Investigating the Application of Industrial Internet of Things (IIoT) in The Maintenance Systems and Physical Assets Management (a case study in Imam Khomeini Port (BIK))

Danial Shalbafan*[1]
The Maintenance Consulting Engineer of Maintenance of Electronic and Telecommunication Equipment Department of Imam Khomeini Port (BIK)

Mohammad Nazarpour[2]
The Head of Maintenance of Electronic and Telecommunication Equipment Department of Imam Khomeini Port (BIK)

Ebrahim Rajabpour[3]
The senior engineer of Electronic and Telecommunication Equipment Department of Imam Khomeini Port (BIK)

Abstract
The Internet of Industrial Things (IIoT) has been able to create situations that directly integrate the physical world and computer-based systems. Therefore, the large-scale infrastructures of the Internet of Industrial Things are continuously producing massive and streaming data, which, along with various challenges, creates opportunities for industries such as Ports and Maritime, in line with the evolution of the industry paradigm 4.0, seeking to achieve their goals by gaining insights hidden in the data. One of the most prominent applications of this field is predictive maintenance systems in line with the management of physical assets in asset-oriented organizations such as Ports, in these organizations early detection and prediction of possible equipment defects and, consequently, the application of preventive measures as a vital matter It counts. The purpose of this study is to examine approaches and recommend solutions in order to overcome these challenges and transition to the new generation of intelligent industrial applications, to enter into the topic of integration of predictive maintenance systems and industrial Internet of Things, and in addition to providing a new perspective and classification in the field Engineering and analysis of macro and stream data, we will introduce challenges, opportunities and implementation requirements in the field of port, electronic, telecommunication and marine equipment located in Imam Khomeini Port (BIK).

Keywords: Imam Khomeini Port (BIK), Industrial Internet of Things (IIoT), Maintenance, Physical Assets Management

[1] Danialshalbafan@gmail.com
[2] Mohammadnazarpour@gmail.com
[3] E.rajabpoor1359@gmail.com

بررسی کاربرد اینترنت اشیاء صنعتی در سیستم های تعمیر و نگهداری و مدیریت دارایی های فیزیکی (مطالعه موردی در بندر امام خمینی(ره))

دانیال شالبافان[1*]
کارشناس مشاور اداره تعمیر و نگهداری تجهیزات الکترونیک و مخابرات بندر امام خمینی (ره)
کارشناس ارشد مهندسی صنایع از دانشگاه آزاد واحد بندر ماهشهر
محمد نظرپور[2]
رئیس اداره تعمیر و نگهداری تجهیزات الکترونیک و مخابرات بندر امام خمینی(ره)
دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات (IT) دانشگاه آزاد واحد تهران مرکز
ابراهیم رجب پور[3]
کارشناس مسئول اداره تعمیر و نگهداری تجهیزات الکترونیک و مخابرات بندر امام خمینی(ره)
کارشناس مهندسی برق از دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

اینترنت اشیاء صنعتی توانسته موقعیت هایی ایجاد کند که به طور مستقیم دنیای فیزیکی و سیستم های مبتنی بر کامپیوتر ادغام گردد. از این رو زیرساخت‌های بزرگ-مقیاس اینترنت اشیاء صنعتی، به صورت بی‌وقفه نسبت به تولید داده های کلان و جریانی اقدام می‌کنند که این امر در کنار چالش‌های گوناگون، موجب پیدایش فرصت‌هایی برای صنایع همچون بنادر و دریانوری می باشد تا در راستای تکامل پارادایم صنعت ۰,۴، درصدد دست‌یابی به اهداف خود از طریق کسب بینش نهفته در داده ها باشـــند. یکی از برجســـته‌ترین کاربردهای این حوزه، ســـیســـتم‌های تعمیر و نگهداری پیش‌بینانه در راستای مدیریت دارایی های فیزیکی در سازمان‌ها دارایی محور همچون بنادر می‌باشـــد، در این سازمان ها تشـــخیص و پیش‌بینی زود هنگام نقص‌های احتمالی تجهیزات و به تبع آن، اعمال اقدامات پیشگیرانه به عنوان امری حیاتی به شـــمار می‌رود. هدف از این مطالعه بررسی رویکردها و توصیه راهکار های در راستای غلبه بر این چالش‌ها و گذار به نسل جدید کاربردهای صنعتی هوشمند، به طرح موضوع ادغام سیستم‌های تعمیر و نگهداری پیش‌بینانه و اینترنت اشیاء صنعتی ورود و علاوه بر ارائه یک دیدگاه و طبقه‌بندی جدید در زمینه مهندسی و تجزیه و تحلیل دادههای کلان و جریانی، نسبت به معرفی چالش‌ها، فرصت‌ها و در زمینه الزامات پیاده سازی در تجهیزات بندری، الکترونیک، مخابرات و دریایی مستقر در بندر امام خمینی(ره) اقدام خواهیم کرد.

کلمات کلیدی: بندر امام خمینی(ره) و بنادر تابعه، اینترنت اشیاء صنعتی، تعمیر و نگهداری، مدیریت دارایی های فیزیکی

۱-مقدمه

رشد سریع و روز افزون فناوری های نوین، طبیعت کارها را به طور اساسی دچار تغییر نموده و پیچیدگی سیستم ها در صنایع گوناگون را افزایش داده است. برخی از این سیستم های پیچیده مانند: بنادر، صنایع هوایی، صنایع شیمیایی و نفتی به عنوان سازمان های تجهیز محور نیازمند رابطه ای مستمر و پایدار بین تمامی اجزای فنی می باشند، با توجه به فضای رقابتی حاکم بر فعالیت های اقتصادی، لزوم استفاده از مدیریت دارایی فیزیکی برای سازمان های با دارایی فیزیکی بالا بیش از بیش احساس می شود. دراین سازمان ها، مولد ثروت و ارائه خدمت از طریق دارایی فیزیکی است، از این رو، لازم است تا براساس برنامه ای یکپارچه، توسعه، بهره برداری، تعمیر و نگهداری و

