صفحات ۱ تا ۸

تأثیر اینترنت اشیا در کاهش خرابی تجهیزات مکانیکی صنایع فولادسازی

حسین زارعی کوهستکی[۱]، حامد سلطانی[۲]، محمد جواد شادمانی[۳]، میلاد عسگری[۴]

[۱] کارشناس ارشد مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید، کارشناس مهندسی تحقیقات و تکنولوژی، شرکت فولاد کاوه جنوب کیش، بندرعباس
h.zarei@sksco.ir

[۲] مدیر واحد مهندسی تحقیقات و تکنولوژی، شرکت فولاد کاوه جنوب کیش، بندرعباس
h.soltani@sksco.ir

[۳] رئیس واحد مهندسی ساخت و بومی سازی، شرکت فولاد کاوه جنوب کیش، بندرعباس
m.j.shademani@sksco.ir

[۴] کارشناس مهندسی تحقیقات و تکنولوژی، شرکت فولاد کاوه جنوب کیش، بندرعباس
m.asgari@sksco.ir

چکیده

تجهیزات در صنایع فولادسازی نقش بسیار مهمی دارند. خرابی تجهیزات ممکن است باعث توقف خط تولید و کاهش بهره‌وری شود که در نتیجه باعث کاهش سودآوری شرکت می‌شود. در نگهداری و تعمیرات با استفاده از اینترنت اشیا، داده‌های عملیاتی دائماً و به صورت متناوب برای پشتیبانی تصمیمات مرتبط با نگهداری و تعمیرات ماشین اندازه‌گیری و ضبط می‌شوند. در واقع داده‌های خام به اطلاعات قابل اقدام برای تسهیل تصمیم‌گیری در زمینه نگهداری و تعمیرات تبدیل می‌شوند. بنابراین در این پژوهش به منظور بررسی تأثیر اینترنت اشیا در کاهش خرابی تجهیزات مکانیکی صنایع فولادسازی از روش کتابخانه‌ای استفاده شد. مهم‌ترین مزیت اینترنت اشیا، یکپارچگی چندین فناوری و راهکار ارتباطی است. فناوری‌های شناسایی و ردیابی، حسگرهای سیمی و بی‌سیم و شبکه‌های فعال، پروتکل‌های افزایش ارتباط و هوشمندی اشیا مهم‌ترین قسمت‌های اینترنت اشیا هستند. نتایج نشان می‌دهد با استفاده از اینترنت اشیا، تجهیزات و دستگاه‌های مختلف در یک صنعت می‌توانند به صورت هوشمند عمل کنند و اطلاعات مربوط به عملکرد و کارایی آنها را به صورت لحظه‌ای جمع‌آوری نمایند. این کار به بهبود کارایی و بهره‌وری در صنایع کمک می‌کند. فناوری اینترنت اشیا می‌تواند با استفاده از نظارت از راه دور نگهداری و تعمیرات سنتی و زمان محور را به نگهداری و تعمیرات پیش‌گویانه تسهیل کند و باعث دستیابی به مزایای مختلف شود. یکپارچه‌سازی اینترنت اشیا و سایر فناوری‌های پیشرفته باعث افزایش ایمنی و اطمینان تجهیزات می‌شود، عمر مفید آنها را طولانی‌تر می‌کند، مشکلات و وقفه‌های تجاری حاصل از توقف تجهیزات را به حداقل می‌رساند و تعمیرات اساسی را کاهش داده یا از بین می‌برد، بنابراین هزینه‌های نگهداری و تعمیرات را بسیار کاهش می‌دهد.

کلمات کلیدی: اینترنت اشیا، خرابی تجهیزات، نظارت از راه دور، فولادسازی.

