

فرمت 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/رویکرد: 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.

محدودیت های تحقیق/مفاهیم: کمبود مکرر شاخص های اقتصادی خاص، باعث دشوار شدن نشان دادن پتانسیل 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 فرایندهای 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%)، پیشبینی 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 رو دارند، و هوش مصنوعی (AI) نقش خیلی مهمی در قادر ساختن انقلاب دیجیتال ایفا می کند (مجمع 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

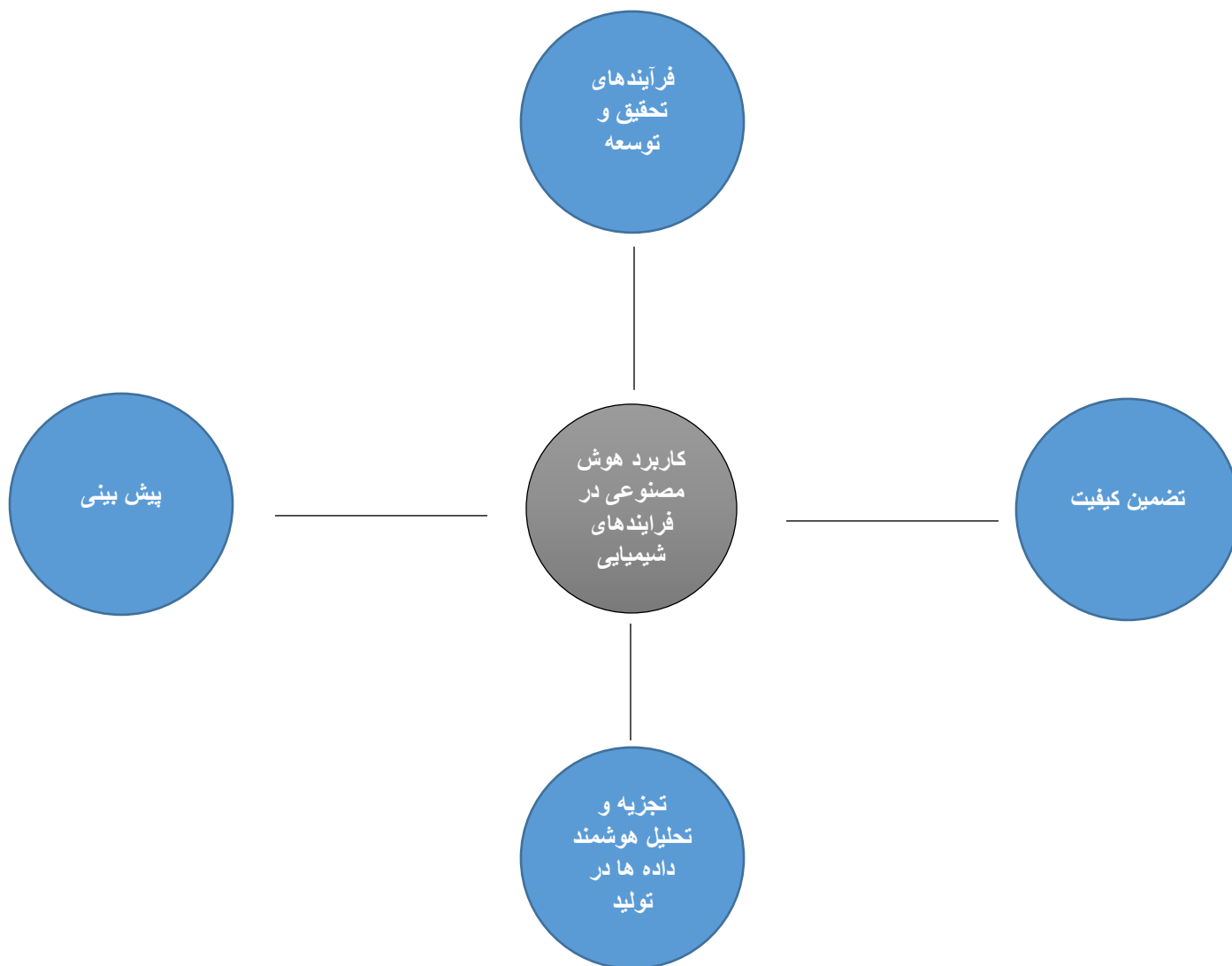
فرایند، بهینه سازی، کنترل و همچنین تشخیص معایب (حجر و دیگران، 2016). این مقاله روش های اعمال کردن هوش مصنوعی در صنایع شیمیایی و پتانسیل آن را در این زمینه بررسی میکند.

