



انجمن سازندگان تجهیزات صنعتی ایران

چشم‌انداز گرایش‌های فناوری در صنعت تولید ماشین‌آلات و تجهیزات صنعتی

در سال ۲۰۲۴



مریم خزاعی

آبان ۱۴۰۲

چکیده

کمتر از دو ماه به پایان سال ۲۰۲۳ باقی مانده است و بسیاری از بنگاه‌های اقتصادی در جهان با در نظر گرفتن روندها و تحولات گذشته، بررسی شرایط اقتصادی در سطح ملی و بین‌المللی و همچنین مطالعه گزارش‌های موسسات بین‌المللی در خصوص روندها و گرایش‌های آتی فناوری، در حال تنظیم برنامه فعالیت‌های خود در سال آینده در راستای شناسایی فرصت‌های بالقوه و استفاده حداکثری از آنها هستند.

در این گزارش با بررسی مطالعات اخیر منتشر شده در رابطه با چشم‌انداز فناوری‌ها و گرایش‌های جهانی در حوزه ماشین‌آلات صنعتی در سال ۲۰۲۴، رویکردهای جدید و مزایای کسب و بهره‌برداری از فناوری‌های جدید در صنعت ماشین‌سازی اشاره و مورد تاکید قرار گرفته است.

با نزدیک شدن به پایان سال ۲۰۲۳، لازم است ضمن نگاهی به روندها و گرایش‌های محرک و شکل‌دهنده فناوری، مهم‌ترین عواملی که در سال ۲۰۲۴ بیشترین تاثیر را بر صنعت ماشین‌سازی و تجهیزات صنعتی خواهند گذاشت، بررسی شوند. با توجه به تحولات و تغییرات قابل توجه صورت گرفته طی سال‌های گذشته، از منظر برخی کارشناسان بروز تحولات و انقلاب شگرفی در این صنعت در سال ۲۰۲۴ مورد انتظار نیست ولی احتمالاً ضمن آشنایی و بهره‌برداری بیشتر بنگاه‌های صنعتی از فناوری‌های نو به ویژه در عرصه دیجیتال و اتوماسیون، بنگاه‌هایی که در سال قبل مزیت‌های فناوری‌های بنیادین (هم فیزیکی و هم مجازی) را کسب کردند، همچنان در سال آینده برای تقویت ثبات کسب‌وکار خود و ارائه خدماتی با ارزش بالاتر به مشتریان بدون اینکه شاهد شکنندگی و یا تاثیرپذیری در برابر تغییرات باشند، تلاش خواهند کرد. ذیلاً به برخی از رویکردهای قابل انتظار در صنعت ماشین‌سازی برای سال ۲۰۲۴ در قالب پنج مورد اشاره شده است.

۱- افزایش استفاده از هوش مصنوعی^۱ (AI) و یادگیری ماشین^۲ (ML) توسط کارکنان بخش تولید

ابزار CHATGPT در سال ۲۰۲۳ معرفی شد که الهام بخش بسیاری از فعالیت‌ها بود. با وجودی که این موضوع باعث کاوش‌های زیادی شد و انتظارات را افزایش داد، اما بسیاری از فعالیت‌ها همچنان در فضایی مستقل و به صورت غیرمشترک انجام شد. در این میان، نمونه‌های عینی وجود دارند که نشان می‌دهد چگونه یادگیری ماشین مزایای خود را به تولیدکنندگان ماشین‌آلات و تجهیزات ثابت کرده و بینش‌ها و رویکردهای جدیدی را برای فعالیت‌های تولید فراهم ساخته است. بسته به مورد استفاده، دیگر تردیدی در رابطه با پتانسیل افزایش بهره‌وری، بهبود سودآوری و افزایش درآمد از طریق AI/ML وجود ندارد ضمن اینکه پیش‌بینی می‌شود دسترسی به این ابزارها در آینده نیز افزایش یابند. بنگاه‌های برتر از رویکردهای پلت‌فرم محور، با قابلیت ترکیبی و ذهنیت بهبود مستمر برای اطمینان‌یابی از گسترش دستاوردهای اولیه خود در آینده استفاده می‌کنند.

۲- دیگر همکاری و تعامل برای ارائه موفق خدمات به مشتریان، گزینه اختیاری نیست.

عوامل دنیای واقعی همچنان زنجیره تامین را مختل می‌کنند و ریسک‌های عملیاتی و مالی تولیدکنندگان را افزایش می‌دهند. تلاش بیشتر برای قیمت‌گذاری کمتر توسط تامین‌کنندگان، به ویژه آنهایی که در مناطق کمتر توسعه‌یافته هستند، ممکن است یکی از وجوه افزایش هزینه‌ها را مهار کند، اما در عین حال ممکن است منجر به بروز عواقب ناخواسته‌ای مانند سطوح موجودی بالاتر، تاخیرهای عملیاتی و افزایش هزینه‌های حمل و نقل نیز شود.