۱- مقدمه

فناوری اطلاعات و ارتباطات نقش تعیین کننده‌ای را در تحقق راهکارهای هوشمند به خصوص به عنوان اتصال دهنده بین زیرساخت‌های مختلف ایفا می‌کند. الگوی شبکه‌های حسگر بی‌سیم و رسانه‌های مختلف مجهز به انواع فناوری بی‌سیم در این سال‌ها، منجر به شکل‌گیری مفهومی جدید به نام اینترنت اشیا شده است که به معنی توانایی برقراری ارتباط از طریق دستگاه‌های مختلف ناهمگن موجود با کمک اینترنت است، که اساساً برای برقراری ارتباط با یکدیگر طراحی نشده‌اند. اینترنت اشیا با زندگی روزمره افراد سازگار شده و کیفیت زندگی آنها را از طریق مجموعه‌ای از حسگرها بهبود می‌بخشد. بنابراین اینترنت اشیا دارای نیازمندی‌های رایانشی، ذخیره‌سازی، دسترسی و تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌باشد [۱]. این فناوری به طور فزاینده‌ای در برنامه‌های کاربردی روزمره زندگی انسان مانند اتوماسیون خانگی، نظارت بر ترافیک، مراقبت‌های بهداشتی، نظارت بر محیط‌زیست و غیره حضور دارد. در واقع می‌توان گفت اینترنت اشیا شبکه‌ای از اشیا فیزیکی تعبیه شده با قطعات الکترونیکی، نرم‌افزار، سنسورها و اتصالات است، تا آنها توسط تبادل اطلاعات با تولیدکننده، اپراتور و یا دستگاه‌های دیگر قادر به ارائه ارزش و خدمات بیشتر باشند. هر کدام از اعضا اینترنت اشیا به تنهایی توسط سیستم تعبیه شده در آن، قادر به شناسایی است و همچنین می‌تواند با زیرساخت اینترنت موجود نیز تعامل داشته باشد [۱۵]. گسترش بی‌سابقه حسگرها و منابع تولید داده، شبکه‌های ارتباطی، بسترهای محاسبات قوی و پیشرفت‌های چشمگیر در حوزه علوم داده و هوش مصنوعی، فرصتی طلایی جهت استقرار سیستم‌های اینترنت اشیا صنعتی به عنوان الگویی شایسته برای هوشمندسازی کاربردهای صنعتی فراهم آورده است. یکی از برجسته‌ترین کاربردهای این حوزه، سیستم‌های تشخیص و پیش‌بینی زودهنگام نقص‌های احتمالی تجهیزات و به تبع آن، اعمال اقدامات پیشگیرانه به عنوان امری حیاتی محسوب می‌شود [۲].

تعویض تجهیزات پس از خرابی یا در دوره‌های زمانی از پیش تعیین شده، برنامه‌های نگهداری و تعمیرات سنتی هستند که اغلب به دلیل تعویض زودهنگام تجهیزات منجر به هزینه‌های اضافی می‌شوند یا با تعویض دیررس، باعث توقف در خطوط تولید می‌شوند که به کاهش شدید ظرفیت و محصول می‌انجامد [۱۶]. در نگهداری و تعمیرات با استفاده از اینترنت اشیا، داده‌های عملیاتی دائماً و به صورت متناوب برای پشتیبانی تصمیمات مرتبط با نگهداری

و تعمیرات ماشین اندازه‌گیری و ضبط می‌شوند. در واقع داده‌های خام به اطلاعات قابل اقدام برای تسهیل تصمیم‌گیری در زمینه نگهداری و تعمیرات تبدیل می‌شوند [۳].

بنابراین اینترنت اشیا با نظارت و بهینه‌سازی فرآیند تولید، نقش مهمی در تبدیل کارخانه‌های سنتی به کارخانه‌های هوشمند در صنعت ۴,۰ ایفا می‌کند. تعمیر و نگهداری با استفاده از اینترنت اشیا می‌تواند برای

جلوگیری از خرابی ماشین‌ها، کاهش زمان خرابی و افزایش طول عمر تجهیزات مورد استفاده قرار گیرد. اینترنت اشیا همچنین می‌تواند دید جامع‌تری از محیط برای افزایش ایمنی محل کار با شناسایی خطرات احتمالی و هشدار به کارگران در مورد خطرات احتمالی ارائه دهد. تأمین‌کنندگان نیز می‌توانند از دستگاه‌های ردیابی مجهز به اینترنت اشیا برای نظارت بر محموله‌ها و ارائه به‌روزرسانی‌ها به منظور تحلیل و بهینه‌سازی زنجیره تأمین در کارخانه‌های هوشمند استفاده کنند [۱۷].

دستگاه‌ها و تجهیزات گوناگون در صنایع مختلف برای تولید محصول، همواره به عنوان یکی از مهم‌ترین سرمایه‌های کارخانه‌ها به شمار می‌آیند؛ بنابراین با توجه به اینکه هزینه‌های خرید، نگهداری و تعمیرات تجهیزات بسیار گزاف و پرهزینه است و بخش عمده‌ای از سرمایه ثابت و هزینه‌های عملیاتی شرکت‌ها را تشکیل می‌دهد؛ طبیعی است که یکی از دغدغه‌های اساسی برای مدیران ارشد در چگونگی به کارگیری و نگهداری بهینه این تجهیزات باشد [۴]. در حال حاضر در صنایع فولاد، از سیستم‌ها و حسگرهای بسیار زیادی برای جمع‌آوری داده‌های مرتبط با یک فرآیند خاص، به منظور فهم بهتر فرآیند استفاده می‌شود، و زمانی که مشکلی در فرآیند ایجاد شود افراد می‌توانند با بررسی داده‌های جمع‌آوری شده علت بروز مشکل را دریابند. با این حال در این روش تنها پس از وقوع مشکل می‌توان به بررسی آن پرداخت. این در حالی است که در صنایع فولاد، هزینه انرژی مصرفی، نیروی کار و مواد اولیه بسیار زیاد است و همین امر سبب می‌شود مشکلات به وجود آمده در فرآیند تولید، هزینه‌های بسیار زیادی را به کارخانه تحمیل کند [۵]. صنعت فولاد کشور همواره توانسته است چه در زمان‌های تحریم و چه در غیر آن ظرفیت تولید و صادرات مناسبی داشته باشد که این نشانه ارتقای توانمندی فناورانه آن است. بررسی این صنعت نشان می‌دهد که شرکت‌های بزرگ فولادسازی کشور توانسته‌اند، با استفاده از فناوری و تسلط کامل بر تعمیر، نگهداری و بهبودهای جزیی در فرایندهای تولید، طراحی و مهندسی نوآوری‌های ویژه‌ای داشته باشند [۶].

