



روش‌های تولید صنعتی ساختمان



مؤلفان:

دکتر موسی محمودی صاحبی

عضو هیات علمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

مهندس مهدی زارع

کارشناس ارشد سازه



سرشناسه:	محمودی صاحبی، موسی، ۱۳۴۲ -
عنوان و نام پدیدآور:	روش‌های تولید صنعتی ساختمان / مولفان موسی محمودی صاحبی، مهدی زارع.
مشخصات نشر:	تهران: نوآور، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری:	۹۸ ص: مصور (رنگی)، نمودار.
شابک:	978-600-168-599-6
وضعیت فهرست نویسی:	فیبا
یادداشت:	کتابنامه: ص. [۹۷] - ۹۸.
موضوع:	ساختمان‌های صنعتی - Industrial buildings
موضوع:	ساختمان‌سازی - صنعت و تجارت - مدیریت - Management -- Construction industry
موضوع:	ساختمان‌سازی -- صنعت و تجارت -- نوآوری
موضوع:	Construction industry -- Technological innovations
شناسه افزوده:	زارع، مهدی، ۱۳۶۰ -
رده بندی کنگره:	۴۵۱۱TH
رده بندی دیویی:	۵۴/۶۹۰
شماره کتابشناسی ملی:	۸۵۰۹۰۷۲
اطلاعات رکورد کتابشناسی:	فیبا

روش‌های تولید صنعتی ساختمان

مولفان: دکتر موسی محمودی صاحبی - مهندس مهدی زارع



نشر نوآور

ناشر: نوآور

مدیر فنی: محمدرضا نصیرنیا

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۵۹۹-۶

مرکز بخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای
ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸
طبقه اول، واحد ۳ تلفن: ۹۲-۶۶۴۸۴۱۹۱، www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و
مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر
نوآور می باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل
هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع
انتشار به صورت اینترنتی، سی دی، دی وی دی، فیلم فایل صوتی یا
تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام
است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

لطفاً جهت دریافت الحاقات و اصلاحات احتمالی این کتاب به سایت انتشارات نوآور مراجعه فرمایید.

www.noavarpub.com https://telegram.me/noavarpub https://www.instagram.com/noavarpub/

