

The application of artificial intelligence in engineering, manufacturing and production

Mohammadreza Tajalli¹, Mohsen Pirmohammadi^{2,*}

¹ Master of Science, Department of Mechanical Engineering, Pardis Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

m.r.tajalli.iau.ac.ir@gmail.com

^{2,*} Associated Professor, Department of Mechanical Engineering, Pardis Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

mo.pirmohammadi@iau.ac.ir

Abstract

In software engineering, artificial intelligence solutions have been employed to automate time-consuming tasks in software development and testing. At the same time, the adoption and role of AI in CAD-CAM has driven growth in the manufacturing industry. Additionally, today 3D printing technology is used for production in many fields such as manufacturing, automotive, aerospace, and more. As a result, design accuracy and efficiency improve through the integrated combination of AI and manufacturing, creating opportunities to optimize processes and reduce waste. In the technological advancement landscape, the integration of AI, 3D printing, and the Internet of Things (IoT) has emerged as a revolutionary paradigm in product design and development. In the modern world, additive manufacturing or 3D printing is the most forward-looking technology in production. AI algorithms can analyze production data in real time and identify patterns that indicate quality issues, predict prototype performance before production, and enable early detection and correction of defects—this relates to rapid prototyping, which we will examine in this paper.

Keywords

CAD-CAM software, Artificial intelligence, creation and production, 3D printing, rapid manufacturing

کاربرد هوش مصنوعی در مهندسی و ساخت و تولید

محمدرضا تجلی^۱، محسن پیرمحمدی^{۲*}

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مکانیک، واحد پردیس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

m.r.tajalli.iau.ac.ir@gmail.com

^{۲*} دانشیار، گروه مهندسی مکانیک، واحد پردیس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

mo.pirmohammadi@iau.ac.ir

چکیده

در مهندسی نرم افزار، راهکارهای هوش مصنوعی برای خودکارسازی کارهای زمان بر در توسعه و تست نرم افزار به کار گرفته شده اند. از طرفی بکارگیری و نقش هوش مصنوعی در CAD-CAM باعث رشد در صنعت ساخت و تولید گردیده است. از طرفی امروزه از فناوری چاپ سه بعدی به منظور تولید در بسیاری از زمینه ها مانند تولید، خودرو، هوافضا و ... استفاده میگردد. در نتیجه، دقت طراحی و راندمان با ترکیب یکپارچه هوش مصنوعی و تولید بهبود می یابد و فرصت بهینه سازی فرایندها و کاهش ضایعات فراهم می کند. در چشم انداز پیشرفت تکنولوژیکی، ادغام هوش مصنوعی AI، چاپ سه بعدی، اینترنت اشیاء IoT، به عنوان یک الگوی انقلابی در حوزه طراحی و توسعه محصول ظهور کرده است. در دنیای مدرن، ساخت افزایشی یا 3D Printing، آینده نگرترین فناوری در تولید است. الگوریتم های هوش مصنوعی می توانند داده های تولید را در زمان واقعی تجزیه و تحلیل کنند و الگوهایی را شناسایی کنند که مشکلات کیفیت را نشان می دهند و عملکرد نمونه های اولیه قبل از تولید پیشبینی میکند و امکان تشخیص زودهنگام و اصلاح نقص ها را فراهم می کنند که این مورد یکی از کاربردهای نمونه سازی سریع است که در این مقاله اشاره به آن خواهد شد.

