازم، ایجاد می شود. این روش به صورت کارگاهی یا کارخانه ای قابل انجام است و با مخفف (PT) شناخته می شود. در اجرای سقف های PT، ابتدا غلاف های فلزی جای گذاری می شوند. سپس، کابل ها درون غلاف ها قرار گرفته و پس از بتن ریزی و رسیدن بتن به مقاومت لازم، (میزانی ذکر شده در مدارک محاسباتی طرح) کشیده می شوند. در مرحله بعد به منظور محافظت کابل ها در برابر خوردگی و زنگ زدگی، گروت یا دوغاب سیمانی مخصوص و یا مواد پلیمری مانند انواع مناسب قیر یا گریس به درون غلاف ها تزریق می شود.

در این سقف ها، به دلیل افزایش سطح مقطع موثر فشاری بتن، ضخامت دال کاهش یافته و علاوه بر کاهش وزن امکان اجرای دهانه های بلند فراهم می شود از سوی دیگر با پیش تنیده نمودن مقطع و کاهش و یا حذف عمق ناحیه کششی بتن، ترک خوردگی و توسعه آن در مقطع بتنی، کاهش و یا حذف شده و در نتیجه دوام مجموعه و مقاومت آن در محیط های خوردنده افزایش می یابد. در این سیستم به دلیل کاهش ضخامت



### ۴-۴- سقف‌های بتنی پیش‌تنیده پس‌کشیده (ادامه)

از نکات حائز اهمیت در اعضای پیش‌تنیده پس‌کشیده، مسئله افت و وادادگی کابل‌ها به دلایلی نظیر، کاهش اصطکاک بین کابل و غلاف، لغزش مهار انتهایی و فرور رفتن گره‌گیرداری در ابتدا و انتهای کابل، کهولت کرنش (Relaxation) و شل‌شدگی فولاد، جمع‌شدگی بتن یا خزش و انقباض یا آب‌رفتگی بتن به مرور زمان می‌باشد که لازم است به دقت محاسبه شده و مورد توجه قرار گیرد.

از دیگر مواردی که در اعضای پیش‌تنیده باید به آن توجه نمود دقت عملی است که باید در هنگام تخریب به عمل آید. تخریب این سیستم سقف به دلیل وجود میله‌گردهای پیش‌تنیده بسیار پرخطر بوده و باید با روش‌های خاص توسط تیم فنی آموزش دیده، صورت گیرد. این سیستم در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن، در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می‌باشد.





## الزامات سقف بتنی پیش تنیده پس کشیده

- ۱- نظر به اینکه سیستم سقف بتنی پیش تنیده پس کشیده عمدتاً بصورت دال تخت کاربرد دارد، لذا براساس توصیه بند ۲-۳-۵-۸ آیین نامه ۲۸۰۱ ایران، در زمان استفاده از سیستم دالهای تخت و ستون، ارتفاع ساختمان به ۱۰ متر یا حداکثر ۳ طبقه محدود می شود. در غیر اینصورت استفاده از دیوارهای برشی بتن آرمه الزامی خواهد بود.
- ۲- استفاده از این سیستم با توجه به بند ۱ فوق در کلیه پهنه های لرزه خیزی ایران بلامانع است.
- ۳- ضوابط طراحی و اجرای سیستم سقف بتنی پیش تنیده پس کشیده باید براساس آیین نامه ۳۱۸ ACI و آیین نامه طرح و محاسبه قطعات بتن پیش تنیده موضوع نشریه شماره ۲۵۰ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور که بخش الحاقی آیین نامه بتن ایران (آبا) می باشد، انجام شود.
- ۴- رعایت حداقل رده بتن مصرفی معادل C۳۰ در این سیستم الزامی است.
- ۵- مقاومت گسیختگی تضمین شده، انواع فولادهای پیش تنیدگی به شرح زیر باید بین ۱۲۰۰ تا ۲۲۰۰ نیوتن بر میلی متر مربع باشد:
  - سیم بدون پوشش تنش زدایی شده
  - رشته هفت سیم بدون پوشش تنش زدایی شده یا رشته هایی از آن
  - میله فولادی بر مقاومت بدون پوشش
- ۶- محافظت فولادهای پیش تنیدگی در برابر زنگ زدگی بسیار حائز اهمیت بوده و باید کابل ها توسط دوغاب سیمان که بعد از کشیدن کابل ها به داخل غلاف ها تزریق می شود و یا مواد قیری یا گریس که روی آن می ماند از زنگ زدگی محافظت شوند.
- ۷- برای رسیدن به یک طرح بهینه از لحاظ مقدار مصالح، وزن و هزینه، باید طراحی و اجرای دال به گونه ای انجام شود که پیش تنیدگی کامل حاصل گردد و بتوان از کل مقطع در فشار بهره جست.
- ۸- کنترل نیروی کشش کابل ها باید توسط چک های کالیبره شده دقیق انجام شود.
- ۹- اجرای این سیستم باید توسط تیم منحصص آموزش دیده انجام شود و در زمان اجرا نیازمند کنترل کیفیت دقیق می باشد.
- ۱۰- تخریب این سیستم سقف به دلیل وجود مبلگردهای پیش تنیده بسیار پر خطر بوده و باید با روش های خاص توسط تیم فنی آموزش دیده، صورت گیرد.
- ۱۱- توجه به مسئله افت در اعضای پیش تنیده پس کشیده بسیار حائز اهمیت بوده و محاسبه و پیش بینی مقدار افت ناشی از موارد زیر باید دقیقاً مورد توجه قرار گیرد:
  - افت نیروی پس کشیدگی به جهت اصطکاک بین کابل و غلاف
  - افت به دلیل لغزش مهار انتهایی و فرو رفتن گره گیرداری در ابتدا و انتهای کابل
  - افت به جهت شل شدگی فولاد - کپولت کرنش (Relaxation)
  - جمع شدگی بتن یا خزش (Creep)



## ادامه الزامات سقف بتنی پیش تنیده پس کشیده

- انقباض یا آب رفتگی بتن که به علت خروج آب از بتن به مرور زمان می باشد (Shrinkage)
- افت ناشی از تغییر شکل نسبی الاستیک بتن

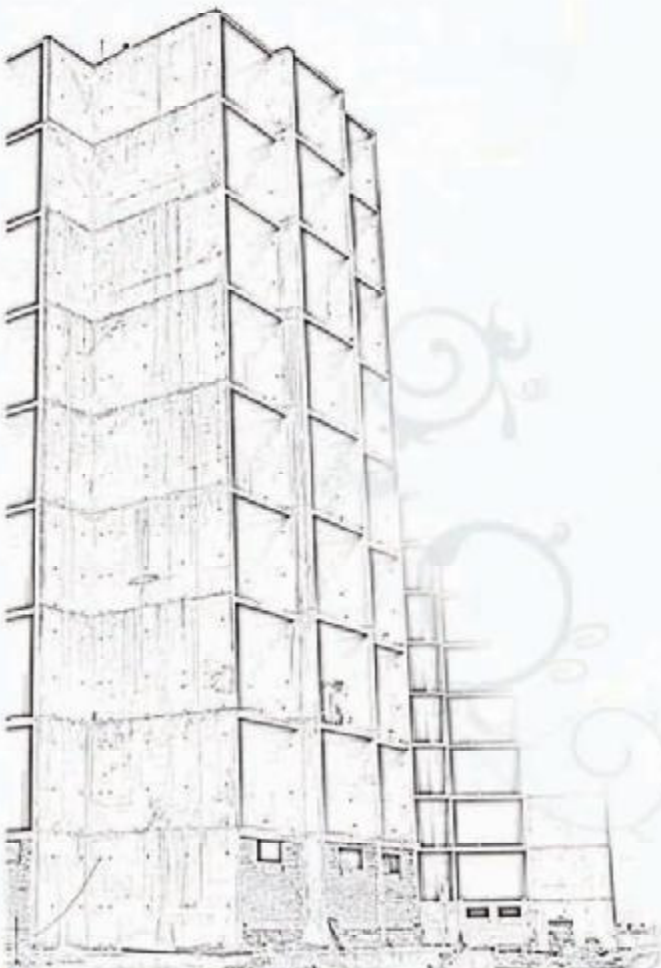
۱۲- استفاده از سیستم سقف دال های تخت پیش تنیده پس کشیده، در دهانه های بلندتر از ۷ متر توجه اقتصادی دارد.

۱۳- در استفاده از دال های تخت پیش تنیده پس کشیده به لحاظ بزرگ بودن دهانه ها و وجود نیروهای ثقلی قابل ملاحظه، در نظر گرفتن تمهیدات لازم به منظور کنترل برش سوراخ کننده (Punch) بسیار حائز اهمیت می باشد.

۱۴- رعایت الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، جهت صرفه جویی در مصرف انرژی الزامی است.

۱۵- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان ها در برابر حریق و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره ها در مقابل حریق با در نظر گرفتن تعداد طبقات، ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی ضروری است.

۱۶- صدابندی هوابرد و کوبه ای سقف بین طبقات می بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان نامین شود.





#### ۴-۵- سقف های مجوف پیش ساخته پیش تنیده Hollow Core Slabs

تحقیقات ساختمان و مسکن مورد بررسی قرار گرفته و استفاده از آن در محدوده الزامات ارائه شده مجاز است.

#### الزامات سقف های مجوف پیش ساخته پیش تنیده Hollow Core Slabs

۱- سقف های ساخته شده از دال های هالوکور (Hollow Core Slabs) از انواع بتن آرمه معمولی و بتن آرمه پیش تنیده از سیستم های شناخته شده در سراسر دنیا بوده و جزو سقف های نیمه سنگین تا سنگین محسوب می شوند.

۲- استفاده از این نوع سقف تنها در ساختمان های با اسکلت بتن مسلح مجاز است.

۳- بارگذاری ثقلی و لرزه ای سیستم سازه ای 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 دال های 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 ساختمان های بتن آرمه انجام شود.

۵- بررسی صلیبت دیافراگم سقف های هالوکور باید براساس بند ۲-۹ و پیوست شماره ۶ استاندارد ۲۸۰۰ ایران صورت گرفته و تمهیدات لازم برای تامین یکپارچگی سقف و صلیبت براساس ضوابط دستورالعمل PCI در نظر گرفته شود.

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 حضراتی طولی تعبیه شده است. از مزایای این سیستم مشابه دیگر انواع سقف های پیش ساخته کاهش زمان اجرا و افزایش سرعت پیشرفت پروژه می باشد. به منظور اتصال مناسب این قطعات به یکدیگر ضمن تامین کلید برشی لازم است فلاپ های مناسب تعبیه شده و در محل به طور مناسب بتن ریزی یا گروت ریزی شود.



دال های مجوف پیش تنیده ضمن دارا بودن مزیت هایی نظیر افزایش طول دهانه باربری یا کاهش ارتفاع مقطع در دهانه های مساوی و استفاده بهینه تر از مقطع بتنی، دارای ملاحظات اجرایی و کیفی متعددی هستند که لزوم استفاده از یک تیم متخصص را در زمان تولید این قطعات، همچنین انتقال و اجرای آنها به کارگاه الزامی مینماید. از نکات شایان توجه در اجرای سقف های مجوف پیش ساخته، اتصال برشی این قطعات به سیستم باربر جانبی می باشد و لازم است با تعبیه میلگردهای قلابی و انجام محاسبات و کنترل های مربوطه طراحی شود. این سقف ها در مرکز



## ادامه الزامات سقف‌های مجوف پیش‌ساخته پیش‌تینیده Hollow Core Slabs

- سیم بدون پوشش تنش‌زدایی شده
- رشته هفت سیم بدون پوشش تنش‌زدایی شده یا رشته‌هایی از آن
- مبایه فولادی پر مقاومت بدون پوشش
- ۱۴- کنترل نیروی کشش فولادهای پیش‌تینیدگی باید توسط چک‌های کالیبره شده دقیق انجام شود.
- ۱۵- ساخت دال‌های هالوکور پیش‌تینیده باید توسط تیم متخصص آموزش دیده انجام شده و در زمان ساخت نیازمند کنترل کیفیت دقیق می‌باشد.
- ۱۶- محافظت فولادهای پیش‌تینیدگی در برابر زنگ‌زدگی بسیار حایز اهمیت بوده و باید به نحو موثری محافظت شود به هر حال رعایت تمهیدات لازم مطابق با شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران الزامی است.



- ۶- به منظور تامین صلیبت 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 العان‌های 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 یا 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.
- ۱۲- رعایت حداقل رده بتن مصرفی معادل C30 در قطعات بتن آرمه پیش‌تینیده الزامی است.
- ۱۳- مقاومت گسیختگی تضمین شده انواع فولادهای پیش‌تینیدگی به شرح زیر باید بین ۱۲۰۰ تا ۲۲۰۰ نیوتن بر میلی متر مربع باشد:



### ادامه الزامات سقف های مجوف پیش ساخته تنیده Hollow Core Slabs

۲۱- چنانچه مجموعه ضوابط، دستورالعمل و یا آیین نامه در خصوص این سیستم توسط این مرکز انتشار یابد، شرکت های تولید کننده، کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران ملزم به رعایت آن می باشند.

۲۲- اخذ گواهی نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



۱۷- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم اعم از معماری و سازه ای از حیث دوام، زیست محیطی و غیره باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آیین نامه های ملی یا معتبر بین المللی شناخته شده و مورد تأیید بکار گرفته شوند.

۱۸- الزامات مربوط به انرژی باید مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان صرفه جویی در مصرف انرژی رعایت شود.

۱۹- 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 اجزاء ساختمانی الزامی است.



۲۰- صدابندی هوابرد و کوبه ای سقف بین طبقات می بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان عایق بندی و تنظیم صدا نامین شود.



108

#### ۴-۶- سقف دالهای نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double Tee با بتن رویه



#### الزامات سقف دالهای نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double Tee با بتن رویه

- ۱- رفتار سیستم سقف دالهای نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double Tee مشابه سقف های دال یک طرفه می باشد. در طراحی و اجرای این سیستم باید، صلبیت و یکپارچگی سقف با ارائه محاسبات کافی صرفاً به کمک اجرای بتن رویه تامین شود.
- ۲- در این سیستم، به منظور تامین یکپارچگی در دیافراگم سقف و همچنین تحمل عکس العمل ناشی از تیرچه ها، می بایست 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.

دالهای نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double Tee همانطور که از نام آنها مشخص است و در شکل نیز ملاحظه می شود از یک 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 قالب بندی و دوره انتظار به مقاومت رسیدن بتن، می تواند موجب افزایش سرعت اجرای سقف شود. رفتار سیستم سقف دالهای نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double tee مشابه سقف های دال یک طرفه بوده و از این رو از نظر سازه ای دارای عملکرد شناخته شده می باشند. اما مشابه دیگر سیستم ها 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.





### ادامه الزامات سقف دالهای نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double Tee با بتن رویه

- ۸- جزئیات ساخت، حمل و نصب اعضا و اتصالات قطعات پیش-ساخته باید مطابق آخرین ویرایش آیین نامه ACI318 و راهنمای طراحی PCI انجام شود.
- ۹- رعایت تمهیدات لازم متناسب با شرایط اقلیمی و محیطهای خورنده ایران الزامی است.
- ۱۰- رعایت الزامات مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان، جهت صرفه جویی در مصرف انرژی الزامی است.
- ۱۱- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمانها در برابر حریق و همچنین الزامات نشریه شماره ۲۴۴ 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- صدابندی هوابرد و کوبه‌ای سقف بین طبقات می بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین شود.
- ۱۳- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



- ۳- استفاده از این سیستم با توجه به دو بند فوق، در کلیه پهنه‌های لرزه خیزی ایران بلامانع است.
- ۴- لازم است یکپارچگی و کفایت اتصال دال بتن مسلح به عضو باربر جانبی با ارائه محاسبات مناسب در طراحی و اجرا تامین شود.
- ۵- چنانچه در طراحی‌ها از عملکرد مرکب بتن رویه و دال نیمه پیش ساخته استفاده می‌شود، لازم است زائده‌های برشی برای انتقال برش ناشی خمش، بین بتن رویه و Double Tee پیش ساخته طراحی و اجرا شوند.
- ۶- 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.
- ۷- ضوابط طراحی و کنترل سقف دال‌های نیمه پیش ساخته بتن مسلح Double Tee، باید بر اساس آیین نامه ACI 318 و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان انجام شود.





جمهوری اسلامی ایران  
وزارت مسکن و شهرسازی  
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

فصل پنجم:

# مصالح





### ۵-۱-۱- تخته های سیمانی

#### ۵-۱-۱-۱- تخته های سیمانی الیافی



#### الزامات تخته های سیمانی الیافی

- ۱- این محصول قابلیت استفاده برای احداث دیوارهای داخلی و خارجی غیر سازه‌ای، نما و ورق پوشش بام شیبدار را دارا است.
- ۲- استفاده از این محصول در مناطق با شرایط آب و هوایی سخت، یخبندان و گرمای شدید (منطقه A طبق استاندارد EN12467) به دلیل محدودیت تعداد سیکل‌های دوام محصول در مدارک ارائه شده، مجاز نمی‌باشد.
- ۳- رعایت الزامات زیست محیطی در مواد و مصالح به کار برده شده در این محصول الزامی است.
- ۴- رعایت استانداردهای زیر در ساخت تخته‌های سیمانی الیافی الزامی است.
  - ویژگی‌ها، آزمون‌های فیزیکی (مشخصات شکل و ابعاد، دانسیته، مقاومت در برابر نفوذ آب)، آزمون‌های مکانیکی (مقاومت خمشی، دوام چرخه یخ‌زدن-ذوب شدن، چرخه حرارت-بارش، مقاومت در برابر آب

سقف‌های تخته‌های سیمان الیافی (Fiber Cement Boards)، صفحات پیش‌ساخته‌ای هستند که دارای ماده چسباننده (بایندر) از نوع سیمانی و یا کلسیم سیلیکات ستری بوده و از الیاف برای نفوذت خصوصیات کششی و خمشی بهره می‌گیرند. الیاف می‌توانند به صورت، پراکنده تصادفی و یا شبکه‌ای منظم در ماتریس سیمانی، به کار گرفته شوند. مسلح‌سازی تخته‌های سیمانی، موجب افزایش مقاومت در برابر نیروهای جانی ناشی از باد، ضربه و زمین‌لرزه می‌شود. همچنین مقاومت در برابر تنش‌های فشاری و کششی منتج از انبساط و انقباض‌های طولی به دلیل تغییرات دما، افزایش یافته و از بروز عیوب مختلف، هم‌چون ترک خوردگی، اعوجاج و پوسته پوسته شدن جلوگیری می‌شود.

