

# یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11<sup>th</sup> National Congress of  
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

## بررسی نقش به کارگیری هوش مصنوعی در صنعت ساخت

فاطمه نرگس نژاد<sup>۱</sup>، فرزانه میرزایی<sup>۲</sup>، الناز صدیق آرا<sup>۳</sup>، بهنود برمایه ور<sup>۴</sup>، محمد حسین محمودی ساری<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت پروژه و ساخت، دانشگاه هنر، تهران، ایران

Fa.narges95@gmail.com

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت پروژه و ساخت، دانشگاه هنر، تهران، ایران

Fa\_mirzaie91@yahoo.com

<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت پروژه و ساخت، دانشگاه هنر، تهران، ایران

elnazsedighara@gmail.com

<sup>۴</sup> استادیار و عضو هیات علمی، گروه فناوری معماری (مدیریت پروژه و ساخت) دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه هنر، تهران

b.barmayehvar@art.ac.ir

<sup>۵</sup> دانشیار و عضو هیات علمی، گروه فناوری معماری (مدیریت پروژه و ساخت) دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه هنر، تهران

mahmoudi@art.ac.ir

### چکیده

امروزه پیشرفت علم و تکنولوژی مسیر پرشتایی را تجربه می کند. در این مسیر ترقی فناوری هوش مصنوعی به بخشی از زندگی روزمره انسان ها مبدل گشته است و به صورت محسوس در عرصه های مختلفی به کار گرفته میشود. صنعت ساخت و ساز نیز از این مهم مستثنی نبوده است، گرچه رشد این صنعت به دلیل چالش های فراوانی که با آن مواجه است، مانند هزینه و زمان، سلامت و ایمنی، بهره وری و کمبود نیروی کار به شدت محدود شده است. از سوی دیگر صنعت ساختمان یکی از کم دیجیتالی ترین صنایع در جهان است که مقابله با مشکلات را برای آن دشوار کرده است. زیرشاخه های هوش مصنوعی همچون یادگیری ماشینی، سیستم های مبتنی بر دانش، رباتیک و بهینه سازی با موفقیت در سایر صنایع برای دستیابی به اهداف مختلفی نظیر افزایش کارایی و بهره وری به کار گرفته شده اند اما چالش های متعدد مرتبط با هوش مصنوعی هنوز در صنعت ساخت و ساز وجود دارد. با این حال نتایج یافته ها حاکی از آن است که علی رغم همه موانع و چالش ها، بهره گیری از این فناوری در صنعت ساخت و ساز منجر به کسب نتایج درخشانی همچون بهینه سازی، بهبود ایمنی، افزایش بهره وری، کاهش ریسک و مدیریت موثر نیروی انسانی گردیده است.

### واژه های کلیدی

هوش مصنوعی، صنعت ساخت و ساز، چالش های هوش مصنوعی، مزایا و محدودیت های هوش مصنوعی.

# یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11<sup>th</sup> National Congress of  
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

## ۱. مقدمه

امروزه به دلیل گسترش روز افزون دانش و فناوری، حیطه های مختلفی از زندگی انسان ها تحت تاثیر علوم مختلف قرار گرفته است. همچنان که هوش مصنوعی به عنوان شاخه ای از علوم کامپیوتر در نظر گرفته می شود و به بیانی تکنولوژی ای است که به نحوی قابلیت تفکر دارد و سعی دارد در امور مختلف از تفکر انسانی تقلید کند و بهره بگیرد. در صنایع مختلفی از هوش مصنوعی بهره گرفته می شود و صنعت ساخت نیز از این تکنولوژی بی بهره نبوده است. با این حال هوش مصنوعی از دید صاحب نظران این حوزه در صنعت ساخت و ساز نسبت به صنایع دیگر با موانع و چالش های بی شماری به خصوص در ایران مواجه است که مانع رشد آن شده است. فقدان تخصص دیجیتال و پذیرش فناوری کافی در این صنعت با ناکارآمدی هزینه، تاخیر در پروژه، عملکرد با کیفیت پایین، تصمیم گیری نا آگاهانه و عملکرد ضعیف از نظر بهره وری، سلامت و ایمنی مرتبط است. در چند دهه گذشته، محققان مقالاتی در مورد کاربرد هوش مصنوعی و زیرشاخه های آن برای مقابله با چالش های خاص ساخت و ساز منتشر کرده اند. به عنوان مثال، یادگیری ماشین برای نظارت بر سلامت و ایمنی، برآورد هزینه، بهبود فرآیند لجستیک و پیش بینی ریسک استفاده شده است، همینطور رباتیک در نظارت بر سایت و ارزیابی عملکرد، مونتاژ خارج از محل، و مدیریت مصالح ساختمانی به کار گرفته شده است، با این وجود ساخت و ساز یکی از کم دیجیتال ترین صنایع در جهان باقی مانده است و همچنان با پذیرش هوش مصنوعی و سایر فناوری های دیجیتال مقابله می کند [14]. عدم پذیرش هوش مصنوعی را به چالش های مختلفی مانند موانع فرهنگی، هزینه های اولیه بالای هوش مصنوعی نسبت می دهند [11]. این مطالعه ابتدا به بررسی تعاریف، تاریخچه، اجزا، زیرشاخه ها و تکنیک های هوش مصنوعی می پردازد و سپس حوزه های کاربرد و اثرگذاری هوش مصنوعی در صنعت ساخت و ساز، موانع و چالش ها و همینطور پیامدهای آن را مورد بررسی قرار می دهد.

## ۲. روش شناسی تحقیق

روش تحقیق حاضر به صورت کیفی و کتابخانه ای با جمع آوری و مطالعه کتاب، مقالات و پژوهشهای انجام شده مرتبط با موضوع تحقیق می باشد که برای جستجوی از پایگاه داده Science Direct, researchgate استفاده گردیده است.