کلمات کلیدی

نرم افزار های CAD-CAM، هوش مصنوعی، ساخت و تولید، پرینتر سه بعدی، تولید سریع

۱- مقدمه

استفاده از فناوری های رایانه ای در صنعت در چند دهه گذشته پیشرفت سریع داشته است. در سال ۲۰۱۱، پروژه چشم انداز ۲۰۳۰ انجمن مهندسان مکانیک آمریکا ASME آموزش تولید را به عنوان یکی از بزرگ ترین نقاط ضعف استخدام های مهندسی مکانیک از دیدگاه کارفرمایان در صنعت شناسایی کرده اند [۱]. این سیستم ها به طور گسترده در صنایع مختلف از جمله خودرو، هوافضا و تولید استفاده می شوند [۲]. امروزه از فناوری چاپ سه بعدی در بسیاری از زمینه ها مانند تولید و مراقبت های بهداشتی استفاده می شود. این توسعه فناوری چاپ سه بعدی، روند توسعه و بازاریابی محصول را تسریع کرده است. میتوان گفت فناوری های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین به عنوان نیروهای محرکه انقلاب صنعتی چهارم در نظر گرفته می شوند و دامنه کاربردهای احتمالی آن ها بسیار گسترده است. این ابزارها می توانند در انجام وظایف رایجی که مهندسان، طراحان و تولیدکنندگان انسانی با آن روبرو هستند، به روش های مختلفی کمک کنند. این وظایف شامل پشتیبانی از کدنویسی، مستندسازی، نمونه سازی، تجزیه و تحلیل و ارائه داده ها، پیش نویس نویسی، ویرایش و خلاصه کردن گزارش ها و همچنین ایده پردازی است، که تنها به چند مورد اشاره شد [۳]. تعامل پیچیده بین فرآیندهای چاپ سه بعدی و محدودیت های آنها، فرصتی را برای ادغام هوش مصنوعی برجسته می کند، که نقشی اساسی در رسیدگی به چالش های چاپ سه بعدی و گسترش محدودیت های قابل دستیابی در تولید پیشرفته ایفا می کند [۴]. میتوان گفت که امروزه نرم افزارهای CAD-CAM در آستانه انقلاب دیگری با محرک های اصلی به شکل هوش مصنوعی AI و یادگیری ماشین ML با استفاده از یادگیری عمیق DL قرار دارد [۵]. ادغام هوش مصنوعی در سیستم CAD را به طور قابل توجهی کاهش می دهد و یک محیط طراحی مبتنی بر دانش ایجاد می کند [۵]. از طرفی امروزه به دنبال بررسی تقاطع بین هوش مصنوعی و نمونه سازی سریع و تجزیه و تحلیل آن که چگونه ادغام این دو حوزه می تواند طراحی و تولید ماشین را بهینه کند و در نتیجه به تکامل تولید مدرن کمک کند، مطالعاتی انجام شده که استفاده از هوش مصنوعی برای طراحی در زمینه های مختلف و نحوه استفاده از آن را هر بار در حال گسترش است و استفاده از الگوریتم هایی که یادگیری هوش مصنوعی را در زمینه های مختلف دانش تغذیه می کنند که می تواند به توسعه پروژه ها کمک کند، همچنان در حال افزایش است [۶]. در سال های اخیر، پذیرش سیستم های طراحی به کمک کامپیوتر CAD، تولید به کمک کامپیوتر CAM و مهندسی به کمک کامپیوتر CAE در محیط های صنعتی به طور فزاینده ای رایج شده است [۷]. بنابراین، استفاده از کامپیوترها برای مدیریت داده ها، انجام محاسبات و کنترل ماشین آلات لازم می باشد [۸]. از طرفی یکی از مشکلات اصلی که سازمان های صنعتی امروزه با آن مواجه هستند، ادغام تجهیزات قدیمی با تولیدی با سیستم های مدیریت و کنترل تولید دیجیتال است. این ادغام به جمع آوری و نظارت بر متغیرهای حیاتی و توانایی اتصال و ارتباط این داده ها در شبکه هایی که قادر به کار در محیط های صنعتی هستند، بستگی

دارد [۹]. حال از آنجا که نوآوری نرم افزارهای CAD-CAM به بهبود طراحی و کمک میکند، ما در این مقاله به کاربرد نوآوری نرم افزار های CAD-CAM، ترکیب آن با هوش مصنوعی و روش های نوین تولید مانند ساخت افزایشی 3D Printing و تولید به روش نمونه سازی سریع Rapid Proto Typing میپردازیم؛

۲- مرور ادبیات

۲-۱- کاربرد هوش مصنوعی در CAD-CAM :

