**اینترنت اشیاء صنعتی (Industrial IoT)چیست ؟**

پس از اختراع ماشین بخار در سال 1760 ، بخار بعنوان نیروی محرکه همه چیز از کشاورزی گرفته تا تولید و نساجی استفاده میشد. این امر باعث وقوع اولین انقلاب صنعتی و آغاز عرصهی تولید مکانیکی شد . در اواخر قرن 19 ام با پا به عرصه گذاشتن الکتریسیته و بوجود آمدن مدل های جدید صنعتی از جمله سازمان کارگری و امکان تولید انبوه ، دومین انقلاب صنعتی بزرگ بوقوع پیوست.در نیمه دوم قرن 20 ام ،با توسعه نیمه هادی ها و همچنین معرفی کنترل کننده های الکتریکی، اتوماسیونهای صنعتی ظهور کردند و موجب سومین انقلاب بزرگ صنعتی شدند . در نمایشگاه هانور در سال 2011 بود که Henning kagerman ،Wolf-Dieter Lucas و Wolfgang Whalster اصطلاح " کارخانه های نسل 4.0 " را برای پروژهی نوسازی سیستم های تولیدی آلمان با استفاده از قابلیتهای جدیدترین فناوری های دیجیتال ابداع کردند.

کارخانههای نسل 4.0 دارای ویژگی های زیر هستند :

* متصل و یا ادغام کردن حوزهی تولید با فناوری اطلاعات و ارتباطات
* ادغام داده های مشتری با داده های دستگاههای تولیدی
* فراهم کردن امکان برقرار ارتباط ماشین با ماشین
* مدیریت خودگردان تولید بصورت کارامد و امکان صرفه جویی در منابع

اینترنت اشیاء یکی از عاملهای کلیدی در توسعه ی صنعت تولید در کنار فناوریهایی همچون "داده های عظیم" ، "پردازش ابری"، "رباتیک" و از همه مهمتر ادغام و همگرایی فناوری اطلاعات و فناوری های عملیاتی می باشد. بطور کلی اصطلاح "اینترنت اشیاء صنعتی" به زیرشاخهی صنعتی از اینترنت اشیا اشاره دارد . اینترنت اشیاء صنعتی همانند اینترنت اشیاء ، یک فناوری جدید و نوپا نیست بلکه اشاره به زنجیره ارزش یک محصول دارد . بدین صورت که ، اینترنت اشیاء صنعتی تمام بخش های دنیای صنعت را با اصلاح قابل توجه روند کاری در هر مرحله از تولید شامل چگونگی طراحی، ساخته شدن، فروش، حفظ و نگهداری تحت تاثیر خود قرار میدهد. همانند اینترنت اشیاء ،اینترنت اشیاء صنعتی در ابتدای راه خود قرار دارد.

طبق پیش بینی های صورت گرفته توسط فوربز :

* بازار جهانی اینترنت اشیا از 157 بیلیون دلار در سال 2016 به 457 بیلیون دلار در سال 2020 رشد خواهد یافت و به نرخ رشد ترکیبی سالیانه 28.5% دست پیدا می کند .
* تولید و ساخت، حمل و نقل ، تدارکات و خدمات رفاهی و زنجیرهی تامین، سهم بیشتری را در اینترنت اشیاء صنعتی در سال 2020 نسبت به سایر حوزهها خواهند داشت؛ باتخمین ارزش 40 بیلیون دلاری به ازای هرکدام

**شباهت ها و تفاوت های IoT و I-IoT**

بسیاری بین IoT و I-IoT وجود دارد با این حال، I-IoT صرفاً وابسته به صنعت است و ویژگی های خاصی دارد که در ذیل به مهمترین آنها اشاره شده است:

* امنیت سایبری امری حیاتی برای هر راهکار دیجیتال است، با این حال پیاده سازی آن در دنیای صنعت نیازمند توجه ویژه ای است به این دلیل که سیستم های عملیاتی و دستگاه ها در صنعت، چرخهی حیات طولانی تری دارند و معمولاً بر پایهی چیپ های قدیمی ، پردازنده ها و سیستم هایی ساخته شده اند که هیچگاه اتصال آنها به اینترنت در زمان طراحی و ساخت پیش بینی نشده بود؛ به این معنا که با این فرض طراحی و ساخته شده اند که همواره در یک شبکه ی محلی ایزوله قرار دارند که توسط دیوار آتش از دنیای بیرونی محافظت می شوند.
* اطمینان از تداوم کار دستگاه های دیجیتال صنعتی امری حیاتی است، هر گونه توقف کار موقت ممکن است باعث ضررهای مالی و جانی کلان شود یا حتی جبران ناپذیر شود.
* راهکارهای I-IoT باید در محیطی سرشار از تکنولوژی های متفاوت که به طور معمول از دستگاه های صنعتی قدیمی تشکیل شده اند، پیاده سازی شوند. علاوه بر این باید با دستگاه های متفاوتی به عنوان منبع اطلاعات، مانند SCADA 3 ، PLC ها ، DCS ها ، انواع پروتکل ها ، پایگاههای داده و سیستم های ERP 4 درون سازمانی نیز تعامل کنند.
* شبکه های صنعتی، شبکه های تخصصی و قطعی (deterministic) هستند که از ده ها هزار کنترل کننده، روبات ها و ماشین های خودکار یا نیمه خودکار تشکیل شده اند. راهکار های I-IoT مستقر شده در این شبکه ها باید با مقیاس ده ها هزار سنسور، دستگاه و کنترل کننده به صورت یکپارچه عمل کنند.
* در دنیای صنعت اشیای فیزیکی پیچده تر هستند و نسبت به محیطهای غیر صنعتی تنوع بسیار گستردهتری در توپولوژی و ساختار دارند.
* در دنیای صنعت، نیرومندی، انعطاف پذیری و دسترس پذیری، نیازمندی های کلیدی محسوب میشوند در حالی که راحتی استفاده و تجربه ی کاربری به اندازهای که در محیطهای غیر صنعتی مورد توجه قرار میگیرند، دارای اهمیت نیستند.
* سیستم های صنعتی و IOT ، از کنترل کننده های منطقی قابل برنامه نویسی گرفته تا تجهیزات ماشینی، به طور مداوم برای پشتیبانی از پردازش های جدید، مجدداً برنامه نویسی، تنظیم و پیکربندی می شوند. راهکارهای I-IOT نیز باید این انعطاف پذیری و سازگاری را برای پشتیبانی از فرآیند های صنعتی داشته باشند.

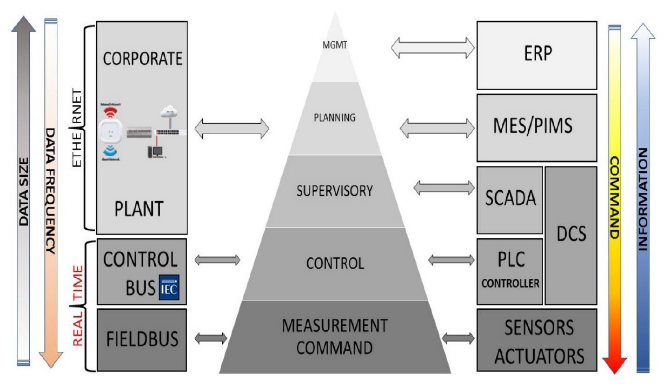
**کاربردهای اینترنت اشیاء صنعتی**

از اینترنت اشیاء صنعتی، نه تنها در فرایند تولید میتوان استفاده کرد، بلکه در سایرحوزه های صنعتی نیز میتوان بهره برد. به طور خلاصه از اینترنت اشیاء صنعتی برای اتصال دو دنیای فیزیکی و دیجیتال در کارخانه ها استفاده میشود. اینترنت اشیاء صنعتی کمک میکند تا با جمع آوری دادههای ارزشمند در فرایند تولید و سایر فرایندهای مرتبط در یک کارخانه، تمامی این فرایندها را به شکل چشمگیری بهبود بخشید. پیش بینی میشود کارخانه های که از اینترنت اشیاء صنعتی بهره میرند بتوانند با ارائه مدلهای کسب وکار جدید، نه تنها بهره وری تولید را افزایش دهند، بلکه فرایندهای نوآورانه ای را ایجاد کنند و همچنین باعث بوجود آمدن شغل های جدید شوند. نمونه ای از کاربردها و مزایای اینترنت اشیاء صنعتی به شرح زیر میباشد :