ویژگی‌های عملکردی ممتاز این محصول، موجب رشد سریع تولید، مصرف و توسعه روش‌های نصب آن شده است. تخته‌های سیمان الیافی در کاربری‌هایی هم‌چون نمای بیرونی و داخلی ساختمان، اندود سقف، کف‌پوش و دیوارهای داخلی و خارجی ساختمان به کار می‌رود. ظاهر این تخته‌ها می‌تواند خود رنگ (رنگ واقعی سیمان)، رنگ‌دار شده (به رنگ و فام دلخواه) و بافت‌دار (به طرح دلخواه) باشد. در تخته‌های سیمانی با کاربری نما از عایق‌های معدنی به منظور کنترل انتقال حرارت استفاده می‌شود. از مزایای اصلی استفاده از این تخته‌ها می‌توان به دانسیته کم و در نتیجه سبکی محصول، سرعت بالای اجرا، کیفیت مناسب و سهولت نگهداری و حمل و نقل اشاره نمود.



## ادامه الزامات تخته‌های سیمانی الیافی

۹- در مجاورت کلیه بازشوها، اجرای یروفیل‌های زیرسازی افقی و عمودی الزامی است.

۱۰- دوز انبساط بین تخته سیمانی در فواصل مشخص و به میزان معین، بر مبنای تغییر شکل‌های ناشی از تنش‌های حرارتی، بایستی به نحو صحیح تعبیه گردد.

۱۱- درز بین تخته‌های سیمانی باید با مواد و مصالح مناسب (مانند ورق‌های لاستیکی یا آلومینیومی یا.....) پوشانده شود و بر روی پیچ‌ها یا پرچ‌ها باید پس از پوشش دادن با ملات مناسب، سنباده کاری و رنگ‌آمیزی گردد.

۱۲- درز بین نمای اجرا شده با این محصول و ساختمان در لبه تحتانی طبقه زیرین و لبه فوقانی طبقه آخر باید برای عبور جریان هوا باز باشد.

۱۳- اتخاذ تدابیر لازم در نصب دیوار و نما به سازه اصلی برای عدم مشارکت در سختی جاشی الزامی است.

۱۴- رنگ‌آمیزی تخته‌های سیمانی نما در هر دو وجه الزامی است، رنگ‌های مورد استفاده باید مقاوم در برابر شرایط جوی و محیط‌های قلبایی باشد.

۱۵- در کلیه مراحل حمل و نقل و نگهداری باید تخته‌های سیمانی بر روی پالت‌های چوبی به صورت افقی قرار گرفته و روی آن‌ها با لایه‌های نفوذناپذیر مانند نایلون پوشانده شود.

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

گرم، چرخه تر و خشک شدن) و عملکرد در برابر آتش، بر اساس استاندارد EN ۱۲۴۶۷ تعیین گردد.

- آزمون مقاومت ضربه برای تخته‌های سیمان مطابق با استاندارد EN ۱۵۰۵۷ تعیین گردد.

- آزمون عبور بخار آب بر اساس استاندارد EN ۱۲۵۷۲ صورت گیرد.

- تعیین ضریب هدایت حرارتی بر اساس استاندارد EN ۱۲۶۶۴ مورد آزمون قرار گیرد.

- تعیین ضریب انبساط حرارتی بر اساس استاندارد EN ISO ۱۰۵۴۵ صورت گیرد.

- آزمون رفتار محصول در برابر حریق بر اساس استاندارد EN ۱۳۵۰۱ انجام شود.

- تعیین مقاومت در برابر صوت بر اساس استاندارد EN ۱۳۹۸۶ انجام شود.

- تعیین پایداری بیولوژیکی بر اساس استاندارد EN ۳۳۵-۳ صورت گیرد.

۵- در اجرای دیوار یا نما، رعایت کلیه تمهیدات از نظر عایقکاری حرارتی و صوتی ضروری است.

۶- در نصب تخته‌های سیمانی، اجرای زیرسازی مناسب الزامی است.

۷- ضخامت تخته‌های سیمانی، متناسب با نوع کاربرد و زیرسازی باید تعیین گردد.

۸- در اجرای کلیه اتصالات شامل زیرسازی، نصب تخته‌های سیمانی به زیرسازی، و نصب زیرسازی به ساختمان باید از پیچ یا پرچ مطابق ضوابط موجود در مقررات ملی ساختمان استفاده شود.



## ۵-۱-۲- تخته های سیمانی با تراشه های چوب

برخی از مهمترین ویژگی های این محصول عبارتند از:

- ۱- مقاومت در برابر رطوبت و نفوذ آب؛ به طوری که در محیط های مرطوب و یا حتی مغروق در آب، پایداری خود را به صورت کامل حفظ می کند.
  - ۲- مقاومت در برابر حریق؛ با توجه به ضخامت و نوع مواد به کار رفته می تواند در برابر حریق مقاومت بسیار مناسبی داشته باشد.
  - ۳- مقاومت در برابر قارچ ها و حشرات موذی؛ با کاربرد مواد افزودنی مناسب، هیچ گونه امکان ایجاد قارچ و یا نفوذ حشرات موذی و با جونده وجود ندارد.
  - ۴- مقاومت در برابر شرایط محیطی؛ در شرایط محیطی گرم و مرطوب، معتدل و یا سرد ویژگی های این محصول تغییری نکرده و پایداری و دوام در انواع شرایط آب و هوایی دوره های یخزدن و ذوب شدن را دارا می باشد.
- از مهمترین مزایای کاربردی این محصول در صنعت ساختمان می توان به مقاومت حرارتی مناسب، مقاومت در برابر ضربه، سهولت کاربرد، سبک بودن، جذب صوت و مقاومت در برابر انتقال صوت و قابلیت رنگ آمیزی آن اشاره کرد.
- این زیر سیستم در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده مجاز است.

از دهه ۱۹۴۰ توجه به کاربرد انواع الیاف و مواد در ساخت کامپوزیت های سیمانی آغاز شد و طی سالیان گذشته با دستیابی بشر به فناوری های نوین در صنعت ساختمان، توسعه روز افزون یافت. حدود سال های ۱۹۷۰ کارخانه های مختلفی در جهان اقدام به تولید تخته های سیمانی با تراشه های چوب کردند که امروزه محصولات تولیدی در این زمینه می تواند کلیه استانداردها و ضوابط لازم در صنعت ساختمان را تأمین کند. تخته های سیمانی تولید شده، قابل استفاده در انواع کاربری ها و شرایط اقلیمی مختلف می باشد. از جمله کاربردهای آن می توان به استفاده در دیوارهای داخلی، خارجی، نما و پوشش بام اشاره نمود.

اجزای اصلی تشکیل دهنده این تخته ها، سیمان، آب، تراشه های چوب و مواد افزودنی مناسب می باشد. همچنین وجود مواد افزودنی مختلف سبب می شود تا چسبندگی و پیوستگی این اجزا با یکدیگر بیشتر شده و امکان ایجاد یک کامپوزیت مناسب برای کاربری های مختلف در صنعت ساختمان را فراهم کند.

تخته های سیمانی با کنترل کیفیت بالا در کارخانه تولید و به محل کارگاه انتقال داده می شوند. برای زیرسازی تخته های سیمانی می توان از پروفیل های فلزی از نوع فولاد سرد نورد شده استفاده و تخته ها را با اتصال پیچ یا پرچ به زیرسازی متصل کرد. فضای بین دو تخته سیمانی در دیوارهای خارجی متناسب با نوع کاربری و شرایط محیطی نیز معمولاً با انواع عایق های معدنی و پلیمری پر می شود.

این شیوه صنعتی سازی ساختمان، علاوه بر کنترل بالای کیفیت کارخانه ای در تولید تخته سیمانی و پروفیل های زیرسازی، دارای سرعت زیاد و سهولت در اجرا می باشد.



الزامات تخته های سیمانی با تراشه های چوب

- ۱- این محصول قابلیت استفاده برای احداث دیوارهای داخلی و خارجی غیر سازه‌ای، نما و ورق پوشش بام شیبدار را دارا است.
- ۲- رعایت الزامات زیست-محیطی در مواد و مصالح به کار برده شده در این محصول الزامیست.
- ۳- رعایت استانداردهای زیر در ساخت تخته‌های سیمانی حاوی تراشه‌های چوب الزامی است.
- ویژگی‌ها و آزمون تعیین وزن واحد حجمی به ترتیب بر اساس BS EN 323 و BS EN 634-2
- ویژگی‌ها و آزمون تعیین مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته به ترتیب بر اساس BS EN 310 و BS EN 634-2
- ویژگی‌ها و آزمون تعیین مقاومت کششی ناشی از بار عمود بر سطح به ترتیب بر اساس BS EN 319 و BS EN 634-2
- ویژگی‌ها و آزمون تعیین مقاومت خمشی بعد از آزمایشات چرخه‌ای به ترتیب بر اساس BS EN 634-2 و BS EN 321 و BS EN 319
- ویژگی‌ها و آزمون تعیین تورم در ضخامت بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب به ترتیب بر اساس BS EN 634-2 و BS EN 317
- ویژگی‌ها و آزمون تعیین تورم در ضخامت پس از آزمایشات چرخه‌ای به ترتیب بر اساس BS EN 634-2 و BS EN 321 و BS EN 317
- ویژگی‌ها و آزمون تعیین میزان رطوبت به ترتیب بر اساس BS EN 322 و BS EN 634-1
- تعیین پایداری بیولوژیکی بر اساس BS EN 335-3
- ویژگی‌ها و آزمون تعیین محدوده مجاز مشخصات ابعادی به ترتیب بر اساس BS EN 634-1 و BS EN 324-1
- تعیین ضریب هدایت حرارتی بر اساس BS EN 12664
- تعیین ضریب اتبساط حرارتی بر اساس DIN 51045
- آزمون‌های رفتار در برابر حریق بر اساس DIN EN 13823
- تعیین پایداری ابعادی بر اساس BS EN 318
- آزمون رفتار در برابر صوت بر اساس BS EN 13986
- آزمون عبور بخار آب بر اساس BS EN 12572
- ۴- در اجرای دیوار یا نما، رعایت کلیه تمهیدات از نظر عایقکاری حرارتی و صوتی ضروری است.
- ۵- ضخامت تخته‌های سیمانی متناسب با نوع کاربرد و زیرسازی باید تعیین گردد.
- ۶- در نصب تخته‌های سیمانی، اجرای زیرسازی مناسب الزامی است.
- ۷- در اجرای کلیه اتصالات شامل زیرسازی، نصب تخته‌های سیمانی به زیرسازی، نصب زیرسازی به ساختمان باید از پیچ یا پرچ مطابق ضوابط موجود در مقررات ملی ساختمان استفاده شود.
- ۸- در مجاورت کلیه بازشوها، اجرای پروفیل‌های زیرسازی افقی و عمودی الزامی است.



### ادامه الزامات تخته های سیمانی با تراشه های چوب

۱۳- رنگ آمیزی تخته های سیمانی نما در هر دوچه الزامی است. رنگ های مورد استفاده باید مقاوم در برابر شرایط جوی و محیط های فلزیایی باشد.

۱۴- در کلیه مراحل حمل و نقل و نگهداری باید تخته های سیمانی بر روی پالت های چوبی به صورت افقی قرار گرفته و روی آن ها با لایه های نفوذپذیر مانند نایلون پوشانده شود.

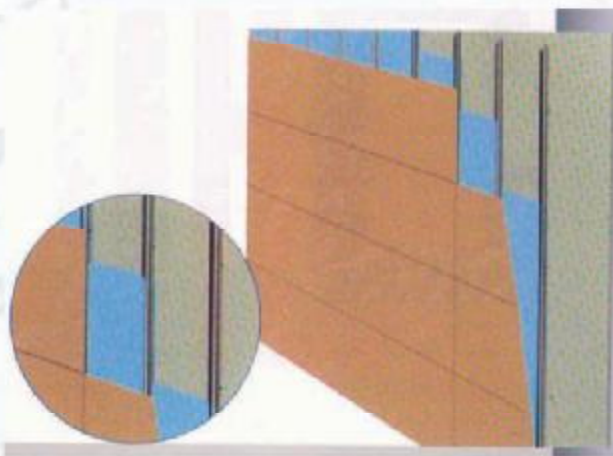
۱۵- اخذ گواهی نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

۹- درز انبساط بین تخته سیمانی در فواصل مشخص و به میزان معین، بر مبنای تغییر شکل های ناشی از تنش های حرارتی، بایستی به نحو صحیح تعبیه گردد.

۱۰- درز بین تخته های سیمانی باید با مواد و مصالح مناسب (مانند ورق های لاستیکی یا آلومینیومی یا.....) پوشانده شود و بر روی پیچ ها یا برج ها باید پس از پوشش دادن با ملات مناسب، سنباده کاری و رنگ آمیزی گردد.

۱۱- درز بین نمای اجرا شده با این محصول و ساختمان در لبه تحتانی طبقه زیرین و لبه فوقانی طبقه آخر برای عبور جریان هوا باید باز باشد.

۱۲- اتخاذ تدابیر لازم در نصب دیوار و نما به سازه اصلی برای عدم مشارکت در سختی جانبی الزامی است.





### ۵-۱-۳- نمای مدولار پرسلان

غیرقابل اشتعال می‌باشد و امکان استفاده از آن با رعایت ضوابط مندرج در مقررات ملی ایران وجود دارد.



نمای مدولار پرسلان، کتیبه‌ای است از جنس خاک رس که بوسیله دستگاه اکستروژن و از طریق پخت خاک رس با دانه بندی پرسلان در دمای بسیار بالا و فشاردگی بسیار زیاد تولید می‌شود. این نما، در رنگهای مختلف با طیف رنگی آزاد و در قطعات نسبتاً بزرگ (با ابعاد حداقل  $۳۰۰ \times ۳۰۰$  و حداکثر  $۶۰۰ \times ۱۲۰۰$  میلی‌متر) و به صورت توخالی ساخته می‌شود. کاربرد این محصول در فضاهای داخلی و خارجی و اغلب در نما و کف ساختمان و همچنین بعنوان کف پله و یا دکورهای داخلی می‌باشد. از آنجاکه مصالح به‌کارگرفته‌شده در ساخت این محصول، با فرهنگ حاکم بر معماری ایرانی و استانداردهای ملی ایران مطابقت دارد، لذا کاربرد آن در ساختمان‌های متداول، تناقضی با معماری و شهرسازی با توجه به استانداردها و ضوابط معماری ایرانی ایجاد نمی‌کند. همچنین با توجه به خواص این نما و قابلیت برش کاری و فرم‌دهی با توجه به معماری سازه و نیز حداقل بودن تعمیر و نگهداری آن در برابر شرایط مختلف آب و هوایی و اقلیمی کشور و سازگاری کامل با محیط زیست، می‌توان از این نما در انواع ساختمان‌های نوساز و قدیمی در اکثر مناطق کشور استفاده کرد.

به منظور نصب و اجرای این نما می‌توان از پروفیل‌های آلومینیومی و شیوه اجرای خشک استفاده کرد که بدلیل شکل ظاهری قطعات و وجود حالت کام و زیانه در آن‌ها اجرای این نما، با مدنظر قرار دادن دقت کافی، بسیار تمیز و سریع و با کیفیت بالا انجام خواهد پذیرفت.

با استفاده از این نما می‌توان از هدر رفتن انرژی به طور قابل ملاحظه ای جلوگیری کرد. شایان ذکر است که فضای داخلی موجود در قطعات به عنوان عایقی مناسب برای حرارت و صدا عمل می‌کند. همچنین این نما



### الزامات نمای مدولار پرسلان



- ۱- نمای مدولار پرسلان در گروه کاشی های سرامیکی اکسترودی با جذب آب کمتر یا مساوی ۳٪ (گروه AI) قرار می گیرد.
- ۲- رعایت کلیه ضوابط مرتبط با گروه کاشی های سرامیکی مورد اشاره در بند ۱، مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۵ با عنوان "کاشی های سرامیکی- تعاریف- طبقه بندی- ویژگی ها و نشانه گذاری" الزامی است.
- ۳- رعایت کلیه ضوابط مندرج در بند ۶-۷-۳-۸ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران، در خصوص اتصال قطعات نمای به ساختمان، الزامی می باشد.
- ۴- کلیه قطعات الحاقی به ساختمان باید در مقابل نیروهای جانبی بر اساس ضوابط ارائه شده در بند ۶-۷-۲-۸ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران محاسبه شوند.
- ۵- پوشش های ساختمان، شامل نماها، باید برای اثرات ناشی از نیروی باد بر اساس ضوابط بند ۶-۶ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران طراحی و ساخته شوند.
- ۶- در صورتی که ضخامت بیش از حد متعارف (حدود ۵ سانتی متر) برای عایق در نظر گرفته شود، طراحی دستک ها و اتصالات به دیوار پشت کار، می بایست متناسب با وضعیت دیوار و نیروهای اعمال شده باشد.
- ۷- رعایت ضوابط مندرج در مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ایران و آیین نامه ۴۴۴ این مرکز در مورد حفاظت ساختمان ها در برابر حریق و همچنین جلوگیری از انتقال حریق با سایر واحدهای مجاور الزامی است.

- ۸- از آنجاکه در این سیستم، عایق کاری حرارتی عمدتاً از خارج صورت می گیرد و یک لایه هوا بین قطعات نما و عایق حرارتی در نظر گرفته می شود، لازم است از عایق های معدنی غیرقابل سوختن استفاده شود. استفاده از مصالح آتش بند (Fire stop) بین طبقات مطابق با مقررات ایمنی در برابر آتش الزامی است.
- ۹- رعایت ضوابط مندرج در مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران به منظور صرفه جویی در مصرف انرژی الزامی است. شایان ذکر است که مقاومت حرارتی دیوار، به طور کلی توسط دیوار اصلی و عایق حرارتی تامین می شود. همچنین با توجه به اینکه معمولاً لایه هوا، تهویه شده است، مقاومت لایه هوا و قطعات سفالی در زمینه عایق حرارت مد نظر قرار نمی گیرد.
- ۱۰- در استفاده از زیر سیستم مذکور، اثر پل حرارتی ناشی از دستک ها ناچیز است، ولی در صورت بالا بودن ضخامت عایق حرارتی، لازم است اثر آن لحاظ شود.



