

تحول دیجیتال برای صنایع فرایندی

سعید شکری^۱، هومن فتوره چی^۲، رهبر رحیمی^{۳*}

۱. استادیار، پژوهشگاه صنعت نفت، تهران، ایران

۲. استادیار، دانشکده مهندسی شیمی، دانشکده فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳. استاد، گروه مهندسی شیمی، شاخه مهندسی شیمی، فرهنگستان علوم، تهران، ایران

آدرس پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبات: rahbarrahimi@gmail.com

مقاله علمی - ترویجی

صفحه ۶۱ - ۶۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۰۴

چکیده

فناوری‌های فزاینده^۱ همچون فناوری‌های هوش مصنوعی^۲، اینترنت اشیا صنعتی^۳، همزاد دیجیتال^۴، بینایی ماشین^۵، واقعیت مجازی^۶ و واقعیت افزوده^۷، از فناوری‌های نوظهور در انقلاب صنعتی چهارم بوده که به سرعت در حال عملیاتی شدن هستند و تأثیرات شگرفی در صنایع تولیدی بزرگ مانند نفت، گاز طبیعی و پتروشیمی دارند. تحول دیجیتال را نمی‌توان نادیده گرفت. برنامه‌های مصوب با توجه به اسناد بالادستی و نقشه راه هوش مصنوعی لازم است به سرعت اجرایی شوند. بیان می‌شود که توان نیروی انسانی کشور از بعد آموزش قابل قبول است، اما جمعیت پراکندگی نوع مهارت آموزش دیده‌ها لازم است. ایجاد فرهنگ تحول دیجیتال موردی است که باید سرعت گیرد و توجه بیش‌ازحد به اثرات جانبی منفی باعث مانع رشد تحول دیجیتال نشود. تحول دیجیتال بین بخشی است و لذا نه تنها نیاز به متخصصین سخت‌افزار و نرم‌افزار و زیرساخت دارد، بلکه مهارت‌ها و متخصص‌های مطلوب صنایع را نیز لازم دارد.

کلیدواژه‌ها: هوش مصنوعی، مدیریت، صنایع فرایندی

۱. مقدمه

به توسعه رویه‌های سیستماتیک با کمک ریاضیات و کامپیوتر برای طراحی هوشمند، کنترل مؤثر و برنامه زمانی سیستم در تولید محصولی در مقیاس بسیار کم تا زیاد و چندمنظوره مهندسی سیستم فرایندی^۱ گفته می‌شود [۱]. هر روزه در مراحل مختلفی از تولید و عرضه محصولات و فرآورده‌های حاصل از صنعت نفت، گاز و پتروشیمی حجم

1. Projective Technologies
2. Artificial Intelligence (AI)
3. Industrial Internet of Things (IIoT)
4. Digital Twin
5. Machine Vision
6. Virtual Reality (VR)
7. Augmented Reality (AR)

1. Process System Engineering (PSE)





صنعتی، همزاد دیجیتال، بینایی ماشین، واقعیت مجازی و واقعیت افزوده، از فناوری‌های نوظهور در انقلاب صنعتی چهارم بوده که به سرعت در حال عملیاتی شدن هستند و تأثیرات شگرفی در صنایع تولیدی بزرگ مانند نفت، گاز طبیعی و پتروشیمی دارند. چشم‌انداز انرژی در آینده بسیار متفاوت‌تر از امروز خواهد بود. هوش مصنوعی و فناوری‌های دیجیتال آماده تغییر بخش نفت و گاز برای باز کردن دیدگاه‌های جدید و ایجاد پویایی به فرآیندهای قدیمی هستند. از سیاست‌های راهبردی کشور است که به پیشرفت در زمینه هوش مصنوعی اهتمام شده در ردیف ۱۰ کشور برتر قرار گیریم [۳] به این جهت در برنامه هفتم توسعه کشور (۱۴۰۶-۱۴۰۲) بر اقتصاد رقومی (دیجیتال) تأکید شده و برای آن سهم ۱۵ درصدی از تولید ناخالص ملی لحاظ گردیده است [۴].