* فرایند تولید: در برگیرندهی تمام عملیاتهایی است که با استفاده از سیستمهای MES 5در طول فرایند تولید انجام میشوند، استفاده از I-IoT میتواند امکان نظارت یکپارچه بر تمامی این عملیاتها را فراهم آورد.
* مدیریت داراییها: شامل نظارت بر داراییهای تولیدی و ردیابی پارامترهایی مانند کیفیت عملکرد بازدهی، ارزیابی ریسک آسیب یا خرابی و شناسایی گلوگاههای سیستم میشود .
* نظارت از راه دور و بهره برداری: این عامل فرایندها را بهینه میکند و هدررفت منابع را ازبین میبرد و از کار های غیرضروری در فرایند کار، به منظور کاهش مصرف انرژی و هزینه، جلوگیری میکند.
* نگهداری مبتنی برشرایط: برای حداکثرکردن میزان دسترسیپذیری ماشین و به حد اقل رساندن وقفه و افزایش بازدهی، اهمیت حیاتی دارد
* دادههای عظیم: از دادههای عظیم میتوان برای نظارت بر کیفیت ساختن سرویسها و بهبود برایند حاصل از فرایندها، به کمک دادههای جمعآوری شده، استفاده کرد.

**معماری یکپارچه – دستگاهها و شبکه های صنعتی مبتنی بر اینترنت اشیاء صنعتی**

شماتیک ساده زیر نشان دهنده یک معماری اتوماسیون معمولی با ارجاع به هرم CIM میباشد . هر سطح نشان داده شده در وسط با شبکه ارتباطی مرتبط در سمت چپ خود و دستگاه ها و کاربردهای مشمول در سمت راست خود پیوند خورده است .



**سطح 1 – سنسورها ، مبدل ها و محرک ها**

مطابق با استاندارد IEC ، تعریف سنسور به این صورت است : " عنصر اصلی زنجیره اندازه گیری ، که وظیفه تبدیل مقادیر ورودی به قالب سیگنال مناسب اندازه گیری را برعهده دارد"

تعریف مبدل نیز به این شرح است : "دستگاهی که اطلاعات را در قالب مقادیر فیزیکی ) مقادیر ورودی دستگاه ( قبول میکند و آنها را به مقادیر خروجی در قالب مشابه یا متفاوت ، طبق یک قانون تعریف شده تبدیل میکند "

از آنجا که اغلبا سنسور و مبدل بصورت مشترک در یک جزء دستگاه قرار دارند ، هردو اصطلاح گاها بصورت مترادف استفاده میشوند. محرک یک مبدل است که یک دستور در قالب سیگنال ورودی را به یک عمل فیزیکی تبدل میکند . بطور ساده ، عملکرد محرک مکمل عمکرد سنسور است .

**سطح 2 – RTU ، کنترلرهای تعبیه شده ، CNC ها ، PLC ها و DCS ها**

سطح دوم شامل تمام دستگاههایی است که بطور مستقیم با سنسور ها و محرک ها تعامل میکنند تا امکان کنترل و کارکرد امن را برای واحدهای کاری و تمامی خطوط تولید ، فراهم کنند . شرح این دستگاهها به قرار زیر است :

