

## فرصت ها و خطرات هوش مصنوعی در صنایع شیمیایی

**هدف:** هدف این مقاله بررسی فرصت ها و خطرات پیاده سازی راه حل های صنعت 4.0 – هوش مصنوعی در صنایع شیمیایی است.

**طراحی/روش/رویگرد:** این بررسی با استفاده از مقالات علمی موجود، نشریات علمی معروف و گزارش های رسانه ای از بزرگترین شرکت ها در صنایع شیمیایی صورت گرفته است.

**یافته ها:** تجزیه ها و تحلیل ها نشان می دهند که مزایای اجرای راه حل های هوش مصنوعی بیشتر از خطرات آن در صنایع شیمیایی وجود دارد.

**حدودیت های تحقیق/مفاهیم:** کمبود مکرر شاخص های اقتصادی خاص، باعث دشوار شدن نشان دادن پ TASIL اجرای یک راه حل خاص در سایر شرکت های صنایع شیمیایی میشود.

**پیامدهای اجتماعی:** پیاده سازی هوش مصنوعی در شرکت های صنایع شیمیایی می تواند باعث کاهش آلودگی زیست محیطی، مصرف مواد خام و باعث بهینه سازی فرایدهای تولید می شود.

**اصالت/ارزش:** این مقاله بر اساس داده های واقعی، مدیریت میانی و ارشد شرکت های صنایع شیمیایی، ارائه مزایا و معایب پیاده سازی راه حل های هوش مصنوعی در صنایع شیمیایی را مورد هدف قرار می دهد.

**کلمات کلیدی:** هوش مصنوعی، صنایع شیمیایی، یادگیری ماشینی، خطرات، فرصت ها.

**دسته بندی مقاله:** بررسی مقاله.

### 1. مقدمه

بیش از 80 % از مدیران در صنایع شیمیایی، توسط سرشماری انجام شده توسط IBM، میگویند که هوش مصنوعی (AI) قرار است تاثیر بزرگی بر روی کسب و کارشان در 3 سال آینده داشته باشد. حوزه هایی که هوش مصنوعی در این بخش به طور معمول استفاده می شوند، حوزه های تحقیق و توسعه (74%)، تولید (61%)، پیشگیری و برنامه ریزی (47%) و مدیریت خطر (58%) (لین و دیگران، 2020). طبق یک سرشماری که توسط اکسنچر (Accenture, 2014) انجام شده، 94 % از کارکنان مدیریتی در صنایع شیمیایی و مواد پیشرفته انتظار دیجیتالی شدن کل صنعت را دارند، و هوش مصنوعی (AI) نقش خیلی مهمی در قادر ساختن انقلاب دیجیتال ایفا می کند (مجتمع جهانی اقتصاد، 2017).

جدیدترین فناوری ها به شرکت های شیمیایی اجازه ی کاهش هزینه های عملیاتی، افزایش سود و بهبود کیفیت محصول را می دهد. صنایع شیمیایی به طور فزاینده ای علاقه مند به استفاده از هوش مصنوعی برای حل مشکلات مربوط به مدل سازی

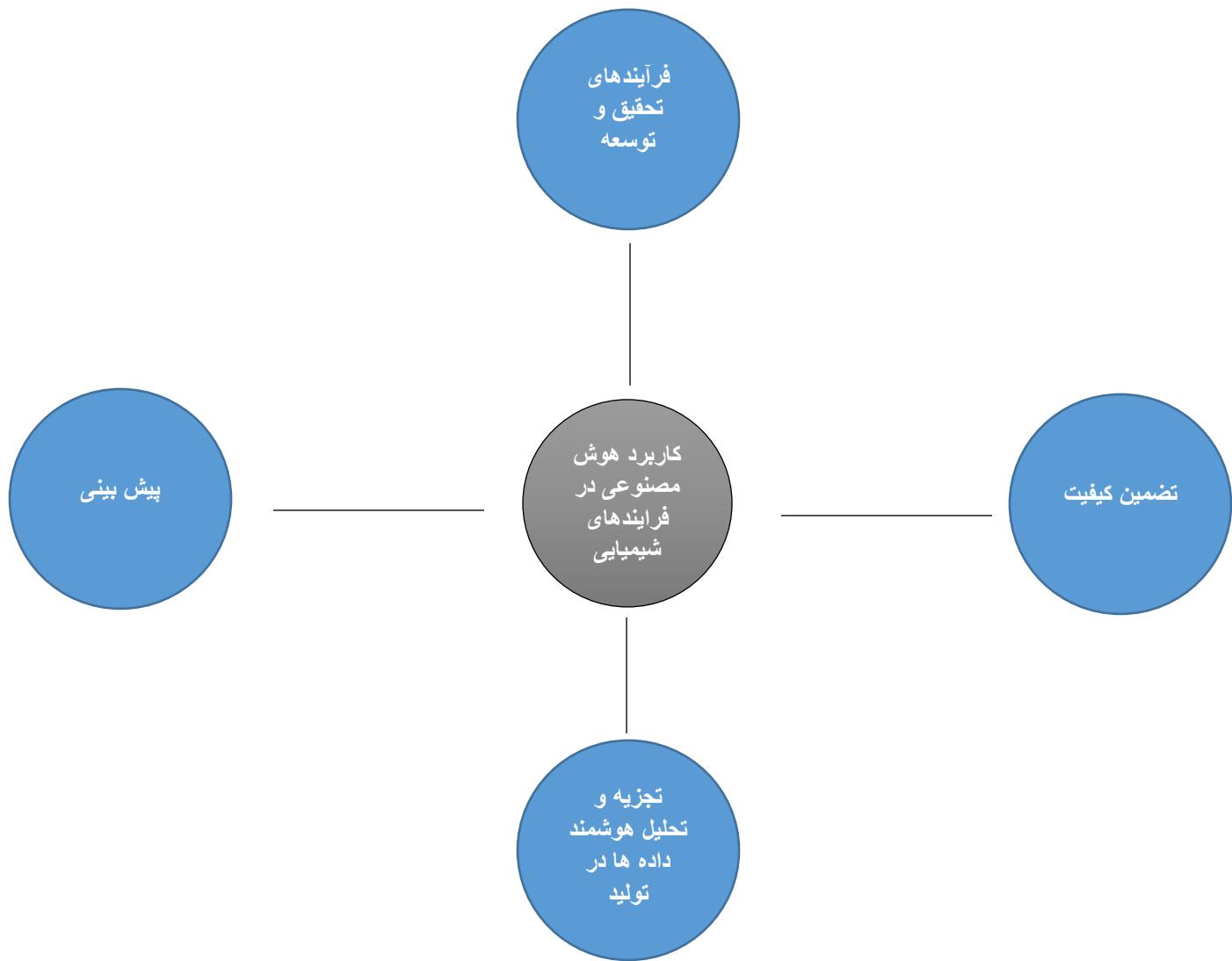
فرایند، بهینه سازی، کترل و همچنین تشخیص معايب (حجر و دیگران، 2016). این مقاله روش های اعمال کردن هوش مصنوعی در صنایع شیمیایی و پتانسیل آن را در این زمینه بررسی میکند.