## ادامه الزامات نمای مدولار پرسلان

۱۴- به منظور حفظ نما در برابر شرایط مختلف محیطی و تامین دوام مورد احتیاج، لازم است زیرسازی، شامل دستک‌ها، سبزی‌ها و پرچ‌ها، همگی از جنس آلومینیوم باشد.

۱۵- لازم است تمهیدات لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های حورنده ایران صورت پذیرد.

۱۶- 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 تایید به کار گرفته شود.

۱۷- رعایت کلیه مقررات ملی ساختمان ایران در طرح، ساخت و اجرای این نما الزامی است.

۱۸- اخذ گواهی نامه فنی برای محصولات تولیدی پس از راه‌اندازی خط تولید کارخانه از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

۱۱- با توجه به وجود درزهای عمودی و افقی، اثر قطعات نما در صداپندی دیوار حاصل ناچیز است. لذا لازم است صداپندی دیوار تمام‌شده، توسط دیوار اصلی و عایق حرارتی و مطابق با مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران تامین شود.

۱۲- تامین هواپندی مورد نیاز، می‌بایست توسط دیوار پشت‌کار صورت گیرد.

۱۳- از آنجا که با توجه به جزئیات و نقشه‌های ارائه شده، آب‌بندی مورد نیاز برای استفاده از این زیرسیستم تامین خواهد شد، لذا در صورت رعایت جزئیات مذکور، دیوار اجرا شده به همراه این نما، از نظر رفتار در برابر آب ناشی از بارندگی، از نوع سوم محسوب می‌شود و امکان استفاده از آن در مناطق با بارندگی شدید و کج باران نیز وجود دارد.





## ۵-۲- تخته های منیزیمی (تخته های چندمنظوره)



### الزامات تخته های منیزیمی (تخته های چندمنظوره)

- ۱- با توجه به اینکه برای تخته های منیزیمی استاندارد خاصی وجود ندارد، بنابراین این نوع تخته ها با ویژگی های استاندارد مربوط به تخته های سیمان الیافی مقایسه می شود. کاربرد این نوع تخته ها، به عنوان پوشش دیوار، پارتیشن و سقف کاذب هنگامی مجاز است که الزامات ذکر شده در استاندارد EN ۱۲۴۶۷، در آن رعایت شده باشد.
- ۲- استفاده از تخته های منیزیمی در مناطقی که در معرض دما، رطوبت زیاد و یخ زدن شدید قرار می گیرند، باید الزامات تخته های سیمان الیافی دسته A ذکر شده در استاندارد EN ۱۲۴۶۷ را برآورده سازد.
- ۳- استفاده از تخته های منیزیمی در مناطقی که در معرض دما، رطوبت و گاهی یخ زدن قرار می گیرند، باید الزامات تخته های سیمان الیافی دسته B ذکر شده در استاندارد EN ۱۲۴۶۷ را برآورده سازد.

استفاده از تخته های سبک به منظور کاهش وزن نماکاری در ساختمان و نیز سهولت و سرعت بخشیدن به اجرا یکی از راهکارهای مناسبی است که به تازگی وارد فرهنگ ساختمان سازی کشور شده است. با توجه به تنوع این تخته ها و بهره گیری از انواع مصالح ساختمانی در آنها، استقبال زیادی از این محصول به عمل آمده است. تخته های منیزیمی (تخته های چند منظوره) که به مستربرد نیز شهرت یافته اند، در زمره تخته های سبک با مصارف ساختمانی قرار می گیرند که در ساخت آنها بیشترین استفاده از الیاف معدنی به ویژه منیزیم شده است. این تخته ها در گروه محصولات بدون آزیست قرار میگیرند و جایگزین مناسبی برای محصولات قدیمی مشابه محسوب می شوند.

با توجه به ماهیت این تخته ها، استفاده از آنها در ساختمانهای با اسکلت فلزی به ویژه سیستم LSF توجه پذیرتر خواهد بود، حال آنکه با در نظر گرفتن تمهیدات مناسب و تامین زیرقابهای اصولی و صحیح امکان بهره گیری از این تخته ها در ساختمانهای مختلف وجود خواهد داشت. این محصول از آن جهت برای استفاده در دیوارهای داخلی و خارجی، پارتیشن های قسمتهای داخلی واحدهای مسکونی و نیز سقف کاذب توصیه می شود که ضمن سبک بودن و نیز کمک به دیوار اصلی در تامین عایق صوتی، سازگاری خوبی با محیط زیست داشته و در برابر حریق، صوت، محیطهای مرطوب و حشرات موذی از جمله موریانه از مقاومت قابل قبولی برخوردار است. این محصول در زمینه های مختلف انرژی، حریق، آکوستیک و مسائل اجرایی در این مرکز بررسی گردیده و در حیطه الزامات تدوین شده مجاز به استفاده می باشد.



ادامه الزامات تخته های منیزیمی (تخته های چندمنظوره)

- ۴- استفاده از تخته های منیزیمی در مناطقی که در معرض دما، رطوبت فرار می گیرند، باید الزامات تخته های سیمان الیافی دسته C ذکر شده در استاندارد EN 12467 را برآورده سازد.
- ۵- مقاومت خمشی و مدول گسیختگی این نوع تخته ها باید الزامات تخته های سیمان الیافی (دسته های A ، B ، C) ذکر شده در استاندارد EN 12467 را برآورده سازد.
- ۶- الزامات دوام تخته های منیزیمی باید براساس الزامات دوام ذکر شده در استاندارد EN 12467 شامل نفوذپذیری بخار آب، پایداری در برابر چرخه های یخ زدن - آب شدن، چرخه های حرارت - بارش، مقاومت در برابر آب گرم، چرخه های خیس شدن - خشک کردن، عملکرد در برابر آتش باشد.
- ۷- به طور کلی الزامات عملکرد فیزیکی و مکانیکی تخته های منیزیمی باید براساس استاندارد EN 12467 باشد.
- ۸- الزامات عملکرد آکوستیکی سیستم های اجرا شده با تخته های منیزیمی باید براساس استاندارد EN 12467 باشد.
- ۹- با توجه به وجود درزهای عمودی و افقی، اثر قطعات نما در صداپندی دیوار حاصل ناچیز است. لذا لازم است صداپندی دیوار تمام شده، توسط دیوار اصلی و عایق حرارتی و مطابق با مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران تامین شود.
- ۱۰- هنگام نصب تخته های منیزیمی، زیرقاب ها به عنوان نگه دارنده این نوع تخته ها باید انتظارات عملکردی زیر را برآورده سازند:
  - انتقال بار مرده و زنده تخته ها (قائم و جانبی) به سازه دیوار.
  - قابلیت انطباق با طرح های مختلف نما.
  - تأمین لایه هوای تهویه شده پشت تخته های منیزیمی.
- ۱۱- پیچ ها، پرچ ها و ... در نصب تخته های منیزیمی باید الزامات استاندارد مربوط را برآورده سازند.
- ۱۲- جزئیات فنی طراحی مانند فاصله استاداها، استفاده از لایه EPDM، جزئیات لایه هواپند و لایه تهویه هوا، نوع پیچ ها و فاصله پیچ ها، نوع گیرداری (اتصال ثابت، متحرک)، فاصله درزهای انبساطی و ... باید ارائه شود.
- ۱۳- رعایت کلبه ضوابط مندرج در بند ۶-۷-۳-۸ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران، در خصوص اتصال قطعات نما به ساختمان، الزامی می باشد.



### ادامه الزامات تخته های منیزیمی (تخته های چندمنظوره)

- اینکه معمولاً لایه هوا، تهریه شده است، مقاومت لایه هوا و تخته منیزیمی در محاسبات لحاظ نمی شود.
- ۱۹- در استفاده از زیر سیستم مذکور، اثر پل حرارتی ناشی از دستک ها ناچیز است، ولی در صورت بالا بودن ضخامت عایق حرارتی، لازم است اثر آن لحاظ شود.
- ۲۰- تامین هوابندی مورد نیاز، می بایست توسط دیوار پشت کار صورت گیرد.
- ۲۱- به منظور حفظ نما در برابر شرایط مختلف محیطی و تامین دوام مورد احتیاج، لازم است زیرسازی، شامل دستک ها، سپری ها و پرچ ها، همگی از جنس آلومینیوم باشد.
- ۲۲- لازم است تمهیدات لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط های خورنده ایران صورت پذیرد.
- ۲۳- اخذ گواهی نامه فنی برای محصولات تولیدی پس از راه اندازی



- ۱۴- کلیه قطعات الحاقی به ساختمان باید در مقابل نیروهای جانبی بر اساس ضوابط ارائه شده در بند ۶-۷-۲-۸ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران محاسبه شوند. پوشش های ساختمان، شامل نماها، باید برای اثرات ناشی از نیروی باد بر اساس ضوابط بند ۶-۶ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران طراحی و ساخته شوند.
- ۱۵- در صورتی که ضخامت بیش از حد متعارف (حدود ۵ سانتی متر) برای عایق در نظر گرفته شود، طراحی دستک ها و اتصالات به دیوار پشت کار، می بایست متناسب با وضعیت دیوار و نیروهای اعمال شده باشد.
- ۱۶- رعایت ضوابط مندرج در مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ایران و آیین نامه ۴۴۴ این مرکز در مورد حفاظت ساختمان ها در برابر آتش الزامی است. از جمله در صورت استفاده از تخته های منیزیمی در پانل های ساندویچی، مقررات ایمنی در برابر آتش برای این نوع پانل ها باید رعایت شود.
- ۱۷- از آنجاکه در این سیستم، عایق کاری حرارتی عمدتاً از خارج صورت می گیرد و یک لایه هوا بین قطعات نما و عایق حرارتی در نظر گرفته می شود، لازم است از عایق های معدنی غیرقابل سوختن استفاده شود.
- ۱۸- رعایت ضوابط مندرج در مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران به منظور صرفه جویی در مصرف انرژی الزامی است. شایان ذکر است که مقاومت حرارتی دیوار، به طور کلی توسط دیوار اصلی و عایق حرارتی تامین می شود. همچنین با توجه به



۲-۵- صفحات عایق حرارتی XPS

صفحات عایق حرارتی XPS، فوم‌های روزن رانی شده پلی استایرن بوده که دارای بافت تو در تو و به هم فشرده و خالی از حفره می‌باشند که کمک زیادی به مقاومت این فوم در برابر نفوذ رطوبت می‌کند.

کاربرد این صفحات در عایق کاری کف، سقف و دیوارهای ساختمان‌های مسکونی و صنعتی می‌باشد. به دلیل این که در ساختار آنها حباب وجود ندارد، مقاومت فشاری آنها بالا است. جذب آب آنها نیز کم و تنها ۰/۲٪ است. در آنها نفوذ آب از طریق مویستگی نیز وجود ندارد. این فوم‌ها به راحتی با تیع ازه یا چاقو بریده شده و نیازی به سیم داغ نمی‌باشد و به آسانی به وسیله چسب و یا پیچ، در جای خود تثبیت می‌شوند. ضریب انتقال حرارت آنها نیز بین ۰/۱۴ تا ۰/۲۲ می‌باشد.

این محصول در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده مجاز است.

| XPS                                 | نوع محصول   |
|-------------------------------------|---|
| 1200-2500 mm                        | طول   |
| 600, 900, 1200 mm                   | عرض   |
| 25-100 mm                           | ضخامت   |
| 32-35 kg/m <sup>3</sup>             | چگالی   |
| 0.029 W/mK                          | نفوذپذیری حرارتی در دمای متوسط ۱۰                                 |
| 0.032 W/mK                          | نفوذپذیری حرارتی در دمای متوسط ۲۴ درجه سانتی گراد برای فوم ۵ ساله |
| 300 KPa                             | مقاومت فشاری  |
| 100-200 μ                           | مقاومت در برابر بخار آب   |
| 0.4-0.6 per inch                    | نفوذپذیری بخار آب   |
| 0.2% by Vol.                        | جذب آب  |
| ندارد.                              | نفوذ مویستگی  |
| 70×10 <sup>-6</sup> c <sup>-1</sup> | ضریب انبساط و انقباض  |
| B1                                  | مقاومت در برابر حریق  |

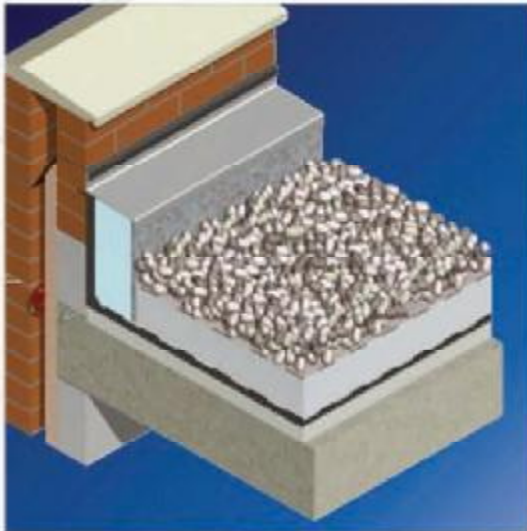


XPS Board



## الزامات صفحات عایق حرارتی XPS

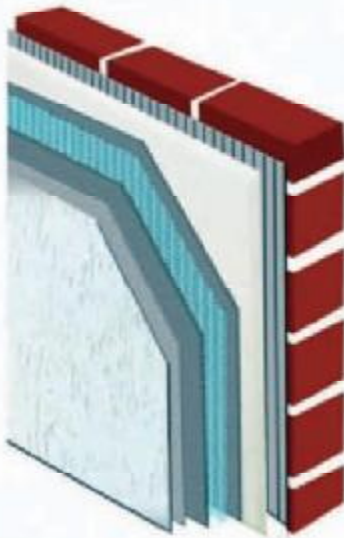
- ۶- کلیه مصالح و اجزا در این سیستم از حیث دوام، زیست محیطی و ... باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آیین نامه های ملی یا معتبر بین المللی شناخته شده و مورد تایید به کار گرفته شود.
- ۷- کلیه ضوابط ایستایی در برابر آتش که برای صفحات EPS تهیه و توسط مرکز اعلام شده است، برای این محصول نیز لازم الاجرا می باشد.
- ۸- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



- رعایت الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۵۲ با عنوان مصالح ساختمانی- فرآورده های عایق کاری حرارتی- فوم پلی استایرن اکسترود کارخانه ای- ویژگی ها و الزامات زیر در استفاده از عایق حرارتی XPS الزامی است.
- ۱- در کاربرد XPS به عنوان عایق حرارتی، 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 ساختمان الزامی است.
- ۲- محافظت از این محصول به وسیله پوشش مانع حرارتی مناسب ضروری است و این پوشش باید دارای اتصالات مکانیکی کافی به سازه یا عناصر ساختمانی باشد. پوشش مناسب می تواند یک اندود یا تخته گچی یا ضخامت حداقل ۱۲/۵ میلی متر یا پوشش دیگری با مقاومت معادل در برابر دمای بالا باشد.
- ۳- پلی استایرن باید از نوع کند سوز (خود خاموش شو) باشد.
- ۴- لایه های XPS نباید بین طبقات و یا واحدهای مستقل امتداد داشته باشد.
- ۵- در کاربرد XPS به عنوان عایق حرارتی، رعایت مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "صرفه جویی در مصرف انرژی" الزامی است.



5-4- نمای مرکب عایق حرارتی بیرونی بر پایه پلی استایرن منبسط (ETICS)



نمای ترکیبی چند لایه، عموماً در سطوح بیرونی دیوارها و یا زیر طاق‌های موجود یا جدید، به منظور ایجاد عایق حرارتی، رطوبتی، محافظت در برابر هوازدگی و بهبود ظاهر ساختمان استفاده می‌شود. نمای ترکیبی نقشی در پایداری دیوار و یا زیر طاقی که روی آن نصب می‌شود، ندارد. در مرحله اول اجرای این نوع نما، از چسب مخصوص به همراه پیچ‌های مقاوم در برابر خوردگی در فواصل و اندازه‌های مشخص برای انصال پلی‌استایرن به لایه خارجی ساختمان استفاده می‌شود. سپس با استفاده از چسب ویژه، لایه‌های تقویت‌کننده از شبکه الیاف شیشه، به پلی‌استایرن متصل شده و سطح برای اجرای لایه نهایی نازک‌کاری آماده می‌شود. در نمای ترکیبی همچنین از تقویت‌کننده مخصوص در اطراف بازشوها به منظور تامین یکپارچگی و استحکام سامانه استفاده می‌شود. در آخرین مرحله، پوشش نهایی به صورت اسپری و غلطک بر روی کار اجرا می‌شود.

در اجرا چسب و پوشش‌های میانی اتصال دهنده، رعایت ملاحظات اجرا از نظر شرایط آب‌وهوایی، رطوبت هوا، سرعت وزش باد و تابش نور خورشید باید مورد توجه قرار گیرد. این سامانه در مقایسه با سایر سامانه‌های متداول در زمینه‌های سبک‌تر بوده و در نتیجه، در کاهش بار مرده ساختمان و نیروهای جانبی وارده می‌تواند موثر باشد. از دیگر مزایای این نمای ساختمانی، نقش موثر آن در عایق‌کاری حرارتی و رطوبتی می‌باشد. این سامانه در زمینه‌های انرژی، حریق، آکوستیک و سازه در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد بررسی قرار گرفته است و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز است.



### الزامات نمای مرکب عایق حرارتی بیرونی بر پایه پلی استایرن منبسط (ETICS)

می تواند به تنهایی به یک پشت کار که برای چسب زدن مناسب است، با به کار بردن چسب متصل شود. در موارد مشکوک، حداقل مقاومت پیوندی چسب به پشت کار، اندازه گیری شده مطابق استاندارد EN ۱۵۴۲:۱۹۹۹، باید بیشتر از ۸۰ kPa باشد و حداقل ۴۰٪ سطح تخته های EPS باید به وسیله چسب به پشت کار چسبانده شود.

۴- مقاومت بیرون کشیدن مربوط به سامانه ETICS متصل به وسیله اتصالات مکانیکی باید مطابق استاندارد EN ۱۳۴۹۵:۲۰۰۲، بدون استفاده از چسب، بین عایق و پشت کار تعیین شود. مقاومت بیرون کشیدن طرح،  $s_{d1}$ ، سامانه ETICS باید بزرگتر از بار مکش باد طراحی شده،  $s_{d1}$ ، باشد. در نبود ضرایب ایمنی جزئی در آیین نامه های ملی برای بار مکش باد طرح،  $s_{d1}$ ، ضریب ایمنی جزئی  $\gamma_s = 1/5$  مطابق استاندارد EN ۱۹۹۰:۲۰۰۲ باید استفاده شود.

