

مطالعه پیرامون پیاده سازی اینترنت اشیا در صنعت و بررسی کاربردهای آن

حسین مصطفی پور

کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، گرایش صنایع، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

چکیده

با پیشرفت و گسترش ارتباطات در جهان، تنها در طول کمتر از نیم قرن نحوه ارتباط انسانها با یکدیگر به طور کلی دچار دگرگونی شد و این دگرگونی در ارتباطات مدیون وجود اینترنت و گسترش آن در سراسر جهان می باشد. اینترنت در سال ۱۹۶۶ با ارتباط دو کامپیوتر در مرکز تحقیقاتی نظامی آرپا در ایالات متحده شروع بکار کرد اما با گذشت نیم قرن از آن تاریخ گستره ارتباطات به قدری وسیع شده که بشر امروز درحال اتصال اشیا به یکدیگر و استفاده از داده های بدست آمده از آنهاست. از این ارتباط با نام اینترنت اشیا یا IOT یاد می شود. اینترنت اشیا موارد استفاده و کاربردهای بسیاری دارد و ما هنوز به دنبال یافتن و استفاده کاربردی از آنها هستیم. بررسی های موسسه تحقیقاتی گارتنر نشان می دهد که تا سال ۲۰۲۰ بیش از ۲۵ میلیارد وسیله مختلف در جهان از طریق خدمات مبتنی بر اینترنت اشیا به اینترنت یا دیگر شبکه های اطلاع رسانی متصل خواهند شد. بررسی های شرکت سیسکو نیز حاکیست که تا غلبه یافتن پدیده اینترنت اشیا تنها سه سال زمان باقی است. بنابراین در سال ۲۰۱۸ ماشین ها و سیستم های الکترونیکی می توانند از طریق اینترنت بدون نیاز به انسان ها و حتی بیشتر از آنها با یکدیگر در ارتباط باشند. در دنیای امروز هر آنچه به وجود می آید برای گسترش، باید ابتدا بر بهبود بهره وری اقتصادی جامعه تاثیر گذارد. این قضیه شامل اینترنت اشیا نیز می شود و محققان و متفکرینی که بر روی این شاخه فعالیت می کنند بر روی زمینه های اقتصادی آن نیز می اندیشند. هرچند بسیاری از زیر ساخت های اینترنت اشیا هنوز در حال پایه ریزی هستند ولیکن نو بودن این فناوری مانع از پیشرفت سریع آن نشده و هر روز کاربردی تازه از این فناوری پیدا و معرفی می شود.

واژه های کلیدی: اینترنت اشیا، کاربرد اینترنت اشیا در صنعت، IOT

۱- مقدمه

در حدود سیصد سال قبل و در طول کم و بیش نیم قرن، انفجاری رخ داد که امواج آن سراسر کره زمین را به لرزه درآورد و جوامع را در خود تنید و تمدنی به تمامی نوین خلق کرد. این انفجار انقلاب صنعتی بود. انقلاب صنعتی تکنولوژی را به جهتی کاملاً نوین سوق داد. ماشین های برقی و مکانیکی عظیم قطعات متحرک، پیچ و مهره، همه و همه محیط اطراف را به هیاهو کشانید. نخستین مرحله این انقلاب عظیم در انگلستان و در میانه قرن هجدهم میلادی آغاز شد و اختراع نخستین ماشین بخار نیز مهمترین نوآوری آن دوران بود. دومین مرحله از اواسط قرن نوزدهم آغاز گردید و به رشد سریع راه آهن، صنایع فولاد و جانشینی کشتی های بادبانی به وسیله ی کشتی های بخار انجامید. در پایان قرن نوزدهم، انقلاب صنعتی نیز به مرحله سوم خود پا گذاشت که رشد صنایع اتومبیل، برق و تلفن از بزرگترین دستاوردهای آن به شمار می رود. جنگ جهانی دوم سرآغاز مرحله چهارم بود که وجه تمایز آن توسعه چشمگیری است که در صنایع هواپیمایی، الکترونیک، گسترش ارتباطات و ... مشاهده می شود. با پایان قرن بیستم جهان با اختراع اینترنت به سمت ارتباطات فراگیر و بر خط متمایل شد. به عقیده بسیاری اینترنت را میتوان بزرگترین دستاورد بشر در قرن گذشته میلادی به حساب آورد و اکنون، در سالهای ابتدایی قرن بیست و یکم ارتباطات و فناوری لحظه به لحظه در حال رشد و تغییر در جنبه های مختلف زندگی بشر است. پیشرفت تکنولوژی سرعت ما را در همه امور افزایش داده است. فعالیت هایی که ممکن بود دهه ها به طول انجامد در مدت تنها چند ماه به نتیجه می رسند. صنعت نیز از این قاعده مستثنی نیست.

با پیشرفت و گسترش ارتباطات در جهان، تنها در طول کمتر از نیم قرن نحوه ارتباط انسانها با یکدیگر به طور کلی دچار دگرگونی شد و این دگرگونی در ارتباطات مدیون وجود اینترنت و گسترش آن در سراسر جهان می باشد. اینترنت در سال ۱۹۶۶ با ارتباط دو کامپیوتر در مرکز تحقیقاتی نظامی آریا در ایالات متحده شروع بکار کرد اما با گذشت نیم قرن از آن تاریخ گستره ارتباطات به قدری وسیع شده که بشر امروز درحال اتصال اشیا به یکدیگر و استفاده از داده های بدست آمده از آنهاست. از این ارتباط با نام اینترنت اشیا یا IOT یاد می شود.

با پیاده سازی سیستم ذخیره سازی داده ها و فناوری تحلیل داده ها مانند حسگر ها، کنترل کننده ها، نرم افزارهای تحلیل داده، اندازه گیر های خودکار، پردازشگر های داده حجیم یا ابری و ... - صنعتگران می توانند وضعیت دستگاه های موجود در کارخانجات را پیش از آنکه از کار افتاده یا تولید خرابی در محصول نمایند، پیشبینی کرده و در جهت رفع نقص پیشبینی شده اقدامات لازم را به عمل آورند. همچنین محصولات تولیدی می توانند بوسیله دوربین ها و حسگر ها به صورت لحظه ای و تمام وقت کنترل شده و تگ گذاری شوند. به این طریق سازمان تولید کننده محصول می تواند بر روی زنجیره تامین هر محصول به طور خاص تا هنگام رسیدن به دست مشتری و حتی پس از دریافت آن توسط مشتری بر کیفیت کارکرد محصول کنترل کامل داشته باشد. این نمونه ای ساده از شکل گیری ارتباطات ماشین-ماشین و ماشین-انسان می باشد.