فهرست مطالب

پیشگفتار..... ۷

فصل اول / کلیات ۹

۱-۱- مقدمه ۹

۱-۲- اهداف کتاب ۱۰

۱-۳- محتوای کتاب ۱۰

فصل دوم / تولید صنعتی سازه‌ها ۱۱

۱-۲- مقدمه ۱۱

۲-۲- اهداف تولید صنعتی ۱۱

۳-۲- رویکردهای مورد استفاده در تولید صنعتی ۱۳

۴-۲- بخش‌های مستعد صنعتی‌سازی در ساختمان ۱۴

فصل سوم / تولید صنعتی ساختمان‌های فولادی ۱۵

۱-۳- مقدمه ۱۵

۲-۳- اجرای قاب‌های خمشی فولادی ۱۶

۲-۲-۳-۱- اجرای قاب‌های خمشی به‌روش تیر یکپارچه ۲۲

۲-۲-۳-۲- اجرای قاب‌های خمشی به‌روش درختی ۲۵

۲-۲-۳-۱- اتصال تیر به ستون در روش درختی ۲۶

۲-۲-۳-۲- وصله تیرها در روش درختی ۲۷

۲-۲-۳-۳- تعیین طول دستک و ناحیه حفاظت شده ۲۹

۳-۳- اجرای قاب‌های مهاربندی فولادی ۳۰

۱-۳-۳- اتصال مفصلی پای ستون در قاب‌های مهاربندی ۳۰

۲-۳-۳- اتصال تیر به ستون در قاب‌های مهاربندی ۳۲

۱-۲-۳-۳- اتصال تیر به ستون در خارج دهانه مهاربندی ۳۲

۲-۲-۳-۳- اتصال تیر به ستون در داخل دهانه مهاربندی ۳۴



- ۳-۳-۳ اتصال اعضای مهاربندی ۳۵
- ۳-۳-۴ اجرای سازه‌های فولادی به روش بالابری ۳۷
- ۳-۳-۵ اجرای سازه‌های فولادی به روش کشیدگی ۴۰
- ۳-۳-۶ سیستم قاب فولادی سبک ۴۱
- ۳-۳-۶-۱ مقاطع استاندارد سرد نورد شده ۴۲
- ۳-۳-۶-۲ اتصالات اعضا در سیستم قاب فولادی سبک ۴۳
- ۳-۳-۶-۱-۲ اتصال وادار به لاوک ۴۴
- ۳-۳-۶-۲-۲ اتصال لاوک‌ها به یکدیگر ۴۶
- ۳-۳-۶-۳ اتصال پانل به فونداسیون ۴۷
- ۳-۳-۶-۳ انواع دال در سیستم قاب فولادی سبک ۴۹
- ۳-۳-۶-۴ پوشش دیوارها در سیستم قاب فولادی سبک ۵۰
- ۳-۳-۶-۵ سیستم باربر جانبی در قاب فولادی سبک ۵۱
- ۳-۳-۶-۶ مزایا و معایب قاب فولادی سبک ۵۴

۵۸ فصل چهارم / تولید صنعتی ساختمان‌های بتن مسلح ۵۸

- ۴-۱-۱ مقدمه ۵۸
- ۴-۲-۱ سیستم دیوار برشی نیمه پیش ساخته ۵۹
- ۴-۲-۱-۱ اجزای سیستم دیوار برشی نیمه پیش ساخته ۶۰
- ۴-۲-۲ اتصالات و وصله‌ها در سیستم دیوار برشی نیمه پیش ساخته ۶۴
- ۴-۳-۱ سیستم قالب‌های عایق ماندگار ۶۹
- ۴-۳-۱-۱ اجزای قالب‌های عایق ماندگار ۷۰
- ۴-۳-۲ مراحل اجرای سیستم قالب‌های عایق ماندگار ۷۲
- ۴-۳-۳ مزایا و معایب سیستم دیوار باربر با قالب‌های عایق ماندگار ۷۵
- ۴-۴-۱ سیستم قالب تونلی ۷۵
- ۴-۴-۱-۱ اجزای قالب تونلی ۷۶
- ۴-۴-۲ مراحل اجرای سیستم قالب تونلی ۷۸
- ۴-۴-۳ مزایا و معایب سیستم قالب تونلی ۸۱
- ۴-۵-۱ سیستم پانل پیش ساخته سه بعدی ۸۲

۸۲	..... ۱-۵-۴ اجزای پانل پیش ساخته سه بعدی
۸۴	..... ۲-۵-۴ مراحل اجرای سیستم پانل پیش ساخته سه بعدی
۸۷	..... ۳-۵-۴ مزایا و معایب سیستم پانل پیش ساخته سه بعدی
۸۸	..... ۶-۴ سیستم تیلت آپ
۸۸	..... ۱-۶-۴ مراحل اجرای سیستم تیلت آپ
۹۳	..... ۲-۶-۴ مزایا و معایب سیستم تیلت آپ
۹۳	..... ۷-۴ سیستم بالابری دال بتنی
۹۴	..... ۱-۷-۴ مراحل اجرای سیستم بالابری دال
۹۶	..... ۲-۷-۴ مزایا و معایب سیستم بالابری دال
۹۷	..... منابع و ماخذ

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرا از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارات بنابه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش‌شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اعمال و اصلاح گردد و باعث هر چه پربارتر شدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به رسم ادب و قدرشناسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح‌شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و در صورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از هرگونه پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هر چه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.



نشر نوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

www.noavarpub.com

info@noavarpub.com

صنعت ساخت و ساز در بین صنایع مختلف، بخش بزرگی از تولید ناخالص داخلی را به خود اختصاص داده و در ارزیابی اقتصاد کلان اثرگذاری مشخصی دارد. افراد بسیاری در سراسر دنیا در این زمینه مشغول به کار هستند و ارزش صنعت ساخت و ساز هر ساله توسط دولت‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. از این رو به‌روزرسانی و پیشرفت روش‌های ساخت و ساز همگام با دیگر صنایع از اهمیت بالایی برخوردار است.

