

# بررسی وضعیت صنعتی سازی ساختمان در ایران و نمونه های جهانی



انديشكده اقتصاد مقاومتی |

گروه مسکن و شهرسازی |

شهریور ماه ۱۳۹۸

رهبر معظم انقلاب: علاج برون رفت از مشکلات کشور «اقتصاد مقاومتی» است.

## معرفی اندیشکده اقتصاد مقاومتی

اندیشکده اقتصاد مقاومتی یک کانون تفکر با مأموریت «تصمیم سازی برای حل مسائل اقتصاد کشور در راستای تحقق اقتصاد مقاومتی» است که در سال ۱۳۹۵ فعالیت رسمی خود را آغاز نمود.

شناسایی شبکه مسائل در هر حوزه موضوعی، طراحی راهکار برای حل مسائل احصاء شده و هم‌اندیشی جهت ارزیابی و تدقیق آن، بررسی تجربیات جهانی، طرح مباحث در فضای نخبگانی و رسانه‌ای و پیگیری راهکارهای ارائه شده از دستگاه‌ها و مسئولین مرتبط به منظور اتخاذ تصمیمات لازم، از جمله فعالیت‌هایی است که در اندیشکده انجام می‌شود.

علاقه‌مندان می‌توانند از طریق سایت [Mett.ir](http://Mett.ir) با اندیشکده اقتصاد مقاومتی در ارتباط باشند و نظرات، انتقادات و پیشنهادهای خود را در خصوص این گزارش و همچنین سایر فعالیت‌های اندیشکده، مطرح کنند.

## بررسی وضعیت صنعتی سازی ساختمان در ایران و نمونه‌های جهانی

مسکن و شهرسازی	گروه موضوعی:
پژوهشی	نوع گزارش:
۱۳۹۸۰۶۸۰۴	شناسه:
۱۳۹۸/۰۶/۲۵	تاریخ انتشار:
حسین عبدالهی درآباد	تهیه و تدوین:
علی ملک‌زاده	مدیر مطالعه:
محمد امینی رعیا	ناظر علمی:

## خلاصه مدیریتی

در سال‌های اخیر به واسطه عدم همخوانی درآمد خانواده‌ها با قیمت مسکن، نیاز انباشته جهت تأمین این کالای اساسی افزایش یافته؛ اما در مقابل ساخت آن با کاهش محسوسی روبرو شده است در حالی که ساخت و ساز به روش فعلی فرآیندی زمانبر است و به کندی تقاضا پاسخ داده می‌شود. عمر مفید ساختمان‌ها نیز مسئله دیگری است که در بخش مسکن چالش‌ساز شده و مسکن‌های ساخته‌شده در کوتاه‌ترین زمان فرسوده و عمر مفید آن به اتمام می‌رسد. کارشناسان، صنعتی‌سازی و استفاده از فناوری‌های نوین را راهکاری برای رفع هر سه مسئله قیمت، کیفیت و سرعت می‌دانند. بهره‌گیری از این روش‌ها در کشور نیازمند امکان‌سنجی دقیقی است لذا در این پژوهش به اهمیت، مزایا، الزامات و راهبردهای مناسب برای بهره‌مندی از روش صنعتی‌سازی پرداخته شده است.

صنعتی‌سازی، تغییر در نوع نگرش و رفتار که موجب شکل‌گیری فرآیندی پویا و تدریجی در جایگزینی استفاده از نیروی انسانی مجرب در ساخت، با یک سیستم تولید کارخانه‌ای و با بهره‌گیری از سیستم خودکار و ماشین‌آلات تحت مدیریت یکپارچه صنعتی تعریف و مفاهیمی همچون مدولاریزاسیون، پیش‌ساخته‌سازی، پیش‌مونتاژ و انبوه‌سازی مطرح می‌شود. مدولاریزاسیون به معنای مدولار و استاندارد نمودن اجزاء و قطعات ساختمانی است به نحوی که به جای تولید یک قطعه در ابعاد و انواع مختلف، قطعات در محدوده‌ای منطقی و محدود تولید شوند تا امکان دستیابی به تولید انبوه کارخانه‌ای فراهم شود. مدولار، طراحی و ساخت ساختمان با قسمت‌های مشابه و تکرار شونده است که به هر کدام از اعضای تکرارشونده یک مدول گفته می‌شود. این قطعات لزوماً مشابه هم نبوده و با توجه به محل قرارگیری، ویژگی‌های خاص خود را دارند.

لازم به ذکر است در اغلب موارد، افراد انبوه‌سازی و صنعتی‌سازی را از یکدیگر تفکیک نمی‌کنند و زمانی که صحبت از صنعتی‌سازی است، تصور ساخت و ساز با تعداد بالا را دارند؛ اما یکی از نکات مهمی که باید به آن توجه کرد این است که تولید در تیراژ بالا به هیچ وجه به معنای صنعتی‌سازی نیست. تولید انبوه به معنای تعدد تکرار در ساخت است که سرمایه‌گذاری اولیه را توجیه‌پذیر نماید. به عبارت دیگر ممکن است در یک پروژه انبوه‌سازی از روش‌های معمول و ابتدایی در ساخت استفاده شود. البته در تولید صنعتی، تولید در تیراژ بالا به منظور توجیه اقتصادی سرمایه‌گذاری اولیه بالا اجتناب‌ناپذیر است که از آثار جانبی حرکت به سمت صنعتی‌سازی محسوب می‌شود.

در ایران از سال ۱۳۳۰ تاکنون در جهت تولید ساختمان به روش‌های صنعتی بارها اقداماتی بعمل آمده است. کارخانه تولید قطعات پیش‌ساخته در سال ۱۳۳۰ توسط سازمان مسکن آغاز به کار کرد و «شرکت کوی کاد نارمک» با نظارت بانک ساختمانی با عناصر پیش‌ساخته این کارخانه بنا شد. شهرک‌های اکباتان، آپادانا و قدس (غرب) نمونه‌هایی از صنعتی‌سازی در ایران است که در سال‌های پیش از انقلاب اجرا شده‌اند.

پس از انقلاب در سال ۱۳۷۸ تعداد ۱۱ واحد تولیدکننده قطعات سنگین بتنی، ۱۵ واحد تولیدکننده قطعات سبک ساختمانی، ۴ واحد تولیدکننده صنایع و تجهیزات قالب‌بندی و مابقی تولیدکننده قطعات فلزی سنگین و پوشش‌های سقف در کشور مشغول به فعالیت بودند. مسکن مهر نخستین تجربه کشور در صنعتی‌سازی ساختمان پس از انقلاب بود. پروژه ۵۴۰۰ واحدی فاز ۵ و پروژه ۱۱۰۰ واحدی فاز ۳ پرنده از نمونه‌های اولیه این سیستم ساخت و ساز بوده است. در حال حاضر با تمام مزایای موجود در کشور تاکنون تنها دو الی چهار درصد از حجم ساخت و سازها به صنعتی‌سازی اختصاص داده شده در حالی که این شاخص در سایر کشورها بین ۲۰ تا ۸۰ درصد متغیر است.

استفاده از روش صنعتی‌سازی تأثیرات مثبتی از جمله افزایش سرعت ساخت، افزایش کیفیت، افزایش ایمنی در کارگاه و حفظ محیط زیست خواهد داشت. با این وجود، این روش کمتر از ۵ درصد ساخت و سازها در ایران را به خود اختصاص می‌دهد. چرا که در شرایطی که هزینه ساخت خانه به روش قدیمی تفاوت قیمتی با ساخت صنعتی ندارد و هزینه اولیه روش صنعتی‌سازی بالاتر نیز است؛ سازندگان ترجیح کمتری برای ساخت‌وساز به روش‌های نوین دارند در نتیجه کیفیت ساخت جایگاهی در بازار رقابتی مسکن ندارد. در واقع در شرایطی که ۶۰ درصد قیمت ساخت را زمین، حدود ۲۰ درصد آن را مصالح و کل هزینه‌های مربوط به مطالعه، طراحی، اجرا چیزی در حدود ۲۰ درصد هزینه تمام شده ساختمان را به خود اختصاص می‌دهند. هزینه‌های ساختمانی که با صنعتی‌سازی قابل کاهش و برنامه‌ریزی است، به دلیل تأثیر زیاد قیمت زمین در قیمت نهایی ساختمان عملاً میزان زیادی نخواهد شد و به همین علت مزایای اقتصادی استفاده از روش‌های صنعتی کم‌رنگ می‌شود و انگیزه مالی برای ترغیب خریداران ایجاد نمی‌شود. به بیانی دیگر تا زمانی که سوداگری در زمین موجب رشد غیرمنطقی قیمت مسکن می‌شود؛ رقابت برای تولید با کیفیت و قیمت مناسب معنایی نخواهد داشت.

تجربه کشورهای مختلف مانند مالزی، چین و آمریکا نشان می‌دهد در رابطه با صنعتی‌سازی در ابتدا یک رویکرد جامع و دقیقی باید داشت. راهکارهایی از جمله کاهش تأثیر مولفه قیمت زمین در قیمت تمام شده مسکن، استفاده از این روش در پروژه‌های انبوه ملی به منظور صرفه در مقیاس شدن، افزایش دانش سازندگان، مهندسان و مردم در این زمینه و تشویق سازندگان از طریق تسهیلات با سودهای کمتر، معافیت و تخفیف‌های ساخت مطرح است.

## فهرست مطالب

مقدمه.....	۷
فصل ۱. معرفی صنعتی سازی.....	۹
۱-۱- تعاریف صنعتی سازی ساختمان.....	۹
۲-۱- اصول و مفاهیم صنعتی سازی ساختمان.....	۱۱
۱-۲-۱- مدولاریزاسیون.....	۱۱
۲-۲-۱- پیش ساخته سازی.....	۱۲
۳-۲-۱- پیش مونتاژ.....	۱۲
۴-۲-۱- انبوه سازی.....	۱۲
۵-۲-۱- مکانیزه شدن.....	۱۳
۶-۲-۱- بهره گیری از تخصص.....	۱۳
۷-۲-۱- استانداردها سازی.....	۱۴
۳-۱- مزایای سیستم ساختمان سازی صنعتی.....	۱۴
۱-۳-۱- کیفیت بالا.....	۱۴
۲-۳-۱- کاهش زمان ساخت.....	۱۶
۳-۳-۱- افزایش ایمنی در کارگاه.....	۱۸
۴-۳-۱- حفاظت از محیط زیست.....	۱۸
۵-۳-۱- کاهش هزینه کلان اقتصادی.....	۱۹
۶-۳-۱- استفاده از نیروی کار متخصص.....	۲۰
۴-۱- تاریخچه صنعتی سازی در جهان.....	۲۰
۱-۴-۱- دوره اول.....	۲۰
۲-۴-۱- دوره دوم.....	۲۲
۳-۴-۱- دوره سوم.....	۲۲
۵-۱- وضعیت ایران در صنعتی سازی ساختمان.....	۲۴
فصل ۲. چالش های صنعتی سازی در ایران.....	۲۷
۱-۲- نیاز به سرمایه اولیه بالا.....	۲۷
۲-۲- سهم عمده زمین در هزینه ساختمان.....	۲۸
۳-۲- عدم سیاست گذاری های کلان.....	۲۹
۴-۲- عدم تولید انبوه واحدهای مسکونی صنعتی.....	۳۰
۵-۲- کمبود دانش و تجربه پیمانکاران، کارگران و جامعه.....	۳۱
۶-۲- نبود قیمت بهینه برای حامل های انرژی.....	۳۲

فصل ۳. راهبردهای گسترش صنعتی سازی ساختمان در کشور.....	۳۳
۳-۱- سیاست کنترل قیمت زمین در کشور.....	۳۳
۳-۲- سیاست‌های معطوف به آگاهی سازی و توسعه آموزش.....	۳۴
۳-۳- سیاست‌های ناظر بر تأمین مالی روش صنعتی سازی.....	۳۵
۳-۴- سیاست صرفه جویی حامل های انرژی.....	۳۷
فصل ۴. تجارب جهانی صنعتی سازی .....	۳۹
۴-۱- مالزی.....	۳۹
۴-۲- چین.....	۴۷
۴-۲-۱- توسعه اولیه؛ دهه ۵۰ تا ۷۰ میلادی.....	۴۸
۴-۲-۲- توسعه بازایی؛ دهه ۸۰ تا اوایل دهه ۲۰۰۰.....	۴۸
۴-۲-۳- تداوم توسعه؛ اواسط دهه ۲۰۰۰ تا کنون.....	۴۹
۴-۳- ایالات متحده آمریکا.....	۵۰
فصل ۵. معرفی سیستم‌های صنعتی سازی در ایران .....	۵۳
۵-۱- سیستم‌های کامل ساختمانی.....	۵۳
۵-۱-۱- مجموعه فناوری‌های نیک سیستم.....	۵۳
۵-۱-۲- سیستم قاب‌های سبک فولادی سرد نورد شده.....	۵۴
۵-۱-۳- ساختمان‌های نیمه پیش ساخته با صفحات منفرد ساندویچی سقف و دیوار.....	۵۵
۵-۲- سیستم‌های سازه‌ای.....	۵۶
۵-۲-۱- ساختمان‌های بتن آرمه با شیوه قالب‌های تونلی.....	۵۶
۵-۲-۲- سیستم قالب عایق ماندگار (ICF).....	۵۷
۵-۲-۳- قاب‌های بتن مسلح پیش ساخته با دیوار برشی بتن مسلح درجا.....	۵۸
۵-۲-۴- سیستم قاب ساده بتنی نیمه پیش ساخته K با دیوار برشی بتن مسلح درجا.....	۵۹
۵-۲-۵- سیستم دیوار باربر بتن مسلح پیش ساخته ویژه.....	۵۹
۵-۲-۶- سیستم ساختمان‌های پیش ساخته با دیوار باربر متشکل از سقف و دیواره‌های بتن آرمه.....	۶۰
۵-۲-۷- ساختمان‌های بتن آرمه متشکل از دیوار باربر دولایه و سقف‌های نیمه پیش ساخته.....	۶۰
۵-۲-۸- ساختمان‌ها با صفحات دولایه ساندویچی سه بعدی با بتن میانی درجا.....	۶۱
۵-۲-۹- سیستم اسکلت فولادی پیش ساخته با اتصالات پیچ و مهره ای.....	۶۱
۵-۲-۱۰- سیستم سازه‌های بتن مسلح پیش ساخته مدولار سه بعدی.....	۶۲
فصل ۶. نتیجه گیری و پیشنهادها .....	۶۳
منابع .....	۶۵

## فهرست جداول

- جدول ۱. تسهیلات بخش مسکن به تفکیک روش ساخت ..... ۳۶
- جدول ۲. راهکارهای صنعتی سازی در ایران ..... ۶۴

## فهرست اشکال

- شکل ۱. مقایسه زمان ساخت بین روشهای نوین و قدیمی ..... ۱۷
- شکل ۲. سیستم آمریکایی معروف به قاب چوبی ..... ۲۱
- شکل ۳. نمای بالا از شهرک اکباتان ..... ۲۵
- شکل ۴. واحدهای صنعتی سازی در مسکن مهر پرند ..... ۲۵
- شکل ۵. خانه سنتی مالایی در مالزی ..... ۳۹
- شکل ۶. پروژه صنعتی سازی مسکن در کوالالامپور ..... ۴۰
- شکل ۷. پروژه صنعتی سازی مسکن در پنانگ ..... ۴۱
- شکل ۸. پیش ساخته سازی در ایالات متحده آمریکا ..... ۵۲
- شکل ۹. سیستم ساختمانی «تیک سیستم» ..... ۵۳
- شکل ۱۰. سیستم ساختمانی LSF ..... ۵۵
- شکل ۱۱. ساختمان‌ها با پانل‌های ساندویچی ..... ۵۶
- شکل ۱۲. ساختمان با سیستم قالب تونلی ..... ۵۷
- شکل ۱۳. ساختمان با سیستم قالب عایق ماندگار (ICF) ..... ۵۸
- شکل ۱۴. سقف هالوکور ..... ۵۸
- شکل ۱۵. سیستم نیمه پیش ساخته K ..... ۵۹
- شکل ۱۶. سیستم دیوار باربر بتن مسلح پیش ساخته ویژه ..... ۵۹
- شکل ۱۷. سیستم Large panel ..... ۶۰
- شکل ۱۸. ساختمان‌های بتن آرمه متشکل از دیوار باربر دولایه ..... ۶۱
- شکل ۱۹. ساختمان با صفحات دولایه ساندویچی سه بعدی ..... ۶۱
- شکل ۲۰. سیستم اسکلت فولادی پیش ساخته با اتصالات پیچ و مهره‌ای ..... ۶۲
- شکل ۲۱. سیستم سازه‌ای بتن مسلح پیش ساخته مدولار سه بعدی ..... ۶۲

## فهرست نمودارها

- نمودار ۱. هزینه-کیفیت ساختمان به روش صنعتی سازی ..... ۱۵
- نمودار ۲. میزان ساخت و ساز صنعتی در ساختمان‌های دولتی و خصوصی ..... ۴۵
- نمودار ۳. تعداد تولیدکنندگان به روش صنعتی ثبت شده در CIDB ..... ۴۶
- نمودار ۴. تعداد تولیدکنندگان به روش صنعتی به تفکیک سطح ..... ۴۶
- نمودار ۵. پیمانکاران شرکت کننده در دوره‌های IBS ..... ۴۷

## مقدمه

مسکن به همراه خوراک و پوشاک جزو نیازهای اساسی خانوارها است. به همین دلیل دولت‌ها موظفند علاوه بر حفظ کیفیت ساختمان، با تسریع در امر ساخت و ساز، جوابگوی نیازمندان به مسکن باشند. بر اساس بررسی‌های صورت گرفته، تقاضای مسکن در سال‌های اخیر افزایش چشمگیری داشته؛ اما در مقابل ساخت و ساز و تولید این کالای حیاتی با کاهش محسوسی روبرو بوده است.

نیاز مسکن در کشور نشأت گرفته از سه عامل اصلی کمبود فعلی مسکن، بازسازی بافت‌های فرسوده، نرخ رشد جمعیت و نرخ تشکیل خانواده جدید (ازدواج) است که بر اساس گزارش جامع وزارت راه و شهرسازی، طی سال‌های ۱۳۹۶ تا سال ۱۴۰۵ به منظور تأمین نیاز ۱۰,۸ میلیونی مسکن در کشور، ساخت سالانه بیش از یک میلیون واحد مسکونی ضروری است. این عدد در حالی مطرح می‌شود که بر اساس آخرین اطلاعات مرکز آمار، میانگین ساخت و ساز سالانه مسکن در کشور طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۲ برابر با ۸۰۰ هزار واحد بوده و از سال ۱۳۹۳ تاکنون به میانگین سالانه ۳۶۵ هزار واحد رسیده است. این آمارها بدین معناست که هیچ یک از سال‌ها کشور به عدد برآورد شده دست نیافته و در ۵ سال اخیر نیز تولید مسکن کاهش چشمگیری داشته است. همچنین برآورد صورت گرفته بر اساس نرخ رشد ازدواج در کشور تا سال ۱۴۰۵ و دو مولفه دیگر بوده؛ در حالی که کارشناسان مسکن معتقدند دلیل پایین بودن نرخ فعلی ازدواج عدم دستیابی جوانان به مسکن است و در صورت فراهم شدن شرایط، این نرخ نیز افزایش خواهد یافت که در این صورت قطعاً به تولید مسکن بیش‌تری احتیاج خواهد بود.

علاوه بر سرعت پایین تولید مسکن و کمبود آن در کشور، کیفیت ساخت و عمر مفید ساختمان در ایران نسبت به سایر کشورها بسیار پایین است. بر اساس آمارهای معاونت مسکن و ساختمان وزارت راه و شهرسازی، کمتر از ۵۰ درصد از ساختمان‌های مسکونی کشور، عمری بیش از ۱۶ سال دارند. این در حالی است که کمتر از ۲۰ درصد مسکن‌های موجود در اروپا عمری کمتر از ۲۰ سال و در حدود بیش از ۸۰ درصد واحدهای مسکونی موجود در این قاره عمری بالای ۲۰ سال را دارند و از این بین بیش از ۳۵ درصد مسکن‌های موجود عمری بیش از ۵۰ سال دارند.<sup>۱</sup>

همچنین اتلاف انرژی در کشور در مراحل تولید مصالح ساختمانی، ساخت مسکن و بهره‌برداری از آن در حد بسیار بالایی است. آمارها و برآوردهای کارشناسی طرح جامع مسکن در سال ۱۳۹۳ نشان می‌دهد که مصرف انرژی در فرآیند ساخت ۲ برابر متوسط جهانی است. با توجه به موارد گفته شده می‌توان به راحتی دریافت که

<sup>۱</sup> پایگاه خبری تحلیلی مسیر اقتصاد؛ شناسه خبر: ۸۲۵۲۰



روش‌های رایج و ابتدایی ساخت و ساز علاوه بر اینکه پاسخگوی نیاز روز افزون کشور نخواهد بود، کیفیت و مصارف انرژی کشور را نیز نمی‌تواند به خوبی محقق و کنترل کند.

از این رو استفاده از روش‌های صنعتی برای پاسخ به نیاز موجود اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد. صنعتی‌سازی ساختمان از عوامل مهم در افزایش تولید و ایجاد تعادل میان عرضه و تقاضا در بازار است که در کنار استفاده از ابزارهای مالیاتی برای کنترل تقاضاهای سوداگرانه، نقش بسزایی در کاهش قیمت مسکن در کشور ایفا می‌کند.

در این پژوهش به سوالات زیر پاسخ داده خواهد شد:

- منظور از صنعتی‌سازی ساختمان چیست و چه ابعادی دارد؟
- وضعیت ایران در صنعتی‌سازی ساختمان چگونه است و چه سیستم‌های نوینی در صنعتی‌سازی ایران مورد تأیید هستند؟
- مزایا و معایب صنعتی‌سازی ساختمان چیست؟
- چه موانع و چالش‌هایی در مسیر توسعه فناوری‌های نوین ساختمان به منظور تولید صنعتی ساختمان وجود دارد؟
- تجارب و نحوه استفاده کشورهای جهان از صنعتی‌سازی ساختمان چیست؟

## فصل ۱. معرفی صنعتی سازی

### ۱-۱- تعاریف صنعتی سازی ساختمان<sup>۲</sup>

صنعتی سازی در معنای عام به عنوان روند تغییر نگرش اجتماعی و اقتصادی تعریف می‌شود که طی آن جامعه از حالت غیرصنعتی به صنعتی تبدیل می‌شود.<sup>۳</sup> صنعتی سازی ساختمان همانند هر تولید صنعتی دیگر در راستای افزایش بهره‌وری از منابع، کاهش زمان، کاهش هزینه تولید، افزایش ارزش افزوده و افزایش کیفیت محصول نهایی صورت می‌گیرد.

اصطلاحات زیادی برای توصیف صنعتی سازی و پیش ساختگی استفاده می‌شوند. روش‌های نوین ساخت (MMC)<sup>۴</sup> ساخت کارخانه‌ای (OSM)<sup>۵</sup> تولید بیرون کارگاهی (OSP)<sup>۶</sup> و ساخت بیرون کارگاهی (OSC)<sup>۷</sup> از جمله اصطلاحاتی هستند که در دوره‌های زمانی مختلف از آن‌ها استفاده شده است. روش‌های مدرن ساخت (MMC) عبارتی است که در کشور بریتانیا برای تعریف فناوری‌های ساخت خارج از کارگاه ساختمانی، روش‌های ابتکاری و فناوری‌های کارگاهی استفاده می‌شود.<sup>۸</sup>

سیستم‌های ساخت صنعتی (IBS) عبارتی است که برای بیان مفهوم پیش ساختگی و صنعتی سازی ساخت در کشور مالزی از آن استفاده می‌شود.<sup>۹</sup> ساخت کارخانه‌ای (OSM) تولید بیرون کارگاهی (OSP) و ساخت بیرون کارگاهی (OSC) هر سه دارای معنای یکسان بوده و به فرآیند ساخت در محلی خارج از محوطه‌ی کارگاه به عنوان مثال در کارخانه یا محلی موقتی اما مسقف و با محیط کنترل شده در جهت تولید قطعات اشاره دارند.<sup>۱۰</sup>

<sup>۲</sup> Industrialized Building

<sup>۳</sup> Abdullah, M. R., Mohd Kamar, K. A., Mohd Nawi, M. N., Tarmizi Haron, A., and Arif, M. (2009). "Industrialized building system: A definition and concept". Proc. of ARCOM Conference, Nottingham, UK.

<sup>۴</sup> Modern methods of construction

<sup>۵</sup> Offsite manufacturing

<sup>۶</sup> Offsite production

<sup>۷</sup> Offsite construction

<sup>۸</sup> GOODIER, C.I., GIBB, A.G.F. (2007). "Future opportunities for offsite in the UK". Construction Management and Economics, 25 (6).

