

اینترنت اشیاء :

## اینترنت اشیا چیست؟ پیدایش تا کاربرد و ساختار IOT



با بیشتر شدن تعداد دستگاه‌های فیزیکی، وسایل نقلیه و لوازم خانگی در سال‌های اخیر، کنترل و تنظیمات آن‌ها نیاز به هزینه و صرف انرژی زیادی دارد. این در صورتی است که بخش اعظمی از این تجهیزات را می‌توان با متصل کردن به شبکه‌های اینترنتی مدیریت کرد. اینترنت اشیا (Internet of things) که به اختصار به آن IOT گفته می‌شود بستری را فراهم می‌کند تا تجهیزات از طریق پروتکل‌های اینترنت (TC/IP) با همدیگر یا مدیر شبکه بتوانند ارتباط برقرار کنند. IOT ما را به جهان بی‌مرز اینترنت اشیا متصل می‌کند و با ادغام دنیای دیجیتال و دنیای

فیزیکی سبک زندگی انسان را تحت تاثیر قرار داده و با بالا بردن بهره‌وری باعث صرفه‌جویی در هزینه‌ها می‌شود.

## اینترنت اشیا چیست؟

اصطلاح اینترنت اشیا به ارتباط بین دستگاه‌های محاسباتی، ماشین‌های مکانیکی و دیجیتال در بستر اینترنت بدون نیاز به دخالت انسان اشاره دارد. در این دستگاه‌ها قطعات هوشمندی برای ایجاد ارتباط با سیستم مرکزی و جمع‌آوری و ارسال داده‌های دریافتی از محیط اطراف تعبیه شده است.

داده‌هایی که حسگرها جمع‌آوری می‌کنند به نوع دستگاه و وظیفه آن بستگی دارد. دستگاه‌ها داده‌های اساسی را برای اجرای یک عمل مشخص، انتخاب می‌کنند تا از آن‌ها برای تصمیم‌گیری کمک بگیرند. برای مثال حسگرهای صدا، داده‌های مربوط به تغییر سطح صدا را جمع‌آوری و به مرکز پردازش داده ارسال می‌کنند تا میزان سر و صدای محیط اندازه‌گیری شود.

در واقع هدف اینترنت اشیا این است که از طریق ایجاد ارتباط بین حسگرها و دستگاه‌ها با اینترنت، ارتباط و تعامل میان دستگاه‌های متصل به شبکه را راحت‌تر کند. از طرفی کاربران امکان مشاهده و کنترل تجهیزات را داشته باشند.

## دلایل اهمیت اینترنت اشیا

اینترنت اشیا یک فناوری است که به مردم کمک می‌کند هوشمندانه‌تر زندگی کنند و ابعاد مختلف زندگی خود را بتوانند راحت‌تر کنترل کنند. البته این هوشمند سازی تنها زمانی مفید است که باعث آسانتر شدن کارها شود نه اینکه پیچیدگی بیشتری به آن اضافه کند.

امروزه داشتن دقت و سرعت عمل در انجام کارها بسیار اهمیت دارد. به همین دلیل است که فناوری‌هایی مانند IOT مورد توجه مردم قرار گرفته است. زیرا اینترنت اشیا با اضافه کردن قابلیت دریافت یا ارسال داده یا دریافت و ارسال داده به صورت همزمان به اشیا، آن‌ها را هوشمند می‌کند. این هوشمندسازی باعث انجام خودکار کارها می‌شود و نیاز به دخالت انسان به حداقل خود می‌رسد.

## تاریخچه رشد و تکامل IOT



در سال ۱۹۸۲ دانشمندان دپارتمان علوم کامپیوتر دانشگاه کارنگی ملون (Carnegie Mellon University) در پیتسبورگ پنسیلوانیا روی ایده ساخت ماشین‌های هوشمند تحقیقات خود را آغاز کردند. آنها موفق شدند تا یک **دستگاه فروش کوکاکولا** را به میکروسوئیچ‌ها مجهز کنند. هاب دستگاه با یک برنامه استعلام وضعیت همراه بود که با اتصال به شبکه آرپانت (APRANET) از راه دور وضعیت موجودی یخچال را بررسی می‌کرد. حسگرها اطلاعات مربوط به مقدار و دمای بطری‌های کوکاکولا را جمع‌آوری می‌کردند.

