رویکردهای نوین در مهندسی عمران
ISSN ONLINE: 2588-7122- ISSN PRINT: 2588-6886 ، دوره پنجم، شماره ۲، ۱۴۰۰، صفحه: ۱-۱۶

مروری بر اتوماسیون و رباتیک در روش های پیشرفته ساخت با نگاهی به نمونه موردی هتل کاراکسا

جاوید قنبری [*۱]، محمد حسین زارع [۲]

[*۱] استادیار، گروه مهندسی معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران (J.Ghanbari@shirazu.ac.ir)

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۱/۱۴، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۵/۲۹)

چکیده

همواره با پیشرفت تکنولوژی در صنعت، روش های پیشرفته تری جهت برآورده شدن نیاز ها در ساخت و ساز به وجود می آید که یکی از این روش ها که زیر مجموعه صنعتی سازی می باشد روش ساخت به وسیله اتوماسیون و رباتیک است. این روش با به خدمت گرفتن تکنولوژی و اتوماسیون به وسیله ربات ها، شیوه ساخت را دگرگون کرده و مباحث و روش ساخت و همچنین تکنولوژی ساخت را از نو دوباره برای خود نوشته است. در طی این گزارش، ابتدای امر، نگاهی به مبانی صنعتی سازی و اتوماسیون در ساخت، که رباتیک را در بر می گیرد انداخته می شود و نقش این مباحث را در ساخت و ساز آشکار می سازد که طی آن به مزایای این امر اشاره خواهد شد سپس به بررسی کشور ژاپن و پنج ابر شرکت این کشور و سهم آن ها در این امر پرداخته شده است و در این راستا جهت بررسی عمیق تر و تفهیم بهتر، به بررسی نمونه موردی که با این روش ساخته شده، پرداخته شده است. در این گزارش از روش کاربردی برای رسیدن به هدف به وسیله جمع آوری اطلاعات کتابخانه ای از منابع آنلاین و اینترنتی استفاده گردیده همچنین از گزارش های سالیانه ابر شرکت ها برای به دست آوردن اطلاعات آنها استفاده گردیده است.

کلمات کلیدی

اتوماسیون، رباتیک، تکنولوژی ساخت، صنعتی سازی، ابر شرکت ها، ژاپن، روش های پیشرفته ساخت.

رویکردهای نوین در مهندسی عمران
ISSN ONLINE: 2588-7122- ISSN PRINT: 2588-6886 ، دوره پنجم، شماره ۲، ۱۴۰۰، صفحه: ۱-۱۶

Review of Automation and Robotic in Advanced Construction Methods: A Case Study of Karaksa Hotel

Javid Ghanbari [1*], Mohammad Hossein Zareh [2]

[1] Assistant Professor, Department of Architecture Engineering, Faculty of Art and Architecture, Shiraz University, Shiraz, Iran (J.Ghanbari@shirazu.ac.ir)*

[2] M.Sc. student, Department of Architecture Engineering, Faculty of Art and Architecture, Shiraz University, Shiraz, Iran

(Date of received: 03/04/2021, Date of accepted: 20/08/2021)

ABSTRACT

Through, progressing technology in industry; numerous advanced methods for construction will be created that one of them is Automation & Robotic; which will be defined as an industrialization subset. This technique has been changed and renewed the construction methods and technology by using automation and robotic technology. During this investigation, first of all, basics of robotic and automation will be considered as a first look and their role and advantages will be defined in construction. Afterward, japan and five corporations of this country plus their role have been investigated and for furthermore information a case study has been notified. In this paper the practical method has been defined to reach the goals of paper by using online data-bases also the annual reports of each corporation have been used to complete any lack of information, the rest of paper will discuss about this review.

Keywords:

Automation, Robotic, Construction Technology, Industrialization, Corporations, Japan, Advanced Construction Methods.

۱- مقدمه

با نگاهی کلی به روش های ساخت می توان به این امر دست یافت که همانگونه که سایر صنایع با پیشرفت تکنولوژی به روش های پیشرفته تری دست پیدا می کنند صنعت ساخت و ساز هم نیز از این امر مستثنا نیست و با پیشرفت روز به روز تکنولوژی روش های پیشرفته تری خلق و میسر می گردند اما متاسفانه در کشورمان ایران این امر کاملاً فراموش گردیده و صنعت ساخت در خواب عمیقی فرو رفته است. ولی در آن سمت اوقیانوسیه و در شرق آسیا کشور های نظیر ژاپن و چین و ... از دو قرن گذشته با سرمایه گذاری های هنگفت پیشتازان تکنولوژی و روش های پیشرفته ساخت شده اند. در این گزارش جهت بررسی عمیق تر به کشور ژاپن و پنج ابر شرکت این کشور پرداخته شده است. با گذشت ایام و رشد روز افزون جمعیت، بشر به این امر دست یافته که دیگر ساخت و ساز به روش های سنتی قادر به پاسخگویی نیاز های اسکان و ساخت سریع نیست پس از این رو جهت تسریع و بهبود کیفیت در جهت برآورده سازی این نیاز ها، صنعتی سازی ساخت و ساز در دستور کار قرار گرفت اما ناگفته نماند که کمبود نیروی های ماهر، کار در شرایط های سخت و شرایط اقتصادی هر چه بیشتر این امر را به سمت و سوی صنعتی سازی هل داده است. در ادامه گزارش به این امر پرداخته شده است که بخشی از صنعتی سازی اتوماسیون و رباتیک می باشد و پنج ابر شرکت ژاپنی چه گونه این روش پیشرفته ساخت را وارد ساخت و ساز کرده اند و به چه صورت می توانند پاسخگوی نیاز های ما باشند.

۲- پنج سطح صنعتی سازی

برای صنعتی سازی و پیش به سوی صنعتی شدن، که اتوماسیون بخشی از آن است، باید سطوح متفاوتی را طی کرد. همانطور که ریچارد (۲۰۰۵) [۱] بیان می کند برای صنعتی سازی و صنعتی شده پنج سطح وجود دارد که این سطوح عبارتند از:

جدول ۱: پنج سطح صنعتی سازی از ریچارد (۲۰۰۵) [۱].