در عصر حاضر فناوری‌های دیجیتال منبع اصلی ثروت و قدرت محسوب می‌گردند. افزایش فارغ‌التحصیلان دانشگاه‌های کشور که در این زمینه‌ها فعال هستند و آمار بالای مقالات علمی بالایی که در این حوزه‌ها وجود دارد گواه این است که فرصت‌های زیادی در کشور در زمینه فناوری‌های دیجیتال وجود دارد. سازمان جهانی مالکیت فکری^۱ ایران را در زمره کشورهای برتر این حوزه‌ها گزارش نموده است. همچنین در سال‌های اخیر شرکت‌های استارت‌آپ و دانش‌بنیان بسیاری در این فناوری‌ها فعال شده‌اند. با توجه به وجود این پتانسیل‌ها با برنامه‌ریزی منسجم‌تر و سرمایه‌گذاری بیشتر، تبدیل شدن به یکی از قطب‌های فعال در حوزه تحول دیجیتال در صنعت نفت، گاز و پتروشیمی دور از انتظار نیست، البته این نکته هم حائز اهمیت است که اگر از این فرصت به‌موقع استفاده نگردد، تبدیل به عامل تهدید خواهد شد. بزرگ‌ترین تهدید برای تحول دیجیتال در صنایع کشور زمان است که در حال سپری شدن است و این فناوری‌ها توسط رقبای نفتی سایر کشورها با سرعت بالایی در حال پیاده‌سازی می‌باشند.

در مقایسه با سایر بخش‌ها و صنایع، نرخ تحول دیجیتال در صنعت نفت، گاز و پتروشیمی کشور که با تأخیر وارد فرآیند دیجیتالی شدن شده‌اند، پائین است. تحول دیجیتال فرآیندی پیچیده است و راه‌حل واحدی که برای تحول دیجیتال همه سازمان‌ها کاربرد داشته باشد، وجود ندارد.

گسترده بودن و چترگونه بودن تحول دیجیتال نسبت به تمامی حوزه‌های کاری، چه در بعد سازمانی و چه در بعد

صنعتی، وجود دارد. تحول دیجیتال، تغییری بی‌پایان است و شباهتی با پروژه‌هایی نظیر الکترونیکی سازی فرایندها ندارد؛ چراکه این پروژه‌ها، به انتها خواهند رسید، اما تحول دیجیتال، ارتقای مستمر در فرایندها، محصولات و خدمات است.

با توجه به سرعت تحولات، اثربخشی اقتصادی و در رقابت با صنایع جهانی از جمله مواردی است که باید مدیران صنایع، فرایند تحول دیجیتال را در اولویت برنامه‌ها قرار دهند؛ اما برای شروع پروژه‌های تحول دیجیتال باید از کجا شروع کرد؟ پاسخ در وجود «نقشه راه تحول دیجیتال» است.

تعیین میزان بلوغ دیجیتال به‌عنوان اولین قدم در تدوین نقشه راه تحول دیجیتال محسوب می‌شود. ارزیابی آمادگی صنعت و تحلیل محیط داخلی و خارجی، تدوین استراتژی تحول دیجیتال و شناسایی فن‌آوری‌های موردنیاز تحول دیجیتال از گام‌های اصلی آن محسوب می‌گردند. از منابع متعددی می‌توان در ایجاد نقشه راه برای نوسازی کارخانه‌های فرایندی پتروشیمی (به‌عنوان بخش عمده‌ای در صنایع تولیدی کشور) با استفاده از هوش مصنوعی به‌منظور بهینه‌سازی کارایی آن‌ها کمک گرفت. به‌طور نمونه، شرکت مکینزی [۵] مقاله‌ای در مورد چگونگی بهره‌مندی صنعت پتروشیمی از تجزیه و تحلیل‌های پیشرفته منتشر کرده است.