۷- تعداد مهارهای لازم در هر متر مربع،  $N_{Anch}$ ، باید به صورت 
$$N_{Anch} = \frac{X_{d1}}{X_{d,Anch}}$$
 محاسبه شود. که در آن مقاومت طرح برای هر مهار  $X_{d,Anch}$ ، برابر با کمترین مقداری است که از دو روش زیر به دست آید:

- مقاومت طرح بیرون کشیدن مهار از پشت کار، طبق گواهی نامه فنی مهار، یا
- مقاومت طرح بیرون کشیدن برای سامانه ETICS مطابق استاندارد EN ۱۳۴۹۵:۲۰۰۲

۱- استفاده از نمای ترکیبی چند لایه با عایق پلی استایرن، با رعایت الزامات زیر و استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۰۵۶ با عنوان "فرآورده های عایق کاری حرارتی برای ساختمان ها - سامانه های مرکب عایق حرارتی بیرونی بر پایه پلی استایرن منبسط شده - ویژگی ها" به عنوان پوشش خارجی دیوارهای خارجی، در مناطق با شرایط اقلیمی مختلف کشور مجاز است.

۲- رعایت الزامات زیست محیطی، در مواد و مصالح به کار برده شده در این محصول الزامی است.

۳- سامانه های مورد نظر باید دارای مقاومت حرارتی اعلام شده ی برابر یا بیشتر از  $1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  باشند.

۴- سامانه ETICS باید در برابر تنش ترکیبی ایجاد شده به وسیله جرم، مکش هوا، دما، رطوبت و جمع شدگی و همچنین بارهای تحت کاربرد معمول و غیره پایدار باشد. سامانه ETICS باید به گونه ای طراحی و به کار برده شود که الزامات مقاومت مکانیکی و پایداری را برآورده کند.

۵- مقاومت چسبندگی پوشش پایه نسبت به تخته EPS باید مطابق استاندارد EN ۱۳۴۹۴:۱۹۹۷ تعیین شود. هیچ نتیجه آزمونی نباید کمتر از ۸۰ kPa باشد. مقاومت چسبندگی چسب به تخته EPS برای سامانه های ETICS متصل به وسیله چسب، به صورت سامانه هایی تعریف می شوند که اتصال به پشت کار به وسیله چسب تضمین می شود. آنها ممکن است شامل اتصالات مکانیکی تکمیلی باشند. مقاومت چسبندگی چسب به تخته EPS باید مطابق استاندارد EN ۱۳۴۹۴:۱۹۹۷ تعیین شود. هیچ نتیجه آزمونی نباید کمتر از ۸۰ kPa باشد. سامانه های ETICS



ادامه الزامات نمای مرکب عایق حرارتی بیرونی بر پایه پلی استایرن منبسط (ETICS)

۸- طبقه بندی واکنش در برابر آتش باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۹۹: سال ۱۳۸۳ تعیین و اعلام شود.  
تخته های EPS به کار رفته به صورت مصالح عایق حرارتی در سامانه ETICS، باید با الزامات مشخص شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۵۰: سال ۱۳۸۷ و آنهایی که در جدول زیر فهرست شده اند، مطابق باشند.

در نبود ضرایب ایمنی جزئی در آیین نامه های ملی، مقاومت طرح برای بیرون کشیدن، با استفاده از ضریب ایمنی جزئی  $\gamma_x = 1/5$  محاسبه می شود. برای هر سامانه ETICS، تعداد مهارها در هر مترمربع برای بارهای مکش باد مختلف به وسیله فروشنده می تواند به صورت جدولی، ارائه شود. همچنین اتصال تخته عایق به پشت کار، می تواند به وسیله پروفیل هایی متصل به پشت کار با مهارهای لازم انجام شود. در این صورت، توجهی ویژه به حداقل سطح مورد نیاز برای یک نمونه ی نماینده آزمون شده، مطابق استاندارد EN ۱۳۴۹۵:۲۰۰۲ باید صورت گیرد.

الزامات فرآورده برای تخته های EPS

| الزامات   |                          | مشخصه  |
|---|--------------------------|--|
| کلاس اتواز / مقدار حدی  | مقدار                    |  |
| مقدار حدی   | $R_D \geq 1/0.0 m^2.K/W$ | مقاومت حرارتی اعلام شده  |
| TR ۱۰۰  | $\geq 10.0 kPa$          | مقاومت کششی عمود بر سطوح تخته های متصل به وسیله ی چسب یا مهارها <sup>۱</sup><br>تخته های EPS متصل به وسیله ی ریل ها <sup>۱</sup> |
| TR ۱۵۰  | $\geq 15.0 kPa$          |  |
| DS (N)۲   | $\pm 0.3\%$              | پایداری ابعادی   |
| S۲  | $\pm 2 mm/m$             | رواداری گونیا بودن   |
| P۴  | $\pm 5 mm$               | رواداری تخت بودن   |
| L۲  | $\pm 2 mm$               | رواداری طول  |
| W۲  | $\pm 2 mm$               | رواداری عرض  |
| T۲  | $\pm 1 mm$               | رواداری ضخامت  |
| مقدار حدی   | $< 0.5 kg/m^2$           | جذب آب دراز مدت با غوطه وری سازی جزئی  |
| <sup>۱</sup> با تخته های EPS متصل به وسیله ی مهار یا ریل در ترکیب با یک چسب، مانند یک سامانه بدون چسب عمل می شود. |                          |  |



ادامه الزامات نمای مرکب عایق حرارتی بیرونی بر پایه پلی استایرن منبسط (ETICS)

توازیهای مقاومت در برابر ضربه

| توازی          | الزام             |
|----------------|-------------------|
| I <sub>1</sub> | بدون آسیب در ۲ J  |
| I <sub>2</sub> | بدون آسیب در ۱۰ J |

مقاومت در برابر فرورفتگی، باید مطابق استاندارد EN ۱۳۴۹۸:۲۰۰۲ تعیین شود. هیچ نتیجه آزمونی نباید کمتر از الزام داده شده در جدول زیر، برای توازی اعلام شده باشد.

توازیهای مقاومت در برابر نفوذ

| توازی  | الزام   |
|--------|---------|
| PE ۲۰۰ | > ۲۰۰ N |
| PE ۵۰۰ | > ۵۰۰ N |

نفوذپذیری نسبت به بخار آب پوشش پایه و مصالح نازک کاری باید مطابق استاندارد EN ۷۷۸۳-۲:۱۹۹۹ تعیین شود. هیچ نتیجهی آزمونی نباید کمتر از ۲۰ g/m<sup>2</sup>.d باشد.

الزامات دوام و چسبندگی مصالح نازک کاری روی پوشش پایه در جدول زیر آمده است. دوام و چسبندگی مصالح نازک کاری روی پوشش پایه باید مطابق استاندارد EN ۴۶۲۸-۲:۲۰۰۳، استاندارد EN ۴۶۲۸-۴:۲۰۰۳ و استاندارد EN ۴۶۲۸-۵:۲۰۰۳، پس از تثبیت شرایط مطابق استاندارد EN ۱۰۶۲-۱۱:۲۰۰۲ تعیین شود.

الزامات جدول فوق، حداقل الزامات هستند. فروشنده سامانه ETICS مسؤول عملکرد سامانه است. الزامات بالاتر یا اضافی برای تخته‌های EPS می‌توانند به وسیله فروشنده سامانه، ضروری در نظر گرفته شوند. مقاومت کششی شبکه‌های لیف شیشه باید مطابق استاندارد EN ۱۳۴۹۶:۲۰۰۲ تعیین شود. الزامات زیر باید برآورده شوند:

- میانگین مقاومت کششی باید بزرگتر از ۴۰ N/mm باشد و هیچ مقدار منفردی در حالت اولیه نباید کمتر از ۳۶ N/mm باشد؛
- نسبت مقاومت کششی به ازدیاد طول در نقطه‌ی شکست، نگهداری شده تحت شرایط معمولی و یا محیط مهاجم، نباید کمتر از ۱ kN/mm باشد.
- مقاومت کششی پس از نگهداری در محیط مهاجم، مطابق استاندارد EN ۱۳۴۹۶:۲۰۰۲، باید زیاده‌تر از ۵۰٪ مقاومت کششی اولیه باشد.

شبکه‌ی فلزی یا شبکه تقویت کننده برای سامانه باید از فولاد گالوانیزه یا فولاد زنگ‌نزن ساخته شود. برای شبکه گالوانیزه یا توری، حداقل ضخامت پوشش روی، باید ۲۰ μm (≥ ۲۷۵ g/m<sup>2</sup>) و گالوانیزه کردن باید پس از جوشکاری توری یا شبکه انجام شود. فاصله‌ی بین رشته‌ها باید ۹ mm تا ۱۹ mm باشد.

تراوایی در برابر آب مایع، باید مطابق استاندارد EN ۱۰۶۲:۱۹۹۹ تعیین شود. هیچ نتیجهی آزمونی نباید بزرگتر از ۰/۵ kg/m<sup>2</sup>.h<sup>۰.۵</sup> باشد. اگر پوشش پایه مطابق این الزام باشد، نیازی به آزمایش مصالح نازک کاری نیست.

مقاومت در برابر ضربه، باید مطابق استاندارد EN ۱۳۴۹۷:۲۰۰۲ تعیین شود. هیچ نتیجه آزمونی نباید کمتر از الزام داده شده در جدول زیر، برای توازی اعلام شده باشد.



## ادامه الزامات نمای مرکب عایق حرارتی بیرونی بر پایه پلی استایرن منبسط (ETICS)

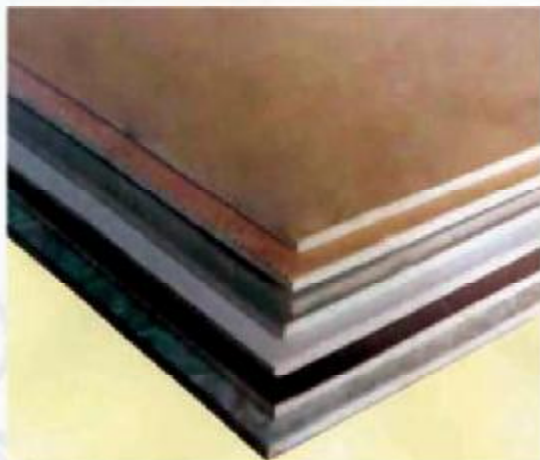
## الزامات دوام و چسبندگی مصالح نازک کاری روی پوشش پایه

| مشخصه                                     | الزامات   |
|---|---|
| درجه‌ی طبقه‌شدگی مطابق استاندارد ۲-EN۴۶۲۸ | هیچ   |
| درجه‌ی ترک خوردن مطابق استاندارد ۴-EN۴۶۲۸ | مقدار ترک‌ها: درجه‌ی ۳ (تعداد متوسط ترک‌ها)<br>اندازه ترک‌ها: درجه‌ی ۲ (حداکثر با پهنای $200\mu\text{m}$ )                      |
| درجه‌ی پوسته شدن مطابق استاندارد ۵-EN۴۶۲۸ | مقدار پوسته شدن: درجه‌ی ۳ (سطح پوسته شده کمتر یا مساوی ۱٪)<br>اندازه‌ی پوسته شدن: درجه ۲ (اندازه‌ی پوسته شدن کمتر یا مساوی ۳mm) |

- ۹- لایه نهایی مصالح نازک کاری روی پوشش پایه، باید دوام و چسبندگی لازم، در شرایط جوی مختلف و اقلیم‌های قلیایی را دارا باشد.
- ۱۰- درز انبساط بین قطعات نمای ترکیبی در فواصل مشخص و به میزان معین بر مبنای تغییر شکل‌های ناشی از تنش‌های حرارتی، بایستی به نحوه صحیح تعبیه شود.
- ۱۱- درز انقطاع بین قطعات باید با مواد و مصالح مناسب پوشانده شود.
- ۱۲- در اجرای نما، ضخامت حداقل دیوار به انضمام ضخامت عایق حرارتی باید به گونه‌ای باشد که الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی برای دیوارهای خارجی را تامین نماید.
- ۱۳- پلی استایرن مورد استفاده در این نمای کامپوزیتی باید حتماً از نوع کند سوز باشد.
- ۱۴- طبقه‌بندی واکنش در برابر آتش باید طبق استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۹۹ سال ۱۳۸۳ تعیین و اعلام شود.
- ۱۵- مقاومت سببم در برابر آتش، خواص واکنش در برابر آتش، اجزا سازنده، مقاومت دیوار خارجی در برابر آتش و روش اجرا باید مطابق ضوابط مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان‌ها در برابر حریق، و الزامات تشریحی ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره‌ها در مقابل حریق تامین شود.
- ۱۶- صدابندی هوابرد جداکننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان، می‌بایستی مطابق مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان تامین شود.
- ۱۷- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی پس از راه‌اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



### 5-0- صفحات روکش دار گچی (نخنه گچی)



این نوع صفحات متشکل از یک هسته گچی است که با ورقه‌های کاغذ کرافت مقاوم پوشش داده شده و به خوبی به آنها چسبیده است تا صفحه‌های مسطح و مستطیل شکل به وجود آورد. نوع سطوح کاغذی با توجه به نوع استفاده خاص از صفحه، تغییر می‌نماید و هسته گچی ممکن است دارای مواد افزودنی برای به وجود آوردن خصوصیات ویژه باشد. این صفحات گچی پیش‌ساخته دارای ضخامت ۸-۲۵ میلی‌متر و وزن مخصوص ظاهری برابر با ۹۵۰-۷۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشند.

برای تولید این نوع ورق‌ها، گچ را با آب و مواد افزودنی مانند چسب و غیره در مخلوط‌کن ریخته و همگن می‌کنند. به طوری که خمیر سیال و زودگیر حاصل شود. این خمیر مایع بر روی مقوا (ضخامت ۰/۶ میلی‌متر به وزن ۳۵۰-۳۰۰ گرم در هر متر مربع) که در روی نوار متحرکی قرار گرفته و به طور مداوم حرکت می‌کند ریخته می‌شود و همزمان با این عمل رول ورق مقوایی دیگری باز و بر روی سطح گچ ریخته شده قرار می‌گیرد و سپس از بین دو غلتک شکل دهنده می‌گذرد. در مرحله بعدی پس از کمی سخت شدن، ورق گچ به خشک‌کن مناسب هدایت شده و خشک می‌شود. در شکل زیر صفحات روکش دار گچی مشاهده می‌شود.

### الزامات صفحات روکش دار گچی (نخنه گچی)

- ۳- در نصب صفحات گچی روکش دار گچی، اجرای زیرسازی الزامی است.
- ۴- ضخامت صفحات روکش دار گچی باید متناسب با نوع کاربری و زیرسازی تعیین شود.
- ۵- در صورتی که قاب‌های نگهدارنده صفحات روکش دار گچی (زیرسازی) از فولاد باشد، باید مشخصات قطعات اصلی تشکیل دهنده قاب و یا قطعات اتصال، منطبق بر مشخصات مندرج در استاندارد ASTM C۶۴۵ باشد. همچنین استفاده از فولاد گالوانیزه برای زیرسازی، مطابق با استاندارد ASTM A۶۵۳M الزامی است.
- ۶- در نصب قطعات فولادی قاب‌های نگهدارنده، باید ضوابط مندرج در استاندارد ASTM C۷۵۴ رعایت شود.

- ۱- استفاده از صفحات روکش دار گچی با رعایت الزامات زیر، به عنوان پوشش داخلی دیوارهای غیر باربر خارجی و داخلی، برای مناطق با شرایط اقلیمی مختلف کشور مجاز می‌باشد.
- ۲- کلیه مشخصات فیزیکی و مکانیکی مربوط به این نوع صفحات باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۳۰ باشد.



### ادامه الزامات صفحات روکش دار گچی (تخته گچی)

- ۱۶- اتخاذ تدابیر لازم در نصب دیوار به سازه اصلی برای عدم مشارکت در سختی جانبی الزامی است.
- ۱۷- در کلیه مراحل حمل و نقل و نگهداری باید صفحات روکش دار گچی بر روی پالت‌های چوبی به صورت افقی قرار گرفته و روی آن‌ها با لایه‌های نئوپن‌آکس مانند نایلون پوشانده شود.
- ۱۸- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی پس از راه‌اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



- ۷- استفاده از پرفیل‌های زیرسازی مناسب در پیرامون بازشوها، چارچوب درها و پنجره‌ها الزامی است.
- ۸- اتصال قطعات صفحات روکش دار گچی به زیرسازی می‌بایست مطابق استاندارد ASTM C840 انجام شود.
- ۹- رعایت مشخصات استاندارد ASTM C475 در محل درز بین قطعات صفحات روکش دار گچی الزامی است.
- ۱۰- پیچ‌های مورد استفاده در اتصالات باید در تطابق با استاندارد ASTM C1002 باشند.
- ۱۱- کاغذ زیرین و رویی مورد استفاده در تولید صفحات روکش دار گچی باید از نوع مقاوم در برابر رطوبت و دافع آب بوده و الزامات مربوط به تولید این‌گونه صفحات گچی را برآورده نماید.
- ۱۲- استفاده از صفحات روکش دار گچی در مجاورت سرویس‌های بهداشتی و فضاهای مرطوب در ساختمان باید براساس الزامات میزان جذب آب مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۳۰ (طبقه‌بندی جذب آب رده H<sub>1</sub>) باشد.
- ۱۳- در مناطقی که در معرض هجوم حشرات موذی مانند موربانه قرار دارند، لازم است از صفحات گچی، با روکش مخصوص ضد موربانه استفاده شود.
- ۱۴- رعایت الزامات زیست محیطی در مواد و مصالح به کار برده شده در این محصول الزامی است.
- ۱۵- در اجرای دیوار، رعایت کلیه تمهیدات از نظر عایقکاری حرارتی و صوتی و همچنین مقاومت در برابر حریق ضروری است.