صنعتی‌سازی روش‌های ساخت و اجرای ساختمان‌ها، فرآیندی است که به دلیل بهبود ایمنی، زمان‌بندی، سرعت اجرا، کاهش مصالح، کیفیت، بهره‌ور و کارایی در سراسر جهان مورد توجه و استفاده قرار گرفته است. بیش‌تر پروژه‌های سازه‌ای در کشورهای پیشرفته به‌صورت صنعتی اجرا شده و در کشور ما نیز تولید صنعتی ساختمان‌ها طی سال‌های اخیر در حال توسعه است. بنابراین آشنایی با روش‌های تولید صنعتی ساختمان‌ها و ضوابط آیین‌نامه‌ای مرتبط با آن امری ضروری می‌باشد.

هدف از نگارش این کتاب ارائه روش‌های تولید صنعتی ساختمان‌ها است. برای این منظور علاوه بر بیان اهداف و رویکردهای صنعتی‌سازی، روش‌های اجرای صنعتی ساختمان‌های فولادی و بتن مسلح تشریح شده است. این کتاب مشتمل بر چهار فصل است و به عنوان راهنمایی برای تولید صنعتی ساختمان‌ها قابل استفاده می‌باشد.

نکته مهم، توجه به امکان تغییر در ضوابط و مقررات آیین‌نامه‌ای است که در این صورت مسئولیت استفاده و انطباق با مقررات بر عهده خواننده و استفاده‌کننده کتاب می‌باشد.

Noavar33@yahoo.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوّب سال ۱۳۴۸ و آیین نامه اجرایی آن مصوّب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول، تصاویر این کتاب در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از کتاب به هر شکل از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از کتاب، تهیه پی دی اف از کتاب، عکس برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی دی، دی وی دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و **شرعاً نیز حرام** است، و متخلفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می گیرند.

با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی دی اف و موارد این چنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا در صورتی که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیت اداره سایت را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت ها می پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هرگونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیرمجاز و از نظر شرعی نیز حرام می باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام به مسدود نمودن سایت متخلف کرده و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات از متخلف اخذ می گردد.

همچنین در صورتی که هر کتابفروشی، اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، آفست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نماید، ضمن اطلاع رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مؤزّعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از کتابفروشی متخلف می نماید.

خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصل کتاب، از نظر قانونی غیرمجاز و شرعاً نیز حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق، مراتب را یا از طریق تلفن های انتشارات نوآور به شماره های ۰۲۱-۶۶۴۸۴۱۹۱ و ۰۹۱۰۲۹۹۱۰۸۹ (تلگرام انتشارات) و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس info@noavarpub.com و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت www.noavarpub.com به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تضييع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید، و نیز به عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

تولید صنعتی ساختمان‌ها یکی از راه‌های توسعه صنعت ساختمان‌سازی است. یک از اهداف جامعه مهندسی، ساخت ساختمان‌هایی با صرفه اقتصادی و تامین‌کننده ایمنی، بهداشت، آسایش و زیبایی می‌باشد. تولید صنعتی ساختمان‌ها روشی موثر و موردتأیید، جهت برآورده کردن اهداف مهندسی است.

صنعتی‌سازی به روش یا روش‌هایی که میزان استفاده از منابع انسانی، مواد اولیه و سرمایه را در راستای پاسخ دهی به نیاز مسکن جامعه و بهره‌وری اقتصادی با به‌کارگیری فن‌آوری‌های نوین که در یک ساختار منظم و مدولار، تشکیلات یافته و منسجم به‌طور کارا عمل کند گویند. این امر از طریق فراهم آوردن شرایط فنی لازم با گسترش کارخانجات تولید صنعتی ساختمان، بالا بردن سطح دانش نیروی انسانی ماهر و به‌کارگیری فنون نوین و ابزار و امکانات اجرای ساختمان، میسر است [۱]. به منظور استفاده بیش‌تر و بهتر از امکانات و پرهیز از کاربرد روش‌های متداول ساختمان‌سازی که از نظر سرعت، نحوه‌ی اجرا، مدیریت و سازماندهی عملیات، پاسخ‌گوی طرح و برنامه‌های متناظر با نیازها نمی‌باشد، لزوم استفاده از تولید صنعتی ساختمان‌ها که موجب یک یا چند ویژگی از جمله افزایش سطح کیفی ساختمان‌ها، افزایش ایمنی، کاهش وزن سازه، صرفه‌جویی اقتصادی و کاهش زمان ساخت و نیز بهینه شدن فرایند سرمایه‌گذاری در ساخت واحدهای مسکونی می‌شود، را بیش از پیش الزامی می‌کند.

