

میزان هماوایی سیستم‌های ساخت صنعتی با معیارهای مسکن اسلامی

مازیار آصفی* - دانشیار، دانشکده معماری، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران

پریسا هاشم‌پور - استادیار، دانشکده معماری، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران

مهدی حمزه‌نژاد - استادیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
مظفر مهاجری - دانشجوی دکترای تخصصی معماری، دانشکده معماری، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران

Coordination between industrialized construction systems and criteria of Islamic housing

Abstract

Following the industrial, labor and socialist revolutions and, consequently, the entry into the modern era in recent centuries, there have been two streams leading to the industrialization and mass production. The first stream was associated with growing socialist viewpoints safeguarding the interests of workers, which sought to provide better living conditions for the working class through the construction of residential settlements with an industrial approach. The second stream was the consequence of contemporary capitalism, which was supposed to support international thoughts in order to protect and develop its own interests by achieving the global construction market. The Islam as a comprehensive religion presents principles and instructions which have a social status. It seems that industrialized construction as part of the industrialization process aims to establish ideals that can be shared with social goals of the Islam. In construction industry, the fundamental question of the research is that which industrialized building systems coincide with the Islamic goals. In this study, the research hypothesis suggests that there are criteria in the teachings related to Islamic housing, which can evaluate industrialized building systems. This study aims to classify industrialized building systems in accordance with Islamic criteria of housing. The study seeks to evaluate industrialized building systems by categorizing Islamic criteria of housing. Subsequently, the results of evaluation are examined in comparison with actual cases and the correlation between the results is confirmed. In this study, the analytic hierarchy process (AHP) is employed for the accuracy of results. This study is an applied research. The information is collected through library research and Internet websites. Semi-structured interviews with experts are also used to satisfy the selected Islamic and industrial criteria. According to the results of this research, there are criteria in Islamic architecture and housing that can be realized more by some industrialized building systems. Hence fully prefabricated building system and fully automated prefabricated building system gain the highest score in meeting the selected Islamic criteria. The results of this study will be utilized to enrich the industrialized architecture and Islamic housing literature and can serve as a source of thoughts to help the process of decision making by managers and builders.

Keywords: Islamic criteria, Islamic housing, industrialized building system (IBS), analytic hierarchy process (AHP)

چکیده

پیرو انقلاب‌های صنعتی، کارگری، سوسیالیستی و به تبع آن ورود به دوران مدرنیته در قرون معاصر، دو جریان، هموارکننده مسیر صنعتی‌سازی و تولید انبوه بوده‌اند. جریان اول، دیدگاه‌های رو به رشد سوسیالیستی و حافظ منافع کارگران می‌باشد که به دنبال ایجاد شرایط بهتر سکونت برای طبقه کارگر، از طریق ساخت شهرک‌های مسکونی با رویکرد صنعتی بودند. جریان دوم، عقبه سرمایه‌داری معاصر بود که به دنبال حفظ و گسترش منافع خود، ناگزیر از حمایت اندیشه‌های اینترناسیونال برای رسیدن به بازار ساخت و ساز جهانی بوده است. دین اسلام به عنوان دینی کامل، دارای اصول و دستوراتی است که جایگاهی اجتماعی دارند. به نظر می‌رسد، ساخت ساز صنعتی به عنوان بخشی از فرآیند صنعتی‌سازی، به دنبال ایجاد آرمان‌هایی است که می‌تواند با اهداف اجتماعی دین اسلام دارای اشتراکاتی باشند. در عرصه ساخت و ساز پرسش اساسی تحقیق این است که سیستم‌های ساخت صنعتی هم‌اوا با اهداف اسلامی چیست؟ فرضیه پژوهش حاضر این است که معیارهایی در آموزه‌های مرتبط با مسکن اسلامی وجود دارند که قابلیت ارزیابی سیستم‌های ساخت صنعتی را دارند. هدف از این تحقیق دسته‌بندی سیستم‌های ساخت صنعتی در راستای معیارهای اسلامی مسکن است. هدف این تحقیق این بوده است که با دسته‌بندی معیارهای اسلامی مرتبط با مقوله مسکن به ارزیابی سیستم‌های ساخت صنعتی پردازد. پس از آن، نتایج به دست آمده از ارزیابی، با نمونه‌های واقعی مورد آزمون قرار گرفته و همبستگی نتایج آن تأیید گردید. در این تحقیق از روش تحقیق AHP، به عنوان سیستم تحلیل سلسله‌مراتبی برای دقت در رسیدن به نتایج استفاده شده است. این تحقیق از نوع تحقیقات کاربردی است. روش جمع‌آوری اطلاعات به صورت مطالعات کتابخانه‌ای و استفاده از پایگاه‌های یکپارچه اینترنتی بوده است. همچنین از مصاحبه‌های نیمه‌ساختار یافته با خبرگان برای رسیدن به معیارهای منتخب اسلامی و صنعتی بهره گرفته شده است. بر اساس نتایج این پژوهش معیارهایی در معماری و مسکن اسلامی وجود دارند که قابلیت تحقیق بیشتر توسط برخی سیستم‌های ساخت صنعتی را دارا می‌باشند. به طوریکه سیستم‌پیش ساخته کامل و پیش ساخته با توماسیون کامل، بیشترین امتیاز را در رسیدن به معیارهای منتخب اسلامی کسب کردند. نتایج پژوهش حاضر در راستای غنی کردن ادبیات مرتبط با حوزه معماری صنعتی و مسکن اسلامی به کار خواهد رفت و می‌تواند به عنوان منبعی فکری، جهت کمک به فرآیند تصمیم‌گیری مدیران و سازندگان، عمل نماید.

واژگان کلیدی: معیار اسلامی، مسکن اسلامی، سیستم صنعتی ساخت، سیستم تحلیل سلسله‌مراتبی

مقدمه

با انقلاب صنعتی و پس از آن شروع معماری مدرن، صنعتی سازی و یا ساخت صنعتی از رویکردهای پیشیناز در عرصه ساخت و ساز بوده است. انقلاب‌های کارگری و اندیشه‌های سوسیالیستی برخاسته از آن در ابتدا موتور محرک این رویکرد برای خانه‌دار شدن قشر کارگر (در آن زمان فقیر) بوده که در ادامه، اندیشه‌های سوداگرانه و کاپیتالیستی؛ یکسان‌سازی صنعتی و مدولارسازی را دست‌مایه ترویج این رویکرد برای رسیدن به تولید انبوه و به تبع آن سود بیشتر خود قرار داده است؛ به طوری که جهانی‌سازی در عرصه ساخت و ساز باعث تولید یکسان برای تمام دنیا شده است.

در سال‌های اخیر «با افزایش جمعیت جهان و پیشرفت در تکنولوژی، فرصتهای بی‌ظنیری در استفاده حداکثری از پیش‌ساخته سازی و تولید صنعتی در پروژه‌های پیچیده به وجود آمده است.» (Sharafi, Mortazavi, Samali, & Ronagh, 2018) در ایران نیز سیستم‌های ساخت صنعتی به دلیل دارا بودن سرعت در ساخت و حرکت بی‌وقفه آن به سمت تولید سیستم‌های ارزان و با کیفیت، مدیران و سازندگان این عرصه را ناگزیر خواهد کرد تا بخش اعظم ساخت و ساز در کشور را با سیستم‌های ساخت مذکور برآورده سازند. توجه به معیارهای اسلامی و تحقق آن در اجتماع یکی از آرمان‌هایی است که بسیاری از علاقه‌مندان دین اسلام بر آن تمرکز کرده‌اند. اسلام آیینی است که علاوه بر مسائل فردی، دارای معیارهایی است که بیشتر بُعد اجتماعی دارد. با ورود به دنیای معاصر، ارتباط ابعاد اجتماعی دین با مظاهر دنیای جدید کمرنگ‌تر شده است. دلیل این امر، نبود تجانس‌ظاهری بین مظاهر معماری جدید و شمایل سنتی و دینی می‌باشد. برخلاف معماری سنتی که رویکردی واحد را در ساخت و ساز پیش‌گرفته بود، رشد تکنولوژی رویکردهای ساخت متفاوتی را برای سازندگان ممکن ساخته است. به نظر می‌رسد برخی از سیستم‌های ساخت صنعتی، تأثیر بیشتری در رسیدن به برخی معیارهای اسلامی داشته باشد.

در حال حاضر «پژوهش‌های فراوانی در دو حیطه روش‌های تولید صنعتی ساختمان و مسکن اسلامی بطور مجزا شکل گرفته است؛ اما در این میان تحلیل ارتباط این دو زمینه مطالعاتی از نظر غافل مانده است.» (آصفی و همکاران، ۱۳۹۶)؛ به طوریکه، پژوهشگرانی مانند سیفیان(۱۳۷۷)، مرتضی هشام (۱۳۸۷)، اخوت

(۱۳۹۱)، نقره‌کار (۱۳۸۷)، بمانیان (۱۳۸۶) و (۱۳۹۱)، بمانیان و همکاران (۱۳۹۲)، وثیق (۱۳۹۲)، لیب‌زاده (۱۳۹۴)، آصفی و ایمانی (۱۳۹۱)، آصفی و همکاران (۱۳۹۶) و به ارتباط اسلام و آموزه‌های آن در ابعاد مختلف پرداخته‌اند. اهمیت این تحقیق در آن است که نتایج آن می‌تواند به‌عنوان راهنما و دستورالعملی برای مدیران و سازندگان در زمینه ساخت و ساز منطبق بر معیارهای اسلامی قرار گیرد. بنابراین هدف از این تحقیق رسیدن به میزان هم‌آوایی سیستم‌های ساخت صنعتی با معیارهای منتخب اسلامی است که در راستای آن سوالات و فرضیه‌های زیر مطرح می‌شود:

۱. کدام معیارهای اسلامی قابلیت تحقیق با سیستم‌های ساخت صنعتی را دارند؟
۲. رده‌بندی مناسب برای سیستم‌های ساخت صنعتی در جهت تحقق معیارهای منتخب اسلامی چیست؟

فرضیه‌های تحقیق

۱. معیارهایی در معماری و مسکن اسلامی وجود دارند که متأثر از نوع سیستم ساخت صنعتی می‌باشد.
۲. میزان تحقق معیارهای اسلامی منتخب با استفاده از سیستم‌های ساخت صنعتی قابل ارزیابی و کمی سازی است.