<sup>۹</sup> Kamar, K.A.M., Hamid, Z.A., Azman, M.N.A., Ahamad, M.S.S. (2011). "Industrialized building system (IBS): Revisiting issues of definition and classification". International Journal of Emerging Sciences, 1(2).

<sup>۱۰</sup> Qays, M., Mohamed, M.F., Sulaiman, M.K.A.M., Raman, S.N. (2017) "Industrialized Building Systems: A Bibliometric Analysis from 1980 to 2017". The International Scientific Forum (ISF 2017) Langkawi Island, Malaysia.

کمیته بین‌المللی تحقیقات و نوآوری مسکن و ساختمان (CIB)<sup>۱۱</sup> تعریف خود از صنعتی‌سازی را، تفکر سازنده<sup>۱۲</sup> در روند تولید به منظور رسیدن به صرفه اقتصادی، بهره‌وری بیشتر و کیفیت بهتر بیان می‌کند. این کمیته صنعتی‌سازی ساخت را در تعریفی دیگر به عنوان یک تغییر در نگرش و نوع رفتار با هدف بهبود شرایط ساخت و ساز و کیفیت محصول، طی فرآیند یکپارچه استانداردسازی، بهینه‌سازی فرآیندهای سازمانی، هزینه و با بهره‌برداری از ماشین‌آلات و سیستم‌های اتوماتیک تعریف می‌کند.<sup>۱۳</sup> به عبارت دیگر از دیدگاه این کمیته، صنعتی‌سازی ساختمان لزوماً به معنای استفاده از تجهیزات و ابزارآلات نوین نبوده و بیشتر به طرز تفکر و دیدگاه مدیریتی کلان در امر ساخت و ساز بر می‌گردد.

در تعریف مرکز تحقیقات ساخت و مسکن مالزی (CIDB)<sup>۱۴</sup>، سیستم‌های ساختمان‌سازی صنعتی را می‌توان به عنوان یک سیستم ساختمانی تعریف کرد که از طریق آن قطعات در کارخانه، در سایت یا خارج از سایت ساخته می‌شوند و با حداقل کار اضافی در کارگاه، در سازه‌ها قرار می‌گیرند. در موردی دیگر فرآیند صنعتی‌سازی، تولید انبوه کلیه اجزای ساختمان مانند دیوارها، صفحات کف، تیرها، ستون‌ها و راه پله‌ها در کارخانه یا محل تحت کنترل دقیق کیفیت و حداقل فعالیت سایت تعریف می‌شود.<sup>۱۵</sup>

در مطالعه‌ای دیگر بیان شد سیستم ساختمان‌سازی صنعتی (IBS) یک سیستم ساختمانی است که با استفاده از قطعات پیش‌ساخته تولید می‌شود که ساخت قطعات بصورت سیستماتیک با استفاده از ماشین‌آلات، سازه‌ها و سایر تجهیزات مکانیکی انجام می‌گیرد. این قطعات در خارج از کارگاه ساخته می‌شوند و پس از تکمیل به سایت‌های ساختمانی برای مونتاژ و نصب تحویل داده می‌شوند.<sup>۱۶</sup>

از نظر لسینگ، صنعتی‌سازی به معنای بهره‌برداری از روش‌های صنعتی با دیدگاه ساخت مکانیزه، استانداردسازی و پیش‌ساختگی است. درباره فعالیت‌های ساختمانی، صنعتی‌سازی بخشی از یک پروسه گسترده مدرن‌سازی از طریق توسعه روش‌های نوین ساخت و تولید و استفاده از فناوری جدید است، به طوری که فرآیندهای تولید، مکانیزه شده و تمرکز آن‌ها بر انبوه‌سازی و تولید کارخانه‌ای است.<sup>۱۷</sup>

<sup>۱۱</sup> International council for research and innovation in building and construction (CIB)

<sup>۱۲</sup> Rationalization

<sup>۱۳</sup> رائین خواه، امیر و حسینی، عبدالله. (۱۳۹۴) «مروری بر تعاریف ارائه شده برای صنعتی‌سازی ساختمان و بررسی تأثیرات بالقوه آن در صنعت ساخت»، سومین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران و توسعه شهری و معماری، تهران، دانشگاه شهید بهشتی

<sup>۱۴</sup> Construction Industry Development Board of Malaysia

<sup>۱۵</sup> Qays, M., Mustapha, K.N., Mohammad, B.S. (2009) "Advantages of industrialized building system in Malaysia". Universiti Tenaga Nasional, Malaysia.

<sup>۱۶</sup> Rahman, A.B.A., Omar, W. (2006) "Issues and Challenges in the Implementation of IBS in Malaysia". Proceeding of the 6th Asia - Pasific Structural Engineering and Construction Conference (ASPEC 2006). Kuala Lumpur, Malaysia.

<sup>۱۷</sup> Lessing, J. (2006) "Industrialized house-building: concept and processes". Lund institute of tech, Sweden.



به طور کلی می‌توان گفت اصطلاح صنعتی‌سازی در حوزه ساختمان تعریف واحد و جامعی ندارد. گستردگی این حوزه و تغییراتی که طی گذشت زمان در تعریف این اصطلاح بوجود آمده، دلیل اصلی این موضوع هستند. علاوه بر این، تعریف صنعتی‌سازی ساختمان تا حد زیادی به شرایط و ویژگی‌های کشورهای، زیر ساخت موجود و میزان صنعتی بودن آن‌ها مربوط می‌شود. بنابراین ممکن است برای این اصطلاح در زمان‌ها و مناطق مختلف تعاریف گوناگونی ارائه گردد.

کلیه تعاریف صنعتی‌سازی ساختمان روی بحث‌هایی از قبیل پیش‌ساختگی، تولید بیرون از کارگاه، افزایش بهره‌وری، انبوه‌سازی، رشد ارزش افزوده و افزایش کیفیت به عنوان ویژگی‌های اصلی سیستم‌های ساخت صنعتی (IBS) تأکید داشته است.

در همین راستا به منظور جلوگیری از سردرگمی در تعاریف متعدد؛ در یک تعریف کلی می‌توان صنعتی‌سازی ساختمان را، تغییر در نوع نگرش و رفتار که موجب شکل‌گیری فرآیندی پویا و تدریجی در جایگزینی استفاده از نیروی انسانی مجرب در ساخت، با یک سیستم تولید کارخانه‌ای و با بهره‌گیری از سیستم‌های اتوماتیک و ماشین‌آلات تحت مدیریت یکپارچه صنعتی تعریف کرد که این فرآیند با هدف کاهش هدررفت مصالح، کاهش زمان تولید، افزایش کیفیت، کنترل آلاینده‌گی محیط‌زیست و افزایش ارزش افزوده صورت خواهد گرفت.

## ۱-۲- اصول و مفاهیم صنعتی‌سازی ساختمان

در پژوهش‌های خود بارها اسامی مختلفی را به عنوان صنعتی‌سازی در ساختمان شنیده ایم؛ بنابراین پیش از پرداختن به موضوع صنعتی‌سازی از دیدگاه سیستم‌ها و اجزای قطعات، شایسته است در ابتدای امر به تعریف کلید واژه‌ها و مفاهیم تولید صنعتی ساختمان و شناخت روابط بین آن‌ها به شرح ذیل پرداخته شود:

### ۱-۲-۱- مدولاریزاسیون<sup>۱۸</sup>

مدولاریزاسیون به معنای مدولار و استاندارد نمودن اجزاء و قطعات ساختمانی است. به نحوی که به جای تولید یک قطعه در ابعاد و قطعات بسیار متنوع، این محصولات در محدوده‌ای منطقی و محدود تولید شوند تا امکان دستیابی به تولید انبوه کارخانه‌ای فراهم شود.<sup>۱۹</sup> مدولار، طراحی و ساخت ساختمان با قسمت‌های مشابه و تکرار شونده است که به هر کدام از اعضای تکرار شونده یک مدول گفته می‌شود. این قطعات لزوماً مشابه هم نیست و با توجه به محل قرارگیری، ویژگی‌های خاص خود را دارند.<sup>۲۰</sup>

<sup>18</sup> Modularization

<sup>۱۹</sup> پیربایی، محمد تقی و امرایی، بابک. (۱۳۸۸). «بررسی مبانی طراحی محصولات مدولار». نشریه هنرهای زیبا، (۳۷)، صص ۶۹-۷۶

<sup>۲۰</sup> شاه حسینی، وحید، وجدانی، احمد و امیری، امید. (۱۳۹۱) «نقش صنعتی‌سازی ساخت و ساز ساختمان در توسعه کشور و چالش‌های پیاده‌سازی آن». سومین کنفرانس بین‌المللی صنعت احداث، تهران.

### ۱-۲-۲- پیش‌ساخته سازی<sup>۲۱</sup>

فرآیندی تولیدی است که در آن بطور کلی مواد به یکدیگر متصل می‌شوند تا جزئی از نصب نهایی را تشکیل دهند. پیش‌ساخته سازی یک پروسه تولید در محیطی محافظت شده و مجهز است که طی آن مصالح به شکل عضوهایی از سازه نهایی تبدیل خواهند شد.<sup>۲۲</sup> قطعات پیش‌ساخته مانند یک پانل و انواع قطعات باید در محیطی محافظت شده چه در کارخانه بصورت (بیرون کارگاه) off-site تولید شوند چه در خط تولید موقتی بصورت (داخل کارگاه) on-site تولید و به یکدیگر مونتاژ گردند.<sup>۲۳</sup> در روش پیش‌ساخته سازی به علت استقلال ساخت از شرایط آب و هوایی، سرعت ساخت بسیار بالاست و در مواردی که تولید در تیراژ بالا انجام گیرد این سرعت کاملاً چشمگیر خواهد بود ضمن آنکه صرفه اقتصادی آن می‌تواند بالا باشد.<sup>۲۴</sup>

### ۱-۲-۳- پیش مونتاژ<sup>۲۵</sup>

فرآیندی است که در آن تجهیزات و اجزای پیش‌ساخته در یک مکان دیگر و در خارج از کارگاه احداث و گاهی اوقات در حین احداث بر هم مونتاژ شده تا جزئی از یک واحد ساختمانی را تشکیل بدهند. پیش مونتاژ به معنای تولید سیستم‌های پیچیده است؛ بدین منظور نیاز به مهارت‌های ویژه نیروی انسانی جهت مونتاژ مواد مختلف ضروری است. در این شیوه خط تولید می‌تواند دور از سایت احداث یا نزدیک آن باشد. در صورتی که هزینه‌های حمل و نقل بالاتر رود و همچنین شیوه‌های حمل پیچیده‌تر شود امکان تولید در کنار سایت (on-site) نیز وجود دارد.<sup>۲۶</sup>

### ۱-۲-۴- انبوه‌سازی<sup>۲۷</sup>

در اغلب موارد، افراد انبوه‌سازی و صنعتی‌سازی را از یکدیگر تفکیک نمی‌کنند و زمانی که صحبت از صنعتی‌سازی است، تصور ساخت و ساز با تعداد بالا را دارند؛ اما یکی از نکات مهمی که باید به آن توجه کرد این است که تولید در تیراژ بالا به هیچ وجه به معنای صنعتی‌سازی نیست. تولید انبوه به معنای تعدد تکرار در

<sup>21</sup> Prefabrication

<sup>22</sup> راثین خواه، امیر و حسینی، عبدالله. (۱۳۹۴) «مروری بر تعاریف ارائه شده برای صنعتی‌سازی ساختمان و بررسی تأثیرات بالقوه آن در صنعت ساخت»، سومین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران و توسعه شهری و معماری، تهران، دانشگاه شهید بهشتی

<sup>23</sup> شاه حسینی، وحید، وجدانی، احمد و امیری، امید. (۱۳۹۱) «نقش صنعتی‌سازی ساخت و ساز ساختمان در توسعه کشور و چالش‌های پیاده‌سازی آن». سومین کنفرانس بین‌المللی صنعت احداث، تهران

<sup>24</sup> آصفی، مازیار، هاشم‌پور، پریسا و مهاجری، مظفر. (۱۳۹۶) «امکان‌سنجی روش‌های صنعتی‌سازی ساختمان در تولید مسکن اسلامی». فصلنامه پژوهش‌های معماری اسلامی، ۴(۵)، صص ۳۴-۱۵

<sup>25</sup> Preassembly

<sup>26</sup> شاه حسینی، وحید، وجدانی، احمد و امیری، امید. (۱۳۹۱) «نقش صنعتی‌سازی ساخت و ساز ساختمان در توسعه کشور و چالش‌های پیاده‌سازی آن». سومین کنفرانس بین‌المللی صنعت احداث، تهران

<sup>27</sup> Mass production

ساخت است که سرمایه‌گذاری اولیه را توجیه‌پذیر نماید.<sup>۲۸</sup> به عبارت دیگر ممکن است در یک پروژه انبوه‌سازی از روش‌های معمول و ابتدایی در ساخت استفاده شود و البته واضح است که در تولید صنعتی، تولید در تیراژ بالا به منظور توجیه اقتصادی سرمایه‌گذاری اولیه بالا اجتناب‌ناپذیر است؛ اما این امر تعریف صنعتی‌سازی نیست و از اثرات حرکت به سمت صنعتی‌سازی محسوب می‌شود.

### ۱-۲-۵- مکانیزه شدن<sup>۲۹</sup>

اصطلاح ساخت مکانیزه و یا ساخت ماشینی زمانی استفاده می‌شود که از ماشین‌آلات برای کمک به نیروی انسانی مورد استفاده قرار گیرند. برخی از مطالعات از ساخت مکانیزه به عنوان استفاده از فناوری ساخت و بهره‌مندی از ماشین‌آلات در ساخت یاد می‌کنند.<sup>۳۰</sup>

راندمان کار یک انسان یک درصد است در حالی که راندمان یک ماشین حداقل ۲۰ درصد است، لذا استفاده از نیروی انسان در ساخت و سازهایی که بتوان ماشین را جانشین انسان نمود، به صرفه نیست. این امر تا حدی در سرعت و کیفیت ساخت صنعتی اثر مثبت گذاشته و از اصول ضروری آن محسوب می‌شود.<sup>۳۱</sup> تولید دستی عناصر ساختمانی به تدریج با روش‌های ساخت مکانیکی جایگزین شده‌اند. پیش‌نیاز این تحول، نظم بسیار دقیق در ابعاد عناصر و اجزایی است که به عنوان مبنا در استانداردسازی به کار می‌رود.

### ۱-۲-۶- بهره‌گیری از تخصص<sup>۳۲</sup>

بدین معنا که ساختمان به صورت قطعات و عناصر گوناگون بررسی و ساخته می‌شود و برای ساخت هر قطعه، متخصص مربوطه و خط تولید مخصوص آن مورد نیاز است. از سوی دیگر روش‌های صنعتی‌سازی گوناگونی وجود دارد که هر یک نیروی مجری متخصص خود را می‌طلبد.<sup>۳۳</sup>

<sup>۲۸</sup> رائین خواه، امیر و حسینی، عبدالله. (۱۳۹۴) «مروری بر تعاریف ارائه شده برای صنعتی‌سازی ساختمان و بررسی تأثیرات بالقوه آن در صنعت ساخت»، سومین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران و توسعه شهری و معماری، تهران، دانشگاه شهید بهشتی

<sup>۲۹</sup> Mechanization

<sup>۳۰</sup> همان

<sup>۳۱</sup> آصفی، مازیار، هاشم‌پور، پریسا و مهاجری، مظفر. (۱۳۹۶) «امکان‌سنجی روش‌های صنعتی‌سازی ساختمان در تولید مسکن اسلامی». فصلنامه پژوهش‌های معماری اسلامی، ۴(۵)، صص ۳۴-۱۵

<sup>۳۲</sup> Labor Specialization

<sup>۳۳</sup> همان

### ۱-۲-۷- استانداردسازی<sup>۳۴</sup>

برای ساخت یک ساختمان با ساختار پیچیده و تعدد عناصری که دارد؛ هماهنگی کیفی و کمی دقیقی میان عناصر ساختمان با هم و روش‌های مونتاژ آن‌ها ضروری است. استانداردسازی به معنای تعریف حدود و وجوه کیفی و کمی معین برای هر قطعه‌ی ساختمانی است که قابل سنجش بوده و قابلیت مونتاژ در ساختمان و میان دیگر قطعات را داشته باشد.<sup>۳۵</sup>

### ۱-۳- مزایای سیستم ساختمان سازی صنعتی

استفاده از روش ساخت و ساز صنعتی ساختمان با بهره‌مندی از انواع تکنیک‌ها و سیستم‌های نوین دارای مزایای متعددی است که از جمله آن افزایش کیفیت و عمر مفید ساختمان، کاهش زمان ساخت و افزایش سرعت گردش سرمایه است که برخی از محققان در مطالعات خود آن‌ها را بیان کرده‌اند. در ذیل اهم مزایای صنعتی سازی شرح داده شده است.

#### ۱-۳-۱- کیفیت بالا

بر اساس مطالعات موجود می‌توان کیفیت را به عنوان میزان تطابق محصول با خواسته‌های اولیه تعریف کرد. موضوع کیفیت در ساختمان در برگیرنده مفاهیم کیفی مختلفی از جمله استحکام ساختمان، زیبایی، طول عمر و غیره است. بنابراین اظهار نظر درباره آن بسیار دشوار خواهد بود.

یکی از ابزارهایی که برای بررسی کیفیت استفاده می‌شود، هزینه کیفیت<sup>۳۶</sup> نام دارد. هزینه کیفیت به مجموعه هزینه‌هایی اطلاق می‌شود که در طول پروژه در زمینه کیفیت انجام می‌گردد و معمولاً آن را با مدل «پیشگیری، ارزیابی، شکست»<sup>۳۷</sup> مشخص می‌کنند. بر اساس این مدل، فرض بر این است که سرمایه‌گذاری در بخش‌های پیشگیری و ارزیابی (آزمایش)، باعث کاهش هزینه‌های مربوط به شکست (دوباره‌کاری‌ها و بازسازی) خواهد شد.<sup>۳۸</sup>

<sup>34</sup> Standardization

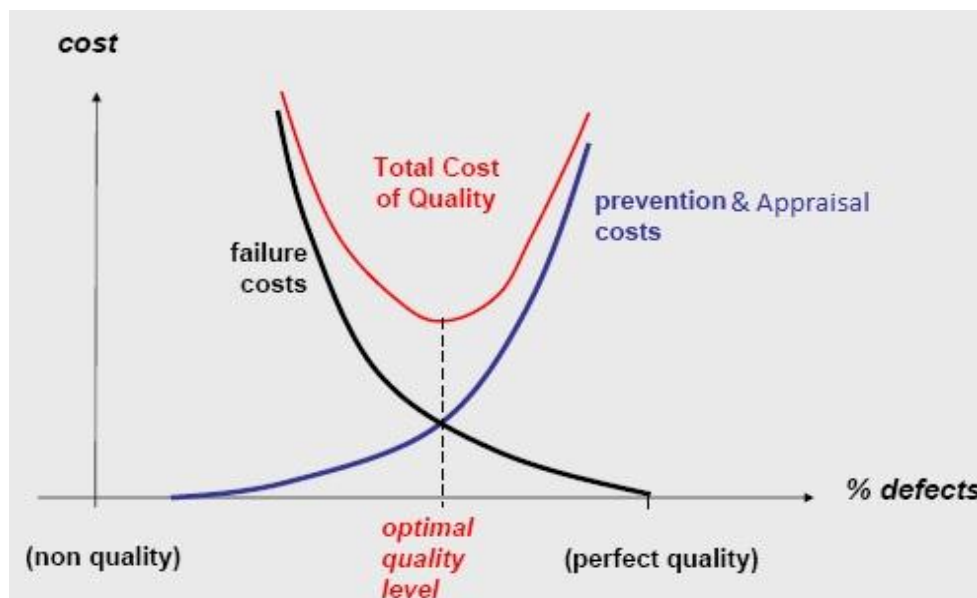
<sup>35</sup> آصفی، مازیار، هاشم‌پور، پریسا و مهاجری، مظفر. (۱۳۹۶) «امکان‌سنجی روش‌های صنعتی‌سازی ساختمان در تولید مسکن اسلامی». فصلنامه پژوهش‌های معماری اسلامی، ۴(۵)، صص ۳۴-۱۵

<sup>36</sup> Cost of Quality (CoQ)

<sup>37</sup> Prevention-Appraisal-Failure model (PAF)

<sup>38</sup> راثین خواه، امیر و حسینی، عبدالله. (۱۳۹۴) «مروری بر تعاریف ارائه شده برای صنعتی‌سازی ساختمان و بررسی تأثیرات بالقوه آن در صنعت ساخت»، سومین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران و توسعه شهری و معماری، تهران، دانشگاه شهید بهشتی

هدف اصلی برآورد هزینه‌ی کیفیت، یافتن سطح بهینه میزان هزینه در فعالیتهای پیشگیری به منظور تضمین کیفیت محصول نهایی است؛ به طوری که در آن مجموع هزینه‌های کیفیت حداقل شود. نمودار زیر نمای کلی از موضوع هزینه-کیفیت را نشان می‌دهد.



نمودار ۱. هزینه-کیفیت ساختمان به روش صنعتی سازی

با توجه به مطالعه موردی انجام شده در شهر جدید پرنده تهران، هزینه‌های شکست و دوباره‌کاری‌ها ناشی از عدم رسیدن به کیفیت مورد نظر (هزینه شکست) به میزان ۹,۳ درصد کل هزینه‌های اجرا است.<sup>۳۹</sup> این در حالی است که با استانداردسازی قطعات تولید شده و با توجه به آزمایش و نظارت مداوم روی تولید کارخانه‌ای یا بیرون کارگاهی، می‌توان این هزینه‌ها را به حداقل ممکن در نمودار هزینه-کیفیت رساند. در سیستم‌های ساختمان‌سازی صنعتی به دلیل اشتغال کارگران ماهر و نیمه‌ماهر با دامنه خاصی از کارها جهت بهبود کارایی و کاهش خطاها می‌توانند محصولاتی با کیفیت بالا تهیه کنند.<sup>۴۰</sup> بنابراین یکی از مزایای اصلی صنعتی‌سازی، کاهش خطای انسانی و به تبع کاهش هزینه دوباره‌کاری در ساخت و ساز است که این موضوع کیفیت سازه را به دنبال خواهد داشت.

همچنین باید گفت این سیستم ساختمان‌سازی برای کشورهایمانند مالزی که باران در طی چند ماه هر ساله افزایش می‌یابد، مناسب است. در این سیستم قسمت‌های مختلف ساختمان در محیطی کنترل شده (به عنوان

<sup>۳۹</sup> Heravi, G., jafari, A. (2014) "Cost of Quality Evaluation in Mass-Housing Projects in Developing Countries". Journal of construction engineering and management (ASCE).

<sup>۴۰</sup> Noraini, B.B. (2009) "Construction Technology and Innovation Development Sector". Construction Industry Development Board (CIDB), Kuala Lumpur, Malaysia, Personal. communication.



مثال کارخانه تولید قطعات پیش‌ساخته) تولید می‌گردد که در این محیط اثرات دمای هوا و بارش تأثیری بر روند کار و کیفیت محصول نخواهد داشت.<sup>۴۱</sup>

علاوه بر این، استفاده از فناوری مکانیزه و انتخاب مصالح می‌تواند کیفیت محصولات را بهبود بخشد.<sup>۴۲</sup> بنابراین در صنعتی‌سازی اجزایی که مشخصات و کنترل‌های فنی را برآورده نمی‌کنند، قبل از تحویل آن به کارگاه ساختمانی رد خواهند شد و همین امر بهبود کیفیت ساختمان را به دنبال دارد.

گفتنی است عمر مفید ساختمان‌های کنونی در کشور ایران بسیار پایین و بین ۲۵ تا ۳۰ سال برآورد شده و ادامه این روند موجب هدر رفتن سرمایه‌های ملی، امکانات و مصالح می‌شود. در صورت اجرای سیستم ساخت صنعتی، عمر مفید ساختمان‌ها را می‌توان به بیش از ۷۵ یا حتی ۱۰۰ سال رساند.<sup>۴۳</sup>

### ۱-۳-۲- کاهش زمان ساخت

استفاده از سیستم ساختمان‌سازی صنعتی به دلیل تولید پیشرفته مکانیزه و فرآیند نصب ساده، می‌تواند موجب تکمیل سریع پروژه‌ها گردد.<sup>۴۴</sup> علاوه بر این، در فرآیند تولید صنعتی از آنجا که برخی از مراحل تولید در کارخانه و به صورت موازی انجام می‌شود، نیازی به رعایت سلسله مراتب و زنجیره‌های تولیدی نیست. بسیاری از مراحل تولید می‌تواند همزمان و به صورت موازی انجام شود. به طوری که مهندسان و کارگران تنها این قطعات را برای نصب به محل اجرای پروژه آورده و آن‌ها را به هم متصل می‌کنند.