تولید کنندگان به اینترنت اشیا و تحلیل داده ها به عنوان اهمی برای اداره کردن و باقی ماندن در رقابت بازار تجاری خویش نگاه می کنند. بر اساس تحقیقات موسسه PWC که در مورد صنایع ایالات متحده انجام شده است، حدود ۵۷ درصد از مدیران صنایع چند ملیتی از دو سال قبل ایجاد تغییرات در سازمان و حرکت سازمان خود به سمت استفاده از داده کاوی داده های بزرگ را آغاز کرده اند. این تغییرات شامل شبیه سازی داده ها، آموزش مدیران برای تفسیر و تحلیل داده ها و استخدام تیم هایی برای داده کاوی در سازمان ها بوده است. برخی صنعتگران در ایالات متحده گرایش بیشتری نسبت به استفاده از اینترنت اشیا در سازمان های خود نشان داده اند. در حقیقت صنعتگران در مورد فناوری اینترنت اشیا به سه دسته کلی تقسیم بندی می شوند. اول گروهی که به سرعت با شرایط جدید همسو می شوند، دوم گروهی که با محافظه کاری با این شرایط برخورد می کنند و سوم گروهی که تمایل چندانی به همسویی با شرایط جدید ندارند. این مطلب نشان می دهد که سالهای طولانی تا همه گیر شدن اینترنت اشیا در صنعت زمان باقی است.

۲. مروری بر ادبیات تحقیق

از زمانیکه انسان پای بر سطح این کره خاکی گذاشت به دنبال راه هایی برای برقراری ارتباط و تبادل اطلاعات بوده است. ایجاد زبان مدرن یک قدم بزرگ برای رسیدن به این هدف بود و در حدود ۶۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ سال پیش بشر به این مهم دست یافت. اما ۶۰۰۰ سال پیش بود که انسان توانست افکار خود را بر روی کاغذ بازنویسی کند. این قدمی بزرگ برای بشر به شمار می رفت زیرا میتوانست اطلاعات خود را بیرون از مغز خود ثبت نماید. در طول سالها نوشتار پیشرفت های بیشتری کرد، اما بزرگترین پیشرفت آن بدون شک اختراع ماشین چاپ در سال ۱۴۴۰ میلادی توسط ژوهانس گوتنبرگ است. و این اولین بار در تاریخ بشر بود که اطلاعات به صورت گسترده ای قابلیت انتشار پیدا کرده بود. گرچه حدود ۵۴۰۰۰ سال طول کشید تا بشر توان نوشتن را به دست آورد و پس از آن حدود ۴۵۰۰ سال دیگر زمان برد تا بشر به امکان انتشار اطلاعات به طور گسترده دست یافت. اما ۵۷۵ سال پس از آن پیشرفت ها شدت یافت و در طول مدت ۱۸۶ سال گذشته پیشرفت به طرز فزاینده و چشم گیر خود نمایی کرده است.

اولین ارتباط با سیم توسط سامویل مورس در سال ۱۸۴۴ رخ داد. اولین تلگرافی که سامویل مورس ارسال کرد این بود: "خدا چه شکلی است؟" و از آن زمان جهان سیم کشی شد تا ارتباطات بین انسان ها ساده تر و سریع تر شود. گام بلند بعدی خلق تلفن در ۱۸۷۶ بود. حال دیگر نیازی به ترجمه مکالمات به حروف مورس نبود. تنها کافی بود گوشی تلفن را برداریم و با شخص دیگری در آن سوی خط به گفتگو بپردازیم. دیگر بعد فاصله و زمان برای برقراری ارتباط از بین رفته بود و ارتباط انسان با انسان^۱ بسیار آسان شده بود. در طول سالها ارتباطات انسان با انسان با ایجاد رادیو و پس از آن با اختراع تلویزیون گسترش یافت. در سال ۱۹۳۵ هشتاد درصد مردم ایالات متحده به رادیو دسترسی داشتند و می توانستند اخبار سراسر دنیا را دنبال کنند. تمام این پیشرفت ها در ارتباطات در نوع خود کم نظیر بودند اما همه آنها محدود به قدرت ذهن انسان بودند. قدرت تمام ابزارهای ارتباطی در آن روزگار بسته به قدرت ذهن ما داشت.

اینترنت تجاری در سال ۱۹۹۵ راه اندازی شد و در سال ۲۰۰۷ و با معرفی آیفون اپل بود که اینترنت گسترش فوق العاده پیدا کرده و به شکل کنونی در آمد. به طبع همین شرایط کوین اشتون^۲ نخستین کسی بود که در سال ۱۹۹۹ ایده اینترنت اشیا (IoT) را در یکی از ارائه های خود مطرح کرد.^۱ کوین اشتون پتانسیل های اینترنت اشیا را این چنین شرح می دهد:

"زمانیکه تکنولوژی بی سیم به اندازه کافی پیشرفت کند زمین به مثابه یک مغز بزرگ خواهد بود و ابزارهایی که میتوانیم کارهایمان را با آنها انجام دهیم به سادگی همین تلفنی است که امروزه از آن استفاده می کنیم و اندازه آن به قدری است که انسان می تواند آن را در جیب خود جابجا کند."^۱

به نظر می رسد اینترنت همان مغزی باشد که تسلا از آن یاد کرده است. اطلاعات بوسیله سنسور هایی که در حقیقت کار حواس پنجگانه ما را انجام میدهند جمع آوری می شوند و بوسیله این پردازش این اطلاعات مغز می تواند برای هر شرایطی تصمیم بخصوصی اتخاذ کند. برای مثال هنگامیکه ما غذای شوری می خوریم، اطلاعات آن توسط سنسور های چشایی به مغز ارسال شده و پردازش می شود. با پردازش اطلاعات مغز به این نتیجه می رسد که خوردن این غذا برای سلامت بدن مضر است و با دستور مغز عملیات خوردن به سرعت متوقف می شود. شرایط توصیف شده درباره اینترنت امروزی مورد استفاده ما صادق نیست اما کاملاً با مفهوم اینترنت اشیا همخوانی دارد. شرایطی که اطلاعات بوسیله سنسور ها جمع آوری شده و دستور مقتضی صادر می شود.

اولین ابزار متصل به اینترنت که در سال ۱۹۹۰ ساخته شد، یک توستر بود که امکان روشن و خاموش شدن بوسیله اینترنت را داشت. اما پیش از آن به طور آزمایشی یک دستگاه خنک کننده نوشیدنی در دانشگاه کارنگی ملون در سال ۱۹۸۰ ساخته شد. برنامه نویس این دستگاه آن را طوری تنظیم کرده بود که قابلیت اتصال به اینترنت را داشته و از طریق آن می توانست اطلاعات خنک بودن نوشیدنی ها را بدون نیاز به دخالت انسان به افراد بدهد. در آن زمان ایده های مربوط به اینترنت اشیا به

¹ Person-to-Person Communication

² Kevin Ashton

اندازه امروز مطرح بوده اما هزینه بالا و قدرت پایین پردازش داده باعث شد سالها طول بکشد تا به نقطه فعلی در زمینه اینترنت اشیا برسیم. ⁱⁱⁱ

در سال ۲۰۱۱ اولین محصول مبتنی بر اینترنت اشیا یعنی کنترل کننده گرمایی شرکت نست^۱ معرفی شد و حدود یک میلیون واحد از آن نیز به فروش رفت. این دستگاه تنها کار کنترل گرما از طریق اینترنت را انجام نمی داد بلکه با پایش فعالیت های کاربر در طول زمان، خود را با شرایط وی تطبیق می داد و با یادگیری عادات کاربر به صورت خودکار دمای محیط را برای او و به شکل دلخواه او تنظیم می کرد. کمپانی نست در سال ۲۰۱۴ توسط گوگل به قیمت ۳.۲ میلیارد دلار خریداری شد. این اولین حضور پر رنگ و موفق اینترنت اشیا در جامعه بشری بود. از این حضور پر رنگ می توان به دو نتیجه گیری رسید. اول فروش یک میلیون واحدی آن بود که نشان داد اقبال عمومی برای اینترنت اشیا وجود دارد و به طبع آن خرید کمپانی نست توسط گوگل که نشان داد شرکت های بزرگ نیز به این عرصه علاقه و توجه نشان می دهند.