۳- خدمات‌دهی^۳، موجب گشودن کانال‌ها و فرصت‌های جدیدی در بازار خواهد شد.

زیرساخت‌ها، فناوری و ورود مفاهیمی مانند «به‌عنوان خدمات^۴» در حوزه تولید وسایل نقلیه الکتریکی در صنعت خودروسازی، شتاب مشابهی را در صنعت ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات نیز ایجاد کرده است، زیرا در این صنایع نیز تحولاتی در حوزه ارائه تجهیزات سنتی و کاملاً الکتریکی به عنوان خدمات به چشم می‌خورد. با تمرکز موازی بر اهداف پایداری و اقتصاد چرخشی،

¹ Artificial Intelligence

² Machine Learning

³ Servitization

⁴ As a service

اتخاذ رویکرد سرویس‌دهی توسط سازندگان ماشین‌آلات این امکان را به فعالان این صنعت می‌دهد تا مقادیر زیادی از داده‌های عملیاتی موردنیاز را استخراج کنند. این امر به تعمیق درک چگونگی استفاده از محصولات تولیدشده توسط مشتریان نیز کمک کرده و امکان بهبود متمرکز محصول را در میان‌مدت و بلندمدت فراهم می‌کند.

۴- نزدیک‌سازی^۵ و دوست‌سازی^۶ همچنان تقویت خواهد شد.

در روش نزدیک‌سازی و دوست‌سازی، یافتن منابع لازم برای فعالیت اقتصادی بر مبنای نزدیکی جغرافیایی و وجود اشتراکات ارزشی و منافع تنظیم می‌شود. در حالی که در نگاه نخست ممکن است نزدیک‌سازی نسبت به روش سنتی برون‌سازی گران‌تر به نظر بیاید ولی بررسی جامع هزینه‌ها در زمانی که همه عوامل مانند چالش موجودی، هزینه‌های حمل و نقل و هزینه کیفیت مشابه باشند، حاکی از مشابه بودن هزینه دو روش دارد. ضمن اینکه انعطاف‌پذیری و پاسخ‌گویی بیشتری را در حالت نزدیک‌سازی نیز خواهیم داشت. علاوه بر این، نزدیک‌سازی نیاز به کاهش ریسک زنجیره تامین را نیز از طریق ایجاد روابط ایمن که سطوح بالاتری از انعطاف‌پذیری را فراهم می‌کند، برطرف می‌نماید.

۵- فناوری ساخت افزودنی^۷ جایگاه خود را خواهد یافت.

در حالی که پیش‌بینی‌های قبلی در مورد میزان پذیرش فناوری ساخت افزودنی (AM)، که در اکثر موارد به عنوان چاپ سه‌بعدی از آن نام برده می‌شود، تا حدودی متورم به نظر می‌رسد، ولی در تولیداتی که از وظایف و الزامات خاص موادی برخوردار هستند، این روش تولید بسیار مناسب است. برای تقویت اثربخشی این روش، ضرورت دارد حلقه بسته‌ای در قالب جریان‌های داده با کیفیت بالا میان بخش تحقیق و توسعه، معرفی محصول جدید، عملیات تولید و بخش کیفیت وجود داشته باشد که ضمن پوشش کل مسیر برای تامین تقاضای مشتری و مشخص کردن زمان و مکان مناسب، اطمینان لازم برای گسترش مرزها در طول زمان را نیز ایجاد کند.

بر اساس مطالعات بخش اقتصادی دانشگاه آکسفورد، متوسط رشد سالانه فناوری ساخت افزودنی طی بازه زمانی ۲۰۱۶ الی ۲۰۲۲ حدود ۲۰ درصد بوده که پیش‌بینی می‌شود با گسترش کاربردهای آن در صنایع، بهبود دسترسی به مواد خام نوآورانه، و تلاش کشورها برای محافظت از اختلالات زنجیره تامین، به رشد خود ادامه دهد. تجزیه و تحلیل داده‌های تجاری جهان نشان می‌دهد که تجارت جهانی AM عمدتاً توسط سه اقتصاد بزرگ آمریکا، چین و آلمان صورت می‌گیرد که در مجموع ۶۹ درصد از کل تجارت جهانی ۲۰۱ میلیارد دلاری ماشین‌های AM در سال ۲۰۲۲ را تشکیل داده‌اند. صنایع بهداشتی و سلامت محور، هوافضا و همچنین خودرو طی دهه گذشته بیشترین پذیرش AM را داشته‌اند، اما موارد استفاده به طور فزاینده‌ای در بازارهای دیگر مانند ساخت‌وساز، محصولات مصرفی و تولید مواد غذایی نیز در حال ظهور است که به رشد آتی تولید AM کمک می‌کند. روند صعودی قوی در ثبت اختراعات بین‌المللی مرتبط با AM، که بین سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۰ همراه با متوسط رشد سالانه ۲۶ درصد بوده در کنار رشد دو رقمی سرمایه‌گذاری در این حوزه، نشان‌دهنده تولید و تجارت قوی AM در آینده است.