سطح اول	پیش ساخته سازی
سطح دوم	مکانیزه کرده
سطح سوم	اتوماسیون
سطح چهارم	رباتیک
سطح پنجم	تولید و فرآوری

۲-۱-اتوماسیون

طبق تعریف لغوی اتوماسیون استفاده از ماشین آلات و رایانه هایی که می توانند بدون نیاز به کنترل انسان کار کنند می باشد. (فرهنگ لغت کمبریج) اتوماسیون وضعیتی است که ابزار (ماشین) کاملاً وظایف انجام شده توسط کارگر را بر عهده می گیرد [۱]. همچنین اتوماسیون در ساخت و ساز یک زمینه مورد توجه و جالبی می باشد که بر استفاده از فرآیندهای کنترل شده توسط کامپیوتر و مفاهیم مکانیزه در صنعت متمرکز است. این بخش با استفاده از آخرین فن آوری های اتوماسیون در زیرمجموعه های ساختمانی ، چه در مهندسی عمران (ساختمان ، سدها ، پل ها و غیره) و یا در پیش ساخته اجزای ساختمانی سروکار دارد [۲].

۲-۲-رباتیک

طبق تعریف لغوی ربات دستگاهی می باشد که توسط رایانه کنترل می شود و برای انجام خودکار کارها استفاده می گردد. (فرهنگ لغت کمبریج) رباتیک شامل توانایی همان ابزارهای مورد استفاده است که دارای انعطاف پذیری چند محوری و وظایف متنوع که خود انجام می دهد می باشد. [۱] سیستم های رباتیک به طور کلی، بر اساس نیازهای انسان طراحی و توسعه یافته اند، اما ربات های اتوماتیک نیاز دارند برای مقابله با مسائل پیچیده تری مانند عدم اطمینان و شرایط غیرقابل پیش بینی، هوشمندتر عمل کنند. [۲]

۲-۳- نقش اتوماسیون و رباتیک در ساخت وساز

مدتیست که زمینه مورد نظر در صنعت ساخت و ساز برای توسعه و معرفی رباتیک معرفی شده است و روشن است که در هر تلاش برای معرفی ربات ها در سایت های ساختمانی، مشکلات فنی و سازمانی دشواری وجود دارد که باید برطرف شود. کاهش بالقوه عملیات دستی مستقیم می تواند به بهبود کیفیت، بازرسی، سازگاری و ایمنی کمک کند. این فاکتورها به جای حذف عملیات پر کار، در ارزیابی کاربردهای بالقوه رباتیک مهم هستند.[۳] همان گونه که سعیدی بیان می می کند "اتوماسیون در ساخت و ساز، زمینه تحقیق و توسعه را متمرکز بر اتوماسیون فرایندهای ساختمانی توصیف می کند و استفاده از ربات ها تنها یک جنبه از این زمینه است" (سعیدی و همکاران ، ۲۰۱۶) (ص ۱۴۹۶)[۴]. به عبارتی دیگر برای پیشرفت و تحقق در این روش باید به اصول مبانی برگشت که در آن"ربات ها باید بخشی از طراحی و تولید در نظر گرفته شوند" [۳]

۳- پیش زمینه

از منظر تاریخی، تحقیقات در زمینه اتوماسیون در ساخت و ساز و رباتیک در دهه ۱۹۸۰ توسط ژاپنی ها با معرفی ربات های تک منظوره (ماشین آلات کنترل از راه دور) آغاز شد. علاوه بر این، در ایالات متحده، کارهای مربوط به توسعه کنترل از راه دور و غیره مطرح بود. به عنوان مثال برنامه هایی که در آن حاوی ربات هایی هستند که برای فرار سریع ساخته شده اند، در حالی که تحقیقات اتحادیه اروپا بر روی توسعه ربات های سنگ تراشی با اندازه بزرگ متمرکز شده است (باک، ۲۰۰۶؛ سعیدی، باک، و جورجولاس ، ۲۰۱۶). به عنوان مثال پیمانکاران بزرگ ژاپنی، از جمله شرکت های شی می زو (Shimizu)، تا کِ نا کا (Takenaka)، او با یا شی (Obayashi)، تای سِی (Taisei) و ما اِدا (Maeda)، از دهه ۱۹۴۰ درگیر تحقیق و توسعه (R&D) بوده اند.[۵]

۳-۱-ربات ها

با توجه به کارهای ساختمانی یا در کارخانه، ربات ها به ۲ مدل تقسیم می شوند: الف) ربات های در سایت (مشخص شده برای محل ساخت) ، ب) ربات های خارج از سایت (مشخص شده برای کارخانه ها و پیش ساخته ها) [۲]. همچنین ربات های در سایت به چهار نوع ۱) ربات های سازنده تک وظیفه ۲) ربات های از راه دور در ساخت و ساز ۳) ماشین آلات ساختمانی قابل برنامه ریزی ۴) ربات های هوشمند در ساخت و ساز تقسیم می شوند[۴].

۳-۲-مزایای استفاده از اتوماسیون و رباتیک

استفاده از اتوماسیون و رباتیک در ساخت و ساز از منظر افزایش عملکرد پروژه های ساختمان برای خدمت به مشتری و محیط زیست مورد توجه قرار می گیرد. سیستم های رباتیک و اتوماسیون در صنعت ساخت و ساز می توانند به مزایای زیر دست یابند:

۱) ایمنی بیشتر برای کارگران و مردم از طریق توسعه و استقرار ماشین آلات برای مشاغل خطرناک.

۲) کیفیت یکنواخت با دقت بالاتر از آنچه که توسط کارگر ماهر ارائه می شود.

۳) بهبود محیط کار به وسیله اینکه کار دستی معمولی به حداقل می رسد، بنابراین کارگران از موقعیت های سخت و ناراحت کار راحت می شوند.

۴) از بین بردن شکایت در مورد سر و صدا و گرد و غبار در مورد کارهایی مانند حذف ، تمیز کردن یا آماده سازی سطوح.

۵) افزایش بهره وری و کارایی کار با کاهش هزینه ها.

