

دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان  
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی  
وزارت راه و شهرسازی

مبحث یازدهم مقررات ملی ساختمان  
صنعتی‌سازی ساختمان

پیش‌نویس هفتم از ویرایش سوم

شهریور ماه ۱۳۹۷

پیش‌نویس / دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان / مبحث یازدهم مقررات ملی ساختمان / صنعتی‌سازی ساختمان / قابل قیاس / استناد

## مقدمه

صنعتی‌سازی ساختمان یک روش و حاصل مسیری است که کشورهای پیشرفته، طی ۲۰۰ سال گذشته پیموده‌اند. در این کشورها، قطعات، تجهیزات و تاسیسات ساختمان، جملگی استاندارد و مدولار هستند و در کارخانه تولید می‌شوند. در نتیجه، مهندسان می‌دانند که باید یکی از آن تولیدات کارخانه‌ای را انتخاب کنند و نصاب‌ها هم، به سهولت آن را نصب می‌کنند. بنابراین، استاندارد و مدولار بودن موجب شده است که ساخت و ساز در کشورهای پیشرفته، به خودی خود، صنعتی باشد و یک ساختمان از پی تا انتهای آن در زمان بسیار کوتاهی ساخته شود. هدف امروز این کشورها، افزایش هرچه بیشتر بهره‌وری از طریق ابداع فناوری‌های نوین می‌باشد. از این‌رو، برخلاف مباحث دیگر مقررات ملی ساختمان که با اقتباس، اصلاح و بومی کردن مقررات کشورهای پیشرفته تهیه می‌شوند، در تدوین مبحث ۱۱ نمی‌توان از متون روز آنها بهره جست. هدف ویرایش حاضر مبحث ۱۱ این است که فاصله‌ی طولانی با کشورهای صنعتی، ظرف مدت چند سال طی شود. این امر، با جدا کردن انبوه‌سازی<sup>۱</sup> از غیرانبوه‌سازی محقق می‌شود. در حال حاضر، کمتر از ۵ درصد ساخت و ساز کشور به انبوه‌سازی اختصاص دارد؛ ۹۵ درصد باقی‌مانده شامل غیرانبوه‌سازی‌هاست و بخش عمده‌ی اقتصاد مسکن را شامل می‌شود.

اطلاق صنعتی‌سازی به پروژه‌های ساختمانی، به صورت صفر و یک (مطلقاً آری یا مطلقاً خیر) نیست؛ بلکه، طیفی از درجات را شامل می‌شود. از این‌روست که طبق آیین‌نامه‌ی اجرایی ماده ۱۴ قانون ساماندهی و حمایت از تولید و عرضه‌ی مسکن، ذیل تبصره ماده ۱۷ آن، قید شده است: "مصادیق صنعتی‌سازی ساختمان مطابق با ضوابط مصوب در کمیته تخصصی مبحث ۱۱ مقررات ملی ساختمان تعیین می‌گردد." به عبارت دیگر، این مبحث، ملاک بررسی و اختصاص مشوق‌هایی است که دولت، سازمان‌ها و نهادها به ساختمان‌های صنعتی اعطا می‌کنند.

قابلیت برنامه‌ریزی، اندازه‌گیری، کنترل و هدایت فعالیت‌های ساخت، از جمله مزایای صنعتی‌سازی است. با نظم و تمرکز که از صنعتی‌سازی حاصل می‌شود، امکان اعمال مقررات ملی ساختمان افزایش می‌یابد. به طور خاص، در غیرانبوه‌سازی‌های صنعتی، تولید اجزا و قطعات در کارخانه‌ها، کنترل پذیری آنها را بالا خواهد برد. در انبوه‌سازی‌ها هم، به دلیل قابلیت انتخاب روش، مقررات ملی ساختمان به سادگی قابل پیاده‌سازی خواهد بود. بنابراین، از طریق صنعتی‌سازی ساختمان می‌توان تحقق اهداف قانون "نظام مهندسی و کنترل ساختمان" و همچنین "مقررات ملی ساختمان" را که شامل بهبود ایمنی، بهداشت، بهره‌دهی مناسب، آسایش و صرفه اقتصادی فرد و جامعه می‌باشد، تسهیل کرد.

در این مبحث، پروژه‌های ساختمانی به دو حوزه‌ی مجزای انبوه‌سازی و غیرانبوه‌سازی تقسیم و برای صنعتی‌سازی هر کدام، ضوابط جداگانه‌ای تدوین شده است. در انبوه‌سازی صنعتی برای مدیریت یکپارچه اهمیت ویژه‌ای قایل شده است. در غیرانبوه‌سازی صنعتی به پیش‌ساختگی توجه و ضوابط آن متناسب با حجم پروژه، در دو بخش "غیرانبوه کوچک و متوسط" (درب‌گیرنده‌ی ساختمان‌های محدود<sup>۲</sup>) و "غیرانبوه بزرگ" بررسی شده است. برای همه‌ی گروه‌های ساختمانی، دسته‌ای از الزامات قید شده است که تامین هر یک از آنها، برای ورود به حیطه‌ی صنعتی‌سازی الزامی است. پس از

---

<sup>۱</sup> در انبوه‌سازی به دلیل امکان بهره‌گیری از مزیت تکرار، سرمایه‌گذاری اولیه برای تولید در محل اجرا و بکارگیری روش‌های صنعتی ویژه و نوآورانه، قابل توجیه می‌باشد.

<sup>۲</sup> ساختمان محدود، ساختمانی غیرانبوه و منفرد با مساحت کل زیربنای برابر یا کمتر از ۳۰۰ مترمربع، با کمتر از سه طبقه از روی زمین و بیشینه ارتفاع ۱۰ متر است که دارای حداکثر ۴ واحد با کاربری مسکونی، دفتر کار و یا انبار و افراد ساکن دائم زیر ۱۲ نفر باشد.

الزامات، سایر ضوابط به صورت امتیازی تنظیم شده‌اند؛ بدین مفهوم که با تامین هر ضابطه، امتیازی به پروژه تعلق می‌گیرد. مجموع این امتیازات، عددی را موسوم به "شاخص تکمیلی صنعتی سازی ساختمان" معرفی می‌کند. این شاخص، معیاری برای تعیین درجات صنعتی سازی پروژه‌های ساختمانی می‌باشد؛ به گونه‌ای که درجه‌ی یک، مبین سطح صنعتی سازی عالی؛ درجه‌ی دو، تبیین کننده سطح صنعتی سازی متوسط؛ و درجه‌ی سه نشان دهنده‌ی سطح صنعتی سازی حداقل، برای پروژه‌ی مورد بررسی است.

معمولاً در اسناد مدیریتی دنیا اصطلاح برد-برد رایج است؛ بدین مفهوم که در یک قرارداد، منافع دو طرف آن تامین شود. رویکرد اساسی این مبحث در توسعه‌ی صنعتی ساختمان، "برد-برد-برد" است. برد سوم، بدین معناست که علاوه بر منافع دو طرف قرارداد، منافع جامعه و نسل آینده نیز، حایز اهمیت باشد. در واقع، برد سوم، همان توسعه‌ی پایدار است که سازمان ملل متحد آن را چنین تعریف کرده است: "رشد دستیابی به نیازهای نسل حاضر بدون آسیب رساندن به ظرفیت‌های نسل آتی برای دستیابی به نیازهایشان". با توجه به این رویکرد و همچنین عطف به آیین نامه‌ی اجرایی صرفه‌جویی مصرف انرژی در ساختمان‌ها، ضوابطی در خصوص ساختمان سبز<sup>۳</sup>، تحت عنوان "حامی محیط زیست" تدوین و تامین حداقلی از این ضوابط، برای ساختمان‌های صنعتی الزامی شده است. شایان توجه است بهره‌وری، پایه و ستون اصلی صنعتی سازی و ساختمان سبز است و با صنعتی شدن ساخت و ساز، آن را با سهولت بیشتری می‌توان به سمت مولفه‌های ساختمان سبز سوق داد.

بهره‌وری منابع، افزایش سرعت، بهبود و یکسان سازی کیفیت، سه معیار عمده‌ی متمایزکننده‌ی تولید صنعتی از غیرصنعتی است. فناوری، یکی از ابزارهای مهم تحقق سه معیار اصلی صنعتی سازی است. از این رو، الزامات فنی و کارکردی تعدادی از روش‌های صنعتی ساختمان سازی کشور، در یک فصلی مجزا بررسی می‌شوند. شایان توجه است که معرفی های این روش‌ها، دلیلی بر رجحان آنها بر دیگر شیوه‌ها نیست و استفاده‌کننده، خود موظف است با توجه به مقتضیات پروژه، برتری آنها را از لحاظ مقاومت، پایداری سازه‌ای، صرفه‌ی اقتصادی و سهولت اجرا بررسی نماید. همچنین، اگر در کاربرد فناوری‌ها و روش‌های ساخت پیشرفته، یکی از سه معیار اصلی صنعتی سازی، محقق نشده باشد، نمی‌توان ادعا کرد که صنعتی سازی انجام شده است. در حال حاضر، علت ناچیز بودن افزایش بهره‌وری در ایران، در اختیار نداشتن فناوری‌های لازم نیست؛ بلکه عدم مدیریت درست منابع است. فناوری، کم و بیش در سال‌های گذشته وارد کشور شده، ولی پاسخگوی این موضوع نبوده است.

تصور بر این است که سخن تازه‌ای برای اهل حرفه مطرح شده است. کشورهای در حال توسعه‌ای که مقتضیاتی مشابه ایران دارند، نیز می‌توانند از این مبحث بهره‌برداری کنند. بنابراین، لازم است تا مطالب گسترش یابد و به زبان‌های دیگر، ترجمه شود؛ فعلاً آغاز کار است.

کمیته‌ی تخصصی مبحث ۱۱ مقررات ملی ساختمان

## فهرست مطالب

۵	۱-۱۱ کلیات
۵	۱-۱-۱۱ دامنه
۵	۲-۱-۱۱ هدف
۵	۳-۱-۱۱ تعاریف
۹	۲-۱۱ صنعتی سازی پروژه های ساختمانی غیرانبوه کوچک و متوسط
۹	۱-۲-۱۱ دامنه ی کاربرد
۹	۲-۲-۱۱ الزامات عمومی
۹	۳-۲-۱۱ الزامات طراحی
۱۰	۴-۲-۱۱ الزامات اجرایی
۱۰	۵-۲-۱۱ الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی سازی
۱۴	۶-۲-۱۱ درجه بندی صنعتی سازی ساختمان های غیرانبوه کوچک و متوسط
۱۷	۳-۱۱ صنعتی سازی پروژه های ساختمانی غیرانبوه بزرگ
۱۷	۱-۳-۱۱ دامنه ی کاربرد
۱۷	۲-۳-۱۱ الزامات عمومی
۱۷	۳-۳-۱۱ الزامات طراحی
۱۸	۴-۳-۱۱ الزامات اجرایی
۱۸	۵-۳-۱۱ الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی سازی
۲۲	۶-۳-۱۱ درجه بندی صنعتی سازی ساختمان های غیرانبوه بزرگ
۲۴	۴-۱۱ صنعتی سازی پروژه های ساختمانی انبوه
۲۴	۱-۴-۱۱ دامنه ی کاربرد
۲۴	۲-۴-۱۱ الزامات عمومی
۲۴	۳-۴-۱۱ الزامات طراحی
۲۵	۴-۴-۱۱ الزامات اجرایی
۲۶	۵-۴-۱۱ الزامات مدیریتی

- ۱۱-۴-۶ الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی سازی..... ۲۶
- ۱۱-۴-۷ درجه بندی صنعتی سازی ساختمان های انبوه..... ۲۸
- ۱۱-۵ ضوابط حمایت از محیط زیست در ساخت و سازهای صنعتی..... ۲۹
- ۱۱-۵-۱ دامنه ی کاربرد..... ۲۹
- ۱۱-۵-۲ الزامات کسب شاخص حامی محیط زیست..... ۲۹
- ۱۱-۵-۳ حداقل لازم برای شاخص حامی محیط زیست..... ۲۹
- ۱۱-۶ الزامات فنی و کارکردی تعدادی از روش های صنعتی ساختمان سازی کشور..... ۳۰
- ۱۱-۶-۱ مقدمه..... ۳۰
- ۱۱-۶-۲ سیستم قالب های سبک فولادی سرد نورد شده (LSF)..... ۳۰
- ۱۱-۶-۳ روش اجرای ساختمان های بتن مسلح با قالب های عایق ماندگار (ICF)..... ۳۳
- ۱۱-۶-۴ ساختمان های بتنی پیش ساخته..... ۳۶
- ۱۱-۶-۵ ساختمان های نیمه پیش ساخته با صفحات بتن پاشی سه بعدی (3D پانل)..... ۴۰
- ۱۱-۶-۶ ساختمان های بتن آرمه با شیوه ی قالب های تونلی..... ۴۱
- پیوست ها..... ۴۳
- ۱۱-۱ مفاهیم صنعتی سازی ساختمان..... ۴۳
- ۱۱-۲ برخی از مصادیق اجرای صنعتی ساختمان..... ۴۶
- ۱۱-۳ منافع حاصل از صنعتی سازی ساختمان..... ۴۸
- ۱۱-۴ چک لیست صنعتی سازی ساختمان ها..... ۵۲
- ۱۱-۵ نمونه های تعیین شاخص صنعتی سازی ساختمان در پروژه ها..... ۶۴

## ۱-۱۱ کلیات

### ۱-۱-۱۱ دامنه

ضوابط صنعتی سازی، کل چرخه‌ی حیات ساختمان<sup>۴</sup> را شامل می‌شود. در این مبحث، تمرکز بر ارایه‌ی ضوابط طراحی، تجهیز و اجرای ساختمان‌ها به روش صنعتی است. البته، سازگاری ضوابط ارایه‌شده با سایر ارکان چرخه‌ی حیات ساختمان نیز، مورد توجه قرار گرفته است.

### ۲-۱-۱۱ هدف

هدف، ارایه‌ی ضوابط صنعتی سازی ساختمان با رویکرد توسعه‌ی پایدار است که در هفت محور اصلی زیر دنبال می‌شود:

۱-۲-۱-۱۱ افزایش ایمنی و بهداشت

۲-۲-۱-۱۱ بهره‌وری منابع

۳-۲-۱-۱۱ افزایش سرعت

۴-۲-۱-۱۱ بهبود کیفیت و دوام

۵-۲-۱-۱۱ پرهیز از آسیب به محیط‌زیست

۶-۲-۱-۱۱ بهبود مصرف انرژی

۷-۲-۱-۱۱ توجه به مطلوبیت و آسایش

بر این اساس، مصادیق صنعتی سازی ساختمان برای سنجش میزان صنعتی سازی هر پروژه‌ی ساختمانی ارایه شده است. همچنین ضوابطی هم در خصوص ساختمان سبز، تحت عنوان "حاملی محیط‌زیست" قید و تامین حداقلی از این ضوابط، برای ساختمان‌های صنعتی الزامی شده است.

### ۳-۱-۱۱ تعاریف

واژه‌ها، عبارات و اصطلاحات بکار رفته در این مبحث، به معانی مشروحه‌ی زیر می‌باشد:

۱-۳-۱-۱۱ آب خاکستری: آب غیر آشامیدنی تحصیل شده از فاضلاب خروجی از دستشویی، وان، زیردوشی، لگن یا ماشین رختشویی که منحصرًا برای شستشوی توالت‌ها و یورینال‌ها و آبیاری زیرسطحی ممکن است مورد استفاده‌ی دوباره قرار گیرد.

<sup>۴</sup> چرخه‌ی حیات ساختمان شامل مراحل "پیش از ساخت"، "حین ساخت" و "پس از ساخت" می‌باشد. مرحله‌ی "پیش از ساخت" شامل سه بخش خلق و انتخاب پروژه، انتخاب محل ساخت، و طراحی می‌باشد. "حین ساخت" دو بخش تجهیز کارگاه و عملیات اجرا را دربر می‌گیرد. "پس از ساخت" مشتمل بر چهار بخش بهره‌برداری، نگهداری، بازسازی و تخریب می‌باشد.

۱-۱-۱-۳ اجزای ساختمانی مدولار: اجزای ساختمانی که اندازه‌ی آنها، از رابطه ۱-۱-۱۱ بدست می‌آید:

رابطه ۱-۱-۱۱:

$$d = d_{\min} + i \times M \cdot 0 \leq i \leq i_{\max} .$$

در رابطه ۱-۱-۱۱،  $d$  اندازه‌ی انتخابی مجاز،  $d_{\min}$  حداقل اندازه‌ی مجاز طبق مراجع معتبر،  $i$  عدد صحیح غیر منفی با حداکثر مقدار مجاز  $i_{\max}$  طبق مراجع معتبر و  $M$  مدول می‌باشد. برای تعریف مدول به بند ۱-۱-۳-۲۲ مراجعه شود.

۱-۱-۳-۳ انبوه‌سازی صنعتی: ساخت تعداد کافی واحد یا مجموعه واحدهای ساختمانی با کیفیت مطلوب، طی زمان مناسب و با توجه اقتصادی است. معیار تعداد کافی، استفاده از روش‌های ویژه‌ی طرح و ساخت صنعتی با توجه به مزیت تکرار می‌باشد.

۱-۱-۳-۴ بهبود پلکانی: مجموعه‌ای از پیشرفت‌های تدریجی نهاده‌ی شده است که در آن، پس از هر پله بهبود، یک دوره‌ی بازنگری مدیریتی، شامل ارزیابی و تحلیل نتایج حاصل از اقدامات مراحل پیشین و بکارگیری درس آموخته‌های مرتبط برای تعیین مسیر بعدی وجود دارد.

۱-۱-۳-۵ بهبود مستمر: تلاش دائمی برای بهبود محصولات، خدمات یا فرآیندهاست.

۱-۱-۳-۶ بهره‌وری<sup>۵</sup>: ترکیب بهینه و موزون منابع و زمان برای دستیابی به اهداف تعریف‌شده است و معیاری برای ارزیابی بازدهی فعالیت‌های تولیدی می‌باشد. بهره‌وری از حاصل نسبت خروجی (ستانده) به ورودی (داده) محاسبه می‌شود. به عبارت بهتر، "میزان خروجی به ازای واحد ورودی" می‌باشد.

رابطه ۱-۱-۲:

$$\text{بهره‌وری} = \frac{\text{خروجی یا ستانده}}{\text{ورودی یا داده}}$$

صورت و مخرج رابطه ۱-۱-۲، باید واحد یکسانی داشته باشند که معمولاً یا به صورت منابع مورد استفاده نظیر نیروی کار، ماشین‌آلات و ... و یا معادل ارزش اقتصادی آنها می‌باشد. هنگامی که در فرآیند تولید، نسبت تمام خروجی‌ها به کلیه‌ی ورودی‌ها محاسبه شود، به آن بهره‌وری کلی و در صورتی که برای فعالیت‌های جزئی ارزیابی گردد، به آن بهره‌وری جزئی اطلاق می‌شود. بهره‌وری صنعت ساختمان در سه سطح، قابل تعریف است: صنعت ساختمان، پروژه‌ی ساختمانی و فعالیت‌های خرد.

بهره‌وری صنعت ساختمان در سطح ملی که قسمت مهمی از GDP<sup>۶</sup> را شامل می‌شود، یکی از مهم‌ترین شاخص‌های توسعه‌ی اقتصادی است که پیش‌نیاز برآورد آن، جمع‌آوری درست و مدون اطلاعات مجموعه‌ی وسیعی از طرح‌های ساخت گوناگون با ابعاد مختلف در بخش‌های خصوصی و دولتی است؛ لذا تعیین آن، نیازمند سازمان‌های تخصصی و نظامات

<sup>۵</sup> Productivity

<sup>۶</sup> Gross Domestic Product

ویژه‌ی مستندسازی است. توسعه‌یافتگی در صنعت ساختمان با افزایش بهره‌وری و حجم تولید مستحدثات سرمایه‌ای ارتباط مستقیم دارد.

در سطح یک پروژه، بهره‌وری را می‌توان از حاصل تقسیم ارزش سرمایه‌ای مستحدثات بر هزینه‌های انجام کار و یا منابع مورد استفاده تعیین نمود. در محاسبه‌ی هزینه‌های انجام کار، باید کلیه‌ی هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم نظیر هزینه‌های کیفیت، زمان، ایمنی و زیست‌محیطی را لحاظ نمود.

در سطح سوم یا یک فعالیت خرد، سنجش خروجی و ورودی بازهم ساده‌تر است. در این مورد، خروجی را می‌توان در قالب ارزش اقتصادی معادل کار انجام‌شده و ورودی را به صورت ارزش اقتصادی معادل نفر-ساعت نیروی انسانی، مصالح مورد استفاده، زمان صرف‌شده و ماشین‌آلات بکاررفته برای آن حجم مشخص از کار محاسبه نمود.

۱۱-۳-۱-۱۱ پیش‌ساختگی: پیش‌ساختگی، تولید صنعتی قسمت‌های مختلف ساختمان در محیطی کنترل‌شده می‌باشد. در این محیط، عوامل جوی شامل دما، باد و بارش، تأثیری بر روند تولید و کیفیت محصول نخواهند داشت. از این‌رو، سرعت و کیفیت محصولات تولید شده بالاتر خواهد رفت. با پیش‌ساختگی، تولید ضایعات ساختمانی کاهش و قابلیت تفکیک / بازیافت ضایعات افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است که "محیط کنترل‌شده" می‌تواند در کارخانه و یا در محل پروژه باشد.

۱۱-۳-۱-۱۱ دفترچه‌ی بهره‌برداری: مجموعه‌ای از اطلاعات ساختمان، شامل نقشه‌های چون ساخت و روش اجرا؛ نتایج آزمایشگاهی؛ مشخصات مصالح، اجزا و تاسیسات؛ فهرست تأمین‌کنندگان مصالح؛ و دستورات لازم برای راهبری، تعمیر و نگهداری می‌باشد. بخشی از اطلاعات مذکور در شناسنامه‌ی فنی و ملکی، منظور می‌شود.

۱۱-۳-۱-۱۱ ساختمان محدود: ساختمانی غیرانبوه و منفرد با مساحت کل زیربنای برابر یا کمتر از ۳۰۰ مترمربع، کمتر از سه طبقه از روی زمین و بیشینه ارتفاع ۱۰ متر است که دارای حداکثر ۴ واحد با کاربری مسکونی، دفتر کار و یا انبار و افراد ساکن دائم زیر ۱۲ نفر باشد.

۱۱-۳-۱-۱۱ سطح زمین: تراز متوسط کف معبر/معايير مجاور است.

۱۱-۳-۱-۱۱ شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ساختمان: عددی است بین صفر و ۱۰۰ که در یک پروژه‌ی ساختمانی، بر اساس روابط و جداول این مبحث، برای تعیین میزان بکارگیری ضوابط انتخابی صنعتی‌سازی محاسبه می‌شود.

۱۱-۳-۱-۱۱ شاخص حامی محیط‌زیست: عددی است بین صفر و ۱۰۰ که در ساختمان‌های ساخته‌شده به روش صنعتی، بر اساس دو معیار اصلی مدیریت در مصرف آب و انرژی ارزیابی می‌شود.

۱۱-۳-۱-۱۱ صنعتی‌سازی ساختمان: رویکردی برای احداث ساختمان، با بهره‌گیری از مزیت تکرار است که با جایگزینی نسبی ماشین به جای نیروی انسانی، تحت مدیریت یکپارچه، به بهبود بهره‌وری منابع، افزایش سرعت تولید و بالا بردن و یکسان‌سازی کیفیت، منجر می‌شود.

۱۱-۳-۱-۱۴ طرح و ساخت: شیوه‌ای که در آن مدیریت طرح و ساخت برعهده‌ی یک مجموعه‌ی واحد می‌باشد. طراحی با لحاظ کردن نظرات مجری، به منظور کاهش خطاها و در نتیجه افزایش سرعت فعالیت‌ها انجام می‌شود.



۱۱-۳-۱۵ غیرانبوه‌سازی صنعتی: در غیرانبوه‌سازی صنعتی به سبب تکرار محدود، استفاده از روش‌های صنعتی ویژه‌ی انبوه‌سازی، میسر نیست و ملاک صنعتی‌سازی، استفاده از قطعات پیش‌ساخته‌ی کارخانه‌ای و احداث بنا با نصب آنها و یا پیش‌سفارشی صنعتی کل ساختمان است. شایان توجه است که لازمه‌ی تولید کارخانه‌ای، استاندارد و مدولار بودن قطعات، تاسیسات و تجهیزات گوناگون مورد استفاده در ساختمان است.

۱۱-۳-۱۶ قالب سنتی: قالبی است با تعداد تکرار کم که انطباق آن با معماری، در دفتر فنی یا مهندسی طراحی نشده و برای نصب، به تغییر ابعاد در محل اجرا نیاز باشد.

۱۱-۳-۱۷ قالب صنعتی: قالبی با تکرار بالاست که انطباق آن با معماری، در دفتر فنی یا مهندسی به گونه‌ای طراحی شده باشد که در محل اجرا، فقط کار سرهم کردن قطعات و نصب آنها انجام شود.

۱۱-۳-۱۸ قالب‌بندی صنعتی: روش قالب‌بندی است که در آن از قالب‌های صنعتی برای بتن‌ریزی استفاده شود.

۱۱-۳-۱۹ قالب ماندگار: قالبی است که پس از گیرش بتن، در محل خود باقی می‌ماند و ممکن است غیر از نقش نگهدارنده، وظایف دیگری از جمله عایق‌بودن، ظرفیت باربری و ... را به تناسب جنس و ضخامت آن، بر عهده داشته باشد.

۱۱-۳-۲۰ کتاب پروژه: مجموعه‌ای از اطلاعات ساختمان و فرآیندهای پروژه در کنار درس‌آموخته‌های اجرای آن می‌باشد. اطلاعات ساختمان شامل جزئیات طراحی و روش اجرا، نتایج آزمایشگاهی، فهرست تامین‌کنندگان مصالح و برنامه‌های زمان‌بندی است.

۱۱-۳-۲۱ لوله‌کشی صنعتی برای انتقال آب / فاضلاب: روش لوله‌کشی است که در محل، سریعاً نصب می‌شود. انتخاب جنس لوله، ساز و کار اتصال آن و تمهیدات طراحی در دفتر فنی یا مهندسی، از عوامل افزایش سرعت می‌باشند.

۱۱-۳-۲۲ مدول: واحدی از اندازه است که طبق مراجع معتبر برای هماهنگ نمودن ابعاد در نظام هماهنگی اندازه‌ها بکار برده می‌شود.

۱۱-۳-۲۳ مدولارسازی: به طراحی ساختمان بر اساس اجزای ساختمانی مدولار طبق تعریف بند ۱۱-۳-۲-۱۱ اطلاق می‌شود.

## ۱۱-۲ صنعتی سازی پروژه‌های ساختمانی غیرانبوه کوچک و متوسط<sup>۷</sup>

### ۱۱-۲-۱ دامنه‌ی کاربرد

تامین ضوابط این بخش، همراه با رعایت کلیه‌ی مقررات ملی ساختمان، برای پروژه‌ی ساختمان‌سازی با مشخصات زیر الزامی است:

- دارای حداکثر ۷ طبقه از روی پی باشد؛
- سطح کل زیربنای آن، حداکثر ۳،۰۰۰ مترمربع باشد؛

### ۱۱-۲-۲ الزامات عمومی

۱۱-۲-۲-۱ مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات مورد استفاده در پروژه‌ی غیرانبوه‌سازی صنعتی کوچک و متوسط باید استاندارد باشد و یا تاییدیه‌های فنی لازم را از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی داشته باشد.

۱۱-۲-۲-۲ دفترچه‌ی بهره‌برداری باید در مرحله‌ی پایان کار ارایه شود.

۱۱-۲-۲-۳ رعایت حداقل شاخص حامی محیط‌زیست، طبق بند ۱۱-۵-۳-۱-۱ الزامی است.

### ۱۱-۲-۳ الزامات طراحی

۱۱-۲-۳-۱ نقشه‌های فاز دو معماری باید ارایه شود.

۱۱-۲-۳-۲ ابعاد سنگ، کاشی، سرامیک و سایر پوشش‌های کف و دیوار باید در تناسب با ابعاد فضاها انتخاب شود؛ به گونه‌ای که در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری، ضایعات، به حداکثر ۳ درصد محدود شود.

۱۱-۲-۳-۳ در طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته باید بارگذاری‌های حین ساخت، حمل و نصب قطعات، مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر طراحی منظور شود.

۱۱-۲-۳-۴ طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته باید با توجه به ملاحظات اجرایی در کلیه‌ی مراحل ساخت، حمل، نصب و نیز تعمیر و نگهداری، مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر مرتبط صورت پذیرد.

۱۱-۲-۳-۵ طراحی اجزای سازه‌ای ساختمان‌های چوبی باید مطابق ضوابط آیین‌نامه‌های معتبر صورت پذیرد.

۱۱-۲-۳-۶ اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌های متعلق به گروه خطرپذیری ۱، ۲ و ۳ که در مناطق واقع در پهنه زلزله‌ی زیاد و خیلی زیاد ساخته می‌شوند، باید در برابر زلزله مقاوم باشند. مرجع مقاوم‌سازی، دفترچه‌ی "جزئیات مقاوم در برابر زلزله برای اجزای غیرسازه‌ای معماری، تاسیسات مکانیکی و برقی و تجهیزات" مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی می‌باشد.

<sup>۷</sup> ساختمان‌های محدود، در این دسته قرار می‌گیرند.

۷-۳-۲-۱۱ نقشه‌ی نمای ساختمان باید حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی باشد.

#### ۴-۲-۱۱ الزامات اجرایی

۱-۴-۲-۱۱ ملاحظات بارگیری، حمل، باراندازی و انبارداری اجزای پیش‌ساخته‌ی ساختمان‌های غیرانبوه کوچک و متوسط باید مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر صورت پذیرد.

۲-۴-۲-۱۱ استفاده از دیوارهای آجری و بلوک سیمانی غیر مسلح، مگر برای تزئین، مجاز نیست.

۳-۴-۲-۱۱ برای انتقال آب و فاضلاب باید از روش لوله‌کشی صنعتی استفاده شود.

۴-۴-۲-۱۱ برای نصب کاشی / سرامیک / سنگ غیر نما باید از ملات پیش‌آماده یا چسب استفاده شود.

#### ۵-۲-۱۱ الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

۱-۵-۲-۱۱ الزامات عمومی کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

۱-۱-۵-۲-۱۱ در صورت تامین کلیه‌ی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی ساختمان‌های غیرانبوه کوچک و متوسط،

موضوع بندهای ۲-۲-۱۱ تا ۴-۲-۱۱ شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی از رابطه ۱-۲-۱۱ برآورد می‌شود.

رابطه ۱-۲-۱۱:

$$\begin{aligned} & \text{شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ساختمان غیرانبوه کم‌تعداد} = \\ & \text{امتیاز بخش طراحی (۲۰ امتیاز)} \\ & + \text{امتیاز بخش سازه (۳۰ امتیاز)} \\ & + \text{امتیاز بخش دیوار (۲۰ امتیاز)} \\ & + \text{امتیاز بخش "سایر موارد صنعتی‌سازی" (۳۰ امتیاز)} \end{aligned}$$

۲-۱-۵-۲-۱۱ برای برآورد شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی باید علاوه بر مدارک خواسته شده، روش اجرایی سازه همراه با نقشه‌های نصب قطعات پیش‌ساخته؛ ترتیب و توالی انجام عملیات؛ جزییات مصالح بخش‌های سفت‌کاری، نازک‌کاری و تاسیسات؛ و روش‌های انتقال آب و فاضلاب ارایه شود.

۳-۱-۵-۲-۱۱ هر یک از الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی، اگر تنها برای بخشی از پروژه تامین شده باشد، امتیاز تعیین شده برای آن الزام، باید به تناسب اندازه‌ی آن بخش نسبت به کل تعلق گیرد.

۲-۵-۲-۱۱ الزامات بخش طراحی کسب شاخص صنعتی‌سازی

۱-۲-۵-۲-۱۱ امتیاز بخش طراحی، برحسب ملاحظات انجام شده در طراحی، باید از جدول ۱-۲-۱۱ محاسبه شود.