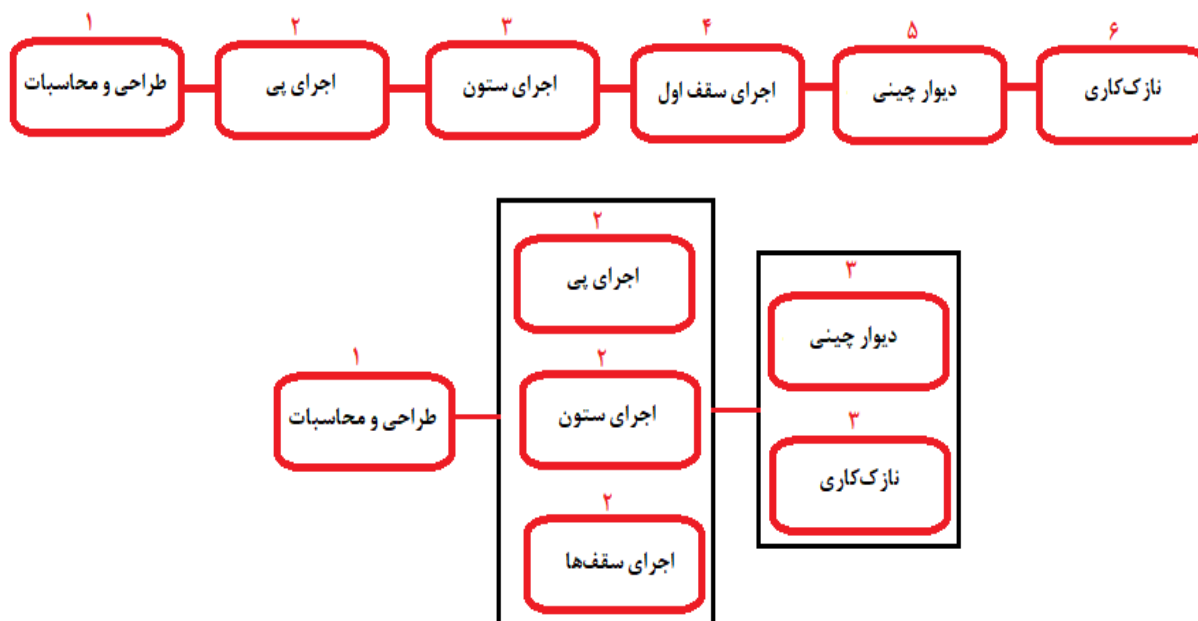
به عنوان نمونه در صورتی که بر تعداد طبقات ساختمانی افزوده شود، ساخت قطعات ساختمانی در طبقه بالاتر وابسته به اجرای قطعات در طبقه زیرین نیست و همین موضوع سرعت ساخت و ساز را افزایش و به تبع زمان ساخت و ساز را کاهش خواهد داد. شکل زیر مقایسه‌ای بین زمان اجرای ساخت در روش رایج و قدیمی با روش صنعتی‌سازی ساختمان را نشان می‌دهد.

<sup>41</sup> Thanoon, W.A.M., Peng, L.W., Abdul Kadir, M.R., Jaafar, M.S. and Salit, M.S. (2003) "The Experiences of Malaysia and Other Countries in Industrialized Building System in Malaysia". Proceeding on IBS Seminar. UPM, Malaysia.

<sup>42</sup> Qays, M., Mustapha, K.N., Mohammad, B.S. (2009) "Advantages of industrialized building system in Malaysia". Universiti Tenaga Nasional, Malaysia.

<sup>43</sup> رستم‌پور، عاطفه. (۱۳۸۹) «شناسایی و تحلیل موانع توسعه صنعتی‌سازی ساختمان در ایران». پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت تکنولوژی، گرایش انتقال تکنولوژی. دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی

<sup>44</sup> Masod, W. M. S. (2005) "Simulation of allocation activities of logistic for semi precast concrete construction: case study". UTM, Johor.



شکل ۱. مقایسه زمان ساخت بین روشهای نوین و قدیمی

سیستم‌های ساخت صنعتی در مرحله ساخت و اجرا بسیار سریع‌تر از روش‌های معمول ساخت هستند و زمان ساخت را بیش از ۵۰ درصد کاهش می‌دهند. بدین معنا که در صورت استفاده از روش‌های صنعتی در ساخت و ساز می‌توان در یک بازه زمانی معین، تعداد واحدهای مسکونی تکمیل شده را تا دو برابر افزایش داد. افزایش تعداد خانه‌های تولید شده علاوه بر حل سریع‌تر بحران کنونی مسکن، باعث ایجاد تعادل میان عرضه و تقاضا خواهد شد.<sup>۴۵</sup>

سرعت اجرای کار ساختمان در روش ابتدایی و رایج در ایران به طور متوسط ۳۴ ساعت و در کشورهای اروپایی ۲۴ ساعت برای هر مترمربع زیربنا است. در روش صنعتی با توجه به موارد مذکور زمان اجرا بین ۱۴ تا ۲۴ ساعت برای هر مترمربع برآورد شده است.<sup>۴۶</sup>

یکی از مهمترین تأثیرات افزایش سرعت ساخت، افزایش سرعت در گردش سرمایه و بازگشت سرمایه در کوتاه مدت و متناسب با شرایط اقتصادی جهت دوره‌های مختلف زمانی و شرایط جغرافیایی، اقلیمی و اجتماعی هر پروژه است.

<sup>۴۵</sup> رائین خواه، امیر و حسینی، عبدالله. (۱۳۹۴) «مروری بر تعاریف ارائه شده برای صنعتی‌سازی ساختمان و بررسی تأثیرات بالقوه آن در صنعت ساخت»، سومین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران و توسعه شهری و معماری، تهران، دانشگاه شهید بهشتی

<sup>۴۶</sup> رستم‌پور، عاطفه. (۱۳۸۹) «شناسایی و تحلیل موانع توسعه صنعتی‌سازی ساختمان در ایران». پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت تکنولوژی، گرایش انتقال تکنولوژی. دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی

### ۱-۳-۳- افزایش ایمنی در کارگاه

ایمنی در ساخت و ساز یکی از نکات برجسته در هنگام پیش تولید، ساخت و پس از ساخت و ساز است. بر اساس آمار سازمان بین‌المللی کار<sup>۴۷</sup> سالانه حداقل ۶۰ هزار نفر در سراسر جهان در پروژه‌های عمرانی جان خود را از دست می‌دهند و صدها هزار نفر مجروح یا دچار صدمه جدی می‌شوند.<sup>۴۸</sup> یکی از راهکارها برای کاهش میزان حوادث، جایگزینی فعالیت‌های پرریسک کارگاهی با فعالیت‌های با ریسک کمتر در کارخانه با محیط کنترل شده و ایمن است.<sup>۴۹</sup> صنعتی‌سازی ساختمان به دلیل به حداقل رساندن تعداد کارگران، مصالح و ضایعات در کارگاه ساختمانی می‌تواند محیط کاری ایمن و منظم ایجاد کند. از این رو حوادث ناشی از ساخت و ساز را به حداقل می‌رساند.

### ۱-۳-۴- حفاظت از محیط زیست

افزایش بهره‌وری از منابع طبیعی، کاهش نخاله‌های ساختمانی و بهینه شدن مصرف انرژی در ساختمان‌ها از مهم‌ترین تأثیرات صنعتی‌سازی روی محیط زیست هستند. صنعت ساخت و ساز به همراه صنایع غذایی یکی از بزرگترین مصرف‌کنندگان مواد اولیه کره زمین هستند. بر اساس آمار انستیتو نظارت جهانی<sup>۵۰</sup> بیش از ۴۰ درصد سنگ، شن و ماسه، ۲۵ درصد از چوب و ۱۶ درصد از آب مورد استفاده سالانه در جهان در صنعت ساختمان مصرف می‌شود. همچنین بر اساس تخمین این انستیتو سهم ساختمان‌ها از کل مصرف سالانه انرژی در جهان برای کشورهای عضو OECD بین ۲۵ تا ۴۰ درصد است.<sup>۵۱</sup> این در حالی است که این مصرف در کشور ایران بسیار بالاتر از میانگین جهانی است.

استفاده از سیستم‌های ساختمان‌سازی صنعتی در پروژه‌ها می‌تواند مکان‌های تمیز و ایمن‌تری را به دلیل ذخیره سیستماتیک قطعات و تحویل به موقع مصالح فراهم کند. علاوه بر این، مصالح ساختمانی در محل و ضایعات ناشی از انجام عملیات در کارخانه را کاهش می‌دهد و قابلیت استفاده مجدد و بازیافت مصالح در مراحل اولیه تولید را فراهم می‌کند.<sup>۵۲</sup>

<sup>47</sup> International Labour Organization (ILO)

<sup>48</sup> راثین خواه، امیر و حسینی، عبدالله. (۱۳۹۴) «مروری بر تعاریف ارائه شده برای صنعتی‌سازی ساختمان و بررسی تأثیرات بالقوه آن در صنعت ساخت»، سومین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران و توسعه شهری و معماری، تهران، دانشگاه شهید بهشتی

<sup>49</sup> Romeroa, R., Cebadora, S., Abad, J. (2014) "Modeling injury rates as a function of industrialized versus on-site construction technique". Barcelona-Spain.

<sup>50</sup> World Watch Institute

<sup>51</sup> Dimoudi, A., Tompa, C. (2008) "Energy and environmental indicators related to construction of office buildings". Resources, Conservation and recycling, Volume 53, Issues 1-2.

<sup>52</sup> Masod, W. M. S. (2005) "Simulation of allocation activities of logistic for semi precast concrete construction: case study". UTM, Johor.

بر اساس مطالعات مرکز پژوهش‌های مجلس، ساخت و ساز به روش رایج و معمول در کشور، به طور متوسط حدود ۱,۳۴ تا ۱,۶۴ تن نخاله را به ازای هر متر مربع ساختمان ایجاد می‌کند که هشدار پیامدهای زیست محیطی را به همراه دارد.<sup>۵۳</sup>

طی تحقیقی که سال ۲۰۰۶ در کشور مالزی انجام شد ۷۳ درصد از نخاله‌های تولیدی در روش صنعتی در محل تولید باز مصرف و بازیافت شده است. بر اساس نتایج این تحقیق منافع حاصل از کاهش تولید زباله و بازیافت آن چیزی در حدود ۲,۵ درصد بودجه‌ی پروژه خواهد بود.<sup>۵۴</sup>

با به کارگیری روش صنعتی سازی ساختمان، گرد و غبار و ذرات معلق در کارگاه ساختمانی به دلیل پیش ساخته سازی قطعات در کارخانه کاهش می‌یابد؛ بنابراین باعث کاهش آلودگی هوا در محل ساخت می‌شود. همچنین ممکن است سر و صداهای در محل به حداقل برسد؛ زیرا دیگر نیازی به ساخت داربست و کارگاه قالب سازی و پیاده سازی آن‌ها نیست.<sup>۵۵</sup>

از سوی دیگر با توجه به قابلیت نصب عایق‌های مختلف در حین ساخت، روش صنعتی می‌تواند از هدررفت انرژی در واحدهای مسکونی جلوگیری کند. بر اساس نتایج مطالعه انجام شده در کشور عراق در سال ۲۰۱۵ سیستم‌های ساخت صنعتی با عایق‌بندی درست می‌توانند تا ۵۴ درصد در کاهش مصرف انرژی و جلوگیری از هدر رفت موثر باشند. این میزان برابر با ۱۸ درصد از کل انرژی تولیدی سالیانه این کشور است.<sup>۵۶</sup>

### ۱-۳-۵- کاهش هزینه کلان اقتصادی

هزینه صنعتی سازی ساختمان را از دو دیدگاه می‌توان مورد بررسی قرارداد. دیدگاه اول در خصوص تأثیر صنعتی سازی بر روی قیمت تمام شده ساختمان‌ها و دیدگاه دیگر نگاه به امر صنعتی سازی ساختمان از نظر اقتصاد کلان و ایجاد تعادل میان عرضه و تقاضا در بازار است.

صنعتی سازی به صورت کلان بر افزایش راندمان تولید مسکن در سطح کشور، افزایش عمر مفید، کاهش نخاله‌های ساختمانی، صرفه جویی در مصرف انرژی، برقراری تعادل بین عرضه و تقاضا و هزینه نگهداری تأثیر

<sup>۵۳</sup> دفتر زیربنایی مرکز پژوهش‌های مجلس. (۱۳۹۱) «بررسی فرآیند صنعتی سازی ساختمان و الزامات آن»

<sup>۵۴</sup> راثین خواه، امیر و حسینی، عبدالله. (۱۳۹۴) «مروری بر تعاریف ارائه شده برای صنعتی سازی ساختمان و بررسی تأثیرات بالقوه آن در صنعت ساخت»، سومین کنگره بین المللی مهندسی عمران و توسعه شهری و معماری، تهران، دانشگاه شهید بهشتی

<sup>۵۵</sup> Qays, M., Mustapha, K.N., Mohammad, B.S. (2009) "Advantages of industrialized building system in Malaysia". Universiti Tenaga Nasional, Malaysia.

<sup>۵۶</sup> Ammar, W., Abbood, K. (2015) "Achieving energy efficiency through industrialized building system for residential buildings in Iraq". International journal of sustainable built environment, Iraq.

مثبت دارد و برخی از سازندگان مسکن اعلام می‌کنند که استفاده از سیستم‌های نوین ساختمانی کم هزینه‌تر خواهد بود.

در صورتی که با دیدگاه قیمت تمام شده به موضوع نگاه شود، بررسی برخی از مطالعات به افزایش ۷ الی ۱۰ درصدی در هزینه تمام شده با این روش اشاره دارند. این روش شاید به دلیل عدم ساخت و ساز به تعداد انبوه، توجیه اقتصادی نداشته باشد یا آنکه منافع حاصل از سیستم‌های نوین ساختمانی از جمله کیفیت بالاتر، کاهش هدررفت مصالح، افزایش سرعت ساخت، ایمنی بیشتر و مسائل محیط‌زیستی در محاسبه هزینه‌ها تأثیر داده نشده است. البته ذکر این نکته حائز اهمیت است در ابتدای برنامه صنعتی‌سازی، هزینه‌ها بالاست و تا زمانی که پیمانکاران و عموم جامعه با این روش آشنا نشوند نقطه بهینه هزینه‌کرد، حاصل نخواهد شد.

### ۱-۳-۶- استفاده از نیروی کار متخصص

یکی دیگر از مزایای صنعتی‌سازی مسکن، بهبود شرایط استفاده از نیروی کار تحصیل کرده و متخصص است که با در نظر گرفتن وجود نیروی کار جوان بالقوه تحصیل کرده طبیعی است. به همین دلیل این روش اهمیت دو چندان پیدا می‌کند. با توجه به روند رو به رشد سطح تحصیلات اقشار جامعه، در بلندمدت بازار تولید ساختمان‌های با روش معمول با کمبود نیروی کار ساده مواجه خواهد شد؛ چرا که نیروی کار تحصیل کرده دیگر مایل نخواهد بود به عنوان یک کارگر ساده نسبت به ساخت و اجرای ساختمان مبادرت ورزد.

بر اساس آخرین نتایج آمار نیروی کار، جمعیت فارغ‌التحصیل و دانشجویان کشور ۱۳ میلیون و ۱۵۱ هزار و ۳۹۲ نفر اعلام شده است که از کل این جمعیت حدود ۷ میلیون و ۶۰۰ هزار نفر معادل ۵۷,۷ درصد جمعیت فارغ‌التحصیل یا در حال تحصیل در گروه جمعیت بیکار قرار دارند و از ظرفیت اقتصادی آن‌ها استفاده نمی‌شود. بدین ترتیب در صورت گسترش روش‌های صنعتی، لزوم آموزش نیروهای شاغل مجرب و تحصیل کرده در این صنعت نیز امری بدیهی و الزامی خواهد بود و این اقدام به ساخت اصولی و با کیفیت بالای مسکن و افزایش اشتغال در کشور کمک بسزایی خواهد کرد.

### ۱-۴- تاریخچه صنعتی‌سازی در جهان

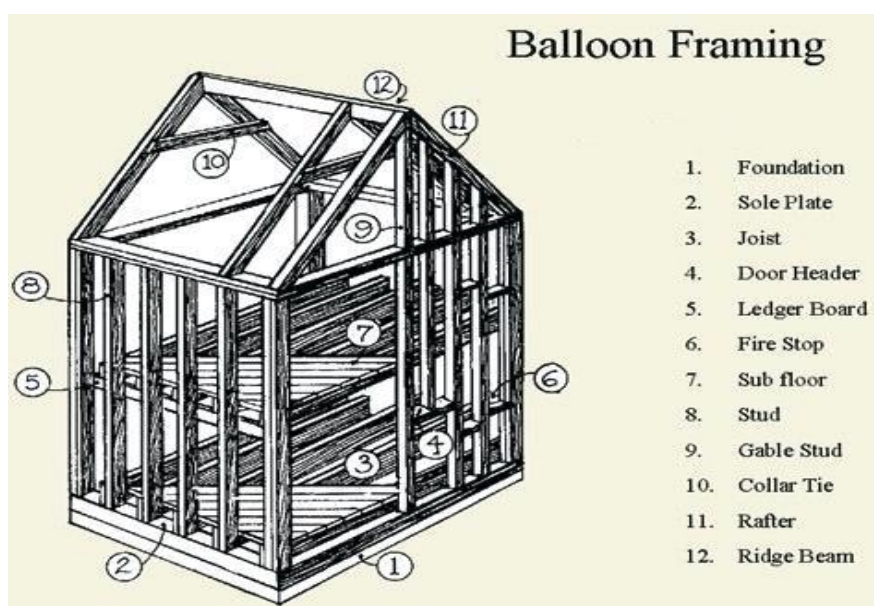
به طور کلی تلاش برای صنعتی کردن تولید ساختمان را می‌توان به سه دوره تاریخی تقسیم‌بندی کرد:

#### ۱-۴-۱- دوره اول

ایده تهیه قطعات پیش‌ساخته به قرن هفدهم بر می‌گردد. بریتانیایی‌های مقیم آمریکا، از دیوارهای پیش‌ساخته متشکل از قاب‌های چوبی، استفاده می‌کردند؛ چرا که به راحتی در داخل انبار کشتی‌ها جا داده شده و قابل حمل بودند. آن‌ها زمان محدودی از لحظه رسیدن کشتی به مهد تمدن جدید تا شروع فصل سرما برای ساخت

مسکن فرصت داشتند؛ لذا می‌بایست در کوتاه‌ترین مدت و با حداقل زحمت می‌توانستند سرپناهی برای خود تهیه کنند. این وضعیت اضطراری به پیدایش سیستمی آمریکایی معروف به قاب چوبی<sup>۵۷</sup> منجر شد که تا امروز هم کاربرد دارد.

در ادامه وقوع انقلاب صنعتی در اواسط قرن هجدهم، زمینه‌ساز بسیاری از تحولات صنعتی و ماشینی‌شدن سیستم‌های تولیدی شد. در این سال‌ها، تأمین آهن به روش صنعتی میسر گردید و از آن به عنوان ماده‌ای تازه جهت ساخت ماشین‌آلات به کار گرفته شد. در سال ۱۷۸۰ آهن به عنوان ستون چدنی جهت ساخت کارخانجات و لزوم استفاده از دهانه‌های بزرگ جهت تولید صنعتی مطرح و در سال ۱۸۵۰ پیشنهاد استفاده از اسکلت فلزی در ساخت خانه‌های مسکونی عملیاتی گردید.<sup>۵۸</sup>



شکل ۲. سیستم آمریکایی معروف به قاب چوبی

<sup>۵۷</sup> Ballon Frame

<sup>۵۸</sup> رستم‌پور، عاطفه. (۱۳۸۹) «شناسایی و تحلیل موانع توسعه صنعتی سازی ساختمان در ایران». پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت تکنولوژی، گرایش انتقال تکنولوژی. دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی

با وجود آنکه تئوریسین هایی چون آلبرت بمیس<sup>۵۹</sup> در آمریکا، نیوفرت<sup>۶۰</sup> در آلمان و پژوهشگرانی چون دالبرگ<sup>۶۱</sup> و برگ وال<sup>۶۲</sup> در سوئد ظهور کردند؛ تا دوران پس از جنگ جهانی دوم پیشرفت اساسی در این زمینه آغاز نگردید.<sup>۶۳</sup>

#### ۱-۴-۲- دوره دوم

با پایان یافتن جنگ جهانی دوم، اولین موضوعی که کشورها را به خود مشغول کرد بازسازی ویرانی های حاصل از این جنگ بود. وسعت و تعداد بالای واحدهای مسکونی تخریب شده و بی خانمانی تعداد زیادی از افراد، دولت ها را به فکر راهکاری برای تسریع در امور ساخت و ساز انداخت.

در همین راستا مهندسان اروپای غربی، گروه طراحی اروپا<sup>۶۴</sup> را متشکل از پنج کشور بریتانیا، آلمان، فرانسه، ایتالیا و سوییس تأسیس کردند و مشغول پژوهش در زمینه صنعتی سازی ساختمان شدند. از سال های میانی دهه ۵۰ قرن بیستم، تشکلهای صنعتی آغاز به کار کردند و در سال های پایانی دهه شصت و اوایل دهه هفتاد به اوج خود رسیدند.

این دوران با تأسیس کارخانجات بسیار بزرگ جهت تولید قطعات ساختمان با بهره گیری از سیستم های متنوع آغاز شد و به نیازهای فیزیکی کشورهای مختلف پاسخ گفت. بر این اساس با توجه به کاربرد مصالح سنگین و پر حجم مانند بتن و سیستم های ساختمانی بسته<sup>۶۵</sup>، روش صنعتی در تقابل با فردگرایی و لیبرالیسم غرب قرار گرفت و به تدریج از اواخر دهه ۶۰ میلادی توجه به تولید ساختمان به این روش کاهش یافت.

#### ۱-۴-۳- دوره سوم

دوره سوم یا مرحله فراصنعتی از اوایل دهه ۷۰ میلادی قرن بیستم آغاز گردید. در این مرحله سعی بر آن بود تا همزمان با تولید ساختمان به روش صنعتی، سیستم باز<sup>۶۶</sup> نیز معرفی گردد تا براساس آن قطعات و اجزای ساختمان به صورت نامحدود تولید و طرح های متنوعی جهت پاسخگویی به نیازهای گوناگون افراد ایجاد گردد. سیستم های ساخت باز به سیستم هایی اطلاق می شود که در آن امکان به کارگیری عناصر ساختمانی دیگر در

<sup>59</sup> Albert Bemis

<sup>60</sup> Neufert

<sup>61</sup> Dalberg

<sup>62</sup> Berg Wall

<sup>۶۳</sup> رستم پور، عاطفه. (۱۳۸۹) «شناسایی و تحلیل موانع توسعه صنعتی سازی ساختمان در ایران». پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت

تکنولوژی، گرایش انتقال تکنولوژی. دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی

<sup>64</sup> Europe Design

<sup>65</sup> Closed

<sup>66</sup> Open System

آن وجود دارد و می‌تواند ظرفیت طیف وسیعی از واحدهای تولیدی را به کار گیرد. مانند: انواع قاب‌های بتنی، فلزی، انواع LSF.<sup>۶۷</sup>

در مرحله فراصنعتی استفاده از مصالح سنگین ساختمانی مانند بتن سنگین در تولید ساختمان کاهش یافت و فناوری ساختمان سازی بر مبنای استفاده از مصالح ساختمانی سبک متحول گشت.<sup>۶۸</sup>

در روش صنعتی، کارخانه‌ای بزرگ در هر منطقه جغرافیایی واقع شد و به طور کلی بازار تولید ساختمان به روش صنعتی، تبدیل به بازار رقابتی گشت و در آن هر یک از شرکت‌ها سعی در ارائه ابتکارات خود در چارچوب مشخص کردند. سیستم ایمبکس<sup>۶۹</sup> با کاربرد وسیع در ساخت ساختمان‌های سریع و موقت، نمونه‌ای از نوآوری‌های اخیر در صنعت ساختمان است. در مرحله فراصنعتی با کاربرد سیستم باز در مقایسه با مرحله صنعتی، مصالح و قطعات ساختمانی سبک‌تر، تنوع در تولید و به تبع حق انتخاب افراد در گزینش ساختمان، بیشتر و نقش اتوماسیون و کامپیوتر در ایجاد سیستم‌های ساختمانی بهینه و مصالح و قطعات ساختمانی افزایش یافته است.<sup>۷۰</sup>

در همین خصوص لوکوربوزیه در کتاب خود با عنوان «به سوی معماری نوین» آورده است: «دوران جدیدی آغاز شده است. خانه‌سازی یک مشکل در زمان ماست و توازن ساختار اجتماعی ما به حل آن بستگی دارد. لذا صنعت باید توانایی هدایت ساختمان سازی و تولید انبوه عناصر مجزای ساختمان را داشته باشد».<sup>۷۱</sup>

این بیانیه‌ها و تلاش‌های کنگره بین‌المللی معماری مدرن<sup>۷۲</sup> (CIAM) بی‌تأثیر نماند و اثرات شگرفی در ساختمان سازی قرن بیستم ایجاد کرد. چنانکه سهم ساختمان سازی صنعتی در جهان نسبت به حجم کل ساختمان سازی به سرعت رشد پیدا کرد. برای مثال این سهم در آلمان، فرانسه، سوئد، ژاپن، روسیه و بریتانیا بین ۲۰ تا ۸۰ درصد رسید.<sup>۷۳</sup>

ژاپن به عنوان یکی از پیشگامان صنعتی سازی از جمله نخستین کشورهایی است که مسکن را به روش صنعتی تولید کرد. ژاپن برای رسیدن به اهداف خود در زمینه صنعتی سازی مسکن برنامه‌ریزی‌های متعددی انجام داد

<sup>۶۷</sup> Lightweight Steel Frames

<sup>۶۸</sup> رستم‌پور، عاطفه. (۱۳۸۹) «شناسایی و تحلیل موانع توسعه صنعتی سازی ساختمان در ایران». پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت تکنولوژی، گرایش انتقال تکنولوژی. دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی

<sup>۶۹</sup> IBEX

<sup>۷۰</sup> همان

<sup>۷۱</sup> آصفی، مازیار، هاشم‌پور، پریسا و مهاجری، مظفر. (۱۳۹۶) «امکان‌سنجی روش‌های صنعتی سازی ساختمان در تولید مسکن اسلامی». فصلنامه پژوهش‌های معماری اسلامی، ۴(۵)، صص ۳۴-۱۵

<sup>۷۲</sup> Congrès internationaux d'architecture moderne

<sup>۷۳</sup> همان



به عنوان نمونه با تأمین وام بلند مدت بانکی با شرایط مناسب، بستر ایجاد کارخانه‌های انبوه‌سازی مسکن را فراهم کرد.