در آن مقاله عناصر کلیدی مورد نیاز برای شروع، تسریع، یا افزایش استفاده از تجزیه و تحلیل پیشرفته در صنعت پتروشیمی تشریح شده است. تجزیه و تحلیل پیشرفته^۲ به طیف وسیعی از تکنیک‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها اشاره دارد که عمدتاً برای اهداف پیش‌بینی استفاده می‌شوند، مانند یادگیری ماشین، مدل‌سازی پیش‌بینی، شبکه‌های عصبی و هوش مصنوعی. کسب‌وکارها، از تجزیه و تحلیل پیشرفته عمدتاً برای پیش‌بینی نتایج آینده و هوش مصنوعی خود تصمیم‌گیری و یا مولد^۳ استفاده می‌کنند. تجزیه و تحلیل پیشرفته در هوش مصنوعی مولد بینش عمیق‌تر، پیش‌بینی‌ها، یا ایجاد توصیه‌ها را ممکن می‌کند [۱]. در اجرا و کاربست هوش مصنوعی در صنعت عوامل کلیدی عبارتند از:

- تعهد مدیریت واحد به استفاده از فناوری دیجیتال
- تعیین اولویت موارد استفاده از تحول دیجیتال در واحد با تأثیر بالا
- قابلیت‌های تحلیلی پیشرفته مرتبط

1. World Intellectual Property Organization (WIPO)
2. Advanced Analytical Assessment
3. Generative AI

- و یک نقشه راه مختص کارخانه مورد توجه که یک رویکرد تحلیلی نظام‌مند را تعریف کرده باشد.

۲. کاربرد هوش مصنوعی

نمونه‌های زیادی در استفاده از هوش مصنوعی در شیمی و مهندسی شیمی [۱۱-۱۶] وجود دارد. هوش مصنوعی در صنعت نفت و گاز نقش مهمی در تشخیص زود هنگام خطرات بالقوه زیست‌محیطی ایفا می‌کند [۱۱] به‌طور مثال می‌شود به توپکرانی هوشمند در خطوط لوله گاز اشاره نمود^۱ «توپک رانی هوشمند در خطوط لوله‌های نفتی با سابقه‌ترین و رایج‌ترین روش ارزیابی خط لوله جهت تشخیص نواحی خوردگی فلز در خطوط لوله نفت و گاز می‌باشد. این روش قادر است خوردگی فلز و بسیاری از خرابی‌های خط لوله را با اطمینان بالایی آشکار سازد.

ارزیابی خط لوله عموماً به‌منظور آشکارسازی، تعیین محل و تعیین مشخصات کاهش ضخامت و سایر خرابی‌ها در خطوط انتقال نفت و گاز صورت می‌گیرد. خرابی‌های خط لوله بسیار متنوع می‌باشد و همه انواع خرابی‌های خط لوله قابل شناسایی نیستند. ولی این توپک‌های هوشمند قادر هستند بسیاری از خرابی‌های مهم و متداول خط لوله را با درصد اطمینان بالایی تشخیص دهند» [۱۳-۱۲].

الگوریتم‌های پیشرفته هوش مصنوعی می‌توانند تصاویر ماهواره‌ای، عکس‌های هوایی و داده‌های سنجش از دور را برای شناسایی نشانه‌های نشت نفت در محیط‌های دریایی یا نشت در خطوط لوله تجزیه و تحلیل کنند.

از دیگر کاربردها به موارد زیر اشاره می‌شود:

- بهبود بازده در کراکرها [۱۴].
- افزایش توان عملیاتی در واحدهای پلیمریزاسیون [۱۵].
- بهبود قابلیت اطمینان در کمپرسورها و مبدل‌های حرارتی [۱۶].
- بهبود عملکرد و کنترل واحدهای عملیاتی [۱۷].
- بهبود قیمت‌گذاری از طریق ادغام بهتر داده‌ها در مورد تغییرات بازار یا ریزبخش بندی^۲.

هوش مصنوعی همچنین برای بهینه‌سازی تولید با بینایی کامپیوتری برای:

- تجزیه و تحلیل سریع‌تر داده‌های لرزه‌نگاری و زیرسطحی،

- کاهش زمان توقف در تعمیر پیش‌بینی شده تجهیزات،
- شناسایی مخازن نفتی
- مدل‌سازی برای پیش‌بینی خطرات ناشی از خوردگی نفتی به‌منظور کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری نیز استفاده می‌شود.