نرم افزارهای CAD-CAM در آستانه انقلاب دیگری با محرک های اصلی به شکل هوش مصنوعی AI و یادگیری ماشین ML با استفاده از یادگیری عمیق DL قرار دارد [۵]. عبارت «هوش مصنوعی» برای توصیف توانایی ماشین ها در تکرار هوش انسانی از طریق یادگیری و استدلال به کار می رود. اخیراً شرکت ها توانسته اند با ادغام هوش مصنوعی در سیستم های خود، محیط CAD هوشمند را راه اندازی کنند. ادغام هوش مصنوعی در سیستم CAD را به طور قابل توجهی کاهش می دهد و یک محیط طراحی مبتنی بر دانش ایجاد می کند [۵]. در حال حاضر CAD شامل مجموعه ای از توابع مهندسی از نقشه های ساده تا مدل های سه بعدی است. CAD ادغام شده با AI، قسمت طراحی را کمی آسان تر می کند زیرا AI در ادغام جنبه های مهندسی و همچنین پیش بینی و انجام وظایف با هوش خود پیشرو است. هوش مصنوعی نه تنها در طراحی بلکه در زمینه های دیگر نیز با ادامه رشد فناوری نقش مهمی ایفا خواهد کرد [۵]. هدف اصلی هوش مصنوعی توسعه سیستم های کامپیوتری است که بتوانند وظایفی را انجام دهند که به طور معمول به هوش انسانی نیاز دارند. میتوان گفت هوش مصنوعی AI یک تکنیک نرم افزاری است که برنامه ها برای نمایش رفتاری که معمولاً با هوش انسانی مرتبط است از آن استفاده می کنند. با این حال، هوش مصنوعی حوزه بسیار گسترده ای را پوشش می دهد که در آن شبکه های عصبی، منطق فازی و سیستم های خبره نیز بخشی از این حوزه مطالعاتی هستند. اساساً هوش مصنوعی بیشتر برای طراحی یک محصول یا نمونه خاص به جای استفاده جهانی مورد استفاده قرار می گیرد. اگرچه برخی پیشنهاداتی در مورد اینکه یک سیستم هوشمند CAD-CAM چگونه باید باشد، وجود دارد، اما محدودیت واضحی که می توان مشاهده کرد، ماهیت هوش مصنوعی است که اساساً به برنامه نویسی گسترده نیاز دارد. طراحی از طریق برنامه نویسی قطعاً کار سخت تری است و یادگیری و تلاش بیشتری نیاز دارد. از طرفی ویژگی های هوش مصنوعی مانند تشخیص گفتار، تشخیص الگو و غیره را می توان در سیستم CAD-CAM گنجانده تا سیستم را هوشمندتر و کاربرپسندتر کند [۱۰]. الگوریتم هوش مصنوعی به نوعی الگوریتم اشاره دارد که رفتار هوشمند انسان را از طریق برنامه های رایانه ای شبیه سازی می کند و کاربرد الگوریتم هوش مصنوعی عمدتاً در مدل سازی و پیاده سازی شبکه های عصبی منعکس می شود [۱۱]. در چشم انداز پرشتاب پیشرفت های تکنولوژیکی، ادغام هوش مصنوعی AI، واقعیت مجازی VR، واقعیت افزوده AR، چاپ سه بعدی/چهاربعدی/پنج بعدی/شش بعدی، اینترنت اشیا IoT و بلاکچین به

توسعه هوش مصنوعی را می توان به دهه های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ ردیابی کرد، زمانی که جان مک کارتی برای اولین بار این مفهوم را در کنفرانس دارتموث در سال ۱۹۵۶ معرفی کرد [۱۵]. در دنیای مدرن، ساخت افزایشی، آینده نگرترین و بسیار مورد ارزیابی ترین زمینه فناوری است. عصر تولید دیجیتال به تازگی آغاز شده است و ایده ها را می توان به مدل های سه بعدی منتقل کرد و سپس مستقیماً به دستگاه چاپ سه بعدی ارسال کرد که می تواند بدون نظارت انسان شروع به کار و پایان دهد [۱۶]. با توسعه سریع هوش مصنوعی در سال های اخیر، محققان، در حال ابداع راه هایی برای استفاده از هوش مصنوعی و سیستم های شبکه فیزیکی و شبکه های عصبی هستند که برای خودکارسازی پردازش اطلاعات پیچیده و کمک به کنترل در کمک به تصمیم گیری منطقی و اصلاح خود در توسعه محصول طراحی شده اند. برخلاف تکنیک های تولید سنتی، چاپ سه بعدی با همپوشانی لایه به لایه مواد به جای حذف مواد، اشیاء را ایجاد می کند، که به چاپ سه بعدی اجازه می دهد تا ساختارهای پیچیده تری ایجاد کند و در عین حال تولید و انعطاف پذیری را نیز افزایش دهد [۱۵]. به عبارتی دیگر میتوان اشاره داشت که هوش مصنوعی شکلی از هوش است که توسط ماشین ها نمایش داده می شود. یادگیری ماشینی زیرشاخه ای از هوش مصنوعی است که الگوریتم هایی را مطالعه می کند که می توانند یادگیری از داده ها را خودکار کنند تا پیش بینی های مبتنی بر داده را ایجاد کنند. یادگیری ماشینی تأثیرات اجتماعی بزرگی در سراسر طیف گسترده ای از علم، صنعت وب، روانشناسی، داده های بزرگ به عنوان مثال، اینترنت اشیاء دارند [۸]. امروزه از فناوری چاپ سه بعدی در بسیاری از زمینه ها مانند تولید و مراقبت های بهداشتی استفاده می شود. فرآیند چاپ سه بعدی شامل تعامل عوامل متعددی مانند دما، سرعت و مواد است که ثبت دقیق هر یک از این تأثیرات را برای الگوریتم های هوش مصنوعی دشوار می کند [۱۵]. این توسعه فناوری چاپ سه بعدی، روند توسعه و بازاریابی محصول را تسریع کرده است و پتانسیل خوبی برای تولید مدل های خاص اندام دارد و وسیله ای موثر برای آموزش قبل از عمل برای پزشکان با تجربه جراحی کم فراهم می کند. با این حال، جراحی یک عمل پزشکی پرخطر است که به جراحان بسیار ماهر و با تجربه نیاز دارد تا مرگ و میر بیمار، زمان عمل و عوارض را کاهش دهند. جراحان به دلیل عدم وجود مدل های آموزشی هنوز در شبیه سازی روش های بالینی محدود هستند و مدل های چاپ سه بعدی و تولیدی هنوز دارای کاستی هایی مانند زمان مورد نیاز برای پردازش تصاویر، عدم دقت در پردازش تصاویر و خطاهایی است که در طول فرآیند چاپ رخ می دهد که بر کیفیت مدل های چاپ تأثیر می گذارد. اما تحقیقات بسیار کمی در مورد استفاده از هوش مصنوعی همراه با چاپ سه بعدی برای تولید مدل های اندام وجود دارد که می تواند برای روش های بالینی شبیه سازی شود. چاپ سه بعدی یک روش نمونه سازی سریع است که می تواند با هوش مصنوعی ترکیب شود تا محصولات با دقت بالا را به سرعت و با دقت تولید کند [۱۵]. به لطف هوش مصنوعی، می توان طراحی قطعات، پیش بینی عملکرد نمونه های اولیه قبل از تولید و کاهش خطاها در طول فرآیند توسعه را بهینه کرد. باید گفت از طریق شبیه سازی های خودکار، هوش مصنوعی دقت و کارایی را در تشخیص خرابی های احتمالی بهبود می بخشد و زمان