## 2. کاربردهای هوش مصنوعی در صنایع شیمیایی

بخش صنعت در بلند مدت تاثیر قابل توجهی بر اقتصاد جهانی دارد. در سال 2022، بازار جهانی مواد شیمیایی به اندازه ی 616 میلیارد دلار قیمت گذاری شده بود. پیشینی شده است که این قیمت گذاری به افزایش سالانه ۵.۱٪ تا سال 2030 می رسد. ولی، رویدادهای اخیر از جمله همه گیری ویروس کرونا-19 و تنش های ژئوپولتیک تاثیری منفی در توسعه ای این زمینه داشته اند. قیمت های انرژی بی ثبات، هزینه های توسعه ای بیشتر، بستن موقعی کارخانه های توسعه و اختلالات متعدد در زنجیره ای ارزش مواد شیمیایی تخصصی منجر به کاهش دوره ای در توسعه و تقاضا شده است (گزارش بررسی بازار، 2022). اهمیت بخش تولید برای رشد اقتصاد فراتر از تولید مستقیم است. توسعه این صنعت به رشد در زمینه های اقتصادی، از جمله ایجاد شغل، منجر می شود. یک صنعت پایدار تقش مهمی مخصوصا در موقعیت های رکوردهای تجارت بین المللی ایفا می کند. البته داشتن یک زمینه ای صنعتی پیچیده به نگه داشتن امنیت اقتصادی در بحران ها کمک میکند (بیانیه وزارت توسعه و فناوری). تغییرات اخیر آب و هوا، اقتصادی و اجتماعی بر روی اقتصاد جهانی تاثیر گذاشتهداند. شرکت ها در حال تمرکز بر روی کسب و اجرای کارآمد نوآوری برای دستیابی به اهداف تعریف شده برای پاسخ دادن به چالش های نوظهور هستند. در یک گزارش آماده شده توسط اینوژو (Innogy، 2019)، نویسنده ها سه مگاترند اصلی که باور دارند آینده بخش صنعتی را تغییر می دهند را تشخیص داده اند. این مگاترند ها تغییرات دیجیتالی، آب و هوا، سازمانی هستند. این زمینه ها به دلیل مرتبط بودن، جهانی بودن و ماهیت چندوجهی شان مورد توجه قرار گرفته شده‌اند. یکی از بزرگترین چالش های پیش روی شرکت های شیمیایی معاصر، تغییرات دیجیتالی است. وضعیت اجتماعی-اقتصادی فعلی آن را تبدیل به نوعی اولتیماتیوم تجاری می کند که بقای سازمان ها را در بازار تعیین می کند (مت، هس، بنلیان، 2015). با توجه به خاص بودن آن، صنعت شیمیایی با درجه بالایی از اتوماسیون فرایند شناخته می شود.

سرمایه گذاری مداوم در توسعه ای فناوری های نوآورانه برای رشد شرکت ها ضروری است. یکی از زمینه هایی که به سرعت در حال توسعه است، سیستم هوش مصنوعی و کاربرد آن در فرایندهای تولید است. طبق تعریف OECD، هوش مصنوعی یک سیستم ماشینی است که با فرمولی کردن توصیه ها و پیش بینی ها، با استفاده از داده های ورودی ماشین ها و انسان ها بر محیط تاثیر می گذارد (OECD، 2018). در گزارش های آماده شده توسط کومیسیون اروپایی، هوش مصنوعی به عنوان یک سیستم نرم افزاری که توسط انسان طراحی شده و بهبود یافته است، تعریف می شود که در بعد فیزیکی یا دیجیتالی کار می کند و داده ها را جمع آوری کرده و آن ها را تجزیه و تحلیل می کند تا اقدامات لازم برای دستیابی به یک هدف تعیین شده را پیش بینی کند. با تحلیل مفهوم هوش مصنوعی از منظر رشته های علمی، حوزه هایی مانند یادگیری ماشینی (از جمله یادگیری عمیق و تقویتی)، متنطق ماشینی (اشاره به برنامه ریزی فرایندها، پیاده سازی دانش، جست و جو، بهینه سازی)، و همچنین رباتیک (از جمله کترل، دریافت، سنسورها و ترکیب سایر تکنیک های مورد استفاده در سیستم های سایبری-فیزیکی) را پوشش می دهد. در عمل، اصلی ترین روش ساختن یک هوش مصنوعی، استفاده از یادگیری ماشینی است. دستگاه های هوشمند، بر اساس نتایج حاصل از تجربیات قبلی و با استفاده از یک شبکه عصبی متشكل از شبکه های الگوریتمی، شروع به جستجوی اتصالات بین متغیرها می کند و داده های انباسته شده را به روشی مشابه با مغز انسان پردازش می کند. با توجه به کاربردهای زیاد هوش

مصنوعی و پتانسیل بزرگ آن که مرتبط با استفاده‌ی گسترده‌ی آن است، قدردانی از نقش آن در صنایع شیمیایی غیرممکن است. شکل ۱ حوزه‌های اصلی تولیدات شیمیایی را نشان می‌دهد که هوش مصنوعی در آنها کاربرد دارد.