[1] Danialshalbafan@gmail.com ۰۹۳۹۰٤۱۸۰۰٦ شماره تماس: -ORCID Code: 0000-0002-2594-3844
[2] Mohammadnazarpour@gmail.com
[3] E.rajabpoor1359@gmail.com

اسقاط دارایی ها صورت گیرد (رونقی و حسینی، ۱۳۹۷). بخشی نگری، درنظر گرفتن اضمحلال و خرابی بالا به منظور انجام اقدامات ترمیمی، پیش فرض ایجاد شرایط ایده آل برای ارائه خدمت، دخیل نبودن ذینفعان در تصمیم سازی و تصمیم گیری، جمع آوری اطلاعات به صورت مستقل و برای نظارت، تعریف سطح ارائه خدمت برای مسیر و مدیریت ریسک از جمله ویژگی های دیدگاه سنتی در مدیریت دارایی های فیزیکی است. در دیدگاه جدید، تمرکزگرایی در تصمیم گیری، فرآیند محور بودن، دخیل بودن تمامی ذینفعان، کسب اطلاعات بمنظور برنامه ریزی، تعریف سطح مطلوبیت ارائه خدمات برای شبکه، در نظر گرفتن استاندارد لازم درکنار حالت ایده آل ارائه خدمات و برنامه پایدار مالی از جمله موارد مورد نظر در شیوه نوین مدیریت دارایی فیزیکی در سازمان ها است. البته همواره بهره برداری از انواع دارایی های فیزیکی با ریسک همراه بوده است. این ریسک ها در تمامی طول عمر زیرساخت وجود دارد. از این رو در تمامی دوران ساخت، بهره برداری و اسقاط، موضوع مدیریت ریسک و صحت سنجی اطلاعات جمع آوری شده از تجهیزات عملیاتی مطرح است. در نگاه سنتی نیز مدیریت ریسک دارایی فیزیکی وجود دارد، لیکن در دیدگاه جدید، درنظر گرفتن شبکه به جای پروژه و همچنین لحاظ شدن در تمامی مراحل ساخت و بهره برداری مورد تاکید است (قیصری و حسینی، ۱۳۹۲). لذا با توجه به توضیحات داده شده، مدیریت دارایی های فیزیکی برای عملکرد مطلوب، ایمنی بالا و افزایش عمر تجهیزات به کارگرفته می شود که ترکیبی از علم و تجربه است. بدیهی است، که برخی از سازمان ها با احتیاط زیاد، تصور می کنند که نگهداری و تعمیرات بیش از حد و یا جایگزینی زود هنگام تجهیزات، خطرات و هزینه های سازمان را کاهش می دهد. همچنین برخی دیگر از سازمان ها در یک چرخه دشوار در تبدیل نت واکنشی به نت پیش کنشی و همچنین در راستای نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه به سر می برند. ظهور اینترنت اشیا صنعتی (IOT) راه را برای تغییراساسی رویکردهای مدیریت دارایی، مدیریت نگهداری و قابلیت اطمینان، از نگهداری و تعمیرات واکنشی و پیشگیرانه، به نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شرایط (CBM)[1] آسان کرده است. با توجه به در دسترس بودن سنسورهای قابل اطمینان و مقرون به صرفه و رشد سریع فضای ابری، کارایی و عملکرد اینترنت اشیا صنعتی (IOT) برای بسیاری از شرکتهای صنعتی و تجاری دنیا در حال گسترش می باشد. این تحولات به آنها کمک می کند راهی مفید و مقرون به صرفه برای نگهداشت و حفظ فهرستی از دارایی هایی که افراد کمتری را درگیر می کند پیدا کنند. در دسترس بودن سنسورهای انعطاف پذیر و مقرون بصرفه همراه با توانایی ذخیره داده ها در فضای ابری، باعث می شود که از هر مکانی و از هر دستگاه هوشمند قابل دسترس و تحلیل پذیر، فرصت های جدیدی برای استفاده از این داده ها برای توسعه استراتژی های نگهداری و تعمیرات در راستای اهداف مدیریت دارایی فیزیکی بهره برداری کرد.

در کشورهای دارای سواحل متصل به آب‌های بین‌المللی، بنادر به عنوان مبادی ورود و خروج کالاها نقش بسیار مهمی را در اقتصاد کشور ایفا می‌کنند و بهینه‌سازی فرآیندها و عملکرد سریع و دقیق بنادر می‌تواند عملکرد صحیح زنجیره تأمین کالاهای اساسی در کشور را تضمین نماید. فناوری‌های اینترنت اشیا صنعتی در بنادر همچون سایر اماکن صنعتی امکان مدیریت هوشمند و بهینه تجهیزات عملیاتی (شامل: تجهیزات بندری، تجهیزات الکترونیک و مخابرات و تجهیزات دریایی) را در اختیار بهره‌برداران و واحد های تعمیر و نگهداری بنادر قرار می‌دهد. با توجه به مطالب ذکر شده و اهمیت آمادهبکاری تجهیزات عملیاتی بنادر، سندی با عنوان نظامنامه مدیریت دارایی های فیزیکی ارزش آفرین برای بنادر کشور که تحت نظارت سازمان بنادر و دریانوردی هستند (شامل کلیه دارایی های فیزیکی ارزش آفرین مانند تجهیزات بندری، دریایی، مخابرات و الکترونیک، و زیرساختی مانند اسکله ها، ساختمان ها، خطوط انتقال آب، برق، گاز و ... می شود.) در سال ۱۳۹۷ تهیه و تنظیم گردیده است. هدف از تدوین و این نظامنامه ارتقاء سطح کیفی مدیریت دارایی های فیزیکی ارزش آفرین سازمان بنادر و دریانوردی در طول چرخه عمر این دارایی ها، از زمان خرید یا ساخت دارایی تا زمان بهره برداری و نگهداشت و در آخر اسقاط یا فروش دارایی، هماهنگی و همراستایی بیشتر پروژه های سرمایه ای و بهبود در حوزه مدیریت دارایی های فیزیکی با برنامه های راهبردی کلان و همچنین ایجاد وحدت رویه در زیرمجموعه های سازمان در زمینه راهبری تجهیزات و دارایی های فیزیکی است (ذوقی، ۱۳۹۸).

