

مدل هوشمند مدیریت و اجرای پروژه ساختمانی؛ همگرایی پیش ساختگی و هوش مصنوعی

محمد سلیمانی ، علیرضا قراگوزلو

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد معماری پردیس ارس دانشگاه تهران msuleyman2016@gmail.com

۲- دانشیار دانشگاه شهید بهشتی دانشکده مهندسی عمران آب و محیط زیست a_gharagozlo@sbu.ac.ir

خلاصه

در سالیان اخیر با توجه رشد صعودی قیمت مسکن ، شاهد افزایش کیفیت و رشد تکنولوژی و بروزرسانی روش ها در صنعت ساختمان نبودیم، صنعتی که در اقصی نقاط جهان به علت تاثیر بسزا در کیفیت زندگی مردم، دوشادوش علم به دنبال روش ها و متد هایی برای سهولت در هر مرحله ای با افزایش کیفیت و کاهش قیمت است. اما در ایران روند های پرهزینه سنتی با تکیه بر تکنولوژی های منقضی شده در دنیا و متریا ل های منسوخ از روشی همگانی برای اجرای متداول ساختمان استفاده می کنند. به همین دلیل می توان با توجه به کیفیت سفارشی سازی و انتخاب استراتژی پیش ساختگی با در نظر گرفتن کیفیت های یکسان، سرعت ، کیفیت و قیمت را به مطلوب ترین حالت نظر مشتریان نزدیک کرد.

مراحل پروسه اجرای یک ساختمان از مرحله فاز طراحی در تمامی دیسپلین ها قابلیت پیش ساختگی و شخصی سازی کردن را دارند، تنها چالش این استراتژی عدم همخوانی دیسپلین ها و سری سازی محصول یعنی شبیه شدن ساختمان ها به یک دیگر است که در این زمینه ما به سراغ یک روش پیشنهادی در مدیریت پروژه از طراحی تا اجرا رفته ایم و با کمک هوش مصنوعی و روش های طراحی جدید تر از تکرار بحران ساختمان های سری سازی شده ابتدای قرن ۲۰ جلوگیری کنیم. استفاده از هوش مصنوعی در صنعت ساختمان در مرحله طراحی ، اجرا و تعمیر و نگهداری در کشور ما امری دست نخورده و متاسفانه تبدیل به یک آپشن لاکچری شده است، اما در مقاله پیش رو خواهیم دید که چگونه می توان در هر مرحله ازین سیستم برای امر پیش ساختگی استفاده کرده و دست به خلق ارزش های جدیدی در این صنعت زد.

کلمات کلیدی: هوش مصنوعی ، صنعت ساختمان ، پیش ساختگی ، مدیریت پروژه ، مهندسی معماری

مقدمه

صنعت ساختمان به عنوان زنجیره ای از کسب و کار های مختلف که در زیر ساخت کشور تاثیر بسزایی دارند، حوزه استراتژیکی در اقتصاد کشور است. اما این صنعت که متاثر از سیاست های گوناگونی در زمینه های تجارت کالا، سیاست های ارزی، صنایع مادر، قوانین و ملاحظات فنی ارگان های ذی صلاح، عرضه و تقضا در بازار است، حیطه ای پر خلاء در میان مجریان ذی صلاح نیز هست. با وجود سازماندهی ها و اصلاح سیاست های فنی سازمان هایی چون نظام مهندسی و مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی کشور، همچنان روند اجرایی عملیات ساخت در اکثر پروژه ها یک روش سنتی و غیر بهینه است و از تکنولوژی های بروز دنیا مورد استفاده قرار نمی گیرد.

دور ریز متریال بالا، عدم هماهنگی پروسه های هم زمان، انبار داری ضعیف، حراست و مانیتورینگ پر ایراد، زمانبر شدن پروسه اجرای هر مرحله، نظافت و نظم کارگاه موقت تنها بخشی از ضعف های عملیات ساخت ساختمان در ایران است. که با ایجاد پیش ساختگی به معنی انجام مراحل قبل از ورود به کارگاه ساختمانی، می توان از بروز ضرر های مالی، زمانی و انرژی بسیاری جلوگیری کرد و در این حوزه می توان از ابزار های دیجیتالی و سیستم هوش مصنوعی نیز استفاده کرد، به ترتیبی که با چند گجت و یک پلتفرم هوشمند منطبق با WBS پروژه که از قبل طراحی شده، تمامی مراحل از روز اول با دریافت اسناد طراحی تا پیش بینی زمان بندی پروژه با جزئیات مراحل بالا را سازمان دهی کرد.

شرکت های عمرانی و ساختمانی برای تسریع روند ساخت و ساز و کنترل قیمت ها به استقبال کسب و کار هایی رفتند که با واردات یا تولید متریال های بروز، محصول خود یعنی ساختمان را در کمترین زمان ممکن به مشتری هایشان تحویل دهند. سیستم مدیریت پروژه پیشنهادی این مقاله که با رویکردی پیش ساخته سعی در ارائه راهکار هایی عملی و نوآور دارد با هدف بهینگی به سراغ متد های جدید رفته است برای مقایسه می توان با تقسیم بندی مراحل پروسه اجرا به واحد های زمانی چند روزه و لایه های ضریب اهمیت هر یک برای اولویت دهی، یک نظام محاسباتی ساده ایجاد کرد که مجریان می توانند متوجه شوند دقیقا در هر مرحله اگر به سراغ محصولات پیش ساخته بروند دقیقا به چه نتایجی خواهد رسید.

به طور مثال در روند اجرای فونداسیون در روش سنتی داخل محل کارگاه ساختمانی آرماتور بندی و بتن ریزی انجام می شود. اگر این پروسه در یک کارگاه تخصصی با نظارت و استاندارد های سازمان نظام مهندسی در قالب های پیش ساخته و منطبق با جزئیات سازه ای متداول ساختمان با ویژگی های مد نظر طراح و ناظر ساخته شود که در هر پروژه، مجریان وابسته به ساختمان مد نظر، محصول خود را سفارشی یا پیش تولید شده تهیه کنند، بسیاری از مشکلات پیش نخواهد آمد و کیفیت، سرعت، قیمت و سیستم نظارت بهبود پیدا می کند.

این روند در بقیه مراحل ساختمان، از ایجاد کارگاه موقت، اسکلت، سفت کاری، دیوارچینی، اجرای تاسیسات مکانیکی و الکتریکی و حتی نازک کاری و طراحی داخلی نیز کاربرد داشته و نه تنها پروسه اجرا زمان کمتری می برد، بلکه منجر به آسیب پذیری کمتر، دقت بیشتر و نظارت سالم تر نیز می شود. نظم و نظافت کارگاهی، نظارت و حراست درست تر و برنامه ریزی راحت تر از جنبه های فرعی چنین سیستم ساختمانی است.

۱- مراحل و آسیب‌های اجرای یک ساختمان

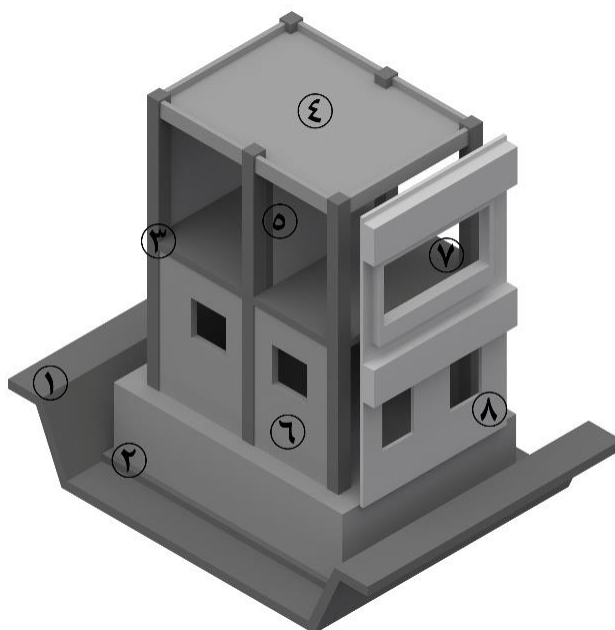
دسته بندی ساختمان‌های مختلف اعم از تجاری، اداری، مسکونی، فرهنگی و ... در مقیاس‌های کوچک و بزرگ با تراکم‌های متفاوت در زون‌های مختلف شهری با عملکردهای شهری گوناگون و همچنین رویکردهای طراحی متنوع، مراحل و قدم‌های اجرای یک ساختمان را بسیار متنوع می‌کند، اما با وجود تمامی متغیرهای این صنعت، می‌توان به یک روند طبیعی و عمومی اشاره داشت و تمامی مراحل را با یک ترتیب متداول بهینه معرفی کرد.

ابتدایی‌ترین پروسه یک پروژه عمرانی در ایران اخذ مجوزهای لازم و تفهیم مقررات و محدودیت‌های ملک است. فرآیندی که یک روند اداری مشخص از ارگان‌های مشخص دارد، اما پیچیدگی‌های ضوابط و مقرراتی هر ملک این موضوع را تبدیل به یک چالش برای مالکین کرده است. به طوری که ترجیح اکثر آنها، تفویض اختیار آن به پیمانکار و عدم ورودشان به راهروهای شهرداری و نظام مهندسی است.

این پروسه جدای از حضور فیزیکی، مجموعه‌ای از قوانین پیچیده از بندها و مواد و تبصره‌ها را شامل می‌شود که، خطای انسانی و را در آن بسیار محتمل می‌کند، از طرفی گاهی به خاطر این پیچیدگی‌ها، تقدم و تاخر بعضی از مراحل باعث سردرگمی و گاهی اتلاف وقت و انرژی می‌گردد.