۶) کار در محیط های سخت و خطرناک.[۱, ۶]

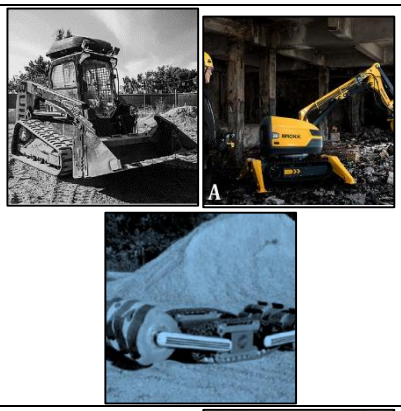
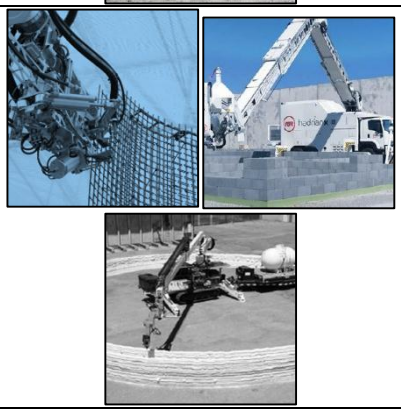
۴- انواع ربات های ساخت و ساز

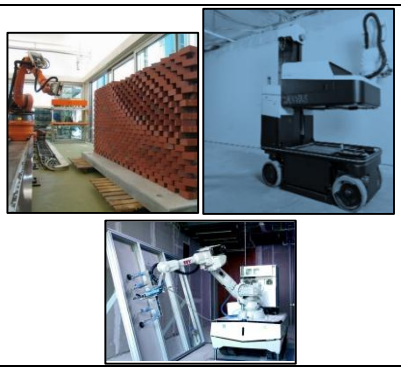
در صنعت ساخت و ساز، نقش اتوماسیون رباتیک در سایت تاکنون بسیار محدود باقی مانده است. افزایش اتوماسیون رباتیک در سایت های ساختمانی می تواند مزایای قابل توجهی از جمله کاهش میزان آسیب دیدگی، مدیریت کارهای تکراری و کمک به امکان ساخت در شرایطی که در حال حاضر امکان پذیر نیست، به عنوان مثال ، برای استفاده در امداد رسانی در برابر بلایا، ساخت سیاره های فراخورشیدی یا سایر محیط های خطرناک یا چالش برانگیز را در بر داشته باشد. [۶] ربات های دخیل در اتوماسیون را می توان به ربات های زیر تقسیم بندی کرد و نمونه هایی از آن در جدول زیر بیان گردیده:

۵- ابر شرکتهای ژاپنی (تولد اتوماسیون و رباتیک: عصری درخشان در پژوهش و توسعه)

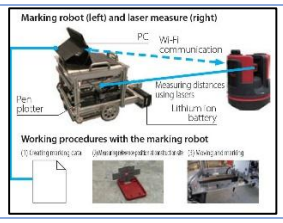
با وجود رکود اقتصادی در ژاپن و کاهش سرمایه گذاری در بخشهای دولتی و خصوصی در ساخت و ساز و مهندسی عمران، بزرگترین پیمانکاران ساختمانی همچنان سرمایه گذاری قابل توجهی در بخش تحقیق و توسعه را ادامه می دهند. برخلاف انگلستان، بیشتر تحقیقات مربوط به ساخت و ساز ژاپن در موسسات تحقیقاتی خصوصی انجام می شود. "شش بزرگ" پیمانکار ژاپنی – کاجیما (Kajima)، اوباياشی (Obayashi)، تای سِی (Taisei)، تا کِ نا کا (Takanaka) و شی می زو (Shimizu) سالانه ۱٪ از گردش مالی خود را به تحقیق و توسعه صرف می کنند. قابل درک است که با این سطح از سرمایه گذاری سالانه پیمانکاران ژاپنی در زمینه اتوماسیون ساخت و رباتیک پیشرو هستند. [۷] در ادامه به بررسی مختصری از مشارکت و معرفی این پنج ابر شرکت پرداخته طی جدولی پرداخته می شود.

جدول ۲: انواع ربات های دخیل در اتوماسیون.

ردیف	نوع ربات(فعالیت مربوطه)	نوع ساخت	نمونه
۱	ربات های مربوط آماده سازی سایت	دونوع: ارتقا یافته ماشینی و ربات [۶]	
۲	ربات های مربوط به زیر ساخت	دونوع: ارتقا یافته ماشینی و ربات [۶]	
۳	ربات های مربوط به مدیریت و مستند سازی	یک نوع: ربات	
۴	ربات های مربوط به سازه و سفت کاری	دونوع: ارتقا یافته ماشینی و ربات [۶]	

۵	ربات های مربوط به نازک کاری و نماسازی	یک نوع: ربات	

جدول ۳ : بررسی پنج ابر شرکت ژاپنی و مشارکت آن ها در اتوماسیون و رباتیک.