## ۳. تعریف هوش مصنوعی

تعریف و معنای دقیق کلمه هوش و حتی بیشتر از آن هوش مصنوعی موضوع بحث های زیادی است و سردرگمی های زیادی را به وجود آورده است. به عنوان مثال، یک فرهنگ لغت به تنهایی چهار تعریف از هوش مصنوعی ارائه می دهد [5]:

- یک حوزه تحصیلی در رشته علوم کامپیوتر است؛ هوش مصنوعی به توسعه رایانه هایی مربوط می شود که می توانند در فرآیندهای فکری انسان مانند یادگیری، استدلال و اصلاح خود شرکت کنند.
- این مفهوم که ماشین ها را می توان به گونه ای بهبود بخشید که برخی از قابلیت هایی را که معمولاً برای هوش انسان در نظر می گیرند (مانند یادگیری، تطبیق، اصلاح خود و غیره) را به راحتی انجام بدهند.
- گسترش هوش انسان از طریق استفاده از رایانه، مانند زمان های گذشته که قدرت فیزیکی با استفاده از ابزارهای مکانیکی گسترش یافت.
- در یک مفهوم محدود، مطالعه تکنیک های برنامه نویسی بهبود یافته برای استفاده مؤثرتر از رایانه ها است.

در تعریفی دیگر هوش مصنوعی را به عنوان فعالیتی برای هوشمندسازی ماشین ها تعریف میکند و هوش را ویژگی ای میدانند که یک موجود را قادر به عملکرد مناسب با قابلیت پیش بینی محیط می سازد [9]. تعاریف در طول زمان با توجه به تحولات سریع تغییر کرده است. تعاریفی که جدیدتر هستند، از «تقلید رفتار هوشمند انسان» صحبت می کنند، تعاریف زیادی در اطراف وجود دارد، اما بیشتر آنها را می توان به چهار دسته زیر طبقه بندی کرد [5]:

- سیستم هایی که مانند انسان فکر می کنند.

# یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11<sup>th</sup> National Congress of  
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

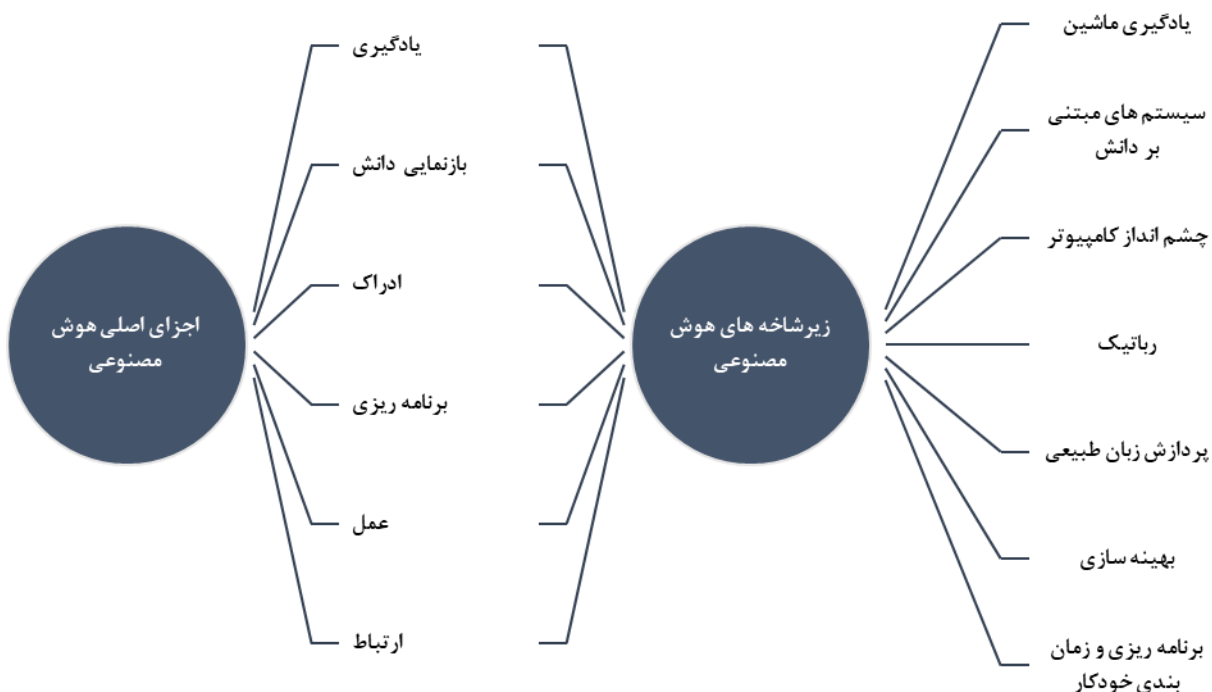
senaconf.ir

- سیستم هایی که مانند انسان عمل می کنند.
- سیستم هایی که منطقی فکر می کنند.
- سیستم هایی که منطقی عمل می کنند.

## ۴. تاریخچه هوش مصنوعی

تعیین دقیق تاریخ ایجاد آن چه که در اصطلاح عوام هوش مصنوعی خوانده میشود عملی دشوار است. احتمالاً تاریخ پیدایش هوش مصنوعی به زمان ایجاد رایانه هایی که میتوانستند برنامه هایی را در خود ذخیره کنند باز میگردد. اولین رایانه ها به ازای حل هر مسئله یک بار سیم کشی های داخلی آنها تغییر داده میشد. ذخیره کردن برنامه ها، رایانه ها را قادر ساخت عملکردهای خود را به سرعت و سهولت هر چه تمام تر تغییر دهند، زیرا فقط کافی بود تا برنامه ها تغییر کنند، تا عملکرد رایانه نیز تغییر نماید. این قابلیت این تصور را به وجود آورد که یک رایانه ممکن است بتواند خودش عملکرد خودش را تغییر دهد یا در واقع فکر کند [1]. با این وجود آنچه که امروز به عنوان هوش مصنوعی مطرح شده است از حوالی ۱۹۶۰ میلادی یعنی هنگامی که جان مک کارتی زبان LISP را به وجود آورد شروع به شکل گرفتن کرد. در اواسط دهه هفتاد رایانه هایی با حافظه های بسیار بزرگ متداول گردیدند و سرعت محاسبات نیز افزایش یافت. با وجود این پیشرفت ها نیز بسیاری از برنامه های قدیمی همچنان غیرقابل اجرا باقی میماندند زیرا برخی از مشکلات در این موارد وجود داشت. در واقع در آخر دهه هفتاد موفقیت های متعددی نظیر پردازش زبانهای طبیعی، نمایش آگاهی و حل مسئله در برخی از زمینه های هوش مصنوعی به دست آمد. سال های اولیه هوش مصنوعی سرشار از موفقیت هایی بود که در یک مسیر محدود قرار داشتند. با رایانه های اولیه و ابزارهای برنامه نویسی آن زمان و با توجه به این واقعیت که تنها چند سال قبل رایانه برای محاسبات و نه بیشتر از آن ساخته شده بود، همه متعجب شدند وقتی توانستند اعمال هوشمند را نیز انجام دهند [4].