مرحله بعدی طراحی و تهیه نقشه‌های اجرایی است، که دفاتر طراحی ذی صلاح به استناد مقررات ملی ساختمان، اقدام به تولید آنها می‌کنند، که معمولاً این نقشه‌ها نیز به علت خطاهای انسانی، محاسبات غیر دقیق، طراحی‌های ضعیف و گاهی عدم تطابق با یک بند یا قانون، نیاز به اصلاح دارند. این مرحله پیش تولید ساختمان، بسیار در نحوه اجرا و چگونگی آن موثر است و یکی از بزرگترین چالش‌های صنعت ساختمان عدم تطابق پروژه اجرا شده با نقشه‌های مصوب است. که این موضوع هم از ضعف دفاتر طراحی و هم از ضعف شناخت تکنیک‌های اجرا ناشی می‌شود.

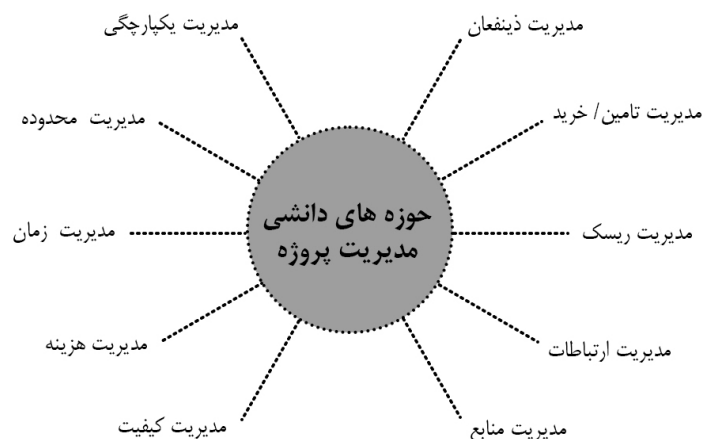
پس از گذراندن تمامی مراحل قانونی و طراحی‌های لازم، عملیات اجرای ساختمان در ۸ مرحله با ترتیب متفاوت اجرا می‌گردد:



- ۱) آماده سازی زمین و گودبرداری
- ۲) تسطیح و فونداسیون
- ۳) برپایی تیر و ستون
- ۴) اجرای سقف‌ها
- ۵) تاسیسات ساختمان
- ۶) دیوار چینی و تیغه کشی
- ۷) نازک کاری و اجزای داخلی
- ۸) نماسازی و فینیشینگ

شکل ۱ مراحل اجرای عملیات ساختمانی

تمامی این مراحل از ابتدا باید تحت یک سیستم یکپارچه مدیریت شود، مدیریت پیمان در پروژه‌های ساختمانی به معنای مسئولیت در برابر تمامی رخدادها و مدیریت کردن تمام محدودیت‌ها، منابع، زمان‌بندی، نیروهاست. مدیریت پروژه باید دارای یک طرح جامع از چیزی که قرار است ارائه دهد داشته باشد و ترجیحا با کارفرما آن را در میان بگذارد، نقشه‌راهی که در پیش هر عملیات عمرانی قرار دارد متأثر از این طرح جامع است. طرحی که شامل برنامه ریزی و ساختار شکست، مدیریت ریسک، برنامه و سیستم گزارش دهی، مدیریت اسناد، هماهنگ سازی هاست. در مدل پیشنهادی، این سیستم باید همه منابع را از روز اول تا روز تحویل به صورت بهینه و متناسب با هر مرحله، تامین و نگهداری کند. و به صورت همزمان تمامی نیروها و منابع انسانی را در یک برنامه ریزی منعطف، چیدمان کرده و در یک تقویم واقع گرایانه و با استاندارد های موجود اقدام به شروع عملیات کند، و با نظارت دقیق و کنترل شده، به صورت مدون گزارش های هر مرحله را با مستندسازی واضح، آرشو کند. این ساختار در کنار یک سیستم حسابداری، جهت مدیریت منابع مالی و ثبت و گزارشات ورودی ها و خروجی ها، به تیم مدیریت جهت اتخاذ تصمیم درست و بهینگی تمام مراحل کمک می کند.



شکل ۲ حوزه های دانشی مدیریت پروژه (PMBOK)

این پروسه در عملیات هایی با مقیاس های مختلف، با جزئیات کمتر یا بیشتر، به صورت معمولاً دستی و پر خطا اجرا می گردد. سیستم های مدیریت برنامه ریزی به علت غیر قابل پیش بینی بودن موانع بر سر راه انجام کارها و نداشتن سناریو های جایگزین با هدررفت زمان و منابع و آزمون و خطا های بسیاری روبرو هستند. نقصان و عدم ارائه برنامه از طرف کارگروه طراحی نیز، مجریان را در عملیات اجرا دچار سردرگمی میکند که به ناچار دست به اقدام ساخت برخی از اجزا به صورت بداهه و خطای بسیار در خود کارگاه می زنند. این موضوعات و وجود خطاهای انسانی و غیر قابل پیشبینی در پروسه اجرا سالانه میلیارد ها تومان از منابع مهم کشور را به هدر می دهد. با این وجود می توان با تغییر موضعی این روند، از آسیب های احتمالی جلوگیری کرده و با اصلاح آن به روش های پیش ساختگی و بهره مندی از سیستم های شبیه ساز و پیش بینی کننده، در استفاده از تمامی منابع صرفه جویی کرد.

۲- پیش‌ساختگی در عملیات ساختمانی چیست؟

ساختمان به عنوان یک سیستم به هم پیوسته، در لایه های متفاوت دارای مجموعه های مستقل از فرآیند هایی برای ایجاد یک کل واحد است. که در تمامی مراحل می‌توان بخشی از فرآیند را با پیش تولید و ذخیره سازی، تسریع کرد. حتی در سیستم های سنتی و امروزی نیز این پیش‌ساختگی در مقیاس های کوچک تری وجود دارد؛ همان های سازه‌ای و معماری ساختمان اعم از تمامی مصالح و ابزار ها، همگی در یک فرآیند پیش تولید ساخته شده و به صورت انبوه، انبار شده گشته اند. این فرآیند خرد می‌تواند به مقیاس های بزرگتر و فرآیند های بیشتری تعمیم یابد.

۲-۱ پیش از شروع عملیات

تکنیک پیش‌ساختگی امروز در اکثر فرآیند های اداری کشور در حال اجراست، در تمام مراحل تشکیل پرونده تا صدور پروانه ساختمانی ادارات و ارگان های مربوط از فرم ها و قالب ها و سامانه های مشخص برای قسمت های متخلف پرونده استفاده میکنند، اما نکته حائز اهمیت اینجاست که این سامانه ها و با هم یکپارچه نیستند و همین موضوع، شهرداری و نظام مهندسی را ملزم به پر کردن دستی و دریافت اطلاعات به صورت تک تک از تمامی مراجعه کنندگان برای هر درخواست و مجوز است، و اتوماسیونی برای انجام خودکار در قالب مشخصی وجود ندارد. اصلاح ساختار های اداری در ایران، موضوعی کلیشه ای و پایه ثابت تمام آسیب شناسی هاست، ازین رو به این مرحله کمتر پرداخته و از مراحل طراحی و تحلیل، تکنیک پیش‌ساختگی را بررسی میکنیم. در عین حال با استفاده از یک پلتفرم مشخص مدیریت که مراحل مشخصی دارد و به پایگاه داده های مربوط متصل است، این فرایند را نیز حل میکند.

۲-۲ تعیین اهداف اولیه

شروع پروسه طراحی همیشه از تحلیل سایت و ضوابط آغاز می‌گردد، محدودیت هایی که دستور نقشه، پروتکل های مشروط واگذاری زمین یا شروط ضمن عقد قرارداد مالکیت و حتی ضوابط کلی ارگان مدیریت شهری منطقه که برای هر قطعه در نظر گرفته‌اند باید به صورت مدون مرتب شده و در صورت تخطی از هر کدام از بند ها، طراح، طرح خود را اصلاح کند، که معمولا این کار به صورت تجربی و نه سیستماتیک در دفاتر طراحی و با نقصان بسیار و آگاهی های محدود نسبت به قوانین حاکم انجام میگردد که منتج به رفت و برگشت های بسیاری بین طراح و قانون گذار می‌شود. که این مشکل با تبیین قوانین برای یک پلتفرم هوشمند طراح و سازگاری طرح هارا قبل از بررسی با قوانین اصلی، حل می‌شود.

امروزه طراحی ساختمان واقع در محدوده طرح های جامع شهری، قوانین و ضوابط قابل پیشبینی و پر دزدی با خود به همراه دارند، ازین رو بسیاری از فرآیند ها، در زون های شهری مشابه به یک صورت انجام می‌شود. برای مثال یک شهرک مسکونی با قطعه های (۷*۲۰) و جهت گیری های شمال و جنوبی نمی‌تواند تنوع زیادی در طراحی پارکینگ، ستون گذاری و البته تولید نقشه های هر واحد داشته باشد.

حال که با محدودیت های قانونی و طراحی آگاهیم و می‌توانیم به راحتی برای آن یک سیستم هوش مصنوعی دستیار تولید کنیم و این مسئولیت را هم با خیال راحت تری به هوش مصنوعی وا گذار کنیم. حتی این فرآیند را در واحد های مستقل میتوانیم با General AI به صورت متمرکز و هدفمند پردازش کنیم.