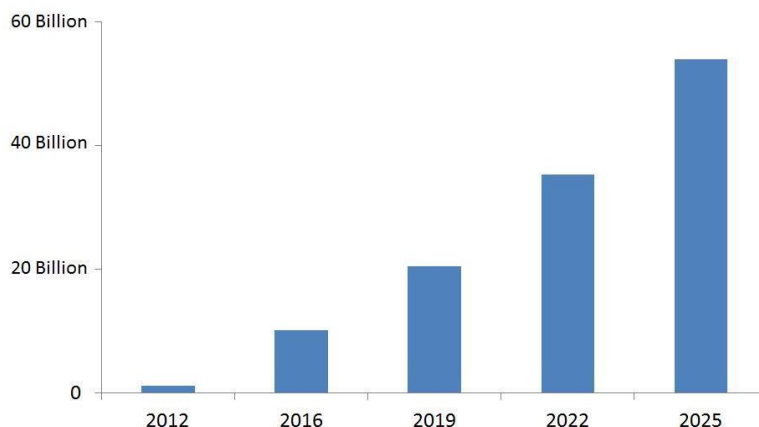
۳- اینترنت اشیا در صنعت

۳-۱- داده یابی و جمع آوری داده ها

برای کسب ارزش از هر نوع داده ای، ابتدا باید آن داده را جمع آوری کرد. تولید کنندگان از ابزارهایی نظیر حسگر ها، کنترل کننده ها، شبکه ای از دوربین های هوشمند یا RFID ها برای اندازه گیری پروسه های مختلف فرایند های موجود در سازمان خود استفاده می کنند. این اندازه گیری ها می توانند بسته به استفاده بسیار متنوع باشند. محاسبه میزان انرژی برق مورد نیاز برای تولید یک محصول یا بازرسی قطعات دستگاه ها که سرعت و دقت بالایی دارند و یا آزمایش کیفی تجهیزات مورد استفاده چند مثال کوچک در این مورد هستند.

ایجاد زیر ساخت هایی که انجام کارهای بیان شده را امکان پذیر نماید شامل پیاده سازی ابزار ها و دستگاه هایی برای جمع آوری اطلاعات و تجزیه و تحلیل آنها برای سازمان هایی که میخواهند از گردونه رقابت در عرصه تجارت عقب نمانند به یک الزام تبدیل شده است.

لازم به ذکر است که بر اساس گزارش موسسه IHS تا سال ۲۰۲۵ تعداد دستگاه های صنعتی که به اینترنت متصل می شوند حدود ۷۵ درصد کل دستگاه های متصل به اینترنت را تشکیل می دهند^۲ و تعداد این دستگاه ها از سال ۲۰۱۲ تا سال ۲۰۲۵ حدود ۵۰ برابر خواهد شد. این یعنی حدود ۳۶.۳ درصد افزایش در هر سال (شکل ۱).



شکل ۱. تعداد دستگاه های متصل به اینترنت در صنعت تا سال ۲۰۲۵

¹ Nest Thermostat

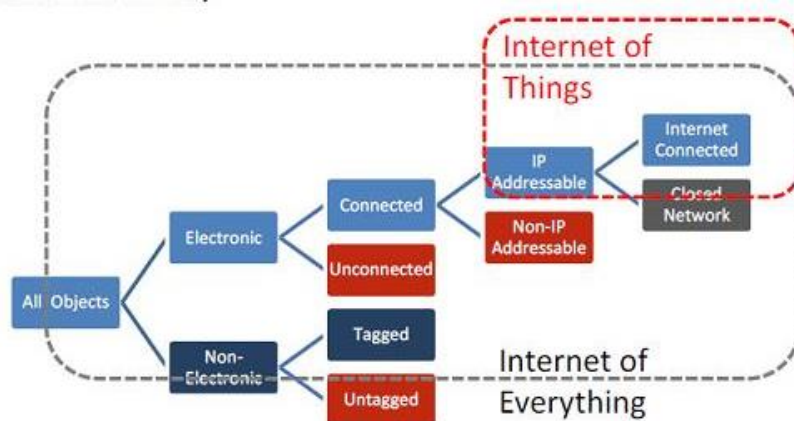
² IHS Technology

همچنین در این گزارش آمده است که بسیاری دستگاه‌هایی که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند زیرساخت‌های اتصال به اینترنت را دارند ولی هنوز به اینترنت متصل نشده و شناسه‌ای برای آنها تعریف نشده است.^{۱۷}

۳-۲- دستگاه‌های صنعتی و اینترنت اشیا

هر دستگاهی - از یک حسگر ساده تا سیستم‌های پردازش قدرتمند - که امکان اتصال مستقیم به اینترنت را داشته و بتوان به آن یک آدرس آی‌پی اختصاص داد به عنوان یک شیء اینترنتی شناخته می‌شود. این دستگاه‌ها زیربنایی‌ترین عناصر در تحقق اینترنت اشیا به شمار می‌روند.

شکل (۲) دسته‌بندی اشیا موجود در صنعت را نشان می‌دهد. در این شکل دستگاه‌هایی که قابلیت تخصیص آی‌پی آدرس دارند بخش مهمی از کارخانه را تشکیل می‌دهند زیرا امکان ایجاد انعطاف در روند فرآیند‌های تولید را فراهم آورده و باعث ایجاد یکپارچگی در تولید می‌شوند. به همین دلیل مدیران شرکت‌های پیشرو مایلند تا تمام دستگاه‌های خود را آدرس‌دهی کرده و به جزیی از اینترنت اشیا سازمان خود بدل نمایند. بنابراین تولیدکنندگانی که دستگاه‌های خود را به اینترنت متصل ننمایند با گذشت زمان در رقابت با هم‌تایان خود دچار مشکل خواهند شد. جایگزین کردن دستگاه‌های غیر قابل اتصال با دستگاه‌هایی که قابلیت اختصاص آی‌پی اختصاصی خود را دارند باعث کاهش پیچیدگی در پیاده‌سازی شبکه کارخانه شده و یکپارچگی دقیق‌تر و پیوسته‌تری را بین واحدهای تولید و بازرگانی ایجاد می‌کند. بنابراین مدیران کارخانجات می‌توانند بر روی تمام پروسه‌های تولید از ابتدا تا انتهای زنجیره تامین نظارت داشته و به موقع و با دقت بالاتری، در راستای فعالیت‌های مالی یا تولیدی تصمیم‌گیری کنند.