در کتاب **نیل جرشنفلد (Neil Gershenfeld)** از دانشگاه MIT، ایده هوشمند سازی اشیا توضیح داده شد. با اینکه در این کتاب به صورت مستقیم صحبتی از اینکه اینترنت اشیا نشده است، اما یک دید کلی از آنچه IoT نام گرفته در آن مطرح شده است. ایده افزودن حسگرها به اشیا و هوشمندسازی آنها در طول دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ بارها مورد بحث قرار گرفت. اما از آنجایی که تراشه‌ها خیلی بزرگ و حجیم بودند و هیچ راهی برای برقراری ارتباط موثر بین اجسام وجود نداشت. نتایج تلاش‌ها چندان موفقیت آمیز نبود .

در سال ۱۹۹۹ اصطلاح اینترنت اشیا توسط **کوین اشتون (Kevin Ashton)** برای اولین بار مطرح شد. ایده او استفاده از تگ‌های ار اف ای دی (RFID) در خط تولید لوازم آرایشی این شرکت بود. تگ RFID از یک مدار الکترونیکی برای ذخیره اطلاعات و یک آنتن برای انتقال و دریافت سیگنال تشکیل شده است.

شرکتی که اشتون تأسیس کرد تا سال ۲۰۰۳ بیش از صد حامی مالی و چندین شعبه در سراسر جهان داشت. در همان دوره بیش از ۲۰ نوع دستگاه هوشمند مجهز به اینترنت اشیا تولید شد. مدتی بعد، استارت‌آپ‌های اینترنت اشیا از گوشه و کنار سر برآوردند. استارت‌آپ نست لیز ( Nest Labs) در سال ۲۰۱۰ شروع به تولید ترموستات و آشکارساز دود هوشمند با قابلیت یادگیری کرد. در سال ۲۰۱۴، گوگل این استارت‌آپ را به قیمت ۳٫۲ میلیارد دلار خرید.

با افزایش دسترسی به اینترنت و شبکه‌های سلولی و بی‌سیم به مرور این قابلیت به وجود آمد که تقریباً همه چیز به اینترنت متصل شود. به طوری که اکنون تأکید بر کاربری دستگاه‌های هوشمند در خانه‌ها و دفاتر کار است. البته فناوری زیرساخت لازم برای رشد اینترنت اشیا مانند تکنولوژی حسگر، ارتباطات ۵G و تجزیه و تحلیل مبتنی بر یادگیری ماشینی و وب ۳ هنوز در مراحل توسعه هستند.

معماری اینترنت اشیا و معرفی لایه‌های آن

# IOT ARCHITECTURE



اینترنت اشیا یک معماری لایه‌ای متشکل از دستگاه‌ها و اشیای مختلف است که می‌توانند با استفاده از آنچه ارتباط ماشین به ماشین (Machine to machine) نامیده می‌شود با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. معماری این اکوسیستم توانایی انتقال داده‌ها را در زمان واقعی و با کمترین میزان دخالت انسان ایجاد می‌کند. هر یک از لایه‌ها در این اکوسیستم مسئولیت تعریف شده‌ای دارند که در ادامه توضیح می‌دهیم:

## لایه حسگرها

مهمترین مؤلفه در فناوری اینترنت اشیا، سنسورهای هستند که روی دستگاه تعبیه می‌شوند. حسگرها با محیط فیزیکی ارتباط برقرار می‌کنند. یک حسگر تغییرات محیط اطراف را حس می‌کند و این تغییرات را ثبت می‌کند. آنها داده‌ها را جمع‌آوری کرده و این اطلاعات را ذخیره

می‌کنند. به عنوان مثال، حسگرهای GPS موقعیت مکانی را ردیابی می‌کنند تا بتوانند اطلاعاتی مانند فاصله تا مقصد و بهترین مسیر تا مقصد را مشخص کنند.