شکل ۱. مثال‌هایی از استفاده هوش مصنوعی در فرآیندهای شیمیایی

منبع: شرح خود

## 2.1. راه حل هایی با استفاده از هوش مصنوعی برای فرآیندهای تحقیق و توسعه

تحقیق و توسعه نقشی اساسی در نوآوری صنعتی، به ویژه برای شرکت های مرتبط با توسعه پایدار ایفا می کند (هایک، اشتایزکال، 2018). از هوش مصنوعی برای پیش بینی و بهینه سازی واکنش های شیمیایی (مارسو و دیگران، 2015؛ محمدی، پنلیدیس، 2018؛ جو و دیگران، 2017)، و برای بهتر کردن طرح سنتز شیمیایی (سکلر و دیگران، 2018) استفاده می شود. یادگیری ماشینی برای تحقیقات غربالگری و طراحی کاتالیزور مورد بررسی قرار گرفته شده است. چندین مطالعه پتانسیل هوش مصنوعی را در کمک رساندن در توسعه مواد شیمیایی و مواد پایدار را نشان داده اند (دوآن و دیگران، 2020؛ گوو و دیگران، 2019). علاوه بر این جنبه های فنی، یک مطالعه استفاده از شبکه های عصبی را برای ارزیابی و بهبود رضایت شغلی در آزمایشگاه های تحقیقاتی مورد بررسی قرار داد (آزاده و دیگران، 2015).

## 2.2. پیش بینی

مدل های یادگیری ماشینی و هوش مصنوعی، همراه تحلیل های پیشرفته، به پیش بینی مقدار مواد خام مورد نیاز برای اطمینان از تداوم تولید شیمیایی و تعیین تقاضای آینده کمک می کنند. پیش بینی هوش مصنوعی فضایی را برای تغییرات در هر مرحله از توسعه مولکول بجا می گذارد. هوش مصنوعی نیز به پیش بینی قیمت مواد و مواد خام کمک می کند. این امکان تطبیق سریع تر فرآیند تولید با شرایط بازار را فراهم می کند و زیان شرکت را به اندازه قابل توجهی کاهش می دهد. استفاده از هوش مصنوعی در صنایع شیمیایی می تواند خطای پیش بینی را به اندازه 50% نسبت به پیش بینی انسانی کاهش دهد. شرکت ها می توانند زنجیره تامین خود را با استفاده از هوش مصنوعی ساده کرده . با پیش بینی تقاضا از موجودی اضافی در انبار خود جلوگیری کنند (مکنزی، 2017).

## 2.3. تجزیه و تحلیل هوشمند داده در تولیدات

شرکت های فعال در بازار، موظف به رعایت از استانداردهای نظارتی هستند. تجاوز از مقادیر مجاز انتشار کربن دی اکسید، مصرف آب یا میزان آلودگی در تاسیسات تولیدی منجر به افزایش قابل توجه هزینه ها می شود. کنترل دستی شاخص های مستنول برای تنظیم آنها بسیار کار بر است. به همین دلیل، به لطف تجزیه و تحلیل داده های مبتنی بر هوش مصنوعی، شرکت ها می توانند به راحتی تولید خود را با استانداردهای معرفی شده توسط مقامات دولتی، ردیابی و تنظیم کنند. علاوه بر این، با پیشرفت تکنولوژی و استفاده از حسگرهای هوشمند و تجزیه و تحلیل داده ها، شناسایی عیوب و آگاه سازی کارکنان از ناهمهنهنگی های پیش آمده را امکان پذیر می کند. با شناختن منبع مشکل، متخصص ها می توانند در فرآیند تولید دخالت کرده و سریع مشکل را برطرف کنند.

## 2.4. تضمین کیفیت در تولیدات

در صنایع شیمیایی، تضمین کیفیت به موقع از اهمیت زیادی برخوردار است. اگر یک ماده نامناسب وارد خط تولید شود، می تواند صدمه ای فراوان وارد کند و زیان های زیادی را وارد کند. با کمک هوش مصنوعی می توان به طور مداوم بر عملکرد کارخانه نظارت داشت و مواردی از این دست را شناسایی کرد که در نهایت به جلوگیری از خرابی تجهیزات و پیشگیری از توقف خط تولید کمک می کند. همچنین، هوش مصنوعی می تواند از چنین حادثه هایی یاد بگیرد و از این دانش برای حل بهتر مشکل های مشابه استفاده کند. تضمین کیفیت در تولیدات شیمیایی عمدتاً توسط بینایی کامپیوتری تضمین می شود. کامپیوترها با استفاده از الگوریتم های یادگیری عمیق، مواد موجود در خطوط تولید را اسکن می کنند، آنها را ارزیابی می کنند و بر اساس خواصشان آنها را دسته بندی می کنند.

### 3. کاربردهای هوش مصنوعی در صنایع شیمیایی

فناوری های هوش مصنوعی در صنایع شیمیایی جدید نیستند. برای سالیان زیاد، آنها در شرکت های شیمیایی سراسر دنیا برای تولید کالا، پیش بینی تقاضا و تست کردن کیفیت مورد استفاده قرار گرفته شده اند. در اینجا بعضی از معروف ترین مثال های استفاده از هوش مصنوعی در صنایع شیمیایی آورده شده اند.

#### 3.1. ربات های تولیدی مبتنی بر هوش مصنوعی، همکاری و زمینه آگاه

شرکت های شیمیایی از ربات ها برای تمیز کردن منطقه های تولیدی استفاده می کنند که باعث به حداقل رسیدن تماس انسان با مواد سمی می شود. ربات های زمینه آگاه همچنین می توانند کارایی لجستیکی را بهبود ببخشند و زمان سفر مواد خام یا محصولات نهایی را بین بخش های مختلف خط تولید کاهش دهند.

شرکت هایی مانند Novartis (Novartis) از ربات ها برای توزیع مواد شیمیایی در صفحات چند چاهی استفاده می کنند. آن ها به شرکت در تست کردن مواد و محصولات در طول 7 روز هفت و به صورت 24 ساعته کمک می کنند، که باعث افزایش سرعت کشف داروهای جدید می شود.

#### 3.2. هوش مصنوعی در کیفیت ظاهری و کنترل امنیت

سیستم های نوریایی که از هوش مصنوعی پشتیبانی می کنند، برای تشخیص عیوب مانند اجزای مکانیکی، تفاوت رنگ یا بسته بندی آسیب دیده استفاده می شوند. پلتفرم های هوش مصنوعی، مانند AI Vision SG، ابزارهای نظارتی پیشرفتهای را ارائه می کنند که به شرکت ها کمک می کند تا دقیق جمع آوری داده ها را بهبود ببخشند و فرآیند اعتبارسنجی مدل را تسريع کنند (پیس، 2021).

شرکت های چند میلیاردی مانند Dow از نظارت هوش مصنوعی برای شناسایی و حذف تهدیدات ایمنی مرتبط با ورودها به فضاهای بسته استفاده می کنند (اندکار، 2021).