بندر امام خمینی (ره) یکی از این بنادر حیاتی کشور بشمار می رود که نقشی مؤثر در اقتصاد ملی و تجارت خارجی به عنوان دومین بندر مهم کشور با سابقه ۹۰ ساله در ارائه خدمات بندری دارد. این بندر با وسعت ۱۱۰۴۴ هکتار در شمال غربی خلیج فارس و در انتهای آبراه خور موسی قراردارد و به دلیل همجواری با خلیج فارس، روزانه شاهد بارگیری میلیون ها تن کالا به واسطه این بندر هستیم. در این بندر قریب به ۳۸ پست اسکله فعال وجود دارد که محل اسکان و پهلو گرفتن تعداد زیادی کشتی در روز می باشد. توجه به مزایای

[1] Condition Based Maintenance

منحصر به فرد این بندر از جمله، نزدیکی به ۷۰ درصد از مراکز مهم صنعتی و جمعیتی کشور، همجواری با منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی بندر امام، نزدیکی به منطقه آزاد تجاری اروند، قرار گرفتن در مسیر کریدور بین‌المللی حمل و نقل شمال ـ جنوب (INSTC) و کریدور بین‌المللی حمل و نقل شرق ـ غرب، قرار گرفتن در کوتاه‌ترین و مطمئن‌ترین مسیر زمینی حمل کالا از کشورهای عراق، ترکیه، حوزه قفقاز و آسیای میانه به کشورهای جنوب شرق آسیا، این بندر را به یکی از مهمترین مراکز تجاری ایران و منطقه تبدیل کرده است. لذا با توجه به اهمیت مدیریت دارایی های فیزیکی در بنادر کشور در این مقاله بر آن هستیم که در ابتدا مروری بر مباحث نظری مربوط به اینترنت اشیاء صنعتی و مدیریت دارایی های فیزیکی ارائه شده و در ادامه به چالش ها و فرصت های ناشی از پیاده سازی آن بر روی تجهیزات بندری مستقر در بندر امام خمینی(ره) می پردازیم (تاجفر و همکاران، ۱۳۹۵).

۲-بررسی پیشینه

۲-۱- اینترنت اشیاء صنعتی

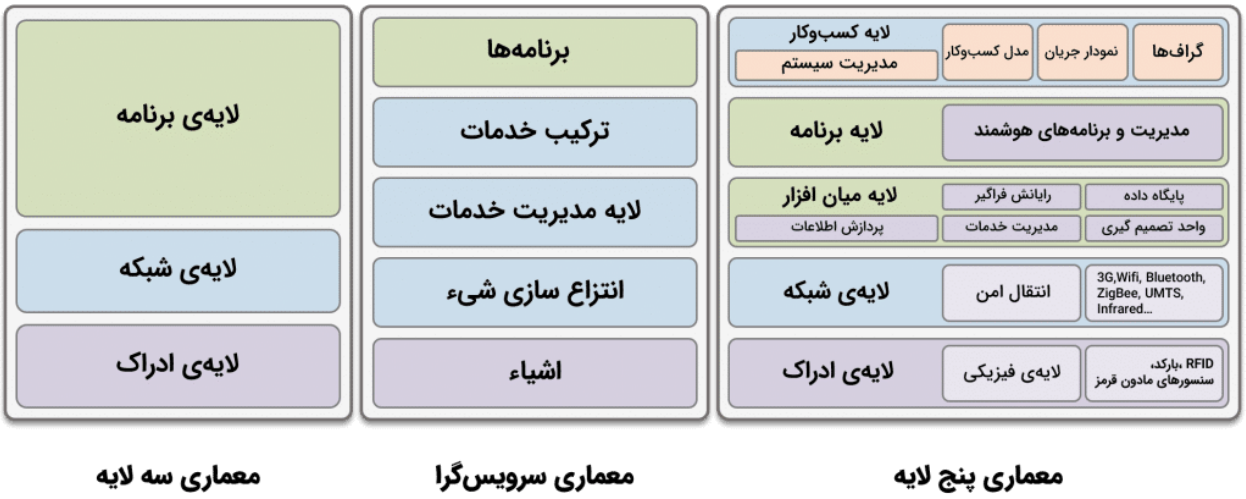
فرآیند ارسال و دریافت داده بین ماشین ها (M2M)، نخستین باردردهه ۱۹۷۰آغاز شد. درآن زمان این ایده اغلب به نام (محاسبات فراگیر) نامیده می شد. اصطلاح اینترنت اشیا اولین بار توسط کوین اشتون[1] درسال ۱۹۹۹و در طول کارش در پراکتروگمبل[2] شکل گرفت. اشتون که در زمینه بهینه سازی زنجیره تامین مشغول به کار بود در یک سخنرانی، ایده استفاده ازچیپ های RFID در محصولات را مطرح کرد تا به این ترتیب امکان ارائه آمارلحظه ای از کالاهای انبار بوجود بیاید. وی سخنرانی خود را اینترنت اشیا نامید (قیصری، ۱۳۹۹). اینترنت اشیا یا IoT توصیف کننده سیستمی است که درآن اشیاء دردنیای فیزیکی و با استفاده از حسگر هایی که درون اشیاء قرار دارند یا به آن ها متصل هستند، از طریق فناوری های ارتباطاتی بیسیم و باسیم به اینترنت متصل شده اند و به تبادل اطلاعات می پردازند (ال-فوقاها و همکاران[3]، ۲۰۱۵).

۲-۱-۱- معماری اینترنت اشیاء

اینترنت اشیاء جهت ورود به زندگی روزمره افراد نیازمند یک ساختار منسجم می باشد تا توانایی اتصال هزاران شی ناهمگن به یکدیگررا برقرارسازد. بنابراین وجود یک معماری انعطاف پذیرضروری است.