⁵ Near Shoring

⁶ Friend Shoring

⁷ Additive Manufacturing

با این حال، چالش‌های متعددی مانند هزینه‌های تولید بالا و فرآیندهای تولید آهسته نیز بر پذیرش سریع این نوع فناوری تأثیر می‌گذارند.

سازمان‌هایی که در حال حاضر بر روی ایجاد قابلیت‌های پایه و پلتفرم در فضای اطلاعات و محصول کار می‌کنند، تعداد فزاینده‌ای از فعالیت‌های کسب و کاری را خواهند یافت که می‌توانند در سال ۲۰۲۴ تقویت شوند. در این خصوص پیروی از یک رویکرد غیرشکننده، می‌تواند مزیت را به حداکثر نیز برساند. با این حال، برای شرکت‌هایی که هنوز در این مسیر نیستند، اکنون زمان شروع است. در حالی که به نظر می‌رسد نگاه‌داری پول نقد می‌تواند پرهزینه‌تر باشد، در فعالیت‌های صنعتی که تقاضای مشتریان کمی کاهش یافته است، صاحبان صنایع می‌توانند از این فرصت ایده‌آل برای ایجاد تغییرات لازم استفاده کنند و تجربه نیز نشان داده که آنهایی که این کار را انجام می‌دهند، در آینده در صدر قرار می‌گیرند.

۱۰ گرایش فناوری برتر در حوزه ماشین‌آلات صنعتی در سال ۲۰۲۴

در سپتامبر ۲۰۲۳ گزارشی توسط موسسه StartUs insights منتشر شد که بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به ۱۲۲۷ بنگاه استارت‌آپ^۸ (در مرحله تولد) و اسکیل‌آپ^۹ (در مرحله بلوغ) در کشورهای جهان (عمدتاً کشورهای اروپایی، چین، هند و آمریکا)، تعداد ده گروه فناوری با بیشترین گرایش برای بهره‌برداری در حوزه ماشین‌آلات صنعتی را برای سال ۲۰۲۴ معرفی کرده است. در این گزارش ضمن اشاره به اهمیت ماشین‌آلات صنعتی به عنوان ستون فقرات فرآیندهای تولید و صنعت در پشتیبانی از اقتصاد، افزایش تمرکز بر تغییرات اقلیمی را به عنوان چالش مهم و عاملی در راستای افزایش تقاضا برای تسهیل کارایی و بهره‌وری بالاتر در این صنعت قلمداد می‌کند. در این میان مسائلی مانند زیرساخت‌ها و ماشین‌آلات منسوخ و قدیمی همراه با نیاز روزافزون به ارائه راه‌حل‌های پایدار و سازگار با محیط زیست، این چالش‌ها را تشدید می‌کند. ده گرایش و روند برتر در حوزه ماشین‌آلات صنعتی که نوآوری را برای حل این چالش‌ها هدایت می‌کند، شامل موارد ذیل هستند:

۱. رباتیزاسیون^{۱۰}

صنعت رباتیک راه‌حل‌های نوآورانه‌ای را برای رفع چالش‌های سنتی در حوزه ماشین‌های صنعتی ارائه می‌کند که مسائل مربوط به ناکارآمدی، خطای انسانی و محدودیت‌های کار دستی را حل می‌کند. ربات‌ها با دقت و تکرارپذیری‌شان این نگرانی‌ها را با تضمین کیفیت ثابت و به حداقل رسانی عیوب برطرف می‌کنند. همچنین توانایی این ربات‌ها برای انطباق با وظایف گوناگون و متنوع از طریق برنامه نویسی و هوش مصنوعی، تجدید سریع پیکربندی عملیات را امکان‌پذیر و در زمان و منابع نیز صرفه‌جویی می‌کند.