اهمیت روش‌های تولید صنعتی سازه‌ها در رشد اقتصاد ملی به‌گونه‌ای است که در برنامه توسعه اقتصاد ملی کشورها بر ضرورت بالا بردن سطح صنعتی‌سازی و گسترش و تکمیل زیرساخت‌های ساخت و اجرا تأکید شده است. ۲۰ تا ۶۰ درصد پروژه‌ها در کشورهای پیشرفته از نوع تولید صنعتی است. در کشور ما نیز سابقه شروع تولید صنعتی ساختمان‌ها از دهه ۴۰ خورشیدی بوده و این روش طی سال‌های اخیر توسعه یافته است. از جمله موارد اجرا شده به‌روش تولید صنعتی می‌توان به مجموعه شهرک اکباتان و برج‌های سه‌گانه آ.اس.پ در سال

فصل دوم

تولید صنعتی سازه‌ها

۲-۱- مقدمه

صنعتی‌سازی از روش‌های اصلی پیشرفت علمی و فنی در طراحی، ساخت و اجرای سازه‌ها است. تولید صنعتی ساختمان‌ها^۱ یک سیستم اجرایی است که از تکنیک‌ها و فرآیندهای نوآورانه استفاده می‌کند. این روش شامل استفاده گسترده از المان‌ها و اعضای پیش‌ساخته در ابعاد بزرگ و فرآیند مکانیزه‌ی مونتاژ و نصب سازه‌ها و ساختمان‌ها به‌صورت پیش‌ساخته است. صنعتی‌سازی سازه‌ها سطح بالایی از سازمان‌دهی، فناوری و مهارت در کار ساخت و اجرا را می‌طلبد و نیازمند شیوه‌های توسعه یافته مدیریت در امر ساخت و ساز است.

در حال حاضر صنعتی‌سازی یک سیستم ساختمانی نوظهور است و علیرغم پتانسیل بسیار زیاد آن در ارائه راه‌حل‌های طراحی، ساخت و اجرا، باید محدودیت‌های خاصی از جمله پذیرش اجتماعی، هزینه‌های اولیه، نیروی متخصص، همکاری و هماهنگی بین صنعت و بازار و هماهنگی بین نهادهای نظارتی رفع شود. به دلیل نهادینه شدن روش‌های قدیمی در اجتماع و مقاومت سازندگان، سابقه صنعت ساخت و ساز در اتخاذ فن‌آوری‌های نوین نسبت به دیگر صنایع از سرعت پایین‌تر برخوردار است. با این‌که هزینه‌های کلی پروژه در صنعتی‌سازی کاهش می‌یابد ولی نیاز به سرمایه اولیه بالا از جمله مشکلات این روش می‌باشد. همچنین در تمامی مراحل صنعتی‌سازی نیاز به دانش کافی در مورد فرآیندها، نرم‌افزارها، سخت‌افزارها و تجهیزات و ماشین‌آلات است. با این حال تقاضای فزاینده مسکن و ضعف توان پاسخ‌گویی روش سنتی ساخت و ساز، لزوم معرفی و بررسی صنعتی‌سازی در ساختمان را بیش از پیش آشکار می‌سازد.

۲-۲- اهداف تولید صنعتی

ساخت و ساز یکی از صنایع ضروری می‌باشد که نقش مهم اقتصادی داشته و در تولید ناخالص کشور اثرگذار است. علاوه بر این صنعت ساخت و ساز، مشخصات سیاسی، زیست

محیطی و اجتماعی بالایی را دارا می‌باشد [۲]. اهداف تولید صنعتی ساختمان‌ها به گونه‌ای است که باعث ارتقاء مشخصه‌های ساخت و ساز می‌شود. در تولید صنعتی، اجزای سازه‌ای در کارخانه تولید شده و بعد از انتقال به مکان نهایی (کارگاه) در محل مورد نظر نصب می‌شوند. شرط مهم در صنعتی‌سازی ساخت، کاهش وزن ساختمان‌ها و سازه‌ها با استفاده از طرح‌های موثر و مصالح سبک است.