با روند رو به رشد اینترنت، فناوری اینترنت اشیا نقش کلیدی و اساسی در توسعه صنایع فولادسازی خواهد داشت. زیرا که دو عامل مهم این عصر یعنی اطلاعات و ارتباطات را برای هر موجودی (انسان، حیوان و اشیا) به علت توانایی ارسال داده از طریق شبکه ارتباطی در بستر رایانش ابری فراهم خواهد نمود .یعنی با گذر زمان ارتباط با تمام موجودات میسر و آسان خواهد شد و این عامل می‌تواند بستری مطمئن را برای گسترش علم در تمام زمینه‌ها فراهم نماید [۷]. بنابراین با توجه به اهمیت اینترنت اشیا در صنایع؛ در پژوهش حاضر به بررسی تأثیر اینترنت اشیا در کاهش خرابی تجهیزات مکانیکی صنایع فولادسازی می‌پردازیم.

[۵] به مفهوم اینترنت اشیا صنعتی با تمرکز بر صنعت فولاد پرداخت. در این پژوهش ابتدا سیستم‌های اینترنت اشیا صنعتی از جنبه‌های معماری، کنترل، شبکه و رایانش بررسی شدند. سپس به راه‌حل‌های دو شرکت هیتاچی و کینس جهت اینترنت اشیا صنعتی و هوشمندسازی کارخانه‌های فولاد پرداخته شد. با استفاده از انواع حسگرها، تکنولوژی‌های مدرن شبکه، رایانش ابری، یادگیری ماشین و تحلیل کلان داده، می‌توان کارخانه‌های هوشمند فولاد را پدید آورد که با بهبود کارایی، امنیت و هوش مصنوعی، علت مشکل را قبل بروز آن و با کمترین دخالت انسان، پیش‌بینی و رفع نماید.

[۸] در پژوهشی بکارگیری فناوری اینترنت اشیا به منظور تولید داده‌های بلادرنگ در نگهداری و تعمیرات را مورد بررسی قرار دادند. پیاده‌سازی صنعت ۴ در شرکت‌های تولیدی که مقادیر زیادی داده از فرآیندهای تولیدی دارند، می‌تواند در نگهداری پیش‌بینانه و پیش‌بینی خرابی ماشین‌آلات و تجهیزات مورد استفاده قرار گیرد. نتایج نشان داد که استفاده از داده‌های بلادرنگ در نگهداری و تعمیرات می‌تواند علاوه بر کاهش زمان تدارک محصولات، کاهش خطاهای سیستم و کاهش هزینه توقفات از طریق حداکثر کردن فاصله بین دو تعمیر و به حداقل رساندن زمان از کارافتادگی برنامه‌ریزی نشده، بر بهره‌وری در استفاده از منابع مالی و انسانی، کیفیت محصولات و اثربخشی کلی تجهیزات و فرآیندهای تولید نیز تأثیر گذاشته و آنها را بهبود بخشد.

[۹] به ارائه یک راهکار کاربردی از فناوری اینترنت اشیا در کنار یک سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات کامپیوتری در حوزه تونل‌های شهری پرداختند. با استفاده از اینترنت اشیا، قابلیت‌های مدیریت نگهداری و تعمیرات افزایش یافته و در کنار آن نیز قابلیت اطمینان از طریق ارتباط با حجم زیادی از داده‌ها، افزایش می‌یابد. با استفاده از حسگرهای جمع‌آوری کننده داده نصب شده بر روی تجهیزات، متخصصان نگهداری و تعمیرات قادر به نظارت مؤثرتر بر تجهیزات می‌باشند. داده‌های مختلف از تجهیزات جمع‌آوری و ذخیره شده در ابر و در ارتباط با سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات کامپیوتری، این سیستم را قادر می‌سازد تا به طور آسان‌تر اطلاعات مهم (وضعیت محیطی، حرارتی، ارزش و ...) را ردیابی کند. این اطلاعات می‌توانند منجر به انجام اقداماتی در

پاسخ به مقادیر آستانه‌ای که در این سیستم تعریف شده است، شود. بنابراین این فناوری می‌تواند نقش مهم و تأثیرگذاری در ابعاد مختلف کارکردی یک سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات، از جمله برنامه‌ریزی، زمان‌بندی، سنجش عملکرد و مدیریت موجودی و قطعات یدکی ایفا نماید.