۲. مبانی نظری پژوهش

۱-۲. **معماری، مسکن اسلامی و معیارهای منتخب**
«تأثیر ارزش‌های اسلامی بر فضای زیستی، تأثیری بسیار مفید و حاکی از همه جانبه‌نگری اسلام و معماری اسلامی بوده است» (آصفی و ایمانی، ۱۳۹۱، ص ۲۶). خداوند تمامی مراحل سکنی‌گزیدن را از ساخت مسکن، انتخاب زمین برای بناکردن ساختمان و شهر و نیز چگونگی دستیابی بشر به قوانین ساختمان‌سازی را هدیه الهی می‌نامد و خاطر نشان می‌شود، که این آموزه‌ها تا زمانی که در مسیر حق و حقیقت باشد، باعث رشد و سعادت انسانی و در پی آن رشد اجتماعی می‌گردد (ضرغامی و اشرف‌سادات، ۱۳۹۵، ص ۱۵). معماری و مسکن اسلامی متأثر از اندیشه‌هایی است که ریشه در مبانی اسلامی دارد. به دلیل همه‌جانبه نگر بودن دین اسلام، برخی از این اصول وجهه اجتماعی و اخلاقی داشته که تأثیر آن در معماری و مسکن سنتی ایران قابل مشاهده

است.

با بررسی ادبیات موجود در زمینه معماری اسلامی و مسکن اسلامی می‌توان معیارهای مختلفی را در زمینه ویژگی‌های معماری و مسکن اسلامی دسته‌بندی کرد. در تحقیقی با عنوان «امکان‌سنجی روش‌های صنعتی‌سازی ساختمان در تولید مسکن اسلامی» (آصفی و همکاران، ص ۹۶). ۱۱۴ معیار اسلامی در سه‌گروه موضوعی (دیدگاه‌های فقهی، کالبدی و معنایی) دسته‌بندی شده است. در تحقیق حاضر، فرآیند انتخاب آن دسته از معیارهایی که دارای بار اخلاقی و معنایی بوده، مورد توجه بوده است. معیارهای منتخب جهت ارزیابی سیستم‌های ساخت صنعتی، حاصل ژرف‌کاوی محتوایی برگرفته از عوامل اصلی تحقیق بوده است. از بین چندین دستور اسلامی با گرایش اخلاقی (اجتماعی) و معنایی، ابتدا به انتخاب آن دسته از معیارها که دارای دو اصل «اعتبار محقق ذکر کننده آن» و نیز «اجماع نسبی محققان» می‌باشد، اقدام گردید. در مرحله بعد مصاحبه نیمه ساختار یافته با خبرگان و استدلال منطقی موجب رسیدن به ۵ معیار نهایی منتخب شده است.

۱. برخورداری همه جامعه از حق مسکن: برخورداری آحاد جامعه از مسکن مناسب، از مواردی است که مورد تأکید دین اسلام قرار گرفته است. و این امر نقش حکومت‌ها را در رسیدن به این مطلوب افزایش می‌دهد. بنابراین در این تحقیق، اینکه کدام سیستم صنعتی ساخت قابلیت بیشتری در افزایش تولید مسکن و به تبع آن خانه‌دار شدن مردم دارد؟ مورد سؤال است.

۲. عدم اسراف و پرهیز از بیهودگی: کدام سیستم صنعتی ساخت قابلیت بیشتری در جلوگیری از اسراف و امور بیهوده دارد؟

۳. هر گونه زیاده‌روی و تجاوز از حد اعتدال را «اسراف» می‌گویند. قرآن کریم در آیات مختلف اسراف‌کاران را سرزنش می‌کند و می‌فرماید: «وَأَنَّ الْمُسْرِفِينَ هُمْ أَصْحَابُ النَّارِ؛ همانا اسراف‌کاران اهل دوزخند». همچنین در آیه ۲۷ سوره مبارکه اسراء آمده است: «إِنَّ الْمُبَذِّرِينَ كَانُوا إِخْوَانَ الشَّيَاطِينِ؛ همانا تبذیرکنندگان [که بریز و پاش می‌کنند] برادران شیطان هستند». آیات ذکر شده نمونه‌ای از توجه دین اسلام به کنترل مصرف در امور مختلف را دارد.

پیشگیری از زیان همسایگان (مزاحمت صوتی، بصری، سد معبر،...): تصریح کامل منابع دست اول (قرآن) و دیگر منابع منبعث از آن همگی بر اهمیت رعایت حقوق همسایه تأکید دارد. «کسی که به خدا و روز قیامت ایمان داشته باشد همسایه خود را نمی‌آزارد» (محمدی ری‌شهری، ۱۳۸۴، ۹۱۹:۲) ذکر شده در (کشاورز نوروزپور و دیگران، ۱۳۹۶) در ساخت و ساز نیز به دلیل فراهم بودن زمینه آسیب و نیز آزار دیدن همسایه، توجه ویژه‌ای به این امر لازم می‌باشد. آسیب‌هایی که می‌تواند از ساختمان‌سازی متوجه همسایگان گردد شامل سر و صدای حین ساخت، آلودگی بصری ساختمان نیمه‌کاره و مصالح ساختمانی، سد معبر توسط تجهیزات و مصالح ساخت و ... می‌باشد. کدام سیستم ساخت صنعتی، در پیشگیری از زیان همسایگان، در حین ساخت مسکن صنعتی، مؤثرتر است؟

۴. ملاحظات زیبایی: توجه به زیبایی، همواره در آیات و روایات مورد تأکید بوده است (خداوند زیباست و زیبایی را دوست دارد). بنابراین در طول تاریخ اسلام، معماران از طریق عناصر کالبدی و تزئینی به دنبال رسیدن به این مطلوب الهی بوده است. انعطاف‌پذیری و افزایش کیفیت ساخت از مواردی است که می‌تواند در معماری صنعتی و ساخت صنعتی، به عنوان ملاکی برای سنجش زیبایی در بنا قرار گیرد. اینکه، کدام سیستم ساخت صنعتی، قابلیت بیشتری در رسیدن به ملاحظات زیبایی‌شناسانه در معماری مسکونی دارد، از سوالات این تحقیق است.

۵. حریم: «حریم یعنی مصون بودن فضاهای داخل مسکن از دید بیگانگان» (نقی‌زاده، ۱۳۸۴). مراد از محرمیت در فضای معماری و شهرسازی، کالبد دادن به فضا به گونه‌ای است که دارای حریم از دو جنبه کالبدی و معنایی باشد. حریم داشتن در حوزه کالبد فضایی بیشتر متمرکز بر اصولی است که امنیت فضا را شکل خواهند داد و در حیطه معنایی ویژگی‌هایی است که حرمت و ارزش را برای فضای معماری به ارمغان آورد به گونه‌ای که فرد در آن به آرامش برسد (مهدوی‌نژاد و دیگران،

جدول ۱. معیارهای اسلامی منتخب و توضیح اجمالی هریک از آنها

معیار منتخب اسلامی	توضیح
برخوردراری همه جامعه از حق مسکن	قابلیت کدام سیستم ساخت صنعتی در افزایش تولید مسکن و خانه‌دار شدن مردم بیشتر است؟
عدم اسراف و پرهیز از بیهودگی	کدام سیستم ساخت صنعتی قابلیت بیشتری در جلوگیری از اسراف و امور بیهوده دارد؟
پیشگیری از زیان همسایگان(مزاحمت صوتی، بصری، سد معبر،...)	کدام سیستم ساخت صنعتی در پیشگیری از زیان همسایگان در حین ساخت مسکن مؤثرتر است؟
ملاحظات زیبایی	کدام سیستم ساخت صنعتی قابلیت بیشتری در تأمین ملاحظات زیبایی شناسانه را دارد؟
حریم	کدام یک از سیستم ساخت صنعتی ساخت قابلیت بیشتری در تأمین حریم فرد مسلمان را دارد؟

مفهوم پیش‌ساختگی و صنعتی سازی ساخت در کشور مالزی از آن استفاده می‌شود. (Kamar, Hamid, & Az- man, 2011) بلاچر (1988)، سرجا (2003) سباستین (2003) صنعتی سازی را به عنوان ساخت مکانیزه تعریف کرده و تاکید کردند که این تعریف برای تکنولوژی روش ساخت استفاده می‌شود و نه محصول نهایی. (Blachere, 1988) (Sarja, 2003) (Sebestyén, 2003)

با بررسی ادبیات موضوع می‌توان سیستم‌های ساخت صنعتی را در پنج مورد دسته‌بندی کرد. در ادامه هر کدام از روش‌ها به صورت اجمالی آورده شده است.

صنعتی درجا (نیمه اتوماسیون)

در بناهایی که با این رویکرد ساخته می‌شوند توجه به استفاده از آخرین تکنولوژیهای موجود در زمینه ساخت در جا مورد توجه می‌باشد. تفاوت این تکنولوژی با ساختمان‌های پیش‌ساخته صنعتی در این است که فرآیند ساخت و ساز در محل سایت انجام می‌گیرد. اصولاً روشهای درجا نوین، با بهره‌گیری از ماشین‌آلات ساختمانی در سطح گسترده، که در مقایسه با روشهای درجا سنتی، سرعت و سهولت عملیات اجرایی را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهند، به روشهای درجا پیشرفته موسوم هستند. از مشخصه‌های اصلی این روشها استفاده از قالب‌های پیش‌ساختهٔ بهینه‌سازی شده در اجرای عناصر سازه‌ای و غیرسازه‌ای است. توسعه روشهای درجا پیشرفته در مسیر حذف یا به حداقل رساندن عملیات جانبی (مانند قالب‌بندی‌ها و شمع‌گذاری‌ها و...) می‌باشد. این گروه سیستم‌ها که روش‌هایی نظیر دیوار و سقف بتنی درجا با قالب مدولار، دیوار و

۱۳۸۹، صص ۶۵-۷۸). در این تحقیق کسب گونه اول حریم، مدنظر می‌باشد. «در بسیاری از خانه‌ها حفظ حریم خصوصی جدی و لازم است.» (هاشمی طغرالجردی و دیگران، ۱۳۹۶)؛ بنابراین، اینکه کدام یک از سیستم ساخت قابلیت بیشتری در ایجاد بستری در تأمین حریم فرد مسلمان را دارد؟ جای پرسش است. «این مرحله با هدف انعطاف‌پذیری در روابط داخلی مسکن، به منظور انجام تغییرات در آینده و برای بازسازی و تحول در مسکن توسط کاربر ساکن صورت می‌پذیرد» (محتشم و حمزه‌نژاد، ۹۴). دلیل سنجش انعطاف‌پذیری در این آیت، به ارتباط آن با تغییر در جدارها در جهت قرار گرفتن در راستای حریم مطلوب هر فرد می‌باشد.