## ۱-۵- وضعیت ایران در صنعتی سازی ساختمان

در ایران از سال ۱۳۳۰ تاکنون در جهت تولید ساختمان به روش‌های صنعتی بارها اقداماتی بعمل آمده است. کارخانه‌های خارجی زیادی با صرف هزینه‌های کلان سرمایه‌گذاری کرده و وارد کشور شدند. کارخانه تولید قطعات پیش‌ساخته در سال ۱۳۳۰ توسط سازمان مسکن آغاز به کار کرده و «شرکت کوی کاد نارمک» با نظارت بانک ساختمانی<sup>۷۴</sup> با عناصر پیش‌ساخته این کارخانه بنا شد. به دنبال آن کارخانه خانه‌سازی ریما سال ۱۳۳۴ تحت لیسانس انگلستان احداث گردید.<sup>۷۵</sup>

در سال ۱۳۵۱ تعداد هفت کارخانه با فناوری اتحاد شوروی توسط دولت وقت ایران تأسیس و در شهرهای مختلف به نام خانه‌سازی لویزان، خانه‌سازی باختران و غیره به تولید رسیدند. در مجموع بیست کارخانه سازنده قطعات بتنی و بیش از صد کارخانه سازنده اجزای پیش‌ساخته ساختمان پیش از انقلاب به کشور وارد گردید. وجود این حجم از کارخانه‌ها در تأمین نیازهای مربوط به تولید مسکن بسیار ناچیز بوده و اگرچه دولت در ایجاد واحدهای مسکونی از فناوری صنعتی استفاده نموده؛ اما به دلیل سهم ناچیز در تولید مسکن و عدم استفاده وسیع از ظرفیت‌های تولید انبوه، استفاده از فناوری پیشرفته در تولید مسکن محدود ماند.<sup>۷۶</sup> شهرک‌های اکباتان، آپادانا و قدس (غرب) نمونه‌هایی از صنعتی‌سازی در ایران است که در سال‌های پیش از انقلاب اجرا شده‌اند.

<sup>۷۴</sup> بانک ساختمانی از جمله موسسات مالی فعال در صنعت ساختمان بود که بر طبق قانون اعطای اختیارات، مصوب بیستم مرداد ماه ۱۳۳۱، در دولت محمد مصدق تاسیس شد.

<sup>۷۵</sup> رستم‌پور، عاطفه. (۱۳۸۹) «شناسایی و تحلیل موانع توسعه صنعتی‌سازی ساختمان در ایران». پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت تکنولوژی، گرایش انتقال تکنولوژی. دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی

<sup>۷۶</sup> عیسی‌خانی، ویدا و مومنی، کوروش. (۱۳۹۱) «نگاهی به تاریخچه و روند تکامل صنعتی‌سازی در ساختمان از زمان ساختمان‌های ابتدایی تا پیشرفت در عصر حاضر». اولین همایش ملی اندیشه‌ها و فناوری‌های نو در معماری، تبریز



شکل ۳. نمای بالا از شهرک اکباتان

پس از انقلاب نیز در سال ۱۳۷۸ تعداد ۱۱ واحد تولیدکننده قطعات سنگین بتنی، ۱۵ واحد تولیدکننده قطعات سبک ساختمانی، ۴ واحد تولیدکننده صنایع و تجهیزات قالب‌بندی و مابقی تولیدکننده قطعات فلزی سنگین و پوشش‌های سقف در کشور مشغول به فعالیت بودند. مسکن مهر نخستین تجربه کشور در صنعتی‌سازی ساختمان پس از انقلاب بود. پروژه ۵۴۰۰ واحدی فاز ۵ و پروژه ۱۱۰۰ واحدی فاز ۳ پرنده از نمونه‌های اولیه این سیستم ساخت و ساز بوده است.



شکل ۴. واحدهای صنعتی‌سازی در مسکن مهر پرنده

در حال حاضر با تمام مزایای موجود در کشور تاکنون تنها دو الی چهار درصد از حجم ساخت و سازها به صنعتی‌سازی اختصاص داده شده است. در حالی که این شاخص در سایر کشورها بین ۲۰ تا ۸۰ درصد متغیر است.<sup>۷۷</sup>

<sup>۷۷</sup> رستم‌پور، عاطفه. (۱۳۸۹) «شناسایی و تحلیل موانع توسعه صنعتی‌سازی ساختمان در ایران». پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت تکنولوژی، گرایش انتقال تکنولوژی. دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی

ذکر این نکته حائز اهمیت است که با گذشت نزدیک به ۷ دهه از ورود سیستم صنعتی سازی به کشور، همواره اصول کلی سیستم به بیگانگان وابستگی داشته و کارشناسان و متخصصین ایرانی در طراحی و ایجاد سیستم پیش ساخته مداخله بنیادی نداشته‌اند.

در واقع به جای تقلید سطحی از غرب، مسئولان باید سیر تحولات مربوط را در آن کشورها با توجه به شرایط فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی به وجود آورنده آن‌ها و در رابطه با سازمان صنعت ساختمان آن کشورها مورد مطالعه قرار داده و با هدف درک اندیشه و مفاهیم اساسی، بدنبال یافتن فرمول‌ها و راهکارهایی متناسب با شرایط کشور، آداب و رسوم و حتی مناطق آب و هوایی باشند.

در حال حاضر صنعتی سازی ساختمان در کشور عمدتاً در ساخت سازه‌های بتنی با قطعات پیش ساخته و بکارگیری پانل‌ها و بلوک‌های جدید، استفاده از تجهیزات نوین تأسیساتی و غیره به صورت محدود انجام می‌شود. بنابراین صرف ساخت بخشی از قطعات در کارخانه‌ها و استفاده محدود از آن‌ها به روند شکل‌گیری ساخت صنعتی کمکی نخواهد کرد. علاوه بر این کشور برای دستیابی به حرف واحد نیازمند مقررات و آیین نامه‌هایی جهت کنترل ساختمان‌های ساخته شده با این سیستم است.

به طور کلی دستیابی به صنعتی سازی ساختمان فرآیندی نسبتاً زمان‌بر است که با سیاست گذاری، هدف گذاری، برنامه ریزی، تدوین قوانین مناسب و مدیریت هماهنگ صنایع وابسته، میسر خواهد شد. در این راستا لازم است هم‌زمان با انجام طرح‌های پژوهشی کاربردی در کشور، سیستم‌ها و فناوری‌های مطرح روز دنیا نیز مورد بررسی دقیق قرار گرفته و امکان‌سنجی بومی سازی و حصول اطمینان از قابلیت انطباق آن‌ها با الگوهای ساخت و ساز متداول در کشور انجام شود.

برای رسیدن به این هدف در برنامه چهارم توسعه کشور، حرکت به سمت تولید صنعتی ساختمان به عنوان یک راهبرد اصلی پیش‌بینی گردید و به استناد بند «د» تبصره ۶ قانون بودجه سال ۱۳۸۶ که هم‌اکنون تبدیل به «قانون ساماندهی و حمایت از تولید و عرضه مسکن» مصوب سال ۱۳۸۷ شده است، کشور باید به سمت صنعتی سازی ساختمان گام بردارد.

## فصل ۲. چالش‌های صنعتی سازی در ایران

بر اساس تجارب سال‌های گذشته، تلاش برای صنعتی‌سازی در کشور بدون سیاست‌گذاری مناسب و عدم توجه به حل مشکل به صورت بنیادی و توسعه پایدار همواره با شکست مواجه شده است. از آنجایی که صنعتی‌سازی فرآیندی زمان‌بر بوده و برخی از ذینفعان سود خود را در عدم بکارگیری این سیستم در کشور می‌بینند، با موضع‌گیری‌های مخالف موجب تأخیر و حتی مسکوت ماندن اجرای آن خواهند شد.

بنابراین سیاست‌های کلان باید به گونه‌ای تدوین گردد که با استفاده از ابزارهای حاکمیتی، دو بخش افزایش تولید مسکن و مهار سوداگری بصورت توأمان مورد توجه قرار گیرد. در غیر این صورت اتخاذ راهکارهای ناقص و کوتاه‌مدت، مشکلات موجود بر سر راه تولید مسکن را بحرانی‌تر خواهد کرد.

نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه بالا، سوداگری در بخش زمین، نقص و عدم انسجام در سیاست‌گذاری‌های کلان کشور، کمبود دانش فنی و آشنایی و تجربه کم پیمانکاران و مردم جامعه با روش‌های صنعتی به عنوان اصلی‌ترین چالش‌های سیستم صنعتی‌سازی ساختمان ارائه می‌شوند.

### ۲-۱- نیاز به سرمایه اولیه بالا

بهره‌گیری از یک فناوری جدید همواره با هزینه‌های مختلفی از جمله مطالعات جامع، نمونه‌سازی و آزمایش‌های متعدد، آموزش و ... همراه بوده و از آنجا که در ابتدای ظهور آن، میزان تقاضا کم است، معمولاً در ابتدای کار هزینه بیش‌تری هم از لحاظ زمانی و هم از لحاظ مالی نسبت به روش‌های معمول دارد.

از طرف دیگر استفاده از روش صنعتی، منابع مالی زیادی را به عنوان سرمایه اولیه برای هزینه ساخت کارخانه، واحد خدمات و پشتیبانی، آزمایشگاه‌های سازه مجهز و خرید ماشین‌آلات و تجهیزات خاص، خرید قالب‌ها و هزینه سیستم‌های کنترلی و هدایت خودکار، نیاز خواهد داشت.<sup>۷۸</sup>

از این رو عدم سرمایه‌گذاری در بخش صنعتی‌سازی مسکن را می‌توان از دو زاویه مورد بررسی قرار داد. دیدگاه اول عدم سرمایه‌گذاری ناشی از نبود منابع مالی در کشور است. در این حالت راه‌حل‌های موجود شامل حمایت مالی دولت از سازندگان به عنوان تأمین‌کننده سرمایه و همچنین موضوع جذب سرمایه خارجی خواهد بود.<sup>۷۹</sup>

<sup>۷۸</sup> Abedi, M., Fathi, M. S., Mirasa, A. K. (2011) "Establishment and Development of IBS in Malaysia". International Building and Infrastructure Technology Conference (BITECH 2011), Penang, Malaysia.

<sup>۷۹</sup> راثین خواه، امیر و حسینی، عبدالله. (۱۳۹۴) «بررسی چالش‌های صنعتی‌سازی ساختمان در ایران و پیشنهاد راهکارهای عملی»، سومین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران و توسعه شهری و معماری، تهران، دانشگاه شهید بهشتی

در صورتی که از زاویه دیگری به این مطلب توجه شود، می‌توان عدم سرمایه‌گذاری در بخش مسکن را ناشی از ریسک بالای آن برای سرمایه‌گذاران دانست. به عبارت دیگر وجود ریسک پایین در ساخت مسکن به روش قدیمی و همچنین بازدهی مناسب آن برای سرمایه‌گذاران، حتی سرمایه‌افراد غیر متخصص نیز به استفاده از روش قدیمی جذب شده است.

استفاده از مصالح نوین و ابزارهای صنعتی، به افزایش قیمت تمام شده مسکن منجر می‌شود، لذا تقاضا برای ساختمان‌هایی که از این مصالح و امکانات استفاده می‌کنند به دلیل پایین بودن قدرت خرید خانوارها، عموماً پایین بوده و به تبع آن سازندگان نیز تمایل کمتری به استفاده از این روش خواهند داشت.

## ۲-۲- سهم عمده زمین در هزینه ساختمان

به طور کلی می‌توان اینطور بیان کرد که در کشور، هزینه‌های تولید ساختمان به دو بخش کلی «قیمت خرید زمین» و «هزینه ساخت» شامل طراحی، تأمین مصالح ساختمانی، دستمزد کارگران، صدور پروانه و ... تقسیم می‌شود.

بر اساس آمارهای رسمی به طور میانگین حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد از قیمت تمام شده واحدهای مسکونی مربوط به زمین است. بنابراین در ساخت‌وسازها عامل اصلی تشکیل دهنده قیمت مسکن، قیمت زمین است و از آنجا که به دلیل سوداگری در بخش مسکن، طی سال‌های متمادی قیمت زمین افزایش قابل توجهی داشته، قیمت مسکن نیز همراه با این مولفه بالا خواهد رفت.

به عنوان نمونه طبق داده‌های وزارت راه و شهرسازی، طی دوره ۱۳۷۱-۱۳۹۴ در شهر تهران، بهای زمین ۱۲۸ برابر و مسکن ۸۸ برابر شده است.<sup>۸۰</sup> همچنین براساس گزارش مرکز آمار، قیمت فروش یک مترمربع زمین یا زمین ساختمان مسکونی کلنگی در بهار ۱۳۹۸ نسبت به بهار ۱۳۹۷ در شهر تهران ۱۷۴٫۶ درصد رشد یافته؛ در حالی که این رشد برای قیمت یک مترمربع واحد مسکونی ۱۰۹٫۶ درصد بوده است.

بنابراین در شرایطی که ۶۰ درصد قیمت ساخت را زمین، حدود ۲۰ درصد آن را مصالح و کل هزینه‌های مربوط به مطالعه، طراحی، اجرا چیزی در حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد هزینه تمام شده ساختمان را به خود اختصاص می‌دهند. هزینه‌های ساختمانی که با صنعتی‌سازی قابل کاهش و برنامه‌ریزی است، به دلیل تأثیر زیاد قیمت زمین در قیمت نهایی ساختمان عملاً میزان زیادی نخواهد شد و به همین علت مزایای اقتصادی استفاده از روش‌های صنعتی کم‌رنگ شده و انگیزه مالی برای ترغیب خریداران ایجاد نمی‌گردد. به عبارت بهتر تا زمانی

<sup>۸۰</sup> قلی‌زاده، علی اکبر. (۱۳۹۶) «پیشنهاد اصلاح مالیات بر املاک (با تأکید بر عایدی سرمایه)»، گزارش معاونت امور اقتصادی وزارت امور

که سوداگری در زمین موجب رشد غیرمنطقی قیمت مسکن گردد؛ رقابت برای تولید با کیفیت و قیمت مناسب برای مصرف‌کنندگان نهایی معنایی نخواهد داشت.

## ۲-۳- عدم سیاست‌گذاری‌های کلان

یکی از حلقه‌های اصلی در فرآیند برنامه‌ریزی سیستم، سیاست‌گذاری است. جایگاه سیاست‌گذاری پس از تدوین اهداف و قبل از برنامه عملیاتی است.<sup>۸۱</sup> به طور کلی در بخش سیاست‌گذاری صنعتی‌سازی ساختمان رویکرد باید تغییر کفه ترازو باشد.

به منظور دستیابی به این رویکرد تدوین و نگارش طرح جامع صنعتی‌سازی در کشور توسط دستگاه‌های ذیربط امری ضروری است و در این راستا مهم‌ترین حمایت دولت، تشویق و ارائه راهکارهایی در جهت اجرای صحیح و اصولی ساختمان‌های با کیفیت و دوام مطلوب است و در مقابل افزایش تدریجی هزینه ساخت برای سازندگان که از روش معمول و قدیمی استفاده می‌کنند.

به عبارت دیگر سیاست‌گذاری درست و مناسب توسط حاکمیت، سازندگان را به تولید ساختمان بر اساس اهداف توسعه بخش مسکن مانند سیستم‌های صنعتی ساختمان هدایت می‌کند و همین امر توان رقابت با سیستم‌های رایج و ابتدایی را به این نوع از ساخت و ساز خواهد داد.

از طرف دیگر، ضروری است جهت هماهنگی و ایجاد حرف واحد بین دستگاه‌ها و ذینفعان در امور بخش ساختمان، شورا یا مجموعه‌ای ایجاد گردد. به همین منظور تصمیم‌گیری‌های نهایی، تحقیق و توسعه و حتی قوانین مورد نیاز زیر نظر آن‌ها فرآیند خود را طی خواهد کرد و به مرحله اجرا می‌رسد.

به عنوان مثال در کشور چین در سال ۱۹۹۸، مرکزی با عنوان مرکز توسعه صنعتی‌سازی مسکن<sup>۸۲</sup> در وزارت مسکن و توسعه شهری و روستایی آن کشور به منظور افزایش کیفیت ساختمان‌های مسکونی با استفاده از صنعتی‌سازی ایجاد شد. در سال ۱۹۹۹، هشت مرکز از شورای دولتی به منظور ارتقاء کیفیت مسکن، صدور سند رسمی را در دست گرفتند. این مرکز در ادامه با راهنمایی از برخی آژانس‌های همکاری بین‌المللی ژاپنی متخصص در زمینه فناوری‌های ساختمان اقدام به تهیه استانداردها و مدارک فنی مختلفی نمود. در نهایت با

<sup>۸۱</sup> مهدوی، احسان، بالادهی، سیدحسین ساداتی و منصورخاکی، علی. (۱۳۸۹) «بررسی اهمیت صنعتی‌سازی ساختمان و ارائه راهبردهای لازم جهت فراگیر نمودن آن»، سومین همایش مقاوم‌سازی و مدیریت شهری، خمین، دانشگاه آزاد اسلامی

<sup>۸۲</sup> Housing Industrialization Promotion Centre

استفاده از کمک‌های فنی خارجی موفق به تعریف خط مشی «سیستم گواهینامه‌ی عملکردی ساختمان‌های مسکونی»<sup>۸۳</sup> در این کشور شد که این موضوع موجب بهبود وضعیت ساخت و ساز در چین شده است.<sup>۸۴</sup>

گفتنی است در کشور راهبری صنعتی‌سازی به مرکز تحقیقات راه و ساختمان و مسکن واگذار شده است تا فناوری‌های نوین ساختمانی را با توجه به شاخص‌های فنی و قانونی تأیید و نسبت به ترویج و توسعه این فناوری‌ها اقدام نماید.

با این وجود علی‌رغم انجام اقداماتی به منظور رونق صنعتی‌سازی ساختمان در کشور؛ این مهم به خوبی تحقق نیافته و روند ساخت و ساز بیانگر عدم پیشرفت مناسب و قدرتمند در این حوزه است. گواه بر این مدعا گزارش جلسه دوم شورای راهبردی صنعتی‌سازی ساختمان در تاریخ ۲۲ خرداد ۱۳۹۸ است که می‌گوید: «ایران در نسل سوم ساختمان‌سازی و صنعت ساختمان قرار دارد؛ در حالی که دنیا در نسل ششم بوده و در سال آینده به نسل هفتم ساختمان‌سازی وارد می‌شود.»

علاوه بر این، جامعه‌ی صنعتی ساخت و ساز به ویژه دستگاه‌های دولتی برای برنامه ریزی و تعیین استراتژی، به اطلاعات جامع و کاملی نیاز دارند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که اطلاعات موجود درباره‌ی تولیدکنندگان واحدهای صنعتی ساختمان نه تنها به روز نبوده، بلکه از نوعی نابسامانی در آن حکایت دارد و اطلاعات موجود اعتبار لازم را ندارند.

از طرفی واژه‌هایی که در سیستم‌های نوین مورد استفاده قرار می‌گیرند. معمولاً تعاریف مشخص و استاندارد ندارند و بنا به تعبیر متفاوتی که از آن می‌گردد، بکار برده می‌شوند. بنابراین برای دستیابی به بانک اطلاعاتی منسجم و معتبر، لازم است واژه شناسی و طبقه بندی درستی از تعاریف ارائه شود.<sup>۸۵</sup>

## ۲-۴- عدم تولید انبوه واحدهای مسکونی صنعتی

صنعتی‌سازی ساختمان هنگام ساخت پروژه‌های بزرگ و در انبوه‌سازی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و در واقع در ابعاد کوچک و مساحت‌های کم، بصره و اقتصادی نیست.

<sup>83</sup> China's residential house performance certification system

<sup>84</sup> Zhang, X. L., Skitmore, M., Peng, Y. (2014) "Exploring the challenges to industrialized residential building in China". Journal of Habitat international, Elsevier Ltd.

<sup>85</sup> مهدوی، احسان، بالادهی، سیدحسین ساداتی و منصورخاکی، علی. (۱۳۸۹) «بررسی اهمیت صنعتی‌سازی ساختمان و ارائه راهبردهای لازم جهت فراگیر نمودن آن»، سومین همایش مقاومت‌سازی و مدیریت شهری، خمین، دانشگاه آزاد اسلامی

علاوه بر این محدودیت که در واقع یک محدودیت کلی و جهانی است در داخل کشور هم ضعف‌هایی وجود دارد که به نظر بزرگترین آن‌ها عدم صندوق سرمایه‌گذاری (تجمیع سرمایه)، کمبود شرکت‌های ساختمانی بزرگ و نبود امکانات لازم برای سرمایه‌گذاری‌های کلان در بخش ساختمان است.

در حال حاضر عمده واحدهای مسکونی کشور به دست نیروهای غیرمتخصص ساخته می‌شود و شرکت‌های ساختمانی و مهندسان نقش بسزایی در ساخت و ساز مسکن ندارند؛ به همین دلیل می‌توان گفت شرایط لازم برای سرمایه‌گذاری شرکت‌های ساختمانی فراهم نیست.<sup>۸۶</sup>

## ۲-۵- تجربه پیمانکاران، کارگران و جامعه

بر اساس بررسی‌های صورت گرفته، نیروی کار جامعه به تدریج به سمت اخذ تحصیلات عالی می‌رود و به همین دلیل در بلندمدت بازار تولید ساختمان‌های با روش قدیمی با کمبود نیروی کار ساده و اجرایی مواجه خواهد شد. مسئله‌ای که در حال حاضر کشور با آن روبرو شده است و عمده نیروهای شاغل ساختمانی از کشورهای همسایه (افغان) هستند. چرا که نیروی کار تحصیل کرده خود را مناسب کار در فعالیتهای سخت و به عنوان کارگر ساده تصور نمی‌کند. از طرف دیگر استفاده از کارگران مهاجر و بدون آموزش در کشور علاوه بر مسائل و مشکلات فرهنگی و اجتماعی، باعث خروج سرمایه و ارز از کشور می‌گردد. این در حالی است که اجرای ساختمان با روش صنعتی و فناوری‌های جدید نیاز به نیروهای مجرب و آموزش دیده دارد که دانشگاه‌ها و مراکز آکادمیک داخل کشور به علت فشرده بودن سرفصل‌های دوره کارشناسی و یا حتی کارشناسی ارشد، معمولاً اطلاعاتی از صنعتی‌سازی ساختمان و فرآیندهای آن در اختیار فارغ‌التحصیلان قرار نمی‌دهند. همچنین جهت ایجاد اطمینان، اعتماد و رشد اطلاعات در بین جامعه و تقاضای مصرفی، فرهنگ‌سازی و آموزش نقش بسزایی را ایفا می‌کند. این رشد اطلاعات موجب می‌شود که افراد جامعه بتوانند به راحتی کیفیت ساخت مسکن را تشخیص دهند و واحدهای مسکونی مناسب خود را انتخاب کنند.