برخی دیگر از کاربردهای هوش مصنوعی در صنایع فرایندی و نفتی عبارتند از:

- تجزیه و تحلیل سطح/ارزیابی زمین‌شناسی،
- کاهش زمان خرابی‌های چاه/تجهیزات،
- بهینه‌سازی تولید و زمان‌بندی،
- ردیابی و نگهداری دارایی با استفاده از دوقلوهای دیجیتال.

یک **دوقلو دیجیتال** نمایش مجازی یک شی یا سیستم است که چرخه عمر آن را در برمی‌گیرد، از داده‌های زمان واقعی به‌روز می‌شود و از شبیه‌سازی، یادگیری ماشینی و استدلال برای کمک به تصمیم‌گیری استفاده می‌کند ایده‌هایی از جمله هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، فرا جهان^۳ و واقعیت مجازی و افزوده را برای ایجاد مدل‌های دیجیتالی از اشیاء، سیستم‌ها یا فرآیندهای دنیای واقعی ادغام می‌کند. مفهوم دوقلوهای دیجیتال توسط پروفیسور دکتر مایکل گریوز از دانشگاه میشیگان برای اولین بار در سال ۲۰۰۳ پیشنهاد شد [۱۸].

از جمله مواردی که در اجرای تحول دیجیتال مورد توجه است عبارتند از:

- تشخیص نقص در سامانه
- امنیت سایبری سامانه مبتنی بر هوش مصنوعی
- ایمنی محل کار
- تصمیم‌گیری مبتنی بر تحلیل پیشرفته
- ردیابی انتشار emission
- بهینه‌سازی و تدارکات شبکه لجستیک
- مدیریت موجودی به رهبری هوش مصنوعی
- بهینه‌سازی فرآیند پشتیبان و تدارکات بهینه شده

هریک از موارد فوق لازم است که مورد توجه قرار گرفته و برحسب نوع صنعت اولویت‌ها مشخص شوند.

1. Intelligent Pigging
2. Micro- segmentation
3. Metaverse





۳. نگاهی به صنایع

صنایع پایین دستی علی الخصوص مجتمع‌های پتروشیمی کشور در پیاده‌سازی تکنولوژی‌های تحول دیجیتال پیش‌تاز هستند. علت آن هم خصوصی بودن آن‌ها، اهمیت بالای سودآوری و کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی از طریق پیاده‌سازی این تکنولوژی‌ها می‌باشد. به‌طور مثال چندین مجتمع پتروشیمی در حال پیاده‌سازی تکنولوژی حسگرهای مجازی^۱ به‌منظور کنترل بهتر کیفیت محصول خروجی از واحدها و به‌عنوان جایگزینی برای آنالیزورهای بر خط در این گونه واحدها می‌باشند.

بیشتر واحدهای عملیاتی برای کنترل کیفیت محصولاتشان از حسگرها و آنالیزورهای سخت‌افزاری استفاده می‌نمایند، ولی خرید و نگهداری این آنالیزورها و تعمیرات و نگهداری از آن‌ها هزینه‌های زیادی را تحمیل می‌نماید. همچنین روش‌های آزمایشگاهی هم خیلی زمان‌بر است و هزینه بالایی دارد. علاوه بر آن خطای فرد آزمایش کننده و خطای تجهیزات آزمایشگاهی هم از مشکلات دیگر این روش است.

با پیشرفت کامپیوترهای پرسرعت و تجهیزات اندازه‌گیری و داده‌برداری در این فرآیندها با حجم وسیعی از داده‌ها مواجه هستیم که این امکان را به ما می‌دهد تا بتوان از پتانسیل موجود در داده‌ها جهت پیش‌بینی کیفیت محصولات حداکثر استفاده را برد. لذا استفاده از حسگرهای مجازی که بر اساس داده‌های ارزان‌قیمت و در دسترس ورودی، متغیر گران‌قیمت خروجی را پیش‌بینی می‌نمایند برای تعیین کیفیت محصول و محاسبه متغیرهایی که امکان اندازه‌گیری آن‌ها مشکل است، بسیار مورد توجه می‌باشند و باعث استفاده حداکثری از حجم زیاد داده‌های فرآیندی می‌گردد.