امتیاز سرفصل	امتیاز بخش	الزامات کسب امتیاز صنعتی سازی	سرفصل
۱۶	۶	انتخاب ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵ سانتی متر، به استثنای یکی از فضاهای متوالی در هر امتداد.	استاندارد و مدولار
	۵	مدولار بودن در	
	۵	مدولار بودن پنجره	
۴	۴	انتخاب حداقل های ابعادی <sup>۸</sup>	مطلوبیت و آسایش
۲۰	۲۰	مجموع امتیازات	

۱۱-۲-۵-۳ الزامات بخش سازه کسب شاخص صنعتی سازی

۱۱-۲-۵-۳-۱ امتیاز بخش سازه بر حسب نوع سازه، روش اجرایی و مساحت آن باید از رابطه ۱۱-۲-۲ محاسبه شود.  
رابطه ۱۱-۲-۲:

$$\text{امتیاز بدست آمده از جدول ۱۱-۲-۲} = \frac{Q_{st}}{Q_{st}} \times \sum_{i=1}^N \frac{Q_{sti}}{Q_{st}} \times 0.30$$

$N$ : تعداد انواع سازه های بکار رفته در ساختمان  
 $Q_{sti}$ : مساحت ساخته شده با هر کدام از انواع سازه های جدول ۱۱-۲-۲  
 $Q_{st}$ : مساحت کل زیربنا

۱۱-۲-۵-۳-۲ با خم ماشینی آرماتور در اجزای بتنی درجا، آجری و بلوک سیمانی مسلح، ۵ واحد به امتیاز حاصل از جدول ۱۱-۲-۲ اضافه می شود.

۱۱-۲-۵-۳-۳ با استفاده از روش های پیش تنیدگی در سقف های بتنی، ۱۰ واحد به امتیاز حاصل از جدول ۱۱-۲-۲ اضافه می شود.

۱۱-۲-۵-۳-۴ سازه های چوبی تمام پیش ساخته، ۱۰۰ امتیاز دارد.

۱۱-۲-۵-۳-۵ سازه های چوبی با قطعات پیش ساخته، ۹۰ امتیاز دارد.

<sup>۸</sup> برای فضاهای مسکونی متعارف طبق نشریه ض-۵۶۶ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و برای سایر فضاها طبق مقررات و آیین نامه های معتبر.

جدول ۱۱-۲-۲: امتیاز انواع سازه

سیستم	ستون و تیر / دیوار		سقف	دال بتنی پیش ساخته	دال بتنی با قالب ماندگار <sup>۹</sup> / صنعتی	دال بتنی با قالب سنتی	کامپوزیت	تیرچه با بلوک سفالی / پلی استایرن
	ستون	تیر						
بتنی	ستون و تیر پیش ساخته	۹۰	۸۵	۴۵	۷۵	۶۵		
	ستون پیش ساخته و تیر درجا با قالب صنعتی	۸۰	۷۵	۳۵	۶۵	۵۵		
	ستون پیش ساخته و تیر درجا با قالب سنتی	۵۵	۵۰	۱۰	۴۰	۳۰		
	ستون کامپوزیت با تیر پیش ساخته	۸۵	۸۰	۴۰	۷۰	۶۰		
	ستون کامپوزیت با تیر درجا با قالب صنعتی	۷۵	۷۰	۳۰	۶۵	۵۰		
	ستون کامپوزیت با تیر درجا با قالب سنتی	۵۰	۴۵	۵	۴۰	۲۵		
	ستون درجا با قالب صنعتی و تیر پیش ساخته	۸۰	۷۵	۳۵	۶۵	۵۵		
	ستون درجا با قالب سنتی و تیر پیش ساخته	۶۰	۵۵	۱۵	۴۵	۳۵		
	ستون و تیر / دیوار درجا با قالب صنعتی <sup>۱۰</sup>	۷۰	۶۵	۲۵	۵۵	۴۵		
	ستون و تیر درجا با قالب سنتی	۴۵	۴۰	۰	۳۰	۲۰		
فولادی	ستونک و تیرک مقاطع فولادی سرد نوردشده	--	۱۰۰	--	۸۵	--		
	ستون و تیر فولادی پیچ و مهره‌ای	۹۵	۹۰	۵۰	۸۰	۷۰		
	ستون و تیر فولادی جوشی	۷۵	۷۰	۳۰	۶۰	۵۰		
	مصالح بنایی مسلح <sup>۱۱</sup>	۵۵	--	--	--	۲۰		

<sup>۹</sup> پیش‌دال و عرشه فولادی در این گروه قرار می‌گیرند.

<sup>۱۰</sup> سیستم دیوار سازه‌ای بتن مسلح با قالب‌های عایق ماندگار (ICF) و سیستم پانل پیش ساخته سبک سه بعدی (3D) نیز، در این گروه قرار می‌گیرند.

<sup>۱۱</sup> مشروط به رعایت ضوابط مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان.

۱۱-۲-۵-۳-۶ روش قاب سبک فولادی با سقف‌های سبک غیر بتنی<sup>۱۲</sup>، مشروط بر رعایت صدابندی مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان، ۱۰۰ امتیاز دارد.

۱۱-۲-۵-۳-۷ در صورت استفاده از بلوک پلی‌استایرنی در سقف‌های تیرچه-بلوک، این ماده باید از نوع کندسوز یا خود خاموش‌شو مطابق استاندارد ASTM و با تاییدیه از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد؛ در غیر این صورت، امتیاز صفر برای آن سقف منظور می‌شود.

۱۱-۲-۵-۳-۸ به منظور تعیین امتیاز سایر شیوه‌های ساخت سازه که در این قسمت بررسی نشده‌اند، باید از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی استعلام شود.

۱۱-۲-۵-۴ الزامات بخش دیوار کسب شاخص صنعتی‌سازی

جدول ۱۱-۲-۳: امتیاز انواع دیوار

امتیاز	انواع دیوار	ردیف
۱۰۰	دیوار خشک	۱
۱۰۰	دیوار ساندویچ پانل	۲
۱۰۰	دیوار فلزی پیش‌ساخته	۳
۹۵	دیوار چوبی پیش‌ساخته	۴
۹۰	دیوار شیشه‌ای با قاب پیش‌ساخته	۵
۸۵	دیوار فلزی غیرپیش‌ساخته	۶
۸۵	دیوار بتنی سبک پیش‌ساخته	۷
۷۵	دیوار بتنی درجا با قالب‌های صنعتی	۸
۷۰	دیوار بتنی با قالب ماندگار	۹
۵۵	دیوار گچی با قطعات پیش‌ساخته	۱۰
۵۰	دیوار بتن پاششی سه بعدی	۱۱
۴۵	دیوار بلوک سیمانی سبک (عایق)	۱۲
۲۵	بلوک سیمانی معمولی / سفالی	۱۳
۲۰	دیوار آجری	۱۴
۲۰	دیوار بتنی درجا با قالب‌های سنتی	۱۵

<sup>۱۲</sup> انواع سقف‌های سبک غیربتنی مناسب برای سیستم قاب سبک فولادی، در مراجع معتبر ذکر شده است.

۱۱-۲-۵-۴-۱ امتیاز بخش دیوار، اعم از سازه‌های و غیرسازه‌ای، بر حسب نوع دیوار و طول آن باید از رابطه ۱۱-۲-۳ محاسبه شود.

۱۱-۲-۵-۴-۲ به خم ماشینی آرماتور در دیوارهای بتنی درجا، آجری و بلوک سیمانی مسلح، ۳ واحد به امتیاز دیوار مورد نظر در جدول ۱۱-۲-۳ اضافه می‌شود.

۱۱-۲-۵-۴-۳ در صورت استفاده از هسته‌ی پلی‌استایرنی در ساندویچ پنل‌ها، این ماده باید از نوع کندسوز یا خود خاموش‌شو مطابق استاندارد ASTM و با تاییدیه از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد؛ در غیر این صورت، امتیاز صفر برای آن دیوار منظور می‌شود.  
رابطه ۱۱-۲-۳:

$$\text{امتیاز بدست آمده از جدول (۱۱-۲-۳)} \times \frac{Q_{wi}}{Q_{wt}} \times \sum_{i=1}^N \frac{Q_{wi}}{Q_{wt}} \times 0.2 = \text{امتیاز بخش دیوار}$$

$N$ : تعداد انواع دیوارهای بکار رفته در ساختمان

$Q_{wi}$ : طول ساخته شده با هر یک از دیوارها

$Q_{wt}$ : طول کل دیوارها

۱۱-۲-۵-۵ الزامات کسب سایر موارد شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

۱۱-۲-۵-۵-۱ امتیاز بخش "سایر موارد صنعتی‌سازی" بر حسب ملاحظات طراحی و اجرایی باید از جدول ۱۱-۲-۴ محاسبه شود.

### ۱۱-۲-۶ درجه‌بندی صنعتی‌سازی ساختمان‌های غیرانبوه کوچک و متوسط

۱۱-۲-۶-۱ درجه‌ی صنعتی‌سازی ساختمان، باید بر اساس نقشه‌ها و روش ساخت تاییدشده، برآورد و در حین پیشرفت پروژه، در دو مرحله‌ی سفت‌کاری و نازک‌کاری پایش و کنترل شود.

۱۱-۲-۶-۲ تعیین درجه‌ی صنعتی‌سازی ساختمان در هر مرحله، باید از طریق مرجع کنترل ساختمان، توسط بازرسانی انجام شود که دارای پروانه‌ی صلاحیت ارزیابی صنعتی‌سازی ساختمان از وزارت راه و شهرسازی باشند.

۱۱-۲-۶-۳ در صورت تامین نشدن هر یک از الزامات عمومی، طراحی و اجرایی، موضوع بندهای ۱۱-۲-۲ تا ۱۱-۲-۴ باید عبارت "غیرصنعتی" در شناسنامه‌ی فنی و ملکی ساختمان منظور می‌شود.

۱۱-۲-۶-۴ اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی، موضوع بندهای ۱۱-۲-۲ تا ۱۱-۲-۴ تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی کمتر از ۳۰ باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه‌ی سه" در شناسنامه‌ی فنی و ملکی ساختمان درج می‌شود.

امتیاز بخش	الزامات کسب امتیاز "سایر موارد صنعتی سازی"
<b>بخش طراحی</b>	
۲	کاربرد جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها <sup>۱۳</sup>
۲	ارایه‌ی دستورالعمل نصب نما
<b>بخش اجرا</b>	
۲	تجهیز کارگاه به صورت پیش ساخته یا با قابلیت استفاده‌ی مجدد
۲	پله و راه پله پیش ساخته و نیمه پیش ساخته‌ی موقت ویژه‌ی دوره‌ی ساخت <sup>۱۴</sup>
۳	پله و راه پله پیش ساخته و نیمه پیش ساخته
۲	واحدهای سرویس پیش ساخته یا نیمه پیش ساخته
۲	صدابندی سقف و دیوارهای میان واحدها <sup>۱۵</sup>
۴	روش‌های سفت کاری صنعتی با حذف زیرسازی و یا روش‌های نازک کاری سریع مانند استفاده از اقلام پیش ساخته؛ حداکثر ۲ مورد <sup>۱۶</sup>
۲	کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا
۵	نماهای خارجی صنعتی (مانند تخته‌ی سیمانی، سرامیک، شیشه <sup>۱۷</sup> ، کامپوزیت، بتن پیش ساخته، بتن نمایان، پنل خورشیدی، لُورال)
۲	نصب خشک نما
۲	نصب نما بدون نیاز به برش کاری در محل
۳۰	<b>مجموع</b>

<sup>۱۳</sup> در مواردی که کاربرد میراگر، کارایی لازم را داشته باشد.

<sup>۱۴</sup> طبق ضوابط مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان.

<sup>۱۵</sup> بر اساس مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان.

<sup>۱۶</sup> برای هر مورد، ۲ امتیاز تعلق می‌گیرد.

<sup>۱۷</sup> شیشه‌های نما باید از مصالحی انتخاب و به گونه‌ای طراحی شوند که مشکل ایمنی ایجاد نشود.



۱۱-۲-۶-۵ اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی سازی برابر یا بیشتر از ۳۰ و کمتر از ۶۰ باشد، باید عبارت "صنعتی سازی درجه ی دو" در شناسنامه ی فنی و ملکی درج می شود.

۱۱-۲-۶-۶ اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی سازی ۶۰ و بیشتر از آن باشد، باید عبارت "صنعتی سازی درجه ی یک" در شناسنامه ی فنی و ملکی درج می شود.

پیش نویس - غیر قابل استناد

## ۱۱-۳ صنعتی سازی پروژه‌های ساختمانی غیرانبوه بزرگ

### ۱۱-۳-۱ دامنه‌ی کاربرد

تامین ضوابط این بخش، همراه با رعایت کلیه‌ی مقررات ملی ساختمان، برای پروژه‌ی ساختمان‌سازی با مشخصات زیر الزامی است:

- حداکثر ۱۴ طبقه از روی پی داشته باشد؛
- سطح کل زیر بنای آن، کمتر از ۱۰،۰۰۰ مترمربع باشد؛
- یکی از مشخصات زیر را داشته باشد:
  - تعداد طبقات آن از سطح زمین، بیشتر از ۷ باشد؛
  - سطح کل زیربنای آن بیشتر از ۳،۰۰۰ متر مربع باشد.

#### الزامات عمومی

۱۱-۳-۱-۱ مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات مورد استفاده در پروژه‌ی غیرانبوه‌سازی صنعتی بزرگ باید استاندارد باشد و یا تاییدیه‌های فنی لازم را از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی داشته باشد.

۱۱-۳-۱-۲ دفترچه‌ی بهره‌برداری باید در مرحله‌ی پایان کار ارایه شود.

۱۱-۳-۱-۳ رعایت حداقل شاخص حامی محیط‌زیست، طبق بند ۱۱-۳-۵-۲ الزامی است.

### ۱۱-۳-۲ الزامات طراحی

۱۱-۳-۲-۱ ابعاد داخلی تمامی فضاها باید به صورت مضربی از ۵ سانتی‌متر باشد. در صورت محدودیت، یکی از فضاهای متوالی در هر امتداد، از این قاعده مستثنا می‌شود.

۱۱-۳-۲-۲ ابعاد در و پنجره باید مدولار باشد. مرجع طراحی شبکه‌ی مدولار در و پنجره برای فضاهای مسکونی، نشریه ض-۵۷۱ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی است و در سایر فضاها، مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر می‌باشد.

۱۱-۳-۲-۳ نقشه‌های فاز دو معماری باید ارایه شود.

۱۱-۳-۲-۴ ابعاد سنگ، کاشی، سرامیک و سایر پوشش‌های کف و دیوار باید در تناسب با ابعاد فضاها انتخاب شود به گونه‌ای که در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری، ضایعات، به حداکثر ۲ درصد محدود شود.

۱۱-۳-۲-۵ نقشه‌ها و محاسبات گودبرداری و پایدارسازی گود باید با روش اجرایی و جزییات کامل ارایه شود.

۱۱-۳-۲-۶ در طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته باید بارگذاری‌های حین ساخت، حمل و نصب قطعات، مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر طراحی منظور شود.

۱۱-۳-۲-۷ طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته باید با توجه به ملاحظات اجرایی در کلیه‌ی مراحل ساخت، حمل، نصب و نیز تعمیر و نگهداری، مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر مرتبط صورت پذیرد.

۱۱-۳-۲-۸ طراحی اجزای سازه‌ای ساختمان‌های چوبی باید مطابق ضوابط آیین‌نامه‌های معتبر صورت پذیرد.

۱۱-۳-۲-۹ اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌های متعلق به گروه خطرپذیری ۱، ۲ و ۳ که در مناطق واقع در پهنه زلزله‌ی زیاد و خیلی زیاد ساخته می‌شوند، باید در برابر زلزله مقاوم باشند. مرجع مقاوم‌سازی، دفترچه‌ی "جزئیات مقاوم در برابر زلزله برای اجزای غیرسازه‌ای معماری، تاسیسات مکانیکی و برقی و تجهیزات" مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی می‌باشد.

۱۱-۳-۲-۱۰ تاسیسات ساختمان باید طبق روش‌های مهندسی مورد تایید، طراحی شود و نقشه‌های تاسیسات همراه با جزئیات کامل اجرایی آن، ارائه شود.

۱۱-۳-۲-۱۱ نقشه‌ی نمای ساختمان باید حداقل شامل جزئیات زیرسازی و عایق‌بندی باشد.

### ۱۱-۳-۳ الزامات اجرایی

۱۱-۳-۳-۱ ملاحظات بارگیری، حمل، باراندازی و انبارداری اجزای پیش‌ساخته‌ی ساختمان‌های غیرانبوه بزرگ باید مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر صورت پذیرد.

۱۱-۳-۳-۲ نقشه‌های کارگاهی اجرای سازه، باید به صورت کامل و با روش اجرایی ارائه شود.

۱۱-۳-۳-۳ تجهیز کارگاه باید به صورت پیش‌ساخته یا با قابلیت استفاده‌ی مجدد باشد.

۱۱-۳-۳-۴ در ساختمان‌های غیرانبوه بزرگ باید از روش قالب‌بندی صنعتی استفاده کرد. کاربرد قالب سنتی، به صورت موردی مجاز است.

۱۱-۳-۳-۵ استفاده از دیوارهای آجری مگر برای تزیین، مجاز نیست.

۱۱-۳-۳-۶ کاربرد بلوک سیمانی غیر سبک و سفالی مجاز نیست.

۱۱-۳-۳-۷ برای انتقال آب و فاضلاب باید از روش لوله‌کشی صنعتی استفاده شود.

۱۱-۳-۳-۸ برای نصب کاشی / سرامیک / سنگ غیر نما باید از ملات پیش‌آماده یا چسب استفاده شود.

۱۱-۳-۳-۹ دستورالعمل نصب نما باید ارائه شود.

۱۱-۳-۳-۱۰ نصب نما باید به صورت خشک انجام شود.

### ۱۱-۳-۴ الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

۱۱-۴-۳-۱ الزامات عمومی کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

۱۱-۴-۳-۱-۱ در صورت تامین کلیه‌ی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی، موضوع بندهای ۱۱-۳-۲ تا ۱۱-۳-۴ شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ساختمان‌های غیرانبوه بزرگ، باید از رابطه ۱۱-۳-۱ محاسبه شود.

رابطه ۱-۳-۱۱:

$$\begin{aligned} & \text{شاخص تکمیلی صنعتی سازی ساختمان غیرانبوه پرتعداد} = \\ & \text{امتیاز بخش سازه (۴۰ امتیاز)} \\ & + \text{امتیاز بخش انواع دیوار (۲۵ امتیاز)} \\ & + \text{امتیاز بخش "سایر موارد صنعتی سازی" (۳۵ امتیاز)} \end{aligned}$$

۱-۳-۴-۱۱ برای برآورد شاخص تکمیلی صنعتی سازی ساختمان باید علاوه بر مدارک خواسته شده، روش اجرایی سازه همراه با نقشه‌های نصب قطعات پیش ساخته؛ ترتیب و توالی انجام عملیات اجرا؛ جزییات مصالح بخش‌های سفت کاری، نازک کاری و تاسیسات ارایه شود.

۱-۳-۴-۱۱ هر یک از الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی سازی، اگر تنها برای بخشی از پروژه تامین شده باشد، امتیاز تعیین شده برای آن الزام، باید به تناسب اندازه‌ی آن بخش نسبت به کل تعلق گیرد.

۱-۳-۴-۱۱ الزامات بخش سازه‌ی کسب شاخص تکمیلی صنعتی سازی

۱-۳-۴-۱۱ امتیاز بخش سازه بر حسب نوع سازه، روش اجرایی و مساحت ساخت آن باید از رابطه ۲-۳-۱۱ محاسبه شود.

رابطه ۲-۳-۱۱:

$$\begin{aligned} \text{امتیاز بدست آمده از جدول (۱-۳-۱۱)} \times \frac{Q_{st}}{\sum_{i=1}^N Q_{st}} &= \text{امتیاز بخش سازه} \\ N: \text{تعداد انواع سازه‌های بکار رفته در ساختمان} \\ Q_{st}: \text{مساحت ساخته شده با هر کدام از انواع سازه‌های جدول ۱-۳-۱۱} \\ Q_{st}: \text{مساحت کل زیربنا} \end{aligned}$$

۱-۳-۴-۱۱ با خم ماشینی آرماتور در اجزای بتنی درجا، ۲ واحد به امتیاز سازه‌ی مورد نظر در جدول ۱-۳-۱۱ اضافه می‌شود.

۱-۳-۴-۱۱ با استفاده از روش‌های پیش تنیدگی در سقف‌های بتنی، ۵ واحد به امتیاز سازه‌ی متناظر در جدول ۱-۳-۱۱ اضافه می‌شود.

۱-۳-۴-۱۱ روش قاب سبک فولادی با سقف‌های سبک غیر بتنی<sup>۱۸</sup>، مشروط بر رعایت صدابندی مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان، ۳۵ امتیاز دارد.

<sup>۱۸</sup> انواع سقف‌های سبک غیربتنی مناسب برای سیستم قاب سبک فولادی، در مراجع معتبر ذکر شده است.

جدول ۱۱-۳-۱: امتیاز انواع سازه

خرپا فلزی پیش ساخته	خرپا فضایی	تیرچه با بلوک سفالی / پلی استایرن	کامپوزیت	دال بتنی با قالب ماندگار <sup>۱۹</sup> / صنعتی	دال بتنی پیش ساخته	سقف	سیستم
						ستون و تیر / دیوار	
۲۹	۳۶	۲۶	۲۹	۳۲	۳۶	ستون و تیر پیش ساخته	بتنی
۲۶	۳۲	۲۴	۲۶	۲۸	۳۲	ستون پیش ساخته و تیر درجا با قالب صنعتی	
۲۸	۳۴	۲۶	۲۸	۳۰	۳۴	ستون کامپوزیت و تیر پیش ساخته	
۲۴	۳۰	۲۲	۲۴	۲۶	۳۰	ستون کامپوزیت و تیر درجا با قالب صنعتی	
۲۷	۳۳	۲۵	۲۷	۲۹	۳۳	ستون درجا با قالب صنعتی و تیر پیش ساخته	
۲۱	۲۷	۱۹	۲۱	۲۳	۲۷	ستون و تیر درجا / دیوار با قالب صنعتی <sup>۲۰</sup>	
۳۰	-	-	۳۰	۳۲	-	ستونک و تیرک مقاطع فولادی سرد نوردشده	فولادی
۳۴	۴۰	۳۰	۳۴	۳۷	۳۹	ستون و تیر فولادی پیچ و مهره‌ای	
۲۳	۳۰	۲۱	۲۳	۲۵	۲۹	ستون و تیر فولادی جوشی	

۱۱-۳-۴-۴-۵ سازه‌های چوبی با قطعات پیش ساخته، ۳۰ امتیاز دارد.

۱۱-۳-۴-۴-۶ در صورت استفاده از بلوک پلی استایرنی در سقف‌های تیرچه-بلوک، این ماده باید از نوع کندسوز یا خود خاموش شو مطابق استاندارد ASTM و با تاییدیه از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد؛ در غیر این صورت، امتیاز صفر برای آن سقف منظور می‌شود.

<sup>۱۹</sup> پیش دال، در این گروه قرار می‌گیرد.

<sup>۲۰</sup> سیستم دیوار سازه‌ای بتن مسلح با قالب‌های عایق ماندگار (ICF) و سیستم پانل پیش ساخته سبک سه بعدی (3D) نیز، در این گروه قرار می‌گیرند.

۱۱-۳-۴-۷ به منظور تعیین امتیاز سایر شیوه‌های ساخت سازه که در این قسمت بررسی نشده است، باید از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی استعلام شود.

۱۱-۳-۴-۵ الزامات بخش دیوار کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

۱۱-۳-۴-۱ امتیاز بخش دیوار که کلیه دیوارهای سازه‌ای و غیرسازه‌ای را دربر می‌گیرد، بر حسب نوع دیوار و اندازه‌ی طولی آن باید از رابطه ۱۱-۳-۳ محاسبه شود.  
رابطه ۱۱-۳-۳:

$$\text{امتیاز بدست آمده از جدول ۱۱-۳-۲} \times \frac{Q_{wi}}{Q_{wt}} = \sum_{i=1}^N \text{امتیاز بخش دیوار}$$

$N$ : تعداد انواع دیوارهای بکار رفته در ساختمان

$Q_{wi}$ : طول ساخته شده با هر یک از دیوارها

$Q_{wt}$ : طول کل دیوارها

جدول ۱۱-۳-۲: امتیاز انواع دیوار

امتیاز	انواع دیوار	ردیف
۲۵	دیوار خشک پیش ساخته	۱
۲۵	دیوار ساندویچ پانل	۲
۲۵	دیوار فلزی پیش ساخته	۳
۲۳	دیوار چوبی پیش ساخته	۴
۲۲	دیوار شیشه‌ای با قاب پیش ساخته	۵
۲۰	دیوار فلزی غیرپیش ساخته	۶
۲۰	دیوار بتنی سبک پیش ساخته	۷
۱۸	دیوار بتنی درجا با قالب صنعتی	۸
۱۶	دیوار بتنی با قالب ماندگار	۹
۱۲	دیوار گچی با قطعات پیش ساخته	۱۰
۱۰	دیوار بتن پاششی سه بعدی	۱۱
۱۰	دیوار بلوک سیمانی سبک	۱۲

۱۱-۳-۴-۲ به خم ماشینی آرماتور در دیوارهای بتنی درجا، ۳ واحد به امتیاز دیوار مورد نظر در جدول ۱۱-۳-۲ اضافه می‌شود.

۱۱-۳-۴-۳ در صورت استفاده از هسته‌ی پلی‌استایرنی در ساندویچ پنل‌ها، این ماده باید از نوع کندسوز یا خود خاموش‌شو مطابق استاندارد ASTM و با تاییدیه از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد؛ در غیر این صورت، امتیاز صفر برای آن دیوار منظور می‌شود.

۱۱-۳-۴-۶ الزامات کسب سایر موارد شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

۱۱-۳-۴-۱ امتیاز بخش "سایر موارد صنعتی‌سازی" بر حسب ملاحظات طراحی و اجرا، باید از مجموع امتیازات بدست آمده از جدول ۱۱-۳-۳ محاسبه شود.

### ۱۱-۳-۵ درجه‌بندی صنعتی‌سازی ساختمان‌های غیرانبوه بزرگ

۱۱-۳-۵-۱ درجه‌ی صنعتی‌سازی ساختمان، باید بر اساس نقشه‌ها و روش ساخت تاییدشده، برآورد و در حین پیشرفت پروژه، در دو مرحله‌ی سفت‌کاری و نازک‌کاری پایش و کنترل شود.

۱۱-۳-۵-۲ تعیین درجه‌ی صنعتی‌سازی ساختمان در هر مرحله، باید از طریق مرجع کنترل ساختمان توسط بازرسانی انجام شود که دارای پروانه‌ی صلاحیت ارزیابی صنعتی‌سازی ساختمان از وزارت راه و شهرسازی باشند.

۱۱-۳-۵-۳ در صورت تامین نشدن هر یک از الزامات عمومی، طراحی و اجرایی، موضوع بندهای ۱۱-۳-۲ تا ۱۱-۳-۳ باید عبارت "غیرصنعتی" در شناسنامه‌ی فنی و ملکی ساختمان منظور شود.

۱۱-۳-۵-۴ اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی، موضوع بندهای ۱۱-۳-۲ تا ۱۱-۳-۴ تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی کمتر از ۳۵ باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه‌ی سه" در شناسنامه‌ی فنی و ملکی درج شود.

۱۱-۳-۵-۵ اگر شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی برابر یا بیشتر از ۳۵ و کمتر از ۶۵ باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه‌ی دو" در شناسنامه‌ی فنی و ملکی درج شود.

۱۱-۳-۵-۶ اگر شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ۶۵ و بیشتر از آن باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه‌ی یک" در شناسنامه‌ی فنی و ملکی درج شود.

امتیاز	الزامات کسب امتیاز "سایر موارد صنعتی سازی"
<b>بخش طراحی</b>	
۴	انتخاب حداقل‌های ابعادی برای مطلوبیت و آسایش <sup>۲۱</sup>
۲	استفاده از BIM <sup>۲۲</sup> در سطح سه بعدی همراه با تداخل‌یابی <sup>۲۳</sup>
۳	کاربرد جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها <sup>۲۴</sup>
<b>بخش اجرا</b>	
۲	پله و راه‌پله پیش‌ساخته و نیمه‌پیش‌ساخته‌ی موقت ویژه‌ی دوره‌ی ساخت <sup>۲۵</sup>
۳	پله و راه‌پله پیش‌ساخته و نیمه‌پیش‌ساخته
۲	واحدهای سرویس پیش‌ساخته و نیمه‌پیش‌ساخته
۴	صدابندی سقف و دیوارهای میان واحدها <sup>۲۶</sup>
۲	روش‌های سفت‌کاری صنعتی با حذف زیرسازی و یا روش‌های نازک‌کاری سریع مانند استفاده از اقلام پیش‌ساخته؛ حداکثر یک مورد
۲	کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا
۲	استفاده از کانال‌های نیمه‌پیش‌ساخته‌ی عایق یا کاربرد ورق‌های از پیش‌عایق برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه‌ی مطبوع
۵	نماهای خارجی صنعتی (مانند تخته‌ی سیمانی، سرامیک، شیشه <sup>۲۷</sup> ، کامپوزیت، بتن پیش‌ساخته، بتن نمایان، پنل خورشیدی، لُورال)
۴	نصب نما بدون نیاز به برش‌کاری در محل
۳۵	<b>مجموع</b>

<sup>۲۱</sup> برای فضاهای مسکونی متعارف طبق نشریه ض-۵۶۶ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و برای سایر فضاها طبق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر.

<sup>۲۲</sup> Building Information Modeling

<sup>۲۳</sup> Clash Detecting

<sup>۲۴</sup> در مواردی که کاربرد میراگر، کارایی لازم را داشته باشد.

<sup>۲۵</sup> طبق ضوابط مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان.

<sup>۲۶</sup> بر اساس مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان.

<sup>۲۷</sup> شیشه‌های نما باید از مصالحی انتخاب و به گونه‌ای طراحی شوند که مشکل ایمنی ایجاد نشود.



## ۴-۱۱ صنعتی سازی پروژه‌های ساختمانی انبوه

### ۱-۴-۱۱ دامنه‌ی کاربرد

تامین ضوابط این بخش، همراه با رعایت کلیه‌ی مقررات ملی ساختمان، برای پروژه‌ی ساختمان سازی با یکی از مشخصات زیر الزامی است:

- شامل ساختمانی با حداقل ۱۵ طبقه از روی پی باشد؛
- دارای سطح کل زیربنای حداقل ۱۰،۰۰۰ مترمربع باشد.

### ۲-۴-۱۱ الزامات عمومی

۱-۲-۴-۱۱ مجری پروژه‌ی انبوه‌سازی صنعتی باید رتبه‌بندی مناسب انبوه‌سازی ساختمان به شیوه‌ی صنعتی را داشته باشد. در صورت عدم وجود چنین نظام تشخیص صلاحیتی، رتبه‌بندی ابنیه‌ی سازمان برنامه و بودجه متناسب با ابعاد پروژه قابل پذیرش است.

۲-۲-۴-۱۱ پروژه‌ی انبوه‌سازی صنعتی، باید به شیوه‌ی "طرح و ساخت"<sup>۲۸</sup> انجام شود.

۳-۲-۴-۱۱ مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات مورد استفاده در پروژه‌ی انبوه‌سازی صنعتی باید استاندارد باشد و یا تاییدیه‌های فنی لازم را از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی داشته باشد.

۴-۲-۴-۱۱ دفترچه‌ی بهره‌برداری باید در مرحله‌ی پایان کار ارائه شود.

۵-۲-۴-۱۱ رعایت حداقل شاخص حامی محیط‌زیست، طبق بند ۱۱-۵-۳-۱-۳ الزامی است.

### ۳-۴-۱۱ الزامات طراحی

۱-۳-۴-۱۱ طراحی باید با رویکرد صرفه‌جویی در مصرف انرژی صورت پذیرد و مصرف انرژی ساختمان برآورد شود.

۲-۳-۴-۱۱ ابعاد داخل به داخل فضاها باید به صورت مضربی از ۵ سانتی‌متر باشد.

۳-۳-۴-۱۱ ابعاد در و پنجره باید مدولار باشد. مرجع طراحی شبکه‌ی مدولار در و پنجره برای فضاها، مسکونی، نشریه ض-۵۷۱ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی است و در سایر فضاها، مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر می‌باشد.