۲. هوش مصنوعی

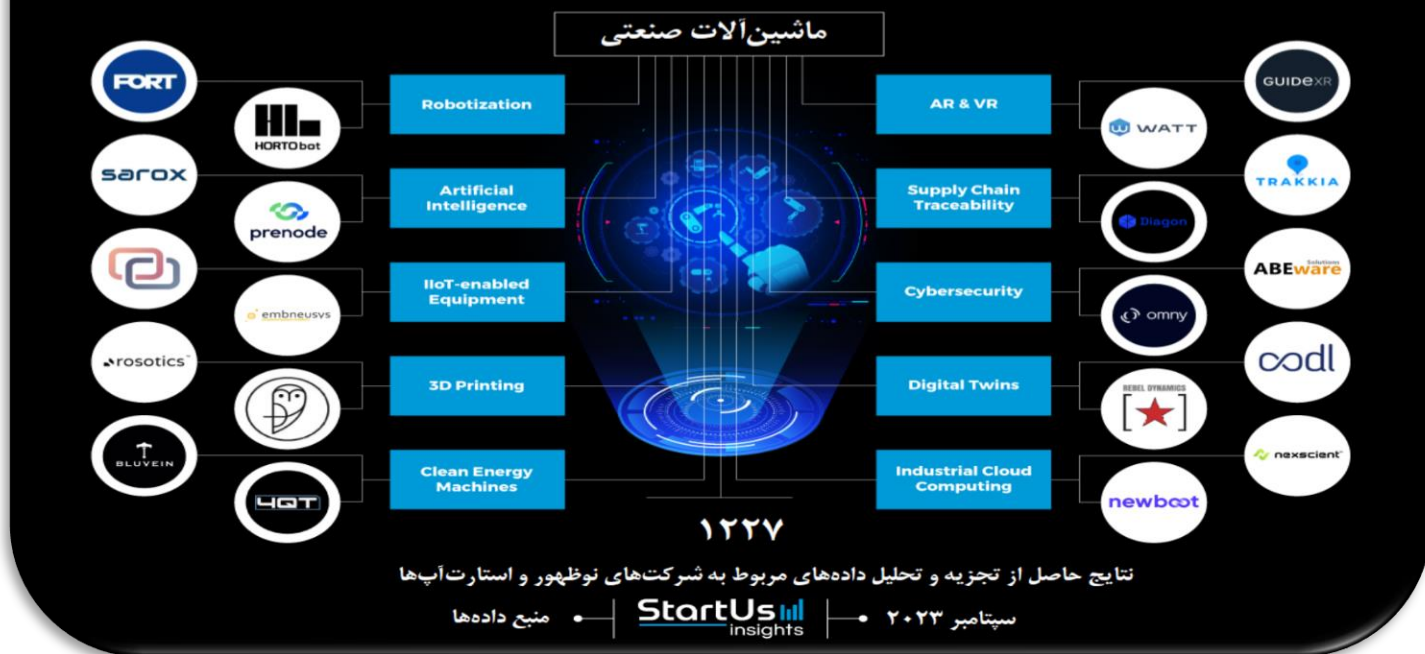
هوش مصنوعی با الگوریتم‌های خودیادگیری، ماشین‌ها را قادر می‌سازد تا عملیات خود را بهینه کنند، الگوها را تشخیص دهند و تصمیمات را پیش‌بینی کنند. این امر بهره‌وری پایدار و افزایش یافته را تضمین می‌کند. توانایی هوش مصنوعی برای شناسایی

⁸ Startups

⁹ Scaleups

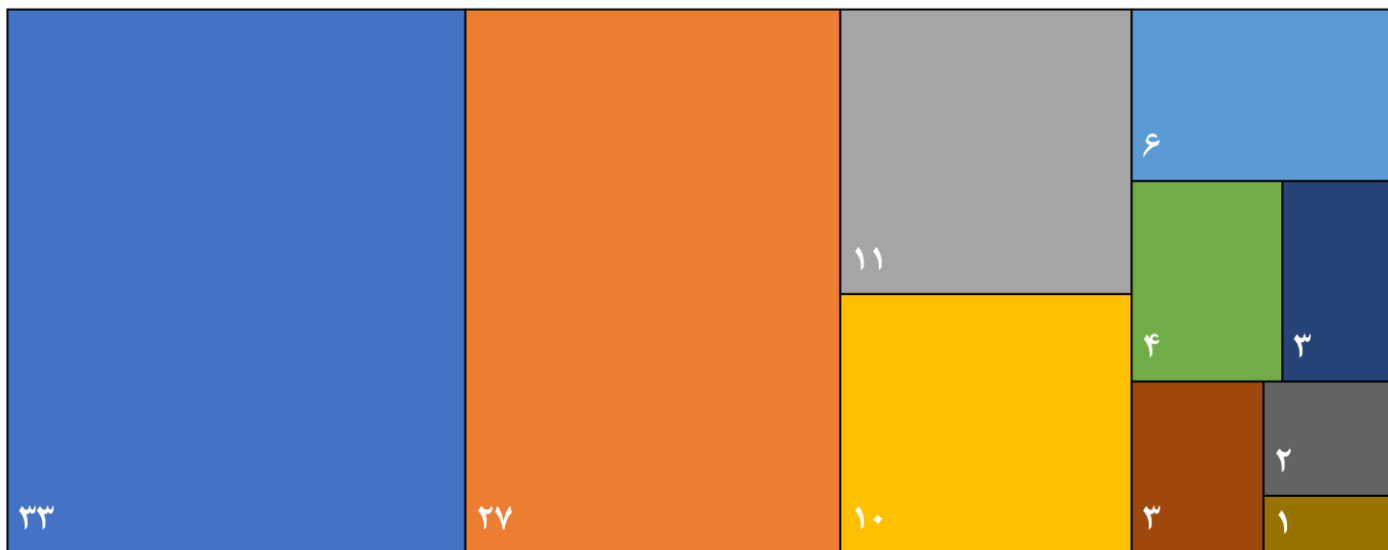
¹⁰ Robotization

ده گرایش برتر در حوزه ماشین آلات صنعتی در سال ۲۰۲۴



ترکیب ده فناوری با بالاترین گرایش در حوزه ماشین آلات صنعتی در سال ۲۰۲۴، درصد

- Robotization
- Artificial Intelligent
- IIOT
- 3D Printer
- Clean Energy
- AR&VR
- Supply Chain Traceability
- Cyber Security
- Digital Twins
- Industrial Cloud Computing