در فرآیندهای صنعتی حجم بالایی از آنالیزورها استفاده می‌شود که وظیفه آن‌ها مانیتورینگ و کنترل فرآیند می‌باشد. داده‌های صنعتی که در هر لحظه از این آنالیزورها در حال جمع‌آوری هستند نه تنها برای مقاصد مانیتورینگ و کنترل فرآیند بکار برده می‌شوند بلکه در مجموعه‌های بزرگی از داده‌ها به نام سیستم مدیریت اطلاعات فرآیندی^۲ ذخیره می‌گردند. با بهره‌گیری از هوش مصنوعی به‌جای آنالیزورهای

بر خط یا روش‌های آزمایشگاهی که خیلی زمان‌بر است و هزینه بالایی هم دارد، از حسگر مجازی بر مبنای مدل‌های داده محور^۳ می‌توان بهره برد. با توجه به از مدار خارج شدن آنالیزورها به‌طور دوره‌ای و نیاز به اندازه‌گیری کمیت‌های موردنظر در مدت خاموش بودن آنالیزورها، پیاده‌سازی این تکنولوژی ضروری به نظر می‌رسد.

یکی دیگر از تکنولوژی‌های مبتنی بر تحول دیجیتال، بینایی ماشین^۴ جهت جلوگیری از کاهش مخاطرات انسانی و تجهیزات در حوزه HSE می‌باشد که مجتمع‌های مختلف به‌سرعت در حال عملیاتی کردن آن هستند

بینایی ماشین یکی از حوزه‌های هوش مصنوعی است که برای توسعه مدل ایمنی استفاده می‌شود. با استفاده از تعداد زیادی تصویر دیجیتال از دوربین، می‌توان یک مدل یادگیری عمیق را آموزش داد تا به‌طور دقیق اشیاء را شناسایی و طبقه‌بندی کند. در این پروژه ماژول‌های کاربردی موردنیاز از جمله تشخیص و کنترل تجهیزات حفاظت فردی^۵ و کنترل تردد نفرات، صندوق پستی^۶ در ساختمان‌های اداری، موقعیت تعمیرات، انبار و کنترل تردد و پلاک خوانی خودرو در درب ورودی سایت و الارمینگ به‌صورت پیام فراهم شده و مانیتورینگ مدیریت سناریوها انجام می‌شود که موجب شناسایی اختلاف‌ها و قابلیت اطلاع‌رسانی به‌موقع می‌گردد. در نهایت صنایع مخاطرات انسانی و تجهیزاتی را در زمان مناسب شناسایی نموده و از تحمیل هزینه‌های بعدی پیشگیری شده است.

دستاورد مورد انتظار در اجرای بینایی ماشین در صنایع موارد ذیل هستند:

برخی از کاربردهای دیگر هوش مصنوعی در صنایع فرآیندی و نفتی عبارتند از:

- کاهش مخاطرات انسانی
- افزایش ایمنی واحدهای عملیاتی / صنعتی
- نظارت و پایش مستمر واحدهای صنعتی
- افزایش سرعت و دقت در تصمیم‌گیری
- بهبود عملکرد در مدیریت صحنه حادثه

1. Soft Sensor
2. Process Information Management Systems (PIMS)
3. Data Driven Soft Sensor
4. Machine Vision
5. Personal protective equipment or PPE
6. Post Office Box

• شناسایی اشیا تعریف شده در تصاویر به صورت خودکار و ردیابی پیوسته آنها

۴. چالش‌های پیاده‌سازی هوش مصنوعی در صنایع پتروشیمی

چالش‌هایی پیاده‌سازی هوش مصنوعی در صنایع عبارتند از:

۴-۱. مغز افزار

یکی از چالش‌های اصلی کمبود نیروی‌های مستعد در هوش مصنوعی مرتبط با صنعت خاص است [۱۰]. سازمان‌ها در تمام صنایع متوجه شده‌اند که متخصصین باتجربه داده‌های کلان و متخصصان هوش مصنوعی کمیاب هستند و آموزش آنها دشوار است [۲]. پروژه‌های هوش مصنوعی به یک تیم بین‌رشته‌ای از دانشمندان داده، مهندسان یادگیری ماشین، معماران نرم‌افزار و تحلیلگران هوش تجاری و کارشناسان موضوع نیاز دارند [۱۹-۲۰] بسیاری از کسب و کارها، منابع انسانی لازم مورد نیاز پروژه‌های علم داده را نداشته و یا از بعد اقتصادی مشکل دارند.