۴-۳-۴-۱۱ نقشه‌های فاز دو معماری باید ارائه شود.

۵-۳-۴-۱۱ ابعاد سنگ، کاشی، سرامیک و سایر پوشش‌های کف و دیوار باید در تناسب با ابعاد فضاها انتخاب شود؛ به گونه‌ای که در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری، ضایعات، حداکثر به ۱ درصد محدود شود.

۶-۳-۴-۱۱ نقشه‌ها و محاسبات گودبرداری و پایدارسازی گود باید با جزییات کامل و روش اجرایی ارائه شود.

<sup>۲۸</sup> Design and Build

۱۱-۳-۴-۷ روش ساخت مورد استفاده در پروژه‌های انبوه‌سازی صنعتی باید در مجموعه‌ی فن‌آوری‌ها و روش‌های ساخت صنعتی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد یا این مرکز، آن را تایید نماید.

۱۱-۳-۴-۸ انواع دیوار مورد استفاده در پروژه‌های انبوه‌سازی صنعتی باید در مجموعه‌ی فن‌آوری‌ها و روش‌های ساخت صنعتی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد یا این مرکز، آنها را تایید نماید.

۱۱-۳-۴-۹ اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌های صنعتی انبوه و متعلق به گروه خطرپذیری ۱، ۲ و ۳ که در مناطق واقع در پهنه‌ی زلزله‌ی زیاد و خیلی زیاد ساخته می‌شوند، باید در برابر زلزله مقاوم باشند. مرجع مقاوم‌سازی، دفترچه‌ی "جزئیات مقاوم در برابر زلزله برای اجزای غیرسازه‌ای معماری، تاسیسات مکانیکی و برقی و تجهیزات" مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی می‌باشد.

۱۱-۳-۴-۱۰ تاسیسات مورد استفاده در پروژه‌های انبوه‌سازی صنعتی باید طبق روش‌های مهندسی مورد تایید، طراحی شود و نقشه‌های تاسیسات همراه با جزئیات کامل اجرایی آن، ارایه شود.

۱۱-۳-۴-۱۱ نقشه‌ی نمای ساختمان باید حداقل شامل جزئیات زیرسازی و عایق‌بندی باشد.

۱۱-۳-۴-۱۲ از BIM<sup>۲۹</sup> در سطح سه بعدی همراه با تداخل‌یابی<sup>۳۰</sup>، باید استفاده شود.

#### ۱۱-۴-۴ الزامات اجرایی

۱۱-۴-۴-۱ نقشه‌های کارگاهی اجرای سازه باید به صورت کامل با روش اجرایی ارایه شود.

۱۱-۴-۴-۲ تجهیز کارگاه باید یا به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده‌ی مجدد باشد؛ یا امکان تغییر کاربری آن برای استفاده‌ی دائمی در نظر گرفته شده باشد.

۱۱-۴-۴-۳ برای قالب‌بندی باید از روش قالب‌بندی صنعتی استفاده کرد. کاربرد قالب سنتی، به صورت محدود مجاز است.

۱۱-۴-۴-۴ قطع و خم آرماتورها باید با دستگاه انجام شود.

۱۱-۴-۴-۵ قطعات اسکلت فولادی باید در کارخانه، تولید و اتصالات آن در محل، به صورت پیچ و مهره اجرا شود.

۱۱-۴-۴-۶ در صورت استفاده از پلی‌استایرن در کف، سقف و یا دیوار سازه‌های موقت و دائمی، این ماده باید از نوع کندسوز یا خود خاموش‌شو مطابق استاندارد ASTM و با تاییدیه از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد.

۱۱-۴-۴-۷ استفاده از دیوارهای آجری و یا انواع بلوک سفالی و سیمانی غیر سبک، مجاز نیست.

۱۱-۴-۴-۸ کاربرد آجر در دیوار، به منظور تزیین مجاز است.

۱۱-۴-۴-۹ سقف و دیوارهای میان واحدها باید بر اساس مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان عایق‌بندی صدا شود.

<sup>۲۹</sup> Building Information Modeling

<sup>۳۰</sup> Clash Detecting

- ۱۱-۴-۴-۱۰ در انتقال آب و فاضلاب باید از روش لوله‌کشی صنعتی استفاده شود.
- ۱۱-۴-۴-۱۱ برای نصب کاشی / سرامیک / سنگ غیرنما باید از ملات پیش‌آماده یا چسب استفاده شود.
- ۱۱-۴-۴-۱۲ دستورالعمل نصب نما باید ارایه شود.

۱۱-۴-۴-۱۳ سنگ نما باید بدون نیاز به برش کاری در محل و به صورت خشک نصب شود.

#### ۱۱-۴-۵ الزامات مدیریتی

- ۱۱-۴-۵-۱ عوامل اجرا باید به صورت نظری و عملی آموزش دیده باشند.
- ۱۱-۴-۵-۲ پروژه‌ی انبوه‌سازی صنعتی، باید نظام کنترل کیفیت داشته باشد.
- ۱۱-۴-۵-۳ پروژه‌ی انبوه‌سازی صنعتی، باید نظام تضمین کیفیت داشته باشد.
- ۱۱-۴-۵-۴ پروژه‌ی انبوه‌سازی صنعتی، باید نظام موثر HSE مستقر در کارگاه داشته باشد.
- ۱۱-۴-۵-۵ برنامه‌ی زمان‌بندی باید با منابع همراه و مبتنی بر تکرار باشد.
- ۱۱-۴-۵-۶ مدارک لازم برای مقایسه‌ی اجرا با برنامه‌ی زمان‌بندی باید ارایه شود.

#### ۱۱-۴-۶ الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

- ۱۱-۴-۶-۱ الزامات عمومی کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی
- ۱۱-۴-۶-۱-۱ در صورت تامین کلیه‌ی الزامات عمومی، طراحی، اجرایی و مدیریتی، موضوع بندهای ۱۱-۴-۲ تا ۱۱-۴-۵ شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ساختمان‌های انبوه، باید مطابق بندهای زیر محاسبه می‌شود.
- ۱۱-۴-۶-۱-۲ هر یک از الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی، اگر تنها برای بخشی از پروژه تامین شده باشد، امتیاز تعیین شده برای آن الزام، باید به تناسب اندازه‌ی آن بخش نسبت به کل تعلق گیرد.
- ۱۱-۴-۶-۱-۳ برای برآورد شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی باید جزئیات مصالح بکاررفته در سفت‌کاری، نازک‌کاری و تاسیسات، نقشه‌های کارگاهی پیش‌سازی و ترتیب انجام کار ارایه شود.
- ۱۱-۴-۶-۲ الزامات طراحی کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی
- ۱۱-۴-۶-۲-۱ با رعایت حداقل‌های ابعادی لازم برای آسایش ۸ امتیاز به شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی اختصاص می‌یابد. مرجع تعیین حداقل‌های ابعادی برای آسایش در فضاها، مسکونی متعارف، نشریه ض ۵۶۶ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی است و در سایر فضاها، مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر می‌باشد.
- ۱۱-۴-۶-۲-۲ با کاربرد جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها<sup>۳۱</sup>، ۷ امتیاز به شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی تعلق می‌گیرد.

<sup>۳۱</sup> در مواردی که کاربرد میراگر، کارایی لازم را نداشته باشد.

۱۱-۴-۶-۲-۳ برای ساختمان مقاوم در حوزه‌ی پدافند غیر عامل با سطح عملکرد II - ایمنی جانی بر اساس مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان، ۶ امتیاز برای شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی منظور شود.

۱۱-۴-۶-۴-۲ اگر نمای خارجی به صورت صنعتی باشد؛ مانند: تخته‌ی سیمانی، سرامیک، شیشه<sup>۳۲</sup>، کامپوزیت، بتن پیش‌ساخته، بتن نمایان، پنل خورشیدی و لورال؛ ۸ امتیاز به شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی اختصاص می‌یابد.

۱۱-۴-۶-۳ الزامات اجرایی کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

۱۱-۴-۶-۱-۳ با کاربرد یکی از سه مورد زیر، ۷ امتیاز برای شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی منظور می‌شود:

- شبکه‌ی آرماتور پیش‌ساخته‌ی جوشی، در اسکلت بتن مسلح.

- واش‌های ویژه<sup>۳۳</sup> DTI در قطعات اسکلت فولادی پیچ و مهره‌ای.

- انواع سقف‌های سبک غیربتنی<sup>۳۴</sup> در روش قاب سبک فولادی.

۱۱-۴-۶-۲-۳ با کاربرد راه‌پله‌ی موقت و ایمن در دوره‌ی ساخت، ۳ امتیاز برای شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی کسب می‌شود. مرجع ایمنی، مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان می‌باشد.

۱۱-۴-۶-۳-۳ با پیش‌سازی سازه‌ی راه‌پله‌ها، ۳ امتیاز به شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی اختصاص می‌یابد.

۱۱-۴-۶-۴-۳ به پیش‌سازی کف پله‌ها، ۳ امتیاز به شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی تعلق می‌گیرد.

۱۱-۴-۶-۵-۳ با کاربرد روش‌های منجر به حذف زیرسازی، ۵ امتیاز به شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی اختصاص می‌یابد.

۱۱-۴-۶-۶-۳ در صورت کاربرد واحدهای سرویس پیش‌ساخته، ۳ امتیاز به شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی تعلق می‌گیرد.

۱۱-۴-۶-۷-۳ در صورت استفاده از عایق رطوبتی سرد اجرا، ۳ امتیاز برای شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی منظور می‌شود.

۱۱-۴-۶-۸-۳ در صورت استفاده از کانال‌های نیمه‌پیش‌ساخته‌ی عایق یا کاربرد ورق‌های از پیش‌عایق برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه‌ی مطبوع، ۳ امتیاز برای شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی منظور می‌شود.

۱۱-۴-۶-۹-۳ در صورت استفاده از تیرچه با بلوک سفالی برای سقف در ارتفاعات بالای ۲۰ متر از سطح زمین، ۵ امتیاز از شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی کسر می‌گردد.

۱۱-۴-۶-۱۰-۳ برای ۱ نفر فوتی به ازای هر ۱ میلیون نفر - ساعت کار در کارگاه، ۷ -  $1/5 \times S$  امتیاز/جریمه<sup>۳۵</sup> تا سقف ۱۱ امتیاز به شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی تعلق می‌گیرد.

<sup>۳۲</sup> شیشه‌های نما باید از مصالحی انتخاب و به گونه‌ای طراحی شوند که مشکل ایمنی ایجاد نشود.

<sup>۳۳</sup> Direct Tension Indicator

<sup>۳۴</sup> انواع سقف‌های سبک غیربتنی مناسب برای سیستم قاب سبک فولادی، در مراجع معتبر ذکر شده است.

<sup>۳۵</sup> عدد حاصل اگر مثبت بود، امتیاز و اگر منفی بود جریمه محسوب می‌شود.

۱۱-۴-۶-۳-۱۱ اگر پروژه‌ی انبوه‌سازی، حادثه‌ی منجر به فوت نداشته باشد، به ازای هر  $S < 2$  میلیون نفر-ساعت کار در کارگاه، ۳ -  $1/5 \times S$  امتیاز تا سقف ۱۵ امتیاز برای شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی منظور می‌شود.

۱۱-۴-۴-۴ الزامات سازماندهی کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

۱۱-۴-۶-۴-۱۱ اگر مجموع واحدهای ساخته‌شده با سیستم پیشنهادی توسط مجری در ۱۰ سال گذشته، حداقل نصف تعداد واحدهای پروژه‌ی جاری باشد، ۸ امتیاز برای شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی منظور شود.

۱۱-۴-۶-۴-۱۱ اگر کیفیت پروژه به تایید کارفرما / توسعه‌گر<sup>۳۶</sup> برسد، ۱۱ امتیاز به شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی تعلق می‌گیرد.

۱۱-۴-۶-۴-۱۱ ارایه‌ی حداقل یک کتاب پروژه از سوابق اجرا شده توسط مجری با سیستم پیشنهادی در ۵ سال گذشته، ۷ امتیاز دارد.

### ۱۱-۴-۷ درجه‌بندی صنعتی‌سازی ساختمان‌های انبوه

۱۱-۴-۷-۱ درجه‌ی صنعتی‌سازی ساختمان‌های انبوه، باید بر اساس نقشه‌ها و روش ساخت تاییدشده، برآورد و در حین پیشرفت پروژه، در هر سه ماه یک‌بار پایش و کنترل شود.

۱۱-۴-۷-۲ تعیین درجه‌ی صنعتی‌سازی ساختمان در هر مرحله، باید از طریق مرجع کنترل ساختمان توسط بازرسانی انجام شود که دارای پروانه‌ی صلاحیت ارزیابی صنعتی‌سازی ساختمان از وزارت راه و شهرسازی باشند.

۱۱-۴-۷-۳ در صورت تامین نشدن هر یک از الزامات عمومی، طراحی، اجرایی و مدیریتی، موضوع بندهای ۱۱-۴-۲ تا ۱۱-۴-۵ باید عبارت "غیرصنعتی" در شناسنامه‌ی فنی و ملکی ساختمان قید شود.

۱۱-۴-۷-۴ اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی، اجرایی و مدیریتی، موضوع بندهای ۱۱-۴-۲ تا ۱۱-۴-۵ تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی کمتر از ۳۵ باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه‌ی سه" در شناسنامه‌ی فنی و ملکی ساختمان درج شود.

۱۱-۴-۷-۵ اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی، اجرایی و مدیریتی تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی برابر یا بیشتر از ۳۵ و کمتر از ۶۵ باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه‌ی دو" در شناسنامه‌ی فنی و ملکی قید شود.

۱۱-۴-۷-۶ اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی، اجرایی و مدیریتی تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ۶۵ و بیشتر از آن باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه‌ی یک" در شناسنامه‌ی فنی و ملکی درج شود.

## ۱۱-۵ ضوابط حمایت از محیطزیست در ساخت و سازهای صنعتی

### ۱۱-۵-۱ دامنه‌ی کاربرد

برای کلیه‌ی ساختمان‌های ساخته‌شده به روش صنعتی، تامین حداقلی از ضوابط این بخش الزامی است.

### ۱۱-۵-۲ الزامات کسب شاخص حامی محیطزیست

۱۱-۵-۲-۱ برای کاهش آب مصرفی در دوران بهره‌برداری، ۱۶ امتیاز به شرح زیر منظور می‌شود:

۱۱-۵-۲-۱-۱ به نصب شمارنده در ورودی هر واحد، ۱ امتیاز تعلق می‌گیرد.

۱۱-۵-۲-۱-۲ با کاربرد سیفون دو حالت، ۱ امتیاز منظور می‌شود.

۱۱-۵-۲-۱-۳ در صورت جمع‌آوری و تصفیه‌ی آب باران و یا آب خاکستری برای استفاده‌ی مجدد در موارد مجاز، ۱۴ امتیاز منظور می‌شود.

۱۱-۵-۲-۲ برای کاهش انرژی مصرفی ساختمان در دوران بهره‌برداری و استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، ۸۴ امتیاز به شرح زیر، تعلق می‌گیرد:

۱۱-۵-۲-۲-۱ به ازای تولید ۴۰٪ برق مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر، ۲۴ امتیاز (به تناسب) تعلق می‌گیرد.

۱۱-۵-۲-۲-۲ به ازای تولید ۳۰٪ آب گرم مصرفی سالیانه با استفاده از انرژی خورشید، ۶ امتیاز (به تناسب) تعلق می‌گیرد.

۱۱-۵-۲-۲-۳ متناظر با ارایه‌ی برچسب انرژی ساختمان A، B، C، D، E و F به ترتیب ۵۴، ۴۰، ۲۷، ۱۸، ۱۳ و ۹ امتیاز منظور می‌شود. مرجع رده‌بندی انرژی ساختمان، مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان می‌باشد.

### ۱۱-۵-۳ حداقل لازم برای شاخص حامی محیطزیست

۱۱-۵-۳-۱ برای صنعتی‌سازی ساختمان‌های غیرانبوه کوچک و متوسط، کسب حداقل شاخص ۱۰ الزامی است.<sup>۳۷</sup>

۱۱-۵-۳-۲ برای صنعتی‌سازی ساختمان‌های غیرانبوه بزرگ، کسب حداقل شاخص ۱۵ الزامی است.<sup>۳۸</sup>

۱۱-۵-۳-۳ برای صنعتی‌سازی ساختمان‌های انبوه، کسب حداقل شاخص ۱۰ الزامی است.<sup>۳۹</sup>

<sup>۳۷</sup> به الزام عمومی صنعتی‌سازی پروژه‌های غیرانبوه‌سازی کوچک و متوسط در بند ۱۱-۲-۲-۳ مراجعه شود.

<sup>۳۸</sup> به الزام عمومی صنعتی‌سازی پروژه‌های غیرانبوه‌سازی بزرگ در بند ۱۱-۲-۳-۳ مراجعه شود.

<sup>۳۹</sup> به الزام عمومی صنعتی‌سازی پروژه‌های انبوه‌سازی در بند ۱۱-۲-۴-۵ مراجعه شود.

## ۱۱-۶ الزامات فنی و کارکردی تعدادی از روش‌های صنعتی ساختمان‌سازی کشور

### ۱۱-۶-۱ مقدمه

در این فصل، الزامات عمده‌ی فنی و کارکردی پنج سیستم ساختمانی ذکر می‌شود. شایان توجه است که معرفی سیستم‌های حاضر، دلیلی بر رجحان آنها بر دیگر سیستم‌ها نیست و استفاده‌کننده، خود موظف است با توجه به مقتضیات پروژه، برتری آنها را از لحاظ مقاومت، پایداری سازه‌ای، صرفه‌ی اقتصادی و سهولت اجرا بررسی نماید.

### ۱۱-۶-۲ سیستم قاب‌های سبک فولادی سرد نوردشده (LSF)

#### ۱۱-۶-۲-۱ کلیات

سیستم قاب‌های سبک فولادی (LSF)<sup>۴۰</sup> به عنوان یک سیستم متشکل از مقاطع فولادی سرد نورد شده (CFS)<sup>۴۱</sup> به روش غلطکی<sup>۴۲</sup> می‌باشد که اجزای آن با اتصالات پیچی، پرچی یا جوشی به یکدیگر متصل می‌شوند. این سیستم که نوع دیوار باربر می‌باشد، ظرفیت ترکیب با سیستم‌های سازه‌ای دیگر همانند دیوارهای بتن‌آرمه را نیز دارد و می‌تواند در ساخت ساختمان‌های کوتاه‌مرتبه به صورت سیستم سازه‌ای مختلط به کار گرفته شود. برای ساخت مقاطع سرد نوردشده، مطابق نشریه ض-۶۰۸ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، استفاده از اشکال مختلف مجاز می‌باشد. این مقاطع معمولاً دارای ابعاد متنوع با محدوده تغییرات ضخامتی بین ۰/۶ تا ۲/۵ میلی‌متر می‌باشند. اجزای قائم این سیستم به عنوان عضو باربر ستونی در بارهای ثقلی عمل می‌کنند و تحت نام ستونک<sup>۴۳</sup> در این سیستم معرفی می‌شوند. سقف سازه‌ی این ساختمان‌ها متشکل از تیرچه‌ها<sup>۴۴</sup> یا لاپه‌های<sup>۴۵</sup> فلزی سرد نوردشده است. تیرک‌ها<sup>۴۶</sup> و تیرچه‌ها عمدتاً دارای مقاطع با اشکال C یا Z می‌باشند. پوشش سقف دال بتن‌آرمه، در صورت تامین یکپارچگی لازم بین بتن و پروفیل فولادی تیرچه، می‌تواند به عنوان یک سقف مرکب بتنی-فلزی طراحی شود. در ساختمان‌های LSF، به منظور باربری جانبی سازه در دو امتداد اصلی متعامد، از دهانه‌های باربر جانبی<sup>۴۷</sup> استفاده می‌شود. دهانه‌های باربر جانبی به چهار روش ایجاد می‌شود که عبارتند از: سیستم دهانه‌های مهاربندی شده با اعضای قطری، سیستم دیوار برشی با ورق فولادی نازک، سیستم دیوار

<sup>۴۰</sup> Light Weight Steel Frame

<sup>۴۱</sup> Cold-Formed Steel

<sup>۴۲</sup> Roll Formed

<sup>۴۳</sup> Stud

<sup>۴۴</sup> Joist

<sup>۴۵</sup> Purlin

<sup>۴۶</sup> Runner / Track

<sup>۴۷</sup> Load Bearing Wall

باربر با پوشش OSB<sup>۴۸</sup> و سیستم دیوار برشی بتن آرمه. پروفیل‌های سرد نوردشده مقاومت کمی در برابر حریق دارند و باید به خوبی محافظت شوند. یکی از دلایل کاربرد گچ به عنوان پوشش داخلی این سیستم‌ها، دستیابی به این هدف است. از عمده مزایای ساختمان‌های سبک فولادی LSF، کاهش جرم ساختمان است که تاثیر فراوانی در کاهش هزینه‌های ناشی از مصالح، نیروی انسانی و نیز زمان احداث پروژه‌ها خواهد داشت.

سیستم قاب‌های فولادی سرد نوردشده عمدتاً به دو روش طبقه‌ای<sup>۴۹</sup> و دیوارهای یکپارچه<sup>۵۰</sup> اجرا می‌شود. در روش متداول طبقه‌ای، ستونک‌های دیوار، توسط دیافراگم سقف قطع شده و طبقات مجزا از یکدیگر اجرا می‌شوند. در این روش، قطعات تشکیل‌دهنده‌ی ساختمان به صورت پانل‌های پیش‌ساخته، در کنار هم و در ارتفاع نصب می‌شوند. در روش اجرای یکپارچه، ستونک‌ها به صورت یکسره و بدون قطع در تراز طبقه، طراحی و اجرا می‌شوند و تیرریزی اسکلت به صورت یکسره، با عبور از کنار ستون صورت می‌گیرد.

۱۱-۶-۲-۲ الزامات سیستم ساختمانی قاب‌های سرد نوردشده (LSF) به شیوه اجرای طبقه‌ای

۱۱-۶-۲-۲-۱ سیستم LSF به همراه مهاربند قطری حداکثر تا پنج طبقه یا ارتفاع ۱۵ متر از تراز پایه در تمام کشور مجاز است و طرح لرزه‌ای و سازه‌ای آن باید بر اساس نشریه ض-۶۰۸ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی صورت پذیرد.

۱۱-۶-۲-۲-۱ در این نوع سیستم، حداکثر بار مرده و زنده برای سقف‌ها نباید به ترتیب از ۳۵۰ کیلوگرم بر مترمربع و ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمربع تجاوز کند.

۱۱-۶-۲-۲-۳ کنترل سازه در مقابل بار باد باید مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان انجام شود.

۱۱-۶-۲-۲-۴ اتصال اسکلت با پی باید از طریق ریشه‌گذاری میل‌مهار در پی و اتصال آن به ناودانی (تیرک) زیرین به وسیله مهره صورت گیرد.

۱۱-۶-۲-۲-۵ اتصال مهاربندی‌های تسمه‌ای قطری به عناصر مقاطع با آن‌ها در طول مهاربند ضروری است.

۱۱-۶-۲-۲-۶ مهاربندی‌های تسمه‌ای قطری در باربری جانبی باید به عنوان اعضای صرفاً کششی در تحلیل و طراحی در نظر گرفته شوند.

۱۱-۶-۲-۲-۷ مهاربندی‌های تسمه‌ای قطری باید با روش پیش‌کشیدگی به منظور رفع شل‌شدگی اولیه نصب شوند.

۱۱-۶-۲-۲-۸ تامین ضوابط دیافراگم صلب برای کلیه سقف‌ها با توجه به ضوابط موجود در استاندارد ۲۸۰۰ توصیه می‌شود. در غیر این صورت، سازه و سقف باید با توجه به ضوابط آیین‌نامه‌های معتبر متناظر طراحی شوند.

<sup>۴۸</sup> Oriented Strand Board

<sup>۴۹</sup> Platform Framing

<sup>۵۰</sup> Balloon Framing



- ۱۱-۶-۲-۲-۹ در صورت استفاده از اتصالات جوشی در محل کارخانه، رعایت ضوابط و مقررات مربوط به جوشکاری اعضای سرد نوردشده مطابق استاندارد AISI و آیین نامه AWS و AISC الزامی است.
- ۱۱-۶-۲-۲-۱۰ مقاطع سبک فولادی سرد نوردشده نباید در تماس مستقیم با خاک باشند.
- ۱۱-۶-۲-۲-۱۱ بکارگیری مصالح بنایی در دیوارهای داخلی و خارجی در دهانه قاب‌های سبک سرد نوردشده مجاز نیست.
- ۱۱-۶-۲-۲-۱۲ حداکثر وزن دیوار تمام شده در جداکننده‌های داخلی نباید از ۵۰ کیلوگرم بر مترمربع و در دیوارهای خارجی نباید بیشتر از ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع باشد.
- ۱۱-۶-۲-۲-۱۳ اتصال دیوارهای غیر باربر و جداکننده‌ها به سیستم سازه‌ای باید به نحوی باشد که ضمن تحمل بارهای وارده مانند باد، زلزله و ضربه، مشارکتی در سختی جانبی سازه نداشته باشد.
- ۱۱-۶-۲-۲-۱۴ رعایت مشخصات فولاد سرد نوردشده بر اساس استاندارد ASTM A653 و ASTM A500 الزامی است. همچنین، لازم است تمهیدات و پوشش‌های لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران صورت پذیرد.
- ۱۱-۶-۲-۲-۱۵ به منظور کاهش اثر پل حرارتی، لازم است حد فاصل ستونک‌ها و لایه خارجی جداره، با نوعی عایق حرارتی متراکم پر شود.
- ۱۱-۶-۲-۲-۱۶ با توجه به اقلیم مورد نظر برای هوابندی در جداره‌های داخلی و خارجی، بازشوها و همچنین محل نصب اجزای اتصالی نظیر پیچ و مهره، باید ملاحظات کامل با در نظر گرفتن پدیده‌ی میعان عمل آید.
- ۱۱-۶-۲-۳-۳ الزامات سیستم ساختمانی LSF به شیوه اجرای دیوارهای یکپارچه
- ۱۱-۶-۲-۳-۱ در مناطق واقع در پهنه با خطر نسبی کم، متوسط و زیاد، استفاده از این سیستم سازه‌ای به عنوان قاب ساختمانی ساده با مهاربند جانبی حداکثر تا ارتفاع ۱۵ متر از تراز پایه بلامانع است و طرح لرزه‌ای و سازه‌ای آن باید بر اساس نشریه ض-۶۰۸ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی صورت پذیرد.
- ۱۱-۶-۲-۳-۲ بکارگیری این سیستم در مناطق لرزه‌خیز با خطر نسبی بسیار زیاد مجاز نیست.
- ۱۱-۶-۲-۳-۳ طراحی اسکلت سازه LSF به روش دیوارهای یکپارچه باید با استفاده از ستونک‌های یکسره و بدون قطع در تراز طبقه و تیرچه‌هایی که به صورت یکسره از کنار ستون عبور می‌کنند، صورت پذیرد.
- ۱۱-۶-۲-۳-۴ کنترل سازه در مقابل بار باد باید بر مبنای مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران و با در نظر گرفتن سیستم مقاوم در مقابل بار جانبی انجام شود.
- ۱۱-۶-۲-۳-۵ کلیه اتصالات اعضای قائم به اعضای افقی باید به گونه‌ای باشند که یکپارچگی اعضا در ارتفاع سازه تأمین شود.

۱۱-۶-۲-۳-۶ در صورت استفاده از اتصالات جوشی، رعایت ضوابط و مقررات مربوط به جوشکاری اعضای سرد نوردشده مطابق استاندارد AISI و آیین‌نامه‌های AWS و AISC الزامی است.

۱۱-۶-۲-۳-۷ مقاطع سبک فولادی سرد نوردشده نباید در تماس مستقیم با خاک باشند.

۱۱-۶-۲-۳-۸ تامین ضوابط دیافراگم صلب برای کلیه سقف‌ها الزامی است.

۱۱-۶-۲-۳-۹ رعایت محدودیت حداکثر بار زنده و مرده به ترتیب ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمربع و ۳۵۰ کیلوگرم بر مترمربع برای سقف‌ها الزامی است.

۱۱-۶-۲-۳-۱۰ بکارگیری مصالح بنایی در دیوارهای داخلی و خارجی در دهانه قاب‌های سبک سرد نوردشده مجاز نیست.

۱۱-۶-۲-۳-۱۱ حداکثر وزن مترمربع دیوار تمام‌شده در جداکننده‌های داخلی نباید بیشتر از ۵۰ کیلوگرم بر مترمربع و در دیوارهای خارجی نباید بیش از ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع باشد.

۱۱-۶-۲-۳-۱۲ اتصال دیوارهای غیر باربر و جداکننده‌ها به سیستم سازه‌ای باید به نحوی باشد که ضمن تحمل بارهای وارده مانند باد، زلزله و ضربه، مشارکتی در سختی جانبی سازه نداشته باشد.

۱۱-۶-۲-۳-۱۳ رعایت مشخصات فولاد سرد نوردشده بر اساس استاندارد ASTM A653 و ASTM A500 الزامی است. همچنین لازم است تمهیدات و پوشش‌های لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران صورت پذیرد.

۱۱-۶-۲-۳-۱۴ به منظور کاهش اثر پل حرارتی، لازم است حداقل ستونک‌ها و لایه خارجی جداره، با نوعی عایق حرارتی متراکم پر شود.

۱۱-۶-۲-۳-۱۵ با توجه به اقلیم مورد نظر برای هوابندی در جداره‌های داخلی و خارجی، بازشوها و همچنین محل نصب اجزای اتصالی نظیر پیچ و مهره، باید ملاحظات کامل با در نظر گرفتن پدیده‌ی میعان به عمل آید.

۱۱-۶-۲-۳-۱۶ کلیه‌ی رواداری‌های ساخت و نصب، باید طبق مراجع معتبر باشد.

### ۱۱-۶-۳ روش اجرای ساختمان‌های بتن مسلح با قالب‌های عایق ماندگار (ICF)

۱۱-۶-۳-۱ کلیات

سیستم سازه‌ای ساختمان‌های بتن مسلح با قالب‌های عایق ماندگار (ICF)<sup>۵۱</sup>، از نوع دیوار باربر است که قالب دیوارهای بتنی آن، بعد از بتن‌ریزی، جزیی از دیوار محسوب می‌شوند و نقش عایق حرارتی را دارند.

۱۱-۶-۳-۲ الزامات روش اجرای ساختمان‌های ICF

<sup>۵۱</sup> Insulating Concrete Formwork

۱۱-۲-۳-۶-۱ در صورتی که ضوابط شکل‌پذیری بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان رعایت نشود، کاربرد این سیستم صرفاً در مناطق واقع در پهنه با خطر نسبی کم و متوسط و برای ساختمان‌های دارای اهمیت کم و متوسط تا حداکثر ارتفاع ۱۰ متر مجاز است. بدیهی است در صورتی که ضوابط شکل‌پذیری رعایت شود، حداکثر ارتفاع ساختمان بر اساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰، ۵۰ متر از تراز پایه است؛ مشروط به اینکه ضوابط محافظت در برابر حریق آن تامین شود.

۱۱-۲-۳-۶-۲ بارگذاری سیستم سازه‌ای حاصل از این روش باید بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان صورت پذیرد.

۱۱-۲-۳-۶-۳ طراحی سازه‌ای این سیستم باید بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان انجام شود.

۱۱-۲-۳-۶-۴ شالوده‌ی دیوارهای ICF باید به صورت نواری یا گسترده مطابق مباحث هفتم و نهم مقررات ملی ساختمان طرح شود و پهنای شالوده باید به اندازه‌ای باشد که با احتساب ضخامت هسته‌ی بتنی، فضای کافی برای قرارگیری قالب‌ها موجود باشد.

۱۱-۲-۳-۶-۵ ضخامت جداره‌ها و فاصله‌ی دو عایق از یکدیگر باید بر اساس نیازهای سازه‌ای و حرارتی تعیین شود و ضخامت دیوارهای باربر بتنی نباید کمتر از ۱۵ سانتی‌متر باشد.