۲-۲. روش‌های ساخت صنعتی

پیش‌ساختگی^۱، روش‌های نوین ساخت^۲ (CMM)، تولید بیرون کارگاهی (PSO)، ساخت کارخانه‌ای^۳ (MSO)، ساخت بیرون کارگاهی^۴ (OSC) از اصطلاحاتی هستند که در دوره‌های زمانی مختلف از آنها استفاده شده است. روشهای مدرن ساخت عبارتی است که در کشور انگلستان هم برای تعریف تکنولوژیهای ساخت خارج از کارگاه ساختمانی و هم برای روشهای ابتکاری و تکنولوژی‌های کارگاهی استفاده میشود. همچنین سیستمهای ساخت صنعتی عبارتی است که برای بیان

1. prefabrication
2. Modern methods of construction
3. Offsite production
4. Offsite manufacturing

سقف بتنی درجا با قالب یک پارچه، دیوار بتنی درجا با قالب لغزان، سقف بتنی درجا با قالب میز پرنده، دیوار و سقف جعبه‌ای بتنی درجا، روش تونلی، سقف بتنی پیش ساخته ساده، برپاسازی دال Lift slabs و روش دوران قطعه Tilt up و... را در بر می گیرد (محمدکاری و عبداللهی، ۱۳۷۹).

نیمه پیش ساخته

تلفیقی از روشهای درجا و پیش ساخته می باشند. اینگونه روشها نیز همچون روشهای درجای پیشرفته از مزایای تکنولوژی قالب بندی نوین بهره مند هستند. اینگونه قالبها، قابلیت طراحی بهینه و مقاوم برای اعضای بتنی و غیربتنی را فراهم می نمایند و باعث می شوند طراح بتواند با حداقل مصالح کارترین مقاطع را طراحی نماید. روشهایی نظیر تیر بتنی نیمه پیش ساخته قالب سرخود، ستون بتنی نیمه پیش ساخته با قالب گم (سیمانی، مقوایی یا پلیمری)، ستون بتنی نیمه پیش ساخته با قالب سرخود، دیوار بتنی نیمه پیش ساخته قالب سر خود بتنی، دیوار بتنی نیمه پیش ساخته قالب گم، سقف بتنی نیمه پیش ساخته ساده و پیش تنیده قالب سرخود ساده و سقف بتنی نیمه پیش ساخته ساده و پیش تنیده قالب سرخود دندانه‌ای از این نوع هستند. این سیستم سعی دارد از مزایای هر دو سیستم درجا و کاملاً پیش ساخته بهره برد. نقاط قوت این سیستم را نیاز به امکانات و تجهیزات کمتر، امکان ساده تر تأمین عایق های حرارتی، امکان انتخاب طرح بهینه و قابلیت تعمیر گسترده تر این روشها می دانند (محمدکاری و عبداللهی، ۱۳۷۹).

پیش ساخته کامل

«پیش ساخته سازی در یک تعریف کلی به بخشی از ساختمان سازی، ساخت داخلی یا خارجی، برمیگردد که در محلی غیر از مکان پروژه، خصوصاً در یک محیط کنترل شده کارخانه ای، ساخته و سرهم میشود» (Schneiderman, 2012). پیش ساختگی یا ساخت در جایی غیر از سایت ساختمانی، پیش مونتاژ و مدولار کردن بخشهایی از گستره تکنیکهای معاصر نوین و در دسترس برای آن دسته از سازندگان، مدیران پروژه و ... هستند که به دنبال کاهش بیشتر در هزینه‌ها هستند. به تعبیری آخرین جایی که بنا در آن ساخته می شود داخل سایت ساختمانی است و قبل از

آن بیشتر اجزاء آن در کارخانه تولید شده است. در تعریفی دیگر «پیش ساخته سازی عملی برای ساختن محسوب می شود، که شامل اکثر قطعات مانند صفحات دیوار، اتاقهای مدولار و ... بوده و در محیط کارخانه قبل از انتقال برای ساخت در سایت، ساخته و کنترل می شود. تولید سریع، ارزان و مونتاژ راحت اجزا از ویژگی های پیش ساخته سازی می باشد (Gibb, 1999).

پیش ساخته با اتوماسیون کامل

در این رویکرد قطعات به طور کامل پیش ساخته بوده و هیچ جزئی در محل و به صورت درجا ساخته نمی شود. در صورت وجود کارخانه سیار در محل (کارخانه ای در محل ساخت بنا برپا شده، برش کاری و مونتاژ در بالاترین سیستم سازمانی ممکن به کمک ماشین آلات، اتوماسیون و رباتها انجام می گیرد (Bock & Linner, 2015)، تنها کاربرد آن برای مونتاژ قطعات و یا تولید قطعات پیش ساخته به روش CNC خواهد بود. این روش در حال حاضر کاربرد کمی داشته و تنها در پروژه های تحقیقاتی و یا ساختمان های با ابعاد و مترها محدود به کار رفته است.

پیش ساخته ترکیبی با اتوماسیون کامل

در این روش همانند روش قبل از دستگاه های Monitoring، CNC و رباتها برای ساخت استفاده می شود با این تفاوت که همه اجزاء آن پیش ساخته نبوده و قسمتی از آن در کارگاه ساخته می شود. مانند «استفاده از بالارونده های خودکار که بتن ریزی ستون ها، دیوارها، کف های بتنی با برجها را در سایت به روش سیستماتیک و هوشمند به عهده دارد» (Bock & Linner, 2016). مانند بتن ریزی درجا با قالب های پیش ساخته و یا تولید قطعات پیش ساخته (CNC و ...) در محل ساخت. در این روش به دلیل اتصال مستقیم نرم افزارهای یکپارچه منطبق بر تکنولوژی BIM به دستگاه های ذکر شده می توان از اتوماسیون کامل در این آیتم استفاده کرد. ساخت صنعتی و معماری صنعتی دارای ویژگی هایی است که آن را در برخی موارد از معماری و مسکن سنتی متمایز می کند. در این تحقیق با مراجعه به مقاله «امکان سنجی روش های صنعتی سازی ساختمان در تولید مسکن اسلامی» (آصفی و همکاران، ۹۶). آن دسته از ویژگی های معماری صنعتی که قابلیت مقایسه و ارزیابی با معیارهای اسلامی را دارد، انتخاب شده است.

جدول ۲. ویژگی‌های معماری صنعتی

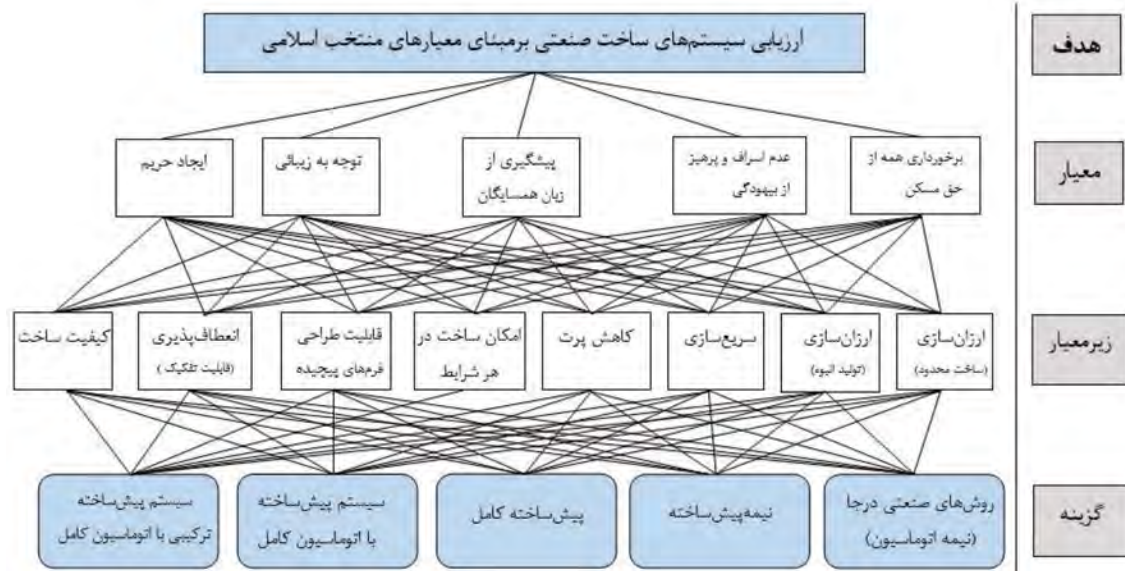
سیستم	صنعتی درجا (نیمه اتوماسیون)	نیمه پیش ساخته	پیش ساخته کامل	پیش ساخته با اتوماسیون کامل	پیش ساخته ترکیبی با اتوماسیون کامل
منتخب ۱	مجتمع مسکونی اکباتان(قالب تونلی)	۴۲۰ بلوک پرند میسا (LSF)	هیئات ۶۷	خانه سکسوری	برج زولهوف
منتخب ۲	مسکن مهر پردیس(قالب تونلی)	مجتمع ۱۰۸ واحدی پرند (ICF)	آپارتمان ستاره	پروژه NCC Komplet	تکنولوژی کانتور گرفت
منتخب ۳	vernacular buildings 2013 styles (Tilt Up)	۷۲ واحدی عرشه فولادی پرند	آپارتمان یک- نه ملبورن	-----	آپارتمان بیکن