۴-۲. ساختار

یک چالش دیگر زیرساخت فناوری و قابلیت همکاری است. سایت‌های تولیدی اغلب دارای طیف گسترده‌ای از ماشین‌ها، ابزارها و سیستم‌های تولیدی هستند که از فناوری‌های مختلف و بعضاً رقیب استفاده می‌کنند که برخی از آنها ممکن است بر روی نرم‌افزارهای قدیمی که با بقیه سیستم‌هایشان سازگار نیست، اجرا شوند. در غیاب استانداردها و چارچوب‌های رایج، مهندسان کارخانه بهترین راه را برای اتصال ماشین‌ها و سیستم‌های خود و سنسورها یا مبدل‌ها را تعیین می‌کنند.

۴-۳. مدیریت

مانع مهم در عملیاتی کردن فناوری یادگیری ماشین در صنعت، مقاومت سازمانی است. علاوه بر اعتبارات لازم، باور ضعیف برخی از مدیران ارشد به اهمیت و فوریت تحول دیجیتال به‌عنوان چالش و مانع اصلی در این بخش است.

تفاوت‌ها در نقطه شروع دیجیتال در قسمت‌های مختلف صنعت نفت و نبود راه‌حل واحد در تمام بخش‌ها، کیفیت پایین داده‌ها در صنعت نفت به دلیل جمع‌آوری غیرسیستمی آن، نیز از موانع هستند.

کمبود استعدادهای هوش مصنوعی چالشی است که

بسیاری از صنایع از جمله کارخانه‌های پتروشیمی با آن مواجه هستند. این موضوع به‌ویژه در بخش تولید مشهود است، بخشی از بازار که بسیاری از دانشمندان جوان داده آن را یکتا، تکراری و غیر محرک می‌دانند تغییر شغل و محل اشتغال می‌دهند. با تشدید این موضوع، انتظار می‌رود که تولید با کمبود شدید نیروی کار ماهر مواجه شود. از طرفی اتوماسیون هوش مصنوعی و فناوری‌های نو می‌توانند این شکاف مهارتی را برطرف کنند و تحول دیجیتال در تولید را تسریع کند.

هوش مصنوعی می‌تواند تولید و زمان‌بندی در کارخانه‌های پتروشیمی را با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته و تکنیک‌های یادگیری ماشین برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و پیش‌بینی نیازهای تولید آتی بهینه کند. به‌عنوان مثال، یک شرکت بزرگ پردازش هیدروکربن^۱، برنامه بهینه‌سازی برنامه تولیدی را در یک کارخانه بزرگ پلی‌پروپیلن پیکربندی کرد تا برنامه‌های تولید را بهینه کند و نهایتاً هزینه‌های تولید را به حداقل رسانده و دقت پیش‌بینی تقاضای مشتری را تا ۲۰ درصد بهبود بخشد [۲۱].

۵. پیش‌بینی تعمیر و نگهداری

هوش مصنوعی می‌تواند ناهنجاری‌ها را در کارخانه‌های پتروشیمی با طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل خودکار وضعیت عملکرد کارخانه در زمان واقعی را شناسایی کند.

هوش مصنوعی می‌تواند برای نگهداری پیش‌بینی‌کننده در کارخانه‌های پتروشیمی با طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل خودکار وضعیت عملکرد نیروگاه به‌منظور آماده‌سازی برای تشخیص لحظه‌ای تغییرات در شرایط و ناهنجاری‌هایی که ممکن است نشانه‌های خرابی باشند، استفاده شود. به‌عنوان مثال، هیتاچی شروع به ارائه خدمات تعمیر و نگهداری پیش‌بینی‌کننده برای کارخانه‌های پتروشیمی کرده است. از هوش مصنوعی برای طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل خودکار وضعیت عملکرد کارخانه پتروشیمی استفاده می‌کند. به این ترتیب با تشخیص آنی تغییرات در شرایط و ناهنجاری‌هایی که ممکن است نشانه‌های خرابی باشند، کارخانه آماده می‌شود.