عنوان یک الگوی انقلابی در حوزه طراحی و توسعه محصول ظهور کرده است. توانایی الگوریتم های هوش مصنوعی در تجزیه و تحلیل مجموعه داده های گسترده، پیش بینی روندها و بهینه سازی پارامترهای طراحی، نه تنها فاز ایده پردازی را تسریع کرده است، بلکه کیفیت و عملکرد محصولات نهایی را نیز به طور قابل توجهی ارتقا داده است. علاوه بر این، هم افزایی هوش مصنوعی با فناوری های VR و AR، تجربیات طراحی فراگیر را ایجاد کرده است که طراحان را قادر می سازد تا ساخته های خود را در فضاهای مجازی سه بعدی تجسم و با آن ها تعامل داشته باشند. یکی از مهم ترین سهم های هوش مصنوعی در طراحی محصول، ظرفیت آن در تقویت خلاقیت و ایده پردازی انسان است. سیستم های هوش مصنوعی در ایجاد نمونه های اولیه و تکرارهای طراحی نقش ایفا می کنند. طراحی مولد، زیرمجموعه ای از ابزارهای طراحی مبتنی بر هوش مصنوعی، به طراحان اجازه می دهد تا پارامترها و محدودیت های خاصی را وارد کنند و به هوش مصنوعی اجازه دهند تا به طور خودکار گزینه های طراحی متعدد را تولید کند [۱۲]. باید گفت تحولات پلتفرم مانند فناوری ابری و تأثیر اینترنت اشیاء IoT در حال حاضر در حال پیشبرد پذیرش یک سیستم دسترسی جهانی برای ارائه نوآوری سریع و مؤثر، منابع انعطاف پذیر، امنیت آنلاین پیشرفته و مقیاس پذیری هستند. ادغام هوش مصنوعی در سیستم CAD زمان پیش رو را به میزان قابل توجهی کاهش می دهد و محیط طراحی مبتنی بر دانش را ایجاد می کند. در بیمارستان ها، از CAD مبتنی بر هوش مصنوعی همراه با سیستم بایگانی و ارتباط تصاویر پزشکی PACS در عمل بالینی برای بهبود گردش کار استفاده می شود [۱۳]. دندان پزشکی ترمیمی با معرفی سیستم های مبتنی بر هوش مصنوعی شاهد تحولی در نحوه عملکرد خود بوده است. این فناوری جدید برای اهداف تشخیص، پیش بینی و شناسایی خودکار مورد استفاده قرار گرفته است. متخصصان دندان پزشکی تأثیر مثبت هوش مصنوعی بر آزمایشگاه های دندان پزشکی، از جمله بهبود بهره وری و جریان کار، را تأیید کرده اند. هوش مصنوعی در دندان پزشکی ترمیمی از استدلال عددی، شبیه سازی مجازی، الگوریتم های یادگیری ماشین و مدل سازی عمیق برای تقلید عملکرد مغز انسان استفاده می کند. این فناوری ها می توانند رضایت بیمار را افزایش دهند، زمان ساخت ترمیم را کاهش دهند و تجزیه و تحلیل طراحی و انعطاف پذیری ماشینکاری را بهبود بخشند. فناوری های هوش مصنوعی قابل تفسیر و قابل ردیابی می توانند در تصمیم گیری بالینی با مسئولیت پذیری بالا کمک کنند. کاربردهای واقعیت مجازی و یادگیری ماشین هوش مصنوعی، پیشرفت های بیشتری را در دندان پزشکی ترمیمی زیبایی CAD-CAM ایجاد می کند [۱۴]. MBR استدلال مبتنی بر مدل فرآیندی است که از طریق آن CAD می تواند با AI ادغام شود. این به صورت کیفی و کمی تجزیه و تحلیل می کند تا تعامل اجزای طراحی را پیش بینی کند [۱۶]. درکل هوش مصنوعی نقش مهمی در تولید به کمک کامپیوتر برای تشخیص داده های زمان واقعی، نقص ها ایفا می کند و فرآیند تولید را با دقت و دقت خوب آسان و سریع می کند.