الگوها و تعمیر و نگهداری برای جلوگیری از فرسودگی و خرابی ماشین‌آلات را پیش‌بینی می‌کند. در نتیجه، به طور قابل توجهی زمان‌های خاموشی برنامه‌ریزی نشده را کاهش می‌دهد و استفاده بهینه از منابع را تضمین می‌کند. این فناوری همچنین همکاری انسان و ماشین را بهبود می‌بخشد و در زمانی که ماشین‌ها کارهای تکراری، از نظر فیزیکی سخت یا خطرناک را انجام می‌دهند. به کارکنان این امکان را می‌دهد تا روی کارهایی تمرکز کنند که نیاز به خلاقیت، حل مسئله و تصمیم‌گیری دارند. به این ترتیب، هوش مصنوعی روند جدایی‌ناپذیری در حوزه تولید ماشین‌آلات صنعتی در جهات افزایش بهره‌وری و قابلیت اطمینان ایجاد می‌کند.

۳. ماشین‌های مجهز به IIoT¹¹

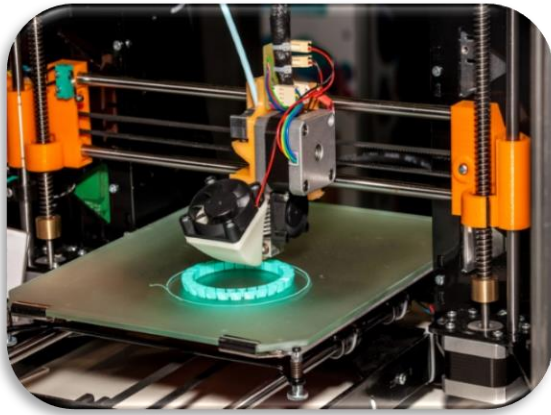
فناوری اینترنت اشیا صنعتی (IIoT) از طریق ابزارهای مجهز شده با حسگرهای تعبیه شده در آنها امکان اتصال به ماشین‌آلات و فرآیندهای صنعتی را فراهم می‌کند و جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها در زمان واقعی را در کل اکوسیستم عملیات تسهیل می‌کند. این اتصال متقابل، بازخورد آنی را تضمین و امکان بهینه‌سازی عملیات، کاهش مصرف انرژی و بهبود اثربخشی کلی تجهیزات (OEE) را فراهم می‌کند.

علاوه بر این، تجهیزات مجهز به IIoT شفافیت سیستم را تقویت و امکان نظارت و کنترل از راه دور را فراهم می‌کنند که به ویژه برای صنایع برخوردار از عملیات توزیعی، مفید است. IIoT همچنین با خودکارسازی جمع‌آوری داده‌ها و گزارش‌دهی به صنایع در پای‌بندی و اعمال استانداردهای نظارتی نیز کمک می‌کند. استفاده از این فناوری در ماشین‌آلات صنعتی، بینش‌هایی را در زمان واقعی فراهم می‌کند که موجب افزایش چابکی، کارایی و پاسخ‌دهی ماشین‌آلات می‌شود.



¹¹ Industrial Internet of Things

۴. چاپ سه بعدی



چاپ سه بعدی^۱ بر چالش‌های بلندمدت تولید در روش‌های سنتی که اغلب شامل فرآیندهای کاهش^۱ و یا اصطلاحاً ماشین‌کاری هستند، غلبه می‌کند. این فرآیندهای مرسوم از نظر پیچیدگی طراحی، زمان بری و منابع، فشرده و محدودکننده هستند. چاپ سه بعدی از طریق ساخت مستقیم قطعات پیچیده به صورت لایه به لایه، بر این محدودیت‌ها غلبه می‌کند و نیاز به قالب یا ماشین‌کاری گسترده را از بین می‌برد. علاوه بر این، چاپ سه بعدی، سفارشی‌سازی را از نظر اقتصادی امکان‌پذیر می‌سازد و صنایع را قادر می‌سازد تا محصولات را با نیازهای مشتری خاص بدون نیاز به افزایش قابل

توجه هزینه‌ها تنظیم کنند. این فناوری همچنین با استفاده کارآمدتر از مواد و ارائه پتانسیل استفاده از مواد قابل بازیافت یا بیومواد، شیوه‌های پایدار را ترویج می‌کند. علاوه بر این، چاپ سه بعدی با تولید قطعات جایگزین، ماشین‌آلات فرسوده و پیر را جوان می‌کند و مشکلات مربوط به قطعات منسوخ و فرسوده و دشواری یافتن آنها را کاهش می‌دهد.