اجزای اصلی هوش مصنوعی، همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، عبارتند از: یادگیری، بازنمایی دانش، ادراک، برنامه ریزی، عمل و ارتباط [14].



شکل ۱. اجزای اصلی و زیرشاخه های هوش مصنوعی [14]

# یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11<sup>th</sup> National Congress of  
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

۵. در ادامه به توضیح مختصری از زیرشاخه های هوش مصنوعی خواهیم پرداخت:

## ۱.۵. یادگیری ماشین

به طراحی و استفاده از برنامه های کامپیوتری برای یادگیری از تجربیات یا داده های گذشته به منظور مدل سازی، کنترل یا پیش بینی با استفاده از تکنیک های آماری بدون برنامه ریزی صریح مربوط می شود. روش های یادگیری ماشین عبارتند از [6]:

- یادگیری ماشینی نظارت شده
- یادگیری ماشینی بدون نظارت
- یادگیری تقویتی
- یادگیری عمیق

## ۲.۵. چشم انداز کامپیوتر

چشم انداز کامپیوتر یک زمینه چند رشته ای است که با شبیه سازی مصنوعی سیستم بینایی انسان سروکار دارد. برای دستیابی به هدف نهایی ساخت ماشین هایی که هوش انسان را تقلید می کنند و به دنبال این است که با گرفتن تصاویر از طریق دستگاه های مناسب، درک و سطح بالایی از تصاویر دیجیتالی و چند بعدی را فراهم کند [5].

## ۳.۵. برنامه ریزی و زمان بندی خودکار

برنامه ریزی زیرشاخه ای از هوش مصنوعی است که به توانمندسازی سیستم های هوشمند برای دستیابی به اهداف یا مقاصد دلخواه با انتخاب دقیق و توالی اقدامات بر اساس نتایج مورد انتظارشان مربوط می شود برنامه ریزی شامل انتخاب برنامه ها و تخصیص زمان و منابع لازم برای دستیابی به اهداف مورد نظر بر اساس کل منابع موجود است. تکنیک های برنامه ریزی و زمان بندی برای ارائه راه حل هایی برای برنامه های پیچیده که مناسب تر با محدودیت های مشکل و نیازهای کاربر است، به کار گرفته می شوند برنامه ریزی به دلیل پیچیدگی، هزینه و زمان مصرف در شرایطی استفاده می شود که مزایای آن بیشتر از هزینه باشد [14].

## ۴.۵. رباتیک

ربات ها دستگاه های بسیار خودکاری هستند که فعالیت های فیزیکی را در دنیای واقعی انجام می دهند. رباتیک یک فعالیت مهندسی میان رشته ای است که شامل طراحی، ساخت، بهره برداری و نگهداری ربات ها و سایر اقدامات کامپیوتری برای تقلید از اعمال فیزیکی انسان است [8].

## ۵.۵. سیستم های دانش محور

سیستم های مبتنی بر دانش شاخه ای از هوش مصنوعی است که به تصمیم گیری ماشینی بر اساس دانش موجود می پردازد. اساساً یک سیستم شامل یک پایگاه دانش، یک موتور استنتاج و یک رابط کاربری برای تعامل است. پایگاه دانش از ذخیره دانش تخصصی حوزه، موارد یا تجربیات گذشته یا سایر منابع مرتبط ایجاد می شود. مزیت اصلی آن افزایش بهره وری و کارایی دسترسی آسان و تعامل با دانش بزرگ دامنه مورد نیاز است. این سیستم استنتاج می کند و به نتایجی می رسد که اکتشافی، انعطاف پذیر و شفاف هستند و منطق پشت توصیه های داده شده را در صورت لزوم ارائه می دهند [14].

## ۶.۵. پردازش زبان طبیعی

پردازش زبان طبیعی زیرشاخه ای از هوش مصنوعی است که به ایجاد مدل های محاسباتی که توانایی های زبانی انسان ها را تقلید می کنند، مربوط می شود و در زمینه های ترجمه ماشینی، پردازش و خلاصه سازی متن زبان طبیعی، رابط های کاربری، بازیابی اطلاعات چندزبانه و متقابل زبان، تشخیص گفتار و سیستم های خبره استفاده شده است [1].

## ۷.۵. بهینه سازی

بهینه سازی مربوط به تصمیم گیری یا انتخاب هایی است که با توجه به مجموعه ای از محدودیت ها، بهترین نتایج را ارائه می دهد [7].

# یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11<sup>th</sup> National Congress of  
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

## ۶. تکنیک های هوش مصنوعی

این تکنیک ها به ۵ دسته تقسیم می شوند و بطور مختصر عبارتند از [2]:

### ۱.۶. الگوریتم ژنتیکی (GA)

الگوریتم های ژنتیکی تکنیکی مبتنی بر مفهوم بقا هستند و تکامل آنها در زمان مشاهده می شود. الگوریتم ژنتیک از سه عملگر اصلی استفاده می کند: انتخاب، متقاطع و جهش.

### ۲.۶. شبکه عصبی (NN)

شبکه عصبی مصنوعی یک سیستم رایانه ای یا الگوریتمی است که از سلول های عصبی مصنوعی تشکیل شده است که می تواند برای مدل سازی مغز و سیستم عصبی انسان استفاده شود.