۲-۲- کاربرد هوش مصنوعی در ساخت افزایشی:

تولید متصل شوند تا قطعات پیچیده را به راحتی و به سرعت تولید کنند. ادغام هوش مصنوعی در سیستم CAD زمان انجام کار را به شدت کاهش می دهد و یک محیط طراحی مبتنی بر دانش ایجاد می کند. در بیمارستان ها، CAD مبتنی بر هوش مصنوعی در کنار یک سیستم بایگانی و ارتباط تصویر PACS در یک روش بالینی برای بهبود گردش کار استفاده میشود [۱۳]. با این حال، هوش مصنوعی حوزه بسیار گسترده ای را پوشش می دهد که در آن شبکه های عصبی، منطق فازی و سیستم های خبره نیز بخشی از این حوزه مطالعاتی هستند. از طرفی میتوان گفت نقص در چاپ سه بعدی با ترکیب هوش مصنوعی شاهد پیشرفت های قابل توجهی بوده است و الگوریتم های مبتنی بر هوش مصنوعی دقت تشخیص نقص را در اشیاء چاپ شده سه بعدی افزایش می دهند و به نرخ تشخیص بیش از ۸۰ درصد دست می یابند.

۲-۳- کاربرد هوش مصنوعی در نمونه سازی سریع:

امروزه هوش مصنوعی نقش مهمی در تولید به کمک کامپیوتر برای تشخیص داده های زمان واقعی، نقص ها ایفا می کند و فرآیند تولید را با دقت و دقت خوب آسان و سریع می کند [۱۷]. میتوان گفت الگوریتم های هوش مصنوعی می توانند داده های تولید را در زمان واقعی تجزیه و تحلیل کنند و الگوهایی را شناسایی کنند که مشکلات کیفیت را نشان می دهند و امکان تشخیص زودهنگام و اصلاح نقص ها را فراهم می کنند. این می تواند به کاهش ضایعات و بهبود کیفیت کلی محصول کمک کند. هوش مصنوعی می تواند حجم زیادی از داده ها را تجزیه و تحلیل کند و کارآمدترین راه ها را برای تولید محصولات شناسایی کند. این می تواند شامل بهینه سازی تنظیمات دستگاه، برنامه ریزی اجراهای تولید و کاهش زمان خرابی باشد. به تولیدکنندگان کمک کنید تا فرآیندهای خود را برای کاهش ضایعات، مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه ای بهینه کنند که منجر به صنعت تولیدی پایدارتر شود [۱۷]. از طرفی باید گفت معرفی هوش مصنوعی AI در CAD CAM آن ها را غیرقابل جایگزین کرده است زیرا اکنون می تواند به طور خودکار جرم مواد، دوام، کشسانی را محاسبه کند و تغییراتی را پیشنهاد دهد تا محصول بدون خطا تولید شود. این همچنین سیستم را خودکار می کند زیرا می تواند الگوی مهندسی را تقلید کند و در عرض چند دقیقه یک طراحی را توسعه دهد، علاوه بر این، هر داده ای را ثبت می کند تا در صورت بروز مشکل، بتوان تشخیص دهد که مشکل از کجا ناشی می شود [۱۸]. به دنبال بررسی تقاطع بین هوش مصنوعی و نمونه سازی سریع و تجزیه و تحلیل آن که چگونه ادغام این دو حوزه می تواند طراحی و تولید ماشین را بهینه کند و در نتیجه به تکامل تولید مدرن کمک کند، مطالعاتی انجام شده که استفاده از هوش مصنوعی برای طراحی در زمینه های مختلف و نحوه استفاده از آن را هر بار در حال گسترش است و استفاده از الگوریتم هایی که یادگیری هوش مصنوعی را در زمینه های مختلف دانش تغذیه می کنند که می تواند به توسعه پروژه ها کمک کند، همچنان در حال افزایش است. جستجوی یک طراحی انتگرال با استفاده از روش نمونه سازی سریع را می توان تقریباً برای هر نوع مفهوم سازی توسعه داد، تا زمانی که توجه ویژه ای به متغیرهای حیاتی پروژه و توسعه آنها تحت نظارت محقق انجام شود [۶]. به عبارتی