۳- ساختار و روش تحقیق

۳-۱. روش تحقیق

در پژوهش حاضر از روش تحقیق همبستگی و روش تحقیق کیفی برای ارزیابی چند متغیر وابسته (در اینجا معیار اسلامی) نسبت به متغیرهای مستقل (سیستم‌های ساخت صنعتی) بهره گرفته شده است. استفاده از این روش در پژوهش حاضر باعث می‌شود درجه همبستگی و روابط بین متغیرها را مورد بررسی قرار داد. هدف اصلی این پژوهش، مقایسه سیستم‌های ساخت صنعتی با ملاک تأثیر آن بر تحقق معیارهای منتخب اسلامی است. برای بررسی این موضوع، ابتدا معیارهای اسلامی موجود در ادبیات مرتبط مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس معیارهای اسلامی متأثر به روش مصاحبه نیمه ساختاریافته با خبرگان و استدلال منطقی از بین گزینه‌های موجود انتخاب گردید. برای ارزیابی سیستم‌های ساخت صنعتی نیاز به عنصر واسطه (متغیر میانی) احساس می‌شد تا بتواند با هر دو زمینه یعنی معماری اسلامی و سیستم‌های ساخت اشتراک داشته باشد. به همین دلیل ویژگی‌های معماری صنعتی به عنوان رابط و عنصر میانی انتخاب گردید. در ادامه برای مشخص کردن آن دسته از ویژگی‌های صنعتی که درجه بیشتری از شباهت با معیار اسلامی منتخب را داشتند پرسشنامه‌ای بر مبنای روش سلسله مراتبی (AHP) تهیه گردید تا به وزن‌بندی هر کدام از آن‌ها اقدام گردد. و پس از آن، سیستم‌های ساخت صنعتی بر اساس درجه‌ای که می‌توانستند ویژگی‌های معماری صنعتی (ویژگی‌های صنعتی نماینده معیارهای منتخب اسلامی) را تحقق بخشند، درجه‌بندی گردید. ارزیابی

نهایی سیستم‌های ساخت صنعتی نیز به روش AHP توسط خبرگان انجام شد. تعداد شرکت کنندگان در مصاحبه نیمه ساختاریافته ده نفر (استاد)، در پرسشنامه AHP شماره یک و دو ۲۰ نفر بوده‌اند که بر مبنای روش ال-ساعتی حداقل بین ۱۵-۳۰ نفر را باید شامل شود که در این پرسشنامه تحقق یافته است. سپس نتایج پرسشنامه‌ها با نرم‌افزار Expert Choice تحلیل و نمودارهای مورد نیاز استخراج گردید. «به هنگام تعیین ضریب اهمیت معیارها، تجزیه تحلیل سازگاری قضاوت‌ها نیز صورت می‌گیرد. ساعتی معتقد است به هنگام مقایسه زوجی معیارها، اگر شاخص ناسازگاری کمتر یا مساوی ۱ باشد، اهمیت تعیین شده مناسب است.» (جمال محمدی و دیگران،) در صورتی که یکی از پرسشنامه‌ها دارای ضریبی بیشتر از مقدار ذکر شده باشد، صحت پاسخ‌های پاسخنامه مذکور دوباره مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در ادامه و برای اعتبار دادن به نتایج تحقیق نمونه‌های اجرا شده مورد ارزیابی قرار گرفت که در صورت نزدیکی نتایج دو ارزیابی، صحت نتایج به دست آمده از پرسشنامه‌ها تأیید می‌گردد. برای ارزیابی نتایج به دست آمده از روش و تعیین صحت نتایج، از روش تحقیق همبستگی در این قسمت استفاده شده است. «در پژوهش همبستگی، هدف اصلی آن است که مشخص شود آیا رابطه‌ای بین دو متغیر و یا چند متغیر کمی وجود دارد یا نه؟» (خاکی، ۱۳۹۱: ۱۷۲) همبستگی در توصیف و پیش‌بینی رابطه بین دو یا چند متغیر به ما کمک می‌کند. به این ترتیب که نوع رابطه و میزان شباهت و تناسب میان صفات مختلف اشیا و پدیده‌های مورد بررسی را



شکل ۱. درخت سلسله مراتب تصمیم‌گیری برای رسیدن به هدف

۳-۳. انتخاب نمونه‌های موردی

در راستای تحلیل و بررسی سیستم‌های ساخت نمونه‌های موردی بر مبنای معیارهای اسلامی، به انتخاب ۳۰ نمونه از آثار به صورت هدفمند اقدام شد که از بین آن‌ها ۱۵ مورد به صورت تصادفی در نظر گرفته شد. جهت دستیابی به نتایجی قابل اطمینان، دقت در انتخاب نمونه‌های موردی به عنوان اولین گام پژوهش بسیار ضروری بود. از این رو در انتخاب مصادیق، پارامترهایی نظیر انتخاب از میان آثار معماران بنام، تعلق داشتن به آثار منتخب داخلی و خارجی، انتخاب از میان روش‌های صنعتی متفاوت همانند LSF، پیش‌ساخته بتنی و ... توجه شده است. جدول ۲. شامل بناهای منتخب می‌باشد.

۴- تحلیل کمی نتایج

در این بخش طبق روش توضیح داده شده در روش‌شناسی، به وزن‌دهی ویژگی‌های معماری صنعتی بر اساس مقدار تأثیر آن در تحقق معیار اسلامی پرداخته شده است. خروجی‌های این بخش، ضریبی (وزن) است در محاسبات تحقق‌پذیری معیارهای اسلامی توسط سیستم‌های ساخت صنعتی. شکل (۲) اولویت‌بندی سیستم‌های ساخت صنعتی جهت تحقق معیارهای اسلامی منتخب را نشان می‌دهد که توسط نرم‌افزار Expert Choice انجام شده است.

شکل ۳. نمودار میزان تأثیر سیستم‌های ساخت صنعتی بر رسیدن به معیارهای اسلامی منتخب

اندازه‌گیری کرده و شدت و جهت رابطه خطی بین دو متغیر را نشان می‌دهد. هر چه ضریب همبستگی (که همواره بین -۱ و ۱ است) به ۱ نزدیک‌تر باشد به معنی همبستگی بیشتر بین دو متغیر است. منفی بودن این ضریب نیز به معنی رابطه عکس بین دو متغیر است. نتایج به دست آمده از دو روش پرسش‌نامه و نمونه‌های موردی در نرم‌افزار SPSS مورد تحلیل قرار گرفته و شاخص‌های همبستگی تاوکندال، توان دوم همبستگی و دقت معناداری آن محاسبه و در یک جدول تدوین گردید. معنادار و بی‌معنا بودن رابطه بر مبنای توان دوم همبستگی و دقت معناداری مشخص گردید. در این تحقیق در صورتی که دقت معناداری زیر ۰,۳ و توان دوم بزرگتر از ۰,۵ باشد، می‌توان نتایج را معنادار دانست. (مهدوی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۳) و در غیر این صورت بی‌معنا می‌باشد. معنی‌دار بودن نتیجه نشان از هم‌آوایی کامل نتایج مورد نظر تحقیق است.

۳-۲. روش گردآوری داده‌ها

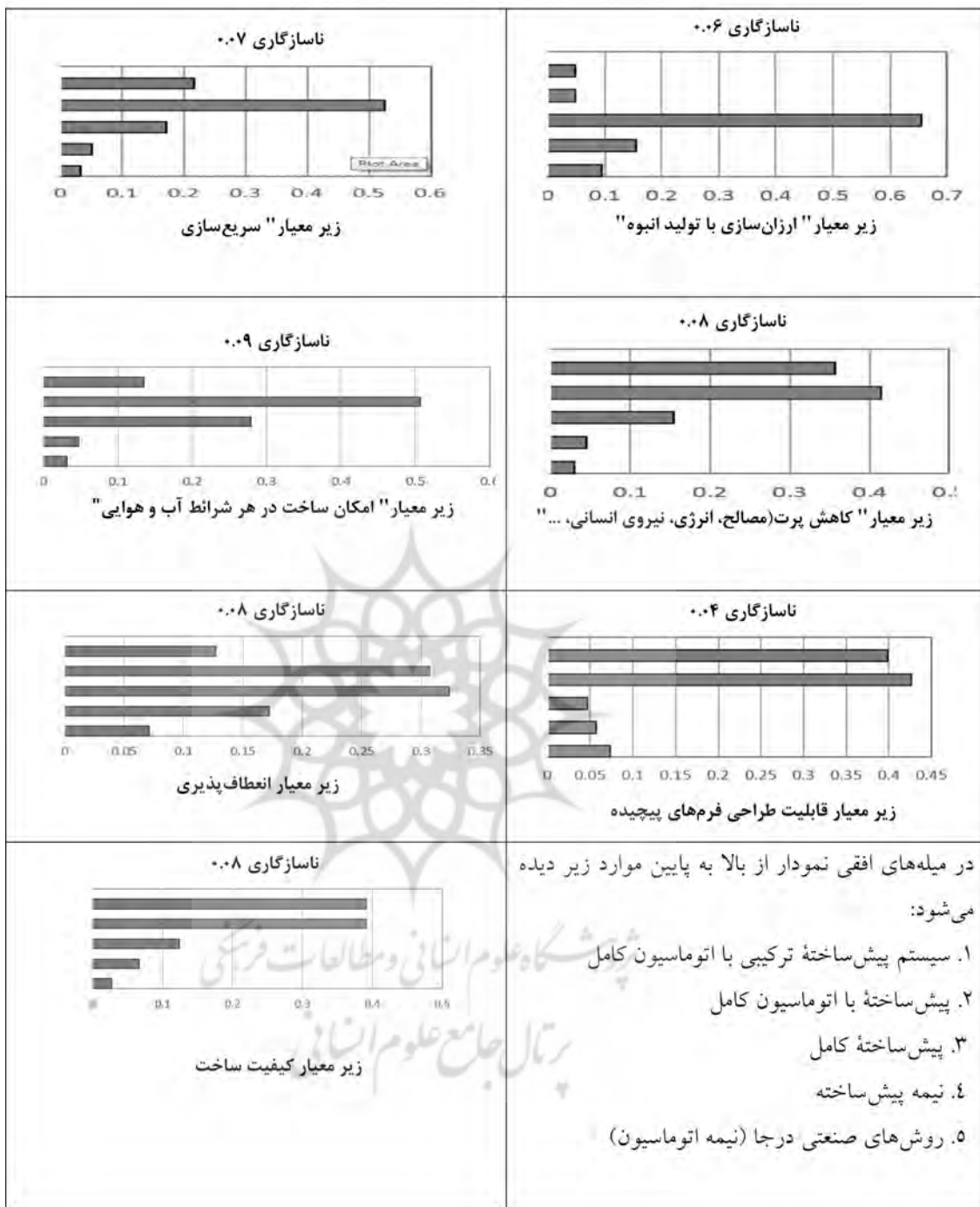
گردآوری اطلاعات نظری این تحقیق با ارجاع به کتاب‌ها، مقالات، سایت‌های اینترنتی و پژوهش‌های قبلی است. در بخش مربوط به نمونه‌های موردی با مراجعه به منابع اینترنتی، نقشه‌های ساختمانی مربوط به بناهای خارجی و داخلی کسب گردید.

