

## مقایسه تطبیقی روش صنعتی سازی ساختمان با روش سنتی با تأکید بر زمان، هزینه و کیفیت

مهدی عطائیان<sup>۱</sup>: دانشجوی دوره دکتری تخصصی معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران  
ataeyanarchitect@yahoo.com

فرزانه اسدی ملک جهان: استادیار دانشکده فنی و مهندسی، گروه آموزشی معماری، تحصیلات تکمیلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، ایران

### چکیده

پژوهش حاضر به مقایسه تطبیقی روش صنعتی سازی ساختمان با روش سنتی با تأکید بر زمان، هزینه و کیفیت می‌پردازد. اهمیت ساخت و ساز ساختمان از یک سو و کاربرد روزافزون صنعتی سازی در این حوزه و مقابله روش صنعتی سازی ساختمان با روش متداول در مهندسی معماری، به موضوعی بسیار مهم و بحث‌انگیز تبدیل شده‌است که رویکردی تحلیلی در تطبیق آنها را می‌طلبد. این پژوهش تلاش دارد تا با هدف بازنگری چستی روش صنعتی سازی ساختمان به مقایسه‌ی آن با روش سنتی ساختمان سازی بپردازد. روش تحقیق مقاله پیش رو از نوع توصیفی - تحلیلی است و با تکیه بر مطالعه تطبیقی قصد دارد ضمن مطالعه روش سنتی سازی ساختمان و روش صنعتی سازی ساختمان، جایگاه آن را در مراحل فرآیند دوره‌ی ساخت و بهره‌برداری بررسی نماید؛ و از این قرار در انتها روش سنتی سازی ساختمان با روش صنعتی سازی ساختمان در فرآیند ساخت و ساز و بهره‌برداری ساختمان به طور تحلیلی مقایسه می‌شود. از این قیاس تحلیلی چنین می‌توان نتیجه گرفت که سیستم‌های ساختمانی متداول بر مبنای مؤلفه‌های زمان، هزینه و کیفیت به علت عدم حصول نتایج رضایت بخش در صنعت ساختمان پاسخگوی نیازهای کشور نیست؛ و بکارگیری صنعت در ساختمان سازی با معیارهای فوق ضمن دستیابی به ساخت و سازهای سبک، تولید انبوه (یا تولید صنعتی) توجیه اقتصادی پیدا خواهد کرد. نتیجه‌ی این مقاله زمینه‌ای کاربردی برای مواجهه با موضوع روش صنعتی سازی در حوزه‌ی ساختمانی معمارانه و نظارت و هدایت آن در جهت تلفیق با مهارت‌های ساخت و ساز سنتی برای حصول به اهداف غایی ساخت و ساز ساختمان فراهم می‌کند. به نظر می‌رسد صنعت ساختمان به روش صنعتی سازی از مثلث مؤلفه‌های زمان، هزینه و کیفیت رضایت خیلی بیشتری نسبت به روش ساخت و ساز متعارف دارد.

**واژگان کلیدی:** روش صنعتی سازی ساختمان، روش سنتی سازی ساختمان، مقایسه تطبیقی، تولید انبوه، مولفه‌های مدیریت زمان، هزینه و کیفیت، توسعه پایدار

**مقدمه**

اصطلاح صنعتی سازی ساختمان برای توصیف و در بر گرفتن مفاهیم مدولساز، پیش ساخته سازی و مونتاژ به کار می‌رود و به مفهوم هزینه کردن در تجهیزات، امکانات و تکنولوژی با هدف افزایش خروجی، کاهش کار دستی و ارتقای کیفیت می‌باشد (Sebestyen, 2003) و مشخصه‌هایی چون تمرکز تولید، تولید انبوه، استاندارد سازی، تخصص، سازماندهی مناسب و همگرایی، جزو شرایط لازم برای موفقیت این فرآیند هستند (Warszawski, 1999). امروزه تولید صنعتی ساختمان به معنای به کارگیری روش‌های مدرن و سازمان یافته طراحی، برنامه‌ریزی تولید و کنترل و نیز پروسه تولید مکانیزه و اتوماسیون بوده و عبارت است از به کارگیری تکنولوژی‌ها به منظور جایگزینی استادکار با ماشین. چنین پدیده‌ای به طور طبیعی در کارگاه، یا کارخانه و یا در سایت مورد نظر و ضمن جایگزینی ماشین آلات به جای استادکار روی می‌دهد. صنعتی سازی شامل موارد زیر نیز می‌باشد:

**تولید سری:** تولیدات حاصل از عملیات یکسان برای ساخت محصولات یکسان، یا استفاده از اتوماسیون: محصولات در حیطه معینی بدون اتلاف یا خسارتی در تولید، دارای تنوع نیز هستند. بدین منظور ابزار تولید نسبت به دستورالعمل دریافتی مربوط به هر محصولی سازگار شده است (Sarja, 1998).  
صنعتی سازی ساختمان به معنی مصنوعی سازی نیست، در این روش قطعات و اجزای ساختمانی بصورت کارخانه‌ای تولید می‌شود که به طور انبوه و بر اساس استانداردهای مدولار و زنجیره‌ای و با رعایت موازین توسعه پایدار انجام می‌گیرد. در روش صنعتی سازی مسکن، نقشه‌ها صنعتی تهیه و تیپ سازی می‌شود و مصالح به صورت سری در کارگاه‌های صنعتی تولید می‌شوند و شیوه مدیریت کار از ابتدای تهیه نقشه تا تولید مصالح ساختمانی و غیره صنعتی است (شاخص پروژه، ۱۳۹۷، ۱).