	نام شرکت	لوگوی شرکت	معرفی	اطلاعات شرکت	مشارکت در اتوماسیون	عکس
۱	ابرشرکت اوبایاشی OBAYASHI	OBAYASHI	شرکت اوبایاشی در ۲۵ ژانویه ۱۸۹۲ توسط یوشیگو اوبایاشی به عنوان یک مهندس عمران و پیمانکار ساخت و ساز ساختمان در اوزاکا تاسیس شد. در آن زمان ، بلافاصله پس از بازسازی می جی، هر صنعتی در ژاپن شروع به گام برداشتن به سمت مدرن شدن کرد. اوبایاشی در ساخت کارخانه ها و دفاتر برای صنایع مختلف و همچنین پروژه های ساخت زیرساخت مانند بنادر و راه آهن شرکت دارد.[۹]	**تاریخ تاسیس:** ژانویه ۱۸۹۲ **محل تاسیس:** توکیو ژاپن **موسس:** یوشیگورو اوبایاشی **سرمایه:** ۵۷۷۵۲ میلیون ین **تعداد کارکنان:** ۸۸۲۹نفر [۹]	اوبایاشی برج اسکای تیری را با استفاده از تکنیک و سیستم خودکار ساخت ساختمان (ABCS) ساخت. این سیستم از دهه ۱۹۸۰ به منظور خودکار سازی عملیات مونتاژ در محل با نصب یک کارخانه در محل، با لجستیک خودکار، موقعیت خودکار ستون و تیرآهن، جوشکاری خودکار و کنترل فرآیند در زمان واقعی، توسعه یافته است. کارخانه ساخت و ساز ABCS (SCF) در بالای ساخت و ساز قرار دارد و با پیشرفت ساخت و ساز به سمت بالا حرکت می کند. عنصر اصلی SCF سیستم تحویل موازی است که اطمینان حاصل می کند مواد به صورت خودکار از زمین به سمت بالا تحویل داده می شوند. همانطور که ABCS بسیاری از فرایندها را تنظیم می کند، از همان ابتدا به ساخت با دقت بالا نیاز است. بنابراین، اوبایاشی به طور مداوم با استفاده از یک سیستم اسکن لیزر، موقعیت صحیح تمام قطعات ساختمان مونتاژ شده را کنترل می کند.سیستم های زیر (ABCS) در طی مراحل ساخت برج اسکای تیری به روشی اصلاح شده استفاده شده اند:[۸] سیستم ۱: لجستیک و موقعیت یابی خودکار سیستم ۲: جوشکاری خودکار سیستم ۳: تراز بندی خودکار ستون [۸]	
۲	ابرشرکت تای سِی TAISEI	TAISEI	تاریخچه شرکت از زمانی آغاز شد که کیهاچیرو اوکورا آن را در سال ۱۸۷۳ تأسیس کرد. کیهاچیرو اوکورا به تجارت و صادرات واردات و صادرات مشغول بود. او مهندسان شایسته ای را جمع کرد و یکی پس از دیگری پروژه های موفقی را تحویل داد، از جمله تونل دریاچه بیوا، که به عنوان کار مهندسی عمران نوگرا پیشگام شد.[۱۰]	**تاریخ تاسیس:** ژانویه ۱۸۷۳ **محل تاسیس:** شینجوکو کو/ ژاپن **موسس:** کیهاچیرو اوکورا **سرمایه:** ۱۲۲،۷ میلیارد ین **تعداد کارکنان:** ۸۵۰۷نفر [۱۰]	مشارکت این شرکت در مبحث اتوماسیون یک سری از ربات های کاری است که توسط تای سی به عنوان ماشین آلات ساختمانی بدون نظارت و به منظور همکاری بین انسان و ربات تولید شده است. و از سال ۲۰۱۲ ، ۱۱ نوع ربات ساخته شده است. این شرکت در حال توسعه آخرین نسخه از سری T-iROBO هست. کامیون کمپرسی T-iROBO Crawler Carrier که خودران است، یک حامل زمینی ناهموار است که به طور خودکار تمام مجموعه عملیات حمل را انجام می دهد، در این روش خاک و ماسه در یک مسیر مشخص حمل می شود، در یک مکان مشخص تخلیه می شود و سپس خودرو به محل بارگیری برمی گردد. این سیستم مجهز به سیستم تشخیص بدن انسان با فناوری پردازش تصویر با استفاده از هوش مصنوعی (AI) است و با سیستم های ارتباطی نسل ۵ (5G) سازگار است.[۱۰]	
۳	ابرشرکت تاکِناکا TAKENAKA	TAKENAKA	شرکت تاکناکا از زمان تاسیس خود در سال ۱۶۱۰ در زمینه معماری تخصص دارد و با بسیاری از کارهای معماری که اکنون به عنوان مکان های برجسته در نظر گرفته شده ، به جامعه کمک می کند.[۱۱]	**تاریخ تاسیس:** ژانویه ۱۶۱۰ **محل تاسیس:** اوساکا ژاپن **موسس:** توبی ماساتاکا تاکناکا **سرمایه:** ۵۰ میلیارد ین **تعداد کارکنان:** ۷۶۳۰نفر [۱۱]	یکی از مشارکت های این شرکت ساخت رباتی است که پس از دریافت داده های مکان از طریق Wi-Fi از یک ابزار اندازه گیری لیزر، ربات به طور خودکار به محل مورد نظر حرکت می کند و خطوط طرح را روی زمین مشخص می کند. این ربات با قیمت مناسب و وزن سبک، طیف گسترده ای از کاربردها را در سایت های ساختمانی ارائه می دهد و می تواند بهره وری را بهبود بخشد.[۱۱]	
۴	ابرشرکت کاجیما KAJIMA	KAJIMA CORPORATION	کاجیما از زمان تاسیس خود در سال ۱۸۴۰ مکان هایی را برای زندگی و تلاش بشر ایجاد کرده است. این شامل توسعه زیرساخت های اجتماعی مانند راه آهن و سدها و همچنین تأسیسات اداری ، تجاری و مسکونی است. این شرکت از طریق تجارت خود در ساخت و ساز به جامعه ای کمک کرده که افراد بتوانند با خیال راحت ، ایمن و راحت زندگی کنند.[۱۲]	**تاریخ تاسیس:** ۱۸۴۰ **محل تاسیس:** توکیو /ژاپن **موسس:** ایواکیچی کاجیما **سرمایه:** ۸۱۴۰۰ میلیون ین **تعداد کارکنان:** ۷۸۸۷ نفر [۱۲]	شرکت کاجیما چشم انداز آینده هوشمند کاجیما را تأسیس کرده است و به دنبال بهبود بهره وری از طریق تغییر دادن تمام فرایندهای مربوط به کارهای ساختمانی است. چشم انداز به کمبود کارگران ساختمانی امروز پرداخته و سبک کار را تسهیل می کند. محیط پیرامون صنعت ساخت و ساز چالش برانگیزتر می شود. کاجیما با توسعه رباتیک با استفاده از فناوری های اطلاعاتی و ارتباطی و ترویج روشهای نوآورانه مدیریت در محل، سعی در کنترل بهتر اوضاع دارد. شرکت کاجیما برای تحقق این هدف تا سال ۲۰۲۵ برنامه ریزی کرده است. [۱۲]	