#### 3.3. پیش بینی الگوریتمی در مدیریت زنجیره تامین با استفاده از هوش مصنوعی

سیستم های پیش بینی قدیمی و سنتی تحت تاثیر حجم داده های موجود در اینترنت قرار دارند و نمی توانند آنها را به خوبی بررسی کنند. الگوریتم های هوش مصنوعی حجم زیادی از داده ها را تجزیه و تحلیل می کنند و تقاضا برای یک محصول خاص را پیش بینی می کنند. شرکت ها می توانند براساس نتایج تجزیه و تحلیل هوش مصنوعی، برنامه ریزی تولید خود را تنظیم کنند و کارایی هزینه را افزایش دهند. به علاوه، آنها می توانند هوش مصنوعی را برای جمع آوری داده ها در نقاط فروش پیاده سازی کنند، تا تقاضای مشتری را پیش بینی کند و باعث کاهش ضایعات مربوط به محصولاتی که تقاضایی ندارند، شود.

شرکت هایی مانند Blue Yonder تکنیک های هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی را برای بهینه سازی پیش بینی و تکمیل موجودی تبلیغ می کنند، در حالی که توانایی تنظیم قیمت ها را به صورن همزمان نیز دارند.

زنگیره تامین یک شبکه یکپارچه است که در آن نهادهای مختلف مانند تامین کنندگان، تولید کنندگان و توزیع کنندگان با هم کار می کنند تا مواد اولیه را به محصولات آماده تبدیل کنند و آنها را به دست مشتریان برسانند (بیامون، 1998). هوش مصنوعی برای پشتیبانی از طراحی، برنامه ریزی و بهینه سازی زنجیره های تامین مواد شیمیایی با در نظر گرفتن جنبه های مختلف زیست

محیطی و اقتصادی استفاده شده است، برای مثال: الگوریتم ژنتیکی (برنینگ و دیگران، 2004؛ گویلن و دیگران، 2006) و الگوریتم اکتشافی (پوزو و دیگران، 2012). برخی از مطالعات بر انتخاب تامین کننده مرکز بودند، برای مثال استدلال مبنی بر مورد، در حالی که دیگران از تکنیک های هوش مصنوعی برای پیش بینی و مدیریت رویدادهای مخرب مانند مدل سازی مبنی بر عامل استفاده می کردند (بهدانی و دیگران، 2009، 2012، 2019؛ اهلن و دیگران، 2014). تحقیقات قبلی همچنین شامل هوش مصنوعی در تکنیک های مدل سازی سنتی و قدیمی برای زنجیره های تامین مواد تجدیدپذیر مانند زیست توده می شد (کالیستو-ویلار، 2014؛ قادری و دیگران، 2016؛ لن و دیگران، 2019).

### 3.4. پیش بینی ویژگی محصول

شرکت ژاپنی میتسوی کمیکالز (Mitsui Chemicals) فناوری پیش بینی کیفیت گازهای واکنش را پیاده سازی کرده است که میتواند آنالیز بدون تاخیری از 51 عامل مختلف از جمله شزاییترکتور و پارامترهای فرآیند را انجام دهد. این فناوری جدید این شرکت را به بهبود دقت سیگنال های واکنش قادر می سازد که در نتیجه باعث عملکرد ایمن تر و پایدارتر کارخانه های شیمیایی می شود. در آینده، مدیران کارخانه می توانند از یادگیری ماشینی عمیق برای تجزیه و تحلیل حجم زیادی از داده ها بدون هیچ تاخیری استفاده کنند و دقت پیش بینی ها و کنترل در فرآیندهای عملیاتی را بهبود بخشد، به ویژه در طول فرآیندهای راه اندازی و اصلاحات برای افزایش تولید. همچنین شفافیت بیشتری در ارزیابی وضعیت واقعی ماشین ها و نصب اجزا و راه اندازی را فراهم می کند و اثر بخشی مدیریت خطر را بهبود می بخشد. ابزارهای هوش مصنوعی تداوم تولید و موارد دیگر را ممکن می کنند زیرا یادگیری ماشینی با دقت بیشتری خرابی ها یا نیاز به تعمیرات را پیش بینی می کنند (Mitsui Chemicals, 2021).

BASF نیز راه حلی مشابه را پیاده سازی کرده است. در آگوست 2019، آنها قرارداد همکاری با دانشگاه فنی برلین برای توسعه مدل ها و الگوریتم های ریاضی جدید مناسب برای مسائل اساسی مربوط به شیمی فرآیند و شیمی کواترموی را امضا کردند.

کبوتیکس (Kebotix)، یک پلتفرم آمریکایی که تولید مواد شیمیایی جدید و رباتیک را با استفاده از هوش مصنوعی بهینه سازی می کند، همکاری استراژتیک خود را با شرکت هلندی SCM اعلام کرده است که تخصصش در روش های دقیق برای پیش بینی خواص از طریق مدل سازی اتمی است.

هوش مصنوعی می تواند در حوزه تولید محصولات جدید استفاده شود. هدف تایین شده توسط فایزر (Pfizer) شناسایی گزینه های درمانی جدیدتر و دقیق تر با ترکیب هوش مصنوعی و تجزیه و تحلیل داده ها با داده های واقعی است. این شرکت از هوش مصنوعی برای تعریف مجدد و تسریع زمان لازم برای تکمیل تحقیقات شیمیایی استفاده می کند (کتیفی، 2023).

با توجه به اینکه فناوری های توسعه هوش مصنوعی هنوز در مرحله تحقیقات هستند، می توان گمان زد که در سال های آینده تعدادی مزايا و کاربردهای جدید ناشی از پیاده سازی آن در صنایع شیمیایی وجود خواهد داشت.

## 4. نحوه استفاده شرکت های شیمیایی از هوش مصنوعی - تهدیدها و فرمتهای

استفاده ای هوش مصنوعی توسط شرکت های شیمیایی یک پیامد طبیعی از پیگیری آنها از صنعت 4.0 است. این غیرقابل انکار است که شرکت های بسیار دیجیتالی شده می توانند به راحتی به مشتریان گسترش ده ای در سراسر جهان دسترسی داشته باشند، که به افزایش فرمتهای برای گسترش کسب و کار آنها تبدیل می شود. افزایش اتوماسیون فرآیندهای تولید، دیجیتالی شدن

و موجودی ماشین آلات و تجهیزات مدرن، کلید افزایش مقاومت شرکت ها در برابر بحران ها و تغییرات بازار است. استفاده از راه حل های هوش مصنوعی در فرآیندهای کسب و کار به طور افزاینده ای در حال رایج شدن است و طیف وسیعی از کاربردها و مزایای ناشی از اجرای آنها در فرآیندهای تولید، علاقه بیشتری را در بین شرکت ها ایجاد می کند. برای اکثریت، این شروع یک سری از تغییراتی است که باعث انقلاب در صنعت در آینده ای نزدیک خواهد شد. از سوی دیگر، استفاده از هوش مصنوعی همچنان خطرات و اختلافات زیادی را در بین کارمندان ایجاد می کند. جدول 1 مزایا و معایب اصلی استفاده از هوش مصنوعی در فرآیندهای تولید را به نمایش می گذارد.