در همین رابطه با توجه به افزایش تقاضای مسکن ناشی از رشد جمعیت، مهاجرت به شهرها و در نهایت توسعه شهرنشینی از یک سو و عدم عرضه متناسب مسکن با توجه به ناکارآمدی روش‌های سنتی ساخت و ساز از سوی دیگر، استفاده از صنعتی سازی ساختمان را در جوامع مختلف اجتناب ناپذیر نموده است (حسینعلی پور و حقیقی، ۱۳۸۹، ۳۲۶). امروزه در کشور ایران ساختمان به دو روش سنتی و صنعتی ساخته می‌شود. بنا به تعریف، در روش صنعتی، قطعات و اجزای ساختمان تحت نظام صنعتی در کارخانه تولید و از جنبه‌های مختلف از نظر کیفیت، آزمایش و سپس به محل کارگاه حمل می‌شود. با این روش حجم عملیات ساختمان در محل کارگاه، کاهش یافته و میزان تولید افزایش می‌یابد. مهمترین شرایطی که برای تحقق صنعتی شدن ساختمان سازی مورد نیاز می‌باشد استفاده از اتصالات خشک، مکانیزه کردن عملیات اجرایی در سایت، تولید قطعات بزرگ در کارخانه طبق ضوابط استاندارد مشخص به منظور کنترل کیفیت، بهبود مدیریت ساختمان، رابطه نزدیک بین طرح و تولید و ایجاد تشکیلات موثر عملیاتی در سایت می‌باشد. همچنین یکی از شاخصه‌های صنعتی شدن، تولید انبوه محصولات است که قبلاً به طرق سنتی و با روش‌های دستی تهیه می‌شدند، این محصولات باید دارای ویژگی‌های استاندارد از نظر کیفیت، تخصص‌گرایی در تولید، توجه به مسائل تولید، فروش و بازار به طور همزمان و به کارگیری روش‌های اتوماتیک و مکانیزه در روند تولید باشد (رضائی نامدار و دیگران، ۱۳۸۹، ۲).

صنعت ساختمان و پروژه‌های عمرانی به گواهی آمار و ارقام، از لحاظ سرمایه و حجم نیروی انسانی درگیر، بزرگترین صنعت در کشور می‌باشد. رشد سریع جمعیت و افزایش تقاضا، نیاز به کاهش زمان تحویل پروژه‌های عمرانی و کاهش زمان برگشت سرمایه سرمایه‌گذاران و عواملی از این قبیل باعث شده‌اند تا ضرورت ایجاد تحول در شیوه‌های سنتی صنعت ساختمان روز به روز بیشتر شود. روش صنعتی سازی سیستم‌های ساختمانی یکی از روش‌های نوپا در عرصه ساخت و سازهای عمرانی در کشور است (بیات و طاهرخانی، ۱۳۹۵، ۲۹). ذکر این نکته حائز اهمیت است که شکل انبوه سازی در ایران به گونه‌ای متفاوت از کشورهای توسعه یافته است. با توجه به این که کشور ما، کشوری در حال توسعه است و مسکن به عنوان یکی از شاخصه‌های مهم توسعه مطرح است، باید به مسئله ساخت و ساز سریع و اصولی در آن توجه نمود. همان طوری که پیش‌تر آمد با افزایش روزافزون جمعیت و به تبع آن، نیاز روزافزون به مسکن و نیز ناکارایی سیستم‌های سنتی و متداول در تولید انبوه مسکن، رویکرد به روش‌های صنعتی تولید ساختمان ضروری به نظر می‌رسد. صنعتی سازی ساختمان از عوامل مهم در افزایش تولید و ایجاد تعادل میان عرضه و تقاضا در بازار است که نقش بسزایی در کاهش قیمت مسکن در کشور خواهد داشت (یوسف پور و نصیری، ۱۳۹۶، ۱).