۵	ابرشرکت شیمی زو SHIMIZU	SHIMIZU CORPORATION SHIMZ	کیسوکه شیمیزو اول، که در استان تویاما متولد شد، این شرکت را در سال ۱۸۰۴ در منطقه کاندا کاجیچو در ادو (توکیو فعلی) تأسیس کرد. از همان لحظه تاسیس شرکت، او عزم جدی و علاقه به مونوزوکوری را به همراه آورد. وی با انجام صمیمانه و متعهدانه کار خود اعتماد مشتریان خود را جلب کرد. [۱۳]	**تاریخ تاسیس:** ۱۸۰۴ **محل تاسیس:** توکیو /ژاپن **موسس:** کیسوکه شیمیزو اول **سرمایه:** ۷۴,۳ میلیارد ین **تعداد کارکنان:** ۱۶۱۸۴ نفر [۱۳]	کاهش چشمگیر تعداد تکنسین های بسیار ماهر در آینده نزدیک نگرانی صنعت ساخت و ساز است. این امر برای استخدام نسل بعدی کارگران نیاز به بهبود بهره وری و محیط کار دارد. در پاسخ به این شرایط، در سال ۲۰۱۶ شیمی زو شروع به ساخت سایت هوشمند Shimz کرد، یک سیستم تولید ساخت نسل بعدی که امکان همکاری بین کارگران انسانی و روبات ها را فراهم می کند. آزمایشگاه رباتیک در انستیتوی فناوری، فناوری کنترل خودمختاری را توسعه داده و آموخته های خود را در هتل بلند مرتبه شین اوزاکا به کار گرفته است. ربات های شیمی زو رفقا (buddies) نامیده می شوند و آنها را توسعه داده شده اند تا در کنار کارگران انسانی کار کنند. این ربات ها شامل Robo-Carrier، یک ربات نوار نقاله افقی، سیستم حمل و نقل خودکار Autonomous-ELV، Robo-Welder، یک ربات جوش ستون فولادی و Robo-Buddy، ربات های چند منظوره است که سقف ها و کف را نصب می کند. این ربات ها دستورالعمل های کار را از تبلت ها و کامپیوتر دریافت می کنند و چندین ربات در حالی که موقعیت خود را نسبت به یکدیگر و منطقه کار تشخیص می دهند، به طور هماهنگ کار می کنند. [۱۳]	

۶- نمونه موردی

طی بررسی های انجام شده در میان پنج ابر شرکت ژاپنی، نمونه موردی شرکت شیمی زو برای بررسی و درک بهتر این روش ساخت انتخاب گردیده. در طی این بررسی هتل ساخته شده مربوط به شرکت شیمی زو، ساخته شده در شین اوساکای ژاپن مورد کاوش و بررسی قرار گرفته است.

۶-۱- هتل کاراکسا در شین اوساکا / ژاپن (Shimz Smart Site)

می توان هتل کاراکسا را نتیجه زحمات بخش تحقیق و توسعه ابر شرکت شیمی زو یعنی سایت هوشمند شیمز دانست این هتل که در منطقه ی شین اوساکای ژاپن ساخته شده است به وسیله ربات ها توانسته کار ساخت خود را به سرانجام برساند در ابتدا به بررسی اطلاعات اولیه این بنا می پردازیم و سپس مشخص خواهیم کرد که اتوماسیون به وسیله ربات ها و این نوع روش ساخت در این هتل جای گرفته است. اطلاعات اولیه عبارتند از: [۱۴]

- مشتری: SG Realty Co.
- نماینده مالک: موسسه New Architecture
- مجری هتل: XYMAX Corporation
- طراحی و ساخت: شرکت شیمی زو
- شروع ساخت: ۱ می ۲۰۱۷
- تاریخ اتمام: ۳۱ آگوست ۲۰۱۹ (برنامه ریزی شده)
- هدف اصلی: هتل (۳۹۸ اتاق مهمان)
- اندازه قطعه: ۲۰۸۰ متر مربع، فضای کل طبقه: ۱۸۴۵۰ متر مربع، ۱ طبقه زیر زمین، ۲۴ طبقه بالاتر از زمین، پنت هاوس یک طبقه
- ارتفاع تقریبی: ۹۵ متر
- سازه: ساختار فولادی[۱۴]

شکل ۱ : هتل کاراکسا (شین اوساکا/ ژاپن).

۶-۲- شروع سایت هوشمند شیمز (Shimz Smart Site)

در صنعت ساخت و ساز، نگرانی در مورد کم شدن گسترده کارگران ماهر وهمچنین بهبود بهره وری و تأمین امنیت کارمندان جدید به یک موضوع فوری تبدیل شده است. ما معتقدیم که بهبود بهره وری کلید بهبود درمان مانند بهبود دستمزد و افزایش تعطیلات است و در آغاز سال ۲۰۱۶، که به عنوان اولین سال انقلاب بهره وری توسط وزارت زمین، زیرساخت ها حمل و نقل و جهانگردی، ژاپن تعیین شد و ساخت و ساز با همکاری ربات ها و مردم انجام و منجر به توسعه سیستم تولید نسل بعدی "سایت هوشمند شیمز" شد. در نتیجه ی سرمایه گذاری با بیش از ۱ میلیارد ین و کار فشرده با همکاری دانشگاه ها و صنایع دیگر، توسعه اساسی این فناوری در یک سال و نیم به پایان رسید و تا امروز ادامه دارد.[۱۴]

۶-۳- سایت هوشمند شیمز (Shimz Smart Site)

سایت هوشمند شیمز یک ربات خودمختار مجهز به (BIM) مدل سازی اطلاعات ساختمان است که یک مدل سه بعدی از ساختمان و (AI) هوش مصنوعی است و با افراد در محل کار می کند. به شرح (Shinichi Sakamoto)، یکی از توسعه دهندگان سایت هوشمند (Shimizu) و معاون مدیر بخش مهندسی تولید "هدف، بهبود بهره وری از طریق کاهش کار دردناک و کارهای تکراری تا حد ممکن است و تحقق یک محل کار جذاب که جوانان احساس می کنند می خواهند کار کنند". ربات هایی که کنترل خودکار را در ساختمان اوساکا نشان می دهند سه نوع ربات می باشد که عبارتند از، ربات انتقال مواد افقی "Robo-Carrier"، ربات جوش ستون فولادی "Robo-Welder" و ربات چند کاره ی "Robo-Buddy" است که سقف ها و مواد کف را می سازد. هر سه از اجزای اصلی سایت هوشمند (Shimizu) هستند و با دریافت دستورالعمل های کار از تبلت مبنا به طور مستقل عمل می کنند. در این ساختمان تأیید می کنیم که هر روبات می تواند با کنترل مستقل به الگوهای مختلف دستورالعمل های کار پاسخ دهد و برای برنامه های کاری تنظیمات برنامه نویسی کند.[۱۵]