[۱۸] به تشخیص خطا مبتنی بر اینترنت اشیا صنعتی پرداختند. سیستم‌های اینترنت اشیا صنعتی مجموعه‌ای از دستگاه‌های هوشمند مانند حسگرها، محرک‌ها و کنترل‌کننده‌ها را به هم متصل می‌کنند تا

تولیدات صنعتی کارآمد را به شیوه‌هایی قابل کنترل توسط انسان‌ها امکان‌پذیر سازند. رویکردهای تشخیص مبتنی بر مدل ساده و مبتنی بر داده را می‌توان برای تشخیص عیب و جداسازی اجزای خاص اینترنت

اشیا صنعتی استفاده کرد. با این حال، مدل‌های فیزیکی، الگوهای سیگنال و الگوریتم‌های یادگیری ماشین باید به دقت طراحی شوند تا خطاهای سیستم را بررسی کنند. رویکردهای تشخیص خطا مبتنی بر دانش، قابلیت همکاری را از طریق هستی‌شناسی‌ها بهبود می‌بخشد، به طوری که می‌توان استدلال و پاسخ پرس و جو در سطح بالا را برای کاربران غیرمتخصص ارائه کرد. بنابراین، رویکردهای تشخیص خطا مبتنی بر دانش بر رویکردهای تشخیص مبتنی بر مدل ساده و مبتنی بر داده در سیستم‌های اینترنت اشیا صنعتی ترجیح داده می‌شوند.

[۱۹] به تشخیص و پیش‌بینی خطای تجهیزات با کمک اینترنت اشیا پرداختند. نتایج نشان داد استفاده از داده‌های مبتنی بر اینترنت اشیا با هوش مصنوعی و فناوری پردازش داده‌های بزرگ برای دستیابی به تعمیر و نگهداری پیش‌بینانه تجهیزات مکانیکی می‌تواند به طور قابل‌توجهی طول عمر دستگاه را بهبود بخشد و هزینه‌های نیروی کار را هنگام تشخیص عیوب مکانیکی کاهش دهد.

[۲۰] به بررسی تأثیر اینترنت اشیا در صنایع پرداخت. اینترنت اشیا صنعتی یا صنعت ۴,۰ چهارمین مورد در انقلاب صنعتی است که به شدت بر اتصالات متقابل، اتوماسیون، استقلال، یادگیری ماشین و داده‌های بلادرنگ تمرکز دارد. ضبط و انتقال مداوم داده‌ها در بین ماشین‌ها فرصت‌های رشد بسیاری را در اختیار شرکت‌های تولیدی قرار می‌دهد. انتظار می‌رود که اینترنت اشیا صنعتی نحوه زندگی و کار را متحول کند. اما یکی از چالش‌های اینترنت اشیا صنعتی، امنیت و حریم خصوصی است. اگر نتوانیم بسیاری از مسائل امنیتی و حریم خصوصی را که بر اینترنت اشیا صنعتی تأثیر می‌گذارد، کاهش دهیم، نمی‌توانیم به پتانسیل کامل آن دست یابیم. اینترنت اشیا و گرایش به سمت اتصال بیشتر به این معنی است که داده‌های بیشتری از مکان‌های بیشتری در زمان واقعی جمع‌آوری می‌شود تا امکان تصمیم‌گیری در زمان واقعی و افزایش درآمد، همچنین بهره‌وری و کارایی فراهم شود.