### ۳.۶. فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

در AHP، مشکلات پیچیده در ابتدا به قسمتهای جزئی تقسیم می شوند که به چندین سطح سلسله مراتبی مرتب شده اند. در مرحله بعد، تصمیم گیرندگان بر اساس تجربه و دانش خود، هر شاخه را به صورت جفت دوگانه مقایسه می کنند. در اینجا ممکن است برخی از ناسازگاری ها رخ دهد زیرا این مقایسه ها از طریق قضاوت های شخصی انجام می شود. بزرگترین مزیت طرح AHP، عملیات نهایی آن با عنوان تأیید ثبات است. هنگامی که مقایسه ها در تمام سطوح سلسله مراتبی انجام شده و با تأیید اصالت به اثبات رسیده باشد، یک رتبه بندی اولویت کلی توسعه می یابد که براساس اولویت هر ویژگی و اولویت معیار متناسب آن است.

### ۴.۶. شبیه سازی تبرید (SA)

شبیه سازی تبرید یکی دیگر از تکنیک های هوش مصنوعی برای جستجو یا بهینه سازی است. این تکنیک یک روش جستجوی اکتشافی است، برخلاف اکثر روشهای بهبود تکراری، SA اجازه می دهد تا راه حل های کمتری در فرآیند جستجو پذیرفته شود.

### ۵.۶. منطق فازی (FL)

این تکنیک مبتنی بر زبان طبیعی است، و شایستگی های آن عبارت است از قابلیت ساخت آن بر اساس تجربه متخصصان، توانایی مدل سازی کارکردهای غیر خطی، تشخیص داده های نادرست و در آخر، قابلیت در آمیختن با تکنیک های کنترل معمولی. سه مرحله اصلی یک سیستم فازی عبارتند از: فازی سازی، تداخل و غیرفازی سازی.

## ۷. استفاده از هوش مصنوعی در صنعت ساخت و ساز و روند کاربرد آن

در سال ۲۰۱۵، میزان مرگ و میر در صنعت ساخت و ساز کره همچنان در بالاترین میزان در میان سایر بخش های اقتصادی باقی مانده بود. ساخت و ساز در چین نیز به عنوان یکی از پرخطرترین صنایع در نظر گرفته شده است. تحقیقات متعدد نشان داده است که مسائل ایمنی با شرایط خطرناک کار و عدم نظارت بر لزوم مدیریت ساخت و ساز برای تضمین ایمنی و پیشگیری از حوادث مرتبط است. هوش مصنوعی به عنوان ستون فقرات برای تغییر نحوه اجرای یک پروژه ساختمانی عمل می کند. تعداد سالانه نشریات مربوطه روند افزایشی را در طی سالهای ۲۰۲۰-۱۹۹۷ نشان می دهد که حاکی از آن است که استفاده از هوش مصنوعی در حال ظهور در صنعت ساخت و ساز در حال حاضر به یک موضوع داغ تبدیل شده است [10]. با گذشت زمان، بهینه سازی اصلی ترین حوزه مورد علاقه تحقیقاتی در کاربرد زیرشاخه های هوش مصنوعی برای صنعت ساخت و ساز بوده است. این را می توان به مبارزه دیرینه صنعت با سطح بهره وری پایین نسبت داد. بینش دیگری از روندهای تحقیقاتی در طول سال ها این است که یادگیری ماشینی در دهه گذشته از سیستم های مبتنی بر دانش به عنوان یک زیر شاخه مورد علاقه در صنعت ساخت و ساز پیشی گرفته است. این را می توان به افزایش نیاز به رفع کمبود نیروی

# یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11<sup>th</sup> National Congress of  
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

کار و مهارت نسبت داد. علاوه بر این، رباتیک همچنین در معرفی فناوریهای پرینت سه بعدی، پهپادها برای فرآیندهای ساخت و ساز به صدر کاربردهای هوش مصنوعی در صنعت ساخت و ساز آمده است با این حال، پردازش زبان طبیعی کمترین زمینه مورد تحقیق در صنعت ساخت و ساز بوده است. از آنجاکه ساخت و ساز اساساً یک تجارت با ریسک بالا است هوش مصنوعی می تواند به طور قابل توجهی اثربخشی پروژه های ساخت و ساز را بهبود بخشد [14].

## ۸. حوزه های کاربرد و اثرگذاری هوش مصنوعی در صنعت ساخت و ساز

### ۱.۸. اتوماسیون:

هوش مصنوعی روند مدیریت پروژه های ساخت را از نظر فنی به صورت اتوماتیک و عینی تر هدایت می کند. ثابت شده است که راه حل های مبتنی بر هوش مصنوعی با تکیه بر مشاهده و بهره برداری دستی، که مستعد تعصب و سردرگمی است، بر غلبه بر معایب متمایز مدیریت ساختاری متعارف کمک می کنند. بینش حاصل از چنین تجزیه و تحلیل پیشرفته ای به مدیران کمک می کند تا پروژه ساخت و ساز را بهتر بشناسند، دانش ضمنی حاصل از تجارب پروژه را رسمیت بخشند و به سرعت داده های پروژه را به روشی داده محور تشخیص دهند همانطور که برای نظارت بر ساخت و ساز در محل، هواپیماهای بدون سرنشین و سنسورها برای ثبت خودکار داده ها و گرفتن تصاویر / فیلم ها در مورد وضعیت ساخت، محیط و پیشرفت استفاده می شوند تا در مراحل مختلف پروژه تصویر جامع تری از سایت بدون کنش متقابل انسان. ارائه دهند. به عبارت دیگر، شواهد بدست آمده توسط چنین تکنیک هایی می تواند جایگزین مشاهدات دستی سنتی شود، که زمان بر، خسته کننده و مستعد خطا هستند [10].