تکرار و هزینه ها را به حداقل می رساند [۶]. از طرفی در سال های اخیر، چاپ سه بعدی به دلیل توانایی آن در تولید اجزای پیچیده و سفارشی، رشد قابل توجهی را در بخش تولید تجربه کرده است و ظهور هوش مصنوعی در فرآیندهای چاپ سه بعدی، این پیشرفت را بیشتر کرده است. در نتیجه، دقت طراحی و راندمان با ترکیب یکپارچه هوش مصنوعی، تولید به طور قابل توجهی بهبود یافته است [۴]. تعامل پیچیده بین فرآیندهای چاپ سه بعدی و محدودیت های آنها، فرصتی را برای ادغام هوش مصنوعی برجسته می کند، که نقشی اساسی در رسیدگی به چالش های چاپ سه بعدی و گسترش محدودیت های قابل دستیابی در تولید پیشرفته ایفا می کند. استفاده از چاپ سه بعدی فرصت های جدیدی را برای سازگاری و سفارشی سازی در صنایعی مانند مراقبت های بهداشتی، کالاهای مصرفی، خودرو و هوافضا باز می کند [۴]. با بهینه سازی سرعت چاپ، می توان راندمان زمان را افزایش داد، که به ویژه در صنایعی که گردش مالی سریع مهم است، سودمند است. علاوه بر این، تنظیم دقیق تنظیمات چاپ، کیفیت کلی محصولات چاپی را بهبود می بخشد، مشکلات مربوط به پرداخت سطح، دقت ابعادی و چسبندگی لایه. بهینه سازی فرآیند سفارشی سازی پارامترها را برای نیازهای خاص تسهیل می کند و امکان چاپ هندسه های پیچیده و طرح های پیچیده را با دقت فراهم می کند [۴]. گزارش های اخیر نشان می دهد که زمان تکرار طراحی ۳۰ تا ۵۰ درصد در هنگام استفاده از طراحی مولد مبتنی بر هوش مصنوعی در مقایسه با روش های تولیدی کاهش قابل توجهی دارد. علاوه بر این، کاهش قابل توجه ۱۰ تا ۵۰ درصدی وزن قطعه و ۶ تا ۲۰ درصد کاهش در هزینه های تولید را نشان می دهد که مزایای اقتصادی بهینه سازی هندسه مبتنی بر هوش مصنوعی را برجسته می کند. علاوه بر این، هوش مصنوعی شبیه سازی ها و آزمایش های خودکار را تسهیل می کند [۴]. استفاده از هوش مصنوعی برای پایداری محیطی در چاپ سه بعدی، فرصت هایی را برای بهینه سازی فرآیندها، کاهش ضایعات و انتخاب مواد سازگار با محیط زیست فراهم می کند و به طور قابل توجهی به به حداقل رساندن ردپای اکولوژیکی چاپ سه بعدی کمک می کند و با نظارت در زمان واقعی و تصمیم گیری مبتنی بر داده، کارایی و بهره وری کلی را افزایش می دهد. پذیرش این چالش ها به عنوان فرصتی برای رشد، منجر به تکامل مداوم این ادغام هیجان انگیز هوش مصنوعی و چاپ سه بعدی می شود و راه را برای پیشرفت های قابل توجهی در زمینه چاپ سه بعدی هموار می کند [۴]. امروزه چاپ سه بعدی به عنوان یکی از فناوری های پیشرفته ساخت در نظر گرفته می شود که به تولید لایه ای سه بعدی بخشی جدایی ناپذیر از داده های دیجیتال اشاره دارد. در دنیای مدرن، ساخت افزایشی، آینده نگرترین و بسیار مورد ارزیابی ترین زمینه فناوری است. فناوری های چاپ سه بعدی ریشه در تکنیک چاپ استریولیتوگرافی دارند که در سال ۱۹۸۴ اختراع شد [۸].