۵. ماشین‌آلات و تجهیزات تولید انرژی پاک

ماشین‌آلات و تجهیزات صنعتی مرتبط با تولید انرژی پاک مستقیماً به چالش‌های فزاینده محیطی و کارایی که سیستم‌های سنتی با آن مواجه هستند، رسیدگی می‌کنند. انتقال به ماشین‌های الکتریکی با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند باد، خورشید و نیروگاه آبی، ردپای کربن در عملیات صنعتی را به شدت کاهش می‌دهد. صرف نظر از مزایای زیست محیطی، این ماشین‌آلات از نظر انرژی نیز کارایی بالاتر داشته و کارآمدتر هستند که منجر به کاهش هزینه‌های عملیاتی و کاهش مصرف منابع نیز می‌شوند. آنها همچنین جایگزین‌های ساکت‌تر و پایدارتری را ارائه می‌دهند که آلودگی صوتی را در محیط‌های صنعتی کاهش می‌دهند. علاوه بر این، ماشین‌های الکتریکی کنترل دقیق‌تر و پاسخ و واکنش سریع‌تری را نیز ارائه می‌کنند که دقت تولید و کارایی فرآیندها را بهبود می‌بخشد. علاوه بر این، ماژولار بودن و سازگاری آنها امکان یکپارچگی با فناوری‌های نوظهور را فراهم می‌سازد.

۶. AR/VR

واقعیت مجازی^{۱۲} (VR) و واقعیت افزوده^{۱۳} (AR) ابزارهایی هستند که بر محدودیت‌های سنتی ماشین‌آلات صنعتی در رابطه با آموزش، عیب‌یابی و نگهداری غلبه می‌کنند. AR با ارائه همپوشانی اطلاعات تعاملی در زمان واقعی روی ماشین‌آلات، آموزش و نگهداری کارکنان را افزایش می‌دهد. این امر تشخیص به موقع مشکلات، انجام تعمیرات و پیروی از مراحل پیچیده مونتاژ را برای اپراتورها آسان‌تر می‌کند. از سوی دیگر، VR با قرار دادن کارکنان در معرض عملیات شبیه‌سازی شده ماشین‌آلات و وظایف تعمیر و نگهداری در یک محیط مجازی امن و کنترل شده، تجربیات آموزشی همه جانبه را برای آنها امکان‌پذیر می‌کند. این کار از خطرات مرتبط با آموزش عملی نیز جلوگیری می‌کند. هم واقعیت افزوده و هم واقعیت مجازی،

¹² Virtual Reality

¹³ Added Reality

کمک از راه دور را با امکان راهنمایی کارشناسان و تکنسین‌های میدانی یا اپراتورها در زمان واقعی، صرف نظر از مکان، افزایش می‌دهند. به این ترتیب، فناوری‌های واقعیت افزوده و واقعیت مجازی، آموزش، نگهداری و قابلیت‌های پشتیبانی از راه دور را افزایش می‌دهند و در نهایت کارایی، ایمنی و بهره‌وری را در محیط‌های صنعتی بهبود می‌بخشند.



۷. قابلیت ردیابی زنجیره تامین^{۱۴}

با افزایش پیچیدگی و جهانی‌شدن زنجیره‌های تامین، خطر ناهماهنگی کیفیت، تقلب، جعل و تاخیر، افزایش می‌یابد. این تهدیدها، عملکرد، ایمنی و قابلیت اطمینان ماشین‌آلات را به خطر می‌اندازد. اجرای مکانیسم جامع ردیابی و پایش به سازندگان تجهیزات صنعتی اجازه می‌دهد تا دید واضح و ناگسستگی از کل زنجیره تامین به دست آورند. دستگاه‌های هوشمند مانند شناسایی فرکانس رادیویی^{۱۵} (RFID) و اینترنت اشیا^{۱۶} (IoT) کم مصرف در ثبت اطلاعات محصول در هر مرحله از زنجیره تامین مفید هستند. این دید بهبودیافته به ذینفعان در هر سطح اجازه می‌دهد تا صحت اجزا را تأیید، از کنترل کیفیت اطمینان حاصل نمایند و مدیریت لجستیک و موجودی را بهینه کنند. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل مبتنی بر هوش مصنوعی داده‌های جمع‌آوری شده از زنجیره تامین به تولیدکنندگان اجازه می‌دهد تا روندها و الگوهای حیاتی را شناسایی کنند و این اطلاعات برای دستیابی به اهداف پایداری و کاهش ضایعات بسیار مهم است. به این ترتیب ردیابی زنجیره تامین، کارایی را افزایش می‌دهد، زمان خرابی را به حداقل می‌رساند و اعتماد را در میان ذینفعان در بخش ماشین‌آلات صنعتی تقویت می‌کند.