### لایه شبکه

این لایه اطلاعاتی را که از حسگرها و دستگاه‌ها دریافت می‌کند به پلتفرم و مراکز ابری انتقال می‌دهد. دستگاه‌های اینترنت اشیا از روش‌های مختلفی برای اتصال و به اشتراک‌گذاری داده‌ها استفاده می‌کنند. بیشتر آنها از نوعی اتصال بی‌سیم استفاده می‌کنند، مثلاً خانه‌ها و دفاتر از وای‌فای (Wi-Fi)، بلوتوث یا حتی اینترنت استفاده می‌کنند، برخی از دستگاه‌ها از ال‌تی‌ای (LTE) یا حتی از اتصالات ماهواره‌ای برای برقراری ارتباط می‌توانند استفاده می‌کنند.

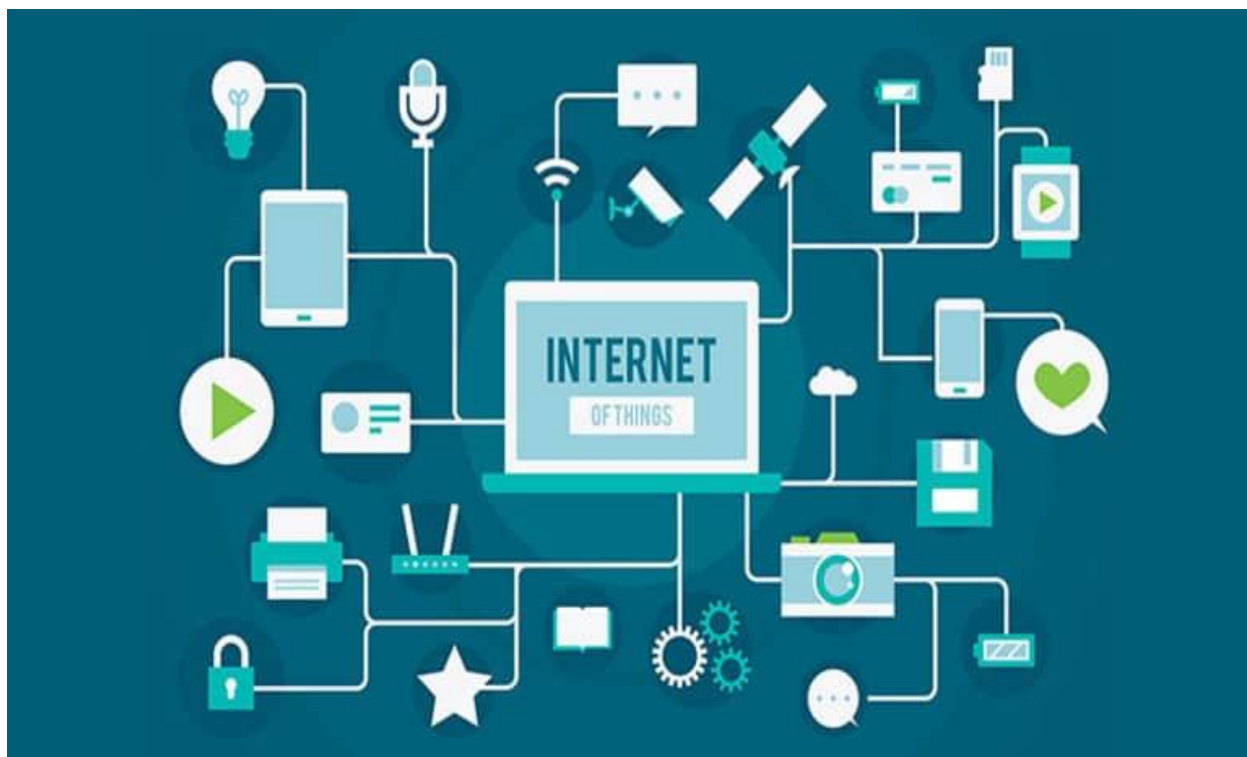
### لایه پردازش داده

این لایه وظیفه پردازش اکوسیستم اینترنت اشیا را برعهده دارد. سرورها، داده‌های دریافتی از حسگرها را با کمک الگوریتم‌های هوش مصنوعی پردازش می‌کنند. داده‌ها پس از جمع‌آوری، از طریق گیت‌وی (Gateway) به زیرساخت ابری منتقل می‌شود. سپس دستورات لازم به سمت عملگرها ارسال می‌شود تا روی این داده‌ها عملیاتی انجام شود. خروجی‌های بدست آمده برای تصمیم‌گیری‌های آینده مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### لایه اپلیکیشن

این لایه به طور مستقیم با کاربر در تماس است و رابط گرافیکی کاربر با شبکه اینترنت اشیا به شمار می‌رود. ساعت‌ها، تلویزیون‌ها و گوشی‌های هوشمند از محصولات و برنامه‌هایی هستند که با این لایه تعامل دارند و هر کدام وظیفه متفاوتی را برای رسیدن به اهداف خاصی دنبال می‌کنند.