پذیرش کلی جامعه تنها در صورت آگاهی از ویژگی‌ها و اثرات مثبت فناوری‌های جدید در کوتاه مدت و بلند مدت و درک جامع آن امکان پذیر خواهد بود. معرفی و آگاهی از عواملی همچون مقاومت در برابر زلزله، سرعت در اجرا و کاهش وزن که از اهداف تولید صنعتی است، اقبال عمومی را در جذب پدیده‌های نوین در ساختمان‌سازی افزایش خواهد داد.



## ۲-۶- نبود قیمت بهینه برای حامل‌های انرژی

بسیاری از کارشناسان، صنعتی‌سازی ساختمان را یکی از الزامات اصلاح ساخت و ساز مسکن در کشور عنوان می‌کنند و یکی از دلایل بی‌توجهی به این نوع ساخت و ساز را قیمت پایین انرژی و عدم تمایل سازندگان و مردم به صرفه جویی می‌دانند.<sup>۸۷</sup>

با صنعتی‌سازی ساختمان هزینه‌های مصرف انرژی به شکل قابل توجهی کاهش پیدا می‌کند. اما در شرایطی که هزینه انرژی در ساختمان‌ها بسیار اندک است، سازندگان تمایلی به ساخت خانه به روش صنعتی ندارند. در حال حاضر ارزان بودن قیمت انرژی انگیزه سازندگان را جهت ساخت و عرضه واحدهای مسکونی صنعتی و با کیفیت بالا، کاهش داده است. همین موضوع موجب شده تا کفه ترازو به سمت ساخت و ساز به روش قدیمی باشد و مادامی که این مسئله حل نشود تقاضای ساختمان‌های ساخته شده به روش صنعتی بالا نخواهد رفت و اصلاً رقابت بین این دو نوع روش ساخت معنایی نخواهد داشت.

<sup>۸۷</sup> راثین خواه، امیر و حسینی، عبدالله. (۱۳۹۴) «بررسی چالش‌های صنعتی‌سازی ساختمان در ایران و پیشنهاد راهکارهای عملی»، سومین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران و توسعه شهری و معماری، تهران، دانشگاه شهید بهشتی

### فصل ۳. راهبردهای گسترش صنعتی سازی ساختمان در کشور

تلاش برای پیشرفت در حوزه ساخت و ساز و ورود روش‌های نوین ساخت به کشور مستلزم تغییر رویکرد مسئولان و آحاد جامعه است. علاوه بر این اتخاذ سیاست‌های مطلوب و کارآمد می‌تواند در تسریع این موضوع کمک کند. در ذیل برخی از این سیاست‌ها و راهبردهایی که می‌تواند کفه ترازو را به نفع صنعتی سازی تغییر دهد شرح داده شده است:

#### ۳-۱- سیاست کنترل قیمت زمین در کشور

همانطور که گفته شد، به دلیل آنکه زمین بیش از ۶۰ درصد هزینه ساختمان را تشکیل می‌دهد، ساخت و ساز به روش صنعتی تأثیر چندانی در کاهش قیمت مسکن و افزایش دسترسی مردم برای خرید را ندارد؛ از این رو سازندگان برای ساخت و ساز به روش‌های نوین چندان رغبت ندارند.

یکی از عواملی که نقش تعیین‌کننده‌ای در قیمت زمین دارد، رونق بازار مسکن و سرعت ساخت و ساز است. در هر دوره‌ای که بازار مسکن رونق یافته، قیمت زمین نیز بالا رفته است. زمانی که انگیزه افراد برای سرمایه‌گذاری در بخش زمین و مسکن افزایش می‌یابد، میل سوداگری در بازار مسکن ابتدا روانه بازار زمین می‌شود، از این رو است که جهش قیمتی زمین همواره بیشتر از رشد قیمتی ساختمان در بازار مسکن است.

علاوه بر این، به دلیل محدود بودن زمین در کشور (عرضه ثابت)، در صورت فزونی تقاضا بر عرضه، قیمت آن افزایش می‌یابد. در صورتی که دولت‌ها در جهت حذف قیمت زمین از قیمت مسکن گام بردارند و از زمین‌های عمومی برای ساخت مسکن به روش صنعتی و نوین استفاده نمایند، علاوه بر رونق ساخت مسکن و کاهش قیمت آن، امکان کاهش تقاضای زمین فراهم خواهد شد و دلالتی بر عنوان یک فعالیت غیرمولد محدود می‌گردد.

در همین راستا بر اساس ماده ۱ قانون ساماندهی و حمایت از تولید و عرضه مسکن مصوب سال ۱۳۸۷، به منظور تأمین مسکن و سهولت دسترسی فاقدین مسکن به ویژه گروه‌های کم‌درآمد به خانه مناسب، ارتقاء کیفی و کمی مسکن تولیدی کشور، حمایت از سرمایه‌گذاری در تولید مسکن با استفاده از فناوری‌های نوین و تولید صنعتی مسکن، دولت موظف است از طریق تأمین زمین مناسب و کاهش یا حذف بهای زمین از قیمت تمام شده مسکن سازندگان را حمایت کند.

از سوی دیگر در راستای کنترل سوداگری و دلالتی در بازار زمین و مسکن، افزایش هزینه فعالیت‌های سوداگرانه با استفاده از سیاست‌های مالیاتی مانند اخذ مالیات بر ارزش زمین و مالیات بر عایدی سرمایه توصیه می‌شود

که به کاهش و حذف این دسته از تقاضاها (سوداگرانه) در بازار مسکن منجر خواهد شد و به تبع آن، افزایش قدرت خرید تقاضاهای مصرفی مردم را به دنبال خواهد داشت.

به عبارت بهتر بجای آنکه رقابت سازندگان در ساخت و ساز در جهت کاهش قیمت مسکن از طریق کاهش هزینه زمین باشد، با کنترل قیمت این مولفه توسط مسئولین، رقابت بر سر تولید با کیفیت و سریع خواهد رفت و یکی از مسائل بزرگ صنعتی سازی در کشور حل خواهد شد.

### ۳-۲- سیاست‌های معطوف به آگاهی سازی و توسعه آموزش

در صورت مدیریت درست سیستم آموزش عالی و حرکت به سمت استفاده از سیستم‌های ساخت صنعتی، صنعت ساختمان فضای کار وسیعی برای نیروهای تحصیل کرده هم در واحدهای صنعتی تولید مصالح ساختمانی و هم در کارگاه‌های ساختمانی نوین ایجاد خواهد کرد.

به عبارت دیگر با ایجاد تغییرات اندک در برخی از رشته‌های مرتبط با صنعت ساختمان و هدفمند نمودن این رشته‌ها، فعالیت فارغ‌التحصیلان آن‌ها در صنعت ساختمان با به کارگیری سیستم‌های ساخت صنعتی امکان پذیر خواهد بود. این موضوع موجب اشتغال جمع کثیری از تحصیل کرده‌های دانشگاهی که در حال حاضر بیکار هستند را فراهم خواهد کرد.

علاوه بر این، با توجه به اینکه تعداد بسیاری از کارگران بخش مسکن در کشور را افراد با تحصیلات پایین تشکیل می‌دهند، انتظار پیشرفت خود به خودی و قابلیت به کارگیری این کارکنان در سیستم ساخت‌های صنعتی امکان پذیر نخواهد بود. با توجه به وجود مشکلات مالی، این افراد معمولاً امکان یا تمایل به یادگیری و آموزش دیدن در موسسات خصوصی و آزاد را ندارند. از این رو ایجاد آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای در زمینه آموزش تولید صنعتی ساختمان امری اجتناب ناپذیر است.

این موضوع در حالی مطرح می‌شود که بر اساس ماده ۳۰ فصل ۶ آیین نامه اجرایی قانون ساماندهی و حمایت از تولید و عرضه مسکن، وزارتخانه‌های علوم، تحقیقات و فناوری، کار و امور اجتماعی و مسکن و شهرسازی حسب مورد، موظفند زمینه لازم را برای آموزش و تحقیقات کاربردی ساخت صنعتی و فناوری‌های روز صنعت ساختمان فراهم نمایند.

همچنین طبق تبصره این ماده، وزارت کار و امور اجتماعی با همکاری شهرداری‌ها، مهندسان و تشکل‌های حرفه‌ای و صنفی شاغل در بخش مسکن، موظفند آموزش و تربیت کارگران ماهر مورد نیاز اجرای این قانون را در حرفه مربوط، در قالب آیین نامه اجرایی ماده (۴) قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب ۱۳۷۴- و با بهره‌گیری از اعتبارات موضوع این قانون اجرا نمایند.



با این وجود این تکالیف تاکنون از سوی متولیان با قوت انجام نگرفته است و می‌توان گفت درصد بالایی از کارگران و پیمانکاران با صنعتی‌سازی ساختمان آشنایی لازم را ندارند.

همچنین جهت آگاهی‌رسانی و ایجاد شفافیت برای مقایسه بین روش قدیمی و صنعتی توسط متقاضیان مسکن، باید واحدهای مسکونی از طریق صدور گواهی کیفیت، مشخصات فنی و مصرف انرژی دسته‌بندی گردد. پس از این اقدامات باید از طریق برگزاری کلاس‌های آموزشی برای مردم و استفاده از روش‌های گوناگون تبلیغاتی در رسانه‌های جمعی، مجلات و روزنامه‌ها و از طریق پوسترهای تبلیغاتی با معرفی، نحوه‌ی کاربردی مزایای اقتصادی و اطمینان و رضایت اقشار جامعه را جلب نمود.<sup>۸۸</sup>

ذکر این نکته حائز اهمیت است که بر اساس ماده ۳۱ آیین نامه اجرایی قانون ساماندهی و حمایت از تولید و عرضه مسکن، سازمان صدا و سیما جمهوری اسلامی ایران و وزارت مسکن و شهرسازی موظف هستند با همکاری یکدیگر راهکارهای لازم برای ارتقای آگاهی مردم و جامعه مهندسی کشور در ارتباط با مزایای تولید صنعتی ساختمان، از جمله ساخت سریع، اقتصادی، مقاوم با فناوری‌های نوین، سازگار با محیط زیست و فرهنگ معماری ایرانی - اسلامی، صرفه جویی انرژی و سایر موارد را به مورد اجرا گذارند.

با این وجود از سال ۱۳۸۸ که این آیین نامه تصویب شده تاکنون هیچ گونه فعالیت ترویجی-مشارکتی در قالب برنامه‌های تلویزیونی و یا کلیپ‌های نمایشی که مستلزم معرفی سیستم‌ها و مزایای صنعتی‌سازی باشد یا ارائه نشده یا به تعداد کافی نبوده است. از این روی تسریع در ساخت و ارائه چنین برنامه‌هایی برای شناسایی جلب مشارکت در امر صنعتی‌سازی ساختمان، سیستم‌ها و مزایای هر کدام به جامعه و ذینفعان مورد تأکید است.

مضاف بر موارد مذکور ایجاد مراکز تحقیق و توسعه به منظور توسعه و بومی‌سازی دانش و تکمیل و ارتقا چرخه ایجاد و توسعه فناوری در واحدهای تولیدی از جمله راهکارهایی است که می‌تواند در استفاده دو چندان صنعتی‌سازی در کشور نقش داشته باشند. در این خصوص سیاست اتخاذ شده باید با توجه به شرایط خاص اقلیمی و مصالح بومی ایران استانداردهایی تهیه و تنظیم شوند تا ضمن همخوانی با شرایط ایران، صنعتگران و طراحان با دسترسی به آن‌ها چارچوب فعالیت و مسیر درست طراحی و ساخت را برگزینند. در همین راستا تهیه فهرست بهای متناسب با روش‌های صنعتی‌سازی ساختمان می‌تواند در برآورد هزینه‌ها نیز کارآمد باشد.

### ۳-۳- سیاست‌های ناظر بر تأمین مالی روش صنعتی‌سازی

از آنجایی که فاصله فناوری کشور با کشورهای صنعتی بسیار زیاد است؛ حمایت سازمان‌های ذیربط، دولت و بانک‌ها در تولید صنعتی ساختمان ضروری است. در نظر گرفتن اولویت و یا تغییر مبلغ وام ساخت و خرید

<sup>۸۸</sup> مهدوی، احسان، بالادهی، سیدحسین ساداتی و منصورخاکی، علی. (۱۳۸۹) «بررسی اهمیت صنعتی‌سازی ساختمان و ارائه راهبردهای لازم جهت فراگیر نمودن آن»، سومین همایش مقاومت‌سازی و مدیریت شهری، خمین، دانشگاه آزاد اسلامی

مسکن با توجه به روش ساخت می‌تواند به عنوان یک راه حل به منظور هدایت سازندگان به سوی صنعتی‌سازی مسکن عمل نماید.

ارائه وام خرید مسکن با نرخ سود کمتر و مدت بازپرداخت بیش‌تر برای ساختمان‌های مسکونی صنعتی می‌تواند مشوقی برای خریداران باشد و باعث افزایش تقاضا برای خرید واحدهای مسکونی صنعتی ساز گردد که به تبع سازندگان را به سمت ساخت خانه‌های با کیفیت بالاتر و با استفاده از روش‌های ساخت صنعتی سوق می‌دهد. گفتنی است این شیوه تشویق برای سازندگان، از طریق واگذاری وام ساخت توسط بانک مسکن اجرایی می‌شود. اما دو نکته حائز اهمیت برای این وام، میزان نرخ سود و بازپرداخت است که برای حمایت بیش‌تر از سازندگان صنعتی تمایز چندانی ایجاد نشده است. علاوه بر این، تسهیلات ارائه شده تنها به سازندگان پرداخت می‌گردد و برای خرید این نوع از ساختمان‌ها وامی متمایز از تسهیلات موجود در نظر گرفته نشده است.

صنعتی‌سازی در تعریف بانک مسکن که از ضوابط مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تدوین و ملاک عمل قرار گرفته، شامل روش‌های پیش‌ساخته، پیش‌مونتاز و کاربرد فناوری‌های نوین است که در این خصوص فناوری‌های مورد تایید و دارای گواهینامه فنی از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی به عنوان معیار پذیرش طرح‌های صنعتی‌سازی از جانب بانک قرار خواهد گرفت.

چنانچه سازنده‌های مسکن از فناوری‌های منتقل شده به کشور در زمینه صنعت ساختمان و همچنین روش‌های منتهی به ارتقاء بهره‌وری مصرف انرژی، برای ساخت و ساز استفاده کنند، بانک مسکن به ازای ساخت هر واحد مسکونی در تهران، مبلغ ۱۷۰ میلیون تومان تسهیلات بدون سپرده پرداخت خواهد کرد.

جدول ۱. تسهیلات بخش مسکن به تفکیک روش ساخت

منطقه	به صورت انفرادی و مجتمع سازی	به سازندگان حرفه ای	به سازندگان حرفه‌ای در صورت استفاده از فناوری نوین و کاهش مصرف انرژی
شهر تهران	۷۰ میلیون تومان	۱۴۰ میلیون تومان	۱۷۰ میلیون تومان
مراکز استان ها و شهرهای بالای ۲۰۰ هزار نفر جمعیت	۶۰ میلیون تومان	۱۳۰ میلیون تومان	۱۶۰ میلیون تومان
سایر شهرها	۵۰ میلیون تومان	۱۱۰ میلیون تومان	۱۳۰ میلیون تومان
کمتر توسعه یافته	۴۰ میلیون تومان	۹۰ میلیون تومان	۱۱۰ میلیون تومان

نرخ سود تسهیلات بدون سپرده در دوران مشارکت مدنی و فروش اقساطی ۱۸ درصد است و در اعطای تسهیلات مشارکت مدنی با استفاده از فناوری جدید، فناوری نوین و کاهش مصرف انرژی، یک درصد تخفیف نرخ سود در پایان قرارداد مشارکت مدنی اعمال می‌گردد که سود را به ۱۷ درصد می‌رساند.<sup>۸۹</sup>

مدت اولیه قراردادهای مشارکت مدنی در بخش مسکن، با توجه به نظر ارزیاب و حداکثر تا ۳۶ ماه با در نظر داشتن حجم پروژه، هزینه باقی‌مانده و میزان پیشرفت فیزیکی در زمان بازدید به شرح ذیل تعیین می‌گردد:

- تا ۵ واحد مسکونی حداکثر ۱۵ ماه، ۶ تا ۲۰ واحد مسکونی حداکثر ۲۱ ماه، ۲۱ تا ۵۰ واحد مسکونی حداکثر ۲۴ ماه
- ۵۱ تا ۱۰۰ واحد مسکونی حداکثر ۳۰ ماه، از ۱۰۱ واحد مسکونی و بیشتر حداکثر ۳۶ ماه.

علاوه بر این، به منظور تأمین مالی جهت توسعه صنعتی در کشور می‌توان اعتبارات یارانه‌ای محل صرفه‌جویی‌های حاصل از صنعتی‌سازی را برای پرداخت به خریداران واحدهای تولید شده به روش صنعتی‌سازی استفاده کرد. در روش صنعتی مصرف انرژی، ضایعات و نخاله‌های ساختمانی و ... کاهش می‌یابد و با توجه به افزایش کیفیت ساخت و ساز و افزایش عمر مفید ساختمان، نیاز به بازسازی و نوسازی مسکن‌های فرسوده توسط دولت کمتر خواهد شد که این موارد صرفه‌جویی هزینه دولت را در اینگونه ساخت و سازها به دنبال دارد.

مضاف بر موارد مذکور لازم است ماده ۲۹ آیین نامه اجرایی قانون ساماندهی و حمایت از تولید و عرضه مسکن با قوت اجرایی گردد. طبق این ماده، ماشین‌آلات و مواد اولیه مورد نیاز برای تولید فناوری‌های نوین صنعت ساختمان برای تولید مسکن که مشمول تعرفه صفر درصد موضوع تصویب‌نامه شماره ۱۲۲۱۷۳/ت/۵۸۰ک مورخ ۱/۸/۱۳۸۶ می‌گردند، توسط وزارتخانه‌های مسکن و شهرسازی و صنایع و معادن معرفی می‌شوند.

### ۳-۴- سیاست صرفه‌جویی حامل‌های انرژی

یکی از راهکارهای حرکت به سمت صنعتی‌سازی در کشور، واقعی شدن و افزایش قیمت حامل‌های انرژی است. با این اقدام هزینه‌های ساخت و به خصوص دوره بهره‌برداری مسکن در روش‌های رایج در مقایسه با روش‌های صنعتی افزایش خواهد یافت.

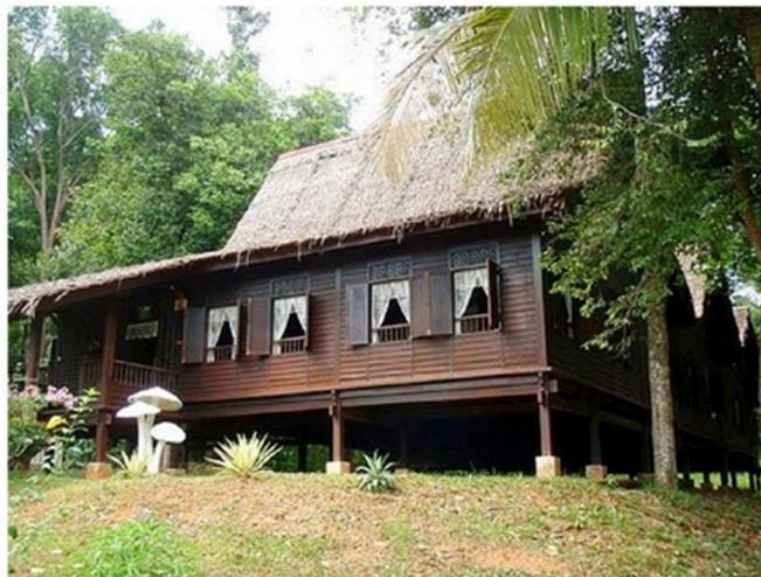
به طور قطع افزایش هزینه‌های مربوط به حامل‌های انرژی باعث افزایش قیمت مسکن و برهم خوردن تعادل در صنعت ساختمان کشور خواهد شد؛ اما در نگاه کلان‌تر می‌توان دریافت که این اقدام در مراحل بعدی علاوه

بر جلوگیری از هدررفت منابع مالی دولت به صورت یارانه، باعث بوجود آمدن احساس نیاز و حرکت به سمت سیستم‌های بهینه ساخت صنعتی خواهد شد. بنابراین چینی راهکاری می‌تواند در بلند مدت و پس از فراهم شدن شرایط و رونق ساخت و ساز صنعتی در کشور استفاده گردد. صرفه‌جویی در منابع انرژی در بند ۷ سیاست‌های کلی نظام در امور مسکن اشاره شده است و طبق آن باید استانداردهای ساخت و ساز مقررات ملی ساختمان و طرح‌های صرفه‌جویی انرژی اجباری گردد.

## فصل ۴. تجارب جهانی صنعتی سازی

### ۴-۱- مالزی

خانه سنتی مالایی (TMH) در گذشته مسکن متداول کشور مالزی بود. اجزای این خانه‌ها از جمله ستون‌ها، تیرها، دیوارها، کف و سقف قبل از ساخت، آماده می‌شدند. این خانه‌ها مفهوم مدولار بودن و تکرارپذیری را ارائه می‌دادند.



Traditional Malay House (TMH)

شکل ۵. خانه سنتی مالایی در مالزی

به مرور زمان در پی افزایش چشمگیر جمعیت مالزی پس از استقلال، تقاضای مسکن در این کشور افزایش یافت. به طوری که روش ساخت و ساز معمولی به دلیل سرعت پایین و هزینه‌های بالا، پاسخگوی حجم زیاد متقاضیان نبود.<sup>۹۰</sup> بر اساس بررسی‌های چن و همکارانش با افزایش جمعیت از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۰ این کشور نیاز به ساخت بیش از ۸,۵ میلیون واحد مسکونی خواهد داشت. به همین منظور، دولت مالزی تمرکز بر صنعتی سازی ساختمان را به عنوان راهی برای رسیدن به توسعه پایدار و پاسخ به نیاز این کالای اساسی انتخاب کرد.<sup>۹۱</sup>

<sup>۹۰</sup> Qays, M., Mustapha, K.N., Mohammad, B.S. (2009) "Advantages of industrialized building system in Malaysia". Universiti Tenaga Nasional, Malaysia.

<sup>۹۱</sup> Chen, E.L.L. (2000) "An Overview of the Malaysian Property Market". Paper presented at the UPM Workshop "Environment Friendly Township for Developing Countries", Serdang, Malaysia.



موضوع صنعتی‌سازی ساختمان، بحث جدیدی در مالزی نیست و حدود ۶۰ سال در این کشور قدمت دارد. سیستم ساخت صنعتی از اوایل دهه ۱۹۶۰ با بازدید وزارت مسکن و دولت محلی مالزی از چندین کشور اروپایی آغاز شد.<sup>۹۲</sup>

پس از طرح ایده اولیه، دولت دو پروژه آزمایشی را با اهداف ساخت خانه با کیفیت، مقرون به صرفه و سرعت بالا و کاهش زمان تحویل به تصویب رساند. پروژه اول در کوالالامپور و دومی در پنانگ بود که در هر دو این آپارتمان‌ها از اجزای بتنی پیش‌ساخته استفاده شده است.

اولین پروژه در سال ۱۹۶۴، در محدوده کوالالامپور با ۷ بلوک ۱۷ طبقه، شامل ۳۰۰۰ واحد آپارتمان ارزاقیمت و ۴۰ فروشگاه با استفاده از سیستم پانل بزرگ دانمارکی ساخته شد. در سال ۱۹۶۵، دومین پروژه مسکن متشکل از ۶ بلوک ۱۷ طبقه و ۳ بلوک ۱۸ طبقه شامل ۳۶۹۹ واحد و ۶۶ فروشگاه در اطراف پنانگ آغاز شد. این پروژه با استفاده از سیستم فرانسوی Estoit احداث شد.<sup>۹۳</sup>



Jalan Pekeliling Flat, Kuala Lumpur

شکل ۶. پروژه صنعتی‌سازی مسکن در کوالالامپور

<sup>۹۲</sup> Thanoon, W.A.M., Peng, L.W., Abdul Kadir, M.R., Jaafar, M.S. and Salit, M.S. (2003) "The Experiences of Malaysia and Other Countries in Industrialized Building System in Malaysia". Proceeding on IBS Seminar. UPM, Malaysia.

<sup>۹۳</sup> Abedi, M., Fathi, M. S., Mirasa, A. K. (2011) "Establishment and Development of IBS in Malaysia". International Building and Infrastructure Technology Conference (BITECH 2011), Penang, Malaysia.



The Rifle Range Road Flat in Penang.

#### شکل ۷. پروژه صنعتی سازی مسکن در پنانگ

مقایسه عملکرد بین سیستم IBS و سیستم معمولی از نظر هزینه، بهره‌وری و کیفیت در دو پروژه پایلوت مالزی نشان داد که هزینه اولین پروژه آزمایشی ۸,۱ درصد بیش تر از ساخت و ساز یک ساختمان مشابه با روش معمولی است؛ در حالی که هزینه پروژه دوم ۲,۶ درصد پایین تر بود. از نظر سرعت ساخت و ساز نیز در هر دو پروژه ۲۷ ماه زمان به همراه راه اندازی کارخانه‌های پیش ساخته صرف شد.