جدول ۳. بناهای منتخب در سیستم‌های پنج‌گانه ساخت

سیستم	صنعتی درجا (نیمه اتوماسیون)	نیمه پیش ساخته	پیش ساخته کامل	پیش ساخته با اتوماسیون کامل	پیش ساخته ترکیبی با اتوماسیون کامل
منتخب ۱	مجتمع مسکونی اکباتان (قالب تونلی)	۴۲۰ بلوک پرند مپسا (LSF)	هیتات ۶۷	خانه سکیسوری	برج زولهوف
منتخب ۲	مسکن مهر پردیس (قالب تونلی)	مجتمع ۱۰۸ واحدی پرند (ICF)	آپارتمان ستاره	پروژه NCC Komplet	تکنولوژی کانتور گرفت
منتخب ۳	vernacular buildings styles (Tilt Up) 2013	۷۲ واحدی عرشه فولادی پرند	آپارتمان یک-نه ملبورن	----- ---	آپارتمان بیکن



شکل ۲. وزن دهی زیرمعیارهای صنعتی در راستای اهمیت آن در تأمین معیار اسلامی



شکل ۳. نمودار میزان تأثیر سیستم های ساخت صنعتی بر رسیدن به معیار های اسلامی منتخب صنعتی در بنای نمونه می باشد. جدول ۴ نتایج یک نمونه ارزیابی، از نمونه های موردی را نشان می دهد. مقایسه تطبیقی مطالعات صورت گرفته در دو رسته دیدگاه خبرگان (برگرفته از پرسشنامه های سلسله مراتبی) و تحلیل نمونه های اجرا شده در پنج سیستم ساختمانی ساخت به صورت

۵. صحت سنجی (مقایسه نتایج پرسشنامه با نمونه های موردی)

بعد از انتخاب نمونه های موردی طبق روش شناسی مقاله، امتیاز دهی هر کدام از نمونه ها بر اساس چک لیست های آماده شده منطبق بر طیف لیکرت، انجام شد. در این ارزیابی، نمره های ۱ تا ۵ نشان دهنده اهمیت ویژگی

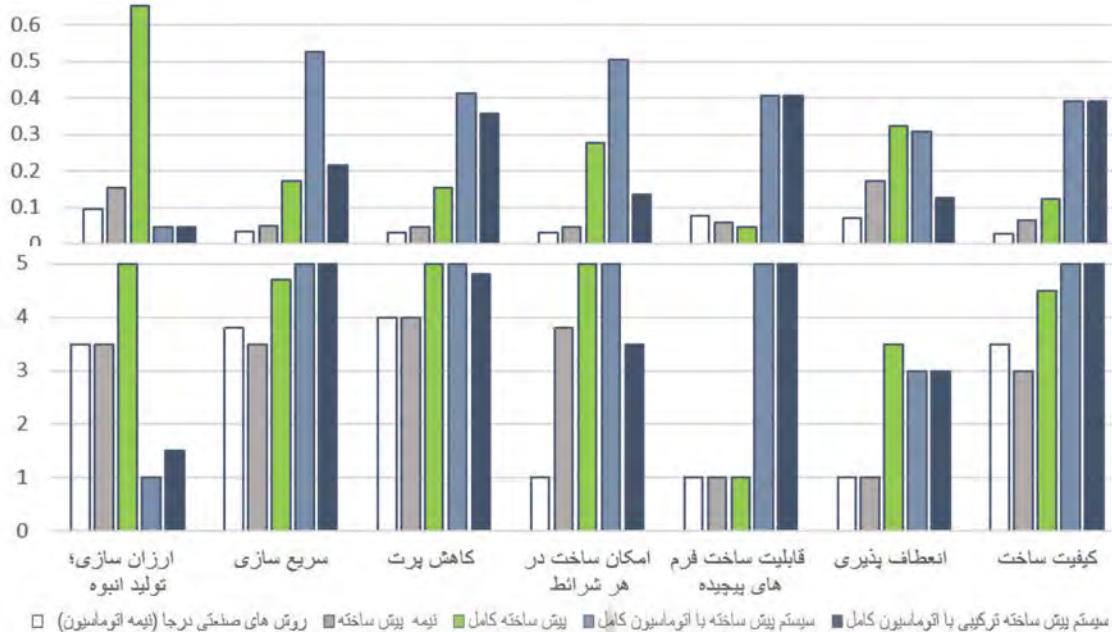
جدول ۴. نمونه ارزیابی انجام شده از نمونه‌های موردی (نگارندگان)

صنعتی درجا (نیمه اتوماسیون)، (مسکن مهر پردیس، قالب تونلی)	نیمه پیش ساخته (۲۰ بلوک پرند فاز ۵، LSF)	پیش ساخته کامل (ماکرو آپارتمان نیویورک)	پیش ساخته با اتوماسیون کامل (خانه سکسوری)	پیش ساخته ترکیبی با اتوماسیون کامل برج زولهوف
<p>ارزان سازی (تولید انبوه)</p> <ul style="list-style-type: none"> تکراری بودن قالب موجب کاهش هزینه (۲۰٪ کاهش). کاهش هزینه کارگران به دلیل کاهش تعداد آنها. اتمام هر ۱۶ طبقه در ۳ ماه و کاهش هزینه. (۴) 	<ul style="list-style-type: none"> هزینه اجرا ۲۰ درصد از سیستم بتن مسلح بالاتر و برابر هزینه اسکلت فولادی است. کاهش هزینه در این سیستم با احتساب سرعت ساخت. (۴) 	<ul style="list-style-type: none"> هزینه ساخت و اجرای بنا به دلیل ساخت مدولار و نصب سریع و آسان و کاهش زمان، بسیار پایین و متناسب با درآمد قشر کم درآمد بوده است. (۵) 	<ul style="list-style-type: none"> انجام تمام مراحل ساخت با ربات‌ها و تاورکرین‌های هوشمند این سیستم را جزو گرانترین‌ها تبدیل کرده است. (۱) 	<ul style="list-style-type: none"> نوظهور بودن تکنولوژی: هزینه اجرای بالا. (۱)
<p>سریع سازی</p> <ul style="list-style-type: none"> ساخت هر بلوک ۱۶ طبقه با قالب تونلی در ۳ که این زمان نسبت به ساختمان‌های بتن مسلح متعارف یک سوم می‌باشد. (۴) 	<ul style="list-style-type: none"> هر ۳ طبقه از پروژه در یک ماه تکمیل می‌شود که نسبت به ساختمان‌های بتن مسلح متعارف زمان کوتاه‌تری می‌باشد. (۴) 	<ul style="list-style-type: none"> نصب ۳۴ واحد بلوک پیش ساخته در ۱۱ روز نشان از سرعت نصب قسمت‌های مدولار دارد. (۵) 	<ul style="list-style-type: none"> انجام مراحل تولید قطعات در کارخانه و نصب آن در ۶ روز، نشان از سرعت بالای ساخت این بنا دارد. (۵) 	<ul style="list-style-type: none"> سرعت در ساخت به دلیل استفاده از دستگاه CNC در ساخت قالب و برچی قطعات. (۵)
<p>کاهش پرت (مصلح) ... سوخت، نیروی انسانی</p> <ul style="list-style-type: none"> کاهش نسبی نیروی انسانی به دلیل استفاده از قالب بندی ثابت و سیستم قالب بندی نیمه اتوماسیون. (۴) 	<ul style="list-style-type: none"> ساخت پانلی LSF در کارخانه موجب کاهش پرت مصالح شده و نیروی انسانی کمتری به کار می‌رود. (۴) 	<ul style="list-style-type: none"> ساخت در کارخانه، نظارت بالا در فرآیند ساخت، موجب کاهش پرت مصالح و نیز تعداد نیروی انسانی می‌شود. (۵) 	<ul style="list-style-type: none"> انجام مراحل کار تولید توسط ربات: کاهش شدید در پرت مصالح و تعداد نیروی کاری. (۵) 	<ul style="list-style-type: none"> دقت تجهیزات: صرفه جویی در مصرف مصالح و سوخت و نیروی انسانی. هزینه بالای تجهیزات. (۴)
<p>مکان ساخت در هر شرایط آب و هوایی</p> <ul style="list-style-type: none"> بتن ریزی عظیم در سایت: کاهش امکان ادامه کار در دمای زیر صفر و نیز هوای خیلی گرم. (۱) 	<ul style="list-style-type: none"> عدم نیاز به بتن ریزی گسترده: افزایش قابلیت ساخت در اقلیم‌های سخت. (۴) 	<ul style="list-style-type: none"> ساخت قسمت اعظم بنا در کارخانه و ساخت سریع در محل موجب تأثیر پذیری کم از شرایط محیطی می‌شود. (۵) 	<ul style="list-style-type: none"> ساخت المان‌های پیش ساخته در کارخانه و نصب در فضای بسته سایت: تأثیر پذیری کمتر نسبت به شرایط آب و هوایی (۵) 	<ul style="list-style-type: none"> امکان ساخت سریع قالب‌ها و نیز ساخت برخی قطعات با دستگاه CNC به کاهش تأثیر اقلیم سخت کمک می‌کند. (۳)
<p>قابلیت طراحی فرم‌های پیچیده</p> <ul style="list-style-type: none"> استفاده از قالب‌های تونلی و قالب‌های لغزان، امکان فرم‌دهی به بنا سخت بوده و تنها می‌تواند الحاقاتی را در خود بپذیرد. (۱) 	<ul style="list-style-type: none"> قرار گیری ستونک‌های عمودی در فاصله ۵۰ سانتی متر از هم، موجب کاهش قابلیت ایجاد تنوع در نما شده است. (۱) 	<ul style="list-style-type: none"> مدولار بودن مؤثر در شکل‌گیری ساده و کیویک بوده، بنابراین قابلیت طراحی و ساخت فرم‌های پیچیده در آن پایین است. (۱) 	<ul style="list-style-type: none"> دریافت داده از نرم‌افزارهای BIM و ساخت دقیق فرم: قابلیت ساخت فرم‌های پیچیده. (۵) 	<ul style="list-style-type: none"> استفاده از نرم‌افزارهای BIM: امکان مدل سازی فرم‌های پیچیده و انتقال آن به دستگاه CNC و ساخت هر فرمی. (۵)