#### جدول 1.

مزایا و معایب استفاده از هوش مصنوعی در فرآیندهای تولید

نوع	طبقه بندی
تهدیدها	فرصت ها
جهیزی حاصل از بهینه سازی فرآیند سرمایه	اقتصادی
قطعیت بازگشت سرمایه	بیش سود حاصل از فروش بیش از انباشت ذخایر مازاد
ت داده	بیش کارایی دستگاه ها
ب پذیری در برابر حملات سایبری	ب د کیفیت محصول
ل از دست دادن شغل	ب خطاهای انسانی
لت از حریم خصوصی	ب امنیت کارمند
دانش تخصصی	
ظالت اخلاقی	
ش تعداد زباله های پس از تولید	محیطی
ف انرژی کمتر	
ی که امکان دستیابی به اهداف EZL	
یش مقدار ردپای کربن دی اکسید می کند	
تعییف فرآیندهای نوآوری	
تک توسعه محصولات و خدمات جدید	
تکنولوژی	تحقیق و تولید

منبع: شرح خود

استفاده از الگوریتم های هوش مصنوعی توسط شرکت ها امکان سوداوری بهتر از طریق، بهینه سازی عملیاتی را فراهم میکند. تحلیل های مبتنی بر هوش مصنوعی درمورد علل ریشه ای و رویه های آزمایشی منجر به کاهش هدر رفت و پیشرفت کیفیت محصول میگردد. این تکنولوژی جریان را پایدار کرده و بازدهی دستگاه را میافزاید. علاوه بر این، سازمانها میتوانند با استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی خود را با انواع مختلف تولید تنظیم کنند. همچنین میتوانند به صورت خودکار شرایط فرایند را کنترل کنند، مانند سرعت اختلاط، دما و مدت فرایند. بهرهوری بالاتر و یک کاهش 30% در بازدهی امکان پذیر است. دلیل دیگری که چرا بخش تولید به دنبال دیجیتالی شدن و خودکارسازی شدن است سودهی راه حل های هوش مصنوعی است. ابزارهای هوشمند به شرکت ها کمک میکند که فروش و بهره وری را با حذف احتمال خطای انسانی افزایش دهد. الگوریتم های هوش مصنوعی کمک میکند تا نیازهای متغیر مشتری و بهینه سازی پیشنهادات را تحلیل نماید. اینکار برای رسیدن به سود حداکثری و جلوگیری از ذخایر اضافی مفید است. راه حل های هوش مصنوعی میتوانند مضرات فروش و ذخیره را به ترتیب با 50% و 65% کاهش دهد.

حوضه دیگری که هوش مصنوعی در آن کاربرد پیدا کرده است، حفاظت از محیط زیست میباشد. در راستای با ایده توسعه پایدار، هوش مصنوعی امکان ایجاد مدل های جهانی اقلیمی، توسعه کشاورزی دقیق و شبکه های هوشمند برق را برای تنظیم مصرف انرژی فراهم میسازد. هوش مصنوعی همچنین به کاهش هدر رفت کمک میکند که مفید از نظر اقتصادی میباشد. بر اساس مجله Nature communications باشند. (Vinuesa et al., 2020)

تکنولوژی های هوش مصنوعی مثل تحلیل های پیشرفته، جمع آوری لحظه ای داده ها و اینترنت صنعتی اشیا (IoT)، میتواند در بهبود ایمنی کارکنان و منابع فیزیکی کمک کند. ابزارهای هوش مصنوعی با حذف نیاز به دخالت مستقیم نیروی انسانی از پتانسیل خطرات مرتبط با تولید جلوگیری میکند. با جمع آوری داده های در محل، هوش مصنوعی به طور چشمگیری انطباق با الزامات جمع آوری داده و مستندات را تسهیل میبخشد.

در حال حاضر تنها 4 تا از هر 10 شرکت شیمیایی به طور گستردگی از هوش مصنوعی در عملیات های خود استفاده میکنند. روند کند مرتبه با پیاده سازی هوش مصنوعی در فرایندهای تولید متنهی به چندین چالش در مقابل تکنولوژی میگردد. این چالش ها شامل موارد زیر هستند:

- ابزارهای توسعه نیافته
- نبود کافی مهارت های هوش مصنوعی در کنار نیروی کاری
- نبود کافی داده های با کیفیت
- مشکلات مربوط به اعتماد و شفافیت
- عدم قطعیت در مورد بازگشت سرمایه

برای به حداقل رساندن تاثیرات منفی اینها، کمپانی ها باید آماده ادغام هوش مصنوعی به فرایندهای کسب و کار خود شوند. این ضروری است که یک شفافیتی از اهداف پیاده سازی هوش مصنوعی و حوضه های خاصی که در آنها قرار است استفاده شود وجود داشته باشد. همانطور که روند تکنولوژی ادامه دارد، فواید استفاده از هوش مصنوعی در صنعت شیمیایی در حال پیشی گرفتن از چالش های پیاده سازی آن است.

یکی از خطرات اصلی مرتبط با هوش مصنوعی در صنایع شیمیایی، امکان رخدادن خطای انسانی است. همانطور که سیستم های هوش مصنوعی بطور افزایشی پیشرفته تر میشوند، درک آنها و هدایت سخت تر شده میگردد که خطر خطاهای و حوادث را افزایش میدهد. در نتیجه سیستم های هوش مصنوعی ممکن است در عملکرد دچار نقص شود که منجر به نتایج غیرمنتظره و خطرات احتمالی میگردد.