پس از ساخت پروژه‌های پایلوت، شرکت‌های متعدد خارجی شروع به سرمایه‌گذاری در صنعتی سازی ساختمان در مالزی کردند. به طوری که بنا بر گزارشی که در سال ۲۰۰۳ منتشر شد، کشورهای ایالات متحده آمریکا (۲۵ درصد)، آلمان (۱۷ درصد) و استرالیا (۱۷) بیشترین مشارکت را در استقرار صنعتی سازی در مالزی داشته‌اند.<sup>۹۴</sup> استفاده از سیستم‌های صنعتی کشورهای خارجی در اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰، به دلیل آنکه این سیستم‌ها به صورت چشم بسته و بدون توجه به اقتضات فرهنگی و شرایط اقلیمی به کار گرفته شد، عمدتاً با شکست مواجه شدند.<sup>۹۵</sup> در برخی از این پروژه‌ها نیز بودجه تخصیصی بیش از حد بود و در مقابل تکمیل و واگذاری واحدها در زمان معین انجام نمی‌گرفت. علاوه بر این، کیفیت واحدهای مسکونی انتظارات جامعه را برآورده نمی‌کرد.

در همین راستا جهت انطباق بیش تر صنعتی سازی با آداب و رسوم مالزی و بومی سازی دانش از سال ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰ قراردادهای مشارکت انتفاعی<sup>۹۶</sup> بین پیمانکاران خارجی و داخلی شروع به گسترش کرد. در قراردادهای

<sup>۹۴</sup> Thanoon, W.A.M., Peng, L.W., Abdul Kadir, M.R., Jaafar, M.S. and Salit, M.S. (2003) "The Experiences of Malaysia and Other Countries in Industrialized Building System in Malaysia". Proceeding on IBS Seminar. UPM, Malaysia.

<sup>۹۵</sup> Qays, M., Mustapha, K.N., Mohammad, B.S. (2009) "Advantages of industrialized building system in Malaysia". Universiti Tenaga Nasional, Malaysia.

<sup>۹۶</sup> Joint Venture

فوق، پروژه صنعتی‌سازی ساختمان توسط پیمانکار داخلی و با کمک فنی شرکت‌های خارجی ساخته می‌شد. در بازه زمانی فوق، پیمانکاران داخلی سعی کردند تا نوآوری بیش‌تری از خود نشان دهند. همچنین مراکز تحقیقاتی نیز قدم‌هایی برای ساخت مسکن صنعتی‌سازی شده و مقرون به صرفه برداشتند.<sup>۹۷</sup>

در سال ۱۹۹۸ با تأسیس هیئت توسعه صنعت ساختمان مالزی<sup>۹۸</sup>، گسترش صنعتی‌سازی در قالب نقشه‌های راه صنعتی‌سازی ساختمان دنبال شده است. هدف اصلی از تشکیل چنین سازمانی هماهنگی بخش‌های مختلف مرتبط با صنعت ساخت، افزایش رقابت در فضای ساخت و ساز، توسعه ظرفیت‌ها و قابلیت‌های صنعت ساختمان از طریق بهبود کیفیت و بهره‌وری و با تأکید بر تخصص‌گرایی، نوآوری و دانش محوری برای فراهم آوردن سطح بالایی از کیفیت زندگی است. مأموریت این سازمان، توسعه صنعت ساختمان مالزی است و چشم انداز ترسیم شده برای آینده آن، تبدیل شدن به یک سازمان معتبر و در کلاس جهانی در زمینه توسعه صنعت ساختمان است.<sup>۹۹</sup>

اقدامات و سیاست‌های دولت مالزی به سمت گسترش صنعتی‌سازی در کشور صورت پذیرفت؛ اما در این بین هزینه اولیه تأمین تجهیزات و نبود دانش، این کشور را با مشکل مواجه کرد؛ چرا که یک واحد خصوصی فعال در زمینه صنعتی‌سازی ساختمان به ماشین‌آلات و تجهیزات خاص، مرکز تحقیق و توسعه (R&D) مخصوص، واحد خدمات و پشتیبانی و آزمایشگاه‌های سازه مجهز و گرانقیمت نیاز داشت.

برای ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات تولید صنعتی ساختمان در داخل کشور نیاز به انجام پژوهش‌های گسترده و ایجاد مراکز تحقیق و پژوهش اختصاصی بود. در این راستا دولت مالزی در سال ۲۰۰۴ اقدام به تأسیس پژوهشگاه ساختمان مالزی (CREAM)<sup>۱۰۰</sup> و مرکز صنعتی‌سازی ساختمان (IBS Center)<sup>۱۰۱</sup> کرد. وظیفه این مراکز تقویت ارتباط میان بخش صنعت ساختمان و مراکز پژوهشی بود. این مراکز دارای بخش‌های تحقیق و توسعه و آزمایشگاه‌های سازه مجهز بودند.

<sup>۹۷</sup> Din, I. (2012) "IBS Roadmap-Status Towards 2015". The International Constructional Steel Conference (ICSC), Kuala Lumpur, Malaysia.

<sup>۹۸</sup> Construction Industry Development Board (CIDB) of Malaysia

<sup>۹۹</sup> Abedi, M., Fathi, M. S., Mirasa, A. K. (2011) "Establishment and Development of IBS in Malaysia". International Building and Infrastructure Technology Conference (BITECH 2011), Penang, Malaysia

<sup>۱۰۰</sup> Construction Research Institute of Malaysia

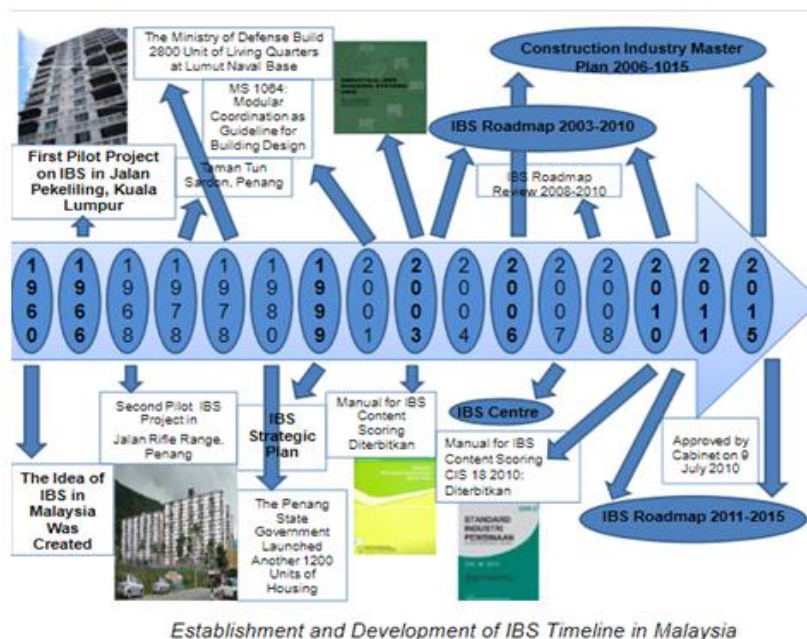
<sup>۱۰۱</sup> Industrialized Building System Center

در این بین کمیته راهبری صنعتی‌سازی<sup>۱۰۲</sup> در فاصله سال‌های ۱۹۹۹ الی ۲۰۰۳ اقدام به تدوین و تألیف اولین نقشه راه صنعتی‌سازی ساختمان در مالزی کردند. در سال ۲۰۰۱ دولت مالزی استاندارد شماره ۱۰۶۴ را برای استانداردسازی قطعات تولیدشده به روش صنعتی‌سازی تدوین کرد.<sup>۱۰۳</sup>

پس از آن، اولین نقشه راه صنعتی‌سازی ساختمان برای بازه زمانی ۲۰۰۳ الی ۲۰۱۰ و بر اساس استراتژی 5-M<sup>۱۰۴</sup> بنا شده است. این نقشه راه، تمامی هدف خود را بر روی کاهش وابستگی به کارگران خارجی، تقویت کیفیت ساخت، افزایش بهره‌وری، بهبود ایمنی و توسعه رقابت در صنعت مالزی متمرکز کرده است.

علاوه بر این، نقشه راه صنعتی‌سازی ساختمان سرمایه‌گذاری در بخش فناوری، تکنیک و روش‌های ساخت را تشویق کرده است. در اکتبر ۲۰۰۸ قانونی تصویب شد که بر اساس آن تمامی وزارتخانه‌های دولتی و محلی یا دستگاه‌های وابسته به دولت مرکزی باید ۷۰ درصد از پروژه‌های ساختمانی خود را به صنعتی‌سازی اختصاص دهند. همچنین کمیته‌ای در کابینه، مسئول نظارت بر روند صنعتی‌سازی مطابق برنامه تدوین شده در نقشه راه شد.

شکل زیر خلاصه گزارشی از تلاش دولت مالزی برای توسعه صنعتی‌سازی ساختمان را از سال ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۵ نشان می‌دهد.



شکل ۸. نقشه راه صنعتی‌سازی در مالزی

<sup>102</sup> IBS Steering Committee

<sup>103</sup> Abedi, M., Fathi, M. S., Mirasa, A. K. (2011) "Establishment and Development of IBS in Malaysia". International Building and Infrastructure Technology Conference (BITECH 2011), Penang, Malaysia

<sup>104</sup> Manpower-Materials-Management-Monetary-Marketing

با توجه به تجربه نقشه راه صنعتی سازی ساختمان در خلال سال‌های ۲۰۰۳ الی ۲۰۱۰، نقشه راه دوم صنعتی سازی ساختمان تدوین شد. این نقشه راه دارای ۳۷ برنامه کاری است که در ۴ جریان کاری اصلی گنجانده شده‌اند. این ۴ جریان کاری عبارتند از تقویت: تجهیزات و ماشین آلات دولتی، کاربران، محصول تولیدی و صنعت.

اهداف مشخص و اصلی نقشه راه دوم صنعتی سازی ساختمان مالزی در سال‌های ۲۰۱۱ الی ۲۰۱۵ عبارتند از: اولاً حفظ میزان مشارکت صنعتی سازی در ساخت وسازهای دولتی به میزان ۷۰ درصد و دوماً افزایش میزان مشارکت صنعتی سازی در ساخت وسازهای بخش خصوصی به ۵۰ درصد در پایان سال ۲۰۱۵.<sup>۱۰۵</sup>

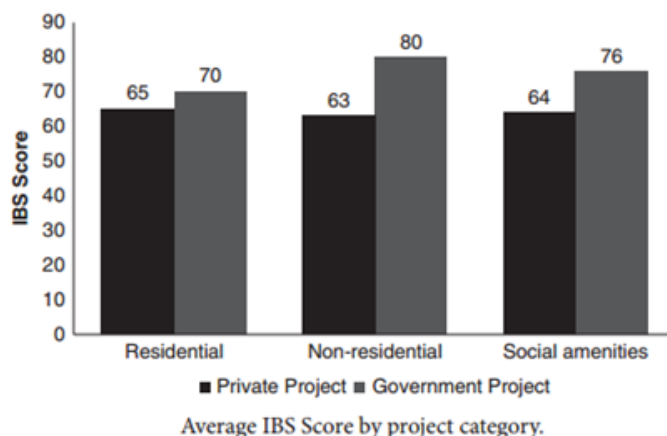
از زمان انتشار نقشه راه، مسیر صنعتی سازی هموارتر شد و جهت ارزیابی این موضوع می‌توان از سه شاخص سنجش عملکرد کلیدی (KPI)<sup>۱۰۶</sup> یعنی میزان ساخت و ساز صنعتی، تعداد پیمانکاران دارای مجوز و تعداد تولیدات دارای گواهینامه ISO استفاده کرد.

بررسی‌ها نشان داد که در پایان سال ۲۰۱۴ میزان ساخت و ساز صنعتی در ساختمان‌های مسکونی، غیر مسکونی و اجتماعی در پروژه‌های دولتی به ترتیب ۷۰، ۸۰ و ۷۶ بوده؛ در حالی که در مورد پروژه‌های خصوصی، میانگین این تعداد به ترتیب ۶۵، ۶۳ و ۶۴ بوده است بنابراین هدف نقشه راه ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ تحقق یافت.<sup>۱۰۷</sup>

<sup>۱۰۵</sup> CIDB. (2011) "Industrialized Building System (IBS) Roadmap 2011-2015 Construction Industry Development Board (CIDB)". Kuala Lumpur, Malaysia.

<sup>۱۰۶</sup> Key Performance Indicators

<sup>۱۰۷</sup> Hamid, Z.A., Hung, F.C., Rahim, A.H.A. (2017) "Retrospective View and Future Initiatives in Industrialised Building Systems (IBS) and Modernisation, Mechanisation and Industrialisation (MMI)". by John Wiley & Sons Ltd.

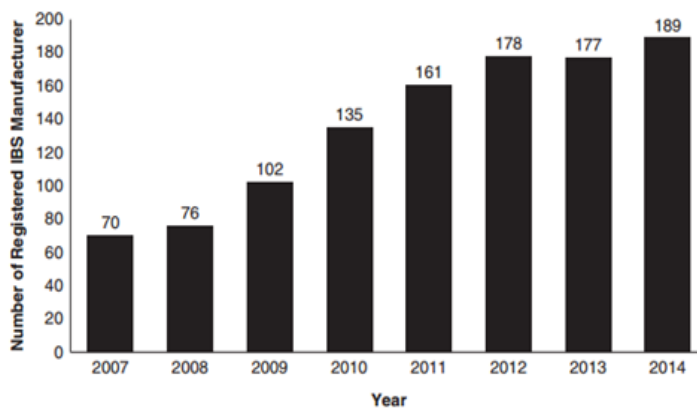


#### نمودار ۲. میزان ساخت و ساز صنعتی در ساختمان‌های دولتی و خصوصی

همانطور که در نقشه راه بیان شده است، تعداد تولید کنندگان IBS که دارای گواهینامه ISO هستند باید به ۱۰ درصد از تولید کنندگان ثبت شده IBS در آن سال خاص برسد.

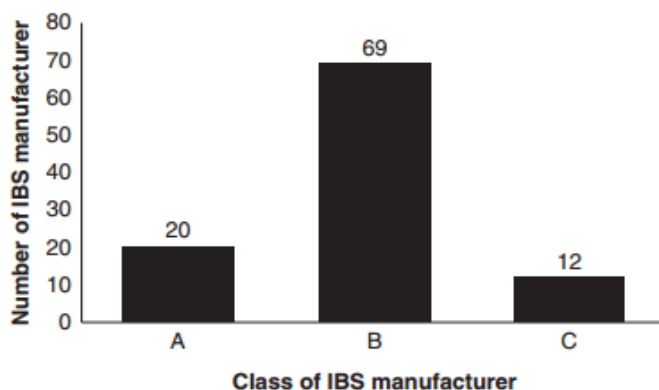
از نوامبر ۲۰۱۴، ۱۸۹ تولیدکننده IBS در مالزی ۳۸۱ جزء IBS را تولید کرده بودند و از بین این ۱۸۹ تولیدکننده ۲۰ تولیدکننده توانستند مدرک کلاس A را به دست آورند (برای افرادی که دارای گواهینامه ISO هستند؛ دارای گزارش آزمایش محصول هستند و با QA / QC). همچنین ۶۹ سازنده کلاس B را به دست آوردند (برای کسانی که گزارش آزمایش محصول را دارند و با QA / QC) و به ۱۲ سازنده گواهینامه کلاس C داده شد (برای کسانی که فقط QA / QC دارند). اگر تعداد تولید کنندگان کلاس A، B و C را با یکدیگر جمع کنیم و نسبت به ۱۸۹ تولید کننده مقایسه کنیم حدود ۵۳ درصد از تولید کنندگان ثبت شده IBS در سال ۲۰۱۴ وجود داشته اند.<sup>۱۰۸</sup>

<sup>۱۰۸</sup> Hamid, Z.A., Hung, F.C., Rahim, A.H.A. (2017) "Retrospective View and Future Initiatives in Industrialized Building Systems (IBS) and Modernization, Mechanization and Industrialization (MMI)". by John Wiley & Sons Ltd.



Number of IBS manufacturers registered with CIDB (2007–2014) (IBS Centre, IBS Digest, 2014).

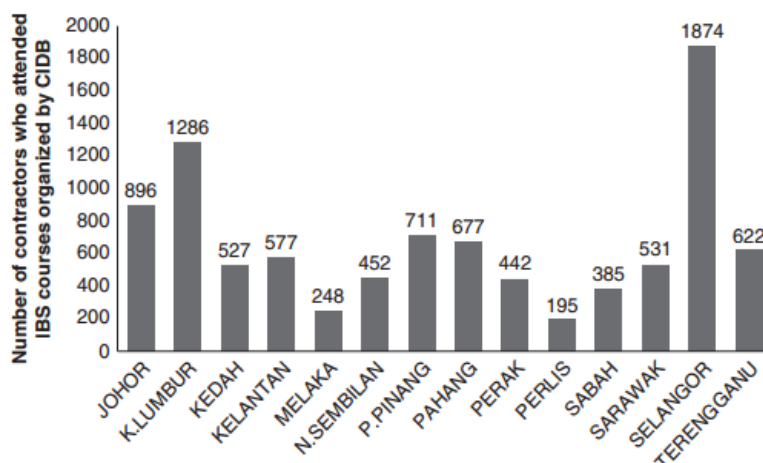
نمودار ۳. تعداد تولیدکنندگان به روش صنعتی ثبت شده در CIDB



Number of IBS manufacturer with different classes (IBS Centre, 2014).

نمودار ۴. تعداد تولیدکنندگان به روش صنعتی به تفکیک سطح

همچنین تعداد پیمانکاران دارای مجوز IBS با مراجعه آمار تعداد پیمانکاران شرکت کننده در دوره های IBS که توسط CIDB برگزار می شود، بدست می آید. این دوره ها بر اساس مشخصات مهارت سیستم های صنعتی سازی شامل بتن پیش ساخته؛ قاب های فلزی؛ سیستم های قالب، سیستم بلوک و قاب های چوبی، طبقه بندی می شوند. از نوامبر ۲۰۱۴، تعداد ۹۴۲۳ پیمانکار در دوره های IBS شرکت کردند که این تعداد بسیار فراتر از هدف ۱۰۰۰ پیمانکار نقشه راه دوم بود.



Number of contractors who attended IBS courses by state in 2014 (IBS Centre).

#### نمودار ۵. پیمانکاران شرکت کننده در دوره‌های IBS

در حال حاضر کشور مالزی یکی از کشورهای پیشرو در زمینه ساخت و ساز صنعتی در آسیا بوده و در سال‌های اخیر پیشرفت شایان توجهی در این زمینه داشته است. هر چند صنعتی سازی در مالزی یکی از سیستم‌های رایج شده؛ اما بر اساس دیدگاه مسئولان مالزی، در حال حاضر نواقص و چالش‌هایی بر سر راه صنعتی سازی ساختمان در این کشور وجود دارد که باید به کلی رفع شوند.

#### ۴-۲- چین

در چین نیز علاوه بر تلاش به منظور حفظ فرهنگ گذشته، پس از طی مسیرهای لازم توسعه، در خصوص ساختمان، استفاده از روش ساخت صنعتی شده، که دارای ویژگی‌هایی همچون پیش ساخت، پیش مونتاژ، روش-های ساخت مدرن، تولید خارج از کارگاه، به منزله یک روش مهم و فراگیر پیگیری شد.

تولید اجزای ساختمان در کارخانه یا در محیط‌های به طور کامل کنترل شده، تحویل اجزای پیش ساخته به محل‌های ساخت و ساز و گردآوری اجزا برای شکل گیری ساختارهای ساختمان از جمله اقدامات و برنامه چین برای اصلاح شیوه‌های ساخت متداول خود بود.<sup>۱۰۹</sup> در همین خصوص، چین راهبردهایی را برای توسعه صنعتی سازی ساختمان و کنترل کیفیت و استاندارد سازی ساختمان شهری و روستایی با بهره گیری از فناوری‌های پیشرفته دنبال کرد. این سیاست‌ها برای اجرا و کاربرد صنعتی سازی ساختمان شکل گرفته و توسعه یافتند. بنابراین هدف از این برنامه، اهمیت یافتن کیفیت پروژه‌های ساخت و ساز و برآورده کردن انتظارات مشتریان بود که به کاربرد مؤثر صنعتی سازی در پروژه‌های ساختمانی چین منجر شد.

به طور کلی توسعه صنعتی سازی ساختمان در چین یک روند سه مرحله‌ای پیچیده را طی کرده است.

<sup>۱۰۹</sup> Chiang, Y.H., Chan, H.W.E., Lok, K. L. L. (2006) "Prefabrication and barriers to entry – a case study of public housing and institutional buildings in Hong Kong". Habitat Int. 30 (3).



#### ۴-۲-۱- توسعه اولیه؛ دهه ۵۰ تا ۷۰ میلادی

پژوهش و استفاده از سازه‌های صنعتی و بتن پیش‌ساخته در چین به دهه ۱۹۵۰ برمی‌گردد. با این حال، در اوایل دهه ۱۹۷۰ بود که فناوری‌های پیش‌ساخته با تمرکز بر یادگیری از تکنیک «ساخت و ساز بزرگ ۱۱۰» از شوروی به کار گرفته شدند.<sup>۱۱۱</sup> با این نوع روش ساخت و ساز آژانس‌های ساخت و ساز مرکزی چین توانا شدند که طرح‌های معماری استاندارد برای به کارگیری در کارخانه‌های مدرن را تهیه کنند، طرح‌های استاندارد برای ساخت خانه‌های آپارتمانی با روش پانل بزرگ که سازندگان بر اساس آن‌ها قادر به تولید انبوه اجزای پیش‌ساخته شدند.

در این دوره، دولت سه تحول استانداردسازی طراحی، ساخت کارخانه تولید اجزا و قطعات و مکانیزاسیون ساخت و ساز را به عنوان اقدامی برای تحقق هدف نهایی صنعتی شدن با کیفیت، پر سرعت، کارآمد بالا و کم‌هزینه را مطرح کرد. با این حال، روش ساخت و ساز بزرگ شوروی در آن زمان مشکلات جدی ایجاد کرد. این روش دارای ضعف‌هایی از جمله مقاومت کم در برابر زلزله، ضد آب نبودن و درزگیرهای بی کیفیت بود که موجب نشت آب در ساختمان دو یا سه سال پس از اتمام ساخت و ساز می‌شد. علاوه بر این، هیچگونه عایق حرارتی، گرما یا صدا در نظر گرفته نشده بود و همین عوامل ناراحتی بسیاری را بین مردم جامعه ایجاد کرد. در نتیجه، فناوری پیش‌ساخته در چین به تدریج در معرض افول قرار گرفت.<sup>۱۱۲</sup>

#### ۴-۲-۲- توسعه بازیابی؛ دهه ۸۰ تا اوایل دهه ۲۰۰۰

در اواسط دهه ۱۹۸۰، دولت به صورت گسترده شروع به رونق توسعه مسکن کرد. به منظور پاسخگویی به افزایش تقاضاهای موجود، مفهوم صنعتی‌سازی بار دیگر مورد پیگیری قرار گرفت و در نهایت به معرفی «مسکن صنعتی» در اواخر دهه ۱۹۸۰ منجر شد. با این حال، پس از ورود به دوره طلایی در دهه ۱۹۹۰، استفاده از روش صنعتی‌سازی مجدداً راکد شد. دلیل اصلی این اتفاق دستیابی سازندگان به تسهیلات و زمین رایگان بود؛ چرا که این افراد با روش ساخت قدیمی می‌توانستند به راحتی به سود مناسب دست یابند و همین عامل، بی‌توجهی به نوآوری‌ها و روش صنعتی‌سازی را به دنبال داشت.

در سال ۱۹۹۵، با توجه به آموزش‌ها و تجاربی که سیاست‌گذاران و متخصصان ذی‌ربط در داخل و خارج از کشور آموخته بودند، اهمیت ساخت مسکن به روش صنعتی را به خوبی درک کردند و به همین دلیل به توسعه صنعتی ساختمان به عنوان رویکرد اصلی برای چشم‌انداز آینده کشور توجه ویژه شد. در سال ۱۹۹۸ سازمانی

<sup>110</sup> large boardroom

<sup>111</sup> Wang, Y. (2006) "Housing industrialised buildings in China: status quo and future development". unpublished thesis. China: Department of Architecture, South China University of Technology.

<sup>112</sup> Zhang, X. L., Skitmore, M., Peng, Y. (2014) "Exploring the challenges to industrialized residential building in China". Journal of Habitat international, Elsevier Ltd.