۱۱-۲-۳-۶-۶ بتن مصرفی باید از نوع سازه‌ای و با حداقل مقاومت ۲۰ مگاپاسکال و حداکثر اندازه اسمی سنگدانه‌ی مصرفی ۲۰ میلی‌متر باشد.

۱۱-۲-۳-۶-۷ اسلامپ بتن مصرفی در دیوارهای بتن مسلح با قالب‌های عایق ماندگار باید حداقل ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود.

۱۱-۲-۳-۶-۸ متراکم‌کردن بتن در صورت مجاز بودن، فقط باید به صورت داخلی انجام گیرد و لرزاندن میلگردهای عمودی مجاز نمی‌باشد.

۱۱-۲-۳-۶-۹ قالب باید مقاومت لازم را برای انجام عملیات بتن‌ریزی داشته باشد.

۱۱-۲-۳-۶-۱۰ افزودنی‌های بتن، نحوه‌ی بتن‌ریزی از لحاظ مرحله‌بندی در ارتفاع و نحوه‌ی متراکم‌نمودن و جزییات آرماتوربندی خاص باید در نقشه‌ها ذکر شود.

۱۱-۲-۳-۶-۱۱ مشخصات میلگردهای فولادی باید مطابق بر ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۲-۳-۶-۱۲ مشخصات مقاومتی مصالح عایق در برابر آتش‌سوزی باید مطابق ضوابط مباحث سوم و پنجم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۲-۳-۶-۱۳ ملاحظات استفاده از پلی‌استایرن

۱۱-۲-۳-۶-۱۳-۱ پلی‌استایرن باید از نوع منبسط‌شونده‌ی کندسوز یا خود خاموش‌شو، مطابق با استاندارد ASTM و با تاییدیه از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد.

۱۱-۶-۳-۲-۱۳-۲ برای حفاظت از بلوک سقفی پلی‌استایرن و محافظت از تماس مستقیم هرگونه حریق احتمالی با آن، لازم است زیر سقف به وسیله‌ی پوشش مناسب مانند یک تخته‌ی گچی به ضخامت حداقل ۱۲/۵ میلی‌متر یا اندود گچ به ضخامت حداقل ۱۵ میلی‌متر، محافظت شود.

۱۱-۶-۳-۲-۱۳-۳ محافظت از بلوک دیواری پلی‌استایرن باید به وسیله پوشش مناسب به عمل آید. این پوشش می‌تواند یک تخته گچی با ضخامت ۱۲/۵ میلی‌متر یا سایر مصالحی که بر اساس مدارک فنی مصوب و معتبر از نظر مقاومت در برابر دمای بالا معادل آن عمل می‌کند، باشد.

۱۱-۶-۳-۲-۱۳-۴ پوشش محافظت‌کننده‌ی بلوک‌های پلی‌استایرن باید دارای اتصال مکانیکی به سازه باشد. اتصال مستقیم پوشش به پلی‌استایرن، به تنهایی، مجاز نمی‌باشد.

۱۱-۶-۳-۲-۱۳-۵ دیوارهای بین واحدهای مستقل مانند دیوار بین آپارتمان‌های مسکونی یا واحدهای تجاری، اداری در هر ساختمان، باید دارای مقاومت کافی در برابر آتش باشند. در این دیوارها باید به صورت مناسب از مصالح حریق‌بند استفاده شود؛ به گونه‌ای که بلوک‌های پلی‌استایرن در قسمت بین دو فضای مجاور پیوستگی نداشته باشند و از گسترش هرگونه حریق احتمالی بین دو فضایی که به وسیله دیوار مقاوم در برابر آتش از یکدیگر جدا شده‌اند، جلوگیری شود. برای جزئیات این ضوابط به نشریه ض-۶۸۲ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی مراجعه شود.

۱۱-۶-۳-۲-۱۳-۶ به منظور تامین مقاومت کافی/سقف‌ها در مقابل آتش لازم است لایه‌ی پلی‌استایرن در مرز سقف / کف هر طبقه قطع شود و بین طبقات امتداد نداشته باشد. در این قسمت‌ها، در صورت نیاز و برای تامین مقاومت لازم باید از مسدودکننده‌های آتش استفاده شود.

۱۱-۶-۳-۲-۱۳-۷ در مناطقی که در معرض خطر حمله‌ی حشرات موذی، مانند موربانه قرار دارد لازم است تمهیدات لازم برای محافظت از لایه‌ی پلی‌استایرن به عمل آید.

۱۱-۶-۳-۲-۱۴ قالب‌ها باید در برابر وزش باد حفاظت شوند.

۱۱-۶-۳-۲-۱۵ انبارکردن قالب‌ها، با حجم بیش از ۶۰ مترمکعب مجاز نمی‌باشد، در صورت نیاز به انبارکردن مقادیر بیشتر، باید بین هر دو دیوار حداقل ۲۰ متر فاصله باشد.

۱۱-۶-۳-۲-۱۶ قالب عایق باید از نور خورشید، خرابی فیزیکی و شرایط جوی محافظت شود. اگر قالب‌ها تحت اثر نور اکسید و زرد رنگ شده باشند، قبل از اتصال هرگونه ماده‌ای، باید لایه اکسیدشده برداشته شود. همچنین، در صورت مرطوب شدن عایق‌ها باید پیش از استفاده، از خشک شدن آنها اطمینان حاصل کرد.

۱۱-۶-۳-۲-۱۷ به طور کلی دیوارهای سیستم ساختمانی ICF، باید در برابر مواد آتش‌زا همچون روغن، بنزین و نفت به دقت مراقبت شوند و استفاده از تابلوی استعمال دخانیات ممنوع در مجاورت محل نگهداری قالب‌ها الزامی است.

۱۱-۶-۳-۲-۱۸ وجود کپسول آتش‌نشانی به تعداد کافی در نزدیکی هر یک از محل‌های نگهداری قالب‌ها الزامی است.

۱۱-۶-۳-۲-۱۹ در مسیر انتقال بار توسط دیوارهای باربر، هیچ‌گونه انقطاعی نباید وجود داشته باشد.

۱۱-۶-۳-۲-۲۰ اتصال پانل‌ها به یکدیگر به صورت عمودی یا افقی مجاز می‌باشد.

۱۱-۶-۳-۲-۲۱ برای ثابت نگاه داشتن فاصله‌ی دو عایق و تامین ضخامت هسته‌ی بتنی، بلوک‌ها و پانل‌ها باید با استفاده از اتصالاتی از جنس پلاستیک یا فولاد به یکدیگر متصل شوند.

۱۱-۶-۳-۲-۲۲ رابطه‌ی می‌تواند از جنس پلی‌پروپیلن با دانسیته بالا، پلی‌استایرن منبسط‌شونده، پلی‌استایرن با مقاومت بالا، ورق گالوانیزه و یا میلگرد باشند.

۱۱-۶-۳-۲-۲۳ تعداد و ابعاد رابطه‌ها باید تحمل بارهای حین اجرای ناشی از عملیات بتن‌ریزی و بتن تازه را داشته باشد.

۱۱-۶-۳-۲-۲۴ سطح مقطع رابطه‌ها باید کمتر از ۳ درصد سطح مقطع بتن مسلح باشد. در غیر این صورت، مقطع تضعیف شده‌ی دیوار باید در محاسبات ملاک عمل قرار گیرد.

۱۱-۶-۳-۲-۲۵ مشخصات مقاومتی مصالح رابط در برابر آتش‌سوزی باید مطابق ضوابط مباحث سوم و پنجم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۶-۳-۲-۲۶ شکل هندسی و جنس رابطه‌های قالب باید در نقشه‌ها مشخص شود.

۱۱-۶-۳-۲-۲۷ چنانچه قسمتی از میلگردگذاری دیوارهای ICF در محل کارخانه انجام شود، در طراحی و نقشه‌های سازه باید این مساله به صورت تفکیک شده مشخص شود.

۱۱-۶-۳-۲-۲۸ دستور برش‌کاری لایه‌ی عایق در نواحی لازم مانند مرز طبقات و نواحی حساس به حریق باید در نقشه‌ها مشخص شده باشد.

۱۱-۶-۳-۲-۲۹ هر نوع پوشش یا نمای ساختمان مجاز است و باید توسط اتصالات مکانیکی استاندارد به هسته بتنی یا رابط قالب‌ها مهار شود.

۱۱-۶-۳-۲-۳۰ حداقل ضخامت پوشش نمای مورد نیاز برای سیستم ساختمانی ICF باید مطابق نشریه ض-۶۸۲ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد و در هر حال نباید کمتر از ۱۵ میلی‌متر در نظر گرفته شود.

۱۱-۶-۳-۲-۳۱ برای اجرای اندود باید از توری فلزی، رابیتس یا شبکه‌ی فولادی مناسب که با فواصل استاندارد به جداره‌ی بتنی متصل شده‌اند، استفاده شود و قبل از بتن‌ریزی دیوارها، باید تمهیدات لازم جهت مهار توری، رابیتس یا شبکه‌ی فولادی به دیوار توسط اتصالات مفتولی یا نظایر آن در نظر گرفته شود.

۱۱-۶-۳-۲-۳۲ چنانچه اتصال پوشش نما به دیوار، از طریق رابطه‌های پلاستیکی باشد، حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان ۷/۲ متر خواهد بود.

۱۱-۶-۳-۲-۳۳ رواداری‌های سیستم ساختمانی ICF باید مطابق ضوابط رواداری‌های دیوارها و دال‌های مبحث نهم مقررات ملی ساختمان باشد.

## ۱۱-۶-۴ ساختمان‌های بتنی پیش ساخته

۱۱-۶-۴-۱ کلیات

در ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته، تمامی اجزای سازه‌ای و برخی از اجزای غیرسازه‌ای ساختمان از قطعات بتن پیش‌ساخته‌ی تولیدشده در کارخانه تشکیل می‌شوند. قطعات بتنی پیش‌ساخته شامل تیر، ستون، سقف، دیوار، پله و نما می‌باشند. محدودیت ابعاد و وزن این قطعات به ظرفیت تجهیزات موجود برای تولید، حمل و نصب قطعات پیش‌ساخته وابسته است. سازه‌های بتنی پیش‌ساخته می‌توانند از انواع مختلف سیستم‌های سازه‌ای از قبیل قاب خمشی، دیوارهای باربر بتنی و سیستم‌های دوگانه (ترکیبی) تشکیل شده باشند. سیستم‌های مقاوم در برابر بارهای جانبی عبارتند از: دیوار برشی، قاب خمشی، ستون‌های T شکل یک سر گیردار و قاب‌های مهاربندی‌شده.

اتصالات در قطعات بتنی پیش‌ساخته از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشند. به طور کلی دو نوع اتصال خشک و تر برای این قطعات وجود دارد. در اتصالات خشک، عمدتاً از مصالح فولادی با جوش یا پیچ و مهره استفاده می‌شود؛ در حالی که در اتصالات تر گروت یا ملات (تر / خشک) بکار می‌رود. شالوده‌ی ساختمان بتنی پیش‌ساخته می‌تواند به صورت پیش‌ساخته یا درجا با اتصال تر و خشک اجرا شود.

۱۱-۶-۴-۲ الزامات

۱۱-۶-۴-۲-۱ منظم‌بودن ساختمان در پلان و ارتفاع الزامی است.

۱۱-۶-۴-۲-۲ طراحی و اجرای ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته باید مطابق با ضوابط بارگذاری و طراحی اجزای بتنی مندرج در مباحث ششم و نهم مقررات ملی ساختمان و با در نظر گرفتن کلیه شرایط اجرایی پروژه از جمله جایجایی، نصب و حمل صورت پذیرد.

۱۱-۶-۴-۲-۳ مقرون به صرفه‌ترین اندازه برای قطعات پیش‌ساخته‌ی یک ساختمان، بزرگترین مقدار بدست آمده از عوامل زیر است:

- اندازه‌ی حاصل از پایداری و تنش‌های مجاز روی قطعات در حین جایجایی

- اندازه‌ی حاصل از محدودیت‌های وزن مجاز، حمل و نقل و تجهیزات نصب

- ظرفیت جرقبیل موجود در کارخانه و کارگاه پروژه

- فضای دیو، شعاع چرخش کامیون و سایر محدودیت‌های کارگاه ساخت و نصب

۱۱-۶-۴-۲-۴ تامین ضوابط دیافراگم صلب و همچنین تامین پیوستگی و یکپارچگی برای کلیه‌ی سقف‌ها الزامی است.

۱۱-۶-۴-۲-۵ طراحی و اجرای میل‌مهارهای سقفی مناسب در محل اتصال اعضای پانلی سقف پیش‌ساخته به یکدیگر الزامی است.

۱۱-۶-۴-۲-۶ طراحی اتصالات ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته باید طبق ضوابط مباحث نهم و دهم مقررات ملی ساختمان و سایر مراجع معتبر انجام شود.

۱۱-۶-۴-۲-۷ اتصال سقف به قاب و دیوار به صورت پیوسته و یکپارچه طراحی و اجرا گردد و میلگردگذاری لازم بر این اساس، در محل اتصال انجام شود. همچنین تامین پیوستگی و یکپارچگی در محل اتصال تیر به ستون و اجرای

میلگردگذاری لازم ضروری است. بدیهی است کلیه اعضای اتصال در این نواحی باید مقاومت کافی را در برابر تلاش‌های حاصل از میلگردهای یکپارچگی مذکور داشته باشند.

۱۱-۶-۴-۲-۸ تامین اتصال قاب پیش‌ساخته‌ی ساده ساختمانی به دیوار برشی بتن مسلح درجا، از طریق اتصال تیرهای هم‌امتداد دیوار برشی، با المان مرزی درجا صورت گیرد.

۱۱-۶-۴-۲-۹ در صورت تعبیه‌ی اعضای مرزی در دیوارهای برشی بتن مسلح، ضروری است این اعضا به صورت درجا اجرا شوند و در نظر گرفتن ستون‌های پیش‌ساخته قاب به عنوان اعضای مرزی مورد تایید نمی‌باشد.

۱۱-۶-۴-۲-۱۰ تمهیدات لازم جهت تامین پایداری قطعات پیش‌ساخته‌ی الحاقی به ساختمان مانند: راه‌پله‌ها، جان‌پناه‌ها و ... در برابر نیروهای وارده صورت گیرد.

۱۱-۶-۴-۲-۱۱ طراحی و اجرای تیرچه در پیرامون بازشوها، الزامی است.

۱۱-۶-۴-۲-۱۲ رعایت ضوابط طراحی و اجرای شالوده برای ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته، باید مطابق مباحث هفتم و نهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۶-۴-۲-۱۳ مشخصات کلیه‌ی میلگردهای فولادی بکار رفته در بتن باید منطبق بر ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۶-۴-۲-۱۴ مشخصات مصالح و کیفیت بتن تولیدشده باید منطبق بر ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۶-۴-۲-۱۵ اندازه‌ی بزرگ‌ترین سنگ‌دانه‌ی مصرفی در قطعات بتن پیش‌ساخته نباید بیش از ۲۵ میلی‌متر باشد.

۱۱-۶-۴-۲-۱۶ اسلامپ بتن مصرفی در قطعات بتن پیش‌ساخته نباید بیش از ۱۵۰ میلی‌متر باشد.

۱۱-۶-۴-۲-۱۷ عمل‌آوری قطعات بتنی پیش‌ساخته تولیدشده باید به صورت تامین گرمایش از طریق بخار آب، شبکه لوله‌های آب داغ و یا سایر روش‌های گرمایش باشد و با پوشش عایق مناسب، میزان رطوبت و درجه حرارت در طول مدت عمل‌آوری کنترل شود.

۱۱-۶-۴-۲-۱۸ تمام اندازه‌ها و خواص مهندسی مقاطع فولادی بکار رفته در این سیستم، باید مطابق ضوابط موجود در مبحث دهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۶-۴-۲-۱۹ در اتصالات پیچ و مهره‌ای قطعات بتنی پیش‌ساخته باید از پیچ و مهره‌های استاندارد معمولی و پرمقاومت مطابق مشخصات تعیین‌شده در مبحث دهم مقررات ملی ساختمان استفاده شود.

۱۱-۶-۴-۲-۲۰ استفاده از اتصالات جوشی، پیچ و مهره، گلدانی و غلاف ملات / گروت اجرای باربر سازه به شالوده مجاز می‌باشد و باید مطابق ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و سایر مراجع معتبر طراحی گردند.

۱۱-۶-۴-۲-۲۱ طول وصله‌های آرماتور در محل اتصالات تر باید مطابق ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۶-۴-۲-۲۲ وصله ستون‌های بتن مسلح پیش‌ساخته باید در محلی که تلاش‌های اعمالی به حداقل می‌رسند، انجام شود.

۱۱-۶-۴-۲-۲۳ لازم است تمهیدات لازم جهت تحمل نیروی Uplift در اتصال ستون بالایی به ستون پایینی صورت گیرد؛ مانند: دندانه‌دار کردن شیارهای تعبیه‌شده در بالای ستون پایینی.

۱۱-۶-۴-۲-۲۴ در نظر گرفتن تمهیدات لازم در هنگام بتن‌ریزی در محل اتصال تیرها به ستون‌های پیش‌ساخته برای تامین کیفیت مناسب بتن ضروری است؛ مانند: ویریهی مناسب و ...

۱۱-۶-۴-۲-۲۵ اتصالات باید در برابر شرایط محیطی و آتش‌سوزی محافظت شوند.

۱۱-۶-۴-۲-۲۶ مدارک اختصاصی زیر باید برای اجرای ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته تهیه گردد:

- دستورالعمل حمل، انبار و نگهداری قطعات با توجه به جوانب احتیاط حین اجرا

- معیارهای رد و پذیرش قطعه یا سیستم

- محدودیت بارهای کارگاهی و حمل و نقل

۱۱-۶-۴-۲-۲۷ نقشه‌های ساخت باید با در نظر گرفتن جزییات کامل تهیه گردد.

۱۱-۶-۴-۲-۲۸ نشانه‌های استفاده شده در نقشه‌های کارگاهی باید طبق بر مراجع معتبر باشد.

۱۱-۶-۴-۲-۲۹ مدارک فنی نصب قطعات پیش‌ساخته باید با در نظر گرفتن فرآیند نصب تهیه شود.

۱۱-۶-۴-۲-۳۰ باید به عملکرد قطعات در حین نصب توجه شود؛ به طوری که وقتی نسبت دهانه به عمق تیر بالا باشد، باید مقدار انحنای خروج از محوریت و لرزش تیرها مورد توجه بیشتری قرار گیرند.

۱۱-۶-۴-۲-۳۱ نقاط مخصوص برای بلند کردن قطعات باید به گونه‌ای تعیین شوند که تنش قطعه در محدوده‌ی مجاز باقی بماند و قطعه در حین بلند کردن، تراز باشد.

۱۱-۶-۴-۲-۳۲ برای قطعات با هندسه‌ی نامتقارن یا مقطع ناقص باید نقاط مکمل کمکی برای بلند کردن قطعه در نظر گرفته شود.

۱۱-۶-۴-۲-۳۳ در صورتی که بخشی از قطعه دارای مساحت کوچک (مقطع کاهش یافته) و یا کنسول‌های بزرگ است، اضافه کردن تقویت‌های فلزی سازه‌ای به پشت قطعه برای فراهم کردن مقاومت اضافی لازم است.

۱۱-۶-۴-۲-۳۴ زمانی که زاویه‌ی زنجیر کوچک است، بار ایجادشده موازی با محور طولی قطعه ممکن است لنگر بزرگی را که باعث اثر  $P-\Delta$  می‌شود، تولید کند. در نتیجه بهتر است از تیر شاهین (پخش‌ی)، دو عدد جرثقیل یا سایر لوازمی که زاویه‌ی زنجیر را افزایش می‌دهد، استفاده گردد.

۱۱-۶-۴-۲-۳۵ علاوه بر لنگر خمشی طولی، ممکن است لنگر خمشی عرضی ناشی از موقعیت نقاط اتصال بلندکننده با توجه به ابعاد عرضی ایجاد شود.

۱۱-۶-۴-۲-۳۶ رعایت تمهیدات لازم مناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده‌ی ایران الزامی است.



۱۱-۶-۴-۳۷ رواداری‌های حمل و نصب قطعات بتنی پیش‌ساخته باید طبق مراجع معتبر رعایت شود.

## ۱۱-۶-۵ ساختمان‌های نیمه‌پیش‌ساخته با صفحات بتن پاششی سه بعدی (3D پانل)

۱۱-۶-۵-۱ کلیات

ساختمان‌های نیمه‌پیش‌ساخته با صفحات بتن پاششی سه بعدی که به 3D پانل مشهورند، متشکل از یک شبکه‌ی خرپای فضایی از میلگردهای ساده، یک لایه پلی‌استایرن و دو لایه بتن پوششی در طرفین است. شبکه‌ی خرپای فضایی، از اتصال شبکه‌های فولادی ساخته‌شده به روش جوش نقطه‌ای اتوماتیک توسط میلگردهای مورب حاصل می‌شود. در تولید این پانل‌ها از لایه‌ی پلی‌استایرن به ضخامت ۴ تا ۹ سانتی‌متر استفاده می‌شود. در این سیستم، بازشوها در زمان تولید در کارخانه و یا قبل از نصب، تعبیه و تقویت‌های لازم با استفاده از شبکه‌ی فولادی انجام می‌شود.

لازم است پانل‌ها برای تحمل برش و خمش وارده در سقف و تحمل بار محوری و برش عرضی در دیوارها طراحی شوند و جزییات لازم برای یکپارچه‌نمودن اجزای سیستم به دقت مورد توجه قرار گیرند. در این پانل‌ها، لایه‌ی پلی‌استایرن علاوه بر نقش قالب‌بندی، در عایق‌کاری حرارتی نیز، موثر است. پانل‌های 3D در قطعاتی با عرض یک متر و طول سه متر در کارخانه تولید می‌شوند و پس از حمل به کارگاه و اجرای زیرسازی مناسب، در موقعیت خود قرار داده و به یکدیگر متصل می‌شوند. پس از اجرای تاسیسات برقی و مکانیکی لازم، دو سمت پانل‌ها به ضخامت ۴ الی ۷ سانتی‌متر با بتن ریزدانه بتن‌پاشی می‌شود. از نقاط ضعف این سیستم، می‌توان موارد زیر را برشمرد: مشکل اجرا در محل‌های بادخیز، ترد بودن فولادهای پیش‌کشیده، دشواری رعایت رواداری‌ها به هنگام نصب و شاقول کردن پانل‌ها، دشواری کنترل ضخامت بتن پاشیده، عدم دست یافتن به مقاومت‌های بالای بتن، امکان ایجاد خوردگی در شبکه‌ی فولادی، عدم امکان دسترسی برای تعمیر و یا اصلاح مسیر تاسیساتی.

۱۱-۶-۵-۲ الزامات ساختمان‌های نیمه‌پیش‌ساخته با صفحات بتن پاششی سه‌بعدی (3D پانل)

۱۱-۶-۵-۲-۱ ساختمان باید در ارتفاع، منظم باشد.

۱۱-۶-۵-۲-۲ حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان ۷/۲ متر از تراز پایه است.

۱۱-۶-۵-۲-۳ طرح سازه‌ای و اتصالات این سیستم باید بر اساس آیین‌نامه‌های معتبر انجام گیرد.

۱۱-۶-۵-۲-۴ طرح لرزه‌ای این سیستم باید بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ صورت پذیرد.

۱۱-۶-۵-۲-۵ کنترل سازه در مقابل بار باد بر مبنای مبحث ششم مقررات ملی ساختمان و با در نظر گرفتن سیستم مقاوم در مقابل بار جانبی انجام شود.

۱۱-۶-۵-۲-۶ بار زنده قابل اعمال حداکثر ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمربع است.

۱۱-۶-۵-۲-۷ حداکثر دهانه‌ی باربر ثقیلی ۵ متر و حداکثر طول آزاد و ارتفاع خالص پانل‌های دیواری به ترتیب ۶ و ۳/۲۰ متر است.

۱۱-۶-۵-۲-۸ تمهیدات لازم در مورد بازشوها باید بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان لحاظ شود.

۱۱-۶-۵-۲-۹ رعایت مشخصات بتن پاششی براساس آیین‌نامه بتن ایران الزامی است.

۱۱-۶-۵-۲-۱۰ حداقل تنش تسلیم فولادها ۲۴۰ مگاپاسکال و حداقل قطر آن‌ها ۳ میلی‌متر باشد.

۱۱-۶-۵-۲-۱۱ مشخصات شبکه‌ی جوش باید بر اساس استاندارد معتبر باشد.

۱۱-۶-۵-۲-۱۲ تمهیدات لازم در شرایط اقلیمی مختلف برای بتن مسلح مانند فولاد گالوانیزه و بتن مقاوم در محیط خورنده لحاظ شود.

۱۱-۶-۵-۲-۱۳ پلی‌استایرن منبسط‌شونده باید از نوع کندسوز یا خودخاموش‌شو، مطابق استاندارد ASTM و با تاییدیه از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد.

## ۱۱-۶-۶-۶-۱۱ ساختمان‌های بتن‌آرمه با شیوه‌ی قالب‌های تونلی

۱۱-۶-۶-۱۱ کلیات

سیستم موسوم به تونلی، فقط برای انبوه‌سازی ساختمان استفاده می‌شود و از نوع سیستم دیوار باربر و سقف بتنی می‌باشد. از آنجایی که سقف و دیوارها به صورت سلولی و هم‌زمان، آرماتوربندی، قالب‌بندی و بتن‌ریزی می‌شوند، این سیستم به تونلی شهرت یافته است. با این شیوه‌ی اجرا، ضمن افزایش سرعت و کیفیت، عملکرد سازه‌ای و رفتار لرزه‌ای مجموعه‌ی سازه، به لحاظ یکپارچگی اعضا و اتصالات آنها به نحو چشمگیری بهبود می‌یابد.

قالب‌های مورد استفاده، مدولار هستند و برای قالب‌بندی یا قالب‌برداری، نیاز به تبدیل آنها به ابعاد کوچک‌تر نیست و به همان ابعاد اولیه و به صورت یکپارچه از فضا خارج می‌شوند. خروج قالب‌های تونلی، پس از بتن‌ریزی دیوار و سقف و گیرش اولیه‌ی بتن، با فاصله‌دادن قالب‌ها از جدارهای بتن‌ریزی شده و با حرکت افقی روی چرخ یا غلطک صورت می‌گیرد. جدارهایی که با استفاده از این روش اجرا می‌شوند، جدارهای اصلی داخلی و بعضی جدارهای جانبی هستند. تجربه‌ی زلزله‌های گذشته، عموماً رفتار مناسب سازه‌ی این ساختمان‌ها را نشان داده است. برای افزایش سهولت و سرعت اجرا، اجزای غیر سازه‌ای مانند دیوارهای جداکننده، پله‌ها و پانل‌های نما به صورت پیش‌ساخته در نظر گرفته می‌شوند و پس از تکمیل سازه‌ی اصلی، به آن متصل می‌شوند.

با بکارگیری مدیریت کیفیت جامع و با استفاده از فناوری‌های روز در تسریع گیرش و ازدیاد مقاومت بتن می‌توان سرعت اجرا را به میزان چشمگیری افزایش داد. از معایب این روش، محدودیت در طراحی معماری می‌باشد. در ساختمان‌های اجراشده به روش تونلی، ابتدا آرماتوربندی و تعبیه مسیرهای تاسیسات برقی در دیوارها انجام می‌شود و هم‌زمان با این اقدامات، قالب‌بندی بازشوهای مورد نیاز برای تاسیسات، در و پنجره اجرا می‌شود. اجرای جدارهای بتنی پرداخت شده، نیاز به نازک‌کاری بر روی سطوح آن‌ها را برطرف می‌کند.

۱۱-۶-۶-۲ الزامات طراحی و اجرای ساختمان‌های بتن‌آرمه با شیوه‌ی قالب‌بندی تونلی

۱۱-۶-۶-۱-۲ مبانی کلی طراحی این سیستم مطابق با ساختمان‌های بتن مسلح از نوع دیوار باربر می‌باشد.

۱۱-۶-۶-۲-۲ اجرای این سیستم در کلیه‌ی پهنه‌های لرزه‌خیزی ایران حداکثر تا ۵۰ متر از تراز پایه بلامانع است.

۱۱-۶-۶-۲-۳ بارگذاری و طرح سازه‌های این روش باید به ترتیب، بر اساس مباحث ششم و نهم مقررات ملی ساختمان انجام گیرد.

۱۱-۶-۶-۲-۴ رعایت ضوابط مربوط به شکل‌پذیری متوسط و زیاد متناسب با لرزه‌خیزی مناطق مختلف ایران الزامی است.

۱۱-۶-۶-۲-۵ حداکثر ارتفاع خالص ۳ متر (بدون احتساب ضخامت سقف) و حداقل ضخامت ۱۵ سانتی‌متر برای دیوارهای هر طبقه در این سیستم مجاز است.

۱۱-۶-۶-۲-۶ سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه‌ای در هر جهت باید حداقل ۳٪ سطح زیربنای طبقه باشد.

۱۱-۶-۶-۲-۷ سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه‌ای یک جهت باید حداقل ۸۰ درصد جهت دیگر باشد.

۱۱-۶-۶-۲-۸ رعایت حداقل مقاومت فشاری نمونه‌ی استوانه‌ای ۲۵ مگاپاسکال برای بتن سازه‌ای و حداقل تنش تسلیم ۴۰۰ مگاپاسکال برای فولاد الزامی است.

۱۱-۶-۶-۲-۹ در نظر گرفتن ملاحظات لازم در پلان معماری برای بستن و باز کردن قالب‌های تونلی ضروری است.

۱۱-۶-۶-۲-۱۰ قالب‌برداری با تامین ضوابط پایه‌ی موقت، طبق مراجع معتبر انجام شود.

۱۱-۶-۶-۲-۱۱ استفاده از مواد افزودنی (روان‌کننده، فوق روان‌کننده و افزودنی‌های تسریع‌کننده‌ی گیرش بتن) باید مطابق مقررات ملی ساختمان و یا سایر مراجع معتبر باشد؛ همچنین نوع و میزان مصرف آن‌ها بر مبنای مشخصات اجرایی و اقلیمی محل پروژه انتخاب گردد.

۱۱-۶-۶-۲-۱۲ لحاظ کردن جزئیات دقیق مسیر و محل نصب کلیه‌ی اقلام تاسیسات برقی و مکانیکی در مرحله‌ی طراحی و اجرا ضروری است.

۱۱-۶-۶-۲-۱۳ در نظر گرفتن تمهیدات و تجهیزات لازم برای اجرای بتن‌ریزی یکپارچه دیوارها با سقف در هر طبقه ضروری است.

۱۱-۶-۶-۲-۱۴ تمهیدات لازم در اجرای نازک‌کاری و نماسازی بر روی سطوح بتنی باید در مراحل طراحی و اجرا در نظر گرفته شود.

۱۱-۶-۶-۲-۱۵ رعایت رواداری‌های دیوارهای باربر و برشی مبحث نهم مقررات ملی ساختمان الزامی است.

### ۱-۱ مفاهیم صنعتی سازی ساختمان

از دهه‌ی ۵۰ خورشیدی به بعد، برای صنعتی‌سازی ساختمان در کشور تلاش شده است؛ ولی اگر صادقانه قضاوت شود، موفق نبوده‌ایم. اکثر مهندسان کشور در جواب این پرسش که "صنعتی‌سازی یعنی چه؟" پاسخ‌های متفاوت و ناقصی مثل "پیش‌ساخته‌سازی"، "انبوه‌سازی" یا "خشکه‌سازی" را مطرح می‌کنند که جامع و مانع نیست؛ به عنوان یک مثال نقض، می‌توان به روش قالب تونلی اشاره داشت که بسیار صنعتی است؛ اما پیش‌ساخته نیست. انتظاری که از صنعتی‌شدن ساختمان می‌رود این است که کیفیت کار در همه‌ی زمینه‌ها بالا رود و یکسان شود؛ همچنین، بهره‌وری منابع و سرعت افزایش یابد. از این‌رو، بهره‌وری منابع، افزایش سرعت، بهبود و یکسان‌سازی کیفیت، سه معیار عمده‌ی صنعتی‌سازی است که حتی عدم رعایت یکی، موجب غیرصنعتی‌شدن پروژه می‌شود.