انعطاف‌پذیری	<ul style="list-style-type: none"> • دیواره‌های صلب بتنی حاصل از قالب‌های تونلی انعطاف‌پذیری بنا جهت تطبیق با شرایط آینده را به شدت کاهش می‌دهد. (۱) 	<ul style="list-style-type: none"> • اتصال سازه با پیچ و پرچ و باربر بودن دیواره‌ها امکان تغییر و جابجایی در آن‌ها از بین می‌برد. (۱) 	<ul style="list-style-type: none"> • دیواره‌ها از جنس LSF و اتصالات صلب به کف یکپارچه بتنی موجب کاهش شدید در انعطاف دیواره‌ها می‌شود. (۳) 	<ul style="list-style-type: none"> • به جهت ساخت دیواره‌های جداکننده از پانل‌های سبک قابلیت نسبی بیشتر در تغییر محل آن بر اساس نیازهای آینده وجود دارد. (۴) 	<ul style="list-style-type: none"> • اتصالات صلب (داخلی) مانع تغییر جداره‌ها می‌باشد. تنها امکان تخریب جداره‌ها و نوسازی وجود دارد نه انطباق‌پذیری (۳)
کیفیت ساخت	<ul style="list-style-type: none"> • افزایش نسبی کیفیت به دلیل استفاده از دستگاه‌های قالب لغزان (نیمه اتوماسیون) و کاهش دخالت مستقیم نیروی کار. (۳) 	<ul style="list-style-type: none"> • کیفیت ساخت همانند اسکلت فولادی متعارف بوده و به دلیل ساخت قسمت اعظم آن در کارخانه، مطلوب‌تر است. (۳) 	<ul style="list-style-type: none"> • ساخت کامل پروژه در کارخانه به روش مکانیزاسیون و کنترل دقیق آن بدون خطاهای انسانی موجب افزایش کیفیت محصول. (۵) 	<ul style="list-style-type: none"> • ساخت پروژه در کارخانه به روش اتوماسیون و با ربات و نصب و جایگذاری بیشتر قطعات آن با تاورکرین‌های هوشمند: افزایش کیفیت در ساخت (۵) 	<ul style="list-style-type: none"> • طراحی دقیق قالب‌ها توسط نرم‌افزارهای BIM • ورود مستقیم اطلاعات ساخت فرم به دستگاه CNC (۵)

نمودارهای میله‌ای نشان از هم‌آوایی نتایج دو بررسی دارد. ولی به جهت مطالعه میزان هم‌آوایی و نیز مثبت یا منفی بودن همبستگی به تحلیل نتایج نمودارها با نرم‌افزار SPSS اقدام گردید که در شکل ۴ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که در تمامی متغیرهای بررسی شده، همبستگی مثبت میان پرسشنامه‌ها و نمونه‌های موردی وجود دارد. متغیر «امکان ساخت در هر شرایط آب و هوایی» با بیشترین همبستگی در نتایج و «انعطاف‌پذیری» با کمترین میزان همبستگی نسبت به ویژگی‌های دیگر نشان از اعتبار نتایج دارد. تفسیر کمی نتایج به شرح زیر است.

۱. در زیرمعیار «ارزان‌سازی (تولید انبوه)»، سیستم پیش‌ساخته کامل، توانسته امتیاز بالایی در هر دو شاخه ارزیابی داشته باشد. همچنین خطای کم در محاسبات SPSS نشان از معناداری بالا در همبستگی متغیرها دارد.
۲. در زیرمعیار «سریع‌سازی»، سیستم‌های پیش‌ساخته با اتوماسیون کامل و بعد از آن پیش‌ساخته ترکیبی با اتوماسیون کامل در اولویت قرار دارند. همچنین نتایج تحلیل SPSS نشان از همبستگی بالا در نتایج دو ارزیابی و معنادار بودن آن‌ها دارد.
۳. در زیرمعیار «کاهش پرت»، سیستم پیش‌ساخته‌سازی با اتوماسیون در هر دو نمودار در مقام نخست می‌باشد. دلیل پایین بودن نسبی همبستگی (همبستگی متوسط) در این آیتام وجود اندک تفاوت در نتایج دو نمودار می‌باشد که قابل چشم‌پوشی است.
۴. در زیرمعیار «قابلیت ساخت در هر شرایط آب و هوایی»، پیش‌ساخته با اتوماسیون کامل در هر دو ارزیابی امتیاز نخست را کسب کرده است. همچنین همبستگی بین دو مجموعه نزدیک به یک بوده که بسیار بالاست. و در نهایت وجود خطای کم نشان از معناداری بالای نتایج دارد.
۵. در زیرمعیار «قابلیت ساخت فرم‌های پیچیده»، پیش‌ساخته با اتوماسیون و پیش‌ساخته ترکیبی با اتوماسیون کامل در هر دو روش ارزیابی دارای امتیاز بالا می‌باشند. همبستگی بالا در این ارزیابی، تأیید کننده نتایج حاصله می‌باشد.
۶. در زیرمعیار «انعطاف‌پذیری» (قابلیت تفکیک اجزا جهت انطباق با نیاز آینده در فضای داخلی و شخصی‌سازی)، سیستم‌های ساخت پیش‌ساخته کامل بیشترین امتیاز را کسب کرده است. این امر نشان‌دهنده انعطاف‌پذیری برخی ساختمان‌های مدولار در ایجاد کالبد قابل تغییر را می‌دهد. نتایج تحلیل SPSS، نشان‌دهنده همبستگی متوسط و معناداری نسبی در نتایج دو ارزیابی می‌باشد.
۷. در زیرمعیار «کیفیت ساخت»، دو سیستم پیش‌ساخته با اتوماسیون کامل و پیش‌ساخته ترکیبی با اتوماسیون کامل بیشترین امتیاز را در دو ارزیابی کسب کرده‌اند. نتایج تحلیل SPSS، نشان‌دهنده همبستگی بالا و معناداری نتایج دو ارزیابی می‌باشد.



کلیدواژه تحلیلی	شاخص همبستگی تاوکنندال r ²	تفسیر میزان همبستگی	توان دوم همبستگی r ²	سطح معناداری (p-value)	معناداری همبستگی
ارزان سازی (تولید انبوه)	۰،۷۳۸	زیاد	۰،۵۴۴	۰،۰۷۷	معنادار
سریع سازی	۰،۷۳۸	زیاد	۰،۵۴۴	۰،۰۷۷	معنادار
کاهش پرت	۰،۶۷۱	متوسط	۰،۴۵۰	۰،۱۱	نسبتاً معنادار
امکان ساخت در هر شرایط	۰،۹۴۹	بسیار زیاد	۰،۹۰۰	۰،۰۲۳	معنادار
قابلیت ساخت فرم های پیچیده	۰،۷۷۵	زیاد	۰،۶۰۰	۰،۰۸۳	معنادار
انعطاف پذیری	۰،۶۷۱	متوسط	۰،۴۵۰	۰،۱۱۷	نسبتاً معنادار
کیفیت ساخت	۰،۷۷۸	زیاد	۰،۶۰۵	۰،۰۶۹	معنادار

شکل ۴. نمودار میله‌ای نتایج پرسش‌نامه‌های سلسله‌مراتبی (بالا) و نمونه‌های اجرا شده (وسط) و نتایج تحلیل در نرم‌افزار SPSS، پایین

و بعد از آن پیش‌ساخته با اتوماسیون کامل دارد. از طرفی بیشترین ویژگی معماری صنعتی که مؤثر در رسیدن به معیار اسلامی «برخورداري همه جامعه از حق مسکن» است، ارزان‌سازی است (شکل ۲) و سیستم ساخت پیش‌ساخته کامل طبق شکل (۳)، بیشترین نقش را در نتایج نمونه‌های موردی برای رسیدن به معیار برخورداري همه جامعه از حق مسکن داشته است. نتیجه فوق نشان از تأیید نتایج پرسشنامه خبره توسط نمونه‌های اجرا شده دارد. سازندگان و کارفرمایان به دلیل گران بودن سیستم پیش‌ساخته با اتوماسیون کامل نتوانسته‌اند نسبت به استفاده حداکثری از آن اقدام نمایند. به همین دلیل ساخت بنا با این سیستم و نیز پیش‌ساخته ترکیبی با اتوماسیون کامل هزینه بسیار بالایی را به پروژه تحمیل می‌کند که برای بیشتر کارفرمایان قابل پذیرش نیست. این مسأله در ایران به دلیل نبود زیرساخت‌های توسعه آن، دارای مشکلات بیشتری است که استفاده از آن در صنعت ساخت

۶. نتایج کیفی به دست آمده از پرسشنامه سلسله‌مراتبی و نمونه‌های موردی

نتایج کیفی زیر از تأیید صحت نتایج پرسشنامه توسط نمونه‌های موردی می‌تواند از نمودارها استنتاج گردد. به طوری که می‌توان تأثیر انتخاب نوع سیستم ساخت صنعتی را در رسیدن به معیار اسلامی منتخب مشاهده کرد. جدول ۵ خلاصه‌ای از اولویت‌بندی سیستم‌های ساخت صنعتی را نشان می‌دهد که به صورت زیر تفسیر شده است.

برخورداري همه جامعه از حق مسکن

مدیریت و تصمیم‌گیری برای خانه‌دار کردن همه مردم از وظایف اصلی جامعه اسلامی و به تبع آن مدیران رده بالا در تصمیم‌گیری است. آمار و ارقام بدست آمده از نمودارها و جداول نشان از اولویت سیستم ساخت پیش‌ساخته کامل

کشور را به تأخیر انداخته است. توصیه می‌شود کارفرمایان نسبت به استقرار آن بخش از این سیستم که اختلاف هزینه آن در پروژه‌های بزرگ مقیاس قابل جبران می‌باشد، اقدام نمایند.