با عنوان مرکز توسعه صنعتی‌سازی مسکن<sup>۱۱۳</sup> در وزارت مسکن و توسعه شهری و روستایی آن کشور به منظور افزایش کیفیت ساختمان‌های مسکونی با استفاده از صنعتی‌سازی ایجاد شد. در سال ۱۹۹۹، هشت مرکز از شورای دولتی به منظور ارتقاء کیفیت مسکن صدور سند رسمی را در دست گرفتند. این مرکز در ادامه با راهنمایی از برخی آژانس‌های همکاری بین‌المللی ژاپنی متخصص در زمینه فناوری‌های ساختمان اقدام به تهیه استانداردها و مدارک فنی مختلفی نمود. در نهایت با استفاده از کمک‌های فنی خارجی موفق به تعریف خط مشی «سیستم گواهینامه‌ی عملکردی ساختمان‌های مسکونی»<sup>۱۱۴</sup> در این کشور شد که این موضوع موجب بهبود وضعیت ساخت و ساز در چین شده است.<sup>۱۱۵</sup>

#### ۴-۲-۳- تداوم توسعه؛ اواسط دهه ۲۰۰۰ تا کنون

با توسعه پایدار و سریع اقتصاد ملی، افزایش هزینه‌های نیروی کار و افزایش مصرف انرژی و لزوم حفاظت از محیط زیست، استفاده از بتن پیش‌ساخته به تدریج افزایش یافت. این رشد موجب توسعه و گسترش تدریجی صنعتی‌سازی در اواسط دهه ۲۰۰۰ شد.

در این بین دولت لیستی از استانداردهای لازم برای صنعتی‌سازی ساختمان را تهیه کرد. این لیست مبتنی بر تکنیک‌های فنی در صنعتی‌سازی، مصالح اولیه سازه و سیستم تولید استاندارد بود.<sup>۱۱۶</sup> در ادامه این روند شرکت‌های بزرگ صنعت ساختمان چین مانند شرکت ونکه<sup>۱۱۷</sup> و شرکت پیمانکاری عمومی و مهندسی ساخت و ساز نان تانگ<sup>۱۱۸</sup>، وارد بازار شدند.

در سال ۲۰۰۵، شرکت‌ها شروع به تحقیق و توسعه صنعتی‌سازی ساختمان کردند و موفق به ارائه چندین روش مدولار و پیش‌ساخته بتنی شدند. همچنین به منظور توسعه و کنترل ساختمان یک سری استانداردهای ساختمان‌های مسکونی داخلی را ارائه دادند.

شرکت ونکه در سال ۲۰۰۴، شروع به اجرای سیستم صنعتی‌سازی خود بر اساس استانداردهای تدوین شده کرد و پس از آن کارخانه مرکزی خود را در دونگوان در استان گوانگدونگ تأسیس کرد. در سال ۲۰۰۷، شرکت ونکه ساخت ۱۵۰ هزار متر مربع مسکن صنعتی در چین را به پایان رساند و در سال ۲۰۰۸، این شرکت ۹ پروژه صنعتی‌سازی مسکونی را در بیش از ۶۰۰ هزار مترمربع آغاز کرد. از سال ۲۰۰۹ تاکنون، شرکت ونکه به

<sup>113</sup> Housing Industrialization Promotion Centre

<sup>114</sup> China's residential house performance certification system

<sup>115</sup> Zhang, X. L., Skitmore, M., Peng, Y. (2014) "Exploring the challenges to industrialized residential building in China". Journal of Habitat international, Elsevier Ltd.

<sup>116</sup> Zhang, X. L., Skitmore, M. (2012) "Industrialized housing in China: a coin with two sides". International Journal of Strategic Property Management, 16(2).

<sup>117</sup> Vanke

<sup>118</sup> Nantong

ساخت پروژه‌های واحدهای مسکونی به روش نوین در چندین شهر پایلوت ادامه داده است. هدف این شرکت تربیت نیروی کافی و متخصص در امر صنعتی‌سازی برای انجام پروژه‌هایی با مقیاس بزرگ در چین است. پیش بینی می‌شود که آن‌ها در آینده نزدیک به ۱,۲ میلیون مترمربع مسکن صنعتی احداث کنند.<sup>۱۱۹</sup>

#### ۴-۳- ایالات متحده آمریکا

در میان کشورهای توسعه یافته، مطالعه‌ی تجربیات ایالات متحده آمریکا از جهات متعددی حائز اهمیت است. آمریکا مانند سایر کشورها به واسطه جنگ، بحران مسکن و تقاضای قشر کم‌درآمد، به صنعتی‌سازی مسکن روی آورد.

در ایالات متحده آمریکا، صنعتی‌سازی در اوایل دهه ۱۹۳۰ توجه بسیاری را به خود جلب کرد. این روند پس از جنگ جهانی دوم به دلیل نیاز به رفع کمبود بحران مسکن تشدید شد تا اینکه در سال ۱۹۹۹، ساخت مسکن به روش پیش‌ساخته ۳۰ درصد ساخت و ساز واحدهای مسکونی را به خود اختصاص داد.

در آمریکا اگرچه بیشتر مسکن‌های کم‌ارتفاع از قاب‌های چوبی استفاده می‌کنند؛ با این وجود از سیستم پیش‌ساخته بتنی بخصوص در مناطقی با خطرات محیطی مانند توفان‌ها و گردبادها استفاده می‌شود. در واقع، انتخاب بتن پیش‌ساخته به دلیل مقاومت در برابر نفوذ آب و سایر موارد می‌تواند برای جلوگیری از آسیب به خانه بسیار موثر باشد.

مطالعه انجام شده توسط PCA (انجمن سیمان پرتلند) نشان داد که ۷۰ درصد از خریداران، خانه خود را بر اساس هزینه-فایده انتخاب می‌کنند. به عبارت دیگر، متقاضیان به مزایای معماری، انعطاف‌پذیری، عایق حرارتی توجه می‌کنند؛ در حالی که در گذشته این مزایا به عنوان اولویت ثانویه مطرح می‌شد.<sup>۱۲۰</sup>

عواملی که موجب محبوبیت این سیستم ساخت و ساز در آمریکا شد، عبارتند از:

- اقدامات مستمر، جهت فرهنگ‌سازی و متداول ساختن روش صنعتی در میان مردم این کشور
- دولت توانست با فراهم کردن تمهیدات لازم، امکان ورود بخش خصوصی به عرصه صنعتی‌سازی مسکن را تسهیل و با ورود بخش خصوصی و ایجاد فضای رقابتی، سطح کیفی محصولات این روش را بهبود و در نتیجه افزایش تقاضا، بازار مسکن صنعتی را رونق بخشد.

<sup>۱۱۹</sup> Zhang, X. L., Skitmore, M., Peng, Y. (2014) "Exploring the challenges to industrialized residential building in China". Journal of Habitat international, Elsevier Ltd.

<sup>۱۲۰</sup> Thanon, W.A.M., Peng, L.W., Abdul Kadir, M.R., Jaafar, M.S. and Salit, M.S. (2003) "The Experiences of Malaysia and Other Countries in Industrialized Building System in Malaysia". Proceeding on IBS Seminar. UPM, Malaysia.

• سیاست‌گذاری‌های بخش مسکن در کشور آمریکا، اغلب به گونه‌ای است که دولت ضمن کمتر درگیر ساختن خود در امر ساخت و ساز و سرمایه‌گذاری مسکن، امکانات و تسهیلات را برای بخش خصوصی جهت فعالیت در بخش مسکن فراهم می‌آورد. بدین ترتیب بخش خصوصی جهت تداوم حضور در عرصه رقابت، خود را موظف به ارائه تلاش فراوان جهت افزایش کیفیت محصولات می‌داند.<sup>۱۲۱</sup>

در حال حاضر تلاش‌های زیادی در آمریکا جهت افزایش بازده سرمایه‌گذاری‌های مسکن انجام می‌گیرد. اغلب این تلاش‌ها به منظور بهینه‌سازی فرآیند مهندسی ارزش یا مهندسی سیستمی و برخی دیگر بر کشف و ترویج تولیدات و فناوری‌های جدید تمرکز یافته‌اند.

عموماً این تحقیقات و بررسی‌ها توسط کنسرسیوم‌های خصوصی-دولتی انجام می‌پذیرد و بودجه‌های تحقیقاتی دولت فدرال نیز به این تحقیقات کمک می‌کند. برنامه‌های ملی گوناگونی نیز از جانب اداره‌های مسکن و توسعه شهری<sup>۱۲۲</sup> و اداره نیرو<sup>۱۲۳</sup> باعث دستیابی به پیشرفت در فن‌آوری<sup>۱۲۴</sup> ساخت مسکن شده‌اند.<sup>۱۲۵</sup>

از جمله اقدامات صورت گرفته جهت ایجاد و توسعه روش صنعتی ساخت مسکن در کشور آمریکا، پرداختن به وجه علمی این مقوله است. در این کشور طی یک دوره طولانی مدت، گروه‌های مختلف به مطالعه و بررسی روش‌های «طرح معقول» مختلف صنعتی‌سازی پرداختند. به عنوان مثال، در سال ۱۹۳۶ کتابی تحت عنوان (طرح معقول)<sup>۱۲۶</sup> منتشر و در آن به مقوله مدول و کاربرد آن به منظور بهبود عملکرد ساختمان پرداخته شده است. مسأله تحقیقات در زمینه صنعتی‌سازی مسکن در کشور آمریکا، به یک رشته برنامه جهت کاهش قیمت مسکن در این کشور تبدیل شده و توسط ارگان‌های دولتی، دانشگاه‌ها و موسسات آموزشی مورد حمایت قرار می‌گیرد.

از دیگر اقداماتی که در راستای رواج فرهنگ صنعتی‌سازی مسکن در کشور آمریکا صورت گرفت، تشکیل شورای فناوری کاربردی ساختمان بود. شورای فناوری کاربردی ساختمان یا آ تی سی<sup>۱۲۷</sup> یک مجموعه غیرانتفاعی است که در سال ۱۹۷۱ به کوشش انجمن مهندسی ساختمان کالیفرنیا تشکیل شد. هدف آ تی

<sup>۱۲۱</sup> رستم‌پور، عاطفه. (۱۳۸۹) «شناسایی و تحلیل موانع توسعه صنعتی‌سازی ساختمان در ایران». پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت تکنولوژی، گرایش انتقال تکنولوژی. دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی

<sup>۱۲۲</sup> Housing and Urban Development (HUD)

<sup>۱۲۳</sup> Department of Energy (DOE)

<sup>۱۲۴</sup> هدف برنامه اداره نیرو تحت عنوان (بیلدینگ آمریکا)، این است که با بهبود طراحی و ساخت مصرف کلی انرژی را کاهش دهد.

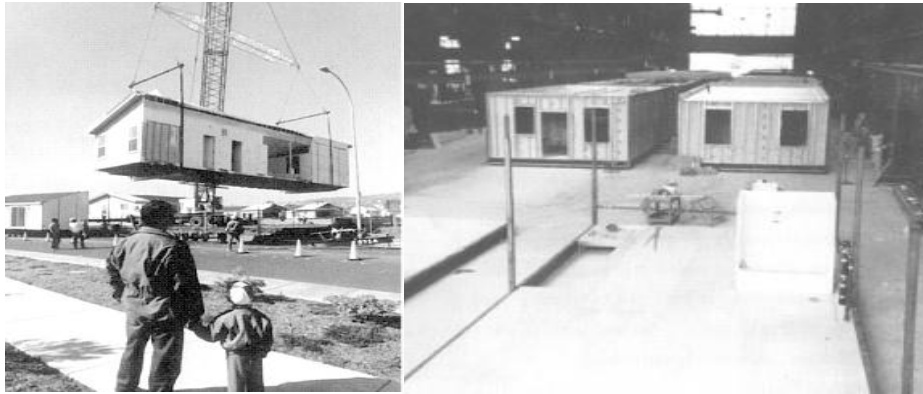
<sup>۱۲۵</sup> همان

<sup>۱۲۶</sup> RATIONALIZED DESIGN

<sup>۱۲۷</sup> APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL (ATC)

سی پیشرفت در مرزهای دانش ساختمان، تهیه و توسعه منابع فنی و انتقال آن به جامعه مهندسی و همچنین کاربردی نمودن استانداردها و آیین‌نامه‌های ساختمان‌سازی به روش صنعتی است.<sup>۱۲۸</sup>

نتیجه این اقدامات، استقبال شدید افراد کشور آمریکا از خانه‌سازی به روش صنعتی است. در سال ۱۹۴۸ تعداد ۲۸۰ شرکت خانه‌سازی صنعتی، در این کشور مشغول به فعالیت بودند و در سال ۱۹۸۸ میلادی، ساخت خانه‌های مدولار، از رشدی معادل ۱۷ درصد برخوردار گردید.



شکل ۸. پیش‌ساخته‌سازی در ایالات متحده آمریکا

<sup>۱۲۸</sup> رستم‌پور، عاطفه. (۱۳۸۹) «شناسایی و تحلیل موانع توسعه صنعتی‌سازی ساختمان در ایران». پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت تکنولوژی، گرایش انتقال تکنولوژی. دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی

## فصل ۵. معرفی سیستم‌های صنعتی سازی در ایران

ساخت صنعتی ساختمان بر اساس جهت‌گیری مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن به ۶ گروه تقسیم می‌شود که شامل سیستم‌های کامل ساختمانی، سیستم‌های سازه‌ای، دیوارهای غیرباربر (حائل)، سقف‌ها، مصالح و زیرسیستم‌ها می‌شوند و در هر گروه می‌توان انواع سیستم‌های مورد تایید ساخت و ساز را بررسی و هر یک را بر اساس شرایط مختلف انتخاب کرد.

در ذیل به شرح تعدادی از مهمترین سیستم‌های ساختمانی و سازه‌ای این فناوری‌ها اشاره می‌گردد و شرح کامل آن و انواع دیگر فناوری‌ها شامل سقف، مصالح، دیوارهای غیرباربر و زیرسیستم‌ها در گزارش مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی ارائه شده است.

### ۵-۱- سیستم‌های کامل ساختمانی

#### ۵-۱-۱- مجموعه فناوری‌های نیک سیستم

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

این سیستم تاکنون برای ۱ تا ۳ طبقه طراحی شده است و طراحی ۴ و ۵ طبقه آن نیز در حال انجام است. این سیستم به گونه‌ای طراحی شده است که ساخت آن قابل آموزش بوده و بدون نیاز به ماشین‌آلات سنگین و روی سطوح صاف و آماده‌سازی شده قابل اجرا است. ایده کار بر اساس استفاده از مصالح موجود در کشور مانند پروفیل قوطی بنا شده و طراحی سیستم بر پایه معماری مدولار و ارگونومیک و محاسبه در برابر زلزله برای مناطق مختلف کشور با پهنه خطر نسبی زیاد، نیروی باد حداکثر و امکان هماهنگی برای انواع شرایط اقلیمی، شکل گرفته است و انرژی و مصالح مصرفی در آن‌ها بهینه شده است.



شکل ۹. سیستم ساختمانی «نیک سیستم»



## ۵-۱-۲- سیستم قاب‌های سبک فولادی سرد نورد شده

قاب‌های فولادی سردنورد شده در زمره سیستم‌های ساختمانی نوین و سبکی است که به تازگی وارد ساخت و ساز کشور شده است. این نوع از سیستم شامل سیستم ساختمانی قاب سرد نورد شده به شیوه اجرای طبقه‌ای، سیستم ساختمانی LSF به شیوه دیوارهای یکپارچه، سیستم قاب خمشی یک طبقه با مقاطع سبک فولادی سرد نورد شده هستند.

این سیستم با توجه به سبکی المان‌های باربر با اقبال زیادی مواجه شده است و به دو روش کلی طبقه‌ای<sup>۱۲۹</sup> و دیوارهای یکپارچه<sup>۱۳۰</sup> تقسیم می‌شود.

در روش متداول طبقه‌ای، استادهای<sup>۱۳۱</sup> دیوار، توسط دیافراگم سقف قطع شده و طبقات مجزا از یکدیگر اجرا می‌شوند. برخلاف روش طبقه‌ای که قطعات تشکیل دهنده ساختمان، متشکل از استاداها و رانرها، به صورت پانل‌های پیش‌ساخته به محل کارگاه منتقل شده و در کنار هم و در ارتفاع سوار می‌شوند، در روش اجرای یکپارچه که روش قدیمی‌تری است، استاداها که عناصر باربر قائم این سیستم هستند، به صورت یکسره و بدون قطع در تراز طبقه طراحی و اجرا می‌شوند و تیرریزی اسکلت به صورت خورجینی صورت می‌گیرد.

همچنین روش دیگر استفاده از ساختمان با مقاطع فولادی سرد نورد شده، بهره‌گیری از سیستم ساختمانی قاب خمشی از مقاطع فولادی سرد نورد شده، برای احداث ساختمان‌های مسکونی یک طبقه است. در این سیستم کلیه مقاطع بکار رفته برای تیرها و ستون از نوع سرد نورد بوده و در اعضای ستون از مقاطع جعبه‌ای و در تیرها از مقاطع ناودانی استفاده می‌شود. کلیه اتصالات جوشی مربوط به ناحیه اتصال خمشی به صورت کارخانه‌ای اجرا شده و در محل کارگاه، تیرها به ورق‌های صلیبی از پیش جوش داده شده به ستون‌ها، پیچ می‌شوند.

استفاده از سیستم دهانه‌های مهاربندی شده با اعضای قطری برای ساختمان‌های تا دو طبقه مسکونی و سیستم باربر جانبی دیوار برشی بتن آرمه برای ساختمان‌های تا پنج طبقه مجاز است. همچنین این سیستم در دفاتر و ساختمان‌های تجاری کوچک، واحدهای صنعتی و سالن‌های ورزشی یک طبقه قابل استفاده است.

با توجه به مقاومت کم پروفیل‌های سرد نورد شده در برابر حریق، استفاده از گچ به عنوان پوشش داخلی این سیستم‌ها توصیه می‌گردد. از عمده مزایای ساختمان‌های سبک فولادی کاهش جرم ساختمان است که تأثیر فراوان در جهت کاهش هزینه‌های ناشی از مصالح نیروی انسانی و نیز زمان احداث پروژه‌ها خواهد داشت.

<sup>۱۲۹</sup> Platform Framing

<sup>۱۳۰</sup> Balloon Framing

<sup>۱۳۱</sup> Studs



شکل ۱۰. سیستم ساختمانی LSF

### ۵-۱-۳- ساختمان‌های نیمه پیش‌ساخته با صفحات منفرد ساندویچی سقف و دیوار

ساختمان‌های نیمه پیش‌ساخته با صفحات منفرد ساندویچی سه بعدی بنا به ملاحظات لرزه‌ای، انرژی، حریق و آکوستیک برای احداث ساختمان تا دو طبقه مسکونی مجاز است. پانل سه بعدی شامل یک شبکه خرپای فضایی از میلگردهای ساده، یک لایه پلی استایرن و دو لایه بتن پوششی در طرفین است. شبکه خرپای فضایی، از اتصال شبکه‌های فولادی ساخته شده به روش جوش نقطه‌ای اتوماتیک توسط میلگردهای مورب حاصل می‌شود.

مزایای این سیستم در بخش معماری و اقتصادی عبارتند از:

- انعطاف پذیری پانل‌های ساندوچی برای ایجاد اشکال مختلف در بازشوها و فضاهای داخلی ساختمان
- افزایش فضای مفید به دلیل ضخامت کم پانل‌ها
- کاهش جرم ساختمان
- باز پخش بیشتر نیرو به دلیل پیوستگی بین دیوارها و سقف
- سهولت نصب پانل‌ها
- کاهش زمان اجرای پروژه و نیروی انسانی مورد نیاز
- امکان احداث سریع ساختمان و اسکان دیدگان ناشی از بلایای طبیعی.



همچنین از نقاط ضعف این سیستم می‌توان موارد ذیل را برشمرد:

- تُرد بودن فولادهای پیش کشیده
- دشواری رعایت به هنگام نصب و شاقول کردن پانل‌ها
- دشواری کنترل ضخامت بتن پاشیده
- عدم امکان دسترسی برای تعمیر یا اصلاح مسیر تأسیساتی.



شکل ۱۱. ساختمان‌ها با پانل‌های ساندویچی

## ۵-۲- سیستم‌های سازه‌ای

### ۵-۲-۱- ساختمان‌های بتن آرمه با شیوه قالب‌های تونلی

در سیستم اجرای تونلی، دیوارها و سقف‌های بتن مسلح به صورت همزمان آرماتوربندی، قالب بندی و بتن ریزی می‌شوند. این روش، ضمن افزایش سرعت و کیفیت اجرا، عملکرد سازه‌ای و رفتار لرزه‌ای مجموعه سازه را به لحاظ یکپارچگی اعضا و اتصالات آن‌ها به نحو چشمگیری بهبود می‌بخشد.

هم‌اکنون، با استفاده از روش تونلی، انبوه‌سازان با برنامه‌ریزی اجرای یک طبقه در دو روز، مجتمع‌های مسکونی بزرگ را می‌سازند. از معایب این روش، محدودیت در طراحی فضاهای داخلی است و لازم است طراحی بر طبق محدودیت‌های اجرا در خصوص ابعاد قالب و قالب گذاری و به صورت مدولار انجام شود. اجرای این سیستم در کلیه پهنه‌های لرزه‌خیزی ایران حداکثر تا ۱۵ طبقه یا ۵۰ متر از تراز پایه بلامانع است.



شکل ۱۲. ساختمان با سیستم قالب تونلی

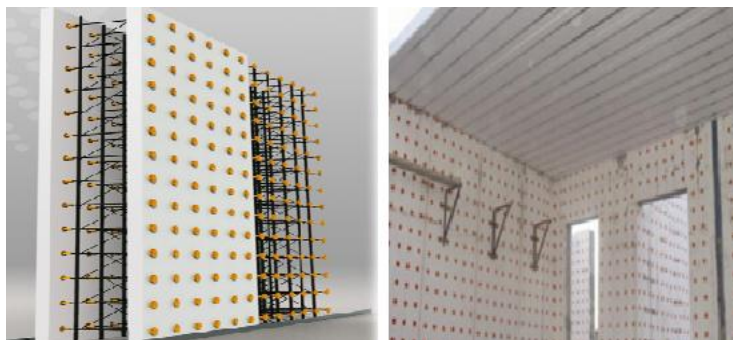
### ۵-۲-۲- سیستم قالب عایق ماندگار (ICF)

این سیستم، شیوه اجرای ساختمان بتن آرمه درجا با قالب‌های عایق ماندگار پلی استایرنی است که سازه حاصل از آن، یک ساختمان بتن مسلح و در زمره سازه‌های متداول، تلقی می‌شود. خط تولید کارخانه این سیستم، می‌تواند مدول‌های لازم برای ساخت واحدهای مسکونی را تولید کند.

در این سیستم ساختمانی قالب‌های دیوار و سقف با استفاده از مفتول آهن گالوانیزه به صورت شبکه، در محل کارخانه ساخته شده و در وجوه داخلی و خارجی قالب پانلهایی از مصالح عایق‌کننده، مانند پلی استایرن منبسط شونده کندسوز، قرار داده می‌شود.

مدول‌های کارخانه‌ای این سیستم سبک بوده و قابلیت حمل و نقل و نصب سریع در اجرا را دارا است، به طوری که اجرای بالغ بر ۲۰ متر مربع نفر- روز کاری را مقدور می‌کند. کاربرد این سیستم صرفاً در مناطقی با خطر نسبی کم و متوسط و برای ساختمان‌های دارای اهمیت کم و متوسط تا حداکثر ارتفاع ۱۰ متر مجاز است.

این سیستم به چند روش مختلف شامل ساختمان‌های بتن مسلح دیوار باربر با قالب عایق ماندگار، ساختمان‌های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار مسطح عمودی، ساختمان‌های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار مسطح پانلی، ساختمان‌های بتن مسلح با قالب ماندگار پلیمری (سیستم RBS) ساختمان‌های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار بلوکی، ساختمان‌های بتن مسلح دیوار باربر با قالب‌های عایق ماندگار بلوکی پلی‌استایرن و نئوپرن، ساختمان‌های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار از جنس صفحات سیمانی حاوی تراشه‌های چوب (صفحات چوب-سیمانی) و ساختمان‌های بتن مسلح با قالب عایق ماندگار از جنس بلوکهای چوبی- سیمانی اجرا می‌گردند.