۲- اینترنت اشیا

اینترنت اشیا، به مفهوم دستگاه‌های متصل شده‌ای است که در اوایل دهه ۱۹۹۰ در مرکز Auto-ID در MIT مطالعه آن آغاز گردید. کوین اشتون اصطلاح اینترنت اشیا را در سال ۱۹۹۹ ابداع نمود. در سال ۱۹۹۷، اشتون امکان استفاده از برچسب‌های شناساگر فرکانس رادیویی را برای ردیابی محصولات در زنجیره تأمین در نظر گرفت. برچسب‌های شناساگر فرکانس رادیویی، برای خواندن و شناسایی اشیا، مورد استفاده قرار می‌گیرد و سپس اطلاعات را به صورت بی‌سیم از طریق یک شبکه انتقال می‌دهد. قبل از آن، پذیرش صنعت برچسب‌های شناسایی امواج رادیویی در سال ۱۹۸۰ آغاز شد. سپس مفهوم جدیدی از سنسورها و محرک‌ها از طریق یک شبکه حسگر بی‌سیم معرفی گردید که پیگیری و نظارت بر اشیا را با برنامه‌های کاربردی در مراقبت‌های بهداشتی و مدیریت ترافیک ایجاد می‌کرد. امروزه این شبکه‌ها با دستگاه‌های GPS، تلفن‌های هوشمند، شبکه‌های اجتماعی، رایانش ابری و تجزیه و تحلیل داده برای پشتیبانی از مفهوم مدرن اینترنت اشیا غنی می‌شوند [۱۰]. اینترنت اشیا به یک شبکه گسترده از اشیا اشاره دارد که در آن تمام اشیا از طریق تجهیزات هوشمندسازی مختلف و اتصال به اینترنت با یکدیگر در ارتباط هستند. هدف از ایجاد شبکه‌ای از اشیا هوشمند به وجود آوردن یک سیستم اطلاعاتی یکپارچه و انعطاف‌پذیر است که به وسیله آن خدماتی نظیر شناسایی، کنترل، ردیابی و دریافت اطلاعات آنلاین از اشیا در دسترس قرار خواهد گرفت. فناوری اینترنت اشیا این امکان را فراهم می‌سازد تا اشیا پیرامون ما به طور مجازی با یکدیگر به تبادل اطلاعات پرداخته و با ایجاد هم‌افزایی موجب رشد قابل توجهی در کیفیت زندگی بشر شوند. این فناوری سومین موج صنعت اطلاعات جهانی بعد از شبکه‌های ارتباط از راه دور کامپیوتر، اینترنت و تلفن همراه محسوب می‌شود. با انتشار این فناوری، تفکر سنتی در مورد زیرساخت‌ها درهم شکسته خواهد شد. در تفکر سنتی، زیرساخت‌های فیزیکی نظیر فرودگاه‌ها، جاده‌ها، ساختمان‌ها و غیره از زیرساخت‌های فناوری اطلاعات مانند مراکز داده، رایانه‌های شخصی، پهنای باند و غیره جدا در نظر گرفته می‌شد، ولی با تفکر اینترنت اشیا تمامی این زیرساخت‌ها برای ارائه خدمات متنوع به مشتریان به طور یکپارچه در نظر گرفته می‌شود [۱۱]. در واقع می‌توان گفت که دستگاه‌ها و کاربردهایی که در حوزه اینترنت اشیا قرار می‌گیرند دارای ۳ بخش زیر هستند:

۱. گرفتن داده‌ها از دستگاه ۲. ارسال داده‌ها بر روی شبکه ۳. انجام عملیات بر اساس داده‌های گردآوری شده. اینترنت اشیا مفهومی محاسباتی است برای توصیف آینده‌ای که در آن اشیای فیزیکی یکی پس از دیگری به اینترنت وصل می‌شوند و با اشیای دیگر در ارتباط قرار می‌گیرند. در این تکنولوژی به هر چیز یک شناسه ID منحصر به فرد و همچنین یک IP تعلق می‌گیرد که بتواند داده‌ها را برای پایگاه داده مشخص شده ارسال کنند [۱۲].

در صورتی که اینترنت اشیا در صنایع مورد استفاده قرار گیرد، می‌تواند مزایای فراوانی داشته باشد که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- پایش تمام فرآیندهای مرتبط با مجموعه یا تأسیسات به منظور اطلاع از نواقص احتمالی یا تصمیم به بهبود،
- صرفه‌جویی در زمان و هزینه،
- تجمیع و تطبیق مدل‌های اقتصادی با دریافت اطلاعات آنلاین،
- اتخاذ تصمیم‌های اقتصادی با کارآیی بالاتر،
- بهینه‌سازی تولید و خلق ارزش افزوده.

با وجود مزایای فراوان این فناوری، استفاده از آن ممکن است مخاطرات و ریسک‌هایی داشته باشد که مهم‌ترین آنها امنیت شبکه و

اطلاعات است. اتصال دائم میلیاردها وسیله به اینترنت، آنها را در معرض حمله هکرها قرار داده و ممکن است زیان‌های جبران‌ناپذیری به تأسیسات وارد کند. به همین دلیل لازم است که بحث امنیت شبکه کاملاً مورد توجه قرار گرفته و سیستم‌ها به طور مداوم ارتقا یابند [۱۳].