صفحه ۷

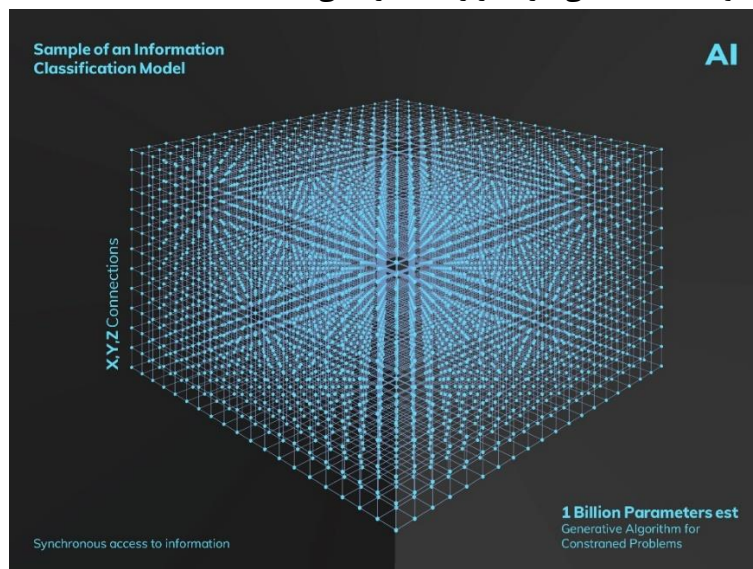
برای طراحی استفاده میکند، که ناشی از آزمون و خطا و مشاهده خودش از دیگر فرآیندها و محصولات طراحی دیگران است را با یادگیری عمیق به هوشی دیگر که قابلیت یادگیری دارد منقل کرد.

جایابی این پروسه منتج به دقیق تر بودن و نگاهی پایدار تر به موضوع طراحی است، مغز انسان، در حین عمل طراحی به واسطه محدودیت های بیولوژیکی اش، توانایی به خاطر آوردن و مشاهده همزمان و اولویت دهی به تمامی مسائل پروژه و توجه به موفقیت ها یا شکست های قبلی را ندارد، یا با محدودیت های بسیاری رو به روست، حتی با تجربه ترین طراحان نیز امکان اشتباه دارند. ازین رو است که هوش مصنوعی که ذاتا برای رفع این نواقص انسانی طراحی شده، می تواند جایگزین مناسب تری برای انسان برای این شکل از طراحی باشد.

به طو کلی برای تشریح بحث باید به این پرسش که طراحی چیست، یک پاسخ اجتماعی دهیم، گلن پارسونز در کتاب «فلسفه دیزاین» از طراحی به عنوان امری ذهنی و مساله محور یاد می کند در تعریف دیزاین می نویسد:

«دیزاین راه حل عامدانه یک مساله است، با آفرینش طرح هایی برای نوع جدیدی از یک چیز، به طور معقول است» [1]

چون دیزاین و طراحی موضوع اصلی این پژوهش نیست تنها به نکته مربوط به بحث اکتفا خواهیم کرد، طراحی یک حل مساله با آفرینش یک چیز جدید است، همین ماهیت مساله محور و تنوع پاسخ ها، روش فکری هوش مصنوعی را در مقابل روش فکری و محدودیت های انسانی دارای برتری بیشتری می کند.



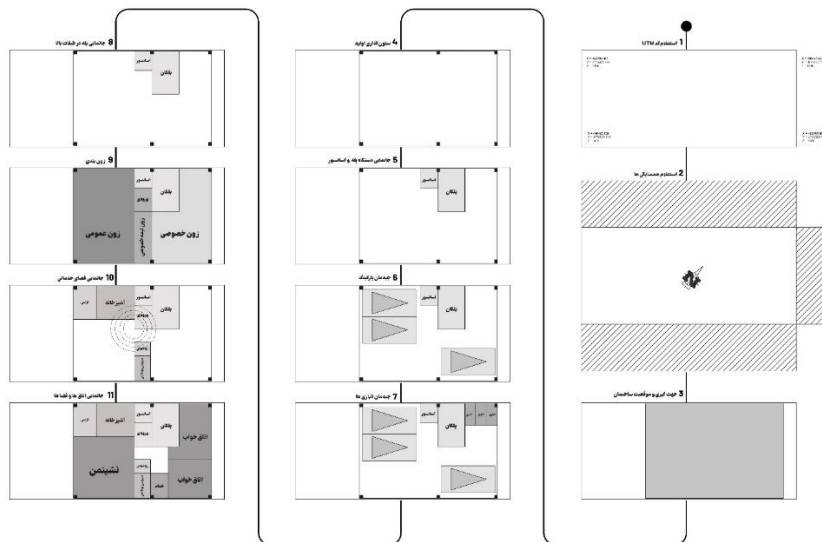
شکل ۵ مدل دسته بندی اطلاعات و روابط بین آنها در هوش مصنوعی

بزرگترین مشکل طراحان، توجه همزمان به تمامی مسائل طراحی است، برای مثال در طراحی یک پارکینگ، توجه به فضای گردش هر ماشین، فضای رفت و آمد انسان، عدم تداخل با فضای جلوی درب ها، ایجاد کریدور برای گردش انسان، توجه به فضای مورد نیاز درب پارکینگ، جانمایی درست باغچه، توجه به تفاوت اندازه گذاری های سازه ای و معماری به طور همزمان است که باعث می شود طراحان گاهی دچار خطا شود و با عدم اطلاع از تمام سناریو های ممکن، یکی از سناریو های نا مطلوب را با نادیده گرفتن یکی از مسائل انتخاب کند، هرچند طراحان با تجربه، در طراحی موضوعات این چنین به صورت غریزی بهترین گزینه را انتخاب می کنند، اما موضوع اصلی که وجود احتمال خطای انسانی و در نظر نگرفتن ۱ احتمال از بین ۱۰۰ احتمال است، تغییری نمی کند و همچنان یک چالش برای تمام طراحان است. حتی با وجود توجه و حل تمامی مسائل در یک فرآیند طراحی انسانی، موضوع خلاقیت و تنوع همچنان به خاطر محدودیت تمامی احتمالات،

یک امر بدیهی قلمداد می‌شود. به طور کلی شیوه یادگیری ماشین، به واسطه در نظر گرفتن تعداد بیشتری پارامتر نسبت به انسان قابل اتکا تر است.

این امر که آیا هوش مصنوعی مفروض با توجه به زیرساخت‌های موجود و دانش فعلی بشر، چقدر با مرحله عملیاتی شدن فاصله دارد، موضوع این پژوهش نیست، البته امروزه نیز با AI Agent های دستنویس می‌توان به مدلی نزدیک و شبیه به سامانه معرفی شده را شبیه سازی کرد، اما، دستیابی به چنین سیستمی نیاز به داده برداری واضح و گسترده و البته زیرساخت‌های آماده تری دارد.

پروژه طراحی در یک سامانه یکپارچه، با توجه به یک ماشین یادگیری عمیق و بررسی تمامی نقشه‌های مورد تایید نظام مهندسی و بررسی تمامی مواد و تبصره‌های قوانین شهرداری و ارگان‌های مربوط، بسیار سریع و دقیق خواهد بود. به نحوی که با دسته بندی درست اطلاعات تمامی مسائل با پارامتری‌هایی که حداقل یک مثال و نمونه از آن در بانک دیتا وجود دارد، حل خواهد شد. ازین رو خروجی‌ها، بسیار متنوع، دقیق و کاملاً مطابق با استاندارد های شهری خواهد بود. شاید بزرگترین نقد و نگرانی متخصصین تعلیق جایگاه «خلاقیت» در این روش باشد، که در پاسخ باید به نمونه و روش فکری انسان مراجعه کرد، انسان نیز با آزمون و خطا و سیر تکاملی از یادگیری به تسلط، به مرحله ایی برای بروز خلاقیت نیز می‌رسد، این مراحل برای انسان طی سالیان دراز و به دست آوردن تجربیات متفاوت رقم می‌خورد، و برای هوش مصنوعی چندین ساعت و با بررسی نمونه‌های قبل و یادگیری از آنها.



شکل ۶ روند نتایج حل مساله در طراحی یک آپارتمان در Ai

در این مرحله شاید پیشساختگی معنی خود را از «فرمولیزه کردن» به «سیستماتیک» کردن تغییر دهد، در فرآیند پیشساختگی طراحی، در این مدل فکری خلاقیت و راهکارهای موجود و حتی مسائل درون دیسپلینی دیزاین را فدای نتایج استاندارد نخواهیم کرد، بلکه از مسائل پیش پا افتاده که انرژی و زمان زیادی از انسان را هدر می‌دهد به مسائلی مهم که خارج از موضوع ضوابط و استاندارد هاست، می‌پردازیم.

این اصل که بخشی از انرژی و تمرکز دفاتر طراحی برای حل این مسائل اولیه هدر می‌رود، باعث کمتر شدن زمان و متعاقباً تمرکز کمتر بر دیزاین و خلاقیت می‌گردد و منتج به هزینه بیشتری می‌شود که کتمان ناپذیر است که در این متد بهینه می‌شود، از طرفی استفاده ازین مدل برای طراحان و دفاتر کوچک مقیاس، آزادی عمل بیشتری برای امر دیزاین فراهم میکند و می‌توان به عنوان یک دستیار ترسیم، از پیشساختگی در امر خلاقانه استفاده کرد.