۶-۴- نحوه کلی کار در سایت هوشمند شیمز (Shimz Smart Site)

در یک سایت در حال اجرا این سیستم، پس از اتمام کار پی ریزی، و بعد از نصب یک سقف سبک وزن که در تمامی آب و هوا به کارگاه ساختمانی اجازه فعالیت می دهد "به عرض ۳۰ متر عمق ۴۰ متر و ارتفاع ۴۰ متر بالای ساختمان" در حالی که کاملاً ساختمان را پوشانده است، مونتاژ می شود و جرثقیل جدیدی که Exter نام دارد در آن نصب شده است و ستونها و تیرهای فولادی را به ترتیب در محل آویزان می کند. کار اسکلت در حالی ادامه می یابد که Robo-Welder ستون ها را جوش می دهد. از طبقات پایین، Robo-Buddy مصالح سقف و کف را به نصب می رساند و مواد وارد شده به سایت توسط یک ربات انتقال دهنده افقی / عمودی که مرکز آن Robo-Carrier است به صورت شبانه حمل و به طور موقت در طبقه ای که دستور کار تعیین شده قرار می گیرد و سپس به محل کار Robo-Buddy منتقل می شود. با معرفی حمل و نقل اتوماتیک، تکمیل کننده ها می توانند روی کار نصب تمرکز کنند و بهره وری را بهبود بخشند. [۱۶]

شکل ۲ : تصویری از نحوه کلی کار در سایت هوشمند شیمز.

شکل ۳ : تصویری از نحوه کلی کار در سایت هوشمند شیمز.

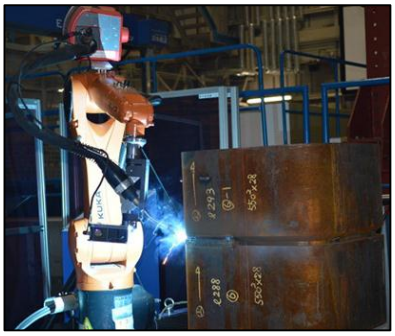
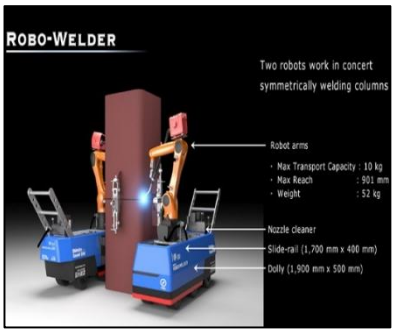
۶-۴- ۱- ربات حمل کننده ROBO CARRIER

هنگامی که مواد انتخاب شـده برای حمل و نقل و مقصـد از تبلت وارد می شود، Robo-Carrier با ELV موقت کار می کند تا مواد را بدون نظارت به مقصد مشخص شده حمل کند. در بین راه، هنگامی که مانعی را تشخیص می دهد، مسیر را مجدداً تنظیم می کند تا به خودی خود از آن جلوگیری کند و با نزدیک شـدن فرد، با عملکرد جلوگیری از برخورد متوقف می شود. مکان خود را با جمع کردن اطلاعات شـکل مکانی به دسـت آمده از BIM با اطلاعات شـکل فضـایی به دست آمده توسط سنسور لیزر در زمان واقعی می شـناسـد. در ساختمان اوساکا، کار بلند کردن پالت که روی آن تخته گچ با وزن کلی حدود ۱ تن قرار دارد و حمل آن به ELV موقت، تخلیه کل پالت و کار بلند کردن مجدد پالت در ELV و انتقال آن به محل تعیین شده تکرار می شود.[۱۶]

شکل ۴ : تصاویری از ربات حمل کننده.

۶-۴- ۲- ربات جوشکار ROBO WELDER

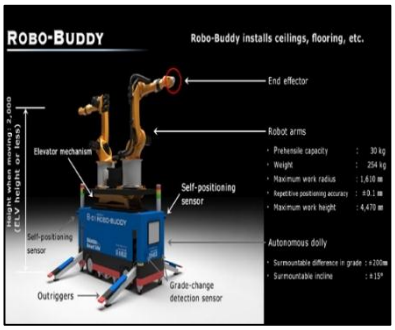
Robo-Welder که بصـورت جفت کار می کند، با اندازه گیری شـکل لیزر شـکل شـیار قسمت جوش داده شده قاب فولادی موسـوم به شـیار را تشـخیص می دهد، شـرایطی مانند روش پر کردن شـیار با مواد جوشـکاری را تعیین می کند و ۶ محور کار جوشکاری هنگام حرکت آزادانه بازوی ربات انجام می شود. [۱۶].

شکل ۵ : تصاویری از ربات جوشکار.

۶-۴- ۳- ربات چند کاره ROBO BUDDY

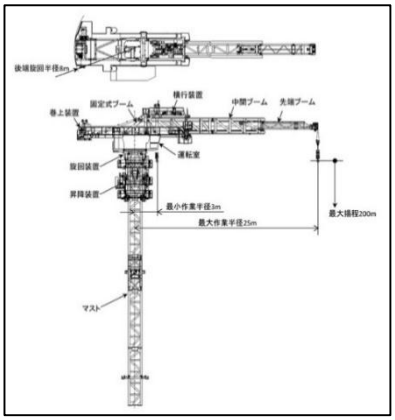
Robo-Buddy ، که با دو بازوی ربات ۶ محوره آزادانه کار می کند، موقعیت ماده پایه مشبک با صفحه سنسور و با حسگرهای مختلف تشخیص می دهد و با یک بازو آن را بلند می کند، سپس صفحه سقف را با یک بازو در موقعیت نصب قرار می دهد و صفحه را با بازوی دیگر به مواد پایه تراز کرده و پیچ می کند. [۱۶].