مطابق با شکل (۱) معماری اینترنت اشیا از چندین لایه تشکیل شده است، معماری لایه‌ای ویژگی‌هایی را فراهم می‌کند که می‌تواند نیازهای صنایع مختلف، شرکت‌ها، موسسات، جوامع، دولت‌ها را برآورده کند. معماری سه لایه شامل لایه‌های برنامه، شبکه[4] و ادراک[5] است. معماری پنج لایه شامل لایه کسب‌وکار[6]، لایه برنامه، لایه میان افزار[7] ،لایه شبکه و لایه ادراک است که در شکل(۱) قابل مشاهده می باشد (تان و وانگ[8]، ۲۰۱۰).

[1] Kevin Ashton
[2] Prcoter & Gamble
[3] Al-Fuqaha
[4] Network
[5] Perception
[6] Business
[7] Middleware
[8] Tan and Wang



شکل (۱). انواع معماری های اینترنت اشیاء

معماری سه لایه

در مدل معماری سه لایه، وظیفه لایه ادراک؛ شناسایی و جمع‌آوری اطلاعات است. این لایه با اشیاء فیزیکی پیرامون خود از طریق وسایل هوشمند مانند حسگرها و RFID ها تعامل می‌کند و هدف اصلی این لایه متصل کردن اشیا به شبکه‌ی اینترنت اشیا است. در نهایت این لایه اطلاعات پردازش شده را به لایه‌ی بالاتر خود یعنی لایه‌ی شبکه منتقل می‌کند. لایه شبکه، به‌عنوان لایه میانی در معماری اینترنت اشیا، با بهره‌گیری از شبکه‌های ارتباطی مختلف مانند اینترنت، ارتباطات سیمی و بی‌سیم و فناوری‌ها و پروتکل‌های ارتباطی متنوع، وظیفه‌ی انتقال اطلاعات به‌دست‌آمده از لایه اداراک را بر عهده دارد. لایه برنامه یک واسط کاربری بین اینترنت اشیا و کاربران است که به آن لایه کسب‌وکار هم گفته می‌شود و به‌عنوان بالاترین لایه در معماری اینترنت اشیاء پیاده‌سازی می‌شود. لایه‌ی برنامه، اطلاعات را از لایه شبکه دریافت کرده و از آن‌ها در جهت ارائه‌ی سرویس‌های درخواست شده استفاده می‌کند. برای مثال این لایه می‌تواند یک سرویس ذخیره‌سازی را برای داده‌های دریافت شده فراهم نموده و یا می‌تواند یک سرویس تجزیه‌وتحلیل را برای ارزیابی این داده‌ها ارائه دهد (بویز و همکاران[1]، ۲۰۱۸).

معماری پنج لایه

اولین لایه، لایه ادراک یا اشیا می‌باشد که نشان‌دهنده‌ی حسگرهای فیزیکی اینترنت اشیاء است و وظیفه‌ی جمع‌آوری اطلاعات (نظیر مکان، دما، وزن، حرکت، لرزش، شتاب و رطوبت و غیره) و پردازش آن‌ها را به عهده دارند. در ادامه این لایه داده‌ها را دیجیتال کرده و از طریق یک کانال ارتباطی امن، داده‌ها را به لایه بعدی خود یعنی لایه انتزاع سازی اشیاء (object Abstraction) انتقال می‌دهد. در این لایه است که داده‌های حجیم تولید می‌شوند. کار لایه‌ی انتزاع سازی شی، انتقال دادن داده‌های تولیدشده‌ی لایه ادراک از طریق یک کانال ارتباطی امن به لایه مدیریت سرویس است در این لایه داده‌ها میتواند از طریق فناوری‌های متفاوتی مانند: RFID,3G,GSM,UMTS,wifi,Bluetooth, Low energy, ZigBee و مادون قرمز و غیر انتقال داده شوند. علاوه براین، در این لایه کارهای دیگری نظیر پردازش ابری و فرایند مدیریت داده می‌تواند انجام شود.

لایه مدیریت سرویس یا همان میان‌افزار بر اساس نام و آدرس، سرویس را با درخواست‌کننده آن مرتبط می‌سازد. این لایه به برنامه نویسان این امکان را می‌دهد تا با اشیاء ناهمگن بدون در نظر گرفتن یک پلت فرم سخت‌افزاری خاص کار کنند. همچنین این لایه قادراست که داده‌های دریافتی را پردازش کرده، تصمیم‌گیری کند و سرویس‌های موردنیاز را از طریق پروتکل‌های شبکه ارائه می‌کند.

لایه کاربرد وظیفه دارد تا سرویس‌های درخواست شده توسط کاربران و مصرف‌کنندگان را فراهم کند. برای مثال این لایه می‌تواند اندازه دما و مقدار رطوبت را بر اساس نوع درخواست کاربر فراهم کند. اهمیت این لایه برای اینترنت اشیا این است که این لایه می‌تواند سرویس‌های هوشمندی را باکیفیت بالا به مصرف‌کنندگان ارائه دهد تا نیاز آن‌ها برآورده شود. این لایه در حوزه‌های زیادی مانند خانه‌های

[1] Boyes

هوشمند، ساختمان‌های هوشمند، بهداشت و سلامت و حمل‌ونقل کاربرد دارد. لایه کسب‌وکار فعالیت‌ها و سرویس‌های کلی سیستم اینترنت اشیا را مدیریت می‌کند. مسئولیت این لایه ساختن یک مدل گرافیکی و فلوچارتی مبنی بر داده‌هایی است، که از لایه برنامه دریافت می‌کند. همچنین فرض شده است که عناصر مرتبط با سیستم اینترنت اشیا را طراحی، تجزیه‌وتحلیل، پیاده‌سازی، ارزیابی و نظارت می‌کند و آن‌ها را توسعه می‌دهد. این لایه پشتیبانی از فرایند تصمیم‌گیری مبتنی بر تجزیه‌وتحلیل داده‌های حجیم را ممکن می‌سازد، به‌علاوه وظیفه نظارت و مدیریت چهار لایه پایین‌تر از خود را نیز بر عهده دارد. همچنین این لایه، خروجی هر لایه را با خروجیِ حالت ایده‌آل مقایسه می‌کند تا کیفیت سرویس‌ها را بهبود ببخشد و حافظ حریم خصوصی افراد باشد (ژو و همکاران[1]، ۲۰۱۶).