از سوی دیگر، کشور ایران با توجه به کمبود شدید واحدهای مسکونی، توان مالی کم خریداران و نیز کیفیت و سرعت پایین ساخت و ساز، با چالش بزرگی در حیطه‌های ساختمان سازی - که مقوله‌ای غیر از کیفیت طراحی محیط است - روبروست. چالش اخیر به حدی مهم است که گاه کیفیت طراحی را در رده‌های بعدی اهمیت قرار می‌دهد. لذا دلایل گوناگونی نظیر حمایت از قشر محروم و ضروریات غیرقابل چشم پوشی نظیر استحکام بناها به نوعی معماری متکی به ارزش‌های داخلی و تکنولوژی کم هزینه‌تر متناسب با آن را طلب می‌کند. چنین معماری را می‌توان در روش‌های صنعتی ساخت جستجو کرد (ناری قمی، ۱۳۹۲، ۱۴۲). لذا؛ به نظر می‌رسد تمامی شرایط موجود در بازار مسکن ایران رو به سوی صنعتی شدن دارد؛ چنانکه در اهداف برنامه ی پنجم توسعه در راستای چشم انداز بیست ساله مواردی از این روند به چشم می‌خورد. مواردی نظیر افزایش تولید ساختمان‌ها به روش صنعتی از ۳ درصد به بیش از ۳۰ درصد، رفع نیاز ۲۴ میلیون واحد مسکونی در افق ۱۴۰۴ که سهم ساخت و ساز صنعتی آن بیش از ۱۵ درصد کل باشد (ماجدی، ۱۳۸۸، ۱۳). در واقع، توجه به تکنولوژی در هر حیطه‌ای از معماری (از جمله معماری ایران معاصر) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (تقی زاده ۱۳۸۵، ۱۲۸).

در این پژوهش سعی بر آن است که تا با مقایسه دو الگوی روش صنعتی سازی ساختمان و روش سنتی (متعارف) به بررسی تطبیقی نقاط ضعف و قوت آنها پرداخته شود و از این طریق میزان موفقیت هر یک از آنها در ساخت و ساز مناسب مورد ارزیابی واقع گردد. لذا با توجه به راهبرد صنعتی سازی ساختمان در کشور و نیاز فزاینده مراکز استان و شهرهای بزرگ بویژه تهران و ۶ کلان شهر به مسکن (حسینعلی پور و حقیقی، ۱۳۸۹، ۳۲۷). مسئله اساسی تحقیق این است که تا چه حد کاربرد روش صنعتی سازی ساختمان در مقایسه با روش متعارف (سنتی) از اهمیت بالا برخوردار است؟

**روش تحقیق**

روش تحقیق در این پژوهش، به لحاظ ماهیت، توصیفی - تحلیلی و مقایسه‌ای تطبیقی بوده و از نظر هدف مطالعه از نوع کاربردی است. در این پژوهش، جهت گردآوری داده‌های اسنادی از روش کتابخانه‌ای استفاده شده است.

**پیشینه پژوهش**

از نظر محتوایی آنچه که بعنوان پیشینه این تحقیق وجود دارد را می‌توان در موارد زیر بررسی نمود:

آصفی و همکاران (۱۳۹۶) با اشاره به مطالعه در تاریخچه‌ی صنعتی سازی ساختمان در دوران مدرن اروپا و آمریکا، بیان می‌کنند در این دوران نتایج چندین خوشایندی کسب نشده‌است؛ اما باید دانست که نحوه‌ی استفاده از این روش‌ها (تکنیک‌های صنعتی سازی) اهمیت بالایی دارد و در صورت بکارگیری طرح‌های مناسب و کار شده، شاید بتوان به محصولات مناسبی دست یافت. اما مناسب بودن طرح، موردی است که از دیدگاه نظری بررسی می‌شود. در دوران پست مدرن و در دستگاه نظری آن، صنعتی سازی واجد ضعف‌هایی شناخته شد که نمیتواند مبانی دنیای جدید را برآورده سازد. از بعد اجتماعی و اقتصادی شرایطی مشابه اروپای قرن بیستم وجود دارد و از بعد فنی تکنولوژی ساختمان سازی رایج با ضعف‌های اساسی و مهندسی روبروست و از سوی دیگر مبانی فکری حاکم بر ایران برخاسته از پست مدرن اروپایی و آمریکایی نیست؛ بلکه پیرو اصول اسلامی در بطن زندگی، از جمله مسکن، است (آصفی و همکاران، ۱۳۹۶، ۱۶).

رصدخانه علم و فناوری صنعت ساختمان شاخص پژوه (۱۳۹۷) در تحقیق خود با عنوان «گزارشی از وضعیت صنعتی سازی ساختمان در کشور ایران، راجع به آغاز و تاریخ تولید صنعتی ساختمان در ایران اشاره و می‌نویسند، در ایران تولید صنعتی ساختمان از دهه ۱۳۳۰ آغاز و تاریخی بیش از شش دهه دارد. استفاده از روش‌های نوین ساخت و ساز می‌تواند عمر مفید ساختمان را متحول سازد. امروزه انواع پانل‌های دیواری و سقفی در کوتاه‌ترین زمان ممکن و با خصوصیات مختلف مثل عایق صدا و صوت و سبک بودن جایگزین آجر در ساخت و ساز شده‌اند و سیستم‌های نوین ساختمانی توانسته‌اند ضمن صرفه جویی قابل توجه در مصرف فولاد و بتن و تلاش در خشک سازی به دستاوردهای نوینی در این حوزه دست یابند، هر چند در دو، سه سال اخیر اقداماتی در این زمینه صورت گرفته اما به جرات می‌توان گفت تنها راه تحول در ساخت و ساز کشور رویکرد درست به صنعتی سازی و نیمه صنعتی سازی ساختمان و استفاده به جا و مناسب از فناوری‌های نوین ساختمان با استانداردهای جهانی و کیفیت مناسب است (شاخص پژوه، ۱۳۹۷، ۲ و ۱).