شکل ۶ : تصاویری از ربات چند کاره.

۶-۴- ۴- جرثقیل EXTER (TOWER CRANE)

سایت هوشمند Shimz یک سیستم تولید برای کارهای ساختمانی متشکل از Exter و رباتهای ساختمانی مختلف خودمختار است. Exter یک برج جرثقیل با بوم تازه توسعه یافته است که به صورت افقی منبسط می شود و منقبض می شود و برای کارایی موثر در داخل یک پوشش آب و هوایی کاملاً مناسب طراحی شده است که قسمت بالای ساختمان را پوشش می دهد. پوشش همه شرایط آب و هوایی در جلوگیری از باد، باران و تابش مستقیم خورشید نقش دارد، که به بهبود محیط کار و بهبود بهره وری کمک می کند. بومی که در جهت افقی منبسط و منقبض می شود به سه بدنه تقسیم می شود. حداکثرابعاد خارجی بوم واقع در پایه جرثقیل ثابت است و ساختار به گونه ای است که دو بوم، یکی در وسط و دیگری در نوک، آن قرار دارد. هنگامی که بوم گسترش می یابد، به ترتیب از نوک بوم خارج می شود. هنگام بلند کردن مواد، بوم گسترش می یابد و بوم از دهانه مشخص شده در کنار پوشش آب و هوا به سمت بیرون حرکت می کند و هنگامی که مواد از زمین بلند می شود، بوم منقبض می شود و مواد را به داخل می آورد.[۱۷]



شکل ۷ : تصاویری از جرثقیل EXTER.

۶-۵- آنالیز تاثیرات مثبت کاهشی سایت هوشمند Shimz

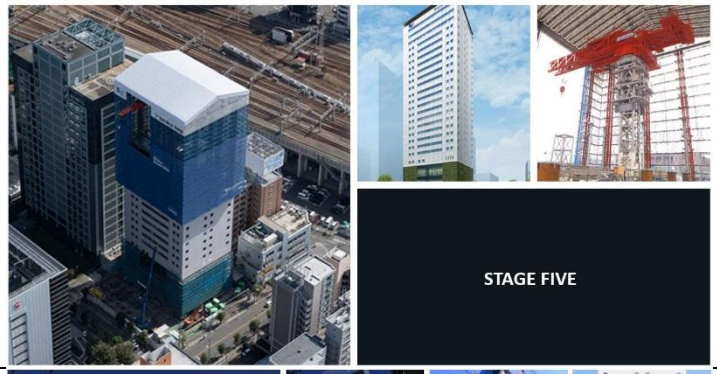
وقتی سایت هوشمند Shimizu به یک ساختمان ۳۰ طبقه با مساحت استاندارد ۳۰۰۰ متر مربع اعمال می شود می تواند تا ۷۵٪ (در حدود ۲۷۰۰نفر) از کارگران و انسان هایی که در بخش حمل و نقل مواد و مصالح هستند را کاهش دهد و همچنین تا ۷۸٪ (در حددود ۲۱۰۰نفر) از افرادی که برای نصب و اجرای کف و سقف می باشند را کم می کند در ادامه برای امر جوشکاری تا ۷۹٪ (در حدود ۱۱۵۰نفر) از افراد کاهش می یابند و به طور کل ۶۰۰۰ نفر از افراد از ۵۴۰۰۰۰ نفری یعنی ۱,۱٪ که در طول دوره ساخت کار می کنند تعدیل می شوند. اما ناگفته نماند که این تعداد از افراد به کار های دیگری در زمینه های دیگر مشغول می شوند.[۱۵].

۷- هفت مرحله ساخت هتل کاراکسا

ساخت هتل کاراکسا را می توان به هفت مرحله ی ۱) تجهیز سایت و کارگاه ۲) تجهیز EXTER ۳) تجهیز پوشش بزرگ (Big Canopy) ۴) ساخت و اجرای نما از طبقات زیرین ۵) اتمام ساخت در طبقات فوقانی ۶) جمع آوری پوشش بزرگ (Big Canopy) و EXTER ۷) مراحل پایانی نازک کاری و دکوراسیون تقسیم بندی کرد که در طی جدولی مختصر به صورت زیر به آن اشاره خواهد.

جدول ۴ :مراحل ساخت هتل کاراکسا.

	مرحله	توضیحات	عکس
۱	مرحله اول تجهیز سایت و کارگاه	در مرحله اول از ساخت، سایت مورد نظر محصور گردیده است و تجهیز کارگاه و همچنین نصب جرثقیل یا تاور مخصوص (EXTER) این برج در حال انجام می باشد. [۱۸]	
۲	مرحله دوم تجهیز EXTER	در مرحله دوم از ساخت این برج مشاهده می شود که برج جرثقیلی و تجهیز کارگاه در حال تکمیل می باشد و هدایت کننده و بوم جرثقیل در جای خود نصب گردیده است [۱۹]	

۳	مرحله سوم تجهیز پوشش بزرگ (Big Canopy)	در مرحله سوم از ساخت، نصب پوشش بزرگ (Big Canopy) برای ادامه عملیات اجرایی و ایجاد شرایط و محیط مناسب کارگاهی اجرایی تمام شده است و طبق شیوه شرح شده در بالا ساختمان در حال اجرا است. [۲۰]	
۴	مرحله چهارم ساخت و اجرای نما از طبقات زیرین	در مرحله چهارم از ساخت، پوشش ها و نماسازی های پایین برج در حال اجرا و تکمیل می باشد و برج از قسمت های پایین رو به بالا در حال تکمیل است.	
۵	مرحله پنجم اتمام ساخت در طبقات فوقانی	در مرحله پنجم از ساخت، نماسازی ها در حال تکمیل و پوشش بزرگ (Big Canopy) به طبقات فوقانی و انتهایی نزدیک می شود.	
۶	مرحله ششم جمع آوری پوشش بزرگ (Big Canopy) و EXTER	در مرحله ششم از ساخت، بعد از اتمام عملیات اجرایی، مشاهده می شود که تیم اجرایی در حال باز کردن و جمع آوری پوشش بزرگ (Big Canopy) می باشد و ساختمان در مراحل پایانی تکمیل خود می باشد.	
۷	مرحله هفتم مراحل پایانی نازک کاری و دکوراسیون	در پایان عملیات اجرای و پس از اجرای عملیات دکوراسیون و نازک کاری و همچنین مبلمان هتل کاراکسا آماده بهره برداری می باشد. [۲۱]	