دیگر خطر مرتبط با استفاده از هوش مصنوعی در صنعت شیمیایی این است که امکان کاهش جایگاه های شغلی و از دست رفتن مشاغل برای کارکنان وجود دارد. سیستم های هوش مصنوعی به خودکارسازی وظایفی که پیش تر توسط انسان به انجام رسیده کمک میرساند که این امر خطر انتقال مشاغل (به ماشین ها) را دربر دارد. به ویژه در تکنولوژی های استفاده قرار گرفته در صنعت شیمیایی، بسیاری از فعالیت های شماتیک وجود دارد که میتواند به آسانی خودکارسازی شود و منجر به از دست رفتن مشاغل بصورت قابل توجهی شود. اگرچه نظرسنجی هایی از کارکنان در شرکت های شیمی در لهستان نشان میدهد که نگرانی درباره امنیت شغلی خود ندارند. (Kądzielawski, 2022)

از نظر حریم خصوصی و امنیت داده، سیستم های هوش مصنوعی مورد استفاده در صنعت شیمیایی میتواند به اطلاعات و داده های حساسی مانند فرایندهای تولید، فرمول های شیمیایی و اطلاعات اختصاصی بپردازد. تضمین اینمنی و حریم خصوصی این داده ها برای حفاظت از مالکیت فکری شرکت حیاتی است.

پیاده سازی هوش مصنوعی در صنعت شیمی نیازمند سطح بالایی از دانش فنی است. بدون دانش تخصصی مناسب، شرکت ها ممکن است در طراحی، پیاده سازی و نگهداری سیستم های هوش مصنوعی با مشکل مواجه شوند که منجر به عملکرد غیربهینه یا حتی شکست میگردد. شرکت هایی که بطور فزاینده متکی بر سیستم های هوش مصنوعی برای بهینه سازی عملیات های خود میباشند ممکن است به این تکنولوژی وابسته شوند. در صورت رخدادن شکست یا نقص عملکرد سیستم های هوش مصنوعی، شرکت ها ممکن است دیگر توانند عملیات های خود را ادامه دهند که این امر دچار زیان های مالی بسیاری میگردد. شایان ذکر است که با توسعه سیستم های هوش مصنوعی نگرانی های اخلاقی نیز رو به افزایش است. برای مثال سیستم های هوش مصنوعی میتواند برای تصمیم گیری هایی که روی زندگی انسان تاثیر دارد مثل تعیین امنیت یک محصول شیمیایی، استفاده شود. بدون نظارت و تنظیم مقررات مناسب، سیستم های هوش مصنوعی میتواند تصمیم هایی بگیرد که برخلاف منافع جامعه باشد. هوش مصنوعی کاملاً متکی بر داده هایی است که توسط آنها آموزش دیده است. اگر داده ها به اندازه کافی عینی نباشند، خطری وجود دارد که سیستم های هوش مصنوعی نیز دارای سوگیری باشد. در نتیجه، این موقعیت ممکن است به تصمیم گیری های ناعادلانه و تبعیض منجر گردد.

با افزایش ادغام از سیستم های هوش مصنوعی در صنعت شیمی، خطر حملات سایبری نیز وجود دارد. این حملات میتوانند عملیات را مختل کرده، اطلاعات محرومانه را دزدیده و موجب ضرر مالی شوند.

سیستم های هوش مصنوعی در صنعت شیمی ممکن است نیازمند ادغام با باقی سیستم های مانند سیستم های برنامه ریزی منابع سازمانی (ERP)، سیستم های کنترل فرایند و شبکات سنسوری باشد. اگر این سیستم ها باهم به درستی همکاری نکنند، این امر سبب ناکارآمدی عملیاتی میشود.

در یک مطالعه توسط مکینسی (2019)، فاز پیاده سازی هوش مصنوعی به 5 سطح تقسیم شده و خطرات با هر کدام از آنها اختصاص داده شدند.

<b>مفهوم سازی:</b>	<b>مدیریت داده:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- موارد استفاده بالقوه غیر اخلاقی</li> <li>- حلقه بازفورد یادگیری نامناسب</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- داده های غیر دقیق یا نادرست</li> <li>- داده های محافظت شده نا امن</li> <li>- سایر موارد عدم انطباق</li> </ul>
<b>توسیعه مدل:</b>	<b>پیاده سازی مدل:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- داده های غیر نماینده</li> <li>- تاییح مدل متخصصبانه یا تبعیض کامل</li> <li>- ناپایداری مدل یا عملکرد</li> <li>- کاهش، گفت</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- فطاھاھای پیاده سازی</li> <li>- طراھی ضھیف فناوری و ممیط</li> <li>- آموزش مهارت سازی ناکافی</li> </ul>

## استفاده از مدل و تصمیم گیری:

- شکست فناوری و ممیط
- تشغیص/پاسخ دهی گند
- مشکلات عملکرد
- تهدیدهای امنیت سایبری

شکل 2. خطرات 5 سطح از پیاده سازی هوش مصنوعی.

منبع: تنظیم شخصی بر اساس مکینزی، 2019.

در مجموع، هوش مصنوعی پتانسیل انقلابی کردن صنعت شیمی را دارد ولی مهم است که خطرات و چالش های مربوط به پیاده سازی آنها را در نظر بگیریم. اینها شامل احتمال خطا های انسانی، از دست دادن شغل، حريم خصوصی داده و امنیت میگردند. اگرچه با انجام تدبیر درست، میتوان به مزایای همچون افزایش بهره وری، تولید، ایمنی و توسعه پایدار رسید. برای به حداقل رساندن مزایا و حداقل کردن خطرات، شرکت های شیمیایی باید یک رویکرد مرحله ای برای پیاده سازی هوش مصنوعی در نظر بگیرند که ابتدا با پروژه های آزمایشی شروع شده و به تدریج مقیاس را بیافزایند.

## 5. خلاصه

تکنولوژی های هوش مصنوعی دارای پتانسیل عظیمی در بهبود فرایندهای تولید شیمیایی دارد. از پیشیبینی تقاضا در کنترل کیفیت، تکنولوژی هایی که از هوش مصنوعی استفاده میکنند کاملاً مفاهیم تولید شیمیایی را بازنمایی میکنند. استانداردهای جدیدی که ابزارهای هوش مصنوعی معرفی میکنند، کاهش چشمگیر هزینه ها، افزایش سرعت تولید و بهبود کلی فرایندهای تجاری میباشند. شرکت های شیمیایی که تا به حال هوش مصنوعی را پیاده سازی نموده اند بازدهی سرمایه گذاری قابل توجه، کیفیت بهتر محصولات و فرایندهای زنجیره ای ساده شده تامینی را نشان میدهند. پیاده سازی مؤثر راه حل های جدید یک نقش حیاتی را در توسعه شرکت های صنعت شیمی دارد. این شرکت ها برای نجات و حفظ موقعیت بازار باید مدل های تجاری قدیمی خود را تغییر دهند و زنجیره های ارزش را بازنمایی کنند. با توجه به برنامه ریزی برای سختگیری در قوانین و استانداردهای محیط زیستی در آینده نزدیک، شرکت ها باید خود را با روند های فعلی شامل اقتصاد چرخشی - تطبیق دهنده، از فرمات های تکنولوژی دیجیتالی بهره بگیرند و سطح مهارت و صلاحیت کارکنان خود را در این راستا قرار دهند.