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. پیشبینی شده است که این قیمت گذاری به افزایش سالانه ی 5.1% تا سال 2030 می رسد. ولی، رویدادهای اخیر از جمله همه گیری ویروس کرونا-19 و تنش های ژئوپولیتیک تاثیری منفی در توسعه ی این زمینه داشته اند. قیمت های انرژی بی ثبات، هزینه های توسعه ی بیشتر، بستن موقتی کارخانه های توسعه و اختلالات متعدد در زنجیره ی 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 نقش مهمی مخصوصا در موقعیت های رکوردهای تجارت بین المللی ایفا می کند. البته، داشتن یک زمینه ی صنعتی پیچیده به نگه داشتن امنیت اقتصادی در بحران ها کمک میکند (بیانیه وزارت توسعه و فناوری). تغییرات اخیر آب و هوایی، اقتصادی و اجتماعی بر روی اقتصاد جهانی تاثیر گذاشته اند. 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 اینوجی (Innogy, 2019)، نویسنده ها سه مگاترند اصلی که باور دارند آینده ی بخش صنعتی را تغییر می دهند را تشخیص داده اند. این مگاترند ها تغییرات دیجیتالی، آب و هوایی و سازمانی هستند. این زمینه ها به دلیل مرتبط بودن، جهانی بودن و ماهیت چندوجهی شان مورد توجه قرار گرفته شده اند. یکی از بزرگترین چالش های پیش روی شرکت های شیمیایی معاصر، تغییرات دیجیتالی است. وضعیت اجتماعی-اقتصادی فعلی آن را تبدیل به نوعی اولتیماتوم 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 ی 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 کمیسیون 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)، منطق ماشینی (اشاره به برنامه ریزی فرایندها، پیاده سازی دانش، جست و جو، بهینه سازی)، و همچنین رباتیک (از جمله کنترل، 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 ی عصبی متشکل از شبکه های الگوریتمی، شروع به جستجوی اتصالات بین متغیرها می کنند و داده های انباشته شده را به روشی مشابه با مغز انسان پردازش می کنند. با توجه به کاربردهای زیاد هوش

مصنوعی و پتانسیل بزرگ آن که مرتبط با استفاده ی گسترده ی آن است، قدردانی از نقش آن در صنایع شیمیایی غیرممکن است. شکل 1 حوزه های اصلی تولیدات شیمیایی را نشان می دهد که هوش مصنوعی در آنها کاربرد دارد.



شکل 1. مثال هایی از استفاده هوش مصنوعی در فرایندهای 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، پنلیدی، 2018; جو و دیگران، 2017)، و برای بهتر کردن طرح سنتز شیمیایی (سگلر 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 مسئول 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 ناهماهنگی 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 ی 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 شده‌اند. در اینجا بعضی از معروف ترین مثال های استفاده از هوش مصنوعی در صنایع شیمیایی آورده شده‌اند.

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 نوارتیس (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 هفته 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 نوری 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 SG Vision AI، ابزارهای نظارتی پیشرفتهای را ارائه می کنند که به شرکت ها کمک می کند تا دقت جمع آوری داده ها را بهبود ببخشند و فرآیند اعتبارسنجی مدل را تسریع 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 (اندلکار، 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، درحالی که توانایی تنظیم قیمت ها را به صورت همزمان نیز دارند.

زنجیره 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; گوپلن و دیگران، 2006) و الگوریتم اکتشافی (پوزو و دیگران، 2012). برخی از مطالعات بر انتخاب تامین کننده متمرکز بودند، برای مثال استدلال مبتنی بر مورد، درحالی که دیگران از تکنیک های هوش مصنوعی برای پیش بینی و مدیریت رویدادهای مخرب مانند مدل سازی مبتنی 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 کیمیکالز (Mitsui Chemicals) فناوری پیش بینی کیفیت گازهای واکنش را پیاده سازی کرده است که میتواند آنالیز بدون تاخیری از 51 عامل مختلف از جمله شرایط راکتور 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 بخشند، 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 کواتتومی 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 استراتژیک 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 ی 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 مزایا و کاربردهای جدید ناشی از پیاده سازی آن در صنایع شیمیایی وجود خواهد داشت.