در حال حاضر، علت ناچیزبودن افزایش بهره‌وری در ایران، در اختیارنداشتن فناوری‌های لازم نیست؛ بلکه عدم مدیریت درست منابع است. فناوری، کم و بیش در سال‌های گذشته وارد کشور شده، ولی پاسخگوی این موضوع نبوده است. بهره‌وری حاصل ترکیب بهینه و موزون منابع و زمان است. حال آنکه، در کشورمان نه از منابع به طور موزون استفاده می‌شود و نه ترکیب بهینه‌ای از آنها لحاظ می‌شود. ترکیب بهینه و موزون منابع و زمان با مدیریت کیفیت جامع<sup>۵۲</sup> (TQM) قابل دستیابی است؛ به شرط اینکه منبع مالی نیز، موزون به آن تزریق شود. این موضوع، خود می‌تواند بستر ساز توسعه‌ی فناوری باشد. شایان توجه است که هر اقدام برهم زنده‌ی رفتار موزون، باعث افت شدید بهره‌وری خواهد بود. مثال بارز آن، پرداخت‌های غیر موزون اقتصادی است.

حداقل ۹۰ درصد حجم ساخت و ساز کشور را ساخت و ساز متداول شهری و روستایی که همان غیرانبوه‌سازی‌هاست، تشکیل می‌دهد. پیش‌ساختگی کلید صنعتی‌سازی در غیرانبوه‌سازی است که از طریق استانداردسازی و مدولارسازی محقق می‌شود. الزام استاندارد و مدولار باعث افزایش تقاضای اقلام کارخانه‌ای در بازار می‌شود. در نتیجه، مهندسان می‌دانند که باید یکی از آن تولیدات کارخانه‌ای را انتخاب کنند و نصاب‌ها هم، به سهولت آن را نصب می‌کنند. به عبارت دیگر، نتیجه‌ی کارخانه‌ای شدن محصولات، بهره‌وری منابع، افزایش سرعت، بهبود و یکسان‌سازی کیفیت خواهد بود که جملگی از معیارهای صنعتی‌سازی است. به همین دلیل است که در کشورهای پیشرفته، یک ساختمان ۴ طبقه از پی تا انتها، در زمان بسیار کوتاه‌تری نسبت به روش‌های سنتی ساخته شود.

بحث مدولار متفاوت از موضوع ماژول است که نمونه‌ی بارز آن Large Panel<sup>۵۳</sup> می‌باشد. مدولار به این معنی است که مدولی تعریف و ابعاد، به اندازه‌ی مضرری از آن مدول، کم و زیاد می‌شود. برای مثال، عرض درها از ۷۰ سانتی‌متر شروع

<sup>۵۲</sup> Total Quality Management

<sup>۵۳</sup> روش ساخت با استفاده از قطعات پیش‌ساخته‌ی بتنی که حجیم، سنگین و فاقد تنوع هستند. ساختمان‌های ساخته شده با این روش، در زلزله‌ی ۱۹۸۸ اسپیتاک ارمنستان که با بزرگی ۶/۸ در مقیاس  $M_w$  به وقوع پیوست، عموماً از ناحیه‌ی اتصالات خود دچار آسیب شدند و فرو ریختند. بر اثر این زلزله، نزدیک به ۴۰،۰۰۰ نفر کشته و حدود ۱۳۰،۰۰۰ نفر مجروح شدند.

و ده سانتی‌متر، ده سانتی‌متر اضافه می‌شود تا به ۱۱۰ سانتی‌متر برسد؛ این ده سانتی‌متر همان مدول است. در نتیجه، دری با عرض ۷۴ سانتی‌متر وجود ندارد و برای نصب، لازم نیست که نجار پای کار باشد.

مشخصه‌ی اصلی انبوه‌سازی، تکرار زیاد و در نتیجه، امکان اتخاذ روش برای ساخت است. از این‌رو، بکارگیری روش "طرح و ساخت" (Design and Build) از الزامات آن است. الزام "طرح و ساخت" برای انبوه‌سازی صنعتی، الزام آن برای کل پروژه است. واضح است که در کارهای مختلف می‌توان از مشاور و یا پیمانکاری جداگانه، لیکن تحت مدیریت واحد و به صورت یکپارچه استفاده کرد. در شیوه‌ی "طرح و ساخت"، پایش پروژه بر عهده‌ی شخص ثالثی است که معمولاً مشاور کارفرماست. در پروژه‌های غیرانبوه‌سازی صنعتی، طرح و ساخت می‌تواند جدا از هم باشد؛ همان‌گونه که در اکثر پروژه‌های غیرانبوه‌سازی صنعتی معروف دنیا، مشاور و پیمانکار مستقل از یکدیگر هستند. حال آنکه برای طرح‌های انبوه‌سازی صنعتی، طرح و ساخت<sup>۵۴</sup> یک الزام است. در روش "طرح و ساخت" است که طراحی با توجه به مقتضیات اجرا، واقع‌بینانه‌تر انجام می‌شود و مرحله‌ی بازنگری در نقشه‌ها حذف می‌شود؛ از این‌رو، بهره‌وری افزایش می‌یابد؛ اینجاست که مهندسی ارزش محقق می‌شود<sup>۵۵</sup>.

از دیگر الزامات انبوه‌سازی صنعتی، مدیریت یکپارچه است که با استقرار TQM عملی می‌شود که نیازمند ابزارهایی مانند تحقیق و توسعه برای نوآوری؛ مدیریت دانش برای ثبت و بکارگیری درس‌آموخته‌ها؛ ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست برای

---

<sup>۵۴</sup> در شیوه‌ی Design and Build که از عبارت "طرح و ساخت" برای معادل فارسی آن استفاده شده، مدیریت طرح و ساخت برعهده‌ی مجموعه‌ی واحدی است. طراحی با لحاظ کردن نظرات مجری، به منظور کاهش خطاها و در نتیجه افزایش سرعت در فعالیت‌ها انجام می‌شود. تاکید می‌شود مفهوم طرح و ساخت، این نیست که طراح و سازنده با هم ادغام شوند؛ بلکه می‌توانند جدا از هم باشند؛ اما ارتباط تعریف شده‌ی دارند که این ارتباط، مادر مهندسی ارزش است و به کمک آن، درصد قابل توجهی صرفه‌جویی اقتصادی ایجاد می‌شود. روش Fast Track Mode نوعی از شیوه‌ی "طرح و ساخت" است که در آن، هم‌پوشانی فعالیت‌های طراحی و اجرا صورت می‌پذیرد. در این روش، طراح و کنترل پروژه از ابتدای پروژه باید کنار مجری باشند تا در نهایت، هر بخش از کار، با نظر و تایید هر سه عامل پیش برود. در شیوه‌های دیگر ساخت، اگر هدف مهندسی ارزش باشد، ولی طراح و مجری با هم کار طراحی را انجام ندهند، به هدف مناسب نخواهیم رسید. کاربرد شیوه‌ی "طرح و ساخت" در ایران، از حدود ۲۰ سال پیش آغاز شده است و امروزه، اکثر قریب به اتفاق پروژه‌ها در صنایع نفت و فولاد، به صورت طرح و ساخت، در قالب قراردادهای EPC (مهندسی، تدارکات و ساخت) واگذار می‌شود؛ زیرا، نقش تدارکات در این صنایع، گسترده و تخصصی است.

<sup>۵۵</sup> مشخصه‌ی اصلی انبوه‌سازی، تکرار زیاد و در نتیجه، امکان اتخاذ روش برای ساخت است. هنگام طراحی طرح تکرارپذیر در انبوه‌سازی صنعتی، توجه به ساخت‌پذیری و در دسترس بودن فناوری‌ها و روش‌های ساخت صنعتی اهمیت ویژه‌ای دارد و این مهم، با اتخاذ شیوه‌ی "طرح و ساخت" به سهولت انجام می‌شود. از این‌رو، برای کسب بهترین نتیجه از مهندسی ارزش و ترویج صنعتی‌سازی در انبوه‌سازی، شیوه‌ی "طرح و ساخت" برای آنها الزامی شده است. در دنیا، حتی یک پیمانکار "انبوه‌سازی صنعتی" وجود ندارد که مجهز به سیستم طراحی نباشد. البته ممکن است از برخی شیوه‌های طراحی استفاده کنند؛ اما جزئیات اجرایی را باید خودشان تهیه نمایند. برای مثال، پیمانکاران ترکیه‌ای که با روش قالب تونلی کار می‌کنند، حتی از مبدعان آن نیز ماهرتر شده‌اند. بررسی ساختمان‌های تاریخی در سطح ایران و جهان، نشان‌دهنده‌ی این موضوع است که جملگی به روش "طرح و ساخت" انجام شده‌اند. بدین مفهوم که طراحانی نخبه که تسلط کامل بر ساخت نیز داشتند، بنای مورد نظر را طرح می‌کردند و سپس خودشان مسوولیت اجرای آن را بر عهده می‌گرفتند. به تدریج، طی قرون متمادی، به دلیل عدم علاقه‌ی طراحان برای کار با سازندگان، کاربرد روش "طرح و ساخت" کم‌رنگ شد و این وضعیت تا نیمه‌ی دوم قرن بیستم ادامه یافت. در آن زمان، پژوهش‌گران به مزایای روش "طرح و ساخت" و تاثیر آن در بهره‌وری پی بردند و کاربرد آن فزونی گرفت.

حفظ محیط کار سالم و ایمن؛ آموزش برای تربیت نیروی کار لازم؛ و کنترل همراه با تضمین کیفیت برای اطمینان از بهبود و یکسان‌سازی کیفیت می‌باشد. این ابزارها، لازمی اعمال مدیریت یکپارچه است. شایان توجه است که افزایش ایمنی و بهداشت، همراه با کاهش آسیب به محیط‌زیست، از اصلی‌ترین محورهای توسعه‌ی پایدار نیز، می‌باشد.

در اکثر قریب به اتفاق پروژه‌های ساختمانی، همچنان غفلت از معیارهای سه‌گانه‌ی صنعتی‌سازی به چشم می‌خورد:

۱- مدیریت صحیح برای ترکیب بهینه و موزون منابع و زمان، در کنار تامین مالی طبق برنامه

۲- حفظ کیفیت مناسب، ضمن افزایش بهره‌وری

۳- توجه به برنامه‌ی زمان‌بندی مبتنی بر سرعت

برای حل سریع‌تر این معضل، لازم است تا بین ساخت و ساز صنعتی انبوه با غیرانبوه، تفکیک قایل شد؛ زیرا نحوه‌ی تامین معیارهای سه‌گانه‌ی صنعتی‌سازی، در این دو دسته، کاملاً با یکدیگر، متفاوت است. از این‌روست که ضوابط این مبحث، بر تفکیک این دو دسته، استوار شده است.

سه مانع عمده در مسیر صنعتی‌سازی ساختمان عبارتند از: تعجیل، عادت به روش‌های متعارف و فقدان فهرست بهای ویژه‌ی صنعتی‌سازی ساختمان که در ادامه بررسی می‌شوند:

- سرعت، حاصل کاهش خطاست؛ در حالی که، تعجیل، گسترش خطا را تشدید می‌کند. تعجیل به صورت مستقل، به عنوان مانعی برای صنعتی‌سازی ساختمان ذکر می‌شود تا اهمیت آن برای فعالان این عرصه مشخص شود. مراحل مختلفی شامل فکر کردن، برنامه‌ریزی، تعیین روش کار، سازمان‌دهی و تامین ابزار باید جملگی با رعایت ترتیب انجام گیرد تا بتوان شاهد تحقق صنعتی‌سازی ساختمان در کشور بود. در غیر این‌صورت، هزینه، افزایش و کیفیت، کاهش می‌یابد.

- عادت به روش‌های متعارف، همان گرایشی در انسان‌هاست که منجر به مقاومت در برابر روش‌های جدید می‌شود. همیشه برای اینکه چیز جدیدی، جایگزین عادت گذشته شود، وقت، توجه و سرمایه نیاز دارد. دیده شده است که ساخت مجموعه‌ی ۲،۰۰۰ واحدی را به شخصی واگذار کرده‌اند و او به دلیل وابستگی و عادت به روش‌های سنتی، آجر را روی آجر گذاشته و در انتها هم، هدررفت عظیم مصالح را با کامیون بار زده و در محیط‌زیست تخلیه کرده است.

- فقدان فهرست بهای ویژه‌ی صنعتی‌سازی موجب شده است که انعطاف کافی برای پذیرش روش‌ها و فناوری‌های جدید صنعتی در نظام قیمت‌گذاری محصول و خدمات ساختمانی وجود نداشته باشد و در نتیجه ریسک پیمانکاران برای کاربرد شیوه‌های جدید طراحی و ساخت افزایش یابد. عدم اعمال مهندسی ارزش، از دیگر پیامدهای فقدان فهرست بهای ویژه‌ی صنعتی‌سازی است.

استاندارد و مدولار نبودن اجزاء، تاسیسات و تجهیزات گوناگون ساختمان، مانع اصلی برای گسترش صنعتی‌سازی در غیرانبوه‌سازی‌ها می‌باشد. از سویی دیگر، عدم اتخاذ روش طرح و ساخت، در کنار نداشتن مدیریت یکپارچه، از موانع عمده‌ی صنعتی‌سازی در انبوه‌سازی‌هاست.

در پایان، چنین جمع‌بندی می‌شود که صنعتی‌سازی برای هر پروژه‌ی ساختمانی، حاصل از رویکرد حل مساله بر پایه‌ی تفکر برای ترکیب بهینه و موزون منابع و زمان با در نظر گرفتن مقتضیات اجراست که مسایل جامعه‌شناسی و محدودیت‌های اقتصادی و سیاسی، بر آن تاثیر قابل توجهی دارد.

## ۱۱-۲ برخی از مصادیق اجرای صنعتی ساختمان

در این پیوست، برخی از مصادیق اجرای صنعتی ساختمان، فهرست شده است. حرفه‌مندان می‌توانند با استفاده از موارد مطرح شده، روش‌های جدید را جستجو یا ابداع کنند؛ بدیهی است که تشخیص مزیت کاربرد این مصادیق، به مشخصات پروژه بستگی دارد و باید بر اساس معیارهای مندرج در این مبحث و با تامین الزامات فنی و مقرراتی (به ویژه ایمنی) صورت پذیرد.

- ۱- استانداردسازی ابعاد؛
- ۲- مدولارسازی معماری، سازه و تاسیسات؛
- ۳- تدوین روش‌های اجرا در پروژه‌های انبوه‌سازی
- ۴- استفاده‌ی حداکثری از ساخت‌های کارخانه یا ساخت در فضایی پیش‌بینی شده در کارگاه با تامین تمهیدات لازم برای پایش مراحل ساخت و عمل‌آوری؛
- ۵- حداقل نمودن ساخت و پیشینه‌سازی نصب در محل احداث ساختمان؛
- ۶- حداکثر استفاده از قطعات پیش‌ساخته در حد عضو یا مجموعه‌ای از اعضا؛
- ۷- استفاده از فن‌آوری‌ها و روش‌های ساخت صنعتی با رعایت اصولی نظیر سبک‌سازی، پیش‌ساختگی، عملکرد لرزه‌ای مناسب، حداقل نمودن نیروی انسانی، کاهش دورریز مصالح و قابلیت نصب سریع در کارگاه؛
- ۸- حذف قالب با استفاده از قالب‌های ماندگار چند منظوره؛
- ۹- کاهش سطح قالب با یکپارچگی و ساختاری نظیر قالب‌های لغزنده؛
- ۱۰- افزایش سرعت و اصلاح چرخه‌ی کاری قالب با یکپارچگی و ساختاری نظیر قالب‌های جهنده با سیستم هیدرولیکی خود بالارونده، قالب‌های یکپارچه، قالب تونلی و میز پرنده؛
- ۱۱- انتقال نوآورانه عملیات اجرا از ارتفاع به تراز محوطه به منظور تسریع در اجرا، تامین ایمنی حداکثری و کنترل کیفیت مطلوب؛ به طور نمونه، در اجرای سقف با روش‌های مبتنی بر Lifting، همه‌ی مراحل قالب‌بندی، آرماتوربندی، بتن‌ریزی و عمل‌آوری دال‌های بتنی در سطح کارگاه انجام می‌شود و از طریق سیستم مکانیزه هیدرولیکی بالا کشیده و در محل خود، نصب می‌شود؛
- ۱۲- استفاده از قطعات پیش‌ساخته به همراه اتصالات نوآورانه یا مرسوم؛
- ۱۳- استفاده از بتن‌های خود تراکم و حذف عملیات تراکم بتن در کارگاه؛
- ۱۴- استفاده از شبکه‌های مش پیش‌بافته و تسریع در آرماتوربندی و حذف قسمتی از آن در کارگاه؛
- ۱۵- کاربرد پیش‌تنیدگی به منظور امکان اجرای قطعات جداگانه پیش‌ساخته و صرفه‌جویی در ابعاد قطعات و وزن سازه؛
- ۱۶- استفاده از روش‌های نصب نوآورانه نظیر روش‌های پیش‌رانش مرحله‌ای یا پیش‌رانش کلی؛

- ۱۷- استفاده از قالب‌های مدولار و سبک با روش‌های نوآورانه در مورد اتصالات و پایه‌ها و پشت‌بندها، به منظور سرعت‌دهی در قالب‌بندی و باز کردن آن؛
- ۱۸- تولید قطعات با روش‌های اتوماسیون صنعتی نظیر برش کاری و سوراخ‌کاری‌های CNC و جوشکاری رباتیک؛
- ۱۹- روش‌های نوآورانه در ساخت قطعات فولادی نظیر نورد پروفیل‌های خاص و قوطی، جوشکاری‌های اتوماتیک و نوآورانه (نظیر Electro Slag، زیرپودری و غیره)، ساخت قالب‌های سرهم‌سازی با قابلیت حرکت و چرخش برای تنظیم زاویه‌ی جوشکاری؛
- ۲۰- طراحی اتصالات نوآورانه در سازه‌های فولادی به منظور حداقل نمودن عملیات اجرایی و نیروی انسانی در کارگاه؛
- ۲۱- کاربرد اتصالات پیچ و مهره‌ای استاندارد، به جای جوشکاری در کارگاه؛
- ۲۲- طراحی و ساخت سازه‌های ترکیبی (کامپوزیت) فولاد و بتن به منظور بهره‌گیری از مزایای هر دو؛
- ۲۳- استفاده از قالب‌های ماندگار فولادی با نقش سازه‌ای، نظیر عرشه فولادی برای افزایش سرعت اجرا؛
- ۲۴- کاربرد مصالح نوین؛
- ۲۵- طراحی و کاربرد المان‌های سبک، عایق و قابل اعتماد در زلزله برای دیوارهای جداکننده ساختمان نظیر دیوار خشک، بلوک سبک و ساندویچ پانل؛
- ۲۶- استفاده از نماهای پیش‌ساخته‌ی بتنی و آلومینیومی؛
- ۲۷- اجرای بتن به صورت نمایان به منظور حذف نازک‌کاری‌های بعدی؛
- ۲۸- استفاده از بتن‌های رنگی و بتن‌های نقش‌دار در نماسازی به منظور حذف نازک‌کاری‌های بعدی؛

فابل  
استناد



### ۱۱-۳-۳ منافع حاصل از صنعتی سازی ساختمان

معیارهای موفقیت در هر پروژه‌ی عمرانی به طور کلی شامل هزینه، زمان، کیفیت و ایمنی می‌باشد. در ادامه، به بررسی تاثیر صنعتی سازی ساختمان بر هر کدام از این معیارها پرداخته می‌شود. همچنین، نتایج مثبت صنعتی سازی ساختمان در حوزه‌ی توسعه‌ی پایدار، از دو منظر حفظ محیط زیست و توسعه‌ی صنعتی کشور بررسی می‌گردد.

### ۱۱-۳-۱ افزایش صرفه اقتصادی و کاهش هزینه‌ها برای فرد و جامعه (معیار هزینه)

ابتدا باید توجه داشت که صنعتی سازی ساختمان روی بخشی از هزینه‌های ساختمانی مربوط به مراحل ساخت و بهره‌برداری ساختمان‌ها تاثیرگذار است و روی بخشی از هزینه‌های ساختمانی نظیر هزینه‌های مربوط به استملاک زمین، انشعابات شهری، مجوزهای قانونی، تاکنون تاثیری نداشته است.

پاسخ این سوال که چند درصد از کل هزینه‌های تمام شده‌ی یک پروژه ساختمان مسکونی را هزینه‌های مربوط به ساخت و اجرا دربر می‌گیرد، به عوامل مختلفی از جمله محل ساختمان، قیمت زمین و کیفیت ساخت بستگی دارد. برای مثال در شهرهای کوچک و شهرک‌های جدید هزینه تملک زمین کم است و بخش اعظم هزینه‌ها مربوط به ساخت و اجرا می‌باشد؛ ولی در برخی نقاط مرغوب شهری با توجه به قیمت بالای زمین ممکن است فقط کسری از هزینه‌ها به ساخت و اجرا اختصاص یابد. با توجه به مطالعه‌ی انجام شده در ایران می‌توان هزینه مربوط به ساخت و اجرا را حدود ۵۵ درصد هزینه‌ی تمام شده‌ی پروژه‌های مسکونی فرض کرد. به عبارت دیگر می‌توان ادعا کرد که صنعتی سازی ساختمان روی حدود ۵۵ درصد از کل هزینه‌ی تمام شده‌ی ساختمان‌های مسکونی تاثیر مستقیم دارد که با مدیریت و برنامه‌ریزی درست می‌توان در این بخش از هزینه‌ها صرفه‌جویی نمود.

### ۱۱-۳-۲ کاهش زمان تولید و تسریع در تامین نیازهای مسکن (معیار زمان)

صنعتی سازی ساختمان باعث کاهش چشمگیر مدت زمان اجرا می‌شود و این امر منجر به کاهش هزینه‌های جاری پروژه شامل نیروی انسانی حاضر در کارگاه می‌شود. علاوه بر منفعت ناشی از کاهش هزینه‌های جاری، اتمام سریع‌تر پروژه به نفع سازندگان / فروشندگان واحدهای مسکونی و تسریع در بازگشت سرمایه نیز، خواهد بود و هزینه‌ی سود اندک مالک ناشی از دیرکرد در تکمیل واحدهای مسکونی به حداقل خواهد رسید.

در ساخت و ساز به روش سنتی علاوه بر زمان بر بودن فرآیند اجرا، زمان زیادی به دلایل مختلف، از جمله آب و هوای نامناسب هدر می‌رود. این، در حالی است که با استفاده از روش‌های ساخت صنعتی، با توجه به امکان پیش ساخته سازی قطعات و بخش‌های ساختمان در یک محیط کنترل شده، فرآیند تولید هرگز به دلیل تغییر شرایط جوی و نامساعد بودن آب و هوا متوقف نمی‌شود و در نتیجه اتلاف زمان به حداقل می‌رسد.

قابلیت روش‌های صنعتی در افزایش سرعت نصب و اجرا، محدودیت و مرز مشخصی ندارد. برای مثال، در کشور چین در سال ۲۰۱۲ هتلی ۳۰ طبقه با زیربنای ۱۷،۰۰۰ مترمربع طی مدت زمان ۱۵ روز با استفاده از پیش سازی قطعات استاندارد و مدولار ساختمانی اجرا شده است و این رکورد، همواره در حال بهتر شدن می‌باشد.

بدین ترتیب، در صورت استفاده از روش‌های صنعتی به جای روش‌های سنتی در ساخت و ساز می‌توان در یک بازه‌ی زمانی معین، تعداد واحدهای مسکونی تکمیل شده را تا چند برابر افزایش داد. افزایش تعداد خانه‌های تولید شده علاوه بر حل سریع‌تر بحران کنونی مسکن، باعث ایجاد تعادل میان عرضه و تقاضا و بهبود وضعیت قیمت مسکن نیز، خواهد شد.

### ۱۱-۳-۳ افزایش کیفیت محصولات (معیار کیفیت)

بر اساس تعاریف موجود می‌توان کیفیت را به عنوان میزان تطابق محصول با خواسته‌های اولیه تعریف کرد. موضوع کیفیت در ساختمان در برگرفته‌ی مفاهیم کیفی مختلفی از جمله مطلوبیت محصول، زیبایی، دوام و غیره می‌باشد و در نتیجه، اظهار نظر درباره‌ی آن بسیار مشکل است. در کشور ایران، هزینه‌های دوباره‌کاری و بازسازی ناشی از عدم رسیدن به کیفیت مورد نظر، چیزی در حدود ۹ درصد کل هزینه‌های اجرا می‌باشد. این، در حالی است که با بهره‌برداری از روش‌های ساخت صنعتی، با توجه به اینکه تولید قطعات ساختمانی در محیطی کنترل شده صورت می‌گیرد، احتمال تحمیل هزینه‌های ناشی از افت کیفیت محصول به دلیل شرایط جوی نامساعد از بین خواهد رفت و بهبود دائمی کیفیت و انجام آزمایشات و ارزیابی قطعات با کمترین هزینه به صورت مداوم امکان‌پذیر خواهد بود. قابلیت کنترل کیفیت محصولات در کارخانه‌های پیش‌ساخته و تضمین کیفیت محصول نهایی می‌تواند به افزایش تمایل مردم به استفاده از این نوع خانه‌ها نیز، منجر شود. در کشورهای پیشرفته، تضمین کیفیت محصول نهایی از مهمترین تبلیغات و مشوق‌ها برای مصرف‌کننده‌ی محصول خواهد بود. مثلاً در ژاپن تاکید خاصی روی کیفیت ساختمان‌های پیش‌ساخته و تطابق مشخصات ساختمان با خواست مشتری وجود دارد؛ به طوری که خرید خانه از این شرکت‌ها معمولاً همراه با گارانتی ۱۰ ساله و بازبینی‌های دوره‌ای بعد از فروش همراه است.

### ۱۱-۳-۴ افزایش ایمنی در فرآیند تولید و اجرا (معیار ایمنی)

بر اساس آمار ارائه شده توسط سازمان بین‌المللی کار<sup>۵۶</sup> سالانه حداقل ۶۰ هزار نفر در سراسر جهان در پروژه‌های عمرانی جان خود را از دست می‌دهند و صدها هزار نفر مجروح و یا دچار صدمه‌ی جدی می‌شوند. به طور میانگین بین سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ میلادی، در ترکیه و آرژانتین به ازای هر ۱۰ میلیون نفر-ساعت، در ایالات متحده آمریکا به ازای هر ۲۱ میلیون نفر-ساعت، در اتحادیه اروپا به ازای هر ۳۲ میلیون نفر-ساعت و در ایران طبق مطالعات میدانی انجام شده، به ازای هر ۴ میلیون نفر-ساعت، ۱ کشته در کارگاه‌های ساختمانی وجود دارد. یک راهکار مطرح به منظور کاهش میزان حوادث پروژه، تعویض فعالیت‌های پرخطر محل احداث، با فعالیت‌های با احتمال خطر کم در کارخانه یا محیطی کنترل شده و ایمن در کارگاه می‌باشد.

احتمال بروز حادثه در یک کارگاه عمرانی به مدت زمان حضور نیروی انسانی در کارگاه، سطح آموزش و آمادگی کارکنان و همچنین ماهیت و میزان احتمال خطر فعالیت‌ها وابسته است. در اکثر روش‌های ساخت صنعتی با توجه به استفاده بیشتر از ماشین‌آلات و با بکارگیری قطعات پیش‌ساخته، حضور و میزان فعالیت نیروی انسانی در کارگاه کاهش خواهد یافت و این موضوع در افزایش ایمنی و کاهش حوادث کارگاهی نقش موثری را ایفا می‌کند. از طرف دیگر کارکنانی که در

<sup>۵۶</sup> International labour organization (ILO)

پروژه‌های ساخت صنعتی فعالیت دارند، عموماً از کارکنان با تجربه و آموزش‌دیده انتخاب می‌شوند؛ بدین ترتیب احتمال بروز خطای انسانی در مقایسه با روش‌های ساخت سنتی کمتر است.

### ۱۱-۳-۵ حفاظت از محیط‌زیست

صنعت ساخت و ساز، مصرف‌کننده‌ی مهم منابع طبیعی کره زمین است. بر اساس آمار ارائه‌شده توسط موسسه نظارت جهانی<sup>۵۷</sup> بیش از ۴۰ درصد سنگ و سنگدانه، ۲۵ درصد چوب و ۱۶ درصد آب مورد استفاده سالانه در جهان در صنعت ساخت و ساز مصرف می‌شود. از طرف دیگر، ضایعات ساختمانی معمولاً بخش بزرگی از کل زباله را تشکیل می‌دهد. در کشور چین که به تنهایی تولیدکننده‌ی ۲۹ درصد از زباله‌های شهری<sup>۵۸</sup> دنیاست، حدود ۴۰ درصد از این حجم مربوط به زباله‌ها و ضایعات ساختمانی است. این رقم برای حجم زباله‌های ساختمانی در انگلستان در حدود ۲۵ درصد می‌باشد.

پتانسیل‌های زیادی برای کاهش اثرات مخرب نخاله‌های ساختمانی روی محیط‌زیست و فضاهای شهری وجود دارد. تلاش‌های ممکن برای مدیریت زباله را می‌توان در شش دسته کاهش میزان تولید، بازمصرف، بازیافت، تبدیل به کمپوست، سوزاندن و دفن کردن تقسیم‌بندی کرد. پیش‌سازی همواره به عنوان یکی از روش‌های ساخت پایدار و دوست‌دار محیط زیست شناخته شده است. یکی از مهمترین دلایل این دیدگاه، تاثیر پیش‌سازی در کاهش تولید ضایعات ساختمانی و قابلیت استفاده دوباره و بازیافت مصالح در مراحل اولیه‌ی تولید می‌باشد. علاوه بر کاهش میزان تولید ضایعات ساختمانی در روش‌های پیشرفته‌ی ساخت، در کارخانه یا هر محیط کنترل‌شده‌ی دیگر، مصالح با دقت بالاتر و حجم دقیق‌تر مصرف می‌شود و همچنین احتمال خطر از بین رفتن مصالح پای کار به دلیل شرایط بد و نامساعد جوی به حداقل خواهد رسید.

تحقیقی که در سال ۲۰۰۶ در کشور مالزی انجام شد، نشان می‌دهد که تا ۷۳ درصد از زباله‌های تولیدشده در روش‌های صنعتی در محل تولید بازمصرف و بازیافت می‌شود. بر اساس نتایج این تحقیق، منافع حاصل از کاهش تولید زباله و بازیافت آن چیزی در حدود ۲/۵ درصد بودجه‌ی پروژه خواهد بود. در سال ۲۰۰۹ در هنگ‌کنگ نیز، روش‌های ساخت سنتی و پیش‌ساخته از منظر تولید نخاله با یکدیگر مقایسه شدند. در این تحقیق مشخص شد که استفاده از پیش‌ساختگی میزان تولید زباله‌های ساختمانی را به طور متوسط تا ۵۲ درصد کاهش می‌دهد. تحقیقی مشابه در سال ۲۰۱۲ در مالزی، نشان‌دهنده‌ی کاهش تولید زباله در روش‌های ساخت صنعتی تا یک‌سوم حجم زباله‌ی تولیدشده در روش‌های سنتی بوده است.

بر اساس تخمین موسسه نظارت جهانی سهم ساختمان‌ها از کل مصرف انرژی سالانه در جهان در حدود ۴۰ درصد می‌باشد. با توجه به محدود بودن منابع انرژی فسیلی، آلودگی ناشی از مصرف آنها، تخریب محیط‌زیست و گرم‌شدن تدریجی کره زمین به دلیل مصرف بی‌رویه‌ی انرژی، ضروری است تا در حد امکان به سمت کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها و همچنین جایگزین کردن آنها با انرژی‌های پاک حرکت کرد. امروزه موضوع ساختمان سبز و ساخت ساختمان‌های صفر انرژی<sup>۵۹</sup> از جمله مهمترین موضوعات در صنعت ساختمان است. بر اساس مطالعه‌ی انجام شده در

<sup>۵۷</sup> World Watch Institute

<sup>۵۸</sup> Municipal Solid Waste (MSW)

<sup>۵۹</sup> Zero Energy Houses

کشور عراق در سال ۲۰۱۵ در حدود ۴۸ درصد از کل انرژی تولیدی در کشور در منازل مسکونی مصرف می‌شود که از این میزان ۶۹ درصد صرف سرمایش و گرمایش منازل می‌شود. طبق نتایج این مطالعه، روش‌های ساخت صنعتی با عایق‌بندی درست می‌تواند تا ۵۴ درصد در کاهش مصرف انرژی و جلوگیری از هدر رفت آن موثر باشد. این میزان برابر با ۱۸ درصد از کل انرژی تولیدی سالیانه این کشور است.