۴- طراحی فاز ۲، کم شدن متغیرها

در فرآیند متداول و سنتی فاز ۲ و طراحی دیتیل‌های فنی برای اجرای ساختمان، فارق از خلاقیت، محدودیت‌های متریکال، تکنیک اجرا و قیمت، این مرحله را به یک پروسه مستقل از طراحی تبدیل می‌کند، طراحان در نقشه‌های فاز ۲ با توجه به دیتیل‌های موجود یا طراحی شده قبلی، عمدتاً اقدام به متناسب سازی آن‌ها با طرح جدید می‌کنند. البته محدودیت‌های تکنیک و شرکت‌هایی که استاندارد مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی را دارند، فرآیند فاز ۲ را به کاری پیشبینی‌پذیر و پروتکل‌محور تبدیل می‌کند. مجموعه‌ای از استانداردهای مورد تایید سازمان نظام مهندسی کشور، جای بسیار کمی برای بروز خلاقیت و ارائه راهکارهای جدید برای مسائل اصلی ساختمان باقی می‌گذارد. با این حال عدم دقت و یا اشتباه در این مرحله به منزله، هزینه‌های زمانی و مالی بسیاری برای کارفرما در مرحله اجرا می‌گردد. مدل فکری پیشنهادی به کمک BIM یا مدلسازی اطلاعات ساختمان که نوعی از روش پیشساختگی در صنعت ساختمان است، با شبیه‌سازی اطلاعات دیسپلین‌های مختلف ساختمان موجب، آسیب‌شناسی به موقع و ارائه راهکارهای اجرایی قبل از شروع عملیات ساخت می‌شود. به طور کلی «طراحی پیشساخته» در این مرحله به معنی تعیین روش‌هایی برای چالش‌های پیش رو است.

۴-۱ متره و برآورد

یکی از مهمترین نتایج و مزایای مدلسازی اطلاعات ساختمان، به دست آوردن تمامی اطلاعات هزینه کرد پروژه است، دسته‌بندی و تعیین تراتب خرید و اجرای آن به عهده مدیر پروژه است که با توجه به سیستم‌های توضیح داده شده در قسمت (حوزه‌های دانشی مدیریت پروژه) اینکار به عنوان یک سیستم قلمداد می‌شود و هر سیستمی از ابزارهای مخصوص به خودش استفاده می‌کند، با توجه به تعریف پیشساختگی در فرم‌های مدیریتی پروژه، این موضوع که هوش مصنوعی با سیستم‌های دسته‌بندی اطلاعات و یکپارچگی سازمان یافته آنها، به عنوان مدیر یا دستیار مدیر، تاثیر بسزایی در عملکرد اداره کارگاه و خود پروژه دارد، کاملاً مبرهن و واضح است.

Calculation Of Foundation Rebars
Construct Analysis AI

جدول اولیه متره میلگرد ساختمان نگین

ردیف	شرح عملیات	تعداد مشابه	واحد	نمره	ابعاد		مقدار		توضیحات
					طول	وزن واحد	کسر	کلی	
۱	میلگرد های طولی بر آکس A	۱۲	کنکرت	۱۸	۱۲.۲	۴	۹۹۵.۲	-	
۲	میلگرد های طولی بر آکس B	۱۲	کنکرت	۱۸	۱۲.۲	۴	۹۹۵.۲	-	
۳	میلگرد های طولی بر آکس C	۱۲	کنکرت	۱۸	۱۲.۲	۴	۹۹۵.۲	-	
۴	میلگرد های طولی بر آکس D	۱۲	کنکرت	۱۸	۱۲.۲	۴	۹۹۵.۲	-	
۵	میلگرد های طولی بر آکس E	۱۲	کنکرت	۱۸	۱۲.۲	۴	۹۹۵.۲	-	
۶	میلگرد های طولی بر آکس F	۱۲	کنکرت	۱۸	۱۲.۲	۴	۹۹۵.۲	-	
۷	میلگرد های طولی بر آکس G	۱۲	کنکرت	۱۸	۱۲.۲	۴	۹۹۵.۲	-	
۸	میلگرد های طولی بر آکس ۱	۱۲	کنکرت	۱۸	۲۰.۷	۲	۹۹۶.۸	-	
۹	میلگرد های طولی بر آکس ۲	۱۲	کنکرت	۱۸	۱۲.۲	۴	۹۹۵.۲	-	
۱۰	میلگرد های طولی بر آکس ۳	۱۲	کنکرت	۱۸	۳.۵۲	۴	۸۲.۵	-	
۱۱	میلگرد های طولی بر آکس ۴	۱۲	کنکرت	۱۸	۷.۰۵	۴	۱۸۹.۲	-	
۱۲	میلگرد های طولی بر آکس ۵	۱۲	کنکرت	۱۸	۲۰.۷	۲	۹۹۶.۸	-	
۱۳	میلگرد های طولی بر محور جنوب ۱	۱۲	کنکرت	۱۸	۹.۸۱	۴	۳۲۷.۸۳	-	
۱۴	میلگرد های طولی بر محور جنوب ۲	۱۲	کنکرت	۱۸	۶.۸۱	۴	۱۶۵.۸۳	-	
۱۵	میلگرد های طولی بر محور جنوب ۳	۱۲	کنکرت	۱۸	۷.۸۱	۴	۱۷۰.۲	-	

APU Rendering ... RAM Calculation ... System BIM Narrow Chapter: 02

Description: جدول ۸۱۲ از سری میلگرد های فونداسیون

Language: Persian Font: B Mitra

Material Recommendation

4th Floor & Ceiling

4th Floor Rebars and Electrical Wires

Suggestion Devops Online PANEL QC Reports CC Sync

شکل ۷ نمونه ای از متره متریکال به کمک هوش مصنوعی

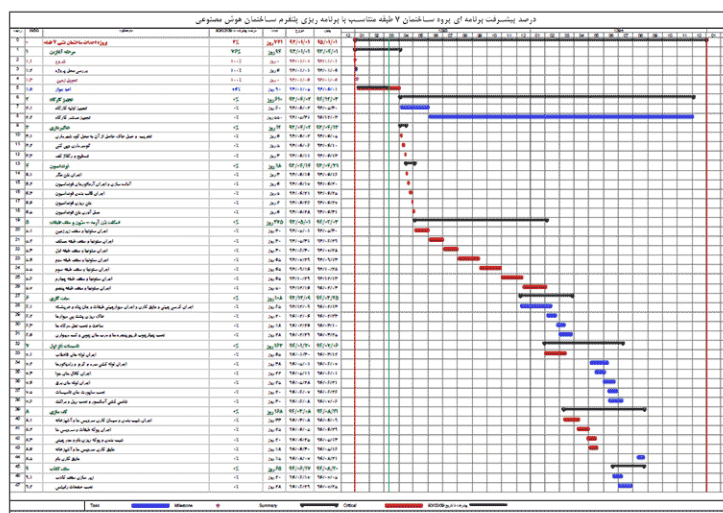
محاسبه قیمت در لحظه متریال ها که نیاز به استعلامات به روز دارد در شرایط اقتصادی امروز ایران، برای تعیین قیمت تمام شده پروژه بسیار حیاتی است، پیشبینی های افزایش قیمت با توجه به تقویم زمانی پروژه از اقداماتی است که مسئولین مالی و حسابداران آن را جزو وظایف خود نمی دانند، ازین رو که یک تخصص متفاوت از موضوعات مالیست ، دستیاران هوش مصنوعی در این حوزه نیز میتوانند به کمک مدیران پروژه آمده و به تحلیل های آماری به شرط اتصال به سامانه های آنلاین بپردازند.

هوش مصنوعی بهترین انتخاب برای تحلیل و برآورد اطلاعاتی است که تمامی داده ها را در اختیار داریم، امروزه برای استعلام اکثر قیمت ها در صنعت ساختمان یک سامانه مجزا وجود دارد که با اتصال به آنها میتوان تغییرات قیمتی در هر مرحله از پروژه را مشاهده و مقایسه کرد. اتحادیه های اصناف به صورت منظم ، بازه قیمتی دستمزد هارا به ترتیب سختی کار منتشر می کنند، با اجازه دسترسی به اطلاعات مراحل پیشفرض در سامانه مدیریت پروژه ، هوش مصنوعی می تواند با شبیه سازی اتفاقات گوناگون ، هزینه های پنهان هر عملیات را نیز شناسایی کند.

به هر ترتیب اکثر داده های مورد نیاز برای برآورد های مالی ، گزارشات به روز و متره متریال را در اختیار داریم، با این حال برای نیرو های انسانی بسیار وقت گیر است که جداگانه از شرکت های مختلف و سامانه های متعدد اطلاعات خود را به روز کنند، در صورتی که با یکپارچه کردن تمامی این استعلامات دیگر نیاز به تماس تلفنی تک به تک یا صرف هزینه زمانی براس چک کردن صفحات آنلاین نیست. این فرم های کلی متره و برآورد که کمک شایانی به مدیران پروژه خواهد کرد ، بخشی از تکنیک پیشساختگی است که صنعت ساختمان به آن نیاز دارد.

۵- برنامه ریزی اجرایی

ارائه برنامه زمانی در کنار ساختار شکست پروژه در فرم های متنوعی می تواند ارائه شود، اما هدف اصلی آن مشخص کردن تمامی مراحل پروسه اجرا از شروع گود برداری تا نصب فینیشینگ های نهایی است. تجزیه تمامی مراحل به وظایف کوچک تر و تشریح آنها به منظور تنظیم برآورد زمانی و ترسیم یک نقشه راه است. معمولا ازین روش برای پروژه های بسیار بزرگ استفاده می شود اما با مقیاس پذیری آن می توان در تمام پروژه های ساختمانی کوچک و متوسط از آن استفاده کرد.