صنعتی سازی ساختمان در ایران چندان فراگیر نشده و بدلیل عدم وجود زیرساخت‌های کافی در این زمینه به صورت نیمه کاره انجام می‌گیرد. صنعتی سازی ساختمان در کشور ما عمدتاً در ساخت سازه‌های بتنی با قطعات پیش ساخته و بکارگیری پانل‌ها و بلوک‌های جدید، استفاده از تجهیزات نوین تاسیساتی و غیره به صورت محدود انجام می‌شود. البته در سال‌های اخیر در ساخت پروژه‌های مسکن مهر بعضاً صنعتی سازی به نحو نسبتاً مناسبی انجام شده است. اما از آنجایی که در این حوزه بعضاً نظارت مناسب از سوی نهادهای ناظر همچون شهرداری‌ها و سازمان‌های نظام مهندسی انجام نپذیرفته است، نمی‌توان از کیفیت اجرای آنها اطمینان حاصل نمود (همان، ۳ و ۲).

داوودنیا (۲۰۱۵) در تحقیقی با عنوان «بررسی تکنولوژی‌های جدید ساختمان سازی، ساختمان‌های پیش ساخته» می‌نویسد اگر تکنولوژی ساختمان را به معنی وارد شدن صنعت در ساختمان سازی بگیریم، از حدود سال ۱۳۴۷ تکنولوژی ساختمان وارد ایران شد و اوج آن زمانی بود که ساختمان سازی به صورت شهرک سازی در بعضی از شهرهای بزرگ مثل اصفهان (مجمع ذوب آهن)، اهواز، تبریز، تهران و برخی دیگر از شهرها شروع شد. این صنعت بیشتر از کشورهای اروپایی مانند آلمان، هلند، انگلیس و فنلاند به ایران وارد شد (داوودنیا، ۲۰۱۵).

### بدنه تحقیق (نوشتار اصلی)

#### تعریف و ضرورت صنعتی سازی ساختمان؛

#### صنعتی سازی ساختمان یک ضرورت ملی

منظور از صنعتی سازی ساختمان، استفاده از روش‌های نوین کارخانه‌ای با رویکرد تولید انبوه به منظور کاهش هزینه، افزایش سرعت اجرا و افزایش کیفیت در پروژه‌های مسکن می‌باشد. حدود دو سوم از کار در ساخت صنعتی مسکن و ساختمان در کارخانه صورت می‌گیرد و آنچه که به عنوان پیشرفت فیزیکی و در محل اجرای پروژه صورت می‌گیرد تنها حدود یک سوم حجم کار را در بر می‌گیرد. در انبوه سازی صنعتی ابتدا قطعات و اجزا ساختمان در کارخانه‌های پیش ساز ساخته می‌شود و بعد از حمل به محل پروژه در کنار همدیگر قرار می‌گیرند. سامانه‌ها و فرآیند صنعتی سازی ساختمان شامل همه فعالیت‌های مرتبط با طراحی، فناوری‌ها، روش‌های ساخت و ساز و تولید کارخانه‌ای قطعات و اجزای ساختمانی است که با رعایت موازین علمی به طور انبوه و بر اساس استانداردها و رعایت الزامات فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی و موازی توسعه پایدار انجام می‌گیرد (یوسف پور و نصیری، ۱۳۹۶، ۱).

هنوز در بخش بزرگی از پروژه‌های ساختمانی کشورمان از شیوه‌های سنتی بهره‌گیری می‌شود. این شیوه‌ها مبتنی بر عملیات بنایی و کارگری و ساخت اجزای ساختمانی در محل کارگاه می‌باشد که باعث بروز نقایص عمده‌ای مانند طولانی بودن پروژه‌ها، صرفه پایین اقتصادی، پرت زیاد مصالح و کیفیت پایین محصولات می‌شود. این نقایص در پروژه‌های بزرگ مسکن که مشتمل بر حجم بزرگی از ساخت و ساز می‌باشد نمود بیشتری می‌یابد و لذا با گسترش طرح‌های تولید انبوه مسکن در کشور، نیاز به تغییر رویه‌های جاری و بهره‌گیری از شیوه‌های صنعتی در ساخت مسکن بیش از پیش احساس می‌شود (همان، ۲ و ۱).