## 6-5- بلوکهای گچی سوراخدار

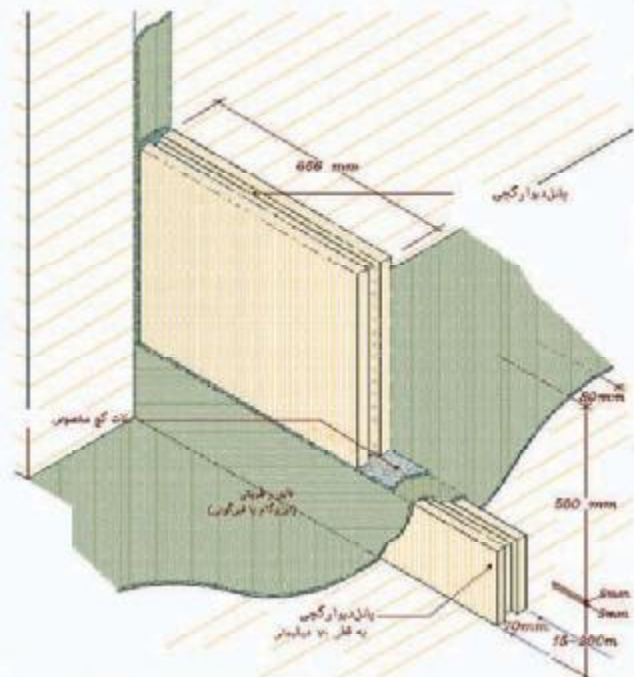
کاربرد عمده بلوکهای گچی در ساخت تیغه‌های غیرباربر یا پوشش مستقل دیوار و محافظت ستون‌ها، چاه آسانسور و غیره در برابر آتش است. و به عنوان سقف پوش مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. کاربرد این نوع بلوک‌ها با توجه به خصوصیات عملکردی مرتبط با ویژگیهای اساسی مانند واکنش در برابر آتش، مقاومت در برابر آتش، عایق صدای هوابرد مستقل (صدابندی صدای هوابرد)، آزاد شدن مواد زیاد آبرو، مقاومت حرارتی، رده مناسب برای جنگالی، PH و سختی سطحی تعیین می‌شود.

این بلوک‌ها در زمینه‌های مختلف سازه و زلزله، انرژی، حریق و آکوستیک در این مرکز مورد بررسی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات تدوین شده مجاز است.

### الزامات بلوک های گچی سوراخدار

- 1- به طور کلی کاربرد عمده بلوک‌های گچی در ساخت تیغه‌های غیرباربر یا پوشش مستقل دیوار و محافظت ستون‌ها، چاه آسانسور و غیره در برابر آتش است.
- 2- استفاده از بلوک‌های گچی سوراخدار با رعایت الزامات زیر، به عنوان تیغه غیرباربر در وجوه داخلی کلیه دیوارهای ساختمان مجاز است.
- 3- کلیه مشخصات فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی این نوع بلوک‌ها باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۲۷۸۶ باشد.
- 4- ویژگی‌های گچ مورد استفاده در تولید بلوک‌های گچی باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۶۹ باشد.

بلوک گچی، فرآورده‌ای ساختمانی است که از گچ ساختمانی صنعتی (سولفات کلسیم نیمه هیدرات) و آب تولید می‌شود. در بلوک‌های گچی ممکن است از الیاف، پرکننده‌ها، سنگدانه‌ها یا سایر افزودنی‌های غیرزیان‌آور استفاده شود. بلوک گچی به شکل مکعب مستطیل و دارای کام و زیانه روی حداقل دو لبه مخالف آن است. این بلوک به تناسب نیاز و استفاده، به شکل سوراخ‌دار ساخته می‌شود. سوراخ‌ها عمده‌تاً موازی با روبروهای بلوک هستند و به صورت کاملاً عبوری یا غیرعبوری به موازات ارتفاع یا طول بلوک، در آورده می‌شوند.





## ادامه الزامات بلوکهای گچی سوراخدار

کلاف‌بندی قابل قبول از نظر سازه‌ای برای تقویت دیوار الزامی است.

۱۳- در نصب بلوک‌های گچی سوراخدار، باید تامین یابرداری این بلوک‌ها و دیوار کامل حاصله در برابر بارهای خارج از صفحه مد نظر قرار گرفته و تمهیدات لازم به عمل آید.

۱۴- اتخاذ تدابیر لازم در نصب دیوار به سازه اصلی برای عدم مشارکت در سختی جانبی الزامی است.

۱۵- استفاده از بلوک‌های گچی در مجاورت سرویس‌های بهداشتی و فضاهای مرطوب در ساختمان مجاز نمی‌باشد.

۱۶- رعایت الزامات زیست محیطی در مواد و مصالح به کار برده شده در این محصول الزامی است.

۱۷- بلوک‌های گچی سوراخدار از نظر واکنش در برابر آتش باید، مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۹۹ مورد آزمون قرار گرفته و دسته‌بندی شوند.

۱۸- مقاومت در برابر آتش یک سیستم از بلوک‌های گچی که با استفاده از ملات مخصوص اتصال بلوک‌های گچی به هم متصل شده اند، باید مطابق با الزامات مقررات ملی ساختمانی و نشریه ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن تهیه شود.

۱۹- صدابندی صدای هوابرد جداکننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان باید مطابق مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان تامین شود.

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

۵- کلیه مشخصات مربوط به نحوه اجرای بلوک‌های گچی باید مطابق با استاندارد BS EN 15318-07 و ویرایش‌های بعد از آن باشد.

۶- آزمون‌های لازم برای تعیین نخت بودن بلوک‌ها، چگالی خشک گچ سخت شده در بخش توپر بلوک، جرم سطحی، مقاومت خمشی، مقدار رطوبت، PH و قابلیت جذب آب بلوک‌های گچی دفع آب باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۷۸۶ انجام شود.

۷- در بلوک‌های گچی سوراخدار لازم است، فاصله بین سوراخ‌ها و فاصله بین هر سوراخ و سطح بلوک حداقل ۱۵ میلی‌متر و حجم کلی فضای توخالی کمتر از ۴۰ درصد حجم بلوک باشد.

۸- انحراف از نخت بودن بلوک‌های منفرد نباید بیشتر از یک میلی‌متر باشد.

۹- حداقل ضخامت بلوک گچی سوراخدار مورد استفاده برای تیرهای غیر باربر، ۸۰ میلی‌متر است.

۱۰- مقدار میانگین رطوبت بلوک‌های گچی نباید از ۶ درصد و مقدار رطوبت هر بلوک منفرد از ۸ درصد بیشتر باشد.

۱۱- استفاده از بلوک‌های گچی معمولی در بخشی از ساختمان که در معرض رطوبت قرار دارد مجاز نیست. کاربرد بلوک‌های گچی مشروط بر آن است که از بلوک‌های گچی دفع آب که قابلیت جذب آب آنها به حداکثر ۵ درصد وزن خشک بلوک محدود شده است، استفاده شود.

۱۲- در صورتی که طول و ارتفاع دیوار اجرا شده با بلوک گچی سوراخدار به ترتیب از ۵ متر و ۳ متر بیشتر شود، استفاده از



## ۵-۲- بلوکهای چوب سیمانی

- ضمن تامین پایداری آنها در برابر بارهای وارده، از اندرکنش آنها و سازه اصلی تا حد امکان جلوگیری شود.
- ۳- کنترل پایداری دیوارهای غیرباربر حاصله در مقابل نیروی زلزله ناشی از جرم دیوار، مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران انجام شود.
- ۴- کنترل پایداری دیوارهای غیرباربر خارجی حاصله در مقابل بار باد مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان بارهای وارد بر ساختمان انجام شود.
- ۵- کنترل پایداری دیوارهای غیرباربر حاصله در مقابل نیروهای ضربه‌ای مطابق استاندارد ISO 7892-88 انجام شود.
- ۶- حداکثر ارتفاع خالص مجاز دیوارهای غیرباربر حاصله ۳/۲ متر می‌باشد.



این بلوک‌ها سبک و از جنس سیمانی با براده‌های چوب می‌باشند که استفاده از پانل‌های حاصل از این بلوک‌ها به عنوان جداکننده‌های داخلی و خارجی ساختمان‌ها به شرط رعایت کلیه الزامات تدوین شده در این مرکز بلامانع است.

این بلوک‌ها شکلی شبیه مستطیل داشته و دارای سوراخ‌هایی در دو امتداد می‌باشند که بعد از قرارگیری بلوک‌ها بر روی یکدیگر و قرار دادن آرماتورهای مورد نیاز در داخل سوراخ‌های آنها، بتن‌ریزی انجام می‌شود. تعبیه سوراخ‌های عمودی و افقی در این بلوک‌ها باعث می‌شود که بعد از بتن‌ریزی و سفت شدن بتن، پانل‌های حاصله به صورت یکپارچه در آمده و به راحتی قادر به تحمل انواع بارهای وارده مانند ضربه، باد، زلزله و ... باشند. برای صرفه جویی در مصرف انرژی، در بلوک‌های قرار گرفته در جداکننده‌های پوسته خارجی ساختمان، می‌توان مواد عایق حرارتی مانند پلی‌استایرن منبسط شونده کندسوز یا خود خاموش شو قبل از بتن‌ریزی قرار داد.

### الزامات بلوکهای چوب سیمانی

- ۱- استفاده از پانل‌های حاصل از این بلوک‌ها به عنوان جداکننده‌های داخلی و خارجی ساختمان‌ها به شرط رعایت کلیه الزامات زیر بلامانع است.
- ۲- اتصال دیوارهای غیرباربر حاصله به سیستم سازه‌ای باید مطابق بندهای ۲-۸ و ۲-۱۲ استاندارد ۲۸۰۰ ایران به نحوی باشد که



## ادامه الزامات بلوکهای چوب سیمانی



۷- در این محصول ضروری است تا مشخصات، الزامات و جزئیات اجرایی مندرج در تاییدیه فنی اروپایی ETA 08/0023 رعایت شود.

۸- رعایت بحث 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- صدابندی هوابرد جداکننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان می‌بایست مطابق بحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان عایق‌بندی و تنظیم صدا تامین شود.

۱۰- الزامات مربوط به انرژی باید مطابق بحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان صرفه جویی در مصرف انرژی رعایت شود.

۱۱- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم اعم از معماری و سازه‌ای از حیث دوام، زیست محیطی و غیره باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین‌نامه‌های ملی یا معتبر بین‌المللی شناخته شده و مورد تأیید، بکار گرفته شوند.

۱۲- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



## ۵-۸- آجر سفال ابداعی

- ملات در میان آن دندانه‌ها قرار گرفته و پس از سفت شدن ملات و درگیر شدن آن با قسمت تحتانی از آجر ردیف بالایی و قسمت فوقانی از آجر ردیف پائین‌تر، اتصال مستحکم‌تری در بین ردیف‌های آجر پدید آید.
- میلگردهایی را می‌توان به صورت بسیار آسان در میان دندانه‌ها قرار داد و با اتصال دو سوی میلگردها به ستون‌های طرفین، دیوار را به اسکلت ساختمان مرتبط نمود و مانع از فرو ریزش دیوار در بارهای خارج صفحه مانند باد و زلزله شد.

## الزامات آجر سفال ابداعی

- ۱- این آجر سفال‌ها از نظر مشخصات فیزیکی و مکانیکی همانند آجر سفال‌های معمولی با سوراخ‌های افقی می‌باشند و تنها از نظر شکل ظاهری، در بالای خود دارای دو لبه امتداد داده شده در طرفین هستند که شکلی همانند کاسه را در بالای آنها پدید آورده است لذا رعایت تمامی استانداردها و آیین‌نامه‌های معتبر مربوط به آجر سفال‌ها در خصوص این محصول هم الزامی است. استفاده از پاتل‌های حاصل از این آجر سفال‌ها به عنوان جداکننده‌های غیرباربر داخلی و خارجی ساختمان‌ها به شرط رعایت کلیه الزامات زیر بلامانع است.
- ۲- رعایت استانداردهای ملی ایران به شماره ۷۱۲۲ و ۷۱۳۴ الزامی است.

این آجر سفال‌ها از نظر مشخصات فیزیکی و مکانیکی همانند آجر سفال‌های معمولی با سوراخ‌های افقی می‌باشند و تنها از نظر شکل ظاهری، در بالای خود دارای دو لبه امتداد داده شده در طرفین هستند که شکلی همانند کاسه را در بالای آنها پدید آورده است لذا رعایت تمامی استانداردها و آیین‌نامه‌های معتبر مربوط به آجر سفال‌ها در خصوص این محصول هم الزامی است. استفاده از پاتل‌های حاصل از این آجر سفال‌ها به عنوان جداکننده‌های غیرباربر داخلی و خارجی ساختمان‌ها به شرط رعایت کلیه الزامات تدوین شده در این مرکز بلامانع است.

اجزایی که در این محصول به صورت منحصر به فردی در نظر گرفته شده عبارتند از:

- ۱- تعبیه دو قسمت شاخک مانند در دو طرف آجر که موجب می‌شود تا:
  - آجرها به راحتی بر روی هم قرار گیرند و عمل آجرچینی با سرعت و سهولت انجام شود و تراز نمودن دیوار نیز بسیار آسان خواهد بود.
  - با تعبیه این شاخک‌ها، فضایی در قسمت بالایی آجرها بوجود می‌آید که موجب می‌شود ملات به راحتی در داخل این فضا قرار گیرد و مانع از ریزش ملات در حین عمل دیوارچینی شود.
  - با محبوس شدن ملات در میان این شاخک‌ها، از تبخیر سریع آب ملات ممانعت به عمل می‌آید.
- ۲- تعبیه دندانه‌هایی در قسمت تحتانی و فوقانی آجرها که موجب می‌شود تا:



## ادامه الزامات آجر سفال ابداعی

- ۳- اتصال دیوارهای غیربرابر حاصله به سیستم سازه‌ای باید مطابق بندهای ۲-۸ و ۲-۱۲ استاندارد ۲۸۰۰ ایران به نحوی باشد که ضمن تامین پایداری آنها در برابر بارهای وارده، از اندرکنش آنها و سازه اصلی تا حد امکان جلوگیری شود. در این خصوص استفاده از حداقل ۱ عدد میلگرد ساده به قطر ۱۲ میلی‌متر و یا ۱ عدد میلگرد آجدار به قطر ۱۰ میلی‌متر در هر ۱ متر ارتفاع دیوار ضروری است.
- ۴- لازم است تمهیدات مناسبی جهت عمل‌آوری درست ملات ماسه سیمان مورد استفاده در ساخت این دیوارهای غیربرابر صورت پذیرد از جمله: زنجاب کردن آجر سفال‌ها قبل از استفاده و ...
- ۵- کنترل پایداری دیوارهای غیربرابر حاصله در مقابل نیروی زلزله ناشی از جرم دیوار، مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران انجام شود.
- ۶- کنترل پایداری دیوارهای غیربرابر خارجی حاصله در مقابل بار باد مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان بارهای وارد بر ساختمان انجام شود.
- ۷- حداکثر ارتفاع خالص مجاز دیوارهای غیربرابر حاصله ۳/۵ متر می‌باشد.
- 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 دو نظر گرفتن ابعاد
- ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی اجزاء ساختمانی الزامی است.
- ۹- صدابندی هوابرد جداکننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان می‌بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان عایق‌بندی و تنظیم صدا تامین شود.
- ۱۰- الزامات مربوط به انرژی باید مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان صرفه جویی در مصرف انرژی رعایت شود.
- ۱۱- کلیه مصالح و اجزاء در این سیستم اعم از معماری و سازه‌ای از حیث دوام، زیست محیطی و غیره باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و با آئین‌نامه‌های ملی یا معتبر بین‌المللی شناخته شده و مورد تأیید، بکار گرفته شوند.
- ۱۲- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



### ۵-۹- ملات خشک آماده (بجز ملات های پایه گچی)

این ملات‌ها در زمینه‌های مختلف در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن، در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می‌باشد.

#### الزامات آجر سفال ابداعی

۱- اتدودهای پایه سیمانی و پایه سیمانی-آهکی باید مطابق الزامات استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۷۰۶ باشند.

۲- ملات‌های پایه سیمانی و پایه سیمانی-آهکی باید مطابق الزامات استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۷۰۶ باشند.

۳- با توجه به اینکه در کشور ایران اکثر مصالحی که در ساخت دیوار بکار می‌روند (آجر، بلوک و ...) دارای جذب آب نسبتاً زیادی می‌باشند، آزمایش قابلیت حفظ آب برای ملات‌ها و اتدودها، الزامی می‌باشد. این آزمایش می‌تواند طبق استاندارد ASTM C 91 انجام شده و باید حداقل ۷۵ درصد باشد.

۴- تولید کننده باید روش ساخت ملات و اتدود را بطور کامل (شامل مقدار آب لازم برای دستیابی به روانی مورد نیاز، عمر کارایی، نحوه اختلاط (دستی یا مکانیزه)، مدت زمان اختلاط، نوع کاربرد، نوع ملات یا اتدود (رده‌بندی طبق استاندارد)، شرایط اقلیمی مناسب و ...) را روی پاکت‌ها قید نماید.

۵- تولید کننده موظف است هنگام فروش هر یک از انواع اتدود، مدارکی را در اختیار متقاضی گذارد که حداقل شامل موارد زیر باشد.

الف) کلیه موارد ذکر شده در بند ۴.

ب) توصیه نحوه یا روش اعمال (ابزار و وسائل و ...).

این ملات خشک آماده که از آن تحت نامهای ملات پیش مخلوط شده یا ملات نیمه آماده نیز یاد شده است، در واقع شامل انواع اتدودهای داخلی یا بیرونی ساختمان، انواع ملات‌های بنایی، کف سازی و گرم بندی می‌باشد، که در کارخانه، از توزین و اختلاط مواد و مصالح تشکیل دهنده بصورت خشک، تهیه می‌شوند. استفاده از این ملات‌های خشک، به دلیل سادگی و سهولت کاربرد موجب افزایش سرعت اجرا می‌شود. همچنین این ملات‌ها به دلیل تولید و توزین کنترل شده از سطح کیفی مطلوبی نیز برخوردار می‌باشند. به طور کلی مصالح تشکیل دهنده ملات‌های خشک آماده، بسته به کاربرد، شرایط اقلیمی و رویارویی، می‌تواند از اجزاء زیر تشکیل شود:

- ۱- انواع سیمان پرتلند (و سیمان پرتلند سفید)
- ۲- انواع سیمان‌های آمیخته (سیمان پرتلند پوزولانی، سیمان پرتلند پوزولانی ویژه، سیمان پرتلند سریاره‌ای، سیمان پرتلند ضد سولفات، سیمان بنایی، سیمان پرتلند آهکی و ...)
- ۳- انواع مواد افزودنی معدنی (پوزولان‌های طبیعی و مصنوعی)
- ۴- آهک هیدراته
- ۵- انواع سنگدان‌های طبیعی و مصنوعی (شامل سبکدانه‌ها)
- ۶- انواع مواد افزودنی شیمیایی (شامل مواد پلیمری)
- ۷- انواع قیلرها
- ۸- رنگدانه‌ها
- ۹- الیاف



ادامه الزامات ملات خشک آماده (بجز ملات های پایه سچی)

۶- تولید کننده موظف است در هنگام فروش هر یک از انواع ملات بنایی، مدارکی را در اختیار متقاضی گذارد که حداقل شامل موارد زیر باشد:

الف) کلیه موارد ذکر شده در بند ۴.