### ۲.۸. مدیریت ریسک:

هوش مصنوعی می تواند ریسک بالقوه را از نظر ایمنی، کیفیت، کارایی و هزینه در تیم ها و مناطق کار نظارت، شناسایی، پیش بینی و همینطور شدت ریسک را از نظر کمی و کیفی ارزیابی میکند همچنین محدودیت های تجزیه و تحلیل ریسک سنتی، مانند ابهام و آسیب پذیری ناشی از تجربه متخصص و قضاوت ذهنی را برطرف کند. در نتیجه، تجزیه و تحلیل ریسک مبتنی بر هوش مصنوعی می تواند بینشی کمکی و پیش بینی کننده در مورد موضوعات مهم ارائه دهد، که به مدیران پروژه های ساخت کمک می کند تا سریع تر ریسک های احتمالی را اولویت بندی کرده و اقدامات پیشگیرانه را به جای اقداماتی برای کاهش ریسک جایگزین کنند [13]. به عبارت دیگر، هوش مصنوعی فرصت های ارزشمندی را برای تحقق عیب یابی اولیه برای جلوگیری از شکست نامطلوب و حوادث در گردش کار پیچیده فراهم می کند. علاوه بر این، ربات ها می توانند فعالیت های غیر ایمن را به عهده بگیرند تا تعداد انسانهایی را که در محیط های خطرناک کار می کنند به حداقل برسانند [10].

### ۳.۸. بهینه سازی:

یکی دیگر از موارد مهم استفاده از تکنیک های هوش مصنوعی در مشکلات بهینه سازی، با هدف اجرای روان تر و کارا تر پروژه ساخت است که برای موفقیت پروژه بسیار مهم است [7]. به طور معمول، الگوریتم های معروف بهینه سازی، مانند GA، SA، PSO، به طور گسترده ای برای برنامه ریزی، ساخت و نگهداری پروژه های ساختمانی استفاده شده اند. آنها می توانند به طور مداوم توصیه هایی را ارائه دهند تا نه تنها مدت زمان و هزینه را به حداقل برسانند، بلکه بهره وری و ایمنی را نیز به حداکثر برسانند. به عنوان مثال، بر اساس اهداف بهینه شده پروژه، می توان برنامه های مناسب از نظر استراتژی، بهره برداری را در مرحله برنامه ریزی به عنوان مقدمه مهم موفقیت پروژه ساخت تدوین کرد. در مرحله اجرای وظایف ساختمانی در یک سایت پیچیده، بهینه سازی در تخصیص بهتر منابع، ترتیب کارکنان و تعیین چیدمان امکانات کمک می کند. به دنبال آن است تا هم کارهای عملیاتی روزمره را با مسئولیت پذیری اجرا کند و هم اقدامات مناسب نگهداری را با هزینه بهینه انجام دهد که می تواند زیرساخت ها را در وضعیت مطلوبی نگه دارد. این همچنین به کاهش ضایعات و مصرف انرژی در ساختمان کمک می کند و از پایداری نیز پشتیبانی می کند. علاوه بر این، ربات های مجهز به هوش مصنوعی به طور مستقیم در محل ساخت و ساز به کار گرفته می شوند تا کارهای تکراری و معمولی مانند آجرچینی، جوشکاری، کاشی

# یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11<sup>th</sup> National Congress of  
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

کاری و سایر موارد را به عهده بگیرند. آنها می توانند بدون وقفه تقریباً با همان سرعت و کیفیت به طور مداوم کار کنند، بنابراین استفاده صحیح از ماشین آلات هوشمند کارایی و حتی سودآوری را تضمین می کند [10].

## ۴.۸. دیجیتال سازی:

BIM نقش اصلی را در دیجیتال سازی صنعت ساخت و ساز ایفا کرده است، BIM را می توان به عنوان ستون فقرات دیجیتال برای کار با هوش مصنوعی در نظر گرفت. هوش مصنوعی برای BIM، بستری را برای جمع آوری داده های بزرگ در مورد تمام جنبه های پروژه و به اشتراک گذاری، تبادل و تجزیه و تحلیل داده ها در زمان واقعی فراهم می کند. بنابراین می توان واکنش های فوری را برای ساده سازی جریان کار پیچیده، کوتاه کردن زمان بهره برداری، کاهش هزینه ها، کاهش خطر، بهینه سازی ترتیب کارکنان و سایر موارد انجام داد [7].

## ۵.۸. مدیریت منابع انسانی:

میزان تغییرات در صنعت ساخت و ساز در حال افزایش است و منابع انسانی شاغل در صنعت ساخت و ساز، دارای مشکلات و کمبودهای مختلفی هستند، برای رفع مشکلات و کمبودهای آنها، نیازمند برنامه ریزی هدفمند برای مدیریت مسائل مربوط به منابع انسانی هستیم. روند رو به افزایشی در استفاده از سیستم های هوش مصنوعی در کارکردهای مدیریت منابع انسانی به منظور بهره وری نیروی کار، بهبود تصمیم گیری و خلق مزیت رقابتی پایدار در حال شکل گیری روزافزون است. استفاده از هوش مصنوعی در مدیریت منابع انسانی در صنعت ساخت باعث کاهش بار کارکنان اجرایی، غلبه بر محدودیت های انسان و افزایش دقت و مشارکت کارکنان، کاهش تعصب در تصمیم گیری و خطا می گردد. از آنجا که افزایش بهره وری می تواند تأثیر زیادی در روند کلی ساخت و ساز داشته باشد هوش مصنوعی میتواند نقش حیاتی در مدیریت منابع انسانی ایفا کند، چرا که باعث صرفه جویی در زمان و افزایش کارایی میشود و بهره وری را افزایش میدهد [3].

## ۶.۸. مدیریت هزینه:

در جهت برآورد هزینه، پیش بینی، ارزیابی یا محاسبه هزینه احتمالی یک پروژه بر اساس اطلاعات موجود به کارگرفته می شود و باعث ارائه برآورد هزینه در سطح کارهای ساختمانی در مدت زمان قابل توجهی کوتاه تر، تجزیه و تحلیل سریع هزینه، جایگزینی برای روشهای سنتی تخمین هزینه - به ویژه در مورد تخمین مشتری در تدارکات، پیش بینی کمترین قیمت مناقصه و پیش بینی کل هزینه های پروژه های ساختمانی میگردد [12].