### ۱۱-۳-۶ توسعه‌ی صنعتی کشور همراه با توسعه‌ی اشتغال

بر مبنای محاسبات صورت گرفته در سند راهبردی و چشم‌انداز کلان بخش مسکن در افق ۱۴۰۵، به طور میانگین ساخت یک میلیون واحد مسکونی جدید در سال، لازم است. این، در حالی است که میانگین ساخت و ساز سالانه در دهه ۷۵ تا ۸۵ برابر با ۵۰۰ هزار واحد و برای دوره ۸۵ تا ۹۰ (با توجه به طرح ساخت مسکن مهر در این دوره) ۸۰۰ هزار واحد بوده است. به عبارت دیگر، برای رسیدن به ساخت و ساز مورد نظر در سند چشم‌انداز با روش‌های ساخت متداول، لازم است تا نیروی کار شاغل در بخش مسکن افزایش پیدا کند.

از طرف دیگر، نیروی کار جامعه‌ی امروزی، آرام آرام به سمت اخذ تحصیلات عالی پیش می‌رود. این موضوع، باعث می‌شود تا در بلندمدت بازار تولید ساختمان‌های سنتی با کمبود نیروی کار مواجه شود؛ چرا که نیروی کار تحصیل کرده دیگر نخواهد توانست به عنوان یک کارگر ساده نسبت به ساخت و اجرای ساختمان مبادرت ورزد. اجرای ساختمان با روش‌های صنعتی و فناوری‌های جدید، نیاز به گروه‌های مجرب و آموزش دیده دارد. از این رو، در صورت مدیریت درست سیستم آموزش عالی، نیروی کار تحصیل کرده‌ی امروزی، رغبت بیشتری برای فعالیت در این عرصه خواهد داشت و طبیعتاً صنعت ساختمان فضای کار وسیعی برای نیروهای آماده به کار امروزی، هم در واحدهای صنعتی تولید مصالح ساختمانی و هم در کارگاه‌های ساختمانی ایجاد خواهد کرد.

بنابراین، استفاده از روش‌های صنعتی برای تولید مسکن به منظور رسیدن به اهداف چشم انداز ۱۴۰۵ اجتناب‌ناپذیر است. از طرف دیگر، تحقق این مهم فقط در صورت ایجاد تحول و به روز نمودن تحصیلات عالی و افزایش ارتباط دانشگاه و صنعت امکان‌پذیر خواهد بود. این روند در بلندمدت، موجب توسعه‌ی صنعتی کشور همراه با توسعه‌ی اشتغال نیروی کار تحصیل کرده، در بخش مسکن خواهد شد.

## ۱۱-۴ چک لیست صنعتی سازی ساختمان ها

تعیین درجه‌ی صنعتی سازی ساختمان ها از طریق چک لیست به مراتب ساده تر است. در این پیوست، چک لیست های متناظر با غیرانبوه سازی صنعتی و انبوه سازی صنعتی ارائه شده است.

### ۱۱-۴-۱ چک لیست صنعتی سازی ساختمان های غیرانبوه کوچک و متوسط

برای بررسی میزان صنعتی سازی پروژه‌ی ساختمان سازی با مشخصات:

- دارای حداکثر ۷ طبقه از روی پی باشد؛

- سطح کل زیربنای آن، حداکثر ۳،۰۰۰ مترمربع باشد؛

لازم است تا از این قسمت استفاده شود. چک لیست نخست، الزامات صنعتی بودن پروژه را تعیین می کند. اگر یکی از این الزامات، تامین نشود، عبارت "غیرصنعتی" در شناسنامه‌ی فنی و ملکی درج می شود و اگر تمامی این الزامات تامین شود، به کمک چک لیست دیگر، شاخص تکمیلی صنعتی سازی محاسبه می شود. بر اساس شاخص تکمیلی صنعتی سازی، درجه‌ی صنعتی سازی ساختمان ها طبق بند ۱۱-۳-۶ مشخص می گردد:

- اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی، موضوع بندهای ۱۱-۲-۲ تا ۱۱-۲-۴ تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی سازی کمتر از ۳۰ باشد، باید عبارت "صنعتی سازی درجه‌ی سه" در شناسنامه‌ی فنی و ملکی ساختمان درج می شود.

- اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی سازی برابر یا بیشتر از ۳۰ و کمتر از ۶۰ باشد، باید عبارت "صنعتی سازی درجه‌ی دو" در شناسنامه‌ی فنی و ملکی درج می شود.

- اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی سازی ۶۰ و بیشتر از آن باشد، باید عبارت "صنعتی سازی درجه‌ی یک" در شناسنامه‌ی فنی و ملکی درج می شود.

درجه‌ی صنعتی سازی ساختمان باید بر اساس نقشه‌ها و روش ساخت تایید شده، توسط بازرسان دارای پروانه‌ی صلاحیت ارزیابی صنعتی سازی ساختمان از وزارت راه و شهرسازی، برآورد و در دو مرحله‌ی سفت کاری و نازک کاری پایش و کنترل شود.

جدول ۱۱ پ ۴-۱ چک لیست الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی سازی ساختمان های غیرانبوه کوچک و متوسط

بند های مرتبط	کاربرد ندارد	خیر	بلی	الزامات صنعتی سازی در ساختمان های غیرانبوه کوچک و متوسط
<b>الزامات عمومی</b>				
۱-۲-۲-۱۱				استاندارد بودن و یا داشتن تاییدیه های فنی لازم برای مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات
۲-۲-۲-۱۱				ارایه ای دفترچه بهره برداری در مرحله ی پایان کار
۳-۲-۲-۱۱				کسب حداقل شاخص حامی محیط زیست ۱۰
<b>الزامات طراحی</b>				
۱-۳-۲-۱۱				ارایه ی نقشه های فاز دو معماری
۴-۳-۳-۱۱				محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۳٪ برای پوشش های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه های معماری
۳-۳-۲-۱۱				توجه به بارگذاری های حین ساخت، حمل و نصب، در طراحی اجزای سازه ای پیش ساخته (مراجعه به متن)
۴-۳-۲-۱۱				توجه به ملاحظات اجرایی در کلیه ی مراحل ساخت، حمل، نصب و نیز تعمیر و نگهداری در طراحی اجزای سازه ای پیش ساخته
۵-۳-۲-۱۱				طراحی اجزای سازه ای ساختمان های چوبی مطابق با ضوابط آیین نامه های معتبر
۶-۳-۲-۱۱				مقاوم سازی اجزای غیرسازه ای ساختمان های متعلق به گروه خطرپذیری ۱، ۲ و ۳ در مناطق واقع در پهنه زلزله ی زیاد و خیلی زیاد <sup>۶۰</sup>
۷-۳-۲-۱۱				ارایه ی نقشه ی نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق بندی
<b>الزامات اجرایی</b>				
۱-۴-۲-۱۱				در نظر گرفتن ملاحظات بارگیری، حمل، باراندازی و انبارداری اجزای پیش ساخته مطابق مقررات و آیین نامه های معتبر
۲-۴-۲-۱۱				عدم استفاده از دیوارهای آجری و بلوک سیمانی غیر مسلح مگر برای تزیین
۳-۴-۲-۱۱				لوله کشی با روش صنعتی برای انتقال آب و فاضلاب
۴-۴-۲-۱۱				کاربرد ملات پیش آماده یا چسب برای کاشی / سرامیک / سنگ غیر نما

<sup>۶۰</sup> طبق دفترچه ی "جزییات مقاوم در برابر زلزله برای اجزای غیرسازه ای معماری، تاسیسات مکانیکی و برقی و تجهیزات" مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

جدول ۱۱ پ ۴-۲ چک لیست الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی سازی ساختمان های غیرانبوه کوچک و متوسط

الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی سازی ساختمان های غیرانبوه کوچک و متوسط				
بندهای مرتبط	کاربرد ندارد	امتیاز	سقف امتیاز	ردیف
<b>طراحی</b>				
۱-۲-۵-۲-۱۱			۶	۱ ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵ سانتی متر
۱-۲-۵-۲-۱۱			۵	۲ مدولار بودن در
۱-۲-۵-۲-۱۱			۵	۳ مدولار بودن پنجره
۱-۲-۵-۲-۱۱			۴	۴ انتخاب حداقل های ابعادی مطلوبیت و آسایش
<b>سازه</b>				
۱-۳-۵-۲-۱۱			۳۰	۱ امتیاز بدست آمده از رابطه ۱-۳-۱۱
<b>دیوار</b>				
۱-۴-۵-۲-۱۱			۲۰	۱ امتیاز بدست آمده از رابطه ۱-۴-۱۱
<b>سایر موارد صنعتی سازی - بخش طراحی</b>				
۱-۵-۵-۲-۱۱			۲	۱ کاربرد جداسازهای لرزه ای / میراگرها
۱-۵-۵-۲-۱۱			۲	۲ ارایه ای دستورالعمل نصب نما
<b>سایر موارد صنعتی سازی - بخش اجرا</b>				
۱-۵-۵-۲-۱۱			۲	۱ تجهیز کارگاه به صورت پیش ساخته یا با قابلیت استفاده ای مجدد
۱-۵-۵-۲-۱۱			۲	۲ پله و راه پله پیش ساخته و نیمه پیش ساخته موقت ویژه دوره ی ساخت <sup>۶۱</sup>
۱-۵-۵-۲-۱۱			۳	۳ پله و راه پله پیش ساخته و نیمه پیش ساخته
۱-۵-۵-۲-۱۱			۲	۴ واحدهای سرویس پیش ساخته یا نیمه پیش ساخته
۱-۵-۵-۲-۱۱			۲	۵ صدابندی سقف و دیوارهای میان واحدها <sup>۶۲</sup>
۱-۵-۵-۲-۱۱			۴	۶ روش های سفت کاری صنعتی با حذف زیرسازی و یا روش های نازک کاری سریع مانند استفاده از اقلام پیش ساخته؛ حداکثر ۲ مورد <sup>۶۳</sup>
۱-۵-۵-۲-۱۱			۲	۷ کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا
۱-۵-۵-۲-۱۱			۵	۸ نماهای خارجی صنعتی (مانند تخته ی سیمانی، سرامیک، شیشه، کامپوزیت، بتن پیش ساخته، بتن نمایان، پنل خورشیدی، لُورال)

<sup>۶۱</sup> طبق ضوابط مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان.

<sup>۶۲</sup> بر اساس مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان.

<sup>۶۳</sup> برای هر مورد، ۲ امتیاز تعلق می گیرد.

۱-۵-۲-۱۱		۲	نصب خشک نما	۹
۱-۵-۲-۱۱		۲	نصب نما بدون نیاز به برش کاری در محل	۱۰
--		۱۰۰	مجموع امتیازات	

### ۱۱-۴-۲ چک لیست صنعتی سازی ساختمان های غیرانبوه بزرگ

برای بررسی میزان صنعتی سازی پروژه ی ساختمان سازی با مشخصات:

- حداکثر ۱۴ طبقه از روی پی داشته باشد؛
- سطح کل زیر بنای آن، کمتر از ۱۰،۰۰۰ مترمربع باشد؛
- یکی از مشخصات زیر را داشته باشد:
  - تعداد طبقات آن از سطح زمین، بیشتر از ۷ باشد؛
  - سطح کل زیربنای آن بیشتر از ۳،۰۰۰ متر مربع باشد.

لازم است از این قسمت استفاده شود. چک لیست نخست، الزامات صنعتی بودن پروژه را تعیین می کند. اگر یکی از این الزامات، تامین نشود، عبارت "غیرصنعتی" در شناسنامه ی فنی و ملکی درج می شود و اگر تمامی این الزامات تامین شود، به کمک چک لیست دیگر، شاخص تکمیلی صنعتی سازی محاسبه می شود. بر اساس شاخص تکمیلی صنعتی سازی، درجه ی صنعتی سازی ساختمان ها طبق بند ۱۱-۳-۶ مشخص می گردد:

- اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی، موضوع بندهای ۱۱-۳-۲ تا ۱۱-۳-۴ تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی سازی کمتر از ۳۵ باشد، باید عبارت "صنعتی سازی درجه ی سه" در شناسنامه ی فنی و ملکی درج شود.
- اگر شاخص تکمیلی صنعتی سازی برابر یا بیشتر از ۳۵ و کمتر از ۶۵ باشد، باید عبارت "صنعتی سازی درجه ی دو" در شناسنامه ی فنی و ملکی درج شود.
- اگر شاخص تکمیلی صنعتی سازی ۶۵ و بیشتر از آن باشد، باید عبارت "صنعتی سازی درجه ی یک" در شناسنامه ی فنی و ملکی درج شود.

درجه ی صنعتی سازی ساختمان باید بر اساس نقشه ها و روش ساخت تاییدشده، توسط بازرسان دارای پروانه ی صلاحیت ارزیابی صنعتی سازی ساختمان از وزارت راه و شهرسازی، برآورد و در دو مرحله ی سفت کاری و نازک کاری پایش و کنترل شود.



جدول ۱۱ پ ۳-۴ چک لیست الزامات صنعتی سازی ساختمان های غیرانبوه بزرگ

الزامات صنعتی سازی در ساختمان های غیرانبوه بزرگ				بلی	خیر	کاربرد ندارد	بندهای مرتبط
<b>الزامات عمومی</b>							
۱	استاندارد بودن و یا داشتن تاییدیه های فنی لازم برای مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات						۱-۲-۳-۱۱
۲	ارایه ای دفترچه بهره برداری در مرحله ی پایان کار						۲-۲-۳-۱۱
۳	کسب حداقل شاخص حامی محیط زیست ۱۵						۳-۲-۳-۱۱
<b>الزامات طراحی</b>							
۱	ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵ سانتی متر <sup>۶۴</sup>						۱-۳-۳-۱۱
۲	مدولار بودن ابعاد در و پنجره <sup>۶۵</sup>						۲-۳-۳-۱۱
۳	ارایه ای نقشه های فاز دو معماری						۳-۳-۳-۱۱
۴	محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۲٪ برای پوشش های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه های معماری						۴-۳-۳-۱۱
۵	ارایه ای نقشه ها و محاسبات گودبرداری و پایدارسازی گود با جزئیات کامل و روش اجرایی						۵-۳-۳-۱۱
۶	توجه به بارگذاری های حین ساخت، حمل و نصب، در طراحی اجزای سازه ای پیش ساخته (مراجعه به متن)						۶-۳-۳-۱۱
۷	توجه به ملاحظات اجرایی در کلیه ی مراحل ساخت، حمل، نصب و نیز تعمیر و نگهداری در طراحی اجزای سازه ای پیش ساخته						۷-۳-۳-۱۱
۸	طراحی اجزای سازه ای ساختمان های چوبی مطابق با ضوابط آیین نامه های معتبر						۸-۳-۳-۱۱
۹	مقاوم سازی اجزای غیرسازه ای ساختمان های متعلق به گروه خطرپذیری ۱، ۲ و ۳ در مناطق واقع در پهنه زلزله ی زیاد و خیلی زیاد <sup>۶۶</sup>						۹-۳-۳-۱۱
۱۰	طراحی تاسیسات با روش های مهندسی مورد تایید و ارایه ای نقشه های تاسیسات همراه با جزئیات کامل اجرایی						۱۰-۳-۳-۱۱
۱۱	ارایه ای نقشه ی نما، حداقل شامل جزئیات زیرسازی و عایق بندی						۱۱-۳-۳-۱۱
<b>الزامات اجرایی</b>							
۱	در نظر گرفتن ملاحظات بارگیری، حمل، باراندازی و انبارداری اجزای پیش ساخته مطابق مقررات و آیین نامه های معتبر						۱-۴-۳-۱۱

<sup>۶۴</sup> در صورت محدودیت، یکی از فضاهای متوالی در هر امتداد، از این قاعده مستثنی می شود.

<sup>۶۵</sup> طبق نشریه ض-۵۷۱ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

<sup>۶۶</sup> طبق دفترچه ی "جزئیات مقاوم در برابر زلزله برای اجزای غیرسازه ای معماری، تاسیسات مکانیکی و برقی و تجهیزات" مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۲-۴-۳-۱۱				ارایه‌ی نقشه‌های کارگاهی اجرای سازه به صورت کامل با روش اجرایی	۲
۳-۴-۳-۱۱				تجهیز کارگاه به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده‌ی مجدد یا با امکان تغییر کاربری برای استفاده‌ی دائمی از آن	۳
۴-۴-۳-۱۱				قالب‌بندی با روش صنعتی	۴
۵-۴-۳-۱۱				عدم استفاده از دیوارهای آجری و بلوک سیمانی مگر برای تزئین	۵
۶-۴-۳-۱۱				عدم کاربرد بلوک‌های سیمانی غیر سبک و سفالی	۶
۷-۴-۳-۱۱				لوله‌کشی با روش صنعتی برای انتقال آب و فاضلاب	۷
۸-۴-۳-۱۱				کاربرد ملات بیش‌آماده یا چسب برای کاشی / سرامیک / سنگ غیر نما	۸
۹-۴-۳-۱۱				ارایه‌ی دستورالعمل نصب نما	۹
۱۰-۴-۳-۱۱				نصب نما به صورت خشک	۱۰

پروپوزس - غیر قابل استناد

جدول ۱۱ پ ۴-۴ چک لیست الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی سازی ساختمان های غیرانبوه بزرگ

الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی سازی ساختمان های غیرانبوه بزرگ				
بند مرتبط	کاربرد ندارد	امتیاز	سقف امتیاز	سازه
<b>ردیف</b>				
۱-۴-۵-۳-۱۱			۴۰	امتیاز بدست آمده از رابطه ۱۱-۳-۲
<b>ردیف</b>				
۱-۵-۵-۳-۱۱			۲۵	امتیاز بدست آمده از رابطه ۱۱-۳-۳
<b>ردیف</b>				
<b>سایر موارد صنعتی سازی - بخش طراحی</b>				
۱-۶-۵-۳-۱۱			۴	انتخاب حداقل های ابعادی برای مطلوبیت و آسایش <sup>۶۷</sup>
۱-۶-۵-۳-۱۱			۲	استفاده از BIM <sup>۶۸</sup> در سطح سه بعدی همراه با تداخل یابی <sup>۶۹</sup>
۱-۶-۵-۳-۱۱			۳	کاربرد جداسازهای لرزه ای / میراگرها <sup>۷۰</sup>
<b>ردیف</b>				
<b>سایر موارد صنعتی سازی - بخش اجرا</b>				
۱-۶-۵-۳-۱۱			۲	پله و راه پله پیش ساخته و نیمه پیش ساخته موقت ویژه دورهی ساخت <sup>۷۱</sup>
۱-۶-۵-۳-۱۱			۴	پله و راه پله پیش ساخته و نیمه پیش ساخته
۱-۶-۵-۳-۱۱			۲	واحدهای سرویس پیش ساخته یا نیمه پیش ساخته
۱-۶-۵-۳-۱۱			۴	صدابندی سقف و دیوارهای میان واحدها <sup>۷۲</sup>
۱-۶-۵-۳-۱۱			۲	روش های سفت کاری صنعتی با حذف زیرسازی و یا روش های نازک کاری سریع مانند استفاده از اقلام پیش ساخته؛ حداکثر ۱ مورد
۱-۶-۵-۳-۱۱			۳	کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا
۱-۶-۵-۳-۱۱				استفاده از کانال های نیمه پیش ساخته ی عایق یا کاربرد ورق های از پیش عایق برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه مطبوع
۱-۶-۵-۳-۱۱			۵	نماهای خارجی صنعتی (مانند تخته ی سیمانی، سرامیک، شیشه، کامپوزیت، بتن پیش ساخته، بتن نمایان، پنل خورشیدی، لُورال)
۱-۶-۵-۳-۱۱			۴	نصب نما بدون نیاز به برش کاری در محل
<b>مجموع امتیازات</b>				
---			۱۰۰	

<sup>۶۷</sup> برای فضاهای مسکونی متعارف طبق نشریه ض ۵۶۶ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و برای سایر فضاها طبق مراجع معتبر.

<sup>۶۸</sup> Building Information Modeling

<sup>۶۹</sup> Clash Detecting

<sup>۷۰</sup> در مواردی که کاربرد میراگر، کارایی لازم را داشته باشد.

<sup>۷۱</sup> طبق ضوابط مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان.

<sup>۷۲</sup> بر اساس مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان.

## ۱۱-۴-۳ چک لیست صنعتی سازی ساختمان های انبوه

برای بررسی میزان صنعتی سازی پروژه ی ساختمان سازی با مشخصات:

- شامل ساختمانی با حداقل ۱۵ طبقه از روی پی باشد؛
- دارای سطح کل زیربنای حداقل ۱۰،۰۰۰ مترمربع باشد.

لازم است از این قسمت استفاده شود. چک لیست نخست، الزامات صنعتی بودن پروژه را تعیین می کند. اگر یکی از این الزامات، تامین نشود، عبارت "غیرصنعتی" در شناسنامه ی فنی و ملکی درج می شود و اگر تمامی این الزامات تامین شود، به کمک چک لیست دیگر، شاخص تکمیلی صنعتی سازی محاسبه می شود. بر اساس شاخص تکمیلی صنعتی سازی، درجه ی صنعتی سازی ساختمان ها طبق بند ۱۱-۴-۷ مشخص می گردد:

- اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی، اجرایی و مدیریتی، موضوع بندهای ۱۱-۴-۲ تا ۱۱-۴-۵ تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی سازی کمتر از ۳۵ باشد، باید عبارت "صنعتی سازی درجه ی سه" در شناسنامه ی فنی و ملکی ساختمان درج شود.
- اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی، اجرایی و مدیریتی تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی سازی برابر یا بیشتر از ۳۵ و کمتر از ۶۵ باشد، باید عبارت "صنعتی سازی درجه ی دو" در شناسنامه ی فنی و ملکی قید شود.
- اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی، اجرایی و مدیریتی تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی سازی ۶۵ و بیشتر از آن باشد، باید عبارت "صنعتی سازی درجه ی یک" در شناسنامه ی فنی و ملکی درج شود.

درجه ی صنعتی سازی ساختمان باید بر اساس نقشه ها و روش ساخت تایید شده، توسط بازرسان دارای پروانه ی صلاحیت ارزیابی صنعتی سازی ساختمان از وزارت راه و شهرسازی، برآورد و در حین پیشرفت پروژه، در هر سه ماه یکبار، پایش و کنترل شود.

جدول ۱۱-۴-۵ چک لیست الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی سازی ساختمان های انبوه

الزامات صنعتی سازی در ساختمان های انبوه				ردیف
بند های مرتبط	کاربرد ندارد	خیر	بلی	الزامات عمومی
۱-۲-۴-۱۱				رتبه بندی مناسب انبوه سازی صنعتی ساختمان
۲-۲-۴-۱۱				انجام پروژه با شیوه ی "طرح و ساخت"
۳-۲-۴-۱۱				استاندارد بودن و یا داشتن تاییدیه های فنی لازم برای مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات
۴-۲-۴-۱۱				ارایه ی دفترچه بهره برداری در مرحله ی پایان کار
۵-۲-۴-۱۱				کسب حداقل شاخص حامی محیط زیست ۱۰
الزامات طراحی				ردیف

۱-۳-۴-۱۱			طراحی با رویکرد صرفه‌جویی در مصرف انرژی و برآورد انرژی مصرفی ساختمان	۱
۲-۳-۴-۱۱			ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵ سانتی‌متر	۲
۳-۳-۴-۱۱			مدولار بودن ابعاد در و پنجره <sup>۷۳</sup>	۳
۴-۳-۴-۱۱			ارایه‌ی نقشه‌های فاز دو معماری	۴
۵-۳-۴-۱۱			محدود ساختن ضرایب به حداکثر ۱٪ برای پوشش‌های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری	۵
۶-۳-۴-۱۱			ارایه‌ی نقشه‌ها و محاسبات گودبرداری و پایدارسازی گود با جزییات کامل و روش اجرایی	۶
۷-۳-۴-۱۱			کاربرد روش ساخت تایید شده (مراجعه به متن)	۷
۸-۳-۴-۱۱			کاربرد انواع دیوار تایید شده (مراجعه به متن)	۸
۹-۳-۴-۱۱			مقاوم‌سازی اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌های متعلق به گروه خطرپذیری ۱، ۲ و ۳ در مناطق واقع در پهنه زلزله‌ی زیاد و خیلی زیاد <sup>۷۴</sup>	۹
۱۰-۳-۴-۱۱			طراحی تاسیسات با روش‌های مهندسی مورد تایید و ارایه‌ی نقشه‌های تاسیسات همراه با جزییات کامل اجرایی	۱۰
۱۱-۳-۴-۱۱			ارایه‌ی نقشه‌ی نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی	۱۱
۱۲-۳-۴-۱۱			استفاده از BIM در سطح سه بعدی همراه با تداخل‌یابی	۱۲
<b>الزامات اجرایی</b>				<b>ردیف</b>
۱-۴-۴-۱۱			ارایه‌ی نقشه‌های کارگاهی اجرای سازه به صورت کامل با روش اجرایی	۱
۲-۴-۴-۱۱			تجهیز کارگاه به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده‌ی مجدد یا با امکان تغییر کاربری برای استفاده‌ی دائمی از آن	۲
۳-۴-۴-۱۱			قالب‌بندی به روش صنعتی	۳
۴-۴-۴-۱۱			قطع و خم آرماتورها با دستگاه	۴
۵-۴-۴-۱۱			پیش‌سازی قطعات اسکلت فولادی در کارخانه و نصب آن در محل فقط با اتصالات پیچ و مهره‌ای	۵
۶-۴-۴-۱۱			کاربرد پلی‌استایرن فقط از نوع کندسوز یا خود خاموش‌شو مطابق استاندارد ASTM و با تاییدیه از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی برای سقف و یا دیوارهای سازه‌های موقت و دائمی	۶

<sup>۷۳</sup> طبق نشریه ض-۵۷۱ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

<sup>۷۴</sup> طبق دفترچه‌ی "جزییات مقاوم در برابر زلزله برای اجزای غیرسازه‌ای معماری، تاسیسات مکانیکی و برقی و تجهیزات" مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۷-۴-۴-۱۱				عدم استفاده از دیوارهای آجری (مگر برای تزیین) و یا انواع بلوک سفالی و سیمانی غیر سبک	۷
۸-۴-۴-۱۱					
۹-۴-۴-۱۱				صدابندی سقف و دیوارهای میان واحدها بر اساس مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان	۸
۱۰-۴-۴-۱۱				لوله کشی به روش صنعتی برای انتقال آب و فاضلاب	۹
۱۱-۴-۴-۱۱				کاربرد ملات پیش آماده یا چسب برای کاشی / سرامیک / سنگ غیر نما	۱۰
۱۲-۴-۴-۱۱				ارایه‌ی دستورالعمل نصب نما	۱۱
۱۳-۴-۴-۱۱				نصب سنگ نما بدون نیاز به برش کاری در محل و به صورت خشک	۱۲
<b>الزامات مدیریتی</b>					<b>ردیف</b>
۱-۵-۴-۱۱				آموزش نظری و عملی عوامل اجرا	۱
۲-۵-۴-۱۱				استقرار نظام کنترل کیفیت	۲
۳-۵-۴-۱۱				استقرار نظام تضمین کیفیت	۳
۴-۵-۴-۱۱				استقرار نظام موثر HSE	۴
۵-۵-۴-۱۱				داشتن برنامه‌ی زمان بندی همراه با منابع و مبتنی بر تکرار	۵
۶-۵-۴-۱۱				ارایه‌ی مدارک لازم برای مقایسه‌ی اجرا با برنامه‌ی زمان بندی	۶

جدول ۱۱-۴-۶ چک لیست الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی سازی ساختمان های انبوه

بندهای مرتب	امتیاز	سقف امتیاز	الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی سازی ساختمان های انبوه	ردیف
<b>الزامات طراحی</b>				
۱-۲-۶-۴-۱۱		۸	رعایت حداقل های ابعادی لازم برای آسایش <sup>۷۵</sup>	۱
۲-۲-۶-۴-۱۱		۷	کاربرد جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها	۲
۳-۲-۶-۴-۱۱		۶	مقاوم سازی در حوزه‌ی پدافند غیر عامل با سطح عملکرد II - ایمنی جانی	۳
۴-۲-۶-۴-۱۱		۸	نمای خارجی صنعتی (تخته‌ی سیمانی، سرامیک، شیشه، کامپوزیت، بتن پیش ساخته، بتن نمایان، پنل خورشیدی، لُورال)	۴
<b>الزامات اجرایی</b>				

<sup>۷۵</sup> طبق نشریه ض-۵۶۶ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱-۳-۶-۴-۱۱	۷	کاربرد یکی از این ۳ مورد: شبکه‌ی آرماتور پیش‌ساخته‌ی جوشی در اسکلت بتن مسلح واشرهای ویژه DTI در قطعات اسکلت پیچ و مهره‌ای سقف‌های سبک غیربتنی در روش قاب سبک فولادی	۱
۲-۳-۶-۴-۱۱	۳	کاربرد راه‌پله‌ی موقت و ایمن در دوره‌ی ساخت	۲
۳-۳-۶-۴-۱۱	۳	پیش‌سازی سازه‌ی راه‌پله‌ها	۳
۴-۳-۶-۴-۱۱	۳	پیش‌سازی کف پله‌ها	۴
۵-۳-۶-۴-۱۱	۵	کاربرد روش‌های منجر به حذف زیرسازی	۵
۶-۳-۶-۴-۱۱	۳	کاربرد واحدهای سرویس پیش‌ساخته	۶
۷-۳-۶-۴-۱۱	۳	کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا	۷
۸-۳-۶-۴-۱۱	۳	استفاده از کانال‌های نیمه‌پیش‌ساخته‌ی عایق یا کاربرد ورق‌های از پیش‌عایق برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه‌ی مطبوع	۸
۹-۳-۶-۴-۱۱	-۵	کاربرد تیرچه با بلوک سفالی در ارتفاع بیش از ۲۰ متر از سطح زمین	۹
۱۰-۳-۶-۴-۱۱	۱۵	تعداد نفر-ساعت کار در کارگاه با یک حادثه منجر به فوت (مراجعه به متن) اتمام پروژه بدون حادثه منجر به فوت (مراجعه به متن)	۱۰
<b>الزامات سازماندهی</b>			<b>ردیف</b>
۱-۴-۶-۴-۱۱	۸	مجموع واحدهای ساخته‌شده با سیستم پیشنهادی توسط مجری در ۱۰ سال گذشته، حداقل نصف تعداد واحدهای پروژه‌ی جاری	۱
۲-۴-۶-۴-۱۱	۱۱	تایید کیفیت پروژه توسط کارفرما / توسعه‌گر <sup>۷۶</sup>	۲
۳-۴-۶-۴-۱۱	۷	ارایه حداقل یک کتاب پروژه از سوابق اجرا شده توسط مجری با سیستم پیشنهادی در ۵ سال گذشته	۳
---	---	<b>مجموع امتیازات*</b>  *مجموع امتیازات مثبت حداکثر ۱۰۰ می‌باشد.	

## ۱۱-۴-۴ چکلیست حامی محیط‌زیست ساختمان‌های صنعتی

بهره‌وری پایه و ستون اصلی صنعتی‌سازی و ساختمان سبز است. اندازه‌گیری، کنترل و هدایت از جمله امتیازات صنعتی‌سازی است. با نظم و تمرکزی که از صنعتی‌سازی در ساختمان‌های انبوه و غیرانبوه، ایجاد می‌شود، جامعه قابلیت هدایت پیدا می‌کند و به سهولت می‌توان آن را به سمت مولفه‌های توسعه‌ی پایدار سوق داد. بنابراین، کسب حداقلی از شاخص حامی محیط‌زیست برای ساختمان‌های صنعتی، طبق بند ۱۱-۵-۳ الزامی است.