ب) توصیه نحوه و روش اعمال (ابزار و وسائل)

پ) رده مقاومتی ملات و مقاومت پیوستگی.

ت) نوع قطعات بنایی سازگار با ملات بنایی (از نظر مقاومت فشاری و مقاومت پیوستگی).

ث) نوع ملات طبق استاندارد ملی ایران.

ج) توصیه‌هایی در خصوص آماده‌سازی‌هایی که قبل از اعمال

ملات باید روی قطعات بنایی انجام شود.

چ) جرم حجمی یا چگالی ملات پس از اختلاط با آب و در حالت

خشک شده.

ح) قابلیت حفظ آب ملات.

۷- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی

خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

پ) نوع اندود (کاربرد عمومی، اندود سبک، اندود بیرونی رنگی، اندود یک لایه برای مصارف بیرونی، اندود اصلاح شده و اندود عایق)، پایه اصلی تشکیل دهنده اندود (سیمان، سیمان-آهک).

ت) رده مقاومتی، جذب موئینه و ضریب هدایت حرارتی و هر یک از الزاماتی که طبق استاندارد بسته به نوع کاربرد (طبق بند پ فوق) باید اظهار شود.

ث) ضخامت توصیه شده برای اعمال اندود، حداقل زمان لازم برای عمل آوری و فاصله بین اعمال لایه‌های بعدی (در صورت لزوم).

ج) توصیه‌های لازم برای نوع و ویژگی‌های سطح زیر کار (دیوار یا اندود قبلی).

چ) الزامات و نکاتی که در خصوص دوام و پایداری اندود باید در نظر گرفته شود.

ح) جرم حجمی یا چگالی اندود پس از اختلاط با آب و در حالت خشک شده.





## ۱-۰-۵- عایقها

## ۱-۱۰-۵- عایق فوم پلی یورتان پاشی در محل

- ۶- رعایت ضوابط مندرج در مبحث سوم مقررات ملی ایران و آیین نامه محافظت از ساختمانها در برابر حریق (نشریه ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن) الزامی است.
- ۷- رعایت مبحث ۱۹ مقررات ملی ایران به منظور صرفه جویی در مصرف انرژی الزامی است.
- ۸- رعایت کلیه ضوابط مقررات ملی ساختمان در تولید و اجرای این فوم الزامی است.
- ۹- اخذ گواهی نامه فنی برای صفحات چوب-سیمانی پس از راه اندازی خط تولید کارخانه از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

ب) با توجه به خواص نامناسب اکثر انواع پلی یورتان در برابر آتش و عملکرد نامطلوب آکوستیکی آنها و نیز وجود جایگزین های بهتر برای این محصول از هر دو نظر، استفاده از این نوع عایق در کاربردهای مسکونی و نظایر آن توصیه نمی شود.



فوم پلی یورتان از جمله موادی است که می تواند برای عایقکاری دیوار، پشت بام و کف ساختمانها مورد استفاده قرار گیرد. این فوم با توجه به مقاومت مطلوب در برابر انتقال حرارت، سرعت اجراء نیاز به نیروی اجرائی کم، وزن سبک، پاشی بودن و عدم نیاز به تعبیه اتصالات، یکتاخست بودن پس از اجراء بر روی سطوح، خاصیت چسبندگی بالا و قدرت جذب آب مطلوب، برای استفاده در عایقکاری ساختمانها مناسب می باشد. ولیکن با توجه به برخی مشکلات پلی یورتان و خواص نامطلوب آن در شرایط خاص، استفاده از این محصول در محدوده الزامات مربوطه مورد تایید مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن می باشد.

## الزامات عایق فوم پلی یورتان پاشی در محل

الف) استفاده از این عایق تنها در ساختمانهای موجود (و نه جدیدالاحداث) و در داخل دیوارهای مجوف به شرطی مجاز است که الزامات زیر مورد توجه قرار گیرد:

- ۱- مشخصات فوم پلی یورتان به عنوان عایق حرارتی پلی یورتان صلب پاشی منطبق بر استاندارد ASTM C1029-96 باشد.
- ۲- فوم پلی یورتان از نوع کندسوز انتخاب شود.
- ۳- استفاده از فوم مذکور به منظور عایق حرارتی، صرفاً در فضاهای پنهان مجاز است و روی آن باید به وسیله حداقل یک لایه تخته گچی یا ضخامت ۱/۵ سانتی متر (و یا سایر مصالح با عملکرد مشابه) محافظت شود.
- ۴- ساختار سیستم ساختمانی باید مستقل از عایق باشد.
- ۵- حریق بندی در بین فضاهای مجاور الزامی است.



## ۵-۱۰-۲- عایق صوتی کف و دیوار

## الزامات عایق فوم پلی یورتان پاشی در محل

- ۱- به منظور برآورده کردن ضوابط محبت هجدهم مقررات ملی ساختمان در مورد صدابندی هوابرد دیوارهای ساخته شده از عایق صوتی پیشنهادی، لازم است کلیه جزئیات اجرایی دیوار براساس موارد مندرج در صفحه ۱۳ کاتالوگ ارائه شده به مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن صورت پذیرد.
- ۲- استفاده از عایق صوتی گروه Syl به عنوان کاهش صدابندی کوبه‌ای برای کف‌ها، در صورت برآورده ساختن الزامات مندرج در محبت هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران، مجاز می‌باشد.
- ۳- چنانچه هر یک از عایق‌ها به صورت نمایان در ساختمان مورد استفاده قرار گیرند، خواص واکنش در برابر آتش آنها باید برحسب کاربری ساختمان و فضای مورد نظر، با مقررات و آئین‌نامه‌های معتبر محافظت ساختمان در برابر آتش مطابقت نماید. در غیر این صورت محافظت از آنها در برابر آتش باید برحسب نوع ماده، کلاس واکنش در برابر آتش و مطابق با آئین‌نامه‌های معتبر صورت پذیرد. رعایت ضوابط محبت سوم مقررات ملی ساختمان و آئین‌نامه ۴۴ این مرکز در مورد حفاظت ساختمان‌ها در برابر آتش الزامی است.
- ۴- رعایت کلیه مباحث مقررات ملی ساختمان ایران الزامی است.
- ۵- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

در راستای بهبود وضعیت ساختمان، توصیه اکید بر رعایت کلیه ضوابط و مقررات ملی ساختمانی است. به همین دلیل توصیه می‌شود ضمن صرفه جویی در مصرف انرژی و بهینه‌سازی ساختمان از حیث انرژی‌های گرمایشی و سرمایشی، تلاش کافی در جهت برآوردن همزمان نیازهای آکوستیکی ساختمان نیز به عمل آید. نظر به اینکه در برخی موارد استفاده از دیوارها و یا سقف‌هایی که عملکرد مطلوب در برابر انتقال صوت داشته باشند مبسر نیست، به همین دلیل استفاده از عایق‌های صوتی به عنوان یک راه حل مطلوب مورد توجه قرار می‌گیرند. در به کارگیری این عایق‌ها، ضمن عنایت به مشخصات کلی آنها، می‌بایست توجه کافی به مسائل مربوط به حریق نیز معطوف شود تا از بروز مسائل و مشکلات پیش‌بینی نشده، جلوگیری به عمل آید. عایق‌های صوتی کف و دیوار، به عنوان یک فناوری نوین در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن بررسی و با رعایت الزامات مربوطه مورد تایید قرار گرفته‌است.





### ۵-۱۱- سنگدانه ها

#### ۵-۱۱-۱- سنگدانه های سبک مورد مصرف در بلوکهای بتنی سبک



#### الزامات سنگدانه های سبک مورد مصرف در بلوکهای بتنی سبک

- ۱- محصول تولیدی باید الزامات استاندارد ملی ایران به شماره ۷۶۵۷ تحت عنوان "سنگدانه- سنگدانه های سبک مورد مصرف در بلوک های بتنی - ویژگی ها" را برآورده سازد.
- ۲ - اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

هدف اصلی از استفاده سنگدانه های سبک در بلوک های بتنی، کاهش چگالی می باشد.

سنگدانه های سبک برحسب فرآوری به سه نوع کلی به شرح زیر دسته بندی می شوند:

۱- سنگدانه های سبکی که از طریق فرآوری مصنوعی و اتبساط، امواج سازی، جوش سازی یا کلوخه سازی تهیه می شوند مانند: سرباره کوره آهن گدازی، خاک رس، دیاتومه، خاکستر بادی، شیل یا سنگ لوح.

۲- سنگدانه های سبکی که از طریق فرآوری مواد طبیعی تهیه می شوند مانند: پامیس، پوکه سنگ یا توف.

۳- سنگدانه های سبکی که از فرآورده های جانبی سوخت زغال سنگ یا کک هستند.

لازم به ذکر است که سنگدانه های سبک باید عمدتاً از مواد غیر آلی سبک متخلخل و دانه ای تشکیل شوند.





## ۵-۱۱-۲- شیل منبسط شده

الف) ناخالصی‌های آلی: ناخالصی‌های آلی سنگدانه‌های سبک که از طریق آزمون تعیین می‌شود (طبق روش استاندارد ملی ایران به شماره ۴۹۷۹)، نباید رنگی تیره‌تر از استاندارد ایجاد کند مگر آنکه ثابت شود که تغییر رنگ پس از آزمون به دلیل وجود مقادیر کمی از موادی است که برای بتن زیان‌آور نیست.

ب) لکه‌گذاری: لکه ایجاد شده توسط یک سنگدانه سبک با شاخص ۶۰ یا بیشتر به واسطه وجود مقداری آهن (بر حسب  $Fe_2O_3$ )، که با تجزیه شیمیایی اندازه‌گیری می‌شود (روش ASTM C-641) باید معادل یا بیشتر از ۱/۵ میلی‌گرم در ۲۰۰ گرم نمونه باشد.

ج) افت ناشی از سرخ شدن: افت ناشی از سرخ شدن سنگدانه‌های سبک به دست آمده از فرآورده‌های جانبی سوخت زغال سنگ یا کک (استاندارد ملی ایران به شماره ۱۶۹۲)، نباید بیشتر از ۱۲ درصد و افت سرخ شدن سایر سنگدانه‌های سبک نباید بیشتر از ۵ درصد باشد.

۴- از لحاظ ویژگی‌های فیزیکی، سنگدانه‌های سبک تحت آزمون باید مطابق الزامات زیر باشند:

الف) کلوخه‌های رسی و ذرات خرد شونده: مقدار کلوخه‌های رسی نباید بیشتر از ۲ درصد وزن نمونه خشک باشد.

ب) دانه‌بندی: الزام خاصی برای دانه‌بندی پیشنهاد نمی‌شود و دانه‌بندی می‌تواند بر اساس درخواست متقاضی تولید شود. در پیوست الف استاندارد ملی ایران به شماره ۷۶۵۷ به عنوان راهنما، دانه‌بندی سنگدانه سبک ارائه شده است.

ج) یکنواختی دانه‌بندی: برای اطمینان از یکنواختی در دانه‌بندی محموله‌های متوالی سنگدانه سبک، مدول نرمی نمونه‌های برداشت شده از محموله‌ها باید در فواصل زمانی مقرر شده توسط خریدار، تعیین شود.

شیل منبسط شده، یک نوع سبکدانه می‌باشد که ماده اولیه آن سنگ شیل است که یک نوع سنگ رسی است. این محصول مشابه لیکا می‌باشد با این تفاوت که دانه‌های لیکا از خاک رس تهیه می‌شوند. شیل منبسط شده در آلمان به لیاپور، در انگلستان به آگلایت، در روسیه به کرامزیت و در آمریکا به هایدیت معروف است. از این محصول می‌توان به عنوان سبکدانه در بتن و بلوک سیمانی استفاده نمود. این محصول با استفاده از عملیات حرارتی در یک کوره گردان و حرارت دادن مواد اولیه تا دمای ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه تولید می‌شود. این محصول دارای دانه‌بندی ۰ تا ۲۰ میلی‌متر و چگالی انبوهی بین ۵۰۰ تا ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است. قشر خارجی آن دارای بافت شیشه‌ای و رنگ اخرازی تا قهوه‌ای بوده که وجود یک بافت اسفنجی متخلخل در داخل دانه تا حدود ۷۰ درصد فضای کل، ایجاد خواص ویژه‌ای از جمله: وزن کم، رسانایی حرارتی پایین و ... را نموده است.

این محصول در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطة الزامات ارائه شده مجاز است.

## الزامات شیل منبسط شده

- ۱- استفاده از این محصول به عنوان سبکدانه در بتن و بلوک سیمانی به شرط رعایت کلیه الزامات زیر بلامانع است.
- ۲- رعایت استاندارد ملی ایران به شماره ۷۶۵۷ الزامی است.
- ۳- از لحاظ ویژگی‌های شیمیایی، مواد زیان‌آور موجود در سنگدانه‌های سبک باید در حد مجاز به شرح زیر باشند:



## ادامه الزامات شیل منبسط شده

۵- در نمونه‌های بتنی دارای سنگدانه‌های سبک تحت آزمون باید الزامات زیر رعایت شود:

- و؛ بیرون پریدگی: نمونه‌های بتنی ساخته شده با سنگدانه سبک که مطابق بند ۷-۱ استاندارد ملی ایران به شماره ۷۶۵۷ مورد آزمون قرار می‌گیرد، نباید هیچ گونه بیرون پریدگی‌های سطحی را نشان دهد.
- ز؛ پایداری در برابر یخ زدن و آب شدن: در صورت لزوم، سنگدانه‌های سبک باید از طریق آزمون یا عملکرد میدانی، پایداری لازم در برابر یخ زدن و آب شدن را داشته باشند.
- ح) جمع شدگی ناشی از خشک شدن: جمع شدگی ناشی از خشک شدن نمونه‌های بتنی ساخته شده با این سنگدانه‌ها که مطابق با روش بند ۷-۶ استاندارد ملی ایران به شماره ۷۶۵۷ آزمایش می‌شوند باید حداکثر ۰/۱ درصد باشد.

۶- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

مدول نرمی سنگدانه‌های سبک در هر محموله نباید بیش از ۷ درصد از نمونه‌هایی که برای آزمون‌های تعیین کیفیت ارائه شده، تفاوت داشته باشد مگر آنکه برای تولید بتنی در موارد خاص استفاده شود.

د) چگالی انبوهی غیرمتراکم: چگالی انبوهی غیرمتراکم سنگدانه‌های سبک باید مطابق جدول زیر باشد:

| مشخصه اندازه دانه‌ها | حداکثر چگالی انبوهی خشک غیرمتراکم (کیلوگرم بر متر مکعب) |
|----------------------|---|
| ریز (۰-۴/۷۵mm)       | ۱۱۲۰  |
| درشت (۴/۷۵-۹/۵mm)    | ۸۸۰   |
| مخلوط ریز و درشت     | ۱۰۴۰  |

ه) یکنواختی چگالی انبوهی غیرمتراکم: چگالی انبوهی غیرمتراکم خشک محموله‌های سنگدانه سبک که نمونه‌برداری و آزمایش می‌شود نباید بیش از  $\pm 5\%$  کیلوگرم بر متر مکعب یا ۷ درصد، هر کدام که بیشتر است از نمونه‌هایی که برای آزمون‌های کنترل کیفی ارائه شده، تفاوت داشته و نباید از حدود ذکر شده در جدول شماره ۱ استاندارد ملی ایران به شماره ۷۶۵۷ بیشتر شود.



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت مسکن و شهرسازی  
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

فصل ششم:

# زیر سیستم ها





## ۶-۱- ماشین آلات

## ۶-۱-۱- دستگاه تولید شبکه آرماتور با جوش مقاومتی به روش ماشینی



دستگاه تولید شبکه آرماتور جوش شده با جوش مقاومتی

(Welded Wire Cages)، قابلیت تولید مقاطع متنوعی از شبکه‌های آرماتور

مورد استفاده در صنعت ساخت و ساز را داراست. از جمله این مقاطع، می‌توان به

مقاطع مربع، مستطیل و دایره برای استفاده در تیرها، ستونها، شمعها و پایه پلها، و

مقاطع مثلثی، بیضی شکل و تخم‌مرغی شکل برای استفاده در تیرچه‌ها، کانالها و

آدم‌روها اشاره نمود.

شبکه‌های آرماتور تولید شده توسط این دستگاه، شامل آرماتورهای

عمودی و خاموت می‌باشد که خاموتها به صورت دورپیچ و با جوش مقاومتی، به

آرماتورهای اصلی متصل می‌شوند.

همچنین این دستگاه توان تولید شبکه‌های آرماتور بندی با سطح مقطع

متغیر، فواصل متغیر برای اجرای خاموتها و به کارگیری دو یا چند آرماتور در کنار

هم را داراست.

از دیگر مزایای این دستگاه، قابلیت استقرار در محل کارگاه، نیاز کم به

نیروی انسانی، سرعت در ساخت و دقت در آرماتوربندی اصولی می‌باشد.



### الزامات دستگاه تولید شبکه آرماتور با جوش مقاومتی به روش ماشینی

- ۷- کلیه تولید کنندگان شبکه‌های آرماتور جوش شده در کشور که از این سیستم استفاده می‌کنند، باید قبل از راه اندازی خط تولید از این مرکز گواهینامه فنی دریافت نمایند.
- ۸- کنترل رواداری‌های هندسی و اجرایی برای شبکه تولید شده مطابق استانداردهای مربوطه الزامی است.
- ۹- توجه اقتصادی طرح از وظایف مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن نبوده و صرفاً به عهده شرکت متقاضی می‌باشد.