۲-۲- مدیریت دارایی های فیزیکی و اینترنت اشیاء صنعتی

اینترنت اشیاء صنعتی یا IoT توصیف کننده سیستمی است که درآن تجهیزات دردنیای فیزیکی و با استفاده از حسگر هایی که درون تجهیزات صنعتی قرار دارند یا به آن ها متصل هستند، از طریق فناوری های ارتباطاتی بیسیم و باسیم به اینترنت متصل شده اند و به تبادل اطلاعات می پردازند. از این رو و توسعه ی شبکه های اینترنت اشیاء با اتصال وسایل صنعتی آغاز گردید. لازم به ذکر است امروزه چشم انداز آن توسعه یافته و برای اتصال از وسایل صنعتی به هر چیزی توسعه پیدا کرده است. در واقع، اینترنت اشیاء شما را قادر می سازد که تجهیزات مورد استفاده خود را از راه دور و به کمک زیرساخت های اینترنتی مدیریت و کنترل کنید. استقرار IoT می تواند تأثیر قابل توجهی در مدیریت و نگهداری دارایی ها داشته باشد. اینترنت اشیاء با ارسال و تبادل داده ها از طریق اینترنت، تجهیزات فیزیکی را با سیستم های فناوری اطلاعات ادغام می کند. برای مثال، با اتصال یک سنسور میتوانید یک دارایی معمولی را به دستگاه IoT تبدیل کنید. سنسور به طور خودکار اطلاعات مربوط به وضعیت دارایی، مانند مکان و خرابی های احتمالی را به سیستم مرکزی شما ارسال می کند. IoT به شرکت ها اجازه می دهد که بدون دخالت انسان، فعالانه به جمع آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات دارایی ها بپردازند. همچنین سیستم های مدیریت دارایی IoT می توانند نشانه های هشدار دهنده ای از عملکرد و خرابی های دستگاه را پر کرده، و با استفاده از این داده ها، برنامه های تعمیر و نگهداری خودکار، خدمات خود را قبل از بروز خرابی ارائه خواهند داد. مدیریت دارایی IoT باعث توقف شروع خرابی دستگاه ها می شوند. زمانی که قسمتی از دستگاه، دیگر در سطح مطلوب کار نمی کند، سنسور دارایی داده های خرابی را به سیستم مرکزی میفرستد، و مدیران تعمیر و نگهداری از خرابی اطاع پیدا کرده و می توانند قبل از اینکه دارایی به طور کامل از کار بیفتد، آن را اصلاح نمایند. این رویکرد در مقایسه با برنامه های نگهداری پیشگیرانه معمول صرفه جویی در هزینه را در پی دارد. لذا سازمان ها بهتر است از فناوری IoT برای کاهش هزینه ها و بهبود مدیریت دارایی خود استفاده کنند. IoT کلیدی در تحول دیجیتال است و می تواند به سازمان ها کمک کند تا دارایی های فیزیکی و دیجیتال خود را حفظ نموده و کارایی آنها را بهبود بخشند.[2]

۲-۳- نمونه های انجام شده در دنیا

۲-۳-۱- بندر ایپسویچ[3] انگلستان

اپراتور انگلیسی BT در حال اجرای پروژه آزمایشی پیاده‌سازی آخرین نسل فناوری‌های اینترنت اشیا با هدف تحول دیجیتال در بندر ایپسویچ انگلیس است. این پروژه با همکار ABP [4] یکی از اپراتورهای بنادر کشور انگلیس که با بهره‌برداری از ۲۱ بندر، ۲۵٪ از سهم بازار تجارت دریایی کشور را در اختیار دارد. تجهیزات IOT در بندر فوق، بر روی جرثقیل‌ها و تجهیزات انتقال داخل مجموعه با هدف جمع‌آوری و انتقال بهینه و امن محموله‌ها نصب می‌گردند. داده‌های جمع‌آوری شده در این راهکار، در پلتفرم دارایی‌های هوشمند BT تحلیل و مصورسازی می‌شوند و امکان بهبود فرآیندها و تعمیرات لازم را در زمان تقریبا بلادرنگ فراهم می‌کنند. داده‌ها شامل زمان فرآیندها، مسافت‌های طی شده، مسیرهای طی شده و وزن محموله‌های تخلیه شده و وضعیت سلامت تجهیزات عملیاتی هستند که در

[1] Zhou
[2] IoT-Now.com
[3] Ipswich Port
[4] Associated British Ports

اختیار مدیریت بندر و با حفظ طبقه بندی اطلاعات در اختیاز تیم های تعمیر و نگهداری مرتبط قرار می‌گیرند و ردیابی دقیق فرآیندهای تجهیزات داخل بندر (Ship -to-Shore) را ممکن می‌سازند. ذیل این سامانه تیم عملیاتی بندر ایپسویچ تصمیمات سریع و مبتنی بر داده‌های واقعی را در دستور کار قرار می‌دهد و به بهترین شکل به تقاضای مشتریان یا رفع خرابی ها پاسخ می‌دهد. علاوه بر راهکار نظارت بر فرآیندهای تخلیه و انتقال محموله‌ها، راهکار فعلی امکان پایش و اندازه‌گیری زمان تعطیلی کار یا تعمیرات دستگاه‌ها و دوره‌های کاهش بهره‌وری را دارد. با این روش بکارگیری تجهیزات و نیروی انسانی در کنار برنامه‌های تعمیر و نگهداری به صورت دقیق برنامه‌ریزی می‌شود. از منظر مدیران این دو مجموعه، مدیریت بهینه دارایی‌ها، افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و در نهایت ارائه خدمات بهتر به مشتریان اهداف ایجاد بندر هوشمند در ایپسویچ عنوان شده‌اند (ویدودو و یانگ[1]، ۲۰۱۱).