این سرویس داده‌های عملیات کارخانه را جمع‌آوری می‌کند و آنها را با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته و تکنیک‌های یادگیری ماشین تجزیه و تحلیل می‌کند و با سرعت ناهنجاری‌ها را در دستگاه‌ها و تجهیزات که کارخانه را که به دلایل متعددی ایجاد شده تشخیص می‌دهد. بار کاری



work, John Wiley & Sons, 2018.

[۲]. میترا لواسانی، هومن ضیائی حلیمه جانی، رحمت ستوده قره باغ، رضا ضرغامی و نوید مستوفی، کاربرد علم داده در آموزش مهندسی شیمی، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال بیست و سوم، شماره ۹۰، تابستان، ۱۴۰۰، صص ۱ - ۲۵.

[3]. <https://basirat.ir/fa/news->
بیانات رهبر انقلاب در آبان ۱۴۰۰

[4]. <https://www.shenasname.ir->
قانون برنامه هفتم توسعه مصوب ۱۴۰۲

[5]. <https://www.mckinsey.com>.

[6]. Captwright H. M., Applications of Artificial Intelligence in Chemistry, Translator M. Khoshnoodi, Islamic Azad University, 1379.

[7]. Christoph Thon, Benedikt Finke, Arno Kwade, and Carsten Schilde, Artificial Intelligence in Process Engineering, Adv. Intell. Syst., 3, 2021, 200261(1-29).

[8]. Thomas E., Quantrill, Y. A. Liu, Application of AI in Chemical Engineering, Academic Press, 1992.

[9]. Jingzheng Ren, Weifeng Shen, Yi Man, Lichun Dong, Applications of Artificial Intelligence in Process Systems Engineering, Elsevier, 2021.

[10]. Stuart G., Russell J., Peter Norvig, the Artificial Intelligence: a modern approach, 4th ed., Prentice-Hall, 2021.

[11]. Grossmann, A.W. Westerberg, Research challenges in process systems engineering, AIChE J. 46 (9) (2000), pp 1700-1703.

[12]. <https://pin-co.com>.

[13]. Guide to Piggings, T.D. Williamson, Inc., 2023, www.tdwilliamson.com.

[14]. F. Yang, M. Xu, W. Lei and J. Lv, Artificial

اپراتورهایی که بر عملکرد واحد نظارت می‌کنند را کاهش داده و با هشدار نسبت به وقوع خرابی منجر به افزایش کارایی در بهره‌برداری و کاهش هزینه نگهداری می‌شود.

۶. برآورد هزینه

هزینه پیاده‌سازی هوش مصنوعی در صنایع نفتی و داروسازی بسته به عواملی مانند اندازه و پیچیدگی کارخانه، برنامه‌های کاربردی خاص هوش مصنوعی در حال اجرا و زیرساخت‌های فناوری موجود در صنعت، می‌تواند متفاوت باشد. برای برآورد هزینه دقیق، لازم است با متخصصین زمینه هوش مصنوعی و شرکت‌هایی که در پیاده‌سازی راه‌حل‌های هوش مصنوعی در کارخانه‌های پتروشیمی تخصص دارند، مشورت شود.

شرکت‌های دانش‌بنیان کشور بیشتر در زمینه بینایی ماشین و سامانه‌های مدیریتی فعال هستند. اسامی شرکت‌های ایرانی فعال به‌سادگی با کلمه کلیدی «شرکت‌های هوش مصنوعی دانش‌بنیان» از طریق جستجوگرها به دست می‌آیند

۷. نتیجه‌گیری

تحول دیجیتال را نمی‌توان نادیده گرفت. برنامه‌های مصوب با توجه به اسناد بالادستی [۳-۴] و نقشه راه هوش مصنوعی [۲۲] لازم است به‌سرعت اجرایی شوند. بیان می‌شود که توان نیروی انسانی کشور از بعد آموزش قابل قبول است، اما تجمیع پراکندگی نوع مهارت آموزش‌دیده‌ها لازم است [۲].