۱- استفاده از شبکه آرماتور بندی جوش شده (Welded Wire Cage) در سازه‌هایی که بتن ریزی آنها بصورت درجا انجام می‌شود یا سازه‌های پیش ساخته‌ای که دارای تأییدیه جداگانه از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن می‌باشند، مجاز است.

۲- لازم است کلیه ضوابط و مقررات مندرج در مقررات ملی ساختمان مبحث نهم، در مورد نحوه آرماتور بندی و قرارگیری آرماتورهای اصلی و خاموت‌های برشی، با در نظر گرفتن نوع شکل پذیری سازه، رعایت شود. در صورتیکه رعایت ضوابط آرماتوربندی، در روند تولید مقدور نباشد، استفاده از قلابها و سنجاقهای اضافی در محل به جهت رعایت الزامات مربوطه، الزامی است.

۳- لازم است در تولید و اجرای شبکه‌های آرماتور جوش شده، تمهیدات مناسب جهت اجرای اتصال تیرها به ستونها و اتصال ستونها به یکدیگر بر اساس ضوابط مندرج در مقررات ملی ساختمان مبحث نهم و همچنین آئین نامه ACI-318 لحاظ گردد.

۴- کلیه ملاحظات لازم جهت رویهم گذاری آرماتورها در محل وصله و یا تقویت، با رعایت الزامات مندرج در مقررات ملی ساختمان مبحث نهم، در نظر گرفته شود.

۵- میلگردهای به کار رفته باید از نوع تولید نورد گرم، مطابق با استانداردهای کشور و مقررات ملی ساختمان باشند.

۶- به کارگیری جوش نقطه‌ای در ساخت شبکه آرماتور جوش شده تولید شده، با شرط عدم کاهش سطح مقطع میلگردها با عملکرد سازه‌ای و نیز تامین ضوابط و معیارهای جوشکاری مطابق مقررات ملی ساختمان و با آئین نامه های ACI, AISC, AWS مجاز می‌باشد.



## ۶-۱-۲- دستگاه تولید شبکه خرپای فلزی تیرچه با جوش مقاومتی به روش ماشینی

شده است. از قابلیت های این شیوه پیش ساختگی، می توان به استفاده از جوش نقطه ای مقاومتی اشاره نمود، که کاهش در سطح مقطع میل گرد ایجاد نمی نماید و با دقت بالا، قادر به تأمین اتصال آرماتورهای برشی به آرماتورهای اصلی می باشد. با این شیوه می توان شبکه خرپایی، با آرماتورهایی از قطر ۶ تا ۱۶ میلی متر را تولید نمود. از دیگر قابلیت های روش تولید ماشینی، می توان به حفظ مقاومت و ماهیت رفتاری میل گرد، سرعت قابل ملاحظه تولید و ایجاد نظام هماهنگ در هندسه خرپا اشاره نمود. هر چند این شیوه تولید، ارتفاع خرپا را تا ارتفاع ۴۰۰ میلی متر محدود می کند، لیکن این ارتفاع برای ساختمان های مسکونی، مناسب است. ظرفیت تولید یک ماشین، در حدود ۱۲ متر طول در دقیقه است که نسبت به عملیات نیروی انسانی، از سرعت بسیار زیادی برخوردار است.

سقف های تیرچه و بلوکه، از انواع سقف های بتن مسلح یک طرفه می باشد که کاربرد نسبتاً قابل ملاحظه ای در صنعت ساختمان کشور دارند. در این سقف ها، استفاده توأم از دو روش پیش ساختگی و بتن ریزی درجا، معمول است. قسمت پیش ساخته تیرچه ها از دو جزء اصلی شبکه خرپائی جوشی و بتن ریزدانه نحائی تشکیل می گردد. شبکه خرپایی علاوه بر اینکه نقش سازه ای را به عهده دارد، می بایستی متحمل نیروهای ناشی از حمل و نقل و نصب باشد. از این رو، کیفیت ساخت شبکه خرپایی جوشی بسیار حائز اهمیت می باشد که متأسفانه در اکثر موارد، عملیات جوشکاری آن، به صورت دستی و در کارگاه های کوچک صورت می گیرد و کنترل های لازم نیز انجام نمی شود. به نظر می رسد ساخت ماشینی از لحاظ شکل هندسی مجموعه خرپا و نیز جوشکاری نقطه ای، کمک شایانی به این صنعت خواهد نمود.

امروزه امکان تولید شبکه های خرپایی ماشینی در کشور فراهم





### الزامات دستگاه تولید شبکه خرپای فلزی تیرچه با جوش مقاومتی به روش ماشینی

۶- کلیه تولید کنندگان خرپای تیرچه ماشینی در کشور که از این سیستم استفاده می کنند، باید قبل از راه اندازی خط تولید از این مرکز گواهینامه فنی دریافت نمایند.

۷- توجیه اقتصادی طرح از وظایف مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن نبوده و صرفاً به عهده شرکت متقاضی می باشد.



۱- رعایت کلیه ضوابط و مقررات مندرج در نشریه شماره ۹۴ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور و نشریه شماره ۲۹۰۹ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی، برای شبکه خرپایی ماشینی تولید شده، الزامی است.

۲- رعایت کلیه ضوابط و معیارهای ارایه شده در استاندارد ARO در تولید شبکه خرپایی و ماشین آلات مربوطه الزامی است.

۳- میلگردهای به کار برده شده باید از نوع تولید نورد گرم، مطابق با استانداردهای کشور و مقررات ملی ساختمان باشند.



۴- به کارگیری جوش نقطه‌ای در ساخت شبکه خرپایی ماشینی تولید شده با شرط عدم کاهش سطح مقطع میلگردهای سازه‌ای و نیز تامین ضوابط و معیارهای جوشکاری مطابق مقررات ملی ساختمان و با آیین نامه های ACI, AISC, AWS مجاز می باشد.

۵- کنترل رواداری های هندسی و اجرایی برای شبکه خرپایی ماشینی تولید شده مطابق استانداردهای مربوطه الزامی است.



### ۶-۱-۳- دستگاه تولید خریای تیرچه ماشینی با فوندوله پلیمری

سبک به وجود می آید، حال آنکه استفاده از تیرچه‌های با وزن کمتر نیز در این امر مزتر خواهد بود.

تیرچه ماشینی با فوندوله پلیمری، تیرچه ساختمانی است که خرابی فلزی آن به روش ماشینی تولید می‌شود و فوندوله پلیمری با روکش فولادی جایگزین فوندوله سفالی-بتنی آن شده است. هر چند این جایگزینی تاثیر قابل توجهی در کاهش وزن تیرچه ندارد، اما در وزن کل سقف بی تاثیر نخواهد بود.

این تیرچه در زمینه‌های مختلف در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد ارزیابی و تایید قرار گرفته و استفاده از آن در حیطه الزامات تدوین شده مجاز می‌باشد.

سقف‌های تیرچه بلوک در حال حاضر یکی از پرکاربردترین سقف‌ها در ساختمان‌های مسکونی می‌باشد. تولید خریای تیرچه به روش سنتی علاوه بر خطاهای قابل توجه در روند ساخت و تولید، میزان ایسی حین اجرا را نیز کاهش می‌دهد. به همین دلیل، استفاده از خریای تیرچه ماشینی که توسط ماشین آلات تمام یا نیمه اتوماتیک تولید می‌شود، کمک شایانی در برطرف کردن این مسائل می‌کند. با این حال، کاهش وزن سقف به طور قابل ملاحظه‌ای در کاهش وزن ساختمان موثر بوده و نهایتاً سازه را به سمت رفتار بهتر در برابر بارهای جانبی هدایت می‌کند. پیش از این، کاهش وزن در سقف‌های تیرچه بلوک که متشکل از تیرچه‌ها، بلوک‌ها و لایه بتن فوقانی می‌باشند، به واسطه استفاده از بلوک‌های





### الزامات دستگاه تولید خرپای تیرچه ماشینی با فوندوله پلیمری

مربوطه را مطابق با استاندارد ASTM یا سایر استانداردهای بین المللی را تامین کند.

۸- با توجه به گزارش ارائه شده در مدرک CSTB و در غیاب آزمونهای موردی، مقاومت این زیر سیستم در برابر آتش برابر با نیم ساعت قابل قبول است. بنابراین ارتفاع و زیر بنای ساختمان، طبق ضوابط مندرج در مبحث سوم مقررات ملی ساختمان و آئین نامه حفاظت ساختمانها در برابر حریق و با توجه به کاربری این سقف و بسته به جزئیات ساختمان، به ۲ تا حداکثر ۴ طبقه محدود می شود.

۹. استفاده از اتصالات مکانیکی در اتصال پوششهای سقف یا رابیتس به بتن و تیرچهها الزامی است.

۱۰- اخذ گواهی نامه فنی برای محصولات تولیدی پس از راهاندازی خط تولید کارخانه از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



۱- با توجه به مدارک ارائه شده که مبتنی بر نظریه فنی CSTB از کشور فرانسه می باشد، استفاده از تیرچه با پاشنه پلیمری صرفاً در پهنه های لوزه خیزی یا خطر نسبی کم، متوسط و زیاد کشور مطابق استاندارد ۲۸۰۰ ایران مجاز است.

۲- دوام و پایداری تیرچه پیشنهادی، با توجه به پوشش پلی اورتان دور میلگردهای کششی و فوندوله از جنس ورق گالوانیزه به ضخامت ۰/۵ میلی متر و با استناد به مدارک ارائه شده توسط شرکت بر مبنای نظریه فنی CSTB در شرایط متعارف مشکلی ندارد، ولی استفاده از آن در شرایط محیطی متوسط، شدید، بسیار شدید و فوق العاده شدید، مطابق با فصل ششم مبحث نهم مقررات ملی ساختمان مناسب نمی باشد.

۳- استفاده از این نوع تیرچه صرفاً در سقفهای با بلوک پلی استایرن کندسوز (EPS) مجاز است.

۴- کلیه ضوابط مربوط به طراحی تیرچه با پاشنه پلیمری (از نظر مقاومت خمشی، برشی، خیز مجاز، جوش مقاومتی و...) باید مشابه با تیرچه بتنی و مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۲۹۰۹ باشد.

۵- با توجه به عدم پیوستگی خمشی میلگردهای طولی تیرچه مذکور در بتن، ضروری است خرپای تیرچه و جوش مقاومتی اتصال خرپا به میلگرد کششی، برای تلاش های بزرگتری طراحی و اجرا شود.

۶- با توجه به نوع محصول و طبق مدرک ارائه شده CSTB، از آنجا که پوششی روی میلگردها وجود ندارد، استفاده از پوشش محافظ کننده از نوع اندود گچی به ضخامت حداقل ۲۰ میلی متر با استفاده از اتصالات (آویز) که با بتن سقف درگیر باشد، الزامی است.

۷- پلی اورتان و پلی استایرن مورد استفاده در سقف باید از نوع کند سوز باشد، بلوک های پلی استایرن مورد استفاده در سقف باید کلیه ضوابط



## ۶-۲- ابزار آلات اجرایی

### ۶-۲-۱- دستگاه اتوماتیک آرماتوربند (بندزن)



دستگاه آرماتور بند میلگردهای فولادی (دستگاه بندزن)، یک دستگاه اتوماتیک برای آرماتوربندی در سازه‌های بتن مسلح به شمار رفته و می‌تواند نقش موثری در افزایش سرعت آرماتوربندی ایفا نماید. از این دستگاه می‌توان برای آرماتوربندی و تولید فسه‌های آرماتور ستون‌ها، تیرها و شبکه میلگردهای دال سقف یا شالوده استفاده نمود. سیم مورد استفاده برای آرماتوربندی در این دستگاه، می‌تواند از نوع سیم فولادی معمولی، گالوانیزه و یا سیم پلی‌استر باشد. اگرچه لازم است، در مناطق با پتانسیل خوردگی شدید تنها از سیم آرماتوربندی پلی‌استر استفاده شود. میلگردهای با قطر ۱۰ تا ۳۲ میلی‌متر را می‌توان با این دستگاه بند زد، مشروط بر آنکه حداکثر اختلاف نمره میلگردهای متقاطع در شبکه آرماتوربندی بیش از ۶ میلیمتر نباشد. این دستگاه در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته و کاربرد آن، در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز می‌باشد.

- ۴- سیم‌های آرماتور بندی قابل استفاده با این روش از نوع فولادی معمولی، گالوانیزه و نیز سیم پلی‌استر می‌باشد.
- ۵- در این روش، رعایت کلیه ملاحظات و ضوابط مربوط به اجرای سازه‌های بتن آرمه مطابق مقررات ملی ساختمان الزامی است.
- ۶- در مناطق با پتانسیل خوردگی شدید تنها استفاده از سیم آرماتوربندی نوع پلی‌استر مجاز می‌باشد.



### الزامات دستگاه اتوماتیک آرماتوربند (بندزن)

- ۱- استفاده از ماشین نیمه اتوماتیک برای آرماتوربندی سازه‌های بتن مسلح مجاز می‌باشد.
- ۲- حداقل قطر میلگرد مورد استفاده در این روش ۱۰ میلی‌متر می‌باشد.
- ۳- حداکثر اختلاف نمره آرماتورهای متقاطع در شبکه‌های آرماتوربندی با این شیوه نباید از ۳ نمره بیش‌تر باشد.



0980

## ۶-۲-۲- سیستم جوشکاری سر به سر میلگرد با گاز استیلن

- در وصله پوششی عامل ایجاد پایداری وصله، بتن است و در صورت صدمه دیدن یا عدم تراکم مناسب بتن در محل وصله، وصله پوششی عملکرد مناسبی نخواهد داشت ولی در این روش، عملکرد اتصال به بتن بستگی ندارد.

- امکان استفاده از این روش اتصال در هر جای سازه وجود دارد، در حالی که وصله‌های پوششی مطابق آیین‌نامه‌های طراحی بتن مسلح دارای محدودیت استفاده در محل‌های بحرانی سازه هستند.

- مطابق آیین‌نامه‌های طراحی بتن مسلح، با افزایش قطر میلگرد، استفاده از وصله پوششی دارای محدودیت است.

این سیستم در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن بررسی شده و کاربرد آن مطابق استانداردهای معتبر مربوطه مورد تایید است.



دستگاه اتصال سر به سر میلگردها موجب حذف وصله پوششی در سازه‌های بتن آرمه می‌شود. مزایای این روش اتصال عبارتند از:

- صرفه‌جویی در مصرف میلگرد به علت حذف وصله پوششی و پرت آرماتور.

- آرایش منظم آرماتورها و ایجاد فضای مطلوب برای بتن ریزی بهتر.

- با این روش اتصال، در امتداد هم قرار گرفتن آرماتورها و در نتیجه انتقال مستقیم و بی‌واسطه نیرو در فاز فولادی مقاطع بتن آرمه فراهم می‌شود.





### الزامات سیستم جوشکاری سر به سر میلگرد با گاز استیلن



- ۱- مجری طرح لازم است بر مبنای استانداردهای بین المللی جوش نسبت به تهیه و تدوین WPS (دستورالعمل جوشکاری) و PQ (الزامات نظارت و بازرسی و کنترل کیفیت جوش) این روش اقدام نموده و به کارفرما یا مراکز مرتبط با تأییدیه فنی ارائه نماید.
- ۲- انجام فرآیند جوشکاری یک کار کاملاً تخصصی بوده و لازم است توسط افراد آموزش دیده و دارای حداقل گواهینامه مهارت جوشکاری سطح یک با جوشکاری اکسی استیلن از مراکز آموزش فنی و حرفه‌ای وزارت کار و امور اجتماعی و یا از سایر مراکز آموزشی معتبر باشد.
- ۳- استفاده از تجهیزات برشکاری، جوشکاری و روشهای انجام جوش در صورتی که با سایر استانداردها و مقررات ملی ساختمان ایران از قبیل مبحث نهم و یا آیین نامه بتن ایران (آبا) مبحث شرایط وصله آرماتور و با استانداردهای بین المللی از قبیل AWS و IIW مغایرتی نداشته باشد، بلامانع است.
- ۴- در این روش به دلیل افزایش قطر میلگرد در محل جوشکاری ضخامت پوشش بتن در بتن های در معرض خوردگی بر اساس آیین نامه بتن ایران (آبا) از روی گرده جوش محسوب خواهد شد.
- ۵- کارفرما بر مبنای استانداردهای جوشکاری و تحت نظر مهندس جوش نسبت به تأیید یا رد مدارک ذکر شده در بند ۱ اقدام نموده و مراتب را به صورت کتبی به مجری اطلاع خواهد داد.
- ۶- انجام عملیات جوشکاری با این روش در هر شرایط قرارگیری میلگرد از قبیل حالت عمودی، افقی و مورب قابل انجام می باشد.
- ۷- هم محور بودن میلگردها در موقع اتصال و جوشکاری الزامی می باشد.
- ۸- قطر میلگردهای طرفین اتصال باید یکسان باشد.
- ۹- این روش جوشکاری می تواند برای هر نوع میلگرد با هر سطح مقطع انجام شود.



### ادامه الزامات سیستم جوشکاری سر به سر میلگرد با گاز استیلن

- ۱۹- لازم است بازرسی چشمی (VT) قبیل و بعد از اجرا مطابق دستورالعمل ذیل انجام شود:
- ابعاد مقطع جوش باید در محور طولی میلگرد، معادل ۱.۴ قطر میلگرد بوده و در محور عرضی معادل ۱.۱ قطر میلگرد باشد.
- ۲۰- اخذ گواهی نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

- ۱۰- در این روش عوامل ایجاد اتصال بین دو میلگرد ناشی از فشار و حرارت حاصل اشتعال گاز استیلن می باشد.
- ۱۱- نحوه حرارت دهی سطح بیرونی میلگرد باید به صورت همگن و یکنواخت انجام شود.
- ۱۲- سطح مقطع هر دو میلگرد در موقع عملیات جوشکاری باید دارای سطحی تمیز و عاری از هرگونه آلودگی باشد.
- ۱۳- برای ایجاد اتصال مناسب برای مقاطع مختلف میلگرد از ۱۰ تا ۱۰۰ بار فشار باید توسط دستگاه پرس مخصوص اعمال شود.
- ۱۴- دمای محل جوشکاری ۱۲۰۰-۱۳۰۰ درجه سانتی گراد باشد.
- ۱۵- سطح مقطع میلگرد باید کاملاً به صورت عمود بر محور میلگرد انجام شده و یا به عبارت دیگر زاویه پخ آن صفر باشد. همچنین سطح مقطع برش خورده میلگرد باید صاف و صیقلی باشد. برای نیل به این اهداف توصیه می شود از دستگاه برش مخصوص با فرز الماسه با تجهیزات لازم استفاده شود.
- ۱۶- بعد از عملیات جوشکاری در شرایط معمول دمایی حداقل ۱۵ دقیقه و در مناطق گرمسیر حداقل ۲۰ دقیقه از وارد نمودن تنش های حرارتی به محل جوشکاری از قبیل پاشیدن آب و... پرهیز شود.
- ۱۷- آزمون های قبل از اجرا (DT تستهای مخرب جوش) از قبیل کشش، خمش و سایر آزمون های مشابه با روشهای آکسی استیلن انجام شود.
- ۱۸- آزمون های بعد از اجرا (NDT تستهای غیر مخرب جوش) از قبیل آلتراسونیک، PT (تست نفوذ مایع) انجام شود.