#### مزایای صنعتی سازی ساختمان و اهمیت آن

صنعتی سازی ساختمان روشی کارآمد در بهره‌گیری از مصالح و تکنولوژی‌های نوین می‌باشد و روش‌های تولید صنعتی به ویژه در حوزه مسکن از روش‌های متداول ساخت صرفه اقتصادی بیشتری را داراست (همان، ۳). مزایای صنعتی سازی ساختمان در مقایسه با روش‌های ساخت سنتی شامل کیفیت بالاتر اجزای سازنده، انتخاب دقیق مصالح، کاربرد ابزار تولید بهتر، گردش مالی سریع، کاهش پرت مصالح ساختمانی، افزایش کیفیت ساخت و ساز، افزایش سرعت عمل ساختمان سازی، کاهش هزینه ساخت، کاهش زمان ساخت، کاهش زباله و نخاله‌های ساخت، کاهش نیاز به نیروی انسانی و افزایش عمر بنای واحدهای مسکونی هستند که می‌تواند موجب ترغیب تولید کنندگان به سمت صنعتی سازی مسکن در قیاس با سنتی سازی گردد. به کارگیری متناوب و گسترده اجزای پیش ساخته و تولید شده با روش‌های صنعتی به منظور کاهش هزینه‌ها ضروری است. البته با نگاه صنعتی و ایجاد کارگاه صنعتی در محل پروژه‌های عمرانی هزینه‌های اضافی در ساختمان حذف خواهد شد.

راه حل آسان، ارزان، سریع، جلوگیری از خطاها و محدود کردن آنها، افزایش کیفیت و در کنار آن رفع کمبود مسکن و در نتیجه ساخت سریع در زمان کوتاه مواردی هستند که در انبوه سازی مدنظرند و آن را توجیه می‌کنند. با مقایسه هزینه‌های تولید صنعتی و ساخت سنتی در مقیاس انبوه، اعم از هزینه‌های اجرا، حمل و نقل و مقدار ساخت در زمان، می‌توان تولید صنعتی را از نظر اقتصادی به صرفه دانست. ذکر این نکته ضروری است که تولید صنعتی در بخش مسکن فقط

در انبوه سازی توجیه پذیر است (همان، ۲). زیرا انبوه ساز بایستی تعداد زیادی واحد مسکونی را در مدت زمانی کوتاه تکمیل نموده و تحویل مشتری بدهد (امیری مهر، ۱۳۸۸، ۴).

تولید صنعتی که عمدتاً مبتنی بر طرح‌های همسان و تیپ و به صورت انبوه صورت می‌پذیرد، بنا بر ویژگی‌های که دارد، دارای مزایایی است که به اختصار می‌توان به «سرعت بالای اجرا، هزینه مناسب، کیفیت بالای اجرا، سهولت اجرا و تقلیل خطاپذیری» اشاره کرد. این شیوه، در زمانی برابر نسبت به حالت سنتی، قابلیت پاسخگویی به نیازهای بیشتری را دارا می‌باشد. ضمن آن که کیفیت، بالاتر رفته و قیمت کاهش می‌یابد، که این امر، ماهیت تولید صنعتی است. در کشور ما، نیاز به مسکن نشأت گرفته از ۴ عامل است؛ کمبود فعلی، تشکیل خانواده جمعیت جوان کشور در آینده، بازسازی بافت‌های فرسوده و ساختمان‌های کلنگی و همچنین، رشد جمعیت (همان، ۱).

به همچنین مزایای صنعتی سازی ساختمان شامل سبک سازی، مقاوم سازی، صرفه جویی در مصالح، مصرف بهینه انرژی در دوران ساخت و بهره برداری، کاهش دوره ساخت و در نتیجه کاهش هزینه‌های ساخت و افزایش عمر و کیفیت ساختمان و قطعات و اجزای آن است. همچنین باید تاکید کرد صنعتی سازی ساختمان منجر به کاهش هزینه‌های تولید و احداث ساختمان می‌شود لذا به منظور تحقق اهداف مورد نظر در توسعه صنعتی ساخت و ساز، انتخاب فن آوری‌های نوین که با الگوهای فرهنگ بومی منطبق باشد از حساسیت بسیاری برخوردار است. بطور خلاصه صنعتی سازی اهداف زیر را مد نظر داشته است.

۱ - ساخت سازه با استفاده از روش‌های مکانیزه بمنظور تسریع در کار، ۲ - به کارگیری روش‌هایی جهت بهره برداری از ساختمانی عایق، مدرن و ایمن و ۳ - انجام کار در شرایط کنترل شده و تلاش در جهت کاهش تاثیر شرایط متغیر و نامساعد محیطی و ایجاد امکان کنترل کیفی بالاتر و اتلاف کمتر مصالح (hame.ir، ص ۱)