۲-۳-۲- بندر هامبورگ

بندر هامبورگ یکی از بزرگترین بنادر اروپاست که جهت بهره وری در ارائه خدمات از هوشمندسازی برپایه IoT استفاده کرده است بطوریکه مقامات بندر هامبورگ پیش بینی می نمایند با بکارگیری روز افزون این فناوری تا سال ۲۰۳۰ میلادی ظرفیت بندر را بدون اضافه نمودن هیچ گونه فضایی به دو برابر افزایش دهند (ورما و همکاران[2]، ۲۰۱۰).

هوشمند سازی بندر هامبورگ سه بخش دارد:

۱- زیرساخت (شامل فناوری های بکاربرده شده در حوزهIoT)
۲- کنترل جریان ترافیک به منظور پایش میزان کار تجهیزات بندری و قابلیت اطمینان آنها (یکی از معضلات بنادر که بهره وری را پایین می آورد ترافیک وسایل نقلیه است)
۳- نظارت بر جریان ورود اطلاعات و عملکر حسکر ها در تجهیزات

با هوشمند سازی هنگامیکه یک فرد یا شرکت بخواهد کالاهای خود را به بندر انتقال دهد میتواند با مراجعه به سیستم ترافیک بندر از وضعیت ترافیک آگاه شود و پس از ثبت درخواست کلیه واحد های مربوط به بهره برداری از تجهیزات بندری با توجه به تعداد دستگاه های آماده بکار موجود (وضعیت شناور های خدمات رسان، جرثقیل های و ...) ، وضعیت انبارهای خالی و وضعیت پارکینگ ها اطلاعات را در فضای ابری پردازش و پاسخ مناسب را در اختیار خدمات گیرنده می گذارند تا در زمان مناسب اقدام به حرکت کند. در نهایت با وارد شدن کانتینرهای هوشمند امکان ردیابی این کالاها بصورت بلادرنگ از طریق اینترنت امکان پذیر است. طبق گزارش های ارائه شده توسط مسئولین بندر هامبورگ، هوشمند سازی تجهیزات بندری در پنج سال اول توانسته کاهش حدود ۷۴٪ از خرابی های بدون برنامه ریزی داشته باشد (رستگاری و مبین، ۲۰۱۶؛ خان و همکاران، ۲۰۱۲).

۳-روش شناسی تحقیق

با عنایت به این مهم که افزایش قابلیت دسترسی و قابلیت اطمینان و جمع آوری اطلاعات بلادرنگ و با دقت بالا از تجهیزات عملیاتی به عنوان معیارهای مهم و ارزشمند در مدیریت دارایی های فیزیکی تجهیزات در بنادر محسوب می گردد[3]، IOT به عنوان یکی از تکنولوژی های مربوطه نقش بسزایی در مدیریت نگهداری و تعمیرات و همچنین مدیریت دارایی های فیزیکی دارد. در تحقیق حاضرکه ازلحاظ هدف، توسعه ای یک مقاله مروری است. قصد داریم به نقش ها و کاربردهایIOT در نگهداری و تعمیرات و مدیریت دارایی های فیزیکی تجهیزات راهبردی (استراتژیک) در بندر امام خمینی(ره) بپردازیم. برای جمع آوری اطلاعات و داده های مورد نیاز این تحقیق، از بررسی های اسنادی شامل: دستورالعمل ها و ابلاغیه های سازمانی، گزارشات فنی، آمار و اطلاعات واحد های تعمیر و نگهداری معاونت فنی و نگهداری بندر امام خمینی(ره)، سایت های مرتبط، کتب، نشریات و مقالات مرتبط استفاده شده است.

[1] Widodo and Yang
[2] Verma
[3] های فیزیکی ارزش آفرین نظامنامه مدیریت دارایی

۴-یافته های پژوهش

۴-۱- نقشIoT صنعتی در توسعه بندر امام خمینی (ره) به عنوان نگهدارنده اصلی در زنجیره تامین کالاهای اساسی کشور تکنولوژی های جدید بر تولید، مصرف، ارتباطات، ارائه سرویس های تعمیر و نگهداری و حفاظت از دارایی های سازمان های دارایی محور همچون بنادر تاثیرگذار هستند. از این رو تمامی ذینفعان باید روی تکنولوژی های جدید با توجه به اهداف کلان سازمانی سرمایه گذاری کنند و مدل کسب و کار خود را به گونه ای تغییر دهند که با تکنولوژی های نوین مطابق باشد. اینترنت اشیاء صنعتی در بنادر و در کل زنجیره ارزش اثرگذار است و بازارها و فرآیندهای جدیدی را ایجاد می کند. بنادری همچون بندر امام خمینی (ره) هسته ی اصلی زنجیره تامین هستند و به عنوان جایی که متقاضی و تامین کننده باهم تعامل دارند نقش فناوری اطلاعات روی تمام زنجیره تامین از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. تبادل اطلاعات بین همه اجزا در زنجیره تامین در بنادر، اساس فرایندی کارآمد را ارائه می دهد. پیاده سازی موفق IoT صنعتی در بنادر نیازمند روابط محکم و ایفای نقش ذینفعان است. همچنین همراهی شرکت های رقابتی و دانش بنیان برای سرمایه گذاری مشترک در جهت توسعه زیرساخت های IoT را می طلبد.

تکنولوژیIoT صنعتی به عنوان یک زیرساخت پایه، با استفاده از فناوری های RFID، حسگر ها، WSN، ارتباطات بی سیم ، محاسبات ابری، واقعیت مجازیD3 ، نظارت سریع و اتوماتیک، ردیابی تجهیزات و وسایل نقلیه، انبار ها و مدیریت آن، در بندر امام خمینی(ره) منجربه ایجاد مدیریت هوشمند تعمیر و نگهداری تجهیزات بندری، الکترونیک، مخابراتی و دریایی می گردد.