هوش مصنوعی می تواند یک رابط گرافیکی هوشمند ایجاد کند و فرآیندهای خسته کننده طراحی را به فرآیندهای پیچیده تبدیل کند. در فناوری واقعیت توسعه یافته، شبیه سازی می تواند در یک محیط مجازی سه بعدی انجام شود و در نتیجه تعامل عالی و تحلیل بهتری را فراهم کند. در تولید، همانطور که در فناوری چاپ سه بعدی دیده می شود، سیستم های CAD می توانند مستقیماً به

نمونه سازی سریع به عنوان یک روش حیاتی در طراحی و توسعه ماشین ظاهر شده است و رویکرد چابک تر و کارآمدتری را برای تولید قطعات تسهیل می کند. این تکنیک که فناوری های مختلف ساخت افزایشی را ادغام می کند، به مهندسان و طراحان اجازه می دهد تا مدل های فیزیکی مفاهیم خود را در مدت زمان کمتری ایجاد کنند، که نه تنها روند توسعه را تسریع می کند، بلکه با افزایش پیچیدگی طرح های همکاری بین تیم ها را نیز بهبود می بخشد.

۴- مراجع و منابع

- [1] D. J. Han Hu, "CAM and Design for Manufacturing: Developing a Project-Based Learning Course," in Mechanical Engineering Undergraduate Honors, 2024.
- [2] A. B. P. Aurel Mihail ȚÎȚU, "Implementation of CAD/CAM/CAE Systems for Improved Design and Manufacturing Processes in Industrial Organizations," in International Conference on Business Excellence 2024, 2024.
- [3] V. H. N. P. Daniel Byrnea, "Application of generative AI technologies to engineering design," 2025.
- [4] M. M. G. W. T. A. K. M. Malik Hassan, "A review of AI for optimization of 3D printing of sustainable polymers and composites," Composites Part C: Open Access, p. 23, 2024.
- [5] M. Saini, "AI And Its Application in CAD," International Journal of Advances in Engineering and Management (IJAEM), vol. 5, no. 4, pp. 1874-1879, 2023.
- [6] J. M. & G.-A. G. Rodríguez-González, "Managing the use of rapid prototyping and AI. Conceptual design of a machine for testing reinforced concrete specimens," 72-86.
- [7] A. B. P. Aurel Mihail ȚÎȚU, "Implementation of CAD/CAM/CAE Systems for Improved Design and Manufacturing Processes in Industrial Organizations," in International Conference on Business Excellence 2024, Romania, 2024.
- [8] S. M. S. Z. L. N. Z. F. Yue Feng, "A method to improve positioning of denture teeth on denture bases for CAD-CAM complete dentures: A dental technique," THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY, vol. 132, no. 1, pp. 46-50, July 2024.
- [9] J. S. J. G. M. S. I. L. O. S. Tobias GRAF, "Dimensional reliability in CAD/CAM production of complete denture bases: A comparative study of milling and various 3D printing technologies," Dental Materials Journal 2024, p. 629-636, 2024.
- [15] S. Y. X. X. S. M. A. J. Z. Z. W. Liang Ma, "Application of artificial intelligence in 3D printing physical organ models," Materials Today Bio 23, p. 14, 15 September 2023.
- [16] E. H. Fatma M. Talaat, "Artificial Intelligence in 3D Printing," Kafrelsheikh, Egypt, 2021, pp. 77-87.