ایجاد فرهنگ تحول دیجیتال موردی است که باید سرعت گیرد و توجه بیش‌ازحد به اثرات جانبی منفی باعث ممانعت از رشد تحول دیجیتال نشود. تحول دیجیتال بین بخشی است و لذا نه‌تنها نیاز به متخصصین سخت‌افزار و نرم‌افزار و زیرساخت دارد، بلکه مهارت‌ها و متخصص‌های مطلوب صنایع را نیز لازم دارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از راهنمایی تمامی اعضای کارگروه تحول دیجیتال شاخه مهندسی شیمی فرهنگستان علوم به‌ویژه آقایان دکتر علی وطنی، دکتر بهرام دبیر، دکتر محمد ابراهیم واشقانی و دکتر رضا ضرغامی تشکر می‌کنند.

مراجع:

[1]. Boobier, Tony, Advanced Analytics and AI: impact, implementation, and the future of

Intelligence Methods Applied to Catalytic Cracking Processes, in Big Data Mining and Analytics, vol. 6, 3(2013), pp. 361-380.

[15]. Cheng Yan and Guoqiang Li, The Rise of Machine Learning in Polymer Discovery, Advance intelligent systems ,vol. 5, 4(2023), pp1-29.

[16]. Agus Jamal, Ramadoni Syahputra, Heat Exchanger Control Based on Artificial Intelligence Approach, International Journal of Applied Engineering Research, vol. 11, 16 (2016), pp 9063-9069.

[17]. Spyros G. Taffetas, Henkb. Verbruggen Artificial Intelligence in Industrial Decision Making, Control and Automation, 1995 Springer Science.

[18]. <https://www.ibm.com/topics/what-is-a-digital-twin>.

[19]. David L. Poole. Alan K. Mackworth, Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents, 3rd Edition}, Cambridge University Press, 2024.

[20]. David L. Poole, Alan K. Mackworth, - Python code for Artificial Intelligence Foundations of Computational Agents, Version 0.9.12 of January 18, Independently Published 2024.

[21]. <https://c3.ai>.

[۲۲]. پیشنویس نقشه راه توسعه ملی هوش مصنوعی، مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی - نقشه راه توسعه ملی هوش مصنوعی، مهر ۱۴۰۱. <https://ai-center.ir>



Digital Transformation for Process Industries

Saeid Shokri¹, Hooman Fatarehchi², Rahbar Rahimi^{3*}

1. Assistant Professor, Research Institute of Petroleum Industry, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, School of Chemical Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran
3. Professor, Chemical Engineering Branch, The academy of sciences of Islamic Republic of Iran, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

REVIEW PAPER

Article History:

Received: 26 October 2023

Revised: 08 December 2023

Accepted: 28 December 2023

Keywords:

Artificial intelligence
Management
Process industries

ABSTRACT

Projective technologies such as artificial intelligence technologies, Internet of Industrial Things, digital twin, machine vision, virtual reality and augmented reality are emerging technologies in the fourth industrial revolution that are rapidly becoming operational and have tremendous effects in large production industries such as oil and gas.

Now days, digital transformation cannot be ignored. The approved programs should be implemented quickly according to the upstream documents and road map. It is stated that the manpower of the country is acceptable in terms of education, but it is necessary to consolidate the dispersion of the type of skills of the trained people.

Creating a culture of digital transformation is something that should be accelerated and excessive attention to negative side effects should not hinder the growth of digital transformation. Digital transformation is interdisciplinary and therefore not only requires hardware, software and infrastructure experts, it also requires the desired skills and experts of the industries.

DOR: [20.1001.1.25885251.1402.00.00](https://doi.org/10.1001.1.25885251.1402.00.00)

How to cite this article

S. Shokri, H. Fatarehchi, R. Rahimi, Digital Transformation for Process Industries. *Iranian Journal of Gas Engineering*. 2023; 10(2): 61 -68. (https://www.ijge.irangi.org/article_712580.html)

* Corresponding Author.

E-mail address: rahbarrahimi@gmail.com, (R. Rahimi).

Available online 31 December 2023

25885-5251/© 2023 The Authors. Published by Iranian Gas Institute.

This is an open access article under the CC BY license. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)