۸- جمع بندی و نتیجه گیری

در نتیجه پس از بررسی های انجام شده، مفاهیم اولیه صنعتی سازی و اتوماسیون و رابطه این دو با انواع ربات ها که در این امر اشتراک دارند، به عنوان روشی پیشرفته برای ساخت بیان گردید و اثرات و فوایدی که در ساخت و ساز دارند مورد کاوش و بررسی قرار گرفت. سپس برای درکی بهتر از این روش ساخت پنج ابر شرکت ژاپنی که اتوماسیون و رباتیک را به عنوان روشی پیشرفته در ساخت مورد استفاده قرار می دهند و روش هایی که در این راه ارائه داده اند مورد بررسی قرار گرفتند. و سرانجام نمونه ای موردی از شرکت شیمی زو که با این روش ساخته شده بود ارائه شد. در آینده این انتظار می رود که با توجه به محدودیت منابع چه انسانی و غیره این روش، پای خود را فراتر گذاشته و به عنوان روشی پیشرو و جامع، انواع ساخت و ساز ها را در بر گیرد و از سمتی با توجه به وجه های ناشناخته و امکان پیشرفت گسترده ای که این روش ساخت دارد می توان گفت که این روش تازه در ابتدای راه خود است.

۹- مراجع

[1]- Kamaruddin, S. S., Fadhil Mohammad, M., Mahbub, R., and Ahmad, R., 2013, **Mechanisation and Automation of the IBS Construction Approach: A Malaysian experience**, in Asia Pacific International Conference on Environment-Behaviour Studies, Procedia - Social and Behavioral Sciences: London, 106-114.

[2]-Ardiny, H., Witwicki, S., and Mondada, F., 2015, **Construction Automation with Autonomous Mobile Robots: A Review**, in Proceedings of the 3rd RSI International Conference on Robotics and Mechatronics, Tehran, 418-424.

[3]-Cusack, M., 1994, **Automation and robotics the interdependence of design and construction systems**, Industrial Robot: An International Journal, 21(4), 10-14.

[4]-Saidi, S., Bock, T., and Georgoulas, C., 2016, **Robotics in Construction**. In: Siciliano B., Khatib O. (eds) Springer Handbook of Robotics.Springer, Cham.

[5]-Morales, G., Herbzman, Z., and Najafi, F. T., 1999, **Robots and Construction Automation,** in Proceedings of the 16th IAARC/IFAC/IEEE International Symposium on Automation and Robotics in Construction. Madrid, Spain, 283-288.

[6]-Melenbrink, N., Werfel, J., and Menges, A., 2020, **On-site autonomous construction robots: Towards unsupervised building**, Automation in Construction, 119, 103312.

[7]-Taylor, M., Wamuziri, S., and Smith, I., 2003, **Automated construction in Japan**, Proceedings of The Institution of Civil Engineers-civil Engineering – Proc. Inst. Civil Engineering, 156, 34-41.

[8]-Bock, T., Linner, t., and Miura, S., 2011, **Robotic High-Rise Construction of Pagoda Concept**, innovative earthquake-proof Design for the Tokyo Sky Tree.

[9]- Corporate, O. Obayashi Corporate Report, 2020, Available from: https://www.obayashi.co.jp /en/ir/report.html.

[10]-Section, C. P., C. C. Department, and C.P. Office, 2020, TAISEI Corporation, Available from: https://www.taisei.co.jp/english/csr/library/pdf/2020/corp2020_main.pdf.

[11]-Corporate, Takenaka, T., Corporate Report. 2020; Available from: https://www.takenaka.co.jp/ takenaka_e/library/es_report/.

[12]-Corporate, Kajima, K., Integrated Report. 2020; Available from: https://www.kajima.co.jp/english /ir/report/index.html.
[13]-Corporate, Shimizu, S., Corporate Report. 2020; Available from: https://www.shimz.co.jp/en/company/about/report/.
[14]-Construction with Robots Part of High-rise Hotel Under Construction in Shin-Osaka —Construction Robots Transport Materials, Weld Steel Columns, and Attach Ceiling Panels—. 2018; Available from: https://www.shimz.co.jp/en/company/about/news-release/2018/2018011.html.
[15]-A Production System for a New Era The Shimizu Smart Site autonomous robots can transform a job site 2018; Available from: https://www.shimz.co.jp/en /topics/construction/item12/.
[16]-Robots under Autonomous Control at Robot Lab —Construction Robots to Work at High-Rise Construction Site This Fall—. 2018 April 23, 2018]; Available from: https://www.shimz.co.jp/en/company/about/news-release/2018/2018006.html.
[17]-Completion of a New Tower Crane for the Shimz Smart Site —Exter, the World's First Horizontal Sliding Crane—. 2017 August 24, 2017]; Available from: https://www.shimz.co.jp/en/company/about/news-release/2017/2017024.html.
[18]-SGリアルティが計画している（仮称）karaksa hotel Shin-Osaka Premierの建設状況 17.10. 2018; Available from: https://saitoshika-west.com/blog-entry-4561.html.
[19]- SGリアルティが計画している（仮称）karaksa hotel Shin-Osaka Premierの建設状況 18.03. 2018; Available from: https://saitoshika-west.com/blog-entry-4853.html.
[20]- からくさホテルグランデ新大阪タワー（karaksa hotel grande Shin-Osaka Tower）SGリアルティが建設中のホテル名称が決定！. 2018; Available from: https://saitoshika-west.com/blog-entry-5288.html.
[21]-Karaksa hotel grande Shin-Osaka Tower. 2019; Available from: https://www.shimz.co.jp/en/works/jp_com_201908_shinosaka.html.