### زمان در ساخت و سازهای صنعتی و سنتی ساختمان

سرعت عملیات اجرایی در بسیاری از برنامه ریزی‌های اجرایی ساختمانی به طور عام و ساخت و تولید مسکن به صورت خاص، در انتخاب سیستم صنعتی نقش تعیین کننده‌ای ایفا می‌کند. روش‌های سنتی ساخت ساختمان موجود در کشور نشان دهنده آن است که اغلب این روش‌ها قادر به اجرای سیستم سازه‌ای ساختمان در مدت زمان‌های کوتاه و با کیفیت مناسب نیستند. از طرفی روش‌های نوین ساخت صنعتی ساختمان هر یک قادرند زمان اجرای سازه و کل ساختمان را به مقدار قابل ملاحظه‌ای نسبت به روش‌های متعارف ساخت و ساز کاهش دهند. بطور مشخص ساخت برخی مصالح ساختمانی در مکان ساختمان در مقایسه با روش‌های صنعتی که مصالح در کارخانه تولید و به محل منتقل می‌شوند، فاصله فاحش سرعت ساخت دو روش سنتی و مدرن را نشان می‌دهد (همان، ص ۳)

### مقایسه سرعت ساخت بین روش سنتی (متداول) و صنعتی

#### الف) تولید سنتی (متداول):

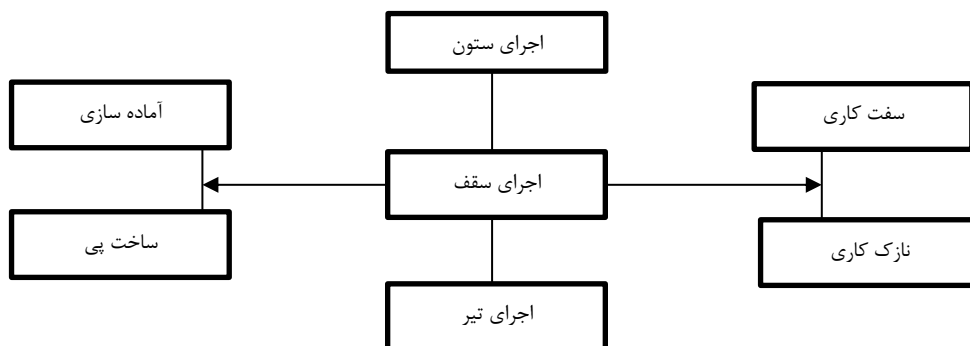
- در تولید سنتی، فرآیند تولید یک فرآیند کاملاً سری (متوالی) است. - سلسله اقدامات اجرایی باید به ترتیب و مرحله به مرحله اجرا شود. - زنجیره وار بودن این گونه اقدامات، روند اجرای پروژه را بسیار کند و هزینه‌های اجرایی از قبیل هزینه نیروی انسانی را افزایش می‌دهد. - مشکل عمده دیگر در فرآیند تولید سنتی، وجود اقدامات اجرایی بیهوده و غیرضروری است که بسیاری از آن ناشی از قدیمی بودن مصالح مورد استفاده و شیوه ساخت است (بیات و طاهرخانی، ۱۳۹۵؛ ص ۳۰).



نمودار ۱ - فرآیند تولید سنتی (بیات و طاهرخانی، ۱۳۹۵، ۳۰)

#### ب) تولید صنعتی:

- 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 تولید سنتی در تولید صنعتی نیست. - بسیاری از مراحل تولید می‌تواند همزمان و به صورت موازی انجام شود و می‌توان تنها این قطعات را برای نصب به محل اجرای پروژه آورد و آنها را به هم متصل نمود. - اگر بر تعداد طبقات افزوده شود، تفاوت زمان در دو شیوه سنتی و صنعتی بیشتر به چشم می‌خورد. چرا که در تولید صنعتی ساخت قطعات ساختمانی در طبقه بالاتر وابسته به اجرای قطعات در طبقه زیرین نیست در نتیجه تفاوت زمان ساخت در دو روش سنتی و صنعتی بیشتر می‌شود.



نمودار ۲ - فرآیند تولید صنعتی (همان، ۳۱)

روش‌های ساخت متداول و ساخت صنعتی در جدول (۱) مقایسه شده‌اند:

جدول ۱: تفاوت‌های ساخت صنعتی و ساخت متداول

| ساخت متداول (Construction)  | ساخت صنعتی (Manufacturing)                               |
|---|--|
| اختیار تصمیم‌گیری میان حامی، طراحان، دولت محلی، پیمانکار و پیمانکاران جز تقسیم شده است.         | اختیار واحد تصمیم‌گیری برای طرح، تولید و بازاریابی       |
| وظایف زیادی نیازمند مقدار زیادی مهارت دستی لازم برای تکمیل پروژه ساخت معینی است                 | تعداد محدودی وظایف ساده برای تولید محصول معین ضروری است. |
| هر فعالیتی در محل کاری وسیع توسط کارگرانی در حال رفت و آمد از مکانی به مکانی دیگر انجام می‌شود. | تمامی وظایف در ایستگاه کاری ثابتی انجام می‌شود.          |
| فعالیت در مکان‌های موقت متعددی انجام می‌شود.  | تمامی فعالیت در یک مکان دائمی انجام می‌شود.              |
| استانداردسازی کم؛ هر پروژه جنبه‌های متمایزی دارد.   | درجه بالایی از تکرار و استانداردسازی                     |
| تغییر زیاد کارگران  | در مقایسه، نیروی کاری ثابت                               |
| محیط کاری سخت و نامالایم  | محل کار به دقت بر اساس نیازهای انسان تنظیم شده است.      |
| طول عمر طولانی یک محصول ویژه  | طول عمر کم تا متوسط یک نوع محصول                         |