اهداف اصلی در تولید صنعتی ساختمان‌ها عبارتند از:

- کاهش زمان اجرا و اجرای سریع‌تر پروژه‌های جدید
- کاهش هزینه‌های ساخت
- بهبود کیفیت ساخت و اجرای کار تمام شده
- ارتقاء ایمنی
- اهداف ثانویه صنعتی‌سازی به قرار زیر است:
- افزایش بهره‌وری نیروی کار
- عدم تاثیر شرایط اقلیمی در ساخت
- پایداری پروژه، کاهش ضایعات و مصرف انرژی

تا زمانی که طراحی و تولید به صورت استاندارد و خودکار بوده و هماهنگ با مونتاژ و نصب قطعات باشد، سرعت اجرای پروژه بالا رفته و زمان کاهش می‌یابد. بنابراین صنعتی‌سازی از تاخیر بوجود آمده در اجرای پروژه‌های ساختمانی جلوگیری کرده و به اطمینان از پایبندی به تاریخ اتمام پروژه کمک می‌کند.

با این که در صنعتی‌سازی به هزینه اولیه بالا نیاز است، ولی هزینه کلی کار کاهش می‌یابد و در نهایت می‌توان ساختمانی با قیمت و صرفه اقتصادی مناسب در اختیار مصرف‌کنندگان قرار داد.

مکانیزه شدن ساخت منجر به محصولات با کیفیت و یکنواخت می‌شود. هم‌چنین خطاهای ناشی از ساخت نیز کاهش می‌یابد. یک مزیت قابل توجه کار در یک محیط کنترل شده و سازگار، این است که این امکان را برای کنترل کیفیت بالاتر نسبت به آنچه در یک محل کار معمولی امکان‌پذیر است، فراهم می‌کند. علاوه بر این انجام فرآیند ساخت در کارخانه باعث افزایش ایمنی می‌گردد. با صنعتی‌سازی مواردی هم‌چون کار در ارتفاع و محیط باز، کاهش یافته و کنترل بیشتر برای سلامت و بهداشت کارگران به همراه خواهد داشت.

در روش تولید صنعتی با ساخت قطعات و عناصر در کارخانه و تنها نصب آن‌ها در فضای باز، تاثیر شرایط منطقه‌ای و اقلیمی در اجرا کاهش می‌یابد. بیش‌تر مراحل کار در ساخت و سازه‌های صنعتی در محل ساخت انجام می‌شود و فقط بخشی از مونتاژ در محل نهایی باقی می‌-

ماند، واقعیتی که باعث می‌شود ضایعات زیادی تولید نشود. همچنین در زمان تولید و در میزان مصرف انرژی (مانند آب و برق) صرفه‌جویی می‌شود. محیط کار کنترل بیش‌تری دارد و شرایط جسمی و محیطی مطلوب‌تر برای نیروی کار فراهم می‌گردد.

۲-۳- رویکردهای مورد استفاده در تولید صنعتی

با توجه به اهداف و مزایای تولید صنعتی ساختمان‌ها، تغییر از ساخت و سازهای متداول ساختمان به روش‌های تولید صنعتی، نیازمند استفاده از تکنیک‌های جدید و توسعه‌یافته می‌باشد. بنابراین رویکردهای مختلفی برای تولید صنعتی ساختمان‌ها با توجه به اهداف ارائه شده، مورد استفاده قرار می‌گیرند. این رویکردها عبارتند از:

- پیش‌ساختگی^۱

- مکانیزه کردن

- سری سازی (انبوه‌سازی)

- حذف بخش‌های مشکل‌دار

- استفاده از مصالح جدید

پیش‌ساختگی عبارت است از ساخت قطعات و عناصر در کارخانه، سپس انتقال، نصب و مونتاژ آن‌ها در محل مورد نظر کارگاه ساختمانی. مزایای پیش‌ساختگی بسیاری از مشکلات مرتبط با روش‌های سنتی ساخت و ساز را از جمله کار فشرده، کیفیت متغیر، ناکارآمدی محصولات و اجرا و تأثیرات زیست محیطی برطرف می‌کند. از آنجا که در این روش ساخت قطعات سیستم‌های ساختمانی در کارخانه به پایان رسیده است، تأخیر ناشی از در دسترس نبودن نیروی متخصص ساخت از بین رفته و سرعت کار افزایش می‌یابد. همچنین، استفاده از تجهیزات نوآورانه منجر به بهبود کیفیت محصول، بهبود کارایی و در نهایت کاهش هزینه‌ها می‌شود. پیش‌ساختگی در محیط کنترل شده، ضایعات ساختمانی را به حداقل رسانده و شرایط پایدار برای محیط زیست فراهم می‌کند.