4. نحوه ی استفاده شرکت های شیمیایی از هوش مصنوعی – تهدیدها و فرصت ها

استفاده ی 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 گسترده ای در سراسر جهان دسترسی داشته باشند، که به افزایش فرصت ها 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 افزایشده 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

طبقه بندی		نوع
		فرصت ها
		تهدیدها
اقتصادی		به جویی حاصل از بهینه سازی فرآیند سرمایه
		پیش سود حاصل از فروش
فنی		ثیری از انباشت ذخایر مازاد
		قطعییت بازگشت سرمایه
اجتماعی		پیش کارایی دستگاه ها
		د کیفیت محصول
محیطی		ب خطاهای انسانی
		د امنیت کارمند
تحقیق و تولید		ش تعداد زباله های پس از تولید
		ف انرژی کمتر
		ری که امکان دستیابی به اهداف E2030
		پیش مقدار ردپای کربن دی اکسید
		می کند
		پیش فرآیندهای نوآوری
		بک توسعه محصولات و خدمات جدید
		تگی به تکنولوژی

منبع: شرح خود

استفاده از الگوریتم های هوش مصنوعی توسط شرکت ها امکان سودآوری بهتر از طریق بهینه سازی عملیاتی را فراهم میکند. تحلیل های مبتنی بر هوش مصنوعی در مورد 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 می افزاید. علاوه بر این، سازمان ها 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. بهره وری بالاتر و یک کاهش 30% در بازدهی امکان پذیر است. دلیل دیگری که چرا بخش تولید به دنبال دیجیتالی شدن و خودکارسازی شدن است سوددهی 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 میتواند مضرات فروش و ذخیره را به ترتیب با 65% و 50% کاهش دهد.

حوضه دیگری که هوش مصنوعی در آن کاربرد پیدا کرده است، حفاظت از محیط زیست می باشد. 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، راه حل های هوش مصنوعی سازمان ها را فراهم میسازد تا 63% بیشتر محیط دوست باشند. (Vinuesa et al., 2020)

تکنولوژی های هوش مصنوعی مثل تحلیل های پیشرفته، جمع آوری لحظه ای داده ها و اینترنت صنعتی اشیا (IIoT)، 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 گسترده ای از هوش مصنوعی در عملیات های خود استفاده میکنند. روند کند مرتبط با پیاده سازی هوش مصنوعی در فرایندهای تولید منتهی 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 رخ دادن خطای انسانی است. همانطور که سیستم های هوش مصنوعی بطور افزایشی پیشرفته تر میشوند، درک آنها و هدایت سخت تر شده میگردد که خطر خطاها 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. (Kądziałowski, 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 ایمنی 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 غیربهبوده 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 رخ دادن شکست یا نقص عملکرد سیستم های هوش مصنوعی، شرکت ها ممکن است دیگر نتوانند 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 محرمانه را دزدیده و موجب ضرر مالی شوند.

سیستم های هوش مصنوعی در صنعت شیمی ممکن است نیازمند ادغام با باقی سیستم ها مانند سیستم های برنامه ریزی منابع سازمانی (ERP)، سیستم های کنترل فرایند و شبکه های 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 هرکدام از آنها اختصاص داده شدند.

مدیریت داده: - داده های غیر دقیق یا نادرست - داده های محافظت شده نا امن - سایر موارد عدم انطباق	مفهوم سازی: - موارد استفاده بالقوه غیر اخلاقی - ملقه بازفورد یادگیری نامناسب
پیاده سازی مدل: - خطاهای پیاده سازی - طراحی ضعیف فناوری و ممیط - آموزش مهارت سازی ناکافی	توسعه مدل: - داده های غیر نماینده - نتایج مدل متعصبانه یا تبعیض کامل - ناپایداری مدل یا عملکرد - کاهش کفیت

استفاده از مدل و تصمیم گیری:

- شکست فناوری و ممیط
- تشفیص/پاسخ دهی کند
- 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 خطاهای انسانی، از دست دادن شغل، حریم خصوصی داده و امنیت میگردند. اگرچه با انجام تدابیر درست، میتوان به مزایایی همچون افزایش بهره وری، تولید، ایمنی و توسعه پایدار رسید. برای به حداکثر 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 پیشبینی تقاضا در کنترل کیفیت، تکنولوژی هایی که از هوش مصنوعی استفاده میکنند کاملاً مفاهیم تولید شیمیایی را بازتعریف 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 تأمینی 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 بازتعریف 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 دهند، از فرصت های تکنولوژی دیجیتالی بهره بگیرند و سطح مهارت و صلاحیت کارکنان خود را در این راستا قرار دهند.