شکل (۲) سلسله مراتب دستگاه‌ها در سازمان

دستگاه‌های صنعتی متصل به اینترنت در سه بخش کلی تقسیم بندی می‌شوند:

- گره‌ها
- کنترل‌کننده‌ها
- زیرساخت‌ها

بر اساس گزارش IHS^(۱۷) گره‌ها تا سال ۲۰۱۸ حدود ۸۰ درصد ابزارهای متصل به اینترنت را تشکیل خواهند داد. گره‌ها شامل درایو ها، I/O Block ها و حسگرها می‌شوند و این درصد بالا به دلیل گستردگی کاربرد این ابزار در زمینه‌های مختلف می‌باشد. اما در سوی دیگر هزینه‌های انتقال و پیاده‌سازی زیرساخت‌ها گرچه به لحاظ کمی بسیار کمتر از گره‌ها هستند، رشد چشمگیری را تا سال ۲۰۱۸ تجربه خواهد کرد و نسبت به سال ۲۰۱۲ چهار برابر خواهد شد. این آمار و ارقام بیان‌کننده این واقعیت است که معماری هم‌ساختار و همگرا با اینترنت اشیا در آینده متداول خواهد شد.

با نگاه به ابزارهای با سیم و بی سیم به نظر می رسد که انواع با سیم ۹۰ درصد ابزارها را تا سال ۲۰۱۸ تشکیل خواهند داد. هرچند پیشبینی می شود استفاده از ابزارهای بی سیم در سال ۲۰۱۸ حدود سه تا چهار برابر سال ۲۰۱۲ باشد. آنچه که مشخص است، تقاضا برای ابزارهای بی سیم با سرعت فزاینده ای رو به گسترش می باشد.

۳-۳- کاربردهای اینترنت اشیا در صنعت

۳-۳-۱- اینترنت اشیا و بهره وری کار و زمان

یکی از مباحث مهم در صنایع مختلف و بخصوص در مهندسی صنایع ارزیابی کار و زمان است. ارزیابی کار و زمان، مطالعه و ارزیابی سیستماتیک کار را در بر می گیرد. اهداف و مراحل این حوزه را می توان در ۵ بند زیر خلاصه کرد:

- ایده پردازی و طرح روش برای انجام بهتر فرایند
- پیاده کردن روش بهتر انجام فرایند
- تعیین زمان لازم برای انجام آن فرایند
- یاری رسانی در آموزش مطلوب پرسنل
- هماهنگی با سیستمهای پرداخت حقوق و دستمزد

ارزیابی کار و زمان را به دو قسمت اصلی تقسیم می کنیم که عبارتند از مطالعه کار و مطالعه زمان. کاری که در مطالعه کار انجام می دهیم تجزیه و تحلیل عملیات یک فرایند تولیدی و ساده نمودن آن است و هدف از آن بهبود یا افزایش کارایی در فرآیند تولیدی است.

در مطالعه کار یا طرح روشها با دو مساله روبرو هستیم:

- طرح روش جدید در ایستگاه های کاری جدید
- طرح روش بهتر در ایستگاه های کاری موجود

در مورد اول ما به دنبال یافتن روش جدید در زمینه تجزیه و تحلیل و ساده نمودن عملیات در ایستگاه های کاری که قرار است ایجاد شود هستیم و در مورد دوم به دنبال یافتن روش های بهتر جهت بهبود در ایستگاه های کاری فرآیند تولیدی موجود هستیم.

همانگونه که پیش از این اشاره شد ورود اینترنت اشیا به عرصه صنعت با ایجاد تغییراتی اساسی در شکل و نحوه انجام فرایند ها و میزان بازدهی آنها همراه خواهد بود. یکی از اولین بخش هایی که با تغییرات گسترده مواجه خواهد شد و به طور مستقیم تحت تاثیر اینترنت اشیا قرار خواهد گرفت مبحث کار سنجی و زمان سنجی است. طی جستجوهای انجام شده در میان منابع فارسی و انگلیسی، هیچگونه سندی که تا امروز پژوهشی در این زمینه انجام شده باشد بدست نیامد. در این زمینه برخی پیشنهادات مطرح شده است که به صورت اجمالی به شرح هر کدام پرداخته خواهد شد.

۳-۳-۱-۱- تخصیص کار به افراد

سازمان می تواند با استفاده از پوشیدنی های متصل به اینترنت تمام اطلاعات مرتبط با سلامت کارکنان را جمع آوری کرده و وضعیت سلامت آنان را به صورت لحظه ای پایش نماید. با استفاده از این قابلیت میتوان در جهت تغییر یا اصلاح وضعیت کاری در هر فرایند تصمیم گیری شود. به این صورت که اطلاعات از جنبه های مختلف سلامت فرد در حین انجام کار گرفته شده و چنانچه قسمتی از فرایند کاری باعث خستگی بیش از حد یا سبب ایجاد ضایعه در طولانی مدت در کارگر می شود با مطالعه و ایجاد تغییرات و اصلاحات می توان این نواقص را برطرف کرد. در شرایط امروزی مبنای زمان سنجی بیشتر بر زمان کمتر و بازدهی بیشتر تکیه می کند ولی در صورت استفاده از این قابلیت اینترنت اشیا مبنای برنامه ریزی ها سلامت کارکنان خواهد

بود. اینترنت اشیا می تواند در جهت افزایش سلامت کارکنان سازمان و افزایش نشاط و بهره وری بیشتر کمک های موثری به مدیریت استراتژیک و مدیران میانی و برنامه ریز نماید.

همچنین در صورت نیاز سازمان به ایجاد یک فرایند کاری جدید در حال حاضر برنامه ریزی ها بیشتر با توجه و تکیه بر تجربه مدیران برای ایستگاه کاری جدید انجام می شود و در طول زمان با انجام اصلاحات مرحله ای بهره وری یک ایستگاه کاری را به شرایط نرمال می رسانند. این موضوع رابطه مستقیم با میزان تجربه و هوش طراح ایستگاه کاری و همچنین میزان ارتباط موثر طراح ایستگاه با کارکنان مستقر در آن ایستگاه کاری دارد بطوریکه اگر به وضعیت ایستگاه کاری رسیدگی نشود در طولانی مدت صدمات زیادی به کارکنان و به طبع آن به سازمان وارد خواهد آمد. اما به وسیله اینترنت اشیا با مطالعه و استفاده از داده های سایر کارخانجات در سراسر جهان، مدیران می توانند با استفاده از داده های بدست آمده و شبیه سازی بر اساس آنها، بهترین شرایط ممکن را فراهم کرده و ایستگاه کاری با بازدهی حداکثر، کار خود را آغاز کند.