شکل ۸ جدول زمان بندی مراحل پروژه

اولین مزیت استفاده از این روش شفافیت کامل تمامی عملیات، برای مجری، کارفرما، نیروها و تمامی ذی‌نفعان است. این طرح پیش‌نمایشی از اتفاقات پیش‌رو، چالش‌های احتمالی کل‌فرآیند است. با این حال حتی در پروژه‌های بزرگ که این برنامه را به صورت کاملاً دقیق طراحی می‌کنند، در مرحله اجرا با چالش‌هایی پیش‌بینی نشده مواجه می‌شوند که نه تنها خود مرحله را تغییر می‌دهد بلکه تاثیر مستقیم روی مراحل آینده و تغییرات قیمتی آن خواهد داشت.

مجریان و مدیران به خاطر محدودیت‌های زمانی، شرایط اقتصادی و سیاست‌های هر پروژه معمولاً اقدام به گزارش‌دهی این تغییرات نمی‌کنند، و این خود دلیل سردرگمی بسیاری از ذی‌نفعان در پروژه است، این عدم گزارش بعضاً از ناآگاهی مدیران پروژه از نقصان‌ها و ناهماهنگی‌های کوچک نشأت می‌گیرد، به همین دلیل وجود یک ابزار هوشمند، برای طرح ریزی اولیه این برنامه و تغییرات همزمان آن در طی قدم به قدم هر پروژه یک آپشن بسیار کلیدی برای حفظ انسجام مالی و ساختاری آن است. با این حال لازم به ذکر نیست که واگذاری این وظیفه به یک هوش مصنوعی، هم در هزینه‌ها باعث صرفه‌جویی می‌شود و هم می‌توان به دقت بالایی آن اتکا کرد، موضوع شفافیت برنامه ریزی برای جلوگیری از فسادهای اقتصادی، بررسی کیفیت‌ها و آگاهی از روند عملیات نیز کاربرد‌های بسیاری دارد.

۶- اجرای عملیات

۶-۱ گودبرداری

پس از مراحل محاسبه اجرای گودبرداری زمین، دو اتفاق مهم در اولویت گروه پیمانکار قرار می‌گیرد، اول ایجاد محوطه کارگاهی و دوم نصب سازه‌های نگهدارنده و اجرای پروتکل‌های ایمنی و امنیتی است. با توجه به شرایط و الزامات مقررات ملی برای گودبرداری، عموماً در کارگاه ساختمانی اقدام به ایجاد سازه نگهدارنده (خرپا، نیلینگ سپرکوبی، شمع درجا و...) می‌کنند. عمدتاً در انواع سازه‌های نگهدارنده از نوع صلب یا انعطاف پذیر آن از تکنیک پیش‌ساختگی استفاده می‌کنند، یعنی از پشت بند‌ها، پایه‌ها و دیوارها و قالب‌های آماده در جهت ایمن‌سازی خاک اطراف بهره می‌برند، که دلیل آن استفاده بهینه از زمان و پرتکرار بودن شرایط ایمن‌سازی در اکثر پروژه‌های عمرانی است. در تمام مراحل این سازه‌های نگهدارنده از جمله:

- دیوار حائل وزنی
- سازه نگهدارنده خرپایی
- دیوار حائل طره‌ای (کنسولی)
- سازه نگهدارنده مهار متقابل
- دیوار حائل پشت‌بند دار
- سازه نگهدارنده نیلینگ
- شمع کوبی (شمع درجا)
- سپر کوبی
- دیوار دیافراگمی

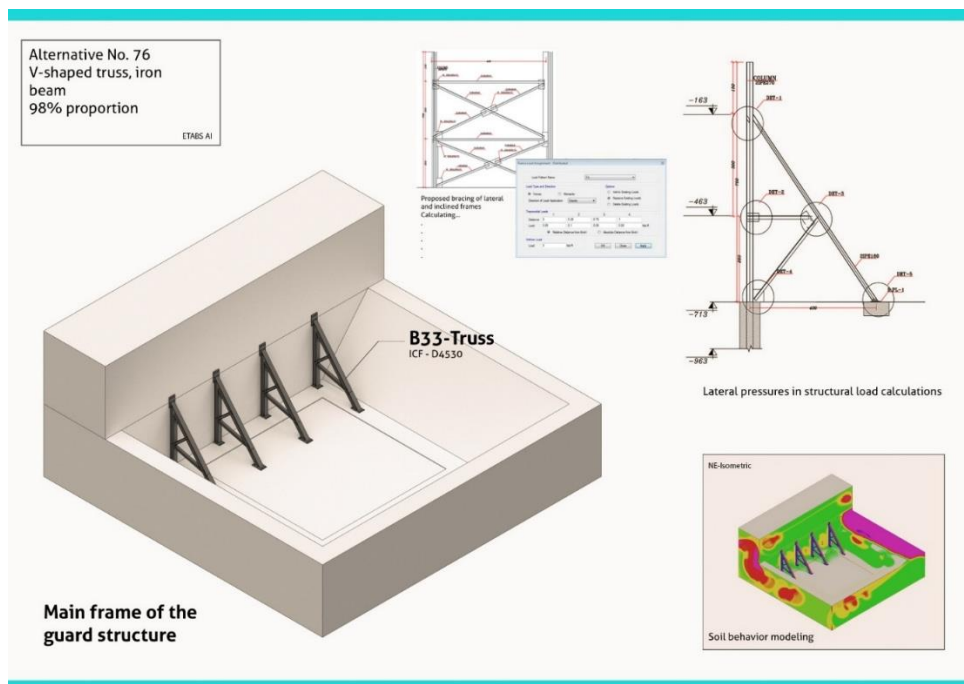
تمامی اقدامات، به علت حساسیت این مرحله و نیاز مبرم آن به استقامت بالا در صورت تداوم و طولانی بودن پروسه مسلح‌سازی، باید بسیار سریع و دقیق انجام پذیرد، مراحل پیش‌رو که به ترتیب زیر است، باید قبل از شروع عملیات خاکبرداری تمامی المان‌ها آماده و به نوعی پیش‌ساخته باشند:

- (۱) حفاری چاه در امتداد گودبرداری (۲) نصب عضو قائم (۳) گودبرداری با شیب پایدار (۴) اجرای فونداسیون برای عضو مایل (۵) نصب عضو مایل (۶) نصب اعضای افقی و قطری به صورت مرحله‌ای (۷) تثبیت جداره‌های گود

شرکت‌های پیمانکاری ساختمان، عموماً باید به یک بستر و مجموعه‌ای از ابزارهای پیش‌ساخته برای این مرحله از اجرا مجهز باشند، و با توجه به پارامترهای مختلفی از جمله، نتایج آزمایش خاک، پیش‌بینی آب و هوای محل اجرا در زمان

بندی پیش رو، استحکامات ساختمان های مجاور، الزامات ساختمان در حال احداث و دیگر شرایط خاص پروژه اقدام به انتخاب بهترین روش، متناسب ترین ابزار و اعمال دقیق ترین تنظیمات برای ایمن سازی بکنند، این قسمت که همواره با محاسبات اولیه و نظارت پیوسته از سمت ارگان های مربوط صورت میگیرد، عمدتاً به علت انجام تجربی آن یکی از پر حادثه ترین مراحل اجرای ساختمان است.

با این حال اعمال هزینه برای این اقدامات، برای پیمانکاران توجه ناپذیر جلوه می کند، در این میان هوش مصنوعی تمام این پروسه را با حداقل زمان، هزینه و درگیر کردن نیروها فقط با وارد کردن داده های درست از پروژه و ابزار های تحت اختیار با مدل های شبیه سازی و پیشبینی خود طراحی و بهترین پیشنهاد را به پیمانکار با محاسبه مدیریت ریسک ارائه می کند. محاسبه ریسک و فرصت/هزینه، جزو آپشن هایی است که مدیران پروژه باید در هر مرحله به صورت مستقل و متصل انجام دهند، که معمولاً بخاطر کمبود منابع مالی و البته زمان از آن صرف نظر می کنند.



شکل ۹ شبیه سازی آلترناتیو های سازه نگهبان توسط هوش مصنوعی

پس از اجرای سازه نگهبان، متناسب با نقشه های دیتیل هایی تحویل داده شده از سامانه، اطلاعات پروژه را تا زمان برپا بودن تمام سازه های موقت، اعم از تغییرات و فشارها و شکستگی ها و ترک ها، تغییر رفتار سازه یا بارهای اضافه، جمع آوری کرده و به عنوان یک داده خام به هوش مصنوعی می دهیم، و ماشین با تحلیل این داده های جدید علاوه بر محاسبه ریسک جدید، در پروژه های آینده و در تمام محاسبات بعدی ازین تجربه نیز استفاده می کند.

۲-۶ فونداسیون، ستون و تیرهای بتنی

مرحله شالوده سازی، به طور متداول با آرماتور و بتن ریزی، یکی از کندترین و زمان برترین مراحل اجراست، قسمتی که با درگیری های بسیاری مابین طراح سازه، آرماتور بند، پیمانکار، ناظر و حتی مالک، همراه است و این مرحله را تنش زا و چالش برانگیز می کند.