مکانیزه کردن دانش طراحی، ساخت و استفاده از تجربیات، فن‌آوری‌ها و تجهیزات در تمام زمینه‌های مهندسی ساختمان است. هدف این کار بهبود فعالیت انسانی است. همچنین با مکانیزه کردن امکان جمع‌آوری اطلاعات از مراحل فرآیند اجرا میسر شده که استفاده از این اطلاعات دقت و کارایی بیش‌تری را به همراه خواهد داشت.

تولید یک محصول برای اولین بار مستلزم صرف هزینه بالا می‌باشد ولی اگر رویکرد سری‌سازی

جای‌گذاری در محل قرارگیری‌شان با توجه به نقشه‌های نصب، آغاز می‌گردد. در واقع در این مرحله، قطعه‌های ساخته شده در کنار یکدیگر قرار گرفته و شکل اسکلت و قاب سازه‌ای را به‌وجود می‌آورند. بنابراین مرحله نصب (اجرای اتصالات و وصله‌ها) در محل کارگاه صورت می‌گیرد [۳].

تولید صنعتی ساختمان‌های فولادی با روش‌های متفاوتی برای سیستم ساختمان‌های فولادی با مقاطع گرم نورد شده و سیستم‌ها قاب فولادی سبک قابل اجرا می‌باشد. برای اجرای صحیح روش‌های تولید صنعتی ساختمان‌های فولادی، آشنایی با جزئیات و عملکرد اتصالات و وصله‌ها برای هر سیستم سازه‌ای ضروری است. بنابراین در هر قسمت از روش‌های تولید صنعتی سازه‌ای فولادی، نیازمندی‌های مرتبط با اتصالات و وصله‌های آن سیستم ارائه شده است.

۳-۲-۳- اجرای قاب‌های خمشی فولادی

سیستم قاب خمشی^۱ فولادی شامل ستون‌ها و تیرهای متصل شده توسط اتصالات مقاوم خمشی (اتصالات گیردار) می‌باشند که رفتار اعضا و اتصالات در آن‌ها به‌طور کلی خمشی است. قاب خمشی فولادی دارای ظرفیت شکل‌پذیری مناسب بوده و عملکرد لرزه‌ای آن به‌گونه‌ای است که مفصل پلاستیک عمدتاً در تیرها تشکیل شود [۵].

اتصال پای ستون^۲ یکی از اتصالات مهم در سازه‌های فولادی است که به واسطه‌ی آن نیروها از ستون به شالوده‌ی بتنی انتقال می‌یابند. در قاب‌های خمشی فولادی، عملکرد اتصالات پای ستون باید به‌طور کامل گیردار باشد.

اتصال پای ستون از دو قسمت، اتصال ستون به کف ستون و اتصال کف ستون به شالوده، تشکیل شده است. برای فراهم شدن گیرداری در پای ستون‌های قاب خمشی فولادی، باید هر دو قسمت اتصال، رفتار گیردار داشته باشند.

رفتار گیردار اتصال ستون به کف ستون زمانی فراهم می‌شود که اتصال توسط جوش نفوذی ستون به کف ستون فلزی و یا استفاده از چندین سخت‌کننده انجام گیرد. رفتار گیردار اتصال کف ستون به شالوده نیز با قرار گرفتن میل‌مه‌ارها در اطراف کف ستون به وجود می‌آید. باید دقت کرد که در صورت وجود کلید برشی در زیر کف ستون، این عضو برای انتقال برش بوده و نقشی در گیرداری اتصال پای ستون ندارد. برای اجرای اتصال پای ستون گیردار می‌توان از جدول ۳-۱ استفاده کرد [۶].

1. Moment Resisting Frame System
2. Column Base Plate Connection