## کاربردهای اینترنت اشیا



کاربرد اینترنت اشیا بسیار گسترده است و محدود به یکی یا دو مورد نیست. ورود IOT به هر حوزه‌ای باعث بهبود عملکرد، انجام کارها به صورت خودکار و تسهیل کنترل فرایندهای مختلف می‌شود. در ادامه به برخی از کاربردهای مهم آی او تی اشاره می‌کنیم:

## کاربرد IOT در صنعت



اینترنت صنعتی اشیا (Industrial internet of things) به استفاده از فناوری اینترنت اشیا در یک محیط صنعتی اطلاق می‌شود. اینترنت اشیا در صنعت ترکیبی از حسگرها، شبکه‌های بی‌سیم، داده‌های بزرگ، هوش مصنوعی و تجزیه و تحلیل برای بهینه‌سازی فرآیندهای صنعتی است. افزایش بهره‌وری نیروی کار و صرفه جویی در هزینه دو هدف بالقوه به کارگیری اینترنت اشیا در صنعت است IOT. به شرکت‌ها و صنایع مختلف کمک می‌کند تا خدمات و محصولات خود را از راه دور به صورت آنلاین کنترل کنند و با جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، برای کنترل و بهبود فرآیندها تصمیماتی را اتخاذ کنند.

## کاربرد IOT در کشاورزی

یکی از اصطلاحات جدیدی که اخیراً در صنعت کشاورزی می‌شنویم، مزارع هوشمند است. مزارع هوشمند دستگاه‌هایی هستند که به اینترنت متصل می‌شوند و انواع داده‌های آنلاین مربوط به محصولات را ارائه می‌دهند. این اطلاعات شامل بافت خاک، تعادل رطوبت، سطح آفت‌کش‌ها، سطح آب و سلامت محصولات است. ورود اینترنت اشیا در صنعت کشاورزی باعث افزایش کیفیت و کمیت محصولات شده است و از طرف دیگر نیروی کار لازم و مصرف انرژی به میزان قابل توجهی کاهش پیدا می‌کند.

از نظر متخصصان این حوزه اینترنت اشیا در کشاورزی، موج دوم انقلاب سبز در جهان است که مزایای بسیار زیادی با خود دارد و مهمترین آن این است که کشاورزان در زمان کمتری کارها را انجام می‌دهند.

## کاربرد IOT در حوزه درمان

یکی از مهم‌ترین کاربردهای اینترنت اشیا در حیطه سلامتی است. استفاده از گجت‌های پوشیدنی یا حسگرهایی که به بیمار وصل می‌شود این امکان را به کادر درمان می‌دهد تا وضعیت بیمار را به صورت لحظه‌ای و حتی از راه دور کنترل کنند و در صورت لزوم اقدامات پیشگیرانه را اتخاذ کنند. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که کاربرد IOT در حوزه درمان، حوادث مرگبار بیماران را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد. زیرا به دلیل نظارت مداوم، هرگونه علائم خطر سریعاً تشخیص داده می‌شود و برای حفظ علائم حیاتی، حتی ممکن است به صورت خودکار از طریق دستگاه‌های هوشمند به بیمار دارو تزریق شود.