۳- کاربرد اینترنت اشیا در کاهش خرابی تجهیزات مکانیکی صنایع فولادسازی

به طور کلی تشخیص خرابی به دو دسته (۱) تشخیص خرابی اجزای سیستم، (۲) تشخیص خرابی کل سیستم تقسیم می‌شود. هدف از تشخیص خرابی، نظارت دقیق اجزای سیستم و تخمین وضعیت اجزا توسط اندازه‌گیری‌های به دست آمده از حسگرها می‌باشد. تشخیص خرابی اجزای سیستم سعی می‌کند تا علت خرابی یک جزء سیستم را پیدا کند. حسگرها پارامترهای سیستمی مانند لرزش، دما، گازهای محلول، مشخصات الکترومغناطیسی، مصرف انرژی و همچنین شرایط محیطی و یا حتی ترکیب این موارد را جمع‌آوری می‌کنند و بعد از پردازش مختصر روی داده‌های جمع‌آوری شده، آنها را برای پردازش اصلی به ایستگاه مرکزی ارسال می‌کنند. ایستگاه مرکزی با استفاده از تکنیک‌های دسته‌بندی می‌تواند خرابی‌های سیستمی را تشخیص دهد و یا حتی خرابی‌های بالقوه‌ای که ممکن است در آینده رخ دهد را پیش‌بینی نماید. این امر می‌تواند باعث کاهش از کار افتادن سیستم‌ها، کاهش هزینه‌های تعمیر و از بین رفتن ضرر و زیان‌های ناشی از این خرابی‌ها شود. هر قطعه دارای طول عمر مشخصی است و در طول عمر خود در دوره‌های معین نیاز به بازبینی، تعمیر و یا تعویض قطعات فرسوده دارد و ممکن است به مراکز پشتیبانی ارسال شود. بنابراین اطلاعات در دوره‌های معین در مورد پشتیبانی و نگهداری قطعات لازم به متصدیان اعلام می‌شود. این امر می‌تواند باعث کاهش از کار افتادن سیستم‌ها، کاهش هزینه‌های تعمیر و از بین رفتن ضرر و زیان‌های ناشی از این خرابی‌ها شود. تشخیص خرابی سیستم، وابسته به حساسیت سیستم می‌تواند به صورت برخط یا خارج از خط انجام شود، در تشخیص خرابی خارج از خط نیازی نیست تا به صورت بلادرنگ، پردازش روی داده‌های دریافتی انجام شود. اما در تشخیص خرابی برخط، پردازش بلادرنگ بر روی داده‌های دریافتی حیاتی است [۱۴]. کنترل موتورها و آنالوگ رایانه‌های شخصی و غیره از طریق تلفن همراه با استفاده از IOT فراهم می‌شود. موتورهای صنعتی برای تجهیزات ماشین‌آلات سنگین استفاده می‌شوند و برای انجام صحیح وظایف دچار فشار و استرس زیادی می‌شوند. بنابراین مستعد فرسودگی هستند. استفاده از اینترنت اشیا در جلوگیری از سایش، آسیب و کاهش زمان از کار افتادگی و همچنین افزایش زمان کار تأثیرگذار است. موتورها در صنایع مجهز به سنسور هوشمند هستند. این سنسورها عبارتند از سنسور ارتعاش و سنسور دما. سنسورها به موتور یا هر تجهیزات صنعتی که نیاز به نظارت دارند متصل می‌شوند. سنسور ارتعاش یک حسگر شتاب‌سنج است. هنگامی که موتور دچار یک ناهماهنگی جزئی یا افزایش دما می‌شود که منجر به افزایش شدت کار می‌گردد، سنسورها تغییر فرکانس چرخش آن را در موقعیت شعاعی یا محوری به شکل امواج آنالوگ حس می‌کنند [۲۱]. در این صورت افراد می‌توانند از راه دور تجهیزات خود را از طریق برنامه‌های ابری نظارت و کنترل کنند [۲۳]. با استفاده از حسگرهای IoT و تجزیه و تحلیل داده‌ها، صنایع می‌توانند به طور فعال خرابی تجهیزات یا نیازهای تعمیر و نگهداری را نظارت و پیش‌بینی کنند. این رویکرد پیشگیرانه زمان خرابی برنامه‌ریزی نشده را به حداقل می‌رساند، هزینه‌های تعمیر و نگهداری را کاهش می‌دهد و بازده عملیاتی کلی را بهینه می‌کند [۲۴].

بررسی آنلاین داده‌های دریافتی از تجهیزات و آنالیز آنها باعث بهبود عملکرد و اطمینان نسبت به صحت کارکرد آنها (پیش از بازدیدهای دوره‌ای) می‌شود. با آنالیز داده‌های دریافتی از حسگرها مانند اطلاعات دما، فشار و نرخ جریان می‌توان متوجه تغییرات در شرایط عملیاتی دستگاه‌ها و عدم تطابق عملکرد واقعی با عملکرد اسمی آن شد. تشخیص سریع شرایط غیرعادی تجهیزات سبب می‌گردد که میزان خسارات کمینه شود. شرکت BP به همراه electric General بستری را در قالب اینترنت اشیا فراهم نمود که به کمک آن تعداد خرابی و توقف در عملیات دریایی کاهش می‌یابد [۱۳]. با توجه به استفاده از اینترنت اشیا، بهترین روش‌ها بر استفاده از حسگرها برای نظارت بر فرآیند ایجاد شده است مانند کارخانه‌های نورد گرم؛ کارخانه‌های نورد سرد؛ ماله؛ خطوط برش و تکمیل. شبکه‌های اتوماسیون برای اتصال به فرآیندها، با تأکید بر اینترنت اشیا صنعتی، فناوری‌های شبکه را تشکیل می‌دهند. این فناوری‌ها با هم به دنبال ایجاد تولید هوشمند و متصل از طریق گسترش ارتباطات اطلاعاتی با تأمین‌کنندگان و مشتریان هستند [۲۲].