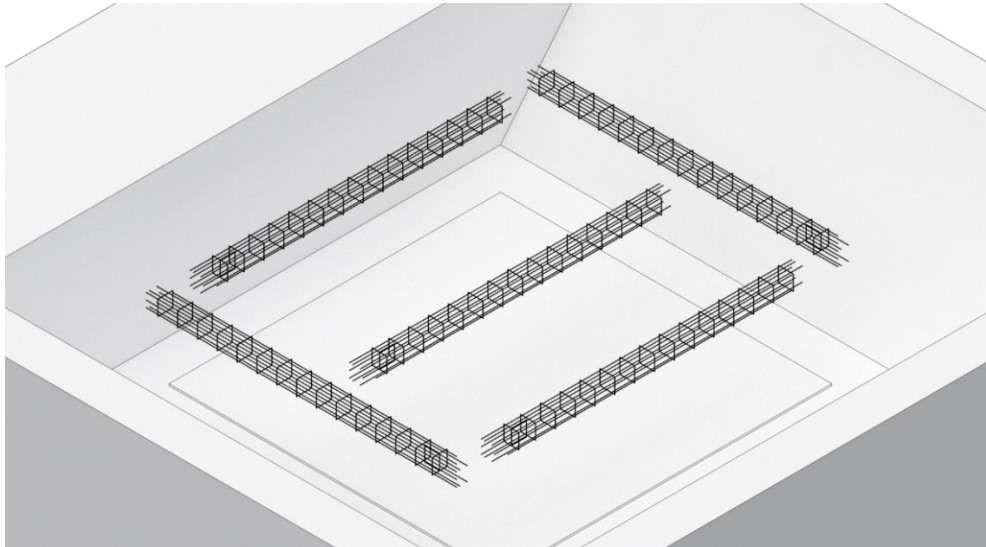
روش پیشنهادی مانند بقیه مراحل ، پیشساختگی کنترل شده است. یعنی مرحله آرماتور بندی در یک کارگاه پیش از شروع پروژه مذکور سفارش داده شده و پس از تسطیح زمین به سایت منتقل شده و حتی بتن ریزی آن هم در کارگاه و به صورت پیش ساخته انجام شده و تنها در پروژه نصب می‌گردد.



شکل ۱۰ آرماتور بندی پیش ساخته در کارگاه

مزایای این روش با توجه به هدر رفت انرژی در روش سنتی ، بسیار مشهود است، در وهله اول ، دیگر نیازی به بتن مگر یا بتن تسطیح نیست ، اصولاً این بتن که به ضخامت کم با عیار ۱۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب است که به عنوان یک عایق و صاف کننده سطح اجرا می شود تا اولاً تا ترازای کف ، سازه فونداسیون را خراب نکند و ثانیاً رطوبت بتن ، توسط خاک کشیده نشود، که در این روش دیگر نیازی به آن نداریم.

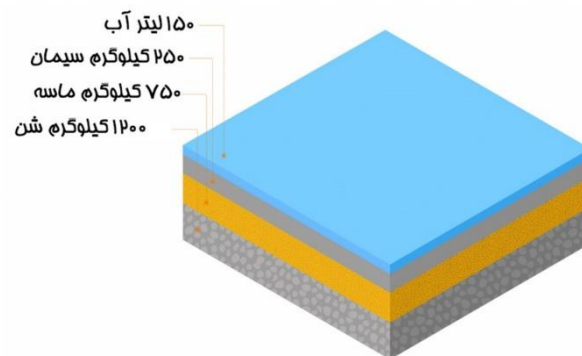
مزیت دیگر این روش ، دقت بالای متخصصین است ، زیرا دیگر در سایت و زمین پروژه عملیات آرماتور بندی با شرایط و مشقت فراوان انجام نمی‌شود بلکه در کارگاه های تخصصی مجهز متناسب با ابعاد و نقشه مهندس سازه بدون عجله با نظارت دقیق به صورت پیشساخته تولید می‌شود. در این روش کنترل ، نظارت و تغییر بسیار راحت تر است؛ ارگان های مربوط مانند نظام مهندسی نیز می توانند بسیار سیستماتیک و با شناخت بیشتری تمامی سازه ها را کنترل کنند و سیستم نظارت نیز بسیار سریع تر صورت می‌گیرد. این فرآیند به دو صورت آرماتور تنها و یا آرماتور با بتن ریزی صورت می‌گیرد که در پروژه های مختلف با اولویت و دیتیل های متفاوت ، متناسب با استراتژی پروژه یکی ازین روش را برگزیده خواهد شد. در این سیستم ، المان های پر جزئیات و پر خطای فونداسیون و در ادامه تیر و ستون سازه را که در محل برپایی ساختمان ساخته می‌شد را به نظارت بیشتر و راحتی در ساخت سوق می‌دهد. سهولت در شرایط نیرو های آرماتور بندی و بتن ریزی یعنی بالا رفتن دقت کار و کم شدن هدر رفت انرژی، زمان و البته هزینه.



شکل ۱۱ المان‌های پیش‌ساخته فونداسیون در محل به هم بافته می‌شود

دو کارخانه آرماتور بندی و سیمان را در کنار هم تصور کنید، که در یکی آرماتور پیش ساخته تولید شده و در قسمت کارخانه سیمان، بتن ریزی آن صورت می‌گیرد. در این روش سالانه چندین هزار مترمکعب سیمان، آب و مصالح صرفه جویی شده و دیگر خطر منقضي شده بر اثر دیر رسیدن میکسر به محل بتن ریزی وجود ندارد، این روش با حذف چنین مرحله اعمم از ساخت، جابجایی، نگهداری، بتن ریزی در محل و... دیگر نه مزاحمتی برای همسایگان به وجود می‌آورد و نه خطر تخلیه ناگهانی حجم زیادی از بتن وجود دارد.

با توجه به حضور ایران در بین کشور هایی که در آینده نچندان دور با بحران آب مواجه خواهند شد، در وهله اول وظیفه اخلاقی ما و در وهله دوم الزام نظام اقتصادی و مدیریت کلان کشور است که از هر روش برای صرفه جویی و کم کردن میزان استفاده آب مخصوصا در صنعت استفاده کنیم. در چنین شرایطی استفاده از روش های پیش‌ساخته در تولید فونداسیون، تیر یا ستون بتن مسلح باید با حداقل دور ریز و هدر رفت آب همراه باشد.



شکل ۱۲ میزان مصالح استفاده شده در یک متر مکعب بتن

تولید این المان های سازه ای غول آسا در کارگاه های کنترل شده، در مرحله اول هرگونه تبخیر سطحی ناشی از بتن ریزی در محل را حذف می‌کند. زیرا در کارگاه هایی با رطوبت استاندارد، ریخته گری انجام می‌شود و دیگر نور خورشید، گرما، رطوبت، یا برودت زیاد، نیازی به استفاده از مواد افزودنی به بتن، مانند روان کننده ها، دیرگیر کننده ها، کندگیر کننده ها و... نیست و اگر ماده ای مانده قوام دهنده یا ازین قبل مواد افزودنی لازم باشد با کنترل دقیق تر دستگاه ها نیز

همراه است. به علاوه تمامی مراحل نگهداری از بتن با مجهز ترین دستگاه ها صورت می‌گیرند و دیگر نیازی به ویبراتور موضعی نیست و قالب های آماده در کارگاه که مجهز به ویبراتور هستند، این وظیفه را به عهده می‌گیرند. در میان این مکانیزم پیچیده ولی ساده پیش ساخته، نقش ابزار و تجهیزات و البته پیوستگی آن ها بسیار پر رنگ تر است، بدیهی است که برای مدیریت سیستماتیک آن ، مانده تمام کارخانه های تمام اتوماتیک بدون حضور انسان ، نیاز به یک هوش بدون محدودیت برای نظارت ، کنترل و مدیریت آن لازم است. سیستم نظارت هوش مصنوعی می‌تواند بدون هیچگونه نیروی انسانی با کمک بازو ها ، حسگر ها و ابزار های جابجایی، تمام پروسه ساخت یک ستون پیش ساخته را مدیریت کند.



شکل ۱۳ کنترل پنل آزمایشگاه ساخت بتن

تمام خروجی های این سیستم باید از یک پلتفرم کنترل کیفی گذر کرده و پس از انتقال به محل، آماده نصب شوند. عمدتاً سیستم های پیش ساخته و واحد های بتن ریزی شده آماده با اتصالات پیچ و مهره ای به دیگر اجزا متصل می‌گردد ، اما در ساختمان هایی که طراح سازه نیاز به یک سازه یک پارچه بتنی دارد محل اتصال و نحوه اجرای کلاف از قبل پیش‌بینی شده است. پس از قراردادن میلگردهای مورد نیاز درون اتصال، بتن‌ریزی انجام می‌شود. این کفشک‌ها به طور معمول بر روی یک کلاف بتن مسلح پیش ساخته، قرار می‌گیرند و اجزای دیگر سازه به واسطه این کلاف، به شالوده متصل می‌شوند.



شکل ۱۴ فونداسیون بتنی پیش ساخته در هلند

بدین ترتیب با مجموعه ای از المان های پیش ساخته ، میتوان تمام سازه یک ساختمان در موقعیت شهری را اجرا کرده و با یک طراحی هوشمندانه، و در نظر گرفتن محل رفت آمد تاسیسات ، در کمترین زمان ممکن ساختمان را تا مرحله سفت کاری پیش برد ، مرحله ای که در حالت عادی و روش های سنتی قبلی در حدود ۴-۵ ماه زمان می‌برد، اما با به روش

های پیش ساخته از شروع عملیات می‌توان ظرف ۴۰ روز به مرحله اتمام اسکلت رسید. پس از اجرای ستون‌ها و تیرهای بتنی، نوبت به کفسازی و اجرای پلتفرم‌های بتنی آماده در ابعاد مشخص (دهانه ستون‌ها) میرسد. صفحه‌هایی که با توجه به نقشه‌های سازه‌های، از وسط آکس هر ستون تقسیم شده و روی سطح هر طبقه با میلگرد‌های انتظار جایگذاری می‌شود.