## ۹. حوزه های کاربرد، مزایا و محدودیت های زیرشاخه های هوش مصنوعی در صنعت ساخت و ساز

جدول ۱ برخی از مزایا و محدودیت های زیرشاخه های هوش مصنوعی در صنعت ساخت و ساز را نشان می دهد. مزایای مشابه در همه زیر شاخه ها شامل صرفه جویی در زمان، بهبود ایمنی، دقت بهتر و افزایش بهره وری کلی است. برخی از محدودیت های زیرشاخه های هوش مصنوعی در ساخت و ساز شامل داده های ناقص، هزینه اولیه بالای استقرار و مسائل مربوط به کسب دانش است [14].

# یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11<sup>th</sup> National Congress of  
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

جدول ۱. مزایا و محدودیت های زیرشاخه های هوش مصنوعی [14]

محدودیت ها	مزایا	زیرشاخه ها
<ul style="list-style-type: none"> <li>- داده های ناقص</li> <li>- یادگیری از جریان داده ها، برخورد با داده های با ابعاد بالا، مقیاس پذیری مدل ها و محاسبات توزیع شده</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- افزایش کارایی</li> <li>- صرفه جویی در هزینه</li> <li>- بهبود ایمنی</li> <li>- استفاده بهینه از منابع</li> <li>- کاهش اشتباهات</li> </ul>	یادگیری ماشین
<ul style="list-style-type: none"> <li>- درک کامل صحنه</li> <li>- شناسایی عمل تجهیزات و/یا کارگران</li> <li>- بهبود دقت ردیابی و تجسم موثر نتایج ردیابی.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- بازرسی و نظارت سریعتر</li> <li>- دقت، قابلیت اطمینان و شفافیت بهتر</li> <li>- مقرون به صرفه</li> <li>- بهره وری بیشتر</li> <li>- افزایش ایمنی</li> </ul>	چشم انداز کامپیوتر
<ul style="list-style-type: none"> <li>- اجرای عمدتاً گران است</li> <li>- ممکن است پیچیده باشد</li> <li>- ارائه دانش برای مدل های مورد نیاز، مسائل نظارتی، مسائل یکپارچه سازی، تکنیک های سنتز و غیره</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- صرفه جویی در هزینه به دلیل بهبود فرآیندها. لجستیک</li> <li>- بهره وری بیشتر</li> <li>- کاهش تلاش برای برنامه ریزی</li> <li>- نظارت و کنترل ساده</li> <li>- برنامه و زمانبندی بهینه تر</li> </ul>	برنامه ریزی و زمان بندی خودکار
<ul style="list-style-type: none"> <li>- هزینه های اولیه بالا</li> <li>- از دست دادن شغل بالقوه به دلیل اتوماسیون -</li> <li>- هزینه های نگهداری و تعمیر</li> <li>- محیط کار بدون ساختار</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- افزایش ایمنی</li> <li>- بهره وری بیشتر</li> <li>- بهبود کیفیت</li> <li>- قابلیت اطمینان و دقت بهتر</li> <li>- سریعتر و سازگارتر از انسان</li> </ul>	رباتیک
<ul style="list-style-type: none"> <li>- حفاظت از مالکیت معنوی و مسائل امنیتی</li> <li>- مسائل مربوط به کسب دانش</li> <li>- مسائل مربوط به اعتبارسنجی دانش</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- دسترسی آسان به اطلاعات مربوطه</li> <li>- به روز رسانی آسان</li> <li>- سازگاری و در دسترس بودن</li> <li>- می تواند با اطلاعات ناقص کار کند</li> <li>- منطق روشن</li> </ul>	سیستم های مبتنی بر دانش
<ul style="list-style-type: none"> <li>- نمایش مناسب زبان پراکنده، گسترده و خطا کار</li> <li>- مسائل مربوط به تشخیص گفتار مانند صدای محل ساخت و ساز، همنام، لهجه</li> <li>- تنوع و غیره</li> <li>- مسائل مربوط به حریم خصوصی و امنیت داده ها</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- بهره وری بیشتر</li> <li>- اثربخشی هزینه</li> <li>- بازده زمانی</li> <li>- بهبود ارتباطات بین ذی نفعان</li> </ul>	پردازش زبان طبیعی
<ul style="list-style-type: none"> <li>- به قدرت محاسباتی قابل توجهی نیاز دارد</li> <li>- مسائل مقیاس پذیری</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- افزایش بهره وری به دلیل بهینه سازی فرآیندها</li> <li>- افزایش کارایی</li> <li>- صرفه جویی در هزینه و زمان</li> </ul>	بهینه سازی



# یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11<sup>th</sup> National Congress of  
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

جدول ۲. پیامدهای رشد هوش مصنوعی در صنعت ساخت [5]

پیامدهای بلند مدت	پیامدهای میان مدت
کمک به ایجاد مشاغل جدید	با تکامل سریع فناوری، نیاز مهندسان به تحقیق، ایجاد و آزمایش سیستم های هوش مصنوعی افزایش می یابد.
سواد / مهارت هوش مصنوعی یک امر ضروری خواهد بود	مهندسان فرصتی عظیم برای نشان دادن خلاقیت خود در پاسخ به پیشرفت در هوش مصنوعی دارند
ریسک ورود تازه واردان افزایش می یابد.	تحولات جدید در هوش مصنوعی مهندسان را قادر می سازد تا کار خود را با کارایی بیشتری انجام دهند و طیف وسیعی از مشکلات را حل کنند
مشارکت های فناوری مهم اما به طور فزاینده ای زودگذر هستند (شتاب فناوری با افزایش فزاینده، مزایای فناوری فعلی را کاهش می دهد).	موارد استفاده از هوش مصنوعی به جریان اصلی تبدیل می شود. اولین پیش گامان در حوزه هوش مصنوعی برنده رقابت در کار و اجرای آن هستند.