۴- نتیجه‌گیری

امروزه با افزایش رشد اینترنت و دستگاه‌های هوشمند، توجه زیادی به مبحث اینترنت اشیا یا اینترنت ابزارها شده است. این تکنولوژی عبارت است از شبکه‌ای از ابزارهای فیزیکی به همراه تجهیزات الکترونیکی که اجازه می‌دهد دستگاه‌ها با یکدیگر، با سازنده‌ها و با شبکه‌های کامپیوتری ارتباط داشته باشند. با اینترنت اشیا می‌توان به کمک شبکه‌های موجود از راه دور به اشیا مختلف دسترسی داشت و آنها را کنترل نمود که این کار می‌تواند منجر به افزایش کارایی، دقت و کاهش هزینه شود. استفاده از اینترنت اشیا می‌تواند در کاهش خرابی تجهیزات مکانیکی صنایع فولادسازی تأثیرگذار باشد. با استفاده از سنسورهای مختلف می‌توان داده‌هایی مانند دما، فشار، سرعت و ویبره‌ای که توسط تجهیزات تولید می‌شود را جمع‌آوری نمود و به صورت بی‌سیم به یک سرور یا دستگاه مرکزی ارسال کرد. با استفاده از الگوریتم‌های هوشمند، این داده‌ها مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند تا هرگونه نشانه‌ای از خرابی یا عدم عملکرد صحیح در تجهیزات شناسایی شود. این کار به مدیران کارخانه کمک می‌کند تا به طور دقیق‌تر نقاط ضعف تجهیزات را شناسایی کرده و در نتیجه، خرابی و از کار افتادن تجهیزات را کاهش دهند. با توجه به اینکه صنعت فولادسازی نیاز به تجهیزات پرهزینه و حساس دارد، استفاده از اینترنت اشیا در این صنعت می‌تواند به طور قابل توجهی در کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری و همچنین بهبود بهره‌وری کارخانه‌ها کمک کند. بنابراین استفاده از اینترنت اشیا در نگهداری و تعمیرات می‌تواند علاوه بر کاهش زمان تدارک محصولات، کاهش خطاهای سیستم و کاهش هزینه توقفات از طریق حداکثر کردن فاصله بین دو تعمیر و به حداقل رساندن زمان از کارافتادگی برنامه‌ریزی نشده، بر بهره‌وری در استفاده از منابع مالی و انسانی، کیفیت محصولات و اثربخشی کلی تجهیزات و فرآیندهای تولید نیز تأثیر گذاشته و آنها را بهبود بخشد.

منابع

[۱]. رمضانی، سعید؛ تقوی، محمد، ۱۳۹۷، مدیریت نگهداری و تعمیرات بر اساس اینترنت اشیا در بسترداده‌های بزرگ، مطالعه موردی: صنعت انرژی، دوازدهمین کنفرانس ملی نگهداری و تعمیرات، تهران.

[۲]. صمدزاد اتحادی، سینا؛ یغمایی مقدم، محمدحسین،۱۴۰۰، مهندسی و تجزیه و تحلیل داده‌های کلان و جریانی در اینترنت اشیاء صنعتی (IIoT) و کاربرد آن در نسل آینده سیستم‌های تعمیر و نگهداری پیش‌بینانه (PdM) ، پنجمین دوره کنفرانس بین‌المللی اینترنت اشیا و کاربردها، اصفهان.

[۳]. مختاری، آرمین؛ موسوی راد، سیدحامد؛ بیات، سیاوش؛ افتخاری، علیرضا، ۱۴۰۰، کاربردهای اینترنت اشیاء در نگهداری و تعمیرات پیشگویانه، پنجمین دوره کنفرانس بین‌المللی اینترنت اشیا و کاربردها، اصفهان.

[۴]. لطفی، عطیه؛ کوشا، حمیدرضا، ۱۳۹۸، پیش‌بینی زمان خرابی ماشین‌آلات با استفاده از یادگیری عمیق، پنجمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع و سیستم‌ها، مشهد.

[۵]. طالبی، مهدی،۱۴۰۰، اینترنت اشیاء صنعتی و نقش آن در صنعت فولاد، پنجمین دوره کنفرانس بین‌المللی اینترنت اشیا و کاربردها، اصفهان.

[۶]. عطارپور، محمدرضا؛ کزازی، ابوالفضل؛ الیاسی، مهدی؛ بامداد صوفی، جهانیار، ۱۳۹۸، حرکت در مسیر نوآوری: تحلیل تجربه صنعت فولاد ایران در یادگیری فناورانه با استفاده از چارچوب پنجره‌های فرصت.

[۷]. گرامی، محسن؛ درستکار یاقوتی، بهنام؛ رضاپناه، مینا، ۱۳۹۹، اولویت‌بندی قابلیت‌های اینترنت اشیا صنعتی در بهبود فرایندهای سازمانی، ۱۹ (۷۴).

[۸]. جهانیان، سعید؛ دفتریان، آرمیناسادات، ۱۴۰۰، بکارگیری فناوری اینترنت اشیاء به منظور تولید داده‌های بلادرنگ در نگهداری و تعمیرات ۴،۰، پنجمین دوره کنفرانس بین‌المللی اینترنت اشیا و کاربردها، اصفهان.

[۹]. ویسه، علیرضا؛ اوحدی، فریدون، ۱۳۹۷، سیستم نگهداری و تعمیرات کامپیوتری مبتنی بر فناوری اینترنت اشیاء، پنجمین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی در مدیریت و حسابداری، تهران.

[۱۰]. جمالی، غلامرضا؛ موسوی، سیداسماعیل و محمدی، معصومه، ۱۳۹۸، تحلیل ارتباط میان شاخص‌های کاربرد اینترنت اشیا در زنجیره تأمین لوازم خانگی با استفاده از رویکرد نقشه شناختی فازی، نشریه علمی مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند، ۷ (۳۰).

[۱۱]. قیصری، محمد؛ تاجفر، امیرهوشنگ؛ کشاورز، مهدی و اعلایی، سمیه، ۱۳۹۵، بررسی نقش فناوری نوین اینترنتی از اشیا در ارتقا عملکرد تجارت الکترونیک، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت و کارآفرینی.

[۱۲]. سعیدی، فرحناز؛ خاطری، امیرحسین، ۱۴۰۰، بررسی چالش‌های کلیدی استفاده از اینترنت اشیا، فصلنامه رویکردهای پژوهشی نوین در مدیریت و حسابداری، ۵ (۸۳).

[۱۳]. جهان‌پیما، یاسر، ۱۳۹۷، بررسی کاربردهای فناوری نوین اینترنت اشیا در بخش بالادستی صنعت نفت، ماهنامه علمی ترویجی اکتشاف و تولید نفت و گاز، شماره ۱۶۳.

[۱۴]. حسینی، سیاوش، ۱۳۹۹، کاربرد تکنولوژی اینترنت اشیا در خودکارسازی تصمیم‌گیری لحظه‌ای در جریان عملیات برای فعالیت‌های تکرارپذیر ساخت و ساز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پارس.

[15]. Akhunzada, A., Gani, A., Anuar, N. B., Abdelaziz, A., Khan, M. K., Hayat, A., & Khan, S. U. (2016). Secure and dependable software defined networks. *Journal of Network and Computer Applications*, *61*, 199-221.

[16]. S. Ayvaz and K. Alpay, "Predictive Maintenance System for Production Lines in Manufacturing: A Machine Learning Approach Using IoT Data in Real-Time," *Expert Syst. Appl.*, vol. 173, p. 114598, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.eswa.2021.114598.

[17]. Soori, M., Arezoo, B., & Dastres, R. (2023). Internet of things for smart factories in industry 4.0, a review. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*.

[18]. Chi, Y., Dong, Y., Wang, Z. J., Yu, F. R., & Leung, V. C. (2022). Knowledge-based fault diagnosis in industrial Internet of Things: A survey. *IEEE Internet of Things Journal*, *9*(15), 12886-12900.

[19]. Huang, M., Liu, Z., & Tao, Y. (2020). Mechanical fault diagnosis and prediction in IoT based on multi-source sensing data fusion. *Simulation Modelling Practice and Theory*, *102*, 101981.

[20]. Sathyan, M. (2020). Chapter six-industry 4.0: Industrial internet of things (IIOT). *Adv. Comput*, *117*, 129-164.

[21]. Nithya, S., Vijayalakshmi, K., & Parimala Devi, M. (2022). Predictive Maintenance of Industrial Equipment's Using IOT. In *Proceedings of International Conference on Power Electronics and Renewable Energy Systems: ICPERES 2021* (pp. 257- 269). Springer Singapore.

[22]. Martins, M. S., Paula, G. M. D., & Botelho, M. D. R. A. (2021). Technological innovations and industry 4.0 in the steel industry: Diffusion, market structure and intra-sectoral heterogeneity. *Revista Brasileira de Inovação*, *20*.
[23]. Sami, M. A., & Khan, T. A. (2023). Forecasting failure rate of IoT devices: A deep learning way to predictive maintenance. *Computers and Electrical Engineering*, *110*, 108829.
[24]. Cañizares, E., & Alarcón Valero, F. (2018). Analyzing the effects of applying IoT to a metal-mechanical company. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, *11*(2), 308-317.