## منابع

1. 5 شرکت های دارویی که از هوش مصنوعی استفاده می‌کنند. دریافت شده از: <https://www.kantify.com/insights/5-pharma-companies-using-artificial-intelligence> .21.01.2023
2. تعریفی از هوش مصنوعی: قابلیت‌های اصلی و رشته‌های علمی. دریافت شده از: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/definition-artificial-intelligence-main-capabilities-and-scientific-disciplines> .4.02.2023
3. پیمایش جهانی دیجیتال در صنایع شیمیایی توسط Accenture. دریافت شده از: [https://www.accenture.com/us-en/~/media/accenture/conversion-assets/dotcom/documents/global/pdf/dualpub\\_6/accenture-insight-digital-chemical-survey-infographic.pdf](https://www.accenture.com/us-en/~/media/accenture/conversion-assets/dotcom/documents/global/pdf/dualpub_6/accenture-insight-digital-chemical-survey-infographic.pdf) 30.01.2023
4. آندرولکار، M.. شرکت Dow از هوش مصنوعی Vision در محیط کاری برای افزایش ایمنی و امنیت کارکنان با Azure استفاده می‌کند. دریافت شده از: <https://customers.microsoft.com/en-us/story/1349423518578860629-dow-chemicals-azure-video-analyzer> .16.01.2023
5. Zarrin, M., Salehi, V., Bonab, N.A., Azadeh, A. .5 مهندسی تابآوری: آزمایشگاه‌های خطرناک. مجله بین‌المللی ارگونومی صنعتی، 49، 68–77. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.06.002>
6. Beamon, B.M .6 طراحی و تحلیل زنجیره تأمین: مدل‌ها و روش‌ها. مجله بین‌المللی اقتصاد تولید، 55(3)، 281–294. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00079-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00079-6)
7. Srinivasan, R., Lukszo, Z., Behdani, B. .7 چارچوب شیمیاسازی مبتنی بر عامل برای مدیریت اختلالات در زنجیره‌های تأمین شیمیایی. کامپیوتر و مهندسی شیمی، 122، 306–325. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2018.0>
8. Srinivasan, R., Adhitya, A., Lukszo, Z., Behdani, B. .8 چهانی در شرایط عادی و غیرعادی. مهندسی شیمی با کمک کامپیوتر، 26، 979–984. [https://doi.org/10.1016/S1570-7946\(09\)70163-4](https://doi.org/10.1016/S1570-7946(09)70163-4)
9. Tölle, F.J., Mehta, V., Kussi, J.S., Gürsoy, K., Brandenburg, M., Berning, G. .9 یکپارچه‌سازی برنامه‌ریزی مشترک و بهینه‌سازی زنجیره تأمین برای صنایع فرآیند شیمیایی (I) – روش‌شناسی. کامپیوتر و مهندسی شیمی، 28(7–6)، 913–927. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2003>
10. Blue Yonder قابلیت‌های برنامه‌ریزی زنجیره تأمین را برای The Source فراهم می‌کند. دریافت شده از: <https://media.blueyonder.com/blue-yonder-powers-supply-chain-planning-for-the-source> .19.01.2023
11. Castillo-Villar, K.K .11 الگوریتم‌های فرآبرکاری بهکارگرفته شده در مسائل زنجیره تأمین زیست‌انرژی: نظریه، مرور، چالش‌ها و آینده. مجله Energies، 11(7)، 7640–7672. <https://doi.org/10.3390/en7117640>

- .12. مواجهه با ریسک‌های هوش مصنوعی. بازیابی شده از .16.01.2023 ،[https://www.cognitivescale.com/wp-content/uploads/2019/06/Confronting\\_AI\\_risks\\_-\\_McKinsey.pdf](https://www.cognitivescale.com/wp-content/uploads/2019/06/Confronting_AI_risks_-_McKinsey.pdf)
- .13. مبادله دیجیتال در صنعت شیمی و مواد پیشرفته. بازیابی شده از <http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-chemistry-and-advanced-materials-industry-white-paper.pdf> .30.01.2023
- .14. آگاه از شیمی کواتومی برای تسریع طراحی و کشف مواد ذخیره انرژی پایدار. (2020) .Doan, H.A., Agarwal, G., Qian, H., Counihan, M.J., Rodríguez-López, J., Moore, J.S., Assary, R.S .6338–6346 ,Chemistry of Materials, 32(15)
- .15. رویدادهای امنیت ملی. (2014) .Ehlen, M.A., Sun, A.C., Pepple, M.A., Eidson, E.D., Jones, B.S .102–111 ,Computers and Chemical Engineering, 60 .<https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.0c007>
- .16. طراحی شبکه زنجیره تأمین شیمیایی برای تحلیل .972–1000 ,Industrial Crops and Products, 94 .<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.09.027>
- .17. Journal of Materials Chemistry A, (2019) .Gu, G.H., Noh, J., Kim, I., Jung, Y .17096–17117 ,7(29) .<https://doi.org/10.1039/c9ta02356a>
- .18. پرداختن به طراحی زنجیره‌های تأمین شیمیایی تحت عدم قطعیت تقاضا. (2006) .Guillén, G., Mele, F.D., Espuña, A., Puigjaner, L .7566–7581 ,Industrial & Engineering Chemistry Research, 45 .<https://doi.org/10.1021/ie051424a>
- .19. همکاری تحقیق و توسعه و اثرات سرریز دانش برای نوآوری پایدار کسب‌وکار در صنعت شیمیایی. (2018) .Hájek, P., Stejskal, J .1064 ,Sustainability, 10(4) .<https://doi.org/10.3390/su10041064>
- .20. M.A. Aceves- (2016) .Hajjar, Z., Tayyebi, S., Hosein, M., Ahmadi, E .416–399 (ویراستار)، Fernandez Artificial intelligence – Emerging trends and applications (صص 416–399) .<https://doi.org/10.5772/intechopen.76027>
- .21. International Journal of Contemporary Management .(2022) .Kądzielawski, G .21 .<https://doi.org/10.2478/ijcm-2022-0015>
- .22. اطلاعیه وزارت تουسعه، کار و فناوری: سیاست صنعتی لهستان. بازیابی شده از : <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjO7ezMi7X9AhXnhP0HHUPMAYwQFnoECBEQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.gov.pl%2Fattachment%2F555c07a8-4d95-49af-9ec1-282fafdbcac5&usg=AOvVaw1ln80rSkzPhEPBuyvJ0LF7> .16.01.2023
- .23. A. J. Ren (2019) .Lan, K., Park, S., Yao, Y .315–273 (ویراستاران)، بیوانتانول‌ها برای آینده‌ای پایدارتر: ارزیابی پایداری چرخه عمر و تصمیم‌گیری چندمعیاره (صص 315–273) .Elsevier .<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815581-3.00010-5>
- .24. Łapińska, J., Kądzielawski, G., Sudolska, A., Górką, J .127–131 ,Przemysł Chemiczny 100(2) شیمیایی. (2021)