۸. امنیت سایبری^{۱۷}

با رشد روزافزون اتصال سیستم‌های صنعتی از طریق اینترنت اشیا صنعتی و انقلاب صنعتی چهارم (Industry 4.0)، میزان آسیب‌پذیری آنها در برابر تهدیدات سایبری نیز افزایش می‌یابد. اقدامات موثر امنیت سایبری، شامل ارائه راه‌حل‌های سخت افزاری و نرم افزاری، به عنوان سپر در برابر این تهدیدات عمل می‌کند. این اقدامات شامل استفاده از رمزگذاری

¹⁴ Supply Chain Transability

¹⁵ Radio Frequency Identification

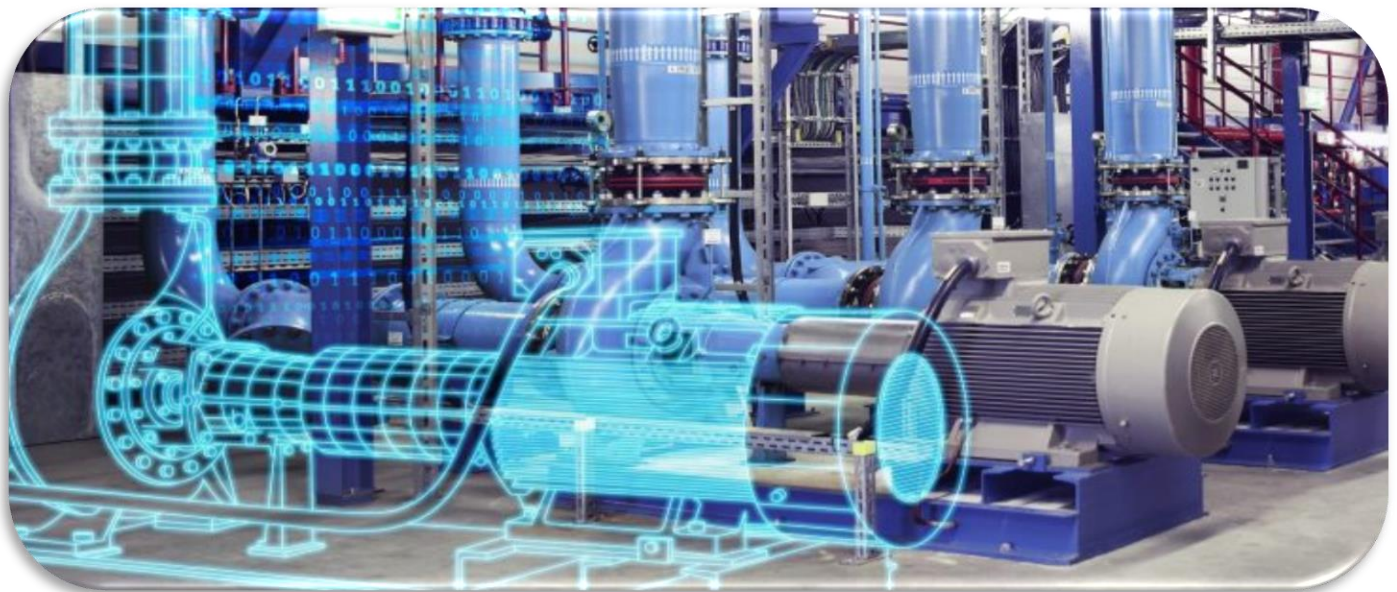
¹⁶ Internet of Things

¹⁷ Cyber Security

پیشرفته^{۱۸}، احراز هویت چند عاملی^{۱۹} (MFA)، سیستم‌های تشخیص نفوذ^{۲۰} و پچینگ منظم است. این فناوری به سازندگان و اپراتورها اجازه می‌دهد تا از داده‌های حساس مراقبت کنند، از دسترسی غیرمجاز محافظت، و از عملکرد ثابت و ایمن ماشین‌آلات اطمینان حاصل کنند. خدمات امنیت سایبری مانند پشتیبان‌گیری و طرح‌های بازیابی از بحران^{۲۱} (بیشتر به شرکت‌های ماشین‌آلات صنعتی این امکان را می‌دهد که به سرعت پس از بروز حملات، بهبود یافته و خسارات مالی را به حداقل برسانند. علاوه بر این، این راه‌حل‌ها با حفاظت از داده‌های حساس و اطمینان از گزارش‌دهی مناسب، به سازمان‌ها در حفظ انطباق با مقررات و استانداردها کمک می‌کنند. راه‌حل‌های امنیت سایبری عملکرد ماشین‌آلات را حفظ می‌کند و همچنین اعتماد و اطمینان را در بین ذینفعان، از مشتریان گرفته تا نهادهای نظارتی القا می‌کند.