در زمینه تخصیص کار به شخص مناسب اینترنت اشیا پیشرفت های بزرگی را با خود به همراه خواهد داشت. یکی از بزرگترین دغدغه های مدیران منابع انسانی استفاده از فرد مناسب در هر ایستگاه کاری است. با جمع آوری اطلاعات از جنبه های مختلف در هر فرد در هنگام استخدام یا در طول دوره کاری فرد می توان از هر شخص در پست کاری که با شرایط فیزیکی و روحی وی سازگاری بیشتری داشته باشد استفاده کرد. به این ترتیب بازده هر شخص در ایستگاه کاری به حداکثر خواهد رسید. این امکان امروز نیز تا حدی قابل انجام است ولی هزینه های انجام آن بالا بوده و اطلاعات موجود برای کنترل و پایش در لحظه دست و پا گیر و نتیجه بدست آمده از آن از دقت کافی برخوردار نیست ولی با پیشرفت در زمینه اینترنت اشیا و جمع آوری انبوه اطلاعات و تجزیه و تحلیل آنها در مدت زمان کوتاهی می توان به نتایج خارق العاده دست یافت.

۳-۳-۲- برنامه ریزی تولید و اینترنت اشیا

فرایند برنامه ریزی تولید در واقع از پیش بینی و دریافت سفارشات مشتری شروع شده، با امکان سنجی چگونگی برآورد تقاضا، برنامه ریزی مواد مورد نیاز و برنامه ریزی کوتاه مدت نهایتاً با دستور تولید و پیگیری برنامه زمانبندی تولید و تحلیل مغایرت ها و تلاش در رفع آنها خاتمه می یابد.

تعیین برنامه زمانبندی تولید به عنوان یکی از عوامل کلیدی موفقیت در هر سازمان تولیدی نقش مهم و موثری دارد، زیرا زمانبندی تولید باعث جلوگیری از انباشت سرمایه، تقلیل ضایعات، کاهش و یا حذف بیکاری ماشین آلات و تلاش برای استفاده بهتر از آنها، پاسخگویی بموقع به سفارش های مشتریان و تامین مواد اولیه و قطعات مورد نیاز در موقع مناسب می شود.

۳-۳-۲-۱- برنامه ریزی تولید بر اساس توان کاری سازمان

قلب تپنده در هر کارخانه واحد تولیدی آن کارخانه یا اصطلاحاً کف کارخانه است. ایجاد یکپارچگی بین واحد تولید و سایر بخش های کارخانه یکی از مهمترین وظایف مدیر داخلی هر واحد تولیدی به شمار می رود. هرگونه عدم هماهنگی بین این دو واحد منجر به ایجاد ناهماهنگی و در صورت ادامه، این ناهماهنگی ها باعث وقوع فاجعه در کارخانه خواهد شد. بر همین اساس مدیر داخلی موظف به ایجاد هماهنگی کامل و ارتباط موثر بین مدیران دو واحد مذکور می باشند. این هماهنگی به خصوص در کارخانجات چند محصولی^۱ از اهمیت بیشتری برخوردار است. برخی دستگاه ها برای تولید کالاهای مختلف نیاز به تغییر قالب دارند. این تغییر قالب زمان بر بوده و باعث ایجاد زمان بیکاری در بخشی از سیستم کارخانه می شود. در صورتی که هماهنگی کافی بین واحدهای تولید و برنامه ریزی برقرار نباشد سازمان برای تحویل سفارش به مشتری با اختلال مواجه خواهد شد و این اختلال در بلند مدت علاوه بر افزایش فشار و ایجاد دلزدگی در کارکنان، بر شهرت سازمان نیز تاثیر گذار خواهد بود. هماهنگی بین واحد های مختلف سازمان، اهمیت نیاز به یک ارتباط دائمی، یکپارچه و همگرا در سازمان را دو چندان می کند. هرچه برقراری ارتباط بین واحد های مختلف پویا تر و راحت تر باشد برنامه ریزی تولید در آن کارخانه روان تر، سریع تر و بدون ایجاد

^۱ یک نوع ماشین - چند نوع محصول

فشار بر روی ایستگاه های کاری در سازمان انجام خواهد شد. در بسیاری مواقع مدیران میانی کارخانجات برای رسیدن به حداکثر نرخ تولید و تحویل محصولات خود در زمان تعیین شده، با مجبور کردن کارکنان سازمان به کار بیشتر به روشهای مختلف سعی در رسیدن به هدف تعیین شده دارند. این تصمیم گیری ها گاه به دلیل عدم آشنایی مدیران با وضعیت واحد تولیدی یا توقعات غیر واقعی آنها از کارکنان ناشی می شود. اما در صورت وجود ارتباط موثر بین مدیران ارشد و واحد تولید و آشنایی با واقعیت های موجود در بخش تولید کارخانه اینگونه برنامه ریزی ها با واقع بینی بیشتر انجام خواهد شد.

اینترنت اشیا با ایجاد ارتباط موثر در هر لحظه به کمک مدیران میانی و مدیران ارشد برای برنامه ریزی تولید واقع نگر و بهره ور خواهد آمد. البته در این زمینه نرم افزارهایی ارائه شده اند اما هنوز کارایی مناسب را از خود نشان نداده اند. ضمن اینکه در این زمینه سخت افزار های بسیار کمی ارائه شده است که توسط شرکت های بسیار بزرگ مورد استفاده قرار می گیرند که دارای زیر ساخت های شبکه ای پر هزینه ای می باشند اما هنوز برای صنایع کوچک هیچ راهکاری ارائه نشده است. با ورود هر چه بیشتر اینترنت اشیا به ساختار سازمان های کوچک و نیمه بزرگ مشکل نبود ارتباط موثر بین واحد های مختلف حل خواهد شد.

وجود یک سیستم کاملا متصل و آنلاین به مدیران فروش این امکان را خواهد داد که پیش از عقد هرگونه قراردادی وضعیت دقیق خط تولید کارخانه خود را بررسی کرده و بر اساس توانایی های خط تولید تصمیمات متناسب اتخاذ نمایند. همچنین مدیران ارشد می توانند نظارت کامل بر خط تولید کارخانه داشته باشند و گلوگاه ها را به شیوه ای موثر کنترل کرده و تصمیمات دقیق و موثری برای افزایش بهره وری در خط تولید کارخانه بگیرند.