ماخذ: 8: Warszawski, 1999

### راهکارهای گسترش صنعتی سازی ساختمان در کشور

برای دستیابی به تولید انبوه میلیونی واحد مسکونی با لحاظ شرایط کمی و کیفی باید تفکرات صنعتی متخصصان مد نظر قرار گیرد، در این خصوص می‌باید سیاستی اتخاذ شود که 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. از آنجاییکه فاصله فناوری ما با کشورهای صنعتی بسیار زیاد است حمایت سازمان‌های ذیربط و حمایت دولت و بانک‌ها در تولید صنعتی ساختمان ضروری است. برخی راهکارها جهت صنعتی سازی ساختمان در کشور به شرح ذیل می‌باشند:

- ۱- شناخت ارزش تحقیقات در زمینه تولید صنعتی ساختمان. ۲- تدوین مبانی نظری و تنظیم استانداردهای لازم برای تولید صنعتی ساختمان در ایران. ۳- ایجاد آموزشگاه‌های فنی و حرفه‌ای در زمینه آموزش تولید صنعتی ساختمان. ۴- تبلیغات و آشنا کردن اقشار جامعه با تولید صنعتی ساختمان. ۵- خرید و راه‌اندازی کارخانه‌های جدید و پیشرفته تولید صنعتی ساختمان. ۶- اعمال مدیریت شایسته در امور تولید صنعتی ساختمان. ۷- ایجاد حمایت‌های لازم توسط سازمان‌های ذیربط در امور تولید صنعتی ساختمان (یوسف پور و آقاصیری، ۱۳۹۶، ۳).

### نتیجه‌گیری

در این تحقیق ضمن مقایسه‌ی روش صنعتی سازی ساختمان با روش سنتی (معمول) اهمیت و ضرورت اجرای صنعتی سازی ساختمان بیان شد. با توجه به مواردی که در بالا عنوان شد، به عنوان نتیجه پژوهش می‌توان به این موارد اشاره کرد:

صنعتی سازی ساختمان به دلیل تولید و نصب همزمان و موازی در زمان کمتری نسبت به ساخت و ساز سنتی به انجام می‌رسد. از آنجایی که بخش قابل توجهی از هزینه اجرا صرف خرید مواد و مصالح و ابزار مورد نیاز سیستم صنعتی ساختمان می‌باشد، لذا هزینه سرمایه گذاری اولیه در صنعتی سازی بالاتر از روش سنتی می‌باشد. با تخصیص مناسب اعتبار اجرا در شروع عملیات اجرایی، می‌توان افزایش هزینه‌های اجرا در اثر طول زمان ساخت و تاثیر تورم بر آن را کنترل نمود و بدین ترتیب هزینه تمام شده ساختمان را کاهش داد و با کاهش هزینه‌های ساخت به مهم‌ترین اهداف ساخت بویژه در پروژه‌های مسکن سازی انبوه دست یافت. صنعتی سازی ساختمان راه حل‌های مناسبی را برای معضل تولید وسیع ضایعات در کارگاه‌های ساختمانی ارائه می‌کند. به کارگیری صنعتی سازی ساختمان دارای قابلیت‌های زیادی از جمله نظارت بهتر بر ارتقاء کیفیت محصولات و پیش ساخته در صنعتی سازی ساختمان بوده است. همچنین در صنعتی سازی ساختمان دستیابی به استانداردهای زیست محیطی و کیفی و کاهش هزینه‌های زمان ساخت امکان پذیر می‌باشد. با استفاده از این روش بسیاری از کاستی‌هایی که در روش سنتی ساخت و ساز از جمله زمان طولانی ساخت، افزایش هزینه‌ها، کیفیت پائین ساخت و سازه‌ها و غیره جلوگیری می‌شود. گزینه صنعتی سازی ساختمان می‌تواند گزینه‌ای بهینه برای رفع مشکلات کنونی و آتی مسکن در ایران به شمار آید. بطوریکه برآورد کردن نیاز به ساختمان‌های مسکونی آموزشی، بهداشتی، خدماتی و صنعتی و ... تنها از طریق بهره‌گیری از روش‌های صنعتی تولید ساختمان به ویژه پیش ساخته سازی و انبوه سازی مسکن میسر است. بکارگیری پتانسیل‌های ارزشمند صنعتی سازی و پیشرفت تکنیک‌های صنعتی سازی می‌تواند مزایای اقتصادی و زیست محیطی عمده‌ای داشته باشد.