* واحد ترمینال از راه دور:دستگاهی الکترونیکی است که توسط میکروپردازنده ها کنترل میشود . با انتقال داده و دریافت پیامهای فرمان از یک سیستم اصلی ، همانند یک رابط برای سنسورها ، محرک ها و دستگاه های هوشمند عمل میکند . اساسا با امکان کاهش پیچیدگی سیم کشی سنسور ها و محرک ها برای متمرکز کردن ورودی و خروجی آنها استفاده میشود..
* کنترلرهای تعبیه شده : بطور کلی یک تراشه یا بُرد، شامل تمامی اجزاء مورد نیاز برای انجام وظایف کنترلی لازم هستند. معمولا برای یک کاربرد خاص طراحی شده و در راستای یک دستگاه خاص و یا بصورت سفارشی، ساخته میشوند .
* کنترل های عددی رایانه ای: ابزارهای ماشینی هستند که توسط دستگاههای الکترونیکی مجتمع در ماشین کنترل می شوند. راهبرد و کارکرد این دستگاهها از قبل توسط برنامه مخصوص تعریف شده است. برای ماشین کاری های شامل روندهای طولانی و بدون دخالت محیط بیرون، مورد استفاده قرار میگیرند .

کنترلهای منطقی قابل برنامهریزی: یک کنترلر صنعتی است که به کنترل روندهای صنعتی اختصاص یافته است . نحوه اجرای برنامه در PLC در قالب یک مُد چرخشی به صورت دریافت سیگنال از طرف سنسور ها بعنوان ورودی و ارسال مقادیر خروجی به محرک ها برای کنترل روند فیزیکی است . خواندن ورودی، پردازش آنها و در نهایت نوشتن خروجی، در یک زمان محدود از قبل تعیین شده به نام چرخه اسکن انجام می پذیرد . این چرخه معمولا بین 10 تا 100 میلی ثانیه زمان میگیرد .

کنترلکنندههای توزیع شده: این دستگاهها اساسا در روندهای مداوم و دنباله دار مانند پالایش ، تولید انرژی یا صنایع شیمیایی استفاده میشوند . DCS ها مجموعه ای از عملکرد کنترلی PLC ها و عملکردها نظارتی SCADA ها را پیادهسازی میکنند.

**سطح 3 – سیستمهای کنترل نظارتی و جمعآوری داده SCADA**

این سیستم ها بر خلاف PLC ها و CNC ها یک تکنولوژی خاص نیستند، بلکه در واقع به تمام نرم افزارهای کاربردی متمرکزی اشاره دارند که منظور کنترل ماشین آلات صنعتی و فرایندها به صورت بلادرنگ مورد استفاده قرار می گیرند. این سیستم ها به سیستم های جمع آوری داده متصل میشوند به این ترتیب امکان جمع آوری بلادرنگ داده های مرتبط با سیستم های در حال کار را فراهم می کنند. این سیستم ها امکانات زیر را فراهم میکنند.

* دریافت داده از PLC ها، RTU ها و تمام سیستم های سطح یک
* پردازش داده ها و نگه داری دادههای با اهمیت
* شناسایی ناهنجاری ها و منتشر کردن اخطار های مرتبط
* ارائه اطلاعات به اٌپراتورهای اتاق کنترل با استفاده از واسطهای مناسب
* ارسال دستورات صادرشده از سمت اٌپراتورها برای دستگاه کنترلی مانند PLC ها

**سطح 4 – سیستمهای مدیریت تولید MES**

این سیستم ها به عنوان سیستم های میانی بین ERP ها و SCADA ها ، به منظور مدیریت فرایند تولید به صورت موثر مورد استفاده قرار میگیرند. کاربرد اصلی چنین سیستمهایی همگامسازی مدیریت فرایندهای کسب و کار و تولید، فراهم کردن امکان برنامه ریزی و کنترل منابع و فرایند ها است.امکانات اصلی این سیستم ها عبارتند از:

* مدیریت سفارشات و برنامه ریزی تولید
* مدیریت مواد خام
* مدیریت و نظارت بر دارایی ها
* نظارت بر فرایند تولید
* مدیریت نگهداری
* کنترل کفیت

**سطح 5 – سیستمهای برنامه ریزی منابع سازمانی ERP**

این سیستمها شامل نرم افزارهایی هستند که سازمان ها به منظور مدیریت فرایندهای کسب وکار خود، بکار می گیرند، مانند نرم افزارهای حسابداری، مدیریت خرید، مدیریت پروژه و تولید. این سیستمها به عنوان یک سیستم یکپارچه میان دپارتمان های یک سازمان به منظور کنترل و به اشتراک گذاری فرایندها و دادهها مورد استفاده قرار میگیرند.