۳-۳-۲- استفاده از اطلاعات برنامه ریزی تولید در هر لحظه

یکی از مزایای بزرگ شبکه اینترنت امکان برقراری ارتباط در هر لحظه است. اینترنت اشیا با کنترل دائمی وضعیت کاری کارکنان، وضعیت دستگاه ها، خط تولید و در دست داشتن اطلاعات کامل جمع آوری شده به وسیله نرم افزارهای متصل به شبکه می تواند برنامه ریزی کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت تولید را با دقت بسیار بالا به انجام برساند. سیستم متصل به اینترنت می تواند با اشتراک گذاری اطلاعات خط تولید با هر فرد یا سازمانی در هر نقطه ای از جهان مشاوره های لازم در خصوص وضعیت خط تولید و برنامه ریزی تولید را دریافت کند. همچنین بوسیله اینترنت اشیا نیاز به حضور فیزیکی مدیران در محل کارخانه به حداقل ممکن خواهد رسید ضمن اینکه مدیران می توانند در هر نقطه ای از جهان اطلاعات شفاف و در لحظه خط تولید کارخانه خود به شیوه ای بسیار کارا تر و دقیق تر از وضعیت کنونی را در دسترس داشته باشند. همچنین کارخانجات چند ملیتی می توانند با داشتن یک سیستم یکپارچه با جمع آوری اطلاعات وضعیت خطوط تولید خود در سراسر جهان وضعیت کارخانجات مختلف را با هم مقایسه کرده، از تجربیات موجود در هر واحد تولیدی خود استفاده کنند و با استفاده از هوش مصنوعی تمام داده های جمع آوری شده را به یک سیستم مشاوره تصمیم گیری داده و مدل سازی های مجازی مختلف را با هم مقایسه کرده و در نهایت بهترین مدل تولید را برای هر واحد تولیدی از طریق اتصال یکپارچه تمام نیروی انسانی و ابزاری سازمان بدست آورند. استفاده از اینترنت اشیا به پیشبینی و تصمیم گیری دقیق تر و مناسب تری خواهد انجامید.

مدیران می توانند وضعیت سفارش های تولید را به طور دقیق پیگیری نموده و این اطلاعات را با مشتریان خود به اشتراک بگذارند. همچنین با استفاده از داده های موجود می توانند پیشبینی دقیقی از زمان و نحوه تحویل محموله های خود به مشتریان داشته باشند. این قابلیت در کنار ارتباط موثر با واحد تولید می تواند برنامه ریزی تولید را بیش از پیش به وضعیت ایده آل مورد نظر مدیران و کارکنان نزدیک نماید.

برنامه ریزی تولید برای یک محصول جدید نیاز به صرف هزینه و زمان زیادی دارد. مدیران برنامه ریزی می توانند با استفاده از داده های گذشته و همچنین دریافت اطلاعات سایر تولیدکنندگان در مورد جزئی ترین مسایل در ایستگاه های تولیدی اطلاع کسب کرده و از آنها برای شروع تولید با بهترین برنامه ریزی ممکن اقدام نمایند.

۳-۳-۳- اینترنت اشیا و طرح ریزی واحدهای صنعتی

طرح ریزی واحدهای صنعتی عبارت است از برنامه ریزی، طرح، بهبود و پیاده سازی سیستم های استقرار و حمل و نقل مواد، به نحوی که حداکثر کارایی حاصل شود.

منظور از طرح استقرار، چیدمان منسجم و هماهنگ تجهیزات و ماشین آلات در یک واحد تولیدی است و منظور از سیستم های حمل و نقل، طراحی سیستمی است که بتواند با کمترین هزینه جریان مواد را در واحد تولیدی برقرار سازد و طراحی هر دو مورد ذکر شده باید به گونه ای باشد که حداکثر بهره برداری از ترکیب نیروی کار، مواد، تجهیزات و ماشین آلات حاصل گردد.

۳-۳-۳-۱- تغییر در طراحی سازمان ها و واحدهای صنعتی

ورود اینترنت اشیا به هر بخش از صنعت آن را به کلی دگرگون خواهد کرد. بطوریکه با وجود این فناوری برنامه ریزی در بسیاری از زمینه های صنعتی با تغییرات زیادی همراه خواهد بود. بی علت نیست که ورود اینترنت اشیا به عرصه صنعت را انقلاب جدید صنعتی نام نهاده اند.

یکی از اولین تغییراتی که یک سازمان باید برای پیاده سازی اینترنت اشیا اعمال نماید تغییر سیستم های موجود و استفاده از سیستم های سازگار با اینترنت اشیا می باشد. با تغییر سیستم، فضای مورد نیاز برای آن نیز دچار تغییر خواهد شد. همچنین تعداد نیروی انسانی مورد نیاز، طراحی جریان مواد و نحوه استقرار ماشین آلات نیز با توجه به دستگاه جدید ممکن است با تغییراتی همراه باشد که نیاز به برنامه ریزی چیدمان و طراحی مجدد فضای سازمان را در پی خواهد داشت. هنگامیکه اینترنت اشیا در سازمان پیاده سازی شود، بخش فناوری اطلاعات سازمان تبدیل به قلب تپنده آن خواهد شد که وظیفه برقراری، کنترل و نظارت بر تمام امور مربوط به اینترنت اشیا از قبیل سخت افزاری و نرم افزاری را بر عهده خواهد داشت. بنابراین اضافه شدن یا اصلاح ساختاری سازمان برای واحد IT یکی از اولین تغییراتی خواهد بود که سازمان ها باید برای تغییر ساختار فیزیکی خود مد نظر قرار دهند.

در زمینه کمک به طراحان برای طراحی بهینه تر، اینترنت اشیا میتواند با ارایه اطلاعات مورد نیاز طراحان از جنبه های مختلف ماشین آلات مورد نیاز در ساختار واحد تولیدی و همچنین دریافت اطلاعات به اشتراک گذاری شده از طرح های متفاوت موجود، طراحی بهینه تر و با صرف هزینه و زمان کمتر را در اختیار صنایع قرار دهد. با استفاده از داده های جمع آوری شده توسط اینترنت اشیا زمان مورد نیاز برای طراحی یک واحد تولیدی کاهش یافته و هوش مصنوعی موجود بر روی شبکه بوسیله داده های جمع آوری شده امکان شبیه سازی یک واحد صنعتی را به طور کامل به طراحان خواهد داد. همچنین با پیشرفت تکنولوژی و استفاده هدفمند از اطلاعات موجود در داده ها می توان کلیه فرایندهای طراحی را به طور کامل به نرم افزارهای طراحی واگذار کرد.

در زمینه مکان برپایی واحد تولیدی نیز می توان با استفاده از داده های چند بعدی که اینترنت اشیا و شبکه های اشتراک گذاری داده های مربوط به آن در اختیار ما قرار می دهند، بهترین مکان ممکن را برای ایجاد واحد صنعتی جانمایی نمود.