۹. دوقلوی دیجیتال

فناوری دوقلوی دیجیتال^{۲۲} ماشین‌های دنیای واقعی را در فضای مجازی منعکس می‌کند و عملکرد، فرسودگی و واکنش و پاسخ‌های پویا آن‌ها را نسبت به تغییرات شرایط عملیاتی گوناگون نشان می‌دهد. از طریق شبیه‌سازی و تجزیه و تحلیل، سیستم‌های دوقلوی دیجیتال زمان خرابی ماشین‌آلات را پیش‌بینی می‌کنند، عملکرد را بهینه کرده و بهبودهای لازم در طراحی را بدون نیاز به نمونه‌سازی تهاجمی یا گران‌قیمت انجام می‌دهند. این فناوری بینش ارزشمندی در مورد رفتار ماشین‌آلات و تجهیزات ارائه می‌دهد و امکان اتخاذ تصمیمات مبتنی بر داده و ارتقای طراحی را برای بهبود کیفیت و کارایی محصول در صنعت ماشین‌سازی فراهم می‌کند. علاوه بر این، با ادغام داده‌های دریافتی از حس‌گرهای تعبیه شده روی ماشین‌آلات، دوقلوهای دیجیتال به‌طور مداوم در حال به‌روزرسانی و تکامل هستند و در نتیجه ابزاری پویا برای عیب‌یابی، آموزش و نوآوری ارائه می‌دهند.



¹⁸ Advanced Encryption

¹⁹ Multi-Factor Authentication

²⁰ Intrusion Detection Systems

²¹ Disaster Recovery

²² Digital Twins

یکی از شرکت‌های فعال در حوزه ساخت تجهیزات صنعتی که در زمینه استفاده از فناوری دوقلوی دیجیتال موفق بوده، شرکت زیمنس آلمان است. وفق اطلاعات ارائه شده توسط این شرکت، این امکان وجود دارد که تمام فرآیندهای مرتبط با یک توربین بادی را در همان مرحله اولیه در قالب یک مدل داده مشترک طراحی کرد. با استفاده از فناوری دوقلو دیجیتال می‌توان قبل از شروع تولید انبوه، نیروگاه‌های انرژی بادی را به صورت دیجیتال طراحی و آزمایش کرد که این کار باعث صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌ها و در عین حال ارتقای سطح کیفیت مهندسی می‌شود. دوقلو دیجیتال یک توربین بادی همچنین امکان شبیه‌سازی فاز بحرانی قبل از راه‌اندازی - و همچنین اجرای ایمن را فراهم می‌کند. کارکنان بخش خدمات نیز می‌توانند قبل از راه‌اندازی واقعی تحت آموزش‌های دقیق قرار گیرند. ثبت مداوم داده‌های عملکرد و تجزیه و تحلیل جامع این داده‌ها این امکان را برای زیمنس فراهم کرده تا تولید و عملکرد توربین بادی خود را از طریق اطلاع‌یابی از بروز مشکلات احتمالی در زمان و انجام به موقع اقدامات پیشگیرانه لازم، به شیوه‌ای پایدار بهینه کند. به محض بروز ارتعاش غیرعادی در توربین بادی موضوع از طریق دوقلوی دیجیتال به بخش تعمیر و نگهداری منعکس می‌شود تا کارکنان مرتبط بازرسی لازم و در صورت نیاز اقدامات اصلاحی را انجام دهند. این روش به زیمنس این امکان را می‌دهد تا ضمن بهینه‌سازی برنامه تعمیر و نگهداری، زمان توقف را کاهش و اطمینان عمومی کل سیستم را بهبود دهد.



رایانش ابری صنعتی

ذخیره‌سازی داده‌ها یکی از چالش‌های همیشگی است و صنعت تولید ماشین آلات مدرن نیز به دلیل داده‌های حجیم تولید شده با آن مواجه است. رایانش ابری صنعتی^{۲۳} یک پلتفرم متمرکز برای جمع‌آوری، ذخیره و تجزیه و تحلیل این داده‌ها در زمان واقعی و همچنین امکان تجزیه و تحلیل دقیق، نگهداری و پیش‌بینی عملکرد بهینه را نیز فراهم می‌کند. علاوه بر این، پلتفرم‌های ابری منابع محاسباتی مقیاس‌پذیری را ارائه می‌کنند که برای نیازهای در حال تحول صنعت بدون نیاز به صرف هزینه‌های اولیه سنگین مرتبط با زیرساخت‌های سنتی فناوری اطلاعات، قابل تنظیم هستند. رایانش ابری صنعتی با اجرای

²³ Industrial Cloud Computing

اقدامات امنیتی قوی، محیطی امن را برای داده‌های عملیاتی حساس ارائه می‌دهد به نحوی که می‌توان از آنها برای حفاظت در برابر تهدیدات سایبری بالقوه استفاده کرد.



منابع:

- Key Machinery and Equipment Predictions for 2024, Matthew Addley, Oct 9, 2023
- Additive manufacturing—a niche, but rapidly growing industry, Oxford Economics, Oct 31, 2023
- Discover the Top 10 Industrial Machinery Trends in 2024, Sept 2023
- A wind of change through digitalization, Siemens