از مزایای پیاده سازی اینترت اشیاء صنعتی در بندر امام خمینی(ره) می توان شاره کرد به:

۱- نظارت لحظه ای و بلادرنگ (Reel Time) بر تجهیزات استراتژیک و تجزیه و تحلیل اطلاعات بدست آمده از وضعیت آنها در هنگام عملیات.
۲- نظارت لحظه ای بر عملیات بهینه سازی تجهیزات و تحلیل اطلاعات دریافت شده و امکان واکنش سریع.
۳- امکان هماهنگ سازی درگاه های دیجیتال و نمایش آن به ذینفعان و بهره برداران از وضعیت فعلی تجهیزات به منظور مدیریت هرچه بهتر عملیات ها.
۴- افزایش کارایی کارکنان و کارگران بخش های تعمیر و نگهداری و بهره بردار.
۵- آنالیز هزینه تعمیر و نگهداری و مدیریت چرخه عمر تجهیزات.
۶- ایجاد بستری مناسب برای پیاده سازی سیستم های خودکار و نیمه خودکار نت.
۷- هدایت وسیله های نقلیه از طریق ایجاد دامنه حرکت و مدیریت ناوگان حمل و نقل.
۸- توزیع هوشمند و هدفمند منابع مالی و انسانی در افزایش آماده بکاری تجهیزات.
۹- کاهش هزینه های کارگری و حمل و نقل.
۱۰- مدیریت حفاظت از محیط زیست در جهت کاهش مصرف انرژی و کاهش آلودگی های زیست محیطی.
۱۱- ایجاد سیستم پایدار در کل زنجیره تامین.

۴-۲-چالش ها پیاده سازی اینترنت اشیاء صنعتی در تجهیزات بندری، الکترونیکی ، مخابراتی و دریایی

طی بررسی های به عمل آمده و با توجه به مشاهدات عینی، قابلیت همکاری و امنیت دو چالش مهم پیرامون اجرای IoT در بندر امام خمینی (ره) می باشند. نگرانی اصلی پیرامون IoT صنعتی ، قابلیت همکاری بین دستگاه ها و ماشین هایی است که گاه از پروتکل های مختلف استفاده می کنند و ماموریت های متفاوتی دارند. اطمینان از ایمنی داده برای سازمان ها تجهیز محور اهمیت بسزایی دارد و این امر در سازمان بنادر و دریانوردی در ابعاد کلان به عینه طی دستورالعمل های مختلف دیده شده است. افزایش سنسورها و سایر دستگاه های متصل هوشمند ممکن است منجر به انفجار موازی و آسیب پذیری های امنیتی گردد. بسیاری از سازمان ها به مزایای اینترنت اشیاء در صنعت جذب شده اند اما تحقق این مزایا ساده نیست. قبل از اینکه سازمانی بتواند یک برنامه موفق IoT را ایجاد کند، بسیاری از چالش های IoT صنعتی وجود دارد که باید برطرف شود. این چالش ها در شکل (۲) قابل مشاهده می باشد.

شکل (۲). چالش های پیاده سازی IoT

۴-۲-۱- امنیت IoT صنعتی در تجهیزات بندری

امنیت یکی از بزرگترین چالش ها در اتخاذ راهکار های IoT در تجهیزات بندری است. بسیاری از دستگاه ها عملیاتی در حال جمع آوری داده های بسیار حساسی هستند اما در بسیاری از موارد، دستگاه ها از امنیت خوبی برخوردار نمی باشند. به منظور برقراری امنیت در IoT صنعتی در تجهیزاتی بندری و دریایی باید اطمینان حاصل شود که هویت هر شخص، سیستم و اطلاعات موجود در شبکه به درستی مدیریت و شناسایی می شود.

۴-۲-۲- حریم خصوصی داده ها

با اتصال هر چه بیشتر دستگاه ها و تجهیزات به اینترنت، نگرانی های در مورد نحوه جمع آوری، انتقال و ذخیره اطلاعات شخصی و حساس افزایش می یابد. ارزش IoT در توانایی دست یابی، ادغام و تجزیه و تحلیل این داده ها ضمن حفظ حریم خصوصی داده ها نهفته است. از این رو به منظور استفاده از داده های دریافتی و انجام اقدامات به هنگام بر اساس اهداف کلان سازمانی و پروتکل های تعریف شده در خصوص تعمیر و نگهداری تجهیزات بندری و مدیریت دارایی های فیزیکی، می بایست شاخص های کلیدی و عملکردی تاثیرگذار برای تجهیزات شناسایی گردد.

۴-۲-۳- استانداردهایIoT صنعتی

استانداردها در قلب توسعه و اتخاذ IoT نهفته است. امروزه بسیاری از استانداردهایIoT وجود دارند اما استاندارد سازی کمی وجود دارد. به عنوان مثال، دستگاه هایIoT برای اتصال و به اشتراک گذاری داده ها از انواع مختلف پروتکل های ارتباطی از جمله LTE، LP-WAN ، Wi-Fi ، بلوتوث، ماهواره و حتی اترنت هنگام اتصال مستقیم به یک شبکه استفاده می کنند و یا استاندارد واحد برای پروتوکل ارتباطی وجود ندارد.

۴-۲-۴- مدیریت داده

مدیریت حجم و سرعت داده های ایجاد شده توسط دستگاه های IoT صنعتی و تجهیزات برای هر سازمان یک چالش مهم محسوب می گردد. تمامی داده های IoT باید قبل از تبدیل شدن به بینش عملی که می تواند باعث بهبود تصمیم گیری شود جمع آوری، ذخیره و تجزیه و تحلیل شوند و سرعت انتقال و جمع آوری این داده ها در اتخاذ تصمیمات بهنگام تاثیر بسزایی دارد.