استفاده از هوش مصنوعی در نمونه سازی سریع ماشین، فرآیندهای طراحی و ساخت را متحول کرده است. به لطف هوش مصنوعی، می توان طراحی قطعات، پیش بینی عملکرد نمونه های اولیه قبل از تولید و کاهش خطاها در طول فرآیند توسعه را بهینه کرد. الگوریتم های یادگیری ماشین می توانند چندین نوع طراحی را بر اساس پارامترهای خاص تولید کنند و سفارشی سازی و انطباق نمونه های اولیه را با نیازهای خاص آسان تر کنند. علاوه بر این، از طریق شبیه سازی های خودکار، هوش مصنوعی دقت و کارایی را در تشخیص خرابی های احتمالی بهبود می بخشد و زمان تکرار و هزینه ها را به حداقل می رساند. نمونه سازی سریع به عنوان یک روش حیاتی در طراحی و توسعه ماشین ظاهر شده است و رویکرد چابک تر و کارآمدتری را برای تولید قطعات تسهیل می کند. این تکنیک که فناوری های مختلف ساخت افزایشی را ادغام می کند، به مهندسان و طراحان اجازه می دهد تا مدل های فیزیکی مفاهیم خود را در مدت زمان کمتری ایجاد کنند، که نه تنها روند توسعه را تسریع می کند، بلکه با افزایش پیچیدگی طرح های همکاری بین تیم ها را نیز بهبود می بخشد [۶]. کاربرد هوش مصنوعی در تولید، مستلزم اجرای روشی است که در آن، حسگرها می توانند اطلاعات را درجا و به صورت آنی ارائه دهند. این نوع تولید، یکی از بهینه ترین راه ها، برای بهبود نتیجه است. این مدل مفاهیم جدیدی در تولید نیست، بلکه قابلیت پیش بینی سیستم ها بین سیستم های دنیای واقعی و همتای دیجیتال آن را در نظر گرفته و از آن برای تولید هدفمند استفاده میشود [۱۹].

۳- نتیجه گیری و جمع بندی

نوآوری و بکارگیری هوش مصنوعی در صنعت ساخت و تولید به طور قابل توجهی تأثیر مثبتی بر صنعت طراحی و تولید دارد. هدف اصلی هوش مصنوعی توسعه سیستم های کامپیوتری است که بتوانند وظایفی را انجام دهند که به طور معمول به هوش انسانی نیاز دارند. یکی از مزایای اصلی این نوآوری ها، افزایش دقت و کیفیت طراحی است که به کاهش خطاهای انسانی و بهبود محصولات نهایی منجر می شود. در این راستا چاپ سه بعدی یک فناوری به سرعت در حال رشد با کاربردهای بالقوه فراوان است. در حال حاضر، از آن در طیف گسترده ای از کاربردها، از جمله نمونه سازی سریع، تولید، هنر و آموزش استفاده می شود. با ادامه توسعه این فناوری و مقرون به صرفه تر شدن چاپگرهای سه بعدی، انتظار می رود چاپ سه بعدی محبوبیت بیشتری پیدا کند و به عنوان یک ابزار تولید قدرتمند در نظر گرفته شود. از طرفی میتوان گفت نقص در چاپ سه بعدی با ترکیب هوش مصنوعی شاهد پیشرفت های قابل توجهی بوده است. الگوریتم های مبتنی بر هوش مصنوعی دقت تشخیص نقص را در اشیاء چاپ شده سه بعدی افزایش می دهند و به نرخ تشخیص بیش از ۸۰ درصد دست می یابند. همچنین، قابلیت مدل سازی سه بعدی و شبیه سازی عملکرد محصولات قبل از تولید، امکان شناسایی و رفع مشکلات را تسهیل می کند. نوآوری های اخیر، زمان طراحی و تولید را به شدت کاهش داده و بهره وری را افزایش می دهند و این دقیقاً همان چیزی است که تولیدکنندگان چاپ سه بعدی به عنوان یکی از روش های نمونه سازی سریع، از آن به نفع خود استفاده می کنند. در نهایت باید گفت

- [12] S. P. C. J. R. Nitin Liladhar Rane, "Enhanced product design and development using Artificial Intelligence (AI), Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), 4D/5D/6D Printing, Internet of Things (IoT), and blockchain: A review," 2023.
- [10] S. P. Ng Kok Weng, "Artificial Intelligence in CAD/CAM," October 1995.
- [11] J. Z. Tianchen Chen, "Exploration of CAD Virtual Reality Interactive Interface Design based on Deep Convolution Neural Networks," pp. 124-140, 2024.
- [13] A. D. W. Bonsa Regassa Hunde, "Future prospects of computer-aided design (CAD) – A review from the perspective of artificial intelligence (AI), extended reality, and 3D printing," Results in Engineering 14, 31 May 2022.
- [14] N. F. v. M. H. M. N. Hanin E. Yeslam, "Revolutionizing CAD/CAM-based restorative dental processes and materials with artificial intelligence: a concise narrative review," 19 July 2024.
- [17] Y. D. D. A. M. Saksham Rana, "APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN COMPUTER-AIDED MANUFACTURING," International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science, vol. 5, no. 2, pp. 1899-1904, 2023.
- [18] D. S. Navjot Singh Matharu, "Latest trends and improvements in CAD/CAM: a review paper," Research Journal of Engineering Sciences, vol. 10, no. 3, pp. 39-42, October 2021.
- [19] L. J. Ladani, "Applications of artificial intelligence and machine learning in metal additive manufacturing," Journal of Physics: Materials, p. 15, 2021.