## کاربرد IOT در محیط زیست

آی او تی در محیط زیست و حفظ زمین نقش بسیار مهمی دارد. امروزه در جوامع پیشرفته شاهد آن هستیم که گام‌های رو به جلویی برای استفاده هرچه بیشتر از این فناوری برداشته می‌شود زیرا نه تنها باعث سهولت زندگی انسان می‌شود بلکه به حفاظت از محیط زیست کمک می‌کند. برخی از کاربردهای اینترنت اشیا در محیط زیست به شرح زیر است:

**مدیریت منابع آبی:** یکی از چالش‌های اصلی که اغلب کشورها با آن دست و پنجه نرم می‌کنند، مشکل کم آبی است. به همین دلیل مدیریت منابع آب بسیار حائز اهمیت است. این موضوع در حوزه کشاورزی که بخش مهمی از کل آب مصرفی را به خود اختصاص می‌دهد از اهمیت بیشتری

برخوردار است IOT. به کشاورزان کمک می‌کند تا به کمک سنسورهای اینترنت اشیا و محرک‌های ایجاد شده در زمین، آب مصرفی را تا حد بسیار زیادی کاهش دهند.

**جلوگیری از نابودی جنگل:** قطع بی رویه و بدون مجوز درختان باعث نابودی جنگل‌ها می‌شود.

یکی از روش‌های کارآمد برای پیشگیری از بروز چنین اتفاق ناخوشایندی حفاظت بیشتر از درختان از طریق اینترنت اشیا است. می‌توان روی تنه درختان سنسورهای حساس به صدای اره یا عبور وسایل نقلیه بزرگ (که برای حمل درختان قطع شده استفاده می‌شوند) نصب کرد. جنگل‌بانان در صورت دریافت علامت هشدار از سنسورها سریعاً وارد عمل خواهند شد و از فعالیت بیشتر خرابکاران جلوگیری می‌کنند.

## کاربرد IOT در خودروسازی

اتومبیل‌های خودران یکی از بهترین محصولات اینترنت اشیا است که رانندگی را بسیار جذاب و لذت‌بخش کرده است. این خودروها از سنسورها و حسگرهای خاصی استفاده می‌کنند که وظیفه جمع‌آوری داده و ارسال آن به اپلیکیشن‌های کاربردی را بر عهده دارند. این برنامه‌ها با تحلیل داده‌ها، هشدارها و مشکلات احتمالی مانند معیوب شدن قطعات را به راننده اطلاع می‌دهند. در صورتی که راننده نسبت به رفع این مشکلات سریعاً اقدام کند سطح کارایی و ایمنی خودرو را بالا می‌برد.

این خودروها به راننده کمک می کنند تا بتواند زمان خود را هم مدیریت کند. تصور کنید در حال رانندگی با ماشین هوشمند خود به مقصد خاصی هستید. خودروهای هوشمند این قابلیت را دارند که کوتاه ترین مسیر به مقصد را پیشنهاد دهند و همچنین با توجه به ترافیک، زمان تخمینی رسیدن به مقصد را نیز محاسبه کنند. با توجه به اینکه اینترنت اشیاء توانسته است در صنعت خودرو تغییرات مثبتی تا به امروز ایجاد کند. انتظار می رود که در آینده هم از طراحی تا تولید خودرو نقش بیشتری داشته باشد .

## کاربرد IOT در ساختمان سازی

بدون تردید مهم ترین کاربرد آی او تی در هوشمندسازی ساختمان بوده است. اینترنت اشیا به شما کمک می کند تا تجهیزات و وسایل منزل یا محل کار خود را به کمک برنامه های مبتنی بر وب، کنترل کنید. برای مثال یخچال های هوشمند می توانند اطلاعات مختلفی مانند محتویات یخچال، مقدار یا تعداد مواد غذایی و حتی تاریخ انقضای آن ها را در اختیار کاربران قرار دهد. هدف از بکارگیری IOT در ساختمان سازی، کنترل وسایل و ایجاد راحتی و آسایش و تامین امنیت برای کاربران است .

امروزه خانه های هوشمند طرفداران زیادی دارد و حتی در ایران، اگرچه هنوز خانه های تمام هوشمند به اجرا در نیامده است اما خانه های نیمه هوشمند زیادی وجود دارد. بنابراین می توان گفت سرعت پذیرش IOT در حوزه ساختمان سازی توسط مردم نسبت به سایر حوزه ها بیشتر است .