1. 5 شرکت های دارویی که از هوش مصنوعی استفاده می کنند. دریافت شده از: <https://www.kantify.com/insights/5-pharma-companies-using-artificial-intelligence>. 21.01.2023
2. تعریفی از هوش مصنوعی: قابلیت های اصلی و رشته های 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. 30.01.2023
4. Andulkar, M.، شرکت Dow از هوش مصنوعی Vision در محیط کاری برای افزایش ایمنی و امنیت کارکنان با Azure استفاده می کند. 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. (2015). الگوریتمی منحصربه فرد برای ارزیابی و بهبود رضایت شغلی از طریق مهندسی تاب آوری: آزمایشگاه های خطرناک. مجله بین المللی ارگونومی صنعتی، 49، 68-77. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.06.002>
6. Beamon, B.M (1998). طراحی و تحلیل زنجیره تأمین: مدل ها و روش ها. مجله بین المللی 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. (2019). چارچوب شبیه سازی مبتنی بر عامل برای مدیریت اختلالات در زنجیره های 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. (2009). مدل مبتنی بر عامل برای تحلیل عملکرد زنجیره تأمین شیمیایی جهانی 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. (2004). یکپارچه سازی برنامه ریزی مشترک و بهینه سازی زنجیره تأمین برای صنایع فرآیند شیمیایی (I) - روش شناسی. کامپیوتر و مهندسی شیمی، 28(6-7)، 913-927. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2003>
10. Blue Yonder قابلیت های برنامه ریزی زنجیره تأمین را برای The Source فراهم می کند. دریافت شده از: <https://media.blueyonder.com/blue-yonder-powers-supply-chain-planning-for-the-source>. 19.01.2023
11. Castillo-Villar, K.K (2014). الگوریتم های فرا ابتکاری به کار گرفته شده در مسائل زنجیره تأمین زیست انرژی: نظریه، مرور، چالش ها و آینده. مجله Energies، 7(11)، 7640-7672. <https://doi.org/10.3390/en7117640>

12. مواجهه با ریسک‌های هوش مصنوعی. بازیابی شده از
https://www.cognitivescale.com/wp-content/uploads/2019/06/Confronting_AI_risks_-_McKinsey.pdf, 16.01.2023.
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. Doan, H.A., Agarwal, G., Qian, H., Counihan, M.J., Rodríguez-López, J., Moore, J.S., Assary, R.S. (2020). یادگیری فعال آگاه از شیمی کوانتومی برای تسریع طراحی و کشف مواد ذخیره انرژی پایدار. *Chemistry of Materials*, 32(15), 6338–6346.
<https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.0c007>
15. Ehlen, M.A., Sun, A.C., Pepple, M.A., Eidson, E.D., Jones, B.S. (2014). مدل‌سازی زنجیره تأمین شیمیایی برای تحلیل رویدادهای امنیت ملی. *Computers and Chemical Engineering*, 60, 102–111.
<https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2013.07>
16. Ghaderi, H., Pishvaei, M.S., Moini, A. (2016). طراحی شبکه زنجیره تأمین بیوماس: یک مرور و تحلیل به‌طور بهینه‌سازی‌محور. *Industrial Crops and Products*, 94, 972–1000.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.09.027>
17. Gu, G.H., Noh, J., Kim, I., Jung, Y. (2019). یادگیری ماشین برای مواد انرژی تجدیدپذیر. *Journal of Materials Chemistry A*, 7(29), 17096–17117.
<https://doi.org/10.1039/c9ta02356a>
18. Guillén, G., Mele, F.D., Espuña, A., Puigjaner, L. (2006). پرداختن به طراحی زنجیره‌های تأمین شیمیایی تحت عدم قطعیت تقاضا. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 45, 7566–7581.
<https://doi.org/10.1021/ie051424a>
19. Hájek, P., Stejskal, J. (2018). همکاری تحقیق و توسعه و اثرات سرریز دانش برای نوآوری پایدار کسب‌وکار در صنعت شیمیایی. *Sustainability*, 10(4), 1064.
<https://doi.org/10.3390/su10041064>
20. Hajjar, Z., Tayyebi, S., Hosein, M., Ahmadi, E. (2016). کاربرد هوش مصنوعی در مهندسی شیمی. در: M.A. Aceves- Fernandez (ویراستار)، *Artificial intelligence – Emerging trends and applications* (مص 399–416).
<https://doi.org/10.5772/intechopen.76027>
21. Kądziałowski, G. (2022). وضعیت توسعه هوش مصنوعی در صنعت لهستان: نظرات کارمندان. *International Journal of Contemporary Management*.
<https://doi.org/10.2478/ijcm-2022-0015>
22. اطلاعیه وزارت توسعه، 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=AOvVaw1ln80rSkzPhEPBuyvJOLF7>, 16.01.2023.
23. Lan, K., Park, S., Yao, Y. (2019). مسائل کلیدی، چالش‌ها و وضعیت مدل‌های طراحی زنجیره تأمین بیواتانول. در: A. J. Ren, H. Liang, A. Manzardo, Scipioni (ویراستاران)، *بیواتانول‌ها برای آینده‌ای پایدارتر: ارزیابی پایداری چرخه عمر و تصمیم‌گیری چندمعیاره* (مص 273–315). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815581-3.00010-5>
24. Łapińska, J., Kądziałowski, G., Sudolska, A., Górka, J. (2021). اعتماد کارکنان به هوش مصنوعی در شرکت‌های صنعت شیمیایی. *Przemysł Chemiczny* 100(2), 127–131.