عدم اسراف و پرهیز از بیهودگی

نتایج کمی بدست آمده از پرسشنامه و نمونه‌های منتخب، نشان از اولویت سیستم ساخت پیش‌ساخته با اتوماسیون کامل و بعد از آن پیش‌ساخته کامل در رسیدن به هدف «عدم اسراف و پرهیز از بیهودگی» دارد. از طرفی بیشترین ویژگی معماری صنعتی که مؤثر در رسیدن به معیار اسلامی ردیف مورد نظر این بخش است، کاهش پرت و ارزان‌سازی است (شکل ۲) و سیستم ساخت پیش‌ساخته با اتوماسیون کامل طبق شکل ۳، بیشترین نقش را در رسیدن به معیار «عدم اسراف و پرهیز از بیهودگی» داشته است. دلیل این امر ساخت کامل قطعات در کارخانه به صورت یکپارچه بوده که باعث کاهش هزینه‌های اجرایی می‌شود. همچنین استفاده از سیستم‌های تاورکرین هوشمند با اتوماسیون کامل در افزایش سرعت ساخت و مونتاژ، از نتایج بهره‌گیری از این سیستم می‌باشد. استفاده از این سیستم موجب صرفه‌جویی در تعداد نیروی انسانی، پرت مصالح و نیز انرژی می‌شود. با وجود گران تمام شدن سیستم‌های با اتوماسیون کامل در ایران، توصیه می‌شود مدیران به دنبال راه‌هایی برای اجرای این سیستم با روش بومی‌سازی شده و کاستن از هزینه آن باشند.

پیشگیری از زیان همسایگان (مزاحمت صوتی، بصری، سد معبر،...)

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد، بیشترین ویژگی معماری صنعتی که مؤثر در رسیدن به معیار اسلامی ردیف مورد نظر این بخش است، سریع‌سازی است (شکل ۲) و سیستم ساخت پیش‌ساخته با اتوماسیون کامل، پیش‌ساخته ترکیبی با اتوماسیون کامل و پس از آن پیش‌ساخته کامل طبق شکل ۳، بیشترین نقش را در نتایج نمونه‌های موردی برای رسیدن به معیار «پیشگیری از زیان همسایگان (مزاحمت صوتی، بصری، سد معبر،...)» را داشته است. نتیجه فوق نشان از انطباق نتایج پرسشنامه خبره با نمونه‌های اجرا شده دارد. شایان ذکر است که هرچه سهم بیشتری از فرآیند ساخت در کارخانه انجام گیرد، می‌تواند بیشتر در کاهش مزاحمت برای همسایگان مؤثر باشد. همچنین افزایش اتوماسیون موجب کاهش صدای جرثقیل‌ها شده و

مزاحمت صوتی را کاهش دهد.

ملاحظات زیبایی

نشان از اولویت سیستم ساخت پیش‌ساخته با اتوماسیون کامل و بعد از آن پیش‌ساخته ترکیبی با اتوماسیون کامل در رسیدن به هدف «ملاحظات زیبایی» دارد. بیشترین ویژگی معماری صنعتی که مؤثر در رسیدن به معیار اسلامی ردیف مورد نظر این بخش است، «کیفیت ساخت» و با فاصله اندک از آن «قابلیت طراحی فرم‌های پیچیده» می‌باشد. (شکل ۲) سیستم ساخت پیش‌ساخته با اتوماسیون کامل و بعد از آن پیش‌ساخته ترکیبی با اتوماسیون کامل طبق شکل ۳، بیشترین نقش را در نتایج نمونه‌های موردی برای رسیدن به «کیفیت ساخت» و بعد از آن «قابلیت طراحی فرم‌های پیچیده» داشته که مؤثر در معیار ملاحظات زیبایی می‌باشد. نتیجه فوق نشان از انطباق نتایج پرسشنامه خبره با نمونه‌های اجرا شده دارد. سیستم‌های ساخت ذکر شده به دلیل بهره‌گیری از ربات‌های سازنده و دستگاه‌های CNC و نیز بهره‌گیری از نرم‌افزارهای BIM در ساخت، قابلیت بالایی در ساخت هر نوع فرم معماری داشته و در نتیجه توجه ویژه‌ای به رویکردهای زیبایی شناسی دارند.

حریم

بیشترین ویژگی معماری صنعتی که مؤثر در رسیدن به معیار اسلامی ردیف مورد نظر این بخش است، انعطاف‌پذیری (قابلیت تفکیک اجزا جهت انطباق با نیاز آینده در فضای داخلی و شخصی‌سازی) است. (شکل ۲) به طوری که هر چه قابلیت قطعات ساخته شده در تعویض، جابجایی و فرم‌پذیری بالا باشد، امکان تغییر جداره‌ها در راستای رسیدن به حریم شخصی و جمعی مطلوب بالاتر خواهد بود. سیستم ساخت پیش‌ساخته کامل و به فاصله اندک پایین‌تر پیش‌ساخته با اتوماسیون کامل و پیش‌ساخته ترکیبی با اتوماسیون کامل طبق شکل ۳، بیشترین نقش را در رسیدن به معیار «حریم» داشته است. مقایسه نتایج به دست آمده از پرسشنامه‌ها و نمونه‌های اجرا شده، نشان از تفاوت اندک نتایج آن دو دارد که دلیل آن محدود بودن نمونه‌های اجرا شده با سیستم پیش‌ساخته ترکیبی با اتوماسیون کامل و پیش‌ساخته با اتوماسیون کامل می‌باشد که نمونه‌پیری را با مشکل مواجه می‌کند. جدول ۵ رده‌بندی نهایی سیستم‌های ساخت صنعتی، در جهت تحقق معیارهای اسلامی منتخب را نشان می‌دهد.



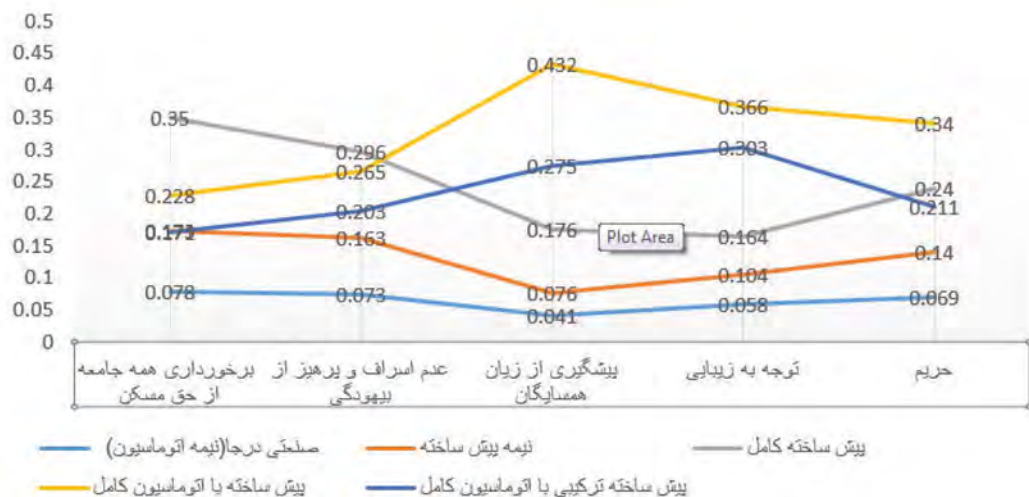
جدول ۵. نتیجه نهایی رده‌بندی سیستم‌های صنعتی ساخت بر مبنای معیارهای اسلامی منتخب

ردیف	معیارهای اسلامی	سیستم‌های صنعتی ساخت					نرخ ناسازگاری
		۵	۴	۳	۲	۱	
۱	برخورداری همه جامعه از حق مسکن	صنعتی درجا(نیمه اتوماسیون)	پیش ساخته ترکیبی با اتوماسیون کامل	نیمه پیش ساخته	پیش ساخته با اتوماسیون کامل	پیش ساخته کامل	۰,۰۸
		۰,۰۷۸	۰,۱۷۱	۰,۱۷۳	۰,۲۲۸	۰,۳۵۰	
۲	عدم اسراف و پرهیز از بیهودگی	صنعتی درجا(نیمه اتوماسیون)	نیمه پیش ساخته	پیش ساخته ترکیبی با اتوماسیون کامل	پیش ساخته کامل	پیش ساخته با اتوماسیون کامل	۰,۰۶
		۰,۰۶۳	۰,۱۳۵	۰,۲۴	۰,۲۹۵	۰,۳۰۳	
۳	پیشگیری از زیان همسایگان (مزاحمت صوتی، بصری، سد معبر،...)	صنعتی درجا(نیمه اتوماسیون)	نیمه پیش ساخته	پیش ساخته کامل	پیش ساخته ترکیبی با اتوماسیون کامل	پیش ساخته با اتوماسیون کامل	۰,۰۷
		۰,۰۴۱	۰,۰۷۶	۰,۱۷۶	۰,۲۷۵	۰,۴۳۲	
۴	ملاحظات زیبایی	صنعتی درجا(نیمه اتوماسیون)	نیمه پیش ساخته	پیش ساخته کامل	پیش ساخته ترکیبی با اتوماسیون کامل	پیش ساخته با اتوماسیون کامل	۰,۱
		۰,۰۵۸	۰,۱۰۴	۰,۱۶۴	۰,۳۰۳	۰,۳۶۶	
۵	حریم	صنعتی درجا(نیمه اتوماسیون)	نیمه پیش ساخته	پیش ساخته ترکیبی با اتوماسیون کامل	پیش ساخته کامل	پیش ساخته با اتوماسیون کامل	۰,۰۵
		۰,۰۶۹	۰,۱۴۰	۰,۲۱۱	۰,۲۴۰	۰,۳۴۰	

۷. نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

گسترش سیستم‌های ساخت صنعتی، نیاز به اولویت‌بندی آن‌ها را در جهت تحقیق اهداف از پیش تعیین شده، اجتناب‌ناپذیر کرده است. توجه به نتایج کمی و کیفی تحقیق نشان‌دهنده آن است که بین سیستم‌های ساخت صنعتی و برخی معیارهای اسلامی هم‌آوایی و ارتباط وجود دارد. به‌طوری که انتخاب مناسب سیستم صنعتی می‌تواند در

رسیدن به برخی معیارهای منتخب مؤثر باشد. نتیجه فوق تأیید کننده فرضیه ۱، این تحقیق می‌باشد. براساس ادبیات مرتبط با موضوع، معیارهای اسلامی مرتبط شناسایی و پنج مورد از آن‌ها برگزیده شد. انتخاب معیارهای اسلامی پس از مصاحبه با خبرگان و تحلیل براساس استدلال منطقی بوده است. «برخورداری همه جامعه از حق مسکن»، «عدم اسراف و پرهیز از بیهودگی»، «پیشگیری از زیان



شکل ۵. تحلیل حساسیت سیستم‌های ساخت صنعتی نسبت به برآورده کردن معیارهای منتخب اسلامی.