۵- بحث و نتیجه گیری

این روزها اینترنت اشیا به یکی از داغ ترین بحث های ممکن تبدیل شده و هر ساعت شاهد معرفی و رونمایی محصولات و راهکارهایی تازه در این زمینه هستیم. اکثر برندهای بزرگ نیز سرمایه گذاری هایی قابل توجهی را در حوزه یاد شده صورت داده اند و باور دارند در آینده ای نه چندان دور سرمایه گذاری هایشان به ثمر نشست و در بازار بسیار عظیم در مقابلشان گشوده خواهد شد. مجموعه ای از ابزارها و گجت های همواره بر خط که با کمک حسگرها و نرم افزارها دائماً به جمع آوری و تبادل داده با یکدیگر و کاربران پرداخته و امکان هوشمند سازی خانه ها، شهرها، صنعت و... را فراهم می آورند و رفته رفته زندگی را بیش از هر زمان دیگری برای افراد ساده تر نموده و به شدت بهره وری آنها از زمان خویش را افزایش می دهند. بر اساس پیش بینی کمیسیون اروپا، ارزش تجاری اینترنت اشیا در سال ۲۰۲۰ به یک تریلیارد یورو خواهد رسید

این مقوله می تواند در زمینه اتوماسیون های خانه و ساختمان، شهر های هوشمند، تولید هوشمند، خودروها، بهداشت و درمان و پوشیدنی ها تحولی چشم گیر را پدید آورد، مثلا لوازم خانگی هوشمند مانند چراغ های اسمارت که امکان کنترل از راه دور بوسیله اینترنت و از طریق یک اپلیکیشن موبایل را دارا می باشند و باعث صرفه جویی بالا در مصرف انرژی می شوند. همچنین در یک شهر هوشمند نشستی در لوله های آب رسانی شهری در کوتاه ترین زمان ممکن قابل شناسایی و رسیدگی است و ترافیک خیابان ها نیز توسط یادگیری ماشینی و الگوریتم های پیشرفته به شکلی بسیار بهینه تر از قبل مدیریت می گردد. کارخانجات هوشمند نظارت دقیق تری روی ماشین آلات خود داشته و بازدهی بالاتری را تجربه می نمایند. در حوزه ی بهداشت هم برای اولین بار امکان جمع آوری و بررسی دائمی علائم بیماری های افراد میسر می گردد تا در صورت پیش آمدن مسئله ای خاص به سرعت و قبل از آنکه دیر شود روند درمانی آغاز گردد. موئه طنابیان^۱، رئیس لابراتوار نوآوری های اینترنت اشیا شرکت سامسونگ در ایالات متحده آمریکا است. بر اساس نظر وی بازه دسترسی کاربران به اینترنت را می توان به سه دوره تقسیم کرد که هر دوره تقریباً شامل ۱۰ سال می شود. در اولین دوره که افراد برای اولین بار از اینترنت و مرورگرهای وب استفاده کردند تعداد کسانی که محتوا تولید می نمودند بسیار کم و افرادی که از محتوای تولیدی استفاده می بردند بسیار زیاد بود. دوره بعدی بشر شاهد ظهور شبکه های اجتماعی بود و تولید کنندگان محتوا در کنار مصرف کنندگان آن رشدی انفجاری را تجربه کردند و اکنون بشر وارد دوره سوم شده است. دوره ای که علاوه بر انسان ها، برای نخستین بار ماشین ها و دستگاه ها نیز به تولید و گردآوری داده و تجزیه و تحلیل آن می پردازند. در مقطع کنونی، گجت ها، سنسورها و موارد بسیار دیگری به جمع آوری داده در زمینه های مختلف مشغولند، این داده ها در حجم انبوه تجزیه و تحلیل می شوند و سپس روی آنها راهکارها و الگوریتم هایی اعمال می گردند که در نهایت بخشی از زندگی انسان را ساده تر می نمایند. به عقیده طنابیان با تحقق مفهوم اینترنت اشیا بخش عظیمی از وظایف از دوش انسان ها برداشته شده و به کامپیوترها سپرده می شوند و در نتیجه زندگی آسان تر می گردد و البته خطاهای انسانی که قبلاً پیامد هایی را داشتند نیز از بین می روند.

یکی از زیر ساخت های مهم اینترنت اشیا داشتن سیستمی است که بوسیله آن بتوان ارتباطات پر سرعت و پایدار برقرار کرد. در کنگره جهانی موبایل سال جاری (۲۰۱۵) اعلام شد که تا سال ۲۰۲۰، اینترنت نسل پنجم یا همان 5G به بهره برداری خواهد رسید. اینترنت 3G سرعتی تقریباً قابل قبول دارد و 4G را می توان برای مقطع فعلی ایده آل دانست، اما 5G به ما یاری خواهد رساند تا به تجربه های جدیدی دست یابد. از فناوری 5G، به عنوان کلید اینترنت اشیا یاد می کنند که با سرعتی ارائه شده توسط آن، همه ی اشیا پیرامون ما می توانند به اینترنت متصل گشته و ارتباطی پایدار داشته باشند. روزی خواهد رسید که میلیاردها سنسور در لوازم برقی خانگی، سیستم های امنیتی، قفل های درب خانه ها، خودروها، پوشیدنی ها، دستگاه ها و ماشین آلات تعبیه شوند. موسسه تحقیقاتی گارتنر^۲ معتقد است تا سال ۲۰۲۰، تعداد ۲۵ میلیارد محصول متصل به اینترنت ساخته خواهد شد. این آمار برای سال جاری (۲۰۱۵)، به مقدار ۵ میلیارد دستگاه برآورد می شود. همین مقدار عظیم حسگر ها است که باعث می شود کوهی از داده ها ایجاد شود.

یکی از مدیران Fujitsu در رابطه با اینترنت اشیا می گوید:

"شما به صورت اتوماتیک از ورود فرزندانان به خانه مطلع می شوید. خودروهایی که در اتوبان می بینید، روزی به صورت اتوماتیک به حرکت خواهند پرداخت."

تمام این فرضیات، توسط داشتن ارتباطی بسیار پر سرعت و پایدار، امکان پذیرند. سرعت اتصال با فناوری 5G، قابلیت های بسیاری در اختیار ذهن ناآرام و قانع نشدنی انسان خواهد گذاشت. خودرو های بدون راننده می توانند در شرایط بحرانی، در کسری از ثانیه تصمیم گیری نمایند، شهرهای هوشمند به راحتی می توانند ترافیک، سطح آلودگی هوا و یا جای پارک را پیش کنند و این اطلاعات را به خودروی هوشمند شما برسانند.^{vi}

¹ Moe Tanabian

² Gartner Technology Research Inc.