## ۱.۰ چالش های هوش مصنوعی در صنعت ساخت و ساز

هشت حوزه های چالش اصلی موثر بر پذیرش هوش مصنوعی در ساخت و ساز در زیر ارائه شده است.

### ۱.۱.۰ عدم درک

مهندسان به طور کامل نمی دانند که چگونه نتایج هوش مصنوعی پیش بینی می شود لذا این مورد نه تنها باعث سلب اعتماد می شود بلکه مشکلات بالقوه حقوقی و مسئولیتی را نیز ایجاد می کند. تجزیه و تحلیل داده ها با سرعت بالایی در حال توسعه هستند و همراهی با پیشرفت فناوری و مزایای مرتبط با آنها را دشوار می کند [11].

### ۲.۱.۰ کمبود منابع

بسیاری از شرکت ها زیرساخت و تخصص IT لازم برای بکارگیری ابزار های هوش مصنوعی را ندارند [11].

### ۳.۱.۰ عدم تمایل به تغییر

در حال حاضر با توجه به سرمایه گذاری زیادی که در سیستم های نرم افزاری قدیمی شده، بسیاری از مدیران ممکن است برای سرمایه گذاری مجدد در راه حل های نرم افزاری جدید مردد باشند [14].

### ۴.۱.۰ مسائل فرهنگی

این یک واقعیت شناخته شده است که صنعت ساخت و ساز یکی از صنایع کم دیجیتالی است و در پذیرش فناوری های جدید کند است. این می تواند به دلیل ماهیت پرخطر و پرهزینه بیشتر فرآیندهای ساخت و ساز باشد، جایی که اشتباهات کوچک اغلب پیامدهای بزرگی دارند. در ساخت و ساز، روش های سنتی شناخته شده برای انجام کارها بیش از فناوری های جدید اما غیرقابل اعتمادی که وعده ارائه

# یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11<sup>th</sup> National Congress of  
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

پادشاه های بزرگ را می دهند، ترجیح داده می شوند این بدان معنی است که صنعت ساخت و ساز در پذیرش فناوری های نوآورانه کند است. فناوری های هوش مصنوعی برای استقرار در صنعت ساخت و ساز باید در پروژه ها یا سایت های مختلف ساختمانی قابل استفاده باشند و کاملاً آزمایش شوند تا پیمانکاران و مشاغل ساختمانی را متقاعد کنند که از آنها استفاده کنند. برای ایجاد اعتماد در چنین سیستم هایی، برای متخصصان ساخت و ساز ضروری است که بدانند سیستم چگونه عمل می کند [14].

## ۵.۱۰. امنیت

علیرغم توانایی هوش مصنوعی برای تقویت امنیت و شناسایی نفوذها، همچنین هدف اصلی برای بهره برداری توسط هکرها، جرایم سایبری و نفوذ به حریم خصوصی است. این یک موضوع مهم با پیامدهای اقتصادی و مالی عظیم است. اشتباهات کوچک در فرآیندهای ساخت و ساز اغلب منجر به پیامدهای کیفیت، هزینه و زمان بسیار زیادی می شود، با تأثیری بر برنامه کلی پروژه (زمان، هزینه، زنجیره تامین و تدارکات و غیره) مهمتر از همه، ایمنی کارگران ساختمانی ممکن است به خطر بیفتد که می تواند منجر به حوادث تهدید کننده زندگی یا تلفات جانی شود [11].

## ۶.۱۰. هزینه های اولیه بالا

مزایای راه حل های مبتنی بر هوش مصنوعی در صنعت ساخت و ساز غیرقابل انکار است. با این حال، هزینه های اولیه مورد نیاز برای سرمایه گذاری در چنین راه حل های هوش مصنوعی به عنوان مثال. رباتیک معمولاً بسیار بالا است. الزامات نگهداری چنین راه حل هایی نیز باید در نظر گرفته شود. این ممکن است برای اکثریت قریب به اتفاق پیمانکاران فرعی و شرکت های کوچک که بخش عمده ای از صنعت ساخت و ساز را تشکیل می دهند غیرقابل قبول باشد. بنابراین، برای شرکت ها مهم است که صرفه جویی در هزینه و بازده سرمایه گذاری چنین فناوری هایی را تعیین کنند تا تصمیم بگیرند که آیا سرمایه گذاری کنند یا خیر. علاوه بر این، با پذیرفته شدن و رایج شدن این فناوری ها در ساخت و ساز، انتظار می رود قیمت ها کاهش یابد و آن را برای شرکت های کوچکتر مقرون به صرفه کند [11].

## ۷.۱۰. مسائل اخلاقی و حکمرانی

ایجاد و حفظ اعتماد عمومی در فناوری های هوش مصنوعی به یک حکومت فراگیر، شفاف و چابک بستگی دارد. این موضوع بسیار مهمی است که برای کل جامعه اهمیت زیادی دارد. شایستگی های فناوری های هوش مصنوعی در حالی که نوید خروجی های عالی را می دهد، اگر به درستی تنظیم نشود، می تواند خطرناک باشد. به عنوان مثال، یک ربات ساخت و ساز بزرگ که در یک محل ساخت و ساز شلوغ با تعداد زیادی کارگر دچار اختلال می شود و باید سقوط کند. ربات چگونه تصمیم می گیرد که به چپ یا راست بیفتد، بسته به تعداد کارگران در هر طرف، به خوبی می داند که می تواند به معنای مرگ کارگران باشد؟ استفاده از برخی راه حل های هوش مصنوعی همچنین می تواند منجر به مزیت ناعادلانه برای برخی از شرکت های صنعت ساخت و ساز شود که نیاز به تنظیم مقررات دارد. در حالی که برخی از محققان پیشنهاد کرده اند که اخلاق در هوش مصنوعی تعبیه شود، برخی دیگر گفته اند این رویکرد اشتباه است و زمینه جدیدی به نام "مهندسی ایمنی هوش مصنوعی" را پیشنهاد کرده اند [14].