به همسایگان (مزاحمت صوتی، بصری، سد معبر،...)، «توجه به زیبایی» و «ایجاد حریم» قابلیت بیشتری در ارزیابی سیستم‌های ساخت صنعتی داشته است.

در راستای رسیدن به فرضیه دوم، اقدام به رده‌بندی سیستم‌های ساخت صنعتی بر اساس هماهنگی با معیارهای اسلامی مسکن گردید که نتایج آن در شکل (۵) نشان داده شده است؛ بر اساس نتیجه حاصله، هر کدام از سیستم‌های صنعتی ساخت، براساس اولویت هر معیار اسلامی، جداگانه در جدول (۵) دسته‌بندی گردید. نتایج حاصله نشان دهنده قابلیت ارزیابی کمی و کیفی سیستم‌های ساخت صنعتی در جهت تحقق معیارهای منتخب اسلامی می‌باشد. (فرضیه ۲) بر این اساس، سیستم «پیش‌ساخته کامل» توانسته است در رسیدن به معیار برخورداری همه از حق مسکن و نیز پرهیز از آزار و اذیت همسایگان از دیگر سیستم‌های ساخت صنعتی مؤثرتر باشد. همچنین در سه معیار اسلامی پیشگیری از زیان همسایگان، توجه به زیبایی و حریم؛ سیستم پیش‌ساخته با اتوماسیون کامل، مؤثرتر از سایر سیستم‌ها در رسیدن به هدف مورد نظر معیارهای اسلامی ذکر شده می‌باشد. رده‌بندی ذکر شده می‌تواند در انتخاب گزینه مناسب ساخت براساس الویت‌های ذکر شده برای طراح و یا مدیران کل مفید باشد.

با تجمیع نتایج به دست آمده، می‌توان ملاحظه کرد که سیستم پیش‌ساخته کامل در صورت مجهز شدن به درجه بالایی از اتوماسیون (متناسب با نیازهای هر پروژه) خواهد توانست پاسخگوی نیازهای مسکن نسبت به پنج معیار منتخب باشد. بنابراین می‌بایست مدیران، نسبت

به بومی سازی (جهت کاهش هزینه) فرآیند اتوماسیون سیستم‌های پیش‌ساخته در داخل کشور اقدام نمایند. فرآیند اتوماسیون بومی می‌تواند با توجه به نیازهای واقعی کشور، به انتخاب و بهره‌گیری از آن بخشی از فرآیند مربوط به اتوماسیون اقدام نماید که با بهره‌گیری از آن به صورت انبوه خواهد توانست هزینه‌بالای آن را جبران نماید. لذا سیستم ساخت پیش‌ساخته کامل با اتوماسیون هدفمند می‌تواند ۱: با افزایش سرعت ساخت، کاهش هزینه، در روند «برخوردار همه از حق مسکن» تحول مثبت ایجاد نماید. ۲. با کاهش هدفمند پرت مصالح، مصرف انرژی و نیروی انسانی در رسیدن به معیار «عدم اسراف و پرهیز از بیهودگی» کمک نماید. ۳. با کاهش زمان فرآیند ساخت در محل و انتقال آن به کارخانه، کاهش مصالح انبار شده در سایت و نیز بهره‌گیری از دستگاه‌ها و تاورکین‌های هوشمند (بدون صدا) در رسیدن به معیار «پیشگیری از زیان همسایگان» کمک نماید. ۴. با استفاده از فرآیند اتوماسیون در پیش‌ساخته‌سازی، دستگاه‌های سی ان سی و در صورت امکان ربات‌ها به ساخت فرم‌های پیچیده (غیریکنواخت) و افزایش کیفیت ساخت که هردو از عوامل رسیدن به معیار «توجه به زیبایی» هستند، منجر می‌شوند. ۵. و در نهایت با استفاده از امکانات ذکر شده سیستم ساخت منتخب می‌تواند به طراحی فرم‌هایی بیانجامد که قابلیت افزایش یا کاهش سطح حریم خصوصی را با طراحی انواع فرم‌های صلب و مشبک با هندسه‌های متغیر و با انعطاف‌پذیری بالا را داشته باشد.

۸. منابع و مآخذ

۱. قرآن کریم. (۱۳۸۰). ترجمه آیت‌الله مشکینی. ویرایش شده توسط حسین استاد ولی. قم؛ مرکز چاپ و نشر قرآن کریم، الهادی.
۲. آصفی، مازیار. هاشم‌پور، پریسا؛ مهاجری، مظفر. (۱۳۹۶). امکان‌سنجی روش‌های صنعتی سازی ساختمان در تولید مسکن اسلامی. پژوهش‌های معماری اسلامی، ۵ (۴).
۳. آصفی، مازیار. ایمانی، الناز. (۱۳۹۵). بازتعریف الگوهای طراحی مسکن مطلوب ایرانی - اسلامی معاصر با ارزیابی کیفی خانه‌ها سنتی. پژوهش‌های معماری اسلامی، ۱۱ (۴).
۴. بلیکی، نورمن. (۱۳۸۴). طراحی پژوهش‌های اجتماعی. ترجمه: حسن چاوشیان. تهران، نشر نی: ۷۳.
۵. ضرغامی، اسماعیل. سادات، سیده اشرف. (۱۳۹۵). شاخصه‌های معماری ایرانی - اسلامی در مجموعه‌های مسکونی. تهران، انتشارات دانشگاه تربیت شهید رجایی.
۶. قدسی‌پور، حسن. (۱۳۹۲). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP). تهران، انتشارات دانشگاه امیرکبیر.
۷. کشاورز نوروزپور، رضا. محمودی‌نژاد، هادی. اعتصام، ایرج. (۱۳۹۶). بازخوانی معیارهای فرهنگی و اجتماعی در مسکن با تاکید بر اندیشه‌های اسلامی. مدیریت شهری، ۱۷ (۵۰).
۸. مهدوی‌نژاد، محمدجواد. سعادت‌پور، پریا. (۱۳۹۳). هویت‌گرایی در معماری معاصر کشورهای اسلامی؛ نمونه موردی، عربستان سعودی. پژوهش‌های معماری اسلامی، ۳ (۱).
۹. مهدوی‌نژاد، محمدجواد. منصورپور، مجید. قیدرلو، کمیل (۱۳۹۳). محریت در الگوی مسکن بومی و به کارگیری آن در مسکن بومی تهران. محمدی ری‌شهری، محمد. (۱۳۸۴). میزان‌الحکمه. ترجمه حمیدرضا شیخی. مجموعه ۱۴ جلدی. قم: دارالحدیث.
۱۰. محمدکاری، بهروز. عبداللهی، حسین. (۱۳۷۹). معرفی برخی روش‌ها و سیستم‌های تولید صنعتی ساختمان. مجموعه مقالات سمینار آموزشی انبوه‌سازی و روش‌های تولید صنعتی ساختمان در ایران. ص ۲۵، ۷۱.
۱۱. محترم، آرزو؛ حمزه‌نژاد، مهدی. (۱۳۹۴). تبیین ابعاد حریم در روابط فضاهای داخلی مسکن ایرانی - اسلامی، با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. ص ۲۵، ۷۱.
۱۲. نقی‌زاده، محمد؛ (۱۳۸۵). مقدمه‌ای بر شناسایی معضلات طراحی در بافت‌های تاریخی شهرها، مجموعه مقالات سمینار تخصصی بافت‌های شهری، تهران، وزارت مسکن و شهرسازی.
۱۳. هاشمی طغرالجردی، سید مجید. آصفی، مازیار. مهاجری، مظفر (۱۳۹۶). توسعه پذیری فضای انسان ساخت با خلاقیت در گشایش فضائی خانه‌های سنتی کرمان. مجله پژوهش‌های معماری اسلامی. ۵، ۱.
15. Blachere, G. (1988). *Building Principles-Industrial Processes, Building and Civil Engineering: EUR*.
16. Bock, T., & Linner, T. (2015). *Robot Oriented Design: Cambridge University Press*.
17. Bock, T., & Linner, T. (2016). *Automation: Cambridge University Press*.
18. Gibb, A. G. (1999). *Off-site fabrication: prefabrication, pre-assembly and modularisation: John Wiley & Sons*.
19. Kamar, A. M., Hamid, Z. A., & Azman, N. A. (2011). *Industrialized building system (IBS): Revisiting issues of definition and classification. International journal of emerging sciences*, 1(2), 120.
20. Kasperzyk, C., Kim, M.-K., & Brilakis, I. (2011). *Automated re-prefabrication system for buildings using robotics. Automation in Construction*, 20(1), 184-195.
21. Sarja, A. (2003). *Open and*

Sharafi, P., Mortazavi, M., .25
(2018). Samali, B., & Ronagh, H
Interlocking system for enhancing
the integrity of multi-storey
modular buildings. *Automation in
272-263 ,85 ,Construction*

industrialised building: Routledge
(2007). Schneider, T., & Till, J .22
Flexible housing: Architectural press
Inside .(2012) .Schneiderman, D .23
prefab: The ready-made interior:
Princeton Architectural Press
Construction- .(2003) .Sebestyén, G .24
craft to industry: Taylor & Francis

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۵۱ تابستان ۱۳۹۷
No.51 Summer 2018

■ ۳۴۳ ■