این فرایند کمک فراوانی به صرفه جویی مصرف آب در ساخت ملات کفسازی‌ها می‌کند، این موضوع کف سازه‌ای را کوتاه‌تر کرده و به همین دلیل، کف معماری آزادی عمل بیشتری نیز دارد. که در نهایت میتوان به مصرف کمتر حجم بتن، ملات، پلی استایرن و البته زمان اشاره کرد.



شکل ۱۵ تیر و کفسازی بتنی پیش ساخته

۳-۶ دیوارها جداره‌های پرکننده

جزء مهم اما پر دردسر و البته زمان‌بر ساختمان، تیغه‌کشی‌ها و بالا بردن دیوارهاست، دیوارهای خارجی با ضخامت بیشتر و سازه‌های وال‌پست در جداره‌هایی که بازشو، دهانه و درب دارند، اجرا می‌گردد و در تقسیم بندی‌های داخلی نیز دیوارها با ضخامت‌های متفاوت و کارکرد‌های گوناگون در محل زندگی، فضا‌های مختلف را از هم جدا می‌کند. مهم‌ترین موضوع در این بالا بودن سرعت در عین حفظ استحکام است، امروزه در دنیا از روش‌های متفاوتی برای دیوارهای تقسیم‌کننده و پرکننده استفاده می‌کنند، در تمام این روش‌های پیش ساخته سرعت بالا، سبک‌سازی ساختمان و ایمن کردن آن جزو ویژگی‌های اصلی به شمار می‌رود؛ ولی هر کدام مزایا و معایب متفاوتی دارد و ما از چند نمونه آن نام می‌بریم:

۱-۳-۶ دیوارهای چوبی

دیوارهایی با وزن بسیار پایین‌تر نسبت به دیوارهای مصالح بنایی هستند که سرعت بالا تر و انعطاف فوق‌العاده‌ای دارند اما، سطح پوششی آنها معمولاً نیاز به ترمیم و مراقبت دارد و عموماً از لحاظ مالی به صرفه نیستند.

۶-۳-۲ دیوار های LSF

این دیوار ها که دارای سازه های سبک آلومینیومی هستند از سقف و کف مهار گرفته و وزن خود را منتقل می کنند، این المان های یکپارچه دارای یک بخش سازه ای فلزی هستند و یک سطح پوشاننده که معمولا از گچ برگ استفاده میکنند، این روش بسیار سریع ، دقیق و ساده است و به علت فضای خالی پشت ورق ها، رد کردن تاسیسات نیز دیگر یک چالش نیست. معمولا این روش در ایران بسیار مقرون به صرفه است.

۶-۳-۳ دیوار های بتنی

این روش جزو روش های سبک ساختمانی نیست ،اما به علت آماده بودن دیوار بسیار سریع و محکم است ، البته که برای مصارف خانگی شاید مقرون به صرفه نباشد ، اما به علت استفاده از بتن مسلح در ساخت آن تقریبا هیچ محدودیتی از نوع استفاده در آن وجود ندارد ولی نمی توان هر قسمتی از آن را تغییر داد و امکان جابجایی وجود ندارد.

۶-۳-۴ ترییدی پنل (3D Panel)

سیستم سریع ساختی که با یک پوشش فومی که با یک صفحه مش فلزی مسلح شده است در محل ساخت دیوار قرار میگیرد و روی آن بتن پاشیده می شود این روش به کیفیت دیگر روش ها نیست، اما بسیار سریع و ارزان است.

۶-۳-۵ دیوار های پیش ساخته یونولیتی

این روش که با مسلح کردن ورق های ضخیم پلی استایرن با آلومینیوم سبک صورت می پذیرد، یکی از سریع ترین و به صرفه ترین روش های دیوار سازی در ساختمان است ، یونولیت های ضخیمی که در عرض کم به صورت پازلی و عمودی کنار هم چیده می شود، این روش ابداعی کیفیت نیست و با وجود اینکه نیاز به یک ملات یا ورق پوشاننده دارد اما عموما مقرون به صرفه، سبک و مستحکم است. در این روش قاب درب ها و پنجره ها که از قبل طراحی شده به وسیله سازه های آلومینیومی سبک جا نمایی شده است. سبک سازی و مقاوم بودن در برابر زلزله در این روش چندین برابر ساختمان های ملاتی است و به واسطه یک پارچه بودنشان ، احتمال تخریب بسیار پایینی دارد.

بزرگترین مشکل در مرحله اجرای دیوار ها و پوشش روی آنها موضوع «بهینگی» است. دیوار ها به واسطه تقسیم بندی فضا ها و تنوع بالای ارتباط فضا ها با یکدیگر و عملکرد های متفاوت آنها ، به دیوار های متفاوتی نیاز دارند، امروزه و با شیوه های سنتی معمولا از یک نوع دیوار (در دوضخامت) در جداره بندی ساختمان استفاده می کنیم ؛ جنس دیوار پرکننده نمای خارجی با دیواری که مجاور درز انقطاع و آشپزخانه همسایه است و همینطور دیوار راه پله یا دیوار چاه آسانسور ، ویژگی ها و نیاز های متفاوتی دارند، جنس ، ضخامت ، انتقال حرارتی ، عایق بندی صدا ، وزن و بسیاری ویژگی های دیوار ها با یکدیگر متفاوت است ، ازین رو در زمان محاسبه انرژی اولیه ساختمان میتوان برای هر قسمت و هر فضا یک دیوار متناسب با نیاز های آن در نظر گرفت.

برای این چیدمان فضایی و انتخاب مصالح متناسب برای هر جداره و پارتیشن ، تنظیم ویژگی های کلی هر فضا و اولویت های اجرایی آن ، بهینه ترین حالت ، وجود یک سامانه ارزش گذاری با استاندارد های از قبل تعیین شده جهت برنامه ریزی اجرایی دیوار ها و پوشاننده هاست.



شکل ۱۷ الویت دهی و تفکیک دیوار ها جهت برنامه ریزی اجرایی



شکل ۱۶ دیوار های پیش ساخته پلی استایرن - تولید شرکت داخلی



شکل ۱۸ دیوار های پیش ساخته بتنی

۷- سنجش کارکرد هوش مصنوعی

شاخص های نتیجه محور برای سنجش عملکرد و کارکرد تاثیر هوش مصنوعی و روش پیشساختگی را میتوان در ۸ عنوان مورد بررسی قرار داد:

شاخص های ایمنی و نظارتی؛ شاخص های مدیریتی؛ شاخص های تعاملی؛ شاخص های حل مساله و چالشی؛ شاخص های فنی؛ شاخص های اقتصادی؛ شاخص های قانونی و شاخص های توسعه ای

این معیارها که مشخص کننده، میزان عمق توسعه برای استفاده از روش پیشساختگی و تاثیر هوش مصنوعی بر آن است، با مقایسه یک به یک آمارهای سیستمهای سنتی ساخت و ساز به دست می‌آید و هنوز داده معتبری برای سطح استاندارد آن در ایران در دسترس نیست.

۱-۷ شاخصهای ایمنی و نظارتی

این سنجها با تمرکز بر ایمن بودن روشهای مورد بررسی، با مدل سازی سناریوهای مختلف به محاسبه ریسک استفاده و خطاهای محاسباتی احتمالی می‌پردازند، در هر آیت با در نظر گرفتن دامنه تاثیرات هر تصمیم واگذار شده به هوش مصنوعی و محاسبه احتمال رخداد و شدت تاثیر آن به ریسک نهایی رسیده و با ارائه الگوهای پیشنهادی سعی در کمتر کردن دامنه خطر و بالابردن ایمنی سیستم دارد. [2]

۲-۷ شاخصهای مدیریتی

تشخیص حدود بهینگی و اتخاذ بهترین تصمیم در زمینه برنامه ریزی و نظارت بر حسن انجام کار وظیفه اصلی شاخصهای مدیریتی است که از دیگر شاخصها بیشتر نیاز به موارد مشاهده مشابه جهت مقایسه دارد، این شاخصها که برای کنترل و ارائه الگوهای مشخص و برای استراتژیهای بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرد، معمولاً خروجیهای کیفی دارند و در طول یک پروسه قابل درک می‌باشند. [2]

۳-۷ شاخصهای تعاملی

بخش عمده ای از صنعت ساختمان که خارج از حوزه اجرای ساختمان قرار می‌گیرد، توسط انسان مدیریت می‌شود به همین دلیل نیاز مبرمی به وجود شاخصهایی داریم که این میزان تعامل و کیفیتهای ارتباطی آن را بسنجند، گاهی عدم ارتباط موثر باعث به هم ریختگی برنامه ریزی و عدم انتقال کامل مفاهیم و درخواست هاست، در سیستمهای انسان محور سنتی نیز این عدم هماهنگیها وجود دارد، که شاخصهای تعاملی که شامل، دقت، زمان، کیفیت، سیستم پیشنهادی، دستورات بازگشتی، هر فرآیند و مقایسه با فعالیتهای مشابه است وظیفه بررسی میزان یکپارچگی نیاز و اطلاعات انتقالی پروژه را دارد. [2]