ذکر این نکته حائز اهمیت است که با توجه به نقش توسعه همه جانبه و متوازن در صنعتی سازی باید صنعتی سازی در خدمت توسعه پایدار باشد. متولیان امر نیز، روش‌های صنعتی سازی را مورد توجه و حمایت قرار دهند که حداکثر تطابق با معیارهای توسعه پایدار داشته باشد. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که در جهت اجرایی شدن راهبرد صنعتی سازی ساختمان در کشور و دستیابی به اهدافی همچون، ارتقای سطح تولید صنعتی سازی ساختمان، استفاده از سیستم‌های نوین ساختمانی اجتناب ناپذیر خواهد بود. نکته آخر اینکه از ضعف‌های صنعتی سازی: سادگی، تنوع کم و پرهیز از خودنمایی برخی از اشکالاتی است که به صنعتی سازی وارد است. کشف راهکارهایی برای کاهش محدودیت‌های روش‌های صنعتی ... امری است که می‌تواند موضوع پژوهش‌های آتی باشد.

### فهرست منابع

- ۱ - آصفی، مازیار، هاشم پور، پریسا، مهاجری، مظفر، ۱۳۹۶، امکان سنجی روش های صنعتی سازی ساختمان در تولید مسکن اسلامی، فصلنامه پژوهش های معماری اسلامی، شماره هفدهم، سال پنجم.
- ۲ - امیری مهر، علیرضا، ۱۳۸۸، الگوی پویای گزینش روش مطلوب تولید صنعتی ساختمان در پروژه های انبوه سازی مسکونی شهر تهران، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده معماری و شهرسازی، گروه آموزشی مدیریت پروژه و ساخت.
- ۳ - امینی، صبا، حسینی، سید باقر، نوروزیان ملکی، سعید، ۱۳۹۲، بررسی تطبیقی میزان رضایت مندی ساکنان بین دو نمونه از مجتمع های مسکونی میان مرتبه و بلندمرتبه، نمونه موردی: مجتمع های مسکونی شهید محلاتی و سبحان، معماری و شهرسازی آرمان شهر، شماره ۱۱.
- ۴ - بیات، مریم، طاهرخانی، فائزه، ۱۳۹۵، بررسی مقایسه ای روش های سنتی و صنعتی سازی ساختمان از نقطه نظر زمان و هزینه، فصلنامه علمی تخصصی مهندسی و مدیریت ساخت، سال اول، شماره اول، (صص ۳۳ - ۲۹).
- ۵ - تقی زاده، کتابون، ۱۳۸۵، موانع و تنگناهای توسعه ی تکنولوژی در صنعت ساخت و ساز کشور. سمینار ساخت و ساز در پایتخت، تهران، دانشگاه تهران.
- ۶ - حسینعلی پور، مجتبی و حقیقی، حسین، ۱۳۸۹، راهبرد صنعتی سازی ساختمان در چشم انداز بیست ساله کشور (مطالعه موردی امکان سنجی استفاده از LSF در تهران)، راهبرد، شماره پنجاه و هفت، سال نوزدهم.
- ۷ - رضائی نامدار، فرزاد، کامیات مقدس، رضا، ایمانی، محمدعلی، امیری، رضا، ۱۳۸۹، برنامه ریزی و کنترل پروژه های ساختمانی در روش صنعتی، کنفرانس بین المللی سبک سازی و زلزله جهاد دانشگاهی استان کرمان، دانشگاه شهید باهنر کرمان، (صص ۱۵ - ۱).
- ۸ - شاخص پژوه، ۱۳۹۷، گزارشی از وضعیت صنعتی سازی ساختمان در کشور ایران، رصدخانه علم و فناوری صنعت ساختمان شاخص پژوه.
- ۹ - ماجدی اردکانی، محمدحسین، ۱۳۸۸، تاریخچه و برنامه ی صنعتی سازی در ساختمان ها در ایران، تهران: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- ۱۰ - ناری قمی، مسعود، ۱۳۹۲، سیر تحول نگاه جامعه ی حرفه ای به تکنولوژی ساختمان در ایران پس از انقلاب اسلامی (۱۳۵۷ - ۱۳۸۹) در خلال مطبوعات تخصصی، مطالعات معماری ایران، ۲ (۴): ۱۳۱ - ۱۵۰.
- ۱۱ - یوسف پور، نفیسه و نصیری، آقا، ۱۳۹۶، تولید انبوه و صنعتی مسکن در کشور، دفتر تحقیقات و سیاست های بخش های تولیدی - وزارت امور اقتصادی و دارایی - معاونت امور اقتصادی.

12 - home.ir، ۱۳۹۷، (مقایسه فنی و اقتصادی سیستم های سازه ای)

13 - Sarja. Asko (1998), Open and Industrialized Building, London, Taylor & Francise - Library.

14 - Warszawski, Abraham (1999), Industrialized and Automated Building Systems (2nd edn), London, E & FN Spon.