شکل ۱۳. ساختمان با سیستم قالب عایق ماندگار (ICF)

### ۵-۲-۳- قاب‌های بتن مسلح پیش‌ساخته با دیوار برشی بتن مسلح درجا

سیستم قاب ساختمانی ساده بتن مسلح باستون پیش‌ساخته، تیر نیمه پیش‌ساخته، سقف هالوکور و دیوار برشی بتن مسلح درجا است. در این سیستم ساختمانی، ستون‌ها تا حداکثر ۳ طبقه به صورت پیش‌ساخته، تیرها به صورت نیمه پیش‌ساخته و سقف‌ها از نوع مجوف<sup>۱۳۲</sup> هستند. سقف‌های مجوف پیش‌ساخته از سیستم‌های سقف شناخته شده در دنیا هستند. این سقف‌ها به دو صورت بتن مسلح معمولی و بتن مسلح پیش‌تنیده در کارخانه تولید و به محل اجرای پروژه انتقال داده می‌شوند. از مزایای این سیستم می‌توان به کاهش زمان اجرا و افزایش سرعت پروژه نام برد. از نکات شایان توجه در اجرای سقف‌های مجوف پیش‌ساخته، اتصال برشی این قطعات به سیستم باربر جانبی است و لازم است با تعبیه میلگردهای قلابی و انجام محاسبات و کنترل‌های مربوطه طراحی شود.

در این سیستم از قاب‌های ساختمانی ساده برای باربری ثقیلی و از دیوار برشی بتن مسلح درجا برای باربری جانبی سازه استفاده می‌شود. در راستای اطمینان از کفایت پی سازه در تحمل بارهای وارده، از شالوده بتن مسلح درجا استفاده می‌شود.

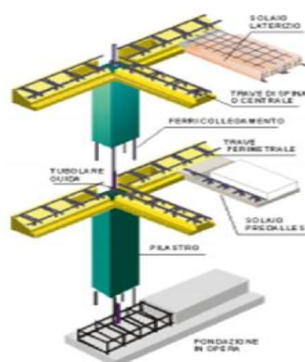


شکل ۱۴. سقف هالوکور

<sup>۱۳۲</sup> Hollow core

### ۵-۲-۴- سیستم قاب ساده بتنی نیمه پیش‌ساخته K با دیوار برشی بتنی مسلح درجا

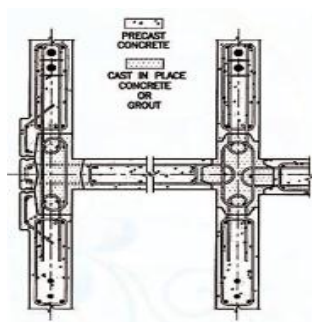
در سیستم نیمه پیش‌ساخته K اعضای همچون تیر، ستون و سقف به صورت نیمه پیش‌ساخته در کارخانه تولید شده که پس از انتقال به محل با استفاده از بتن ریزی درجا در محل اتصالات، پیوستگی سازه حاصل می‌شود. در این سیستم، تیرها و ستون‌ها به همراه اتصالاتشان تشکیل یک قاب ساده بتنی مسلح را می‌دهند که بارهای ثقلی در این سیستم توسط این قاب‌ها تحمل شده و به شالوده منتقل می‌شود. شالوده در این سیستم به صورت درجا اجرا می‌شود. به علت نیمه پیش‌ساخته بودن قطعات به نیرو و زمان کمتری جهت ساخت این سیستم نیاز بوده و کنترل کیفیت اعضا به راحتی در کارخانه صورت می‌گیرد.



شکل ۱۵. سیستم نیمه پیش‌ساخته K

### ۵-۲-۵- سیستم دیوار باربر بتنی مسلح پیش‌ساخته ویژه

در این سیستم سازه‌های بتنی، اتصال قطعات پیش‌ساخته بتنی مسلح دیواری در امتدادهای افقی و قائم، عمدتاً توسط قلاب‌های U شکل که در کناره‌های این قطعات تعبیه شده است صورت می‌گیرد. بعد از نصب این قطعات، با افزودن آرماتورهای طولی (موازی لبه قطعه و رد شده از حلقه قلاب‌ها)، قلاب‌های U شکل یاد شده به یکدیگر دوخته شده و سپس فضای بین این قطعات که باید به یکدیگر متصل شوند، با بتن کاملاً پر می‌شود. به دلیل اتصالات ویژه، این سیستم قابل کاربرد در کلیه پهنه‌های لرزه خیزی کشور است.



شکل ۱۶. سیستم دیوار باربر بتنی مسلح پیش‌ساخته ویژه

### ۵-۲-۶- سیستم ساختمان‌های پیش‌ساخته با دیوار باربر متشکل از سقف و دیوارهای بتن آرمه

سیستم Large Panel یا سیستم Box Type در دسته‌بندی سیستم‌های پیش‌ساخته بتنی Tilt Up قرار می‌گیرد. در این سیستم، پانل‌های دیواری، علاوه بر تحمل بارهای ثقلی، بارهای جانبی را نیز به صورت دیوار برشی تحمل می‌نمایند. در نتیجه این نوع سیستم در دسته‌بندی سازه‌ای، یک سیستم دیوار باربر با دیوار برشی است. بارهای مرده و زنده از طریق دال‌های بتن آرمه کف که از طریق اتصالات مفصلی یا غلطکی به دیوارها متصل می‌باشند، انتقال یافته و دیوارها نیروهای ناشی از بارهای وارده را به شالوده منتقل می‌نمایند.

سیستم پانل‌های بزرگ با به کارگیری بتن سازه‌ای و لایه عایق حرارتی در کارخانه ضمن کاهش وزن دیوار، رفتار مطلوب‌تری در مقابل انبساط و انقباض دارا است. مصالح اصلی مصرفی در این سیستم شامل: سیمان، میلگرد، پوکه صنعتی (پوکه لیکا)، پلی استایرن و گاز طبیعی برای عمل آوری بتن بوده و کلیه مصالح در داخل کشور قابل تأمین است.

عایق حرارتی از طریق استفاده از یک لایه ملات سیمان و پلی استایرن که در کارخانه به هنگام ساخت دیوارها بر روی لایه بیرونی دیوار خارجی، اجرا می‌شود. این سیستم در طبقه بندی صرفه جویی زیاد در مصرف انرژی قرار داشته و در تمام مناطق ایران قابل استفاده است. مصالح بکار گرفته شده در این نوع از ساختمان از مقاومت خوبی در برابر آتش سوزی و صدا برخوردار هستند.



شکل ۱۷. سیستم Large panel

### ۵-۲-۷- ساختمان‌های بتن آرمه متشکل از دیوار باربر دولایه و سقف‌های نیمه پیش‌ساخته

در ساختمان‌های بتن آرمه متشکل از دیوار باربر و سقف‌های نیمه پیش‌ساخته با بتن درجا، قسمتی از دیوارهای بتن مسلح به صورت پیش‌ساخته در کارخانه تولید می‌شود. این دیوارها از دو لایه بتن مسلح، که با فاصله عرضی نسبت به یکدیگر قرار می‌گیرند، ساخته می‌شود. فاصله بین لایه ها، علاوه بر تأثیری که بر کاهش وزن

دیوار در زمان حمل و نقل (در مقایسه با دیوارهای پیش‌ساخته یکپارچه توپر) دارد، نصب و برپایی آن را نیز سهولت می‌بخشد.



شکل ۱۸. ساختمان‌های بتن آرمه متشکل از دیوار باربر دولایه

#### ۵-۲-۸- ساختمان‌ها با صفحات دولایه ساندویچی سه بعدی با بتن میانی درجا

این نوع از ساخت برای ساختمان‌های با کاربری مسکونی تا حداکثر ۴ طبقه روی پارکینگ، مورد تأیید است. این ساختمان‌ها متشکل از پانل‌های دیوار و سقف بوده و پانل‌های دیواری به دو صورت به کار گرفته می‌شوند. نوع اول به عنوان دیوارهای جداکننده و نوع دوم در نقش اعضا سازه‌ای و باربر ثقلی و جانبی. در این سیستم پانل‌های سقفی، بارهای کف را تحمل کرده و آن را بصورت مستقیم (بدون وجود المان تیر) به پانل‌های دیواری منتقل می‌نماید.



شکل ۱۹. ساختمان با صفحات دولایه ساندویچی سه بعدی

#### ۵-۲-۹- سیستم اسکلت فولادی پیش‌ساخته با اتصالات پیچ و مهره ای

در این روش، معمولاً پس از طراحی و تهیه نقشه‌های ساخت اسکلت، قسمتی از قطعات به همراه اتصالات آن‌ها به ویژه محل‌های بحرانی سازه توسط جوش در محل کارخانه به صورت پیش‌ساخته ساخته شده و در محل

توسط پیچ و مهره به هم متصل می‌شوند. نصب قطعات در محل توسط پیچ و مهره از سرعت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. در اتصالات پیچ و مهره‌ای تنش‌های پسماند به وجود آمده ناشی از جوشکاری و خطای نصب، به مراتب کمتر از اتصالات تمام جوشی است. در این سازه‌ها امکان باز کردن اتصال به منظور ترمیم یا ایجاد تغییرات ثانویه میسر است.



شکل ۲۰. سیستم اسکلت فولادی پیش‌ساخته با اتصالات پیچ و مهره‌ای

### ۵-۲-۱۰- سیستم سازه‌های بتن مسلح پیش‌ساخته مدولار سه‌بعدی

سیستم سازه‌های بتن مسلح پیش‌ساخته مدولار سه‌بعدی یا سیستم خانه سازی مدولار جعبه‌ای، یک سیستم ساختمانی کامل است که از مدول‌های جعبه‌ای شامل دیوار و سقف تشکیل شده است. این مدول‌ها به دو صورت در کارخانه تولید و به کارگاه منتقل می‌شوند و پس از سرهم بندی مدول‌ها یک ساختمان کامل را تشکیل می‌دهند. مدول‌های اصلی این سیستم عبارتند از مدول میانی، شامل دو دیوار پیرامونی و سقف و مدول انتهایی، شامل سه دیوار پیرامونی و سقف.

نکته قابل توجه در این خصوص امکان اجرای سقف شیبدار برای این ساختمان‌ها است. این سیستم به عنوان سیستم دیوار باربر با دیوار برشی بتن مسلح پیش‌ساخته متوسط محسوب می‌شود و اجرای آن در یک طبقه و در کلیه مناطق لرزه خیزی ایران مجاز است.



شکل ۲۱. سیستم سازه‌ای بتن مسلح پیش‌ساخته مدولار سه‌بعدی

## فصل ۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

لزوم استفاده از روش‌های صنعتی برای دستیابی به افق‌های برنامه‌های توسعه کشور در بخش مسکن و تأمین تقاضای مصرفی در سال‌های پیش‌رو، بر کسی پوشیده نیست؛ اما باید توجه داشت که به دلیل نوین بودن این تکنیک در کشور، امکان جایگزینی سریع و فراگیر آن در کوتاه مدت وجود ندارد. البته که این موضوع نافی لزوم برنامه‌ریزی، اتخاذ سیاست‌های بنیادی و تلاش برای تحقق این امر نخواهد بود.

صنعتی‌سازی ساختمان مزایای کمی و کیفی بسیاری از جمله کاهش زمان ساخت، افزایش کیفیت و طول عمر ساختمان، کاهش مصرف انرژی (صرفه‌جویی)، کاهش نخاله‌های ساختمانی، افزایش ایمنی در کارگاه و ... را به دنبال دارد. با این وجود ایران جزو کشورهایی است که با قوت کافی به این موضوع ورود نکرده است. عدم گسترش صنعتی‌سازی ساختمان دلایل مختلفی دارد که در این پژوهش به برخی از آن‌ها پرداخته شد. بر اساس بررسی‌های صورت گرفته، سوداگری در بخش زمین و نبود چشم انداز مشخص از جمله مهمترین چالش‌های صنعتی‌سازی ساختمان در کشور تشخیص داده شد.

در حال حاضر به دلیل سوداگری در زمین روز به روز قیمت زمین و مسکن به صورت غیرمنطقی افزایش می‌یابد و از آنجا که زمین نقش بسزایی در قیمت تمام شده ساختمان (حدود ۶۰ درصد) دارد؛ رقابت تولیدکنندگان بر سر کیفیت و صنعتی‌سازی در شرایط فعلی معنایی نخواهد داشت. از این رو باید مسئولان با ابزارهای مالیاتی کفه ترازو را به سمت صنعتی‌سازی هدایت کنند. به عبارت بهتر هزینه سوداگری را با اخذ مالیات افزایش و در مقابل هزینه ساخت مسکن به روش صنعتی را با معافیت مالیاتی کاهش دهند. از سوی دیگر با وجود تدوین و تصویب قوانین بالادستی؛ یا این قوانین به خوبی اجرا نشدند یا به صورت پراکنده و در برخی از سال‌ها انجام پذیرفته و با گذشت زمان و تغییر رویکرد مجدداً به فراموشی سپرده شده‌اند که راهکار این مسئله نگارش طرح جامع صنعتی‌سازی در کشور و الزام تمامی دستگاه‌های متولی برای اجرای آن است.

تجارب کشورهای خارجی نشان داد که دولت‌ها در فرآیندی حساب شده و سازمانی، در گام نخست با تأسیس کمیته‌های راهبردی توسعه، نقشه راه خود را با مطالعه سوابق معماری صنعتی در سایر کشورها مشخص کرده‌اند. در گام بعدی دستورالعمل‌های صنعتی‌سازی را استخراج کرده و با تعیین استانداردهای لازم در جهت ساخت صنعتی پیش رفتند. در ادامه مسیر به منظور کنترل و نظارت تحقق نقشه راه، کمیته ناظر بر صنعتی‌سازی را تشکیل دادند. این کشورها با برگزاری نمایشگاه‌های صنعتی و آموزش مهندسان و کارگران موجب بالا بردن میزان آگاهی و مهارت مردم و متخصصین شدند. با توجه به مطالعات و بررسی تجارب کشورها، این راهبردها در ۵ بخش سیاستی، تأمین مالی، مقرراتی، علمی و توسعه‌ای طبقه‌بندی می‌شوند.



## جدول ۲. راهکارهای صنعتی سازی در ایران

حوزه	راهکارها
سیاستی	۱- کنترل قیمت زمین از طریق عرضه زمین‌های عمومی و دولتی مطابق قانون ساماندهی و حمایت از تولید و عرضه مسکن مصوب سال ۱۳۸۷ و مقابله با سفته‌بازی زمین با استفاده از ابزارهای مالیاتی
	۲- واگذاری طرح‌های ساخت انبوه مسکن دولتی به سازندگان با اولویت داشتن توان صنعتی سازی و اجرای آن با این نوع روش
	۳- تشکیل کمیته سیاستگذاری و اجرایی به منظور تعیین نقشه راه و یکپارچگی در تصمیمات و اجرای آن
	۴- تدوین و نگارش طرح جامع صنعتی سازی مسکن در کشور
	۵- متعادل سازی قیمت حامل‌های انرژی مطابق بند ۷ سیاست‌های کلی نظام در امور مسکن
تأمین مالی	۱- اختصاص تسهیلات ساخت و خرید به واحدهای ساختمانی صنعتی با شرایط مطلوبتر نسبت به روش معمول فعلی و واگذاری وام با نرخ سود کمتر متناسب با افزایش تعداد واحدها و بازپرداخت طولانی مدت و تخفیف در عوارض ساخت و ساز (از محل اعتبارات یارانه‌ای محل صرفه جویی‌های انرژی و مصالح حاصل از صنعتی سازی و صندوق ملی مسکن)
	۲- تأمین مالی زنجیره‌ای برای تأمین مواد اولیه و دستگاه‌ها با استفاده از واسط تضمینی بانک
	۳- بهره‌گیری از روش تأمین مالی مشارکتی و پیش فروش برای پروژه‌های صنعتی سازی
مقرراتی	۱- تدوین مقررات جدید و بروزرسانی استانداردهای مبحث ۱۱ مقررات ملی ساختمان صنعتی سازی
	۲- تعیین دستورالعمل طراحی مصالح مدولار و تست آن
	۳- تدوین و نگارش فهرست بها جهت اجرای صنعتی سازی
توسعه‌ای	۱- راه اندازی کارخانه‌ها، متناسب با شرایط جغرافیایی و فاصله حمل به سایت و استفاده مجدد از توان کارخانجات تعطیل و نیمه تعطیل
	۲- ایجاد بخش تحقیق و توسعه (R&D) و کسب دانش ساخت دستگاه‌ها و ماشین‌آلات این حوزه و واردات و مهندسی معکوس
	۳- توسعه آزمایشگاه‌ها و خدمات-پشتیبانی در زمینه سیستم‌های صنعتی
علمی	۱- تعیین سیستم‌های صنعتی سازی مشخص، متناسب با شرایط بومی کشور از لحاظ معماری ایرانی-اسلامی و صرفه اقتصادی بالا و مقاومت بیشتر
	۲- صدور گواهی کیفیت، مشخصات فنی و مصرف انرژی برای واحدهای مسکونی براساس نوع ساخت جهت انتخاب متقاضیان مسکن
	۳- تعیین صلاحیت و درجه بندی پیمانکاران در بکارگیری سیستم‌های صنعتی
	۴- برگزاری دوره‌های آموزشی برای سازندگان، کارگران و مهندسان بر اساس ماده ۳۰ فصل ۶ آیین نامه اجرایی قانون ساماندهی و حمایت از تولید و عرضه مسکن
	۵- افزایش واحدهای درسی دانشگاه‌ها در خصوص ساخت صنعتی
	۶- آگاه سازی و فرهنگ سازی در جامعه برای خرید از سیستم‌های صنعتی از طریق تبلیغات گسترده در رسانه‌ها براساس ماده ۳۱ آیین نامه اجرایی قانون ساماندهی و حمایت از تولید و عرضه مسکن

## منابع

۱. پایگاه خبری تحلیلی مسیر اقتصاد؛ شناسه خبر: ۸۲۵۲۰
۲. رائین خواه، امیر و حسینی، عبدالله. (۱۳۹۴) «مروری بر تعاریف ارائه شده برای صنعتی‌سازی ساختمان و بررسی تأثیرات بالقوه آن در صنعت ساخت»، سومین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران و توسعه شهری و معماری، تهران، دانشگاه شهید بهشتی.
۳. پیربابایی، محمد تقی و امرایی، بابک. (۱۳۸۸). «بررسی میانی طراحی محصولات مدولار». نشریه هنرهای زیبا، (۳۷)، صص ۶۹-۷۶.
۴. شاه حسینی، وحید، وجدانی، احمد و امیری، امید. (۱۳۹۱) «نقش صنعتی‌سازی ساخت و ساز ساختمان در توسعه کشور و چالش‌های پیاده‌سازی آن». سومین کنفرانس بین‌المللی صنعت احداث، تهران.
۵. آصفی، مازیار، هاشم‌پور، پریرسا و مهاجری، مظفر. (۱۳۹۶) «امکان‌سنجی روش‌های صنعتی‌سازی ساختمان در تولید مسکن اسلامی». فصلنامه پژوهش‌های معماری اسلامی، ۴(۵)، صص ۳۴-۱۵.
۶. رستم‌پور، عاطفه. (۱۳۸۹) «شناسایی و تحلیل موانع توسعه صنعتی‌سازی ساختمان در ایران». پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت تکنولوژی، گرایش انتقال تکنولوژی. دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی.
۷. دفتر زیربنایی مرکز پژوهش‌های مجلس. (۱۳۹۱) «بررسی فرآیند صنعتی‌سازی ساختمان و الزامات آن»
۸. عیسی‌خانی، ویدا و مومنی، کوروش. (۱۳۹۱) «نگاهی به تاریخچه و روند تکامل صنعتی‌سازی در ساختمان از زمان ساختمان‌های ابتدایی تا پیشرفت در عصر حاضر». اولین همایش ملی اندیشه‌ها و فناوری‌های نو در معماری، تبریز.
۹. رائین خواه، امیر و حسینی، عبدالله. (۱۳۹۴) «بررسی چالش‌های صنعتی‌سازی ساختمان در ایران و پیشنهاد راهکارهای عملی»، سومین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران و توسعه شهری و معماری، تهران، دانشگاه شهید بهشتی.
۱۰. قلی‌زاده، علی اکبر. (۱۳۹۶) «پیشنهاد اصلاح مالیات بر املاک (با تأکید بر عایدی سرمایه)»، گزارش معاونت امور اقتصادی وزارت امور اقتصادی و دارایی.
۱۱. مهدوی، احسان، بالادهی، سیدحسین ساداتی و منصورخاکی، علی. (۱۳۸۹) «بررسی اهمیت صنعتی‌سازی ساختمان و ارائه راهبردهای لازم جهت فراگیر نمودن آن»، سومین همایش مقاوم‌سازی و مدیریت شهری، خمین، دانشگاه آزاد اسلامی.
۱۲. وبسایت رضا سهم‌الدینی؛ [www.sahmdini.ir](http://www.sahmdini.ir)
۱۳. وبسایت بانک مسکن؛ [www.bank-maskan.ir/mass-producers-facility](http://www.bank-maskan.ir/mass-producers-facility)
14. Abdullah, M. R., Mohd Kamar, K. A., Mohd Naw, M. N., Tarmizi Haron, A., and Arif, M. (2009). "Industrialized building system: A definition and concept". Proc. of ARCOM Conference, Nottingham, UK.
15. GOODIER, C.I., GIBB, A.G.F. (2007). "Future opportunities for offsite in the UK". Construction Management and Economics, 25 (6).

16. Kamar, K.A.M., Hamid, Z.A., Azman, M.N.A., Ahamad, M.S.S. (2011). "Industrialized building system (IBS): Revisiting issues of definition and classification". *International Journal of Emerging Sciences*, 1(2).
17. Qays, M., Mohamed, M.F., Sulaiman, M.KAM., Raman, SN. (2017) "Industrialized Building Systems: A Bibliometric Analysis from 1980 to 2017". *The International Scientific Forum (ISF 2017)* Langkawi Island, Malaysia.
18. Qays, M., Mustapha, K.N., Mohammad, B.S. (2009) "Advantages of industrialized building system in Malaysia". *Universiti Tenaga Nasional, Malaysia*.
19. Rahman, A.B.A., Omar, W. (2006) "Issues and Challenges in the Implementation of IBS in Malaysia". *Proceeding of the 6th Asia - Pasific Structural Engineering and Construction Conference (ASPEC 2006)*. Kuala Lumpur, Malaysia.
20. Lessing, J. (2006) "Industrialized house-building: concept and processes". *Lund institute of tech, Sweden*.
21. Heravi, G., jafari, A. (2014) "Cost of Quality Evaluation in Mass-Housing Projects in Developing Countries". *Journal of construction engineering and management (ASCE)*.
22. Noraini, B.B. (2009) "Construction Technology and Innovation Development Sector". *Construction Industry Development Board (CIDB), Kuala Lumpur, Malaysia, Personal. communication*.
23. Thanoon, W.A.M., Peng, L.W., Abdul Kadir, M.R., Jaafar, M.S. and Salit, M.S. (2003) "The Experiences of Malaysia and Other Countries in Industrialized Building System in Malaysia". *Proceeding on IBS Seminar. UPM, Malaysia*.
24. Masod, W. M. S. (2005) "Simulation of allocation activities of logistic for semi precast concrete construction: case study". *UTM, Johor*.
25. Romeroa, R., Cebadora, S., Abad, J. (2014) "Modeling injury rates as a function of industrialized versus on-site construction technique". *Barcelona-Spain*.
26. Dimoudi, A., Tompa, C. (2008) "Energy and environmental indicators related to construction of office buildings". *Resources, Conservation and recycling, Volume 53, Issues 1–2*.
27. Ammar, W., Abbood, K. (2015) "Achieving energy efficiency through industrialized building system for residential buildings in Iraq". *International journal of sustainable built environment, Iraq*.
28. Abedi, M., Fathi, M. S., Mirasa, A. K. (2011) "Establishment and Development of IBS in Malaysia". *International Building and Infrastructure Technology Conference (BITECH 2011), Penang, Malaysia*.
29. Zhang, X. L., Skitmore, M., Peng, Y. (2014) "Exploring the challenges to industrialized residential building in China". *Journal of Habitat international, Elsevier Ltd*.
30. Chen, E.L.L. (2000) "An Overview of the Malaysian Property Market". *Paper presented at the UPM Workshop "Environment Friendly Township for Developing Countries", Serdang, Malaysia*.
31. Din, I. (2012) "IBS Roadmap-Status Towards 2015". *The International Constructional Steel Conference (ICSC), Kuala Lumpur, Malaysia*.
32. CIDB. (2011) "Industrialized Building System (IBS) Roadmap 2011-2015 Construction Industry Development Board (CIDB)". *Kuala Lumpur, Malaysia*.
33. Hamid, Z.A., Hung, F.C., Rahim, A.H.A. (2017) "Retrospective View and Future Initiatives in Industrialized Building Systems (IBS) and Modernization, Mechanization and Industrialization (MMI)". *by John Wiley & Sons Ltd*.
34. Chiang, Y.H., Chan, H.W.E., Lok, K. L. L. (2006) "Prefabrication and barriers to entry – a case study of public housing and institutional buildings in Hong Kong". *Habitat Int. 30 (3)*.
35. Wang, Y. (2006) "Housing industrialised buildings in China: status quo and future development". *unpublished thesis. China: Department of Architecture, South China University of Technology*.
36. Zhang, X. L., Skitmore, M. (2012) "Industrialized housing in China: a coin with two sides". *International Journal of Strategic Property Management, 16(2)*.