- تاثیر اینترنت اشیا بر بخش های گوناگون طی چند سال آینده را می توان به صورت زیر تقسیم بندی کرد:
- بخش تولید و صنعت: در حال حاضر ۳۵ درصد از تولید کنندگان از حسگر های هوشمند استفاده می کنند. ۱۰٪ از تولید کنندگان قرار است طی یک سال آینده از این حسگر ها استفاده نمایند و ۸٪ آنها طی سه سال اقدام به انجام این کار اقدام خواهند نمود.
 - بخش حمل و نقل: بیش از ۲۲۰ میلیون وسیله نقلیه تا سال ۲۰۲۰ به اینترنت متصل خواهند شد. بخش کشاورزی: ۷۵ میلیون دستگاه و ماشین در بخش کشاورزی در سراسر جهان تا سال ۲۰۲۰ به اینترنت اشیا متصل خواهند شد.
 - بخش زیر ساخت شهری: شهرداری ها هزینه های اینترنت اشیا را تا سال ۲۰۱۹ به ۱۳۳ میلیارد دلار خواهند رساند.
 - سیستم بانکی: هم اکنون حدود ۳ میلیون دستگاه ای تی ام در سراسر جهان در ارتباط با شبکه اینترنت نصب شده است.
 - بخش نفت و گاز و معدن: حدود ۵.۴ میلیون دستگاه تحت عنوان اینترنت اشیا در سایت های استخراج نفت تا سال ۲۰۲۰ فعال خواهد شد.
 - خانه های هوشمند: اکثر دستگاه های قابل حمل خانگی تا سال ۲۰۳۰ به اینترنت متصل خواهد شد. بخش صنایع غذایی: حدود ۳۱۰ میلیون دستگاه در قالب اینترنت اشیا توسط صنایع غذایی تا سال ۲۰۲۰ به اینترنت اشیا متصل خواهد شد.
 - بخش گردشگری: ۳۱٪ هتل ها از درب هایی با قفل هوشمند نسل آینده استفاده خواهند نمود.
 - بخش بهداشت و درمان: ۶۴۶ میلیون دستگاه در قالب اینترنت اشیا برای مراقبت های بهداشتی تا سال ۲۰۲۰ مورد استفاده قرار خواهد گرفت.
- مبحث امنیت اینترنت اشیا نیز یکی از نگرانی های عمده موجود در زمینه این فناوری نوین است. در جولای سال ۲۰۱۴ شرکت HP در گزارش خود به وجود آسیب پذیری در اینترنت اشیا اشاره کرد و با نام بردن برخی از شرکت ها اعلام کرد که محصولات آن ها دارای آسیب پذیری در برابر حملات هکری است. البته هجوم هکرها به اینترنت اشیا، به دلیل کمی پراکندگی این موضوع هنوز نگران کننده نیست و خطری جدی محسوب نمی شود، اما با توجه به سرعت فزاینده پیشرفت این فناوری، باید از الان به فکر راه چاره ای برای این موضوع بود^{vii}.
- در هر صورت با گذشت زمان اینترنت اشیا سبک زندگی بشر را تغییر خواهد داد و برای مشکلات پیش روی آن دیر یا زود راه حل هایی ارائه خواهد شد. به امید آنکه ما نیز این فرصت را غنیمت شمرده و از آن برای جبران عقب ماندگی سیستم صنعتی استفاده کرده و رو به پیشرفت های بزرگتر گام برداریم.

منابع

1. Cambridge Service Alliance , University of Cambridge - Internet of Animal Health Things (IoAHT) Opportunities and Challenges , Daniel Smith, Scott Lyle, Al Berry, Nicola Manning Centre for Digital Innovation, Zoetis
2. CNet Online Press - How 5G will push a supercharged network to your phone, home, car, Stephen Shankland - <http://www.cnet.com/news/how-5g-will-push-a-supercharged-network-to-your-phone-home-and-car>
3. Forbes Press - A Very Short History Of The Internet Of Things , Gil Press - <http://www.forbes.com/sites/gilpress/2014/06/18/a-very-short-history-of-the-internet-of-things>
4. Google Parse blog , Connecting Hardware with the Cloud: Parse for IoT , James Yu - <http://blog.parse.com/learn/connecting-hardware-with-the-cloud-parse-for-iot>

5. HP Press release - Internet of Things Research study 2015 - <http://h20195.www2.hp.com/V2/GetDocument.aspx?docname=4AA5-4759ENW&cc=us&lc=en>
6. IDC Press Release - Explosive Internet of Things - <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS25658015>
7. IHS Technology - <https://technology.ihs.com/431737/internet-of-things-report-industrial-2014>
8. Industrial IP Advantage Online Press - IP Technology : The Future for Industrial Automation , Mike Hannah - <http://www.industrial-ip.org/en/industrial-ip/internet-of-things/ip-technology-is-the-future-for-industrial-automation>
9. IoT European Research Cluster - Internet of Things From research to innovation , Ouidiu Vermesan , Peter Friess - <http://www.internet-of-things-research.eu>
10. IoT league Online Press - Internet of Things, A History , Alejandro Erminy - <http://www.iotleague.com/internet-of-things-a-history>
11. IQS Inc. Press - How Does Quality Management Link into the Internet of Things - Michael Rapaport - <http://www.qualitydigest.com/inside/quality-insider-article/how-does-quality-management-link-internet-things.html>
12. Mohamed Zaki and Andy Neely - cambridgeservicealliance.eng.cam.ac.uk
13. Pew Research Center - The Internet of Things Will Thrive by 2025 , Joanna Anderson , Lee Rainie - <http://www.pewinternet.org/2014/05/14/internet-of-things>
14. PostScape Labs – A brief history of internet of things - <http://postscapes.com/internet-of-things-history>
15. PWC Press - The Internet of Things: what it means for US manufacturing - <https://www.pwc.com/us/en/industrial-products/assets/big-data-next-manufacturing-pwc.pdf>
16. RFID Journal LLC - That 'Internet of Things' Thing , Kevin Ashton - <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>
17. Roshd online encyclopedia - <http://daneshnameh.roshd.ir>
18. Tech Pro Research Online Press - <http://www.techproresearch.com/downloads/wearables-byod-and-iot-current-and-future-plans-in-the-enterprise/>
19. Zoomit Online magazine - <http://www.zoomit.ir>

ⁱ **PostScape Labs** – A brief history of internet of things - <http://postscapes.com/internet-of-things-history>

ⁱⁱ **IoT league Online Press** - Internet of Things, A History , Alejandro Erminy - <http://www.iotleague.com/internet-of-things-a-history>

ⁱⁱⁱ **Forbes Press** - A Very Short History Of The Internet Of Things , Gil Press - <http://www.forbes.com/sites/gilpress/2014/06/18/a-very-short-history-of-the-internet-of-things>

^{iv} **PWC Press** - The Internet of Things: what it means for US manufacturing - <https://www.pwc.com/us/en/industrial-products/assets/big-data-next-manufacturing-pwc.pdf>

^v **IHS Technology** - <https://technology.ihs.com/431737/internet-of-things-report-industrial-2014>

^{vi} **CNet Online Press** - How 5G will push a supercharged network to your phone, home, car , Stephen Shankland - <http://www.cnet.com/news/how-5g-will-push-a-supercharged-network-to-your-phone-home-and-car>

^{vii} **HP Press release** - Internet of Things Research study 2015 - <http://h20195.www2.hp.com/V2/GetDocument.aspx?docname=4AA5-4759ENW&cc=us&lc=en>

Zoomit Online magazine - <http://www.zoomit.ir>

Roshd online encyclopedia - <http://daneshnameh.roshd.ir>