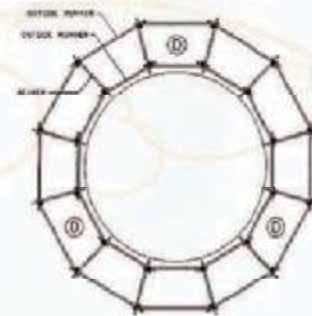
## ۶-۲-۳- سیستم مدولار دسترسی نوین



سرعت ساخت و یا تعمیر سازه های آسیب دیده، تا حد زیادی وابسته به آماده سازی شرایط برای شروع کار می باشد. با توجه به اینکه در مراحل مختلف ساخت و یا تعمیره نیاز اساسی به تامین داربست برای حضور و فعالیت کارگران و گاه حتی نظارت مهندسمین وجود دارد، به نظر می رسد استفاده از پکت شیوه جدید برای سرعت بخشیدن به مراحل استوارکردن داربست و نیز کم کردن خطرات ناشی از خطای انسانی در برپا کردن آن مناسب باشد.

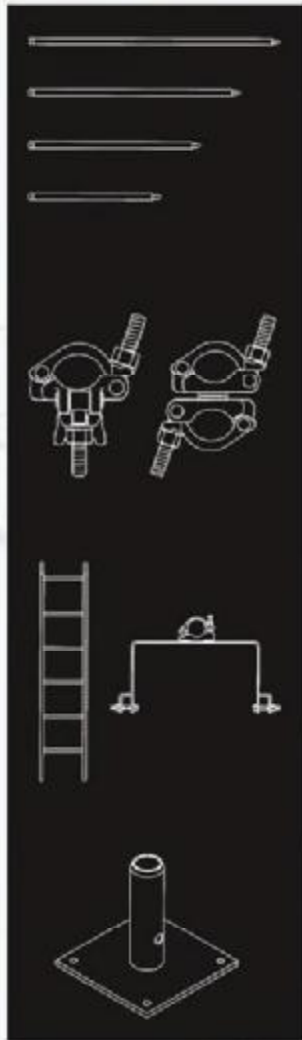
از طرف دیگر در صورتیکه بتوان از داربستهای حین ساخت در زمان بهره برداری ساختمان نیز استفاده نمود، می توان با آماده سازی ها بعدی برای انجام تغییرات در ساختمان، که ممکن است به ظاهر ساختمان نیز آسیب وارد کند، جلوگیری کرد.

سیستم مدولار دسترسی نوین یک شیوه جدید برپاکردن داربست برای اجرای ساختمانها محسوب می شود که پتانسیل لازم برای بهره برداریهای بعدی را دارد. این طرح در این مرکز مورد بررسی قرار گرفته و با استناد به الزامات تدوین شده استفاده از آن مجاز می باشد.





## الزامات سیستم مدولار دسترسی لوین



- ۱- طرح مورد نظر نوعی داربست و سکوی کار موقت می باشد که در هنگام اجرای ساختمان مورد استفاده قرار می گیرد. لذا در رده ابزار کار اجرای ساختمان قرار می گیرد.
- ۲- در استفاده از این تجهیزات مسئله ایمنی حین کار حائز اهمیت می باشد که در این خصوص، رعایت ضوابط استانداردهای زیر الزامی است.
  - مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمانی ایران
  - EN ISO 14122
- ۳- بر اساس بند ۱۲-۷-۲-۲ مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمانی ایران، کلیه قسمت های داربست و سکوی کار موقت، شامل جایگاه، اجزای نگهدارنده، تکیه گاه ها، اتصالات، راه های عبور و پلکان داربست باید علاوه بر پایداری و ایستایی لازم، ظرفیت پذیرش چهار برابر بار مورد نظر را داشته باشد.
- ۴- برای تامین ایستایی و جلوگیری از واژگون شدن هرگونه داربست، رعایت ضوابط بند ۱۲-۷-۲-۲ مرجع یاد شده الزامی است.
- ۵- بر اساس بند ۱۲-۸-۲-۵ مرجع فوق، این گونه تجهیزات هرگز نباید بیش از دو سوم (۲/۳) مقاومت نهایی خود بارگذاری شوند.
- ۶- ضمن رعایت الزامات مورد اشاره در فوق، رعایت کلیه موارد ارائه شده در مدارک ارسالی برای استفاده از این سیستم به عنوان داربست و سکوی کار موقت در تمامی مراحل اجرا، الزامی است.



## ۶-۳- فونداسیون منفرد پیش ساخته

۲. لازم است کنترل‌های لازم مربوط به ظرفیت باربری خاک محل با توجه به مقاومت مجاز فشاری خاک محل و ابعاد پی به عمل آید.
۳. در سیستم‌های مهاربندی شده لازم است، کنترل‌های لازم از نظر میزان نیروی کششی ایجاد شده در ستون‌ها به منظور ممانعت از بلند شدن فونداسیون از روی خاک با توجه به سبک بودن آن به عمل آید.
۴. طراحی و اجرای کلاف‌ها و اتصال آنها به پی‌های پیش‌ساخته، بر اساس محاسبات مربوطه و مطابق با ضوابط مقررات ملی ساختمان ایران و استاندارد ۲۸۰۰ الزامی است.
۵. رعایت کلیه مقررات ملی ساختمان ایران در طراحی، ساخت و اجرا فونداسیون منفرد پیش‌ساخته الزامی است.
۶. رعایت رواداری‌های مجاز برای ساخت و نصب قطعات پیش ساخته مطابق آیین‌نامه ACI 117 و راهنمای PCI الزامی است.
۷. رعایت تمهیدات لازم در شرایط اقلیمی مختلف و محیط‌های خورنده ایران برای دوام و پایداری بتن و میلگرد فولادی ضروری است.
۸. اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه‌اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

به منظور افزایش سرعت و ارتقاء کیفیت در اجرای ساختمان‌های مقاوم کوچک، می‌توان از فونداسیون‌های پیش‌ساخته سبک استفاده نمود. این فونداسیون‌ها برای تقاضاهای موجود در ساختمان‌های پیچ و مهره‌ای و یک طبقه طراحی، محاسبه و مورد آزمایش قرار گرفته است. استفاده از فونداسیون پیش‌ساخته می‌تواند، مشکلات مربوط به فونداسیون درجا را رفع نموده و ضمن افزایش سرعت اجرا، کیفیت را نیز خصوصاً در مناطق دورافتاده و روستایی افزایش دهد. از نکات حائز اهمیت در این طرح، کنترل ظرفیت باربری خاک بستر می‌باشد. در محل‌هایی که مقاومت مجاز خاک کم باشد، لازم است، تمهیدات لازم جهت افزایش سطح بارگیر فونداسیون و یا به‌سازی و ارتقاء مشخصات خاک به عمل آید. این فونداسیون برای خانه‌های پیچ و مهره‌ای ۶۰ متر مربعی یک طبقه به صورت نمونه به مرکز ارائه شده و برای همین کاربرد مورد بررسی و تایید قرار گرفته است

## الزامات فونداسیون منفرد پیش ساخته

۱. استفاده از طرح فونداسیون پیش‌ساخته پیشنهادی با توجه به نتایج آزمایش‌های ارائه شده، صرفاً برای ساختمانهای ۱ طبقه با اسکلت فولادی، با توجه به پایین بودن سطح بارهای وارده مجاز می‌باشد.
۲. لازم است کلیه مشخصات فنی هندسی و محاسباتی فونداسیون منفرد پیش‌ساخته مطابق جزئیات ارائه شده در مدارک به مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن باشد.



### ۶-۴- تجهیزات تاسیساتی

#### ۶-۴-۱- دستگاه ضد رسوب الکترونیکی



مجراهای تاسیسات در اثر رسوب، مدیران ساختمان‌ها را ناچار به اسید شویی رسوب آب می‌کند که در جریان اسیدشویی پدیده خوردگی فلزات تشدید شده، هزینه‌های سنگین به سیستم تحمیل می‌شود و مصرف کنندگان برای چند روز از خدمات تاسیسات بی‌بهره می‌شوند. همچنین، مواد اسیدی حاوی رسوب نیز از طریق چاه‌ها وارد منابع زیرزمینی آب می‌شوند و این منابع حیاتی را که امروزه یکی از مهمترین منابع تأمین آب شرب شهرها هستند، آلوده می‌سازند.

بنابراین استفاده از فن‌آوری ضد رسوب الکترونیکی در تاسیسات، علاوه بر جلوگیری از بروز خسارت‌های سنگین مالی، موجب افزایش رفاه افراد و حفاظت محیط زیست از آلودگی‌های اسیدی می‌شود. این فناوری در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن بررسی و مورد تأیید قرار گرفت. در استفاده از این فناوری لازم است رعایت کلیه مقررات ملی کشور مدنظر قرار گیرد.

فناوری رسوب آب یکی از مهمترین عوامل فرسایش و خوردگی تاسیسات حرارتی و برودتی ساختمان‌های مسکونی و عمومی است. سالیانه میلیاردها تومان تجهیزات فلزی تاسیسات نظیر بویلرها، مبدل‌ها، کندانسور، اواپراتور، شیرآلات، لوله‌ها، رادیاتورها و... به علت خوردگی و پوسیدگی اسفاط شده و هزینه سنگینی را به مصرف کننده گان تحمیل می‌کند. در کنار خسارت خوردگی فلزی که ناشی از رسوب گرفتگی است، مقدار قابل توجهی انرژی گاز، برق و یا نفت گازی به دلیل عدم تبادل حرارت، هدر می‌رود. تشکیل رسوب در تمامی اجزای داخلی تاسیسات، تبادل حرارت را مختل کرده و راندمان تاسیسات را کاهش می‌دهد.

این پدیده که شاید یکی از بزرگترین عوامل اتلاف انرژی در خانه‌های مسکونی و ساختمان‌ها است، موجب نارضایتی مصرف کنندگان نیز می‌شود، زیرا رسوب آب باعث کاهش ظرفیت اسمی تاسیسات شده و به سرعت توانایی تجهیزات را کاهش می‌دهد. انسداد لوله‌ها، کانال‌ها و





### ۶-۴-۲- سیستم کنترل کولر آبی

فناوری تنظیم مدت زمان بهره‌گیری از وسایل برقی یکی از راه‌حل‌های قابل توجه برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی است. سیستم کنترل کولر آبی سیستمی است که می‌توان با به‌کارگیری حافظه و سیستم زمان‌بندی، نسبت به خاموش و روشن کردن کولر اقدام نماید. این سیستم به این منظور قابل توجه است که در ساعات اولیه صبح، نیاز به کولر عملاً منتفی است و وجود یک تایمر برای خاموش کردن آن، حجم برق مصرفی را در آن ساعت از روز کاهش می‌دهد. همچنین، از بروز سرماخوردگی‌های صبحگاهی نیز جلوگیری می‌کند.





## 6-4-2- هواکش خودکار پدیده

فناوری هواکش خودکار پدیده با امکان نصب بر روی لوله‌های تهویه در بام و با استفاده از انرژی باد و پدیده Separation، مکشی در حد فن‌های نمره ده ایجاد می‌کند. این هواکش با ویژگی‌هایی از قبیل:

بدون صدا بودن، دارا بودن مکش قوی، جلوگیری از ورود برف و باران، عدم نیاز به برق، نصب سریع و آسان، کارایی در سرعت‌های بسیار کم باد، مقاوم بودن در برابر آفتاب، قابلیت دمش هوا به داخل و هزینه کمتر، رقیب قابل توجهی برای فن محسوب می‌شود. این محصول که به عنوان یک اختراع به ثبت رسیده، پس از بررسی‌های به عمل آمده و با توجه به دارا بودن پتانسیل لازم برای استفاده در ساختمان، مورد تأیید این مرکز قرار گرفته است.





### ۶-۴-۴- مسدود کننده دریچه کولر از جنس فوم پلی اتیلن



"مسدود کننده دریچه کولر از جنس فوم پلی اتیلن"، با قرار گرفتن بر روی دریچه های کولر، در کاهش میزان تعویض هوا از طریق دریچه های کولر در فصول سرد سال تأثیر قابل ملاحظه ای ایجاد می کند و لذا باعث کاهش مصرف انرژی در ساختمان می گردد.

این پوشش علی رغم قابلیت نصب و تعویض آسان و امکان استفاده مجدد آن، تحت فشارهای معمول، از دریچه جدا نمی شود و قابل انطباق با ابعاد مختلف دریچه های متداول است.

#### الزامات مسدود کننده دریچه کولر از جنس فوم پلی اتیلن

- ۱- در موقع اتصال باید از موادی استفاده شود که جداسازی کلی و جزئی در این نوع پوشش بوجود نیاید.
- ۲- با توجه به تنوع شکل های ظاهری و جنس دریچه های کولر، باید این نوع پوشش دقیقاً با توجه به اندازه های موجود در مصالح ساختمانی ایران و جنس آنها تولید گردد.
- ۳- به منظور کارایی در فصول مختلف و اندازه های مختلف فضا، باید قابلیت کنترل میزان ورود هوا از دریچه کولر فراهم گردد.
- ۴- به دلیل نصب در فضاهای داخلی و ارتباط با هوای مورد استنشاق انسان، باید قابل شستشو و بهداشتی باشد و گرد و خاک و دوده به راحتی قابل زدودن باشد.
- ۵- کاربرد آسان و بدون تمهیدات ویژه توسط کاربران ساختمانی باید تامین گردد.

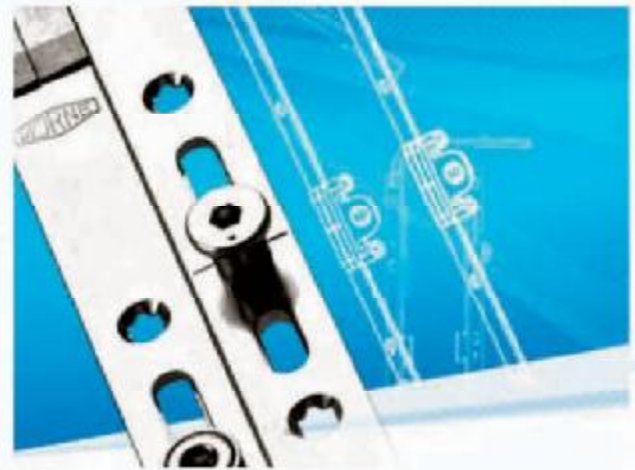
۶- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.



## 6-1-5- پراق آلات درب و پنجره UPVC

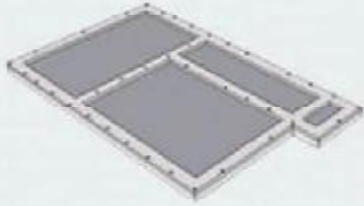


مصرف انرژی در واحدهای تجاری و خانگی حدود ۴۰ درصد کل میزان مصرف انرژی در کشور را دارا است. در واحدهای تجاری و خانگی نیز بیش از ۷۰ درصد از هدر رفت انرژی از طریق درب و پنجره صورت می‌گیرد از این رو استفاده از مصالح مناسب و عایق‌بندی صحیح این قسمت از ساختمان تأثیر بسزایی در صرفه‌جویی مصرف انرژی دارد. معروف بک پنجره خوب، پراق آلات آن است. به هر میزان که پراق آلات و لاستیک‌های درزبندی از کیفیت بهتری برخوردار باشند میزان صرفه‌جویی انرژی در آن بهتر و از نظر صدابندی و حرارت، عایق مناسب‌تری خواهد بود.





مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن



۱



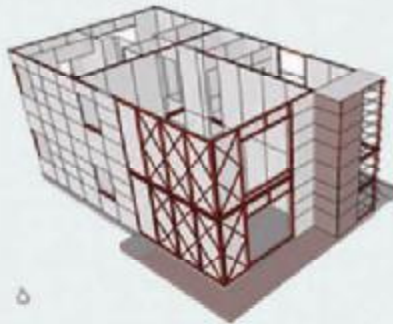
۲



۳



۴



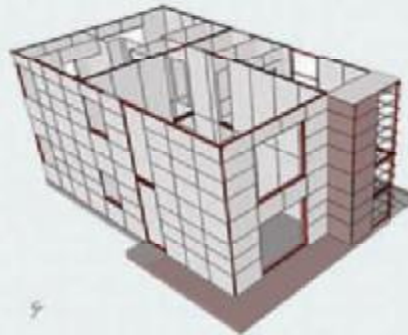
۵



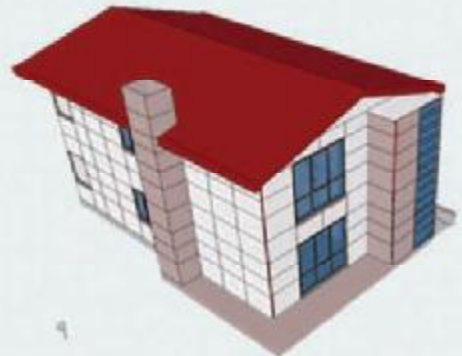
۶



۷



۸



۹

فناوری نیک سیستم

تولید مستعنی مسکن و استفاده از فناوری های نوین ساختمانی، ضرورتی ملی و از معیارهای رشد و توسعه کشور است



نشانی: تهران، بزرگراه شیخ فضل ا... نوری،

بین شهرک قدس و فرهنگیان

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

تلفن : ۶-۸۸۲۵۵۹۴۲

نمابر : ۸۸۳۸۴۱۴۹

[www.bhrc.ac.ir](http://www.bhrc.ac.ir)