## ۸.۱۰. اتصال به اینترنت

سایت های ساخت و ساز گاه در مکان هایی قرار دارند که فاقد برق، ارتباطات مخابراتی و اتصال به اینترنت هستند. گاهی اوقات حتی فعالیت های ساختمانی منجر به قطع برق و اینترنت می شود. اتصال یک مشکل جدی در استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی ایجاد می کند. سایت های ساختمانی که عملکرد آنها بیشتر به اتصال خوب اینترنت و منبع تغذیه متکی است. در نتیجه باید به دنبال راه هایی برای حل موثر این مشکل باشیم. استفاده از فناوری های ارتباطی (LTE/max) توانسته این مشکل را تا حد قابل توجهی حل کند. ظهور 5G به دلیل سرعت بالای داده، کاهش تاخیر، صرفه جویی در مصرف انرژی، کاهش هزینه، ظرفیت سیستم بالاتر و اتصال گسترده دستگاه، قابلیت اطمینان بیشتری را برای سایت های ساخت و ساز ارائه می دهد [14].

# یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11<sup>th</sup> National Congress of  
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

## ۱۱. نتیجه گیری

با توجه به مطالعات صورت گرفته استفاده از هوش مصنوعی در صنعت ساخت و ساز به عنوان رویکردی نوآورانه برای بهبود بهره‌وری و حل چالش‌ها بسیار موثر خواهد بود. با افزایش داده‌های تولید شده در طول چرخه عمر ساختمان و ظهور سایر فناوری‌های دیجیتال، هوش مصنوعی این قابلیت را دارد که از این داده‌ها استفاده کند و از توانایی‌های سایر فناوری‌ها برای بهبود فرآیندهای ساخت و ساز استفاده کند. در حالی که چندین فناوری هوش مصنوعی در تحقیقات ساخت و ساز به کار گرفته شده است ارتباط آن با سایر روندهای نوظهور مانند IoT، BIM، محاسبات کوانتومی، واقعیت افزوده، امنیت سایبری و بلاک چین بیشتر تقویت می‌شود. گرچه بهره‌گیری از این تکنولوژی در صنعت ساخت و ساز با دو چالش عمده هزینه‌های ابتدایی بالا و عدم وجود فرهنگ پذیرش توسط ذی‌نفعان همراه است اما با استفاده از این فناوری در صنعت ساخت و ساختمان سازی میتوان به مزایای چشم‌گیری همچون افزایش بهره‌وری، نظارت و کنترل ساده‌تر، بهبود ارتباطات، افزایش ایمنی، مدیریت بهتر هزینه و زمان و همینطور کاهش ریسک‌های منفی دست‌یافت‌نکته مهم در به کارگیری آن وجود زیرساخت‌های مناسب و متخصصین این حوزه و همچنین آموزش برای ایجاد بستری مناسب می‌باشد. امید است که به لطف پیشرفت‌های روز افزون در علم و فناوری در آینده هوش مصنوعی با رفع نواقص و محدودیت‌ها بتواند به بخش مهم و اصلی از اکثر پروژه‌های صنعت ساخت و ساز تبدیل گردد.

## ۱۲. منابع

- [1] فرهنگ شعفی (۱۳۹۹). کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت پروژه. تهران: دانشگاه معماری و هنر پارس
- [2] رضا رضایی؛ افشین شهام؛ سمیه منقی؛ سپهر سمّاک (۱۳۹۸). کاربرد هوش مصنوعی در ساختمان‌ها. همایش ملی علوم و فن آوری‌های نوین در آب، انرژی و محیط زیست، ۴-۷.
- [3] نوید مشکانی فراهانی؛ عرفانه ثریایی؛ دکتر فرهنگ شعفی (۱۳۹۹). بررسی به کارگیری هوش مصنوعی در مدیریت منابع انسانی. سومین کنفرانس ملی مدیریت و سیستم‌های فازی، تهران، ایران، ۷-۱۳.
- [4] مجید شیرزاد؛ حبیب کمرخانی؛ سید علیرضا رسولی (۱۳۹۹). ضرورت استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در مدیریت سازمان‌ها. اولین کنفرانس ملی مدیریت و صنعت گردشگری، تهران، ایران، ۳-۴.

- [5] Joost N. Kok, Egbert J. W. Boers, Walter A. Kusters, and Peter van der Putten, ARTIFICIAL INTELLIGENCE: DEFINITION, TRENDS, TECHNIQUES, AND CASES, (pp.2) Leiden Institute of Advanced Computer Science, Leiden University, the Netherlands.
- [6] Robert Prieto (2019). Impacts of Artificial Intelligence on Management of Large Complex Projects, 2-12.
- [7] Rafael Sacks, PhD, Mark Girolami, PhD, Ioannis Brilakis, PhD (2020). Building Information Modelling, Artificial Intelligence and Construction Tech, 4-6.
- [8] Jose Luis Blanco, Steffen Fuchs, Matt Parsons, Maria João Ribeiro (2018). Artificial intelligence: Construction technology's next frontier, 2-7.
- [9] Wolfgang Eber (2020). Potentials of artificial intelligence in construction management, 2053-2055.
- [10] Yue Pan, Limao Zhang (2020). Roles of artificial intelligence in construction engineering and management: A critical review and future trend, 3-7.
- [11] Ulrich Paschen, Christine Pitt, Jan Kietzmann (2019). Artificial intelligence: Building blocks and an innovation typology, 5-8.
- [12] Michał Juszczak (2017). The Challenges of Nonparametric Cost Estimation of Construction Works With the Use of Artificial Intelligence Tool, 416-421.
- [13] Zaher Mundher Yaseen, Zainab Hasan Ali, Sinan Q. Salih, and Nadhir Al-Ansari (2020). Prediction of Risk Delay in Construction Projects Using a Hybrid Artificial Intelligence Model, 2-12.
- [14] Sofiat O. Abioye, Lukumon O. Oyedele, Lukman Akanbi, Anuoluwapo Ajayi, Juan Manuel Davila Delgado, Muhammad Bilal, Olugbenga O. Akinade, Ashraf Ahmed (2021). Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges, 2-10.