## کاربرد IOT در مدیریت مصرف انرژی

کاهش مصرف انرژی و جلوگیری از اتلاف انرژی‌های پایان پذیر یکی از چالش‌های اصلی انسان معاصر است. به همین دلیل راهکارهایی که برای صرفه جویی و بهینه سازی مصرف انرژی معرفی می‌شوند بسیار حائز اهمیت هستند. این در حالی است که خودکارسازی فرآیندها و سازماندهی مناسب برای کنترل و نظارت از راه دور به کمک اینترنت اشیا می‌تواند باعث کاهش مصرف انرژی شود .

به عنوان مثال می‌توان با قرار دادن حسگرها در نقاط مختلف یک ساختمان، داده‌های مربوط به دما را جمع آوری کرد و دمای هر قسمت را متناسب با شرایط تغییر داد. این کار علاوه بر بهینه کردن مصرف انرژی، باعث خواهد شد تا دستگاه‌های تهویه مطبوع دما را بهتر و هوشمندتر کنترل کنند و کاربران احساس راحتی بیشتری داشته باشند .

## امنیت و حریم خصوصی در IOT

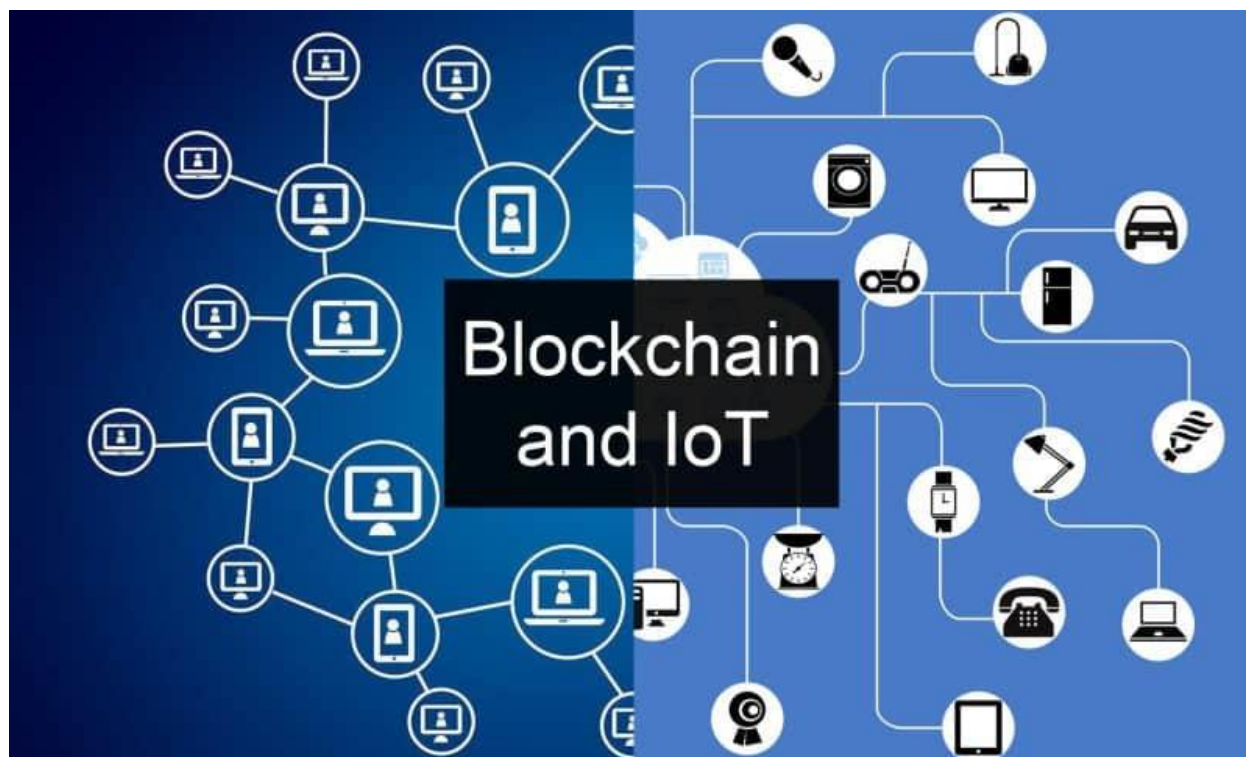


سیستم عامل‌های دستگاه