۴-۷ شاخصهای حل مساله و چالشی

متغیرهای زیادی برای بررسی این شاخصها وجود دارند که اکثر آنها با الگوی تشخیص مساله و ارائه راه حل برای آن کار می‌کنند، مساله یا مشکل به هر مانعی برای اجرای نرمال فرآیند گفته می‌شود که از نا هماهنگی تا خطای محاسباتی و اشتباهات انسانی را شامل می‌شود، اینکه در هر مورد سیستم چه تصمیم و چه برنامه ای برای روبرو شدن با این موانع و چالشها دارد، و اینکه چه میزان طول خواهد کشید که به چه درصدی از شرایط قبل از ایجاد مشکل برگردیم، نیاز به شاخصهایی دارد که خلاقیت سیستم و انعطاف روشها را با آن بسنجیم. [2]

۷-۵ شاخص های فنی:

این شاخص ها که معمولا کارکرد مقایسه ای بین چیزی که اجرا شده و چیزی که طراحی شده را دارند ، وظیفه اطمینان از تعهد به طرح و بهیگی طرح را به عهده دارند ، این شاخص که که معمولا از بقیه عددی تر است امروزه بسیار پر خطا و با محدودیت های تکنیکی فراوانی بررسی می شود.[2]

۷-۶ شاخص های اقتصادی

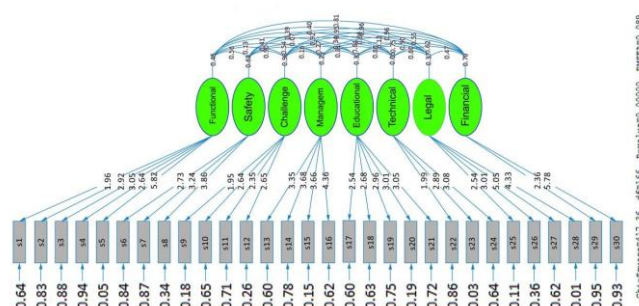
این شاخص ها با محاسبه فرصت/ هزینه هر تصمیم و تصمیمات مشابه با انحراف معیار های پیشفرض ، تاثیرات اقتصادی و مالی هر تصمیم در پروژه را بررسی کرده و از تفاضل بهینه ترین حالت ها به آن نمره می دهند. شاخص های اقتصادی وابسته به جریان ها و تغییرات اقتصادی در کشور و متاثر از سیاست های کوچک و بزرگ هستند ، به همین دلیل از بقیه شاخص ها ، زودتر تغییر کرده و باز اصلاح می گردند.[2]

۷-۷ شاخص های قانونی:

الزاما بهترین تصمیم ، انتخاب قانونی نخواهد بود، اینکه چقدر در چهارچوب قانون ، سیستم یا مدیران تصمیم گیری می کنند و چقدر بابت خروج از این قانون باعث آسیب به پروژه یا محیط خود می شوند، معیار مهمی برای متناسب بودن سیستم است، یکی از کارکرد های این شاخص ، مقایسه آن ها در دراز مدت و پیدا کردن ، بزرگترین چالش های قانونی و ارائه راهکار برای پروژه های آینده و یا درخواست اصلاح قانون است.[2]

۷-۸ شاخص های توسعه ای:

اینکه بسیاری از تصمیمات در پروژه، با توسعه و گسترش سیستم بهتر می شوند نشان دهنده قابل بسط بودن آن است، شاخص های توسعه ای، با محاسبه احتمالات تغییرات در آینده و انعطاف تصمیمات در چالش های بعدی مشخص می کند که کدام تصمیمات در آینده قابل تکرار و البته قابل سرمایه گذاری هستند. مقایسه با مدل های پیشبینی بهیگی مصالح ساختمانی در آینده در استفاده از آن در پروژه های ساختمانی و خدمات متقابل آن تاثیر مستقیم در انتخاب آن دارد. [2]



شکل ۱۸ معنی داری تحلیل عامل تأییدی آگاهی و تجربه در استفاده از هوش مصنوعی [2]

جمع بندی

صنعت ساختمان به عنوان یکی از پایه های رشد اقتصادی کشور و عاملیت مردم در اجرای اسناد توسعه ای آن و تاثیر غير متخصصين در حوزه های مختلف در صرفه جویی و البته انحراف کیفیت به معیار ها و ابزار های مختلفی برای بهینه تر شد زمان ، دقت و هزینه نیاز دارد، که با توجه به رشد تکنولوژی در دنیا و ایران و ورود سیستم های جدید و فناوری های متناسب تر ، از بین رفتن روش های سنتی اجتناب ناپذیر است.

یکی از ویژگی های مشترک این فناوری ها روش های پیش ساخته برای کنترل کیفیت محصولات و اجزا و البته کم کردن زمان اجرای هر پروژه است. با این حال این روش به واسطه سریع بودن نیاز به سیستمی با سرعت متناسب و البته دقتی فرا تر از تشخیص انسان دارد. هوش مصنوعی قدرت در نظر گرفتن حجم و طیف وسیعی از اطلاعات را به صورت همزمان با حفظ سابقه آن اطلاعات و توانایی یافتن ارتباط زمانی و کیفی آنها با یکدیگر را دارد که در کوتاه ترین عملیات ممکن قابلیت تحلیل آن ها در دسترس می گذارد. یکی از مزایای استفاده از هوش مصنوعی و «یادگیری ماشین» در تحلیل بیگ دیتا ، یافتن الگو های پنهان و روابطی است که انسان با بررسی یک به یک داده ها به آن نخواهد رسید ، ازین رو به کمک «یادگیری عمیق» می توان با الگوییابی هایی که اولویت های متنوعی دارند، از حجم داده های بسیار زیاد، خروجی و گزاره های متقنی استخراج کرد.

این کاربرد مهم در صنعت چند لایه ساختمان که تمام پارامتر ها با منطق فازی با یکدیگر در تعامل اند، به عنوان یک راه حل کلیدی در حل مسائل مهم به صورت یک مدل فکری به کمک هوش مصنوعی در این مقاله معرفی شد. در شرایط لغزنده اقتصاد فعلی، این صنعت باید از تمام ظرفیت های موجود برای بهینگی و کاهش قیمت با افزایش کیفیت استفاده کند، با این حال در دنیا و در کشور هایی با اقتصاد پویا و مستحکم از برای رشد علمی و هدفمند تر کردن منابع از تمام روش ها علی الخصوص استفاده از هوش مصنوعی بهره می برند. که در این مورد می توان با الگو قراردادن آنها و در نظر گرفتن محدودیت های منابع طبیعی، انسانی و مالی داخلی قدمی مثبت در جهت رشد شاخص های توسعه انسانی برداریم.

هوشمند سازی که متقابلا با خودش پویایی بیشتر را به همراه دارد، در صنعت ساختمان منتج به نتایج پایداری می شود ، سبک سازی، کاهش قیمت ، کاهش آسیب به محیط زیست، تسریع عملیات ، بالا رفتن دقت ، آسیب های مالی و جانی کمتر و... از شاخص ترین مزایای استفاده از روش های هوشمند و مدل پیشنهادی در صنعت ساختمان است. پیش ساختگی نیز به عنوان یک تکنیک در کنار هوشمند سازی ، وسعت زمینه تاثیر را دو چندان کرده و می تواند کمک فراوانی به کنترل مصرف انرژی و منابع کند و تمرکز صنعت را به کشف پتانسیل های جدید و توجه به جنبه هایی که قبلا به عنوان نقطه ضعف اجتناب ناپذیر یاد می شد ، سوق دهد.

رسالت اصلی صنعت ساختمان ، ایجاد آسایش و آرامش در زندگی انسان هاست ، پس فارغ از وابستگی های تکنیکی همیشه باید با بروز نگه داشتن تکنولوژی و روشمندی این صنعت، به رشد آن و در نتیجه به آسایش انسان کمک کنیم. تاثیر مستقیم تصمیمات انسان بر همه جنبه های حیات در این کره خاکی بر کسی پوشیده نیست ، پس با افزایش دقت در تصمیمات و توجه به عمق و دایره تاثیر آنها می توانیم ، زیست بهتری برای انسان و محیط به ارمغان بیاوریم.

منابع

- (۱) پارسونز، گلن. (۲۰۱۶)، "فلسفه دیزاین"، انتشارات مشکی، تهران
- (۲) محمودی ساری، م.ج، نامدار، (۱۴۰۳)، "کاربرد هوش مصنوعی در صنعت ساختمان، نشریه تکنولوژی در کارآفرینی و مدیریت استراتژیک، تهران
- (۳) مرزبان، مینوچهر؛ اقبالی، سید رحمان؛ اسدی ملکجهان، فرزانه، ۱۴۰۱، تدوین سناریو های آینده صنعت ساختمان مبتنی بر فناوری های نوین، انتشارات دانشگاه بین المللی امام خمینی
- (۴) امام زادگان، محمد؛ پیوسته گر، یعقوب؛ حیدری، علی اکبر؛ ملک حسینی، راضیه، ۲۰۲۴، تحلیل قابلیت ادغام مدلسازی اطلاعات ساختمان (bim) و هوش مصنوعی معماری با رویکرد ردیابی نظام وار منابع علمی در دوره ۲۰۱۵-۲۰۲۱
- (۵) میرزایی پور میبدی، فاطمه؛ منتظری هدش، مریم، ۱۴۰۲، چالش های پیشرو و هوش مصنوعی در معماری