- Catalysis Today, (2017). مهندسی ویژگی‌های مدل‌های شیمی‌جذب ماشین‌آموزی برای طراحی کاتالیزور. Li, Z., Ma, X., Xin, H .25  
.232–238, 280  
.https://doi.org/10.1016/j.cattod.2016.04.013
- .Bهینه‌سازی زنجیره ارزش شیمیابی با هوش مصنوعی. بازیابی شده از: Lin, S., Krishnan, V., Womack, D .26  
.16.02.2023.https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/chemicals-value-chain-ai
- .Sیستم خبره برای پیش‌بینی شرایط واکنش: مورد واکنش میشل. (2015) .Marcou, G., Aires De Sousa, J., Latino, D.A.R.S., de Luca, A., Horvath, D., Rietsch, V., Varnek, A .27  
.239–250. Journal of Chemical Information and Modeling, 55(2)  
.https://doi.org/10.1021/ci500698a
- .Business & Information Systems Engineering, (2015) .Matt, Ch., Hess, T., Benlian, A .28  
.339–343, 57(5)
- .Tیم‌های Mitsui Chemicals با NEC و dotData برای آزمایش پیش‌بینی تغییر قیمت مبتنی بر هوش مصنوعی برای محصولات حساس به بازار همکاری می‌کنند. بازیابی شده از: .19.01.2023.https://eu.mitsuichemicals.com/release/2021/2021\_0924.htm
- .Bهینه‌سازی در مهندسی واکنش‌های شیمیابی: اتصال اکسیداتیو متان به عنوان یک مطالعه موردنی. (2018) .Mohammadi, Y., Penlidis, A .30  
.8664–8678. Industrial and Engineering Chemistry Research, 57(26)  
.https://doi.org/10.1021/acs.iecr.8b01424
- .OECD (AIGO). OECD Digital: بررسی‌های گروه متخصص هوش مصنوعی در OECD (2019) OECD .31  
.Economy Papers, No. 291  
.پاریس: OECD Publishing  
.https://doi.org/10.1787/d62f618a-en
- .R.Pace, R .32  
: ارتقا، بازرگانی دارویی با یادگیری عمیق. بازیابی شده از:  
https://www.pharmamanufacturing.com/industry-perspectives-sponsored/article/11293580/elevating-pharma-  
.4.02.2023,.inspection-with-deep-learning
- .C.Pozo, C., Ruíz-Femenia, R., Caballero, J., Guillén-Gosálbez, G., Jiménez, L .33  
: استفاده از تحلیل مولفه‌های اصلی برای کاهش تعداد اهداف محیطی در بهینه‌سازی چندهدفه: کاربرد در طراحی زنجیره‌های تأمین شیمیابی. Chemical Engineering  
.146–158, Science, 69(1)  
.https://doi.org/10.1016/j.ces.2011.10.018
- .GZارش اتاق صنعت شیمی لهستان – موقعیت، چالش‌ها، چشم‌اندازها (2022) .34
- .M.H.S. Segler, M.H.S., Preuss, M., Waller, M.P .35  
: برنامه‌ریزی سنتز‌های شیمیابی با شبکه‌های عصبی عمیق و هوش مصنوعی نمادین. Nature, 555(7698) .604–610  
.https://doi.org/10.1038/nature25978
- .AI) – چه چیزی برای آلمان و بخش صنعتی آن در پیش دارد؟ بازیابی شده از:  
https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/industries/semiconductors/our%20insights/smartening%20up%20with  
.30.01.2023.%20artificial-intelligence/smartening-up-with-artificial-intelligence.ashx
- .GZارش تحلیل اندازه، سهم و روند بازار مواد شیمیابی ویژه به تفکیک محصول (تمیزکننده‌های صنعتی و نهادی، طعم‌دهنده‌ها و عطرها، افزودنی‌های غذایی و خوارکی)، به تفکیک منطقه و پیش‌بینی‌های بخش‌ها، 2023–2030. بازیابی شده از:  
.2.02.2023.https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/specialty-chemicals-market

- Nat Commun, (2020). نقش هوش مصنوعی در دستیابی به اهداف توسعه پایدار. Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I. et al .38  
.233 ,11  
<https://doi.org/10.1038/s41467-019-14108-y>
- (2019) .پیش‌بینی کاتالیزورهای با انتخاب‌پذیری Zahrt, A.F., Henle, J.J., Rose, B.T., Wang, Y., Darrow, W.T., Denmark, S.E .39  
.1–11, Science, 363(6424) بالاتر توسط جریان کاری مبتنی بر کامپیوتر و یادگیری ماشین.  
<https://doi.org/10.1126/science.aau5631>
- Expert Systems with (2011) .رویکرد استدلال مبتنی بر مورد در انتخاب تأمین‌کننده در شرکت‌های نفتی. Zhao, K., Yu, X .40  
.6839–6847 .Applications, 38(6)  
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.12.055>
- , ACS Central Science, 3(12) (2017) .بهینه‌سازی واکنش‌های شیمیایی با یادگیری تقویتی عمیق. Zhou, Z., Li, X., Zare, R.N .41  
.1337–1344  
<https://doi.org/10.1021/acscentsci.7b00492>