25. Li, Z., Ma, X., Xin, H. (2017). مهندسی ویژگی‌های مدل‌های شیمی‌جذب ماشین‌آموزی برای طراحی کاتالیزور. *Catalysis Today*, 280, 232–238.
- <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2016.04.013>.
26. Lin, S., Krishnan, V., Womack, D. بهینه‌سازی زنجیره ارزش شیمیایی با هوش مصنوعی. بازیابی شده از: <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/chemicals-value-chain-ai>, 16.02.2023.
27. Marcou, G., Aires De Sousa, J., Latino, D.A.R.S., de Luca, A., Horvath, D., Rietsch, V., Varnek, A. (2015). سیستم خبره برای پیش‌بینی شرایط واکنش: مورد واکنش میشل. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 55(2), 239–250.
- <https://doi.org/10.1021/ci500698a>.
28. Matt, Ch., Hess, T., Benlian, A. (2015). استراتژی‌های تحول دیجیتال. *Business & Information Systems Engineering*, 57(5), 339–343.
29. تیم‌های 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: https://eu.mitsuichemicals.com/release/2021/2021_0924.htm, 19.01.2023.
30. Mohammadi, Y., Penlidis, A. (2018). بهینه‌سازی در مهندسی واکنش‌های شیمیایی: اتصال اکسیداتیو متان به‌عنوان یک مطالعه موردی. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 57(26), 8664–8678.
- <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.8b01424>.
31. OECD (2019). تعریف اصول هوش مصنوعی OECD: بررسی‌های گروه متخصص هوش مصنوعی در OECD Digital (AIGO). *OECD Digital*, Economy Papers, No. 291.
- پاریس: OECD Publishing.
- <https://doi.org/10.1787/d62f618a-en>.
32. Pace, R. ارتقاء بازرسی دارویی با یادگیری عمیق. بازیابی شده از: <https://www.pharmamanufacturing.com/industry-perspectives-sponsored/article/11293580/elevating-pharma-inspection-with-deep-learning>, 4.02.2023.
33. Pozo, C., Ruíz-Femenia, R., Caballero, J., Guillén-Gosálbez, G., Jiménez, L. (2012). استفاده از تحلیل مولفه‌های اصلی برای کاهش تعداد اهداف محیطی در بهینه‌سازی چندهدفه: کاربرد در طراحی زنجیره‌های تأمین شیمیایی. *Chemical Engineering*, 69(1), 146–158.
- <https://doi.org/10.1016/j.ces.2011.10.018>.
34. گزارش اتاق صنعت شیمی لهستان – موقعیت، چالش‌ها، چشم‌اندازها (2022).
35. Segler, M.H.S., Preuss, M., Waller, M.P. (2018). برنامه‌ریزی سنتزهای شیمیایی با شبکه‌های عصبی عمیق و هوش مصنوعی نمادین. *Nature*, 555(7698), 604–610.
- <https://doi.org/10.1038/nature25978>.
36. هوشمندسازی با هوش مصنوعی (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%20artificial-intelligence/smartening-up-with-artificial-intelligence.ashx>, 30.01.2023.
37. گزارش تحلیل اندازه، سهم و روند بازار مواد شیمیایی ویژه به تفکیک محصول (تمیزکننده‌های صنعتی و نهادی، طعم‌دهنده‌ها و عطرها، افزودنی‌های غذایی و خوراکی)، به تفکیک منطقه و پیش‌بینی‌های بخش‌ها، 2030–2023. بازیابی شده از: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/specialty-chemicals-market>, 2.02.2023.

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