جدول ۱۱-۴-۷ چکلیست الزامات کسب شاخص حامی محیط‌زیست

بندهای مرتب	امتیاز	سقف امتیاز	الزامات کسب شاخص حامی محیط‌زیست	ردیف
<b>الزامات صرفه‌جویی در مصرف آب</b>				<b>ردیف</b>
۱-۱-۲-۵-۱۱		۱	نصب شمارنده‌ی آب در ورودی هر واحد	۱
۲-۱-۲-۵-۱۱		۱	نصب سیفون دوحالتی	۲
۳-۱-۲-۵-۱۱		۱۴	جمع‌آوری و تصفیه‌ی آب باران و یا آب خاکستری برای استفاده‌ی مجدد در موارد مجاز	۳
<b>الزامات صرفه‌جویی در مصرف انرژی و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر</b>				<b>ردیف</b>
۱-۲-۲-۵-۱۱		۲۴	به ازای تولید ۴۰٪ برق مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر	۱
۲-۲-۲-۵-۱۱		۶	به ازای تولید ۳۰٪ آب‌گرم مصرفی سالیانه با استفاده از انرژی خورشید	۲
۳-۲-۲-۵-۱۱		۵۴	ارایه‌ی برچسب انرژی F - ۹ امتیاز E - ۱۳ امتیاز D - ۱۸ امتیاز C - ۲۷ امتیاز B - ۴۰ امتیاز A - ۵۴ امتیاز	۲
---			<b>مجموع امتیازات</b>	



## ۱۱-۵ نمونه‌های تعیین شاخص صنعتی‌سازی ساختمان در پروژه‌ها

در این پیوست، سعی شده است با ارایه‌ی پنج نمونه، نحوه‌ی ارزیابی صنعتی‌سازی ساختمان‌ها تشریح شود.

### ۱۱-۵-۱ ساختمان غیرانبوه کوچک و متوسط - نمونه‌ی اول

پروژه، یک ساختمان پنج طبقه در زمینی به مساحت  $134/46$  مترمربع است که یک طبقه به پارکینگ و چهار طبقه به واحدهای مسکونی اختصاص یافته به طوری که در هر طبقه، یک واحد قرار گرفته است.

سطح کل زیربنا  $493/38$  مترمربع است.

مساحت واحدها در هر طبقه  $79$  مترمربع می‌باشد.

حداقل‌های ابعادی لازم برای آسایش، رعایت شده است.

ابعاد درها مدولار طراحی شده است.

نقشه‌های فاز دو معماری و نقشه‌ی نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی ارایه شده است.

ضایعات برای پوشش‌های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری، کمتر از  $3\%$  است.

روش ساخت، سازه اسکلت بتن مسلح درجا با قالب صنعتی و سقف تیرچه با بلوک پلی‌استایرن می‌باشد.

تجهیز کارگاه به صورت سنتی بوده است.

از مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات استاندارد استفاده شده است.

کلیه‌ی دیوارها، بلوک سفالی است.

اجزای غیرسازه‌ای ساختمان در برابر زلزله مقاوم‌سازی شده است.

برای انتقال آب از لوله‌ی پلاستیکی تک‌لایه و برای انتقال فاضلاب از لوله و فیتینگ پلی‌وینیل کلراید سخت (U-PVC) با اتصال چسبی استفاده شده است.

برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه‌ی مطبوع، کانال‌های ورق گالوانیزه بدون عایق کاری بکار رفته است.

برای کاشی / سرامیک / سنگ از ملات تهیه شده در محل استفاده شده است.

برای نما از سنگ تراورتن استفاده و برشکاری سنگ‌ها در پای کار انجام شده است.

دفترچه بهره‌برداری در مرحله‌ی پایان کار ارایه شده است.

شمارنده‌ی آب در ورودی هر واحد، نصب شده است.

در تمامی واحدها از سیفون دوحالت استفاده شده است.

ساختمان دارای برچسب انرژی F می‌باشد.

\*\*\*

تعداد کل طبقات ۵ (کمتر از حداکثر ۷) و سطح کل زیربنای آن کمتر از حداکثر ۳,۰۰۰ مترمربع است؛ بنابراین، از نوع غیرانبوه کوچک و متوسط می‌باشد. در ادامه، میزان صنعتی بودن این پروژه، از طریق پرکردن چک‌لیست متناظر تعیین می‌شود:

الزامات صنعتی سازی در ساختمان های غیرانبوه کوچک و متوسط				بلی	خیر	کاربرد ندارد	بندهای مرتبط
<b>الزامات عمومی</b>							
۱	استاندارد بودن و یا داشتن تاییدیه های فنی لازم برای مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات	✓					۱-۲-۲-۱۱
۲	ارایه‌ی دفترچه بهره‌برداری در مرحله‌ی پایان کار	✓					۲-۲-۲-۱۱
۳	کسب حداقل شاخص حتمی محیط‌زیست ۱۰	✓					۳-۲-۲-۱۱
<b>الزامات طراحی</b>							
۱	ارایه‌ی نقشه‌های فاز دو معماری	✓					۱-۳-۲-۱۱
۲	محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۳٪ برای پوشش‌های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری	✓					۴-۳-۳-۱۱
۳	توجه به بارگذاری های حین ساخت، حمل و نصب، در طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته (مراجعه به متن)				✓		۳-۳-۲-۱۱
۴	توجه به ملاحظات اجرایی در کلیه‌ی مراحل ساخت، حمل، نصب و نیز تعمیر و نگهداری در طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته				✓		۴-۳-۲-۱۱
۵	طراحی اجزای سازه‌ای ساختمان‌های چوبی مطابق با ضوابط آیین‌نامه‌های معتبر				✓		۵-۳-۲-۱۱
۶	مقاوم سازی اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌های متعلق به گروه خطرپذیری ۱، ۲ و ۳ در مناطق واقع در پهنه زلزله‌ی زیاد و خیلی زیاد <sup>۷۷</sup>	✓					۶-۳-۲-۱۱
۷	ارایه‌ی نقشه‌ی نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی	✓					۷-۳-۲-۱۱
<b>الزامات اجرایی</b>							
۱	در نظر گرفتن ملاحظات بارگیری، حمل، باراندازی و انبارداری اجزای پیش‌ساخته مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر				✓		۱-۴-۲-۱۱
۲	عدم استفاده از دیوارهای آجری و بلوک سیمانی غیر مسلح مگر برای تزئین	✓					۲-۴-۲-۱۱
۳	لوله‌کشی با روش صنعتی برای انتقال آب و فاضلاب	✓					۳-۴-۲-۱۱
۴	کاربرد ملات پیش‌آماده یا چسب برای کاشی / سرامیک / سنگ غیر نما		✓				۴-۴-۲-۱۱

<sup>۷۷</sup> طبق دفترچه‌ی "جزییات مقاوم در برابر زلزله برای اجزای غیرسازه‌ای معماری، تاسیسات مکانیکی و برقی و تجهیزات" مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

بندهای مرتبط	امتیاز	سقف امتیاز	الزامات کسب شاخص حامی محیط زیست	ردیف
<b>الزامات صرفه جویی در مصرف آب</b>				<b>ردیف</b>
۱-۱-۲-۵-۱۱	۱	۱	نصب شمارنده‌ی آب در ورودی هر واحد	۱
۲-۱-۲-۵-۱۱	۱	۱	نصب سیفون دو حالته	۲
۳-۱-۲-۵-۱۱	۰	۱۴	جمع‌آوری و تصفیه‌ی آب باران و یا آب خاکستری برای استفاده‌ی مجدد در موارد مجاز	۳
<b>الزامات صرفه جویی در مصرف انرژی و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر</b>				<b>ردیف</b>
۱-۲-۲-۵-۱۱	۰	۲۴	به ازای تولید ۴۰٪ برق مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر	۱
۲-۲-۲-۵-۱۱	۰	۶	به ازای تولید ۳۰٪ آب گرم مصرفی سالیانه با استفاده از انرژی خورشید	۲
۳-۲-۲-۵-۱۱	۹	۵۴	ارایه‌ی برچسب انرژی F – ۹ امتیاز E – ۱۳ امتیاز D – ۱۸ امتیاز C – ۲۷ امتیاز B – ۴۰ امتیاز A – ۵۴ امتیاز	۳
--	۱۱	۱۰۰	<b>مجموع امتیازات</b>	

همان‌طور که ملاحظه می‌شود الزام اجرایی "کاربرد ملات پیش‌آماده یا چسب برای کاشی / سرامیک / سنگ غیر نما" تامین نشده است. بنابراین، با توجه به بند ۱۱-۲-۶-۳ عبارت "غیرصنعتی" در شناسنامه‌ی فنی و ملکی قید می‌شود و دیگر نیازی به محاسبه‌ی شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی نیست. در اینجا، به علت جنبه‌ی آموزشی موضوع، الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی بررسی می‌شود.

الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی سازی ساختمان های غیرانبوه کوچک و متوسط				
بندهای مرتبط	کاربرد ندارد	امتیاز	سقف امتیاز	ردیف
<b>طراحی</b>				
۱-۲-۵-۲-۱۱		۰	۶	۱ ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵ سانتی متر
۱-۲-۵-۲-۱۱		۵	۵	۲ مدولار بودن در
۱-۲-۵-۲-۱۱		۰	۵	۳ مدولار بودن پنجره
۱-۲-۵-۲-۱۱		۴	۴	۴ انتخاب حداقل های ابعادی مطلوبیت و آسایش
<b>سازه</b>				
۱-۳-۵-۲-۱۱		۱۳/۵	۳۰	۱ امتیاز بدست آمده از رابطه ۱۱-۳-۲
<b>دیوار</b>				
۱-۴-۵-۲-۱۱		۵	۲۰	۱ امتیاز بدست آمده از رابطه ۱۱-۳-۲
<b>سایر موارد صنعتی سازی - بخش طراحی</b>				
۱-۵-۵-۲-۱۱		۰	۲	۱ کاربرد جداسازهای لرزه ای / میراگرها
۱-۵-۵-۲-۱۱		۲	۲	۲ ارایه ی دستورالعمل نصب نما
<b>سایر موارد صنعتی سازی - بخش اجرا</b>				
۱-۵-۵-۲-۱۱		۰	۲	۱ تجهیز کارگاه به صورت پیش ساخته یا با قابلیت استفاده ی مجدد
۱-۵-۵-۲-۱۱		۰	۲	۲ پله و راه پله پیش ساخته و نیمه پیش ساخته ی موقت ویژه ی دوره ی ساخت <sup>۷۸</sup>
۱-۵-۵-۲-۱۱		۰	۳	۳ پله و راه پله پیش ساخته و نیمه پیش ساخته
۱-۵-۵-۲-۱۱		۰	۲	۴ واحدهای سرویس پیش ساخته یا نیمه پیش ساخته
۱-۵-۵-۲-۱۱		۰	۲	۵ استفاده از کانال های نیمه پیش ساخته ی عایق برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه ی مطبوع
۱-۵-۵-۲-۱۱		۰	۴	۶ روش های سفت کاری صنعتی با حذف زیرسازی و یا روش های نازک کاری سریع مانند استفاده از اقلام پیش ساخته؛ حداکثر ۲ مورد <sup>۷۹</sup>
۱-۵-۵-۲-۱۱		۰	۲	۷ کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا

<sup>۷۸</sup> طبق ضوابط مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان.

<sup>۷۹</sup> برای هر مورد، ۲ امتیاز تعلق می گیرد.

۱-۵-۵-۲-۱۱	۰	۵	نماهای خارجی صنعتی (مانند تخته‌ی سیمانی، سرامیک، شیشه، کامپوزیت، بتن پیش‌ساخته، بتن نمایان، پنل خورشیدی، لُورال)	۸
۱-۵-۵-۲-۱۱	۰	۲	نصب خشک نما	۹
۱-۵-۵-۲-۱۱	۰	۲	نصب نما بدون نیاز به برش‌کاری در محل	۱۰
--	۲۹/۵	۱۰۰	<b>مجموع امتیازات</b>	

این ساختمان با توجه به عدم رعایت الزام صنعتی‌سازی " کاربرد ملات پیش‌آماده یا چسب برای کاشی / سرامیک / سنگ غیر نما" غیرصنعتی تلقی می‌شود. اگر این الزام را رعایت می‌کرد، با توجه به امتیاز ۲۹/۵ که کمتر از ۳۰ است، طبق بند ۱۱-۲-۶-۴ می‌توانست گواهی درجه‌ی سه صنعتی‌سازی را کسب کند.

### ۱۱-۵-۲ ساختمان غیرانبوه کوچک و متوسط - نمونه‌ی دوم

پروژه، یک ساختمان شش طبقه در زمینی به مساحت ۲۴۰ مترمربع است که یک طبقه به پارکینگ، یک طبقه به انباری و چهار طبقه به واحدهای مسکونی اختصاص یافته به طوری که در هر طبقه، یک واحد قرار گرفته است. سطح کل زیربنا ۹۱۷ مترمربع است.

مساحت واحدها در هر طبقه ۱۳۵ مترمربع می‌باشد.

حداقل‌های ابعادی لازم برای آسایش، رعایت شده است.

ابعاد درها مدولار طراحی شده است.

نقشه‌های فاز دو معماری و نقشه‌ی نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی ارایه شده است.

محدود ساختن ضایعات، به حداکثر ۳٪ برای پوشش‌های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری رعایت شده است.

روش ساخت، سازه اسکلت فلزی جوشی و سقف عرشه فولادی می‌باشد.

تجهیز کارگاه برای دفاتر به صورت پیش‌ساخته و برای مابقی قسمت‌ها به صورت سنتی بوده است.

از مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات استاندارد استفاده شده است.

کلیه‌ی دیوارها، بلوک سیمانی سبک می‌باشد.

اجزای غیرسازه‌ای ساختمان در برابر زلزله مقاوم‌سازی شده است.

برای انتقال آب از لوله‌ی چند لایه و برای انتقال فاضلاب از لوله و فیتینگ پلی‌وینیل کلراید سخت (U-PVC) با اتصال پوش فیت استفاده شده است.

برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه مطبوع، کانال‌های ورق گالوانیزه عایق‌شده بکار رفته است.

برای کاشی / سرامیک / سنگ از ملات پیش‌آماده استفاده شده است.

برای نما از سنگ تراورتن همراه با چوب و فلز استفاده و برشکاری سنگ‌ها در کارخانه انجام شده است.

دفترچه بهره‌برداری در مرحله‌ی پایان کار ارایه شده است.

شمارنده‌ی آب در ورودی هر واحد، نصب شده است و در تمامی واحدها از سیفون دوحالت استفاده شده است.

ساختمان دارای برجسب انرژی E می‌باشد.

\*\*\*

تعداد کل طبقات ۶ (کمتر از حداکثر ۷) و سطح کل زیربنای آن کمتر از حداکثر ۳،۰۰۰ مترمربع است؛ بنابراین، از نوع غیرانبوه کوچک و متوسط می‌باشد. در ادامه، میزان صنعتی‌بودن این پروژه، از طریق پرکردن چک‌لیست متناظر تعیین می‌شود:

الزامات صنعتی سازی در ساختمان‌های غیرانبوه کوچک و متوسط				
بندهای مرتبط	کاربرد ندارد	خیر	بلی	ردیف
<b>الزامات عمومی</b>				
۱-۲-۲-۱۱			✓	استاندارد بودن و یا داشتن تاییدیه‌های فنی لازم برای مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات
۲-۲-۲-۱۱			✓	ارایه‌ی دفترچه بهره‌برداری در مرحله‌ی پایان کار
۳-۲-۲-۱۱			✓	کسب حداقل شاخص حامی محیط‌زیست ۱۰
<b>الزامات طراحی</b>				
۱-۳-۲-۱۱			✓	ارایه‌ی نقشه‌های فاز دو معماری
۴-۳-۳-۱۱			✓	محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۳٪ برای پوشش‌های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری
۳-۳-۲-۱۱	✓			توجه به بارگذاری‌های حین ساخت، حمل و نصب، در طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته (مراجعه به متن)
۴-۳-۲-۱۱	✓			توجه به ملاحظات اجرایی در کلیه‌ی مراحل ساخت، حمل، نصب و نیز تعمیر و نگهداری در طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته
۵-۳-۲-۱۱	✓			طراحی اجزای سازه‌ای ساختمان‌های چوبی مطابق با ضوابط آیین‌نامه‌های معتبر
۶-۳-۲-۱۱			✓	مقاوم‌سازی اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌های متعلق به گروه خطرپذیری ۱، ۲ و ۳ در مناطق واقع در پهنه زلزله‌ی زیاد و خیلی زیاد <sup>۸۰</sup>
۷-۳-۲-۱۱			✓	ارایه‌ی نقشه‌ی نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی

<sup>۸۰</sup> طبق دفترچه‌ی "جزییات مقاوم در برابر زلزله برای اجزای غیرسازه‌ای معماری، تاسیسات مکانیکی و برقی و تجهیزات" مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

الزامات اجرایی				ردیف
۱-۴-۲-۱۱	✓			در نظر گرفتن ملاحظات بارگیری، حمل، باراندازی و انبارداری اجزای پیش ساخته مطابق مقررات و آیین نامه های معتبر
۲-۴-۲-۱۱			✓	عدم استفاده از دیوارهای آجری و بلوک سیمانی غیر مسلح مگر برای تزیین
۳-۴-۲-۱۱			✓	لوله کشی با روش صنعتی برای انتقال آب و فاضلاب
۴-۴-۲-۱۱			✓	کاربرد ملات پیش آماده یا چسب برای کاشی / سرامیک / سنگ غیر نما

بندهای مرتبط	امتیاز	سقف امتیاز	الزامات کسب شاخص حامی محیط زیست	ردیف
<b>الزامات صرفه جویی در مصرف آب</b>				
۱-۱-۲-۵-۱۱	۱	۱	نصب شمارنده ی آب در ورودی هر واحد	۱
۲-۱-۲-۵-۱۱	۱	۱	نصب سیفون دو حالته	۲
۳-۱-۲-۵-۱۱	۰	۱۴	جمع آوری و تصفیه ی آب باران و یا آب خاکستری برای استفاده ی مجدد در موارد مجاز	۳
<b>الزامات صرفه جویی در مصرف انرژی و تولید انرژی های تجدید پذیر</b>				
۱-۲-۲-۵-۱۱	۰	۲۴	به ازای تولید ۴۰٪ برق مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدید پذیر	۱
۲-۲-۲-۵-۱۱	۰	۶	به ازای تولید ۳۰٪ آب گرم مصرفی سالیانه با استفاده از انرژی خورشید	۲
۳-۲-۲-۵-۱۱	۱۳	۵۴	ارایه ی برچسب انرژی F - ۹ امتیاز E - ۱۳ امتیاز D - ۱۸ امتیاز C - ۲۷ امتیاز B - ۴۰ امتیاز A - ۵۴ امتیاز	۳
--	۱۵	۱۰۰	<b>مجموع امتیازات</b>	

این ساختمان تمامی الزامات صنعتی سازی ساختمان های غیرانبوه کوچک و متوسط را تامین نموده است. بنابراین، شاخص تکمیلی صنعتی سازی برای آن محاسبه می شود.

الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی سازی ساختمان های غیرانبوه کوچک و متوسط				
بندهای مرتبط	کاربرد ندارد	امتیاز	سقف امتیاز	ردیف
<b>طراحی</b>				
۱-۲-۵-۲-۱۱		۰	۶	۱ ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵ سانتی متر
۱-۲-۵-۲-۱۱		۵	۵	۲ مدولار بودن در
۱-۲-۵-۲-۱۱		۰	۵	۳ مدولار بودن پنجره
۱-۲-۵-۲-۱۱		۴	۴	۴ انتخاب حداقل های ابعادی مطلوبیت و آسایش
<b>سازه</b>				
۱-۳-۵-۲-۱۱		۲۱	۳۰	۱ امتیاز بدست آمده از رابطه ۱۱-۲-۲
<b>دیوار</b>				
۱-۴-۵-۲-۱۱		۹	۲۰	۱ امتیاز بدست آمده از رابطه ۱۱-۲-۳
<b>سایر موارد صنعتی سازی - بخش طراحی</b>				
۱-۵-۵-۲-۱۱		۰	۲	۱ کاربرد جداسازهای لرزه ای / میراگرها
۱-۵-۵-۲-۱۱		۲	۲	۲ ارایه ی دستورالعمل نصب نما
<b>سایر موارد صنعتی سازی - بخش اجرا</b>				
۱-۵-۵-۲-۱۱		۱	۲	۱ تجهیز کارگاه به صورت پیش ساخته یا با قابلیت استفاده ی مجدد
۱-۵-۵-۲-۱۱		۰	۲	۲ پله و راه پله پیش ساخته و نیمه پیش ساخته ی موقت ویژه ی دوره ی ساخت <sup>۸۱</sup>
۱-۵-۵-۲-۱۱		۰	۳	۳ پله و راه پله پیش ساخته و نیمه پیش ساخته
۱-۵-۵-۲-۱۱		۰	۲	۴ واحدهای سرویس پیش ساخته یا نیمه پیش ساخته
۱-۵-۵-۲-۱۱			۲	۵ استفاده از کانال های نیمه پیش ساخته ی عایق برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه ی مطبوع
۱-۵-۵-۲-۱۱			۴	۶ روش های سفت کاری صنعتی با حذف زیرسازی و یا روش های نازک کاری سریع مانند استفاده از اقلام پیش ساخته؛ حداکثر ۲ مورد <sup>۸۲</sup>
۱-۵-۵-۲-۱۱			۲	۷ کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا
۱-۵-۵-۲-۱۱		۰	۵	۸ نماهای خارجی صنعتی (مانند تخته ی سیمانی، سرامیک، شیشه، کامپوزیت، بتن پیش ساخته، بتن نمایان، پنل خورشیدی، لُورال)

<sup>۸۱</sup> طبق ضوابط مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان.

<sup>۸۲</sup> برای هر مورد، ۲ امتیاز تعلق می گیرد.



۱-۵-۲-۱۱		۰	۲	نصب خشک نما	۹
۱-۵-۲-۱۱		۲	۲	نصب نما بدون نیاز به برش کاری در محل	۱۰
---		۴۴	۱۰۰	<b>مجموع امتیازات</b>	

این ساختمان با توجه به تامین همه‌ی الزامات صنعتی‌سازی غیرانبوه‌سازی کم‌تعداد و کسب شاخص تکمیلی ۴۴ که بین ۳۰ و ۶۰ است، طبق بند ۱۱-۲-۶-۵ گواهی درجه‌ی دو صنعتی‌سازی را کسب می‌کند.

### ۱۱-۵-۳ ساختمان غیرانبوه بزرگ

پروژه، یک ساختمان هشت طبقه در زمینی به مساحت ۳۹۵ مترمربع است که دو طبقه به پارکینگ و شش طبقه به واحدهای مسکونی اختصاص یافته به طوری که در هر طبقه، دو واحد به مساحت‌های ۱۱۰ و ۱۲۵ مترمربع، قرار گرفته است.

سطح کل زیربنا ۲،۰۵۶ مترمربع است.

حداقل‌های ابعادی لازم برای آسایش، رعایت شده است.

ابعاد در و پنجره مدولار طراحی شده است.

نقشه‌های فاز دو معماری و نقشه‌ی نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی ارایه شده است.

محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۲٪ برای پوشش‌های کف و دیوار در تطابق با نقشه‌های معماری رعایت شده است.

نقشه‌ها و محاسبات گودبرداری و پایدارسازی گود با جزییات کامل و روش اجرایی ارایه شده‌اند.

روش ساخت سازه، اسکلت فلزی پیچ و مهره‌ای و سقف عرشه فولادی می‌باشد.

کلیه‌ی دیوارها، بلوک سیمانی سبک می‌باشد.

اجزای غیرسازه‌ای ساختمان در برابر زلزله مقاوم‌سازی شده است.

تاسیسات پروژه با روش‌های مهندسی مورد تایید، طراحی و نقشه‌های آن با جزییات کامل اجرایی، ارایه شده است.

نقشه‌های کارگاهی اجرای سازه به صورت کامل با روش اجرایی ارایه شده است.

تجهیز کارگاه به صورت پیش‌ساخته (کانکس) با قابلیت استفاده‌ی مجدد بوده است.

مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات استاندارد بکار رفته است.

از راه‌پله پیش‌ساخته‌ی موقت، ویژه‌ی دوره‌ی ساخت استفاده شده است.

برای انتقال آب از لوله‌های چند لایه و برای انتقال فاضلاب از لوله و فیتینگ پلی‌پروپیلن (PP) با اتصال پوش فیت استفاده شده است.

برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه‌ی مطبوع، کانال‌های نیمه‌پیش‌ساخته‌ی عایق بکار رفته است.

کاشی / سرامیک / سنگ با ملات پیش آماده یا چسب سنگ نصب شده‌اند.  
 به جای سبدي بنایی رایج مستراح ایرانی، کف خواب پیش ساخته از جنس فایبرگلاس بکار رفته است.  
 برای عایق کاری رطوبتی کف آشپزخانه‌ها، عایق‌های سرد اجرا استفاده شده است.  
 برای نما از سنگ تراورتن و آجر نما استفاده و برشکاری سنگ‌ها در پای کار انجام شده است.  
 دفترچه بهره‌برداری در مرحله‌ی پایان کار ارایه شده است.  
 شمارنده‌ی آب در ورودی هر واحد، نصب شده و در تمامی واحدها از سیفون دو حالت استفاده شده است.  
 ساختمان دارای برچسب انرژی E می‌باشد.

\*\*\*

تعداد طبقات از ۷ بیشتر و از ۱۴ کمتر و سطح کل زیربنای آن کمتر از ۱۰,۰۰۰ مترمربع است؛ بنابراین، از نوع غیرانبوه بزرگ می‌باشد. در ادامه، میزان صنعتی بودن این پروژه، از طریق پر کردن چک لیست متناظر تعیین می‌شود:

الزامات صنعتی سازی در ساختمان‌های غیرانبوه بزرگ				ردیف
بندهای مرتبط	کاربرد ندارد	خیر	بلی	الزامات عمومی
۱-۲-۳-۱۱			✓	استاندارد بودن و یا داشتن تاییدیه‌های فنی لازم برای مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات
۲-۲-۳-۱۱			✓	ارایه‌ی دفترچه بهره‌برداری در مرحله‌ی پایان کار
۳-۲-۳-۱۱			✓	کسب حداقل شاخص حامی محیط زیست ۱۵
الزامات طراحی				ردیف
۱-۳-۳-۱۱		✓		ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵ سانتی متر <sup>۸۳</sup>
۲-۳-۳-۱۱			✓	مدولار بودن ابعاد در و پنجره <sup>۸۴</sup>
۳-۳-۳-۱۱			✓	ارایه‌ی نقشه‌های فاز دو معماری
۴-۳-۳-۱۱			✓	محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۲٪ برای پوشش‌های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری
۵-۳-۳-۱۱			✓	ارایه‌ی نقشه‌ها و محاسبات گودبرداری و پایدارسازی گود با جزییات کامل و روش اجرایی
۶-۳-۳-۱۱	✓			توجه به بارگذاری های حین ساخت، حمل و نصب، در طراحی اجزای سازه‌ای پیش ساخته (مراجعه به متن)
۷-۳-۳-۱۱	✓			توجه به ملاحظات اجرایی در کلیه‌ی مراحل ساخت، حمل، نصب و نیز تعمیر و نگهداری در طراحی اجزای سازه‌ای پیش ساخته

<sup>۸۳</sup> در صورت محدودیت، یکی از فضاهای متوالی در هر امتداد، از این قاعده مستثنی می‌شود.

<sup>۸۴</sup> طبق نشریه ض-۵۷۱ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۸-۳-۳-۱۱	✓			طراحی اجزای سازه‌ای ساختمان‌های چوبی مطابق با ضوابط آیین‌نامه‌های معتبر	۸
۹-۳-۳-۱۱			✓	مقاوم‌سازی اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌های متعلق به گروه خطرپذیری ۱، ۲ و ۳ در مناطق واقع در پهنه زلزله‌ی زیاد و خیلی زیاد <sup>۸۵</sup>	۹
۱۰-۳-۳-۱۱			✓	طراحی تاسیسات با روش‌های مهندسی مورد تایید و ارایه‌ی نقشه‌های تاسیسات همراه با جزییات کامل اجرایی	۱۰
۱۱-۳-۳-۱۱			✓	ارایه‌ی نقشه‌ی نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی	۱۱
<b>الزامات اجرایی</b>					<b>ردیف</b>
۱-۴-۳-۱۱	✓			در نظر گرفتن ملاحظات بارگیری، حمل، باراندازی و انبارداری اجزای پیش‌ساخته مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر	۱
۲-۴-۳-۱۱			✓	ارایه‌ی نقشه‌های کارگاهی اجرایی سازه به صورت کامل با روش اجرایی	۲
۳-۴-۳-۱۱			✓	تجهیز کارگاه به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده‌ی مجدد یا با امکان تغییر کاربری برای استفاده‌ی دائمی از آن	۳
۴-۴-۳-۱۱			✓	قالب‌بندی با روش صنعتی	۴
۵-۴-۳-۱۱			✓	عدم استفاده از دیوارهای آجری و بلوک سیمانی غیر مسلح مگر برای تزیین	۵
۶-۴-۳-۱۱			✓	عدم کاربرد بلوک‌های سیمانی غیر سبک و سفالی	۶
۷-۴-۳-۱۱			✓	لوله‌کشی با روش صنعتی برای انتقال آب و فاضلاب	۷
۸-۴-۳-۱۱			✓	کاربرد ملات پیش‌آماده یا چسب برای کاشی / سرامیک / سنگ غیر نما	۸
۹-۴-۳-۱۱			✓	ارایه‌ی دستورالعمل نصب نما	۹
۱۰-۴-۳-۱۱			✓	نصب نما به صورت خشک	۱۰

<sup>۸۵</sup> طبق دفترچه‌ی "جزییات مقاوم در برابر زلزله برای اجزای غیرسازه‌ای معماری، تاسیسات مکانیکی و برقی و تجهیزات" مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

بندهای مرتب	امتیاز	سقف امتیاز	الزامات کسب شاخص حامی محیط زیست	ردیف
<b>الزامات صرفه جویی در مصرف آب</b>				<b>ردیف</b>
۱-۱-۲-۵-۱۱	۱	۱	نصب شمارنده‌ی آب در ورودی هر واحد	۱
۲-۱-۲-۵-۱۱	۱	۱	نصب سیفون دو حالته	۲
۳-۱-۲-۵-۱۱	۰	۱۴	جمع‌آوری و تصفیه‌ی آب باران و یا آب خاکستری برای استفاده‌ی مجدد در موارد مجاز	۳
<b>الزامات صرفه جویی در مصرف انرژی و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر</b>				<b>ردیف</b>
۱-۲-۲-۵-۱۱	۰	۲۴	به ازای تولید ۴۰٪ برق مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر	۱
۲-۲-۲-۵-۱۱	۰	۶	به ازای تولید ۳۰٪ آب گرم مصرفی سالیانه با استفاده از انرژی خورشید	۲
۳-۲-۲-۵-۱۱	۱۳	۵۴	ارایه‌ی برچسب انرژی F – ۹ امتیاز E – ۱۳ امتیاز D – ۱۸ امتیاز C – ۲۷ امتیاز B – ۴۰ امتیاز A – ۵۴ امتیاز	۳
--	۱۵	۱۰۰	<b>مجموع امتیازات</b>	

همان‌طور که ملاحظه می‌شود الزام طراحی "ابعاد داخل به داخل فضاها (به استثنای یکی از فضاهای متوالی در هر امتداد) به صورت مضربی از ۵ سانتی‌متر" تامین نشده است. بنابراین، با توجه به بند ۱۱-۳-۶-۳ عبارت "غیرصنعتی" در شناسنامه ی فنی و ملکی قید می‌شود و دیگر نیازی به محاسبه‌ی شاخص تکمیلی صنعتی سازی نیست. در اینجا، به علت جنبه‌ی آموزشی موضوع، الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی سازی بررسی می‌شود.

الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی سازی ساختمان های غیرانبوه بزرگ				
بند مرتبط	کاربرد ندارد	امت یاز	سقف امتیاز	ردیف
<b>سازه</b>				
۱-۴-۵-۳-۱۱		۳۷	۴۰	۱ امتیاز بدست آمده از رابطه ۱۱-۳-۲
<b>دیوار</b>				
۱-۵-۵-۳-۱۱		۱۰	۲۵	۱ امتیاز بدست آمده از رابطه ۱۱-۳-۳
<b>سایر موارد صنعتی سازی - بخش طراحی</b>				
۱-۶-۵-۳-۱۱		۴	۴	۱ انتخاب حداقل های ابعادی برای مطلوبیت و آسایش <sup>۸۶</sup>
۱-۶-۵-۳-۱۱		۰	۲	۲ استفاده از BIM <sup>۸۷</sup> در سطح سه بعدی همراه با تداخل یابی <sup>۸۸</sup>
۱-۶-۵-۳-۱۱		۰	۳	۳ کاربرد جداسازهای لرزه ای / میراگرها <sup>۸۹</sup>
<b>سایر موارد صنعتی سازی - بخش اجرا</b>				
۱-۶-۵-۳-۱۱		۲	۲	۱ پله و راه پله پیش ساخته و نیمه پیش ساخته موقت ویژه دورهی ساخت <sup>۹۰</sup>
۱-۶-۵-۳-۱۱		۰	۳	۲ پله و راه پله پیش ساخته و نیمه پیش ساخته
۱-۶-۵-۳-۱۱		۰	۲	۳ واحدهای سرویس پیش ساخته یا نیمه پیش ساخته
۱-۶-۵-۳-۱۱		۰	۴	۴ صدا بندی سقف و دیوارهای میان واحدها <sup>۹۱</sup>
۱-۶-۵-۳-۱۱		۲	۲	۵ روش های سفت کاری صنعتی با حذف زیرسازی و یا روش های نازک کاری سریع مانند استفاده از اقلام پیش ساخته؛ حداکثر (۱ مورد)
۱-۶-۵-۳-۱۱		۲	۲	۶ کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا
۱-۶-۵-۳-۱۱		۲	۲	۷ استفاده از کانال های نیمه پیش ساخته عایق یا کاربرد ورق های از پیش عایق برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه مطبوع
۱-۶-۵-۳-۱۱		۰	۵	۸ نماهای خارجی صنعتی (مانند تخته سیمنی، سرامیک، شیشه، کامپوزیت، بتن پیش ساخته، بتن نمایان، پتل خورشیدی، لُورال)
۱-۶-۵-۳-۱۱		۰	۴	۹ نصب نما بدون نیاز به برش کاری در محل
---		۵۷	۱۰۰	<b>مجموع امتیازات</b>

<sup>۸۶</sup> برای فضاهای مسکونی متعارف طبق نشریه ض-۵۶۶ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و برای سایر فضاها طبق مراجع معتبر.

<sup>۸۷</sup> Building Information Modeling

<sup>۸۸</sup> Clash Detecting

<sup>۸۹</sup> در مواردی که کاربرد میراگر، کارایی لازم را داشته باشد.

<sup>۹۰</sup> طبق ضوابط مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان.

<sup>۹۱</sup> بر اساس مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان.

این ساختمان با توجه به عدم رعایت الزام "ابعاد داخل به داخل فضاها (به استثنای یکی از فضاهای متوالی در هر امتداد) به صورت مضربی از ۵ سانتی متر" غیر صنعتی تلقی می شود؛ حال آنکه اگر این الزام را رعایت می کرد، با توجه به شاخص تکمیلی صنعتی سازی ۵۷ که بین ۳۵ و ۶۵ قرار دارد، طبق بند ۱۱-۳-۶-۵ می توانست گواهی ساختمان صنعتی درجه ی دو را کسب کند.

#### ۱۱-۵-۴ ساختمان انبوه - نمونه ی اول

پروژه متشکل از یکصد و پنجاه بلوک است که هر بلوک پنج طبقه دارد و فاقد زیرزمین است. در هر طبقه، چهار واحد با پلان متفاوت واقع شده است. بنابراین، در مجموع یک پروژه ی ۳،۰۰۰ واحدی است.

سطح کل زیربنا ۳۳۰،۰۰۰ مترمربع است.

مجری در زمینه ی ابنیه، دارای رتبه ی یک از سازمان برنامه و بودجه است.

پروژه به صورت طرح و ساخت انجام شده است.

ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵ سانتی متر انتخاب شده است.

حداقل های ابعادی لازم برای آسایش، رعایت شده است.

ابعاد در و پنجره مدولار طراحی شده است.

نقشه های فاز دو معماری و نقشه ی نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق بندی ارایه شده است.

محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۱٪ برای پوشش های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه های معماری رعایت شده است.

پروژه گودبرداری ندارد و روی سه لایه از مصالح درشتدانه و غیر چسبنده قرار گرفته است.

روش ساخت، بتن ریزی درجا با قالب های یکپارچه دیوار بوده است که مورد تایید مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی می باشد.

اجزای غیرسازه ای ساختمان در برابر زلزله مقاوم سازی شده است.

ساختمان در حوزه ی پدافند غیر عامل با سطح عملکرد II - ایمنی جانی مقاوم سازی شده است.

تاسیسات پروژه توسط مشاور تاسیساتی با صلاحیت طراحی و نقشه های آن با جزییات کامل اجرایی، ارایه شده است.

اطلاعات ساختمان در سطح سه بعدی، همراه با تداخل یابی، مدل شده است.

طراحی با رویکرد صرفه جویی در مصرف انرژی انجام شده و مصرف انرژی ساختمان برآورد شده است.

نقشه های کارگاهی اجرای سازه به صورت کامل با روش اجرایی ارایه شده است.

از روش قالب بندی صنعتی استفاده شده است.

تجهیز کارگاه به صورت پیش ساخته با قابلیت استفاده ی مجدد بوده است.

قطع و خم آرماتورها با دستگاه انجام شده است.

سازه و کف پله‌ها، پیش‌سازی شده است.

زیرسازی دیوار و کف‌ها حذف شده است.

سقف و دیوارهای میان واحدها بر اساس مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان عایق‌بندی صدا شده است.

از لوله‌های پنج لایه برای لوله‌کشی استفاده شده است.

برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه مطبوع، کانال‌های نیمه‌پیش‌ساخته‌ی عایق بکار رفته است.

برای کاشی / سرامیک / سنگ از ملات پیش‌آماده یا چسب استفاده شده است.

برای نما از بتن نمایان استفاده شده است.

عوامل اجرا به صورت نظری و عملی آموزش دیده بودند.

نظام کنترل کیفیت در پروژه مستقر بود.

نظام تضمین کیفیت در پروژه مستقر بود.

نظام موثر HSE در پروژه مستقر بود؛ با ۱۰ میلیون نفر-ساعت کار، فاقد تلفات جانی بود.

برنامه‌ی زمان‌بندی با منابع همراه و مدارک لازم برای مقایسه‌ی اجرا با برنامه‌ی زمان‌بندی مبتنی بر تکرار ارایه شده است.

دفترچه بهره‌برداری در مرحله‌ی پایان کار ارایه شده است.

مجموع واحدهای ساخته‌شده با سیستم پیشنهادی توسط مجری در ۱۰ سال گذشته، ۵،۰۰۰ واحد بوده است.

هر واحد دارای کنتور مجزا است.

در تمامی واحدها، از سیفون دوحالت استفاده شده است.

حداقل ۱۵٪ آب گرم مصرفی سالیانه به کمک انرژی خورشیدی تامین شده است.

ساختمان برچسب انرژی D کسب کرده است.

\*\*\*

چون سطح کل زیربنا از ۱۰،۰۰۰ مترمربع بیشتر است؛ از نوع انبوه می‌باشد.

چک‌لیست الزامات پروژه چنین می‌شود:

الزامات صنعتی سازی در ساختمان های انبوه				بلی	خیر	کاربرد ندارد	بندهای مرتبط
<b>الزامات عمومی</b>							<b>ردیف</b>
۱-۲-۴-۱۱			✓				رتبه بندی مناسب انبوه سازی صنعتی ساختمان
۲-۲-۴-۱۱			✓				انجام پروژه با شیوهی "طرح و ساخت"
۳-۲-۴-۱۱			✓				استاندارد بودن و یا داشتن تاییدیه های فنی لازم برای مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات
۴-۲-۴-۱۱			✓				ارایه ای دفترچه بهره برداری در مرحله ی پایان کار
۵-۲-۴-۱۱			✓				کسب حداقل شاخص حامی محیط زیست ۱۰
<b>الزامات طراحی</b>							<b>ردیف</b>
۱-۳-۴-۱۱			✓				طراحی با رویکرد صرفه جویی در مصرف انرژی و برآورد انرژی مصرفی ساختمان
۲-۳-۴-۱۱			✓				ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵ سانتی متر
۳-۳-۴-۱۱			✓				مدولار بودن ابعاد در و پنجره <sup>۹۲</sup>
۴-۳-۴-۱۱			✓				ارایه ای نقشه های فاز دو معماری
۵-۳-۴-۱۱			✓				محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۱٪ برای پوشش های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه های معماری
۶-۳-۴-۱۱	✓						ارایه ای نقشه ها و محاسبات گودبرداری و پایدارسازی گود با جزئیات کامل و روش اجرایی
۷-۳-۴-۱۱			✓				کاربرد روش ساخت تایید شده (مراجعه به متن)
۸-۳-۴-۱۱			✓				کاربرد انواع دیوار تایید شده (مراجعه به متن)
۹-۳-۴-۱۱			✓				مقاوم سازی اجزای غیرسازه ای ساختمان های متعلق به گروه خطرپذیری <sup>۹۳</sup> ۱، ۲ و ۳ در مناطق واقع در پهنه زلزله ی زیاد و خیلی زیاد <sup>۹۴</sup>
۱۰-۳-۴-۱۱			✓				طراحی تاسیسات با روش های مهندسی مورد تایید و ارایه ای نقشه های تاسیسات همراه با جزئیات کامل اجرایی
۱۱-۳-۴-۱۱			✓				ارایه ای نقشه ی نما، حداقل شامل جزئیات زیرسازی و عایق بندی

<sup>۹۲</sup> طبق نشریه ض-۵۷۱ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

<sup>۹۳</sup> طبق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان.

<sup>۹۴</sup> طبق دفترچه "جزئیات مقاوم در برابر زلزله برای اجزای غیرسازه ای معماری، تاسیسات مکانیکی و برقی و تجهیزات" مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی.



۱۲-۳-۴-۱۱			✓	استفاده از BIM در سطح سه بعدی همراه با تداخل‌یابی	۱۲
<b>الزامات اجرایی</b>					<b>ردیف</b>
۱-۴-۴-۱۱			✓	ارایه‌ی نقشه‌های کارگاهی اجرای سازه به صورت کامل با روش اجرایی	۱
۲-۴-۴-۱۱			✓	تجهیز کارگاه به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده‌ی مجدد یا با امکان تغییر کاربری برای استفاده‌ی دائمی از آن	۲
۳-۴-۴-۱۱			✓	قالب‌بندی به روش صنعتی	۳
۴-۴-۴-۱۱			✓	قطع و خم آرماتورها با دستگاه	۴
۵-۴-۴-۱۱	✓			پیش‌سازی قطعات اسکلت فولادی در کارخانه و نصب آن در محل فقط با اتصالات پیچ و مهره‌ای	۵
۶-۴-۴-۱۱			✓	کاربرد پلی‌استایرن فقط از نوع کندسوز فقط از نوع کندسوز یا خود خاموش‌شو مطابق استاندارد ASTM و با تاییدیه از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی برای سقف و یا دیوارهای سازه‌های موقت و دائمی	۶
۷-۴-۴-۱۱ ۸-۴-۴-۱۱			✓	عدم استفاده از دیوارهای آجری (مگر برای تزیین) و یا انواع بلوک سفالی و سیمانی غیر سبک	۷
۹-۴-۴-۱۱			✓	صدابندی سقف و دیوارهای میان واحدها بر اساس مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان	۸
۱۰-۴-۴-۱۱			✓	لوله‌کشی به روش صنعتی برای انتقال آب و فاضلاب	۹
۱۱-۴-۴-۱۱			✓	کاربرد ملات پیش‌آماده یا چسب برای کاشی / سرامیک / سنگ غیر نما	۱۰
۱۲-۴-۴-۱۱			✓	ارایه‌ی دستورالعمل نصب نما	۱۱
۱۳-۴-۴-۱۱	✓			نصب سنگ نما بدون نیاز به برش‌کاری در محل و به صورت خشک	۱۲
<b>الزامات مدیریتی</b>					<b>ردیف</b>
۱-۵-۴-۱۱			✓	آموزش نظری و عملی عوامل اجرا	۱
۲-۵-۴-۱۱			✓	استقرار نظام کنترل کیفیت	۲
۳-۵-۴-۱۱			✓	استقرار نظام تضمین کیفیت	۳
۴-۵-۴-۱۱			✓	استقرار نظام موثر HSE	۴
۵-۵-۴-۱۱			✓	داشتن برنامه‌ی زمان‌بندی همراه با منابع و مبتنی بر تکرار	۵
۶-۵-۴-۱۱			✓	ارایه‌ی مدارک لازم برای مقایسه‌ی اجرا با برنامه‌ی زمان‌بندی	۶

بندهای مرتبط	امتیاز	سقف امتیاز	الزامات کسب شاخص حامی محیط زیست	ردیف
<b>الزامات صرفه جویی در مصرف آب</b>				<b>ردیف</b>
۱-۱-۲-۵-۱۱	۱	۱	نصب شمارنده‌ی آب در ورودی هر واحد	۱
۲-۱-۲-۵-۱۱	۱	۱	نصب سیفون دو حالته	۲
۳-۱-۲-۵-۱۱	۰	۱۴	جمع‌آوری و تصفیه‌ی آب باران و یا آب خاکستری برای استفاده‌ی مجدد در موارد مجاز	۳
<b>الزامات صرفه جویی در مصرف انرژی و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر</b>				<b>ردیف</b>
۱-۲-۲-۵-۱۱	۰	۲۴	به ازای تولید ۴۰٪ برق مصرفی سالانه با منابع انرژی تجدیدپذیر	۱
۲-۲-۲-۵-۱۱	۳	۶	به ازای تولید ۳۰٪ آب گرم مصرفی سالانه با استفاده از انرژی خورشید	۲
۳-۲-۲-۵-۱۱	۱۸	۵۴	ارایه‌ی برچسب انرژی F – ۹ امتیاز E – ۱۳ امتیاز D – ۱۸ امتیاز C – ۲۷ امتیاز B – ۴۰ امتیاز A – ۵۴ امتیاز	۳
---	۲۳	۱۰۰	<b>مجموع امتیازات</b>	

از آنجا که تمامی الزامات را رعایت کرده است، شاخص تکمیلی صنعتی سازی مطابق چک لیست زیر محاسبه می‌شود:

بندهای مرتبط	امتیاز	سقف امتیاز	الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی سازی ساختمان‌های انبوه
<b>الزامات طراحی</b>			
۱-۲-۶-۴-۱۱	۸	۸	رعایت حداقل‌های ابعادی لازم برای آسایش <sup>۹۵</sup>
۲-۲-۶-۴-۱۱	۷	۷	کاربرد جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها
۳-۲-۶-۴-۱۱	۶	۶	مقاوم‌سازی در حوزه‌ی پدافند غیر عامل با سطح عملکرد II - ایمنی جانی
۴-۲-۶-۴-۱۱	۸	۸	نمای خارجی صنعتی (تخته‌ی سیمانی، سرامیک، شیشه، کامپوزیت، بتن پیش‌ساخته، بتن نمایان، پنل خورشیدی، لُورال)
<b>الزامات اجرایی</b>			
۱-۳-۶-۴-۱۱	۰	۷	کاربرد یکی از این ۳ مورد: شبکه‌ی آرماتور پیش‌ساخته‌ی جوشی در اسکلت بتن مسلح واشرهای ویژه DTI در قطعات اسکلت پیچ و مهره‌ای سقف‌های سبک غیربتنی در روش قاب سبک فولادی
۲-۳-۶-۴-۱۱	۳	۳	کاربرد راه‌پله‌ی موقت و ایمن در دوره‌ی ساخت
۳-۳-۶-۴-۱۱	۳	۳	پیش‌سازی سازه‌ی راه‌پله‌ها
۴-۳-۶-۴-۱۱	۳	۳	پیش‌سازی کف پله‌ها
۵-۳-۶-۴-۱۱	۵	۵	کاربرد روش‌های منجر به حذف زیرسازی
۶-۳-۶-۴-۱۱	۰	۳	کاربرد واحدهای سرویس پیش‌ساخته
۷-۳-۶-۴-۱۱	۳	۳	کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا
۸-۳-۶-۴-۱۱	۳	۳	استفاده از کانال‌های نیمه‌پیش‌ساخته‌ی عایق یا کاربرد ورق‌های از پیش‌عایق برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه‌ی مطبوع
۹-۳-۶-۴-۱۱	۰	۵	کاربرد تیرچه با بلوک سفالی در ارتفاع بیش از ۲۰ متر از سطح زمین
۱۰-۳-۶-۴-۱۱	۱۲	۱۵	تعداد نفر- ساعت کار در کارگاه با یک حادثه منجر به فوت (مراجعه به متن) اتمام پروژه بدون حادثه منجر به فوت (مراجعه به متن)
<b>الزامات سازماندهی</b>			

<sup>۹۵</sup> طبق نشریه ض-۵۶۶ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱-۴-۶-۴-۱۱	۸	۸	مجموع واحدهای ساخته شده با سیستم پیشنهادی توسط مجری در ۱۰ سال گذشته، حداقل نصف تعداد واحدهای پروژه‌ی جاری
۲-۴-۶-۴-۱۱	۱۱	۱۱	تایید کیفیت پروژه توسط کارفرما / توسعه‌گر <sup>۹۶</sup>
۳-۴-۶-۴-۱۱	۷	۷	ارایه حداقل یک کتاب پروژه از سوابق اجرا شده توسط مجری با سیستم پیشنهادی در ۵ سال گذشته
---	۸۷	---	مجموع امتیازات* *مجموع امتیازات مثبت حداکثر ۱۰۰ می‌باشد.

به عبارت دیگر، شاخص تکمیلی صنعتی سازی ساختمان برای این پروژه ۸۷ می‌باشد که چون از ۶۵ بیشتر است، صنعتی درجه‌ی یک محسوب می‌شود.

### ۱۱-۵-۵ ساختمان انبوه - نمونه‌ی دوم

پروژه، ساختمانی با پانزده طبقه است که یازده طبقه‌ی آن، مسکونی و چهار طبقه‌ی آن، مشاعات (شامل لابی، پارکینگ، سالن اجتماعات و مجموعه‌ی ورزشی) است. در هر طبقه‌ی مسکونی، شش واحد (از قرار چهار واحد ۱۱۰ مترمربعی و دو واحد ۸۵ مترمربعی)، دو راه‌پله، دو دستگاه آسانسور و راهرو (جمعا به مساحت ۴۰ مترمربع) واقع شده است.

سطح کل زیربنا ۹،۷۵۰ مترمربع است.

مجری در زمینه‌ی ابنیه، دارای رتبه‌ی یک از سازمان برنامه و بودجه است.

پروژه به روش طرح و ساخت انجام شده است.

ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵ سانتی‌متر انتخاب و حداقل‌های ابعادی لازم برای آسایش، رعایت شده است.

ابعاد در و پنجره مدولار طراحی شده است.

نقشه‌های فاز دو معماری و نقشه‌ی نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی ارایه شده است.

محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۱٪ برای پوشش‌های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری رعایت شده است.

پروژه گودبرداری ندارد.

روش ساخت، قالب تونلی بوده است.

اجزای غیرسازه‌ای ساختمان در برابر زلزله مقاوم‌سازی شده است.

ساختمان در حوزه‌ی پدافند غیر عامل با سطح عملکرد II - ایمنی جانی مقاوم‌سازی شده است.

تاسیسات پروژه توسط مشاور تاسیساتی با صلاحیت طراحی و نقشه‌های آن با جزییات کامل اجرایی، ارایه شده است. اطلاعات ساختمان در سطح سه بعدی همراه با تداخل‌یابی، مدل شده است. طراحی با رویکرد صرفه‌جویی در مصرف انرژی انجام و مصرف انرژی ساختمان برآورد شده است. نقشه‌های کارگاهی اجرای سازه به صورت کامل با روش اجرایی ارایه شده است. تجهیز کارگاه به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده‌ی مجدد بوده است. قطع و خم آرماتورها با دستگاه انجام شده است. شبکه‌های آرماتور با جوش، به صورت پیش‌ساخته آماده شده است. از روش قالب‌بندی صنعتی استفاده شده است. شمشیری راه‌پله‌ها پیش‌سازی شده است. نازک‌کاری دیوارها حذف شده است. سقف و دیوارهای میان واحدها بر اساس مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان عایق‌بندی صدا شده است. برای انتقال آب و فاضلاب از روش لوله‌کشی صنعتی استفاده شده است. برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه‌ی مطبوع، کانال‌های نیمه‌پیش‌ساخته‌ی عایق بکار رفته است. برای کاشی / سرامیک / سنگ از ملات پیش‌آماده یا چسب استفاده شده است. برای نما از بتن نمایان استفاده شده است. عوامل اجرایی، به صورت نظری و عملی آموزش دیده بودند. نظام کنترل کیفیت در پروژه مستقر بود. نظام تضمین کیفیت در پروژه مستقر بود. نظام موثر HSE در پروژه مستقر بود؛ با ۱۵ میلیون و یکصد هزار نفر-ساعت کار کارگاهی، دارای یک حادثه‌ی منجر به فوت بوده است. برنامه‌ی زمان‌بندی با منابع همراه و مدارک لازم برای مقایسه‌ی اجرا با برنامه‌ی زمان‌بندی مبتنی بر تکرار ارایه شده است. دفترچه بهره‌برداری در مرحله‌ی پایان کار ارایه شده است. مجموع واحدهای ساخته‌شده با سیستم پیشنهادی توسط مجری در ۱۰ سال گذشته، ۱۰،۰۰۰ واحد بوده است. هر واحد، دارای کنتور آب مجزاست. در تمامی واحدها از سیفون دوحالت استفاده شده است.

ساختمان دارای برچسب انرژی E می باشد.

\*\*\*

چون تعداد کل طبقات حداقل ۱۵ است؛ از نوع انبوه می باشد.

چک لیست الزامات پروژه چنین می شود:

الزامات صنعتی سازی در ساختمان های انبوه				بلی	خیر	کاربرد ندارد	بندهای مرتبط
<b>الزامات عمومی</b>							<b>ردیف</b>
۱-۲-۴-۱۱			✓				رتبه بندی مناسب انبوه سازی صنعتی ساختمان
۲-۲-۴-۱۱			✓				انجام پروژه با شیوهی " طرح و ساخت "
۳-۲-۴-۱۱			✓				استاندارد بودن و یا داشتن تاییدیه های فنی لازم برای مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات
۴-۲-۴-۱۱			✓				ارایه ی دفترچه بهره برداری در مرحله ی پایان کار
۵-۲-۴-۱۱			✓				کسب حداقل شاخص حامی محیط زیست ۱۰
<b>الزامات طراحی</b>							<b>ردیف</b>
۱-۳-۴-۱۱			✓				طراحی با رویکرد صرفه جویی در مصرف انرژی و برآورد انرژی مصرفی ساختمان
۲-۳-۴-۱۱			✓				ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵ سانتی متر
۳-۳-۴-۱۱			✓				مدولار بودن ابعاد در و پنجره <sup>۹۷</sup>
۴-۳-۴-۱۱			✓				ارایه ی نقشه های فاز دو معماری
۵-۳-۴-۱۱			✓				محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۱٪ برای پوشش های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه های معماری
۶-۳-۴-۱۱	✓						ارایه ی نقشه ها و محاسبات گودبرداری و پایدارسازی گود با جزئیات کامل و روش اجرایی
۷-۳-۴-۱۱			✓				کاربرد روش ساخت تایید شده (مراجعه به متن)
۸-۳-۴-۱۱			✓				کاربرد انواع دیوار تایید شده (مراجعه به متن)
۹-۳-۴-۱۱			✓				مقاوم سازی اجزای غیرسازه ای ساختمان های متعلق به گروه خطرپذیری ۱، ۲ و ۳ در مناطق واقع در پهنه زلزله ی زیاد و خیلی زیاد <sup>۹۸</sup>

<sup>۹۷</sup> طبق نشریه ض-۵۷۱ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

<sup>۹۸</sup> طبق دفترچه "جزئیات مقاوم در برابر زلزله برای اجزای غیرسازه ای معماری، تاسیسات مکانیکی و برقی و تجهیزات" مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی.

۱۰-۳-۴-۱۱			✓	طراحی تاسیسات با روش‌های مهندسی مورد تایید و ارایه‌ی نقشه‌های تاسیسات همراه با جزییات کامل اجرایی	۱۰
۱۱-۳-۴-۱۱			✓	ارایه‌ی نقشه‌ی نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی	۱۱
۱۲-۳-۴-۱۱			✓	استفاده از BIM در سطح سه بعدی همراه با تداخل‌یابی	۱۲
<b>الزامات اجرایی</b>					<b>ردیف</b>
۱-۴-۴-۱۱			✓	ارایه‌ی نقشه‌های کارگاهی اجرای سازه به صورت کامل با روش اجرایی	۱
۲-۴-۴-۱۱			✓	تجهیز کارگاه به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده‌ی مجدد یا با امکان تغییر کاربری برای استفاده‌ی دائمی از آن	۲
۳-۴-۴-۱۱			✓	قالب‌بندی به روش صنعتی	۳
۴-۴-۴-۱۱			✓	قطع و خم آرماتورها با دستگاه	۴
۵-۴-۴-۱۱	✓			پیش‌سازی قطعات اسکلت فولادی در کارخانه و نصب آن در محل فقط با اتصالات پیچ و مهره‌ای	۵
۶-۴-۴-۱۱			✓	کاربرد پلی‌استایرن فقط از نوع کندسوز فقط از نوع کندسوز یا خود خاموش‌شو مطابق استاندارد ASTM و با تاییدیه از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی برای سقف و یا دیوارهای سازه‌های موقت و دائمی	۶
۷-۴-۴-۱۱			✓	عدم استفاده از دیوارهای آجری (مگر برای تزیین) و یا انواع بلوک سفالی و سیمانی غیر سبک	۷
۸-۴-۴-۱۱			✓	صدابندی سقف و دیوارهای میان واحدها بر اساس مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان	۸
۹-۴-۴-۱۱			✓	لوله‌کشی به روش صنعتی برای انتقال آب و فاضلاب	۹
۱۰-۴-۴-۱۱			✓	کاربرد ملات پیش‌آماده یا چسب برای کاشی / سرامیک / سنگ غیر نما	۱۰
۱۱-۴-۴-۱۱			✓	ارایه‌ی دستورالعمل نصب نما	۱۱
۱۲-۴-۴-۱۱	✓			نصب سنگ نما بدون نیاز به برش‌کاری در محل و به صورت خشک	۱۲
<b>الزامات مدیریتی</b>					<b>ردیف</b>
۱-۵-۴-۱۱			✓	آموزش نظری و عملی عوامل اجرا	۱
۲-۵-۴-۱۱			✓	استقرار نظام کنترل کیفیت	۲
۳-۵-۴-۱۱			✓	استقرار نظام تضمین کیفیت	۳
۴-۵-۴-۱۱			✓	استقرار نظام موثر HSE	۴
۵-۵-۴-۱۱			✓	داشتن برنامه‌ی زمان‌بندی همراه با منابع و مبتنی بر تکرار	۵
۶-۵-۴-۱۱			✓	ارایه‌ی مدارک لازم برای مقایسه‌ی اجرا با برنامه‌ی زمان‌بندی	۶

ردیف	الزامات کسب شاخص حامی محیط زیست	سقف امتیاز	امتیاز	بندهای مرتبط
<b>الزامات صرفه جویی در مصرف آب</b>				
۱	نصب شمارنده‌ی آب در ورودی هر واحد	۱	۱	۱-۱-۲-۵-۱۱
۲	نصب سیمون دو حالته	۱	۱	۲-۱-۲-۵-۱۱
۳	جمع‌آوری و تصفیه‌ی آب باران و یا آب خاکستری برای استفاده‌ی مجدد در موارد مجاز	۱۴	۰	۳-۱-۲-۵-۱۱
<b>الزامات صرفه جویی در مصرف انرژی و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر</b>				
۱	به ازای تولید ۴۰٪ برق مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر	۲۴	۰	۱-۲-۲-۵-۱۱
۲	به ازای تولید ۳۰٪ آب گرم مصرفی سالیانه با استفاده از انرژی خورشید	۶	۰	۲-۲-۲-۵-۱۱
۳	ارایه‌ی برچسب انرژی F – ۹ امتیاز E – ۱۳ امتیاز D – ۱۸ امتیاز C – ۲۷ امتیاز B – ۴۰ امتیاز A – ۵۴ امتیاز	۵۴	۱۳	۳-۲-۲-۵-۱۱
<b>مجموع امتیازات</b>		<b>۱۰۰</b>	<b>۱۵</b>	---

از آنجا که تمامی الزامات را رعایت کرده است، شاخص تکمیلی صنعتی سازی مطابق چک لیست زیر محاسبه می‌شود:



بندهای مرتبط	امتیاز	سقف امتیاز	الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی سازی ساختمان‌های انبوه
<b>الزامات طراحی</b>			
۱-۲-۶-۴-۱۱	۸	۸	رعایت حداقل‌های ابعادی لازم برای آسایش <sup>۹۹</sup>
۲-۲-۶-۴-۱۱	۰	۷	کاربرد جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها
۳-۲-۶-۴-۱۱	۶	۶	مقاوم‌سازی در حوزه‌ی پدافند غیر عامل با سطح عملکرد II - ایمنی جانی
۴-۲-۶-۴-۱۱	۸	۸	نمای خارجی صنعتی (تخته‌ی سیمانی، سرامیک، شیشه، کامپوزیت، بتن پیش‌ساخته، بتن نمایان، پنل خورشیدی، لُورال)
<b>الزامات اجرایی</b>			
۱-۳-۶-۴-۱۱	۷	۷	کاربرد یکی از این ۳ مورد: شبکه‌ی آرماتور پیش‌ساخته‌ی جوشی در اسکلت بتن مسلح واشرهای ویژه DTI در قطعات اسکلت پیچ و مهره‌ای سقف‌های سبک غیربتنی در روش قاب سبک فولادی
۲-۳-۶-۴-۱۱	۳	۳	کاربرد راه‌پله‌ی موقت و ایمن در دوره‌ی ساخت
۳-۳-۶-۴-۱۱	۳	۳	پیش‌سازی سازه‌ی راه‌پله‌ها
۴-۳-۶-۴-۱۱	۰	۳	پیش‌سازی کف پله‌ها
۵-۳-۶-۴-۱۱	۵	۵	کاربرد روش‌های منجر به حذف زیرسازی
۶-۳-۶-۴-۱۱	۰	۳	کاربرد واحدهای سرویس پیش‌ساخته
۷-۳-۶-۴-۱۱	۰	۳	کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا
۸-۳-۶-۴-۱۱	۳	۳	استفاده از کانال‌های نیمه‌پیش‌ساخته‌ی عایق یا کاربرد ورق‌های از پیش عایق برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه‌ی مطبوع
۹-۳-۶-۴-۱۱	۰	-۵	کاربرد تیرچه با بلوک سفالی در ارتفاع بیش از ۲۰ متر از سطح زمین
۱۰-۳-۶-۴-۱۱	۱۱	۱۵	تعداد نفر- ساعت کار در کارگاه با یک حادثه منجر به فوت (مراجعه به متن) اتمام پروژه بدون حادثه منجر به فوت (مراجعه به متن)
<b>الزامات سازماندهی</b>			

<sup>۹۹</sup> طبق نشریه ض-۵۶۶ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۱-۴-۶-۴-۱۱	۸	۸	مجموع واحدهای ساخته شده با سیستم پیشنهادی توسط مجری در ۱۰ سال گذشته، حداقل نصف تعداد واحدهای پروژه‌ی جاری	۱
۲-۴-۶-۴-۱۱	۱۱	۱۱	تایید کیفیت پروژه توسط کارفرما / توسعه‌گر <sup>۱۰۰</sup>	۲
۳-۴-۶-۴-۱۱	۷	۷	ارایه حداقل یک کتاب پروژه از سوابق اجرا شده توسط مجری با سیستم پیشنهادی در ۵ سال گذشته	۳
---	۸۰	---	مجموع امتیازات* *مجموع امتیازات مثبت حداکثر ۱۰۰ می‌باشد.	

به عبارت دیگر، شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ساختمان برای این پروژه ۸۰ می‌باشد که چون از ۶۵ بیشتر است، صنعتی درجه‌ی یک محسوب می‌شود.

پایس - غیر قابل استناد