۴-۲-۵- مدلهای استقرار

براساس گزارش نشریه اینترنتی دنیای اینترنت اشیاء[1] ، ۶۷٪ از استقرار IoT به صورت پیش فرض است، در حالی که ۳۸٪ از آنها در فضای ابری هستند. تولید مقادیر زیاد داده ها IoT موجب فشار بیشتری برای وجود ظرفیت انعطاف پذیر و مقیاس پذیر می شود. برای

[1] https://iotworldmagazine.com/

IoT صنعتی، استقرار ابری مزایای عملکرد و امنیت بیشتری نسبت به راهکارهای فرضی را فراهم می کند. استقرار ابری ترکیبی در IoT صنعتی (تقسیم پردازش بین سیستم های داخلی و ابر) یک الگوی استقرار سریع و در حال رشد برای بسیاری از تجهیزات بندری و دریایی می تواند باشد.

۴-۲-۶- تنوع دستگاه های و تجهیزات عملیاتی بندری

IoT اجزای مختلف زیادی دارد و به طور معمول، نمونه های دستگاه IoT صنعتی شامل سنسور ها، محرک ها، برچسب ها، چراغ ها و گیرنده ها هستند. هنگام ایجاد یک شبکه IoT تمامی این دستگاه ها باید به طور مؤثر و ایمن یکپارچه شوند تا ارزش کل سرمایه گذاری های IoT حاصل شود.

۵-خلاصه و نتیجه

در این مقاله سعی شد تا گوشه‌ای از دانش گسترده و رو به تعالی اینترنت اشیاء صنعتی در مدیریت دارایی های فیزیکی تجهیزات بندری با شرح داده شود. توجه به مدیریت دارایی های فیزیکی و هوشمند سازی این هدف می‌تواند با توجه به نوع صنعت و اقتصاد دارایی محور کشور در بخش بنادر و دریانوردی یکی از اصلی‌ترین راهکارهای افزایش بهره‌وری و ایجاد ارزش افزوده بیشتر از مجموعه دارایی‌های آن صنعت باشد. اما در این راه توجه ویژه به گسترش فرهنگ مراقبت از دارایی‌های ارزشمند و همچین توسعه توانمندی‌ها و شایستگی‌های نیروی انسانی از عناصر زیر بنایی و کلیدی موفقیت در این راه است. با توجه به نکات گفته شده و ظرفیت های موجود در مجتع بندری امام خمینی (ره) به عنوان یکی از بنادر حائز اهمیت در سطح کشور و منطقه می توان اذعان داشت که مدیریت دارایی هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء صنعتی یک گام بالاتر از روش سنتی موجود است. از این رو جریان‌های کاری و فرآیندها را باید به یک سیستم یکپارچه تبدیل کرد، در واقع یک «سیستم استراتژیک واحد». این راه‌حل‌ها با تجزیه و تحلیل داده‌های بی‌درنگ، هشدارها، کنترل لبه پویا دارایی‌ها، تعمیر و نگهداری پیش‌بینی‌کننده، و دید در زمان واقعی همراه با گردش کار خودکار هوشمندی را اضافه می‌کنند. استفاده از سامانه های هوشمند در تجهیزات بندری، الکترونیک و مخابرات و دریایی در بنادر به عنوان اولین گام در جهت نیل به سمت بندر هوشمند تلقی می شود.

منابع

رونقی، م ح. حسینی، ف. (۱۳۹۷). شناسایی و رتبه بندی خدمات اینترنت اشیا در حوزه سلامت، فصلنامه مدیریت سلامت، جلد ۲۱شماره ۷۳، صص -۱۰۶.

قیصری، م. حسینی، س. (۱۳۹۲). راهکارهای استراتژیک فناوری اینترنتی از اشیا جهت پاسخگویی به چالش های جهانی سازی تجارت الکترونیک، دهمین اجلاس بینالمللی مدیریت استراتویک، تهران، انجمن مدیریت راهبردی ایران.

ذوقی، ن. (۱۳۸). نشریه تخصصی مدیریت دارایی های فیزیکی صنعت نفت (پتروپم) ، سال دوم، خرداد ماه، شماره سوم.

تاجفر، ا.، خاتم زاده، م. ، قیصری، م. (۱۳۹۵). مدیریت دارایی های سازمان با استفاده از فناوری اینترنت اشیا مبتنی بر رایانش ابری. نخستین کنفرانس بین المللی پارادیم های نوین مدیریت هوشمندی تجاری و سازمانی، صفحه سوم.

قیصری، م. (۱۳۹۹). کاربردهای اینترنت اشیا و مدیریت اموال و دارایی ها، نشریه تخصصی مدیریت دارایی های فیزیکی صنعت نفت (پتروپم)، سال سوم،شماره پنجم، صفحه ۲۵، فروردین ماه.

Al-Fuqaha. A., Guizani, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 17(4), 2347-2376.

L. Tan, & N. Wang. (2010). Future internet: The internet of things," in Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), International Conference. 376-380.

Boyes, H., Hallaq, B., Cunningham, J. and Watson, T., (2018). The industrial internet of things (IoT): An analysis framework" Computers in industry, 101.1-12.

Zhou, Z., Dou, W., Jia, G., Hu, C., Xu, X., Wu, X. and Pan, J., (2016). A method for Realtime trajectory monitoring to improve taxi service using GPS big data. Information & Management, 53(8).964-977.

Widodo, A. and Yang, B.S., (2011). Application of relevance vector machine and survival probability to machine degradation assessment. Expert Systems with Applications, 38(3).2592-2599.

Verma, A.K., Srividya, A. and Ramesh, P.G., 2010. A systemic approach to integrated Maintenance of large engineering plants. International Journal of Automation and Computing, 7(2).173-179.

Rastegari, A. and Mobin, M., (2016). January. Maintenance decision making, supported by computerized maintenance management system. In Reliability and Maintainability Symposium (RAMS), 1-8. IEEE

Khan, R., Khan, S.U., Zaheer, R. and Khan, S., (2012). December. Future internet: the internet of things architecture, possible applications and key challenges. In Frontiers of Information Technology (FIT), 2012 10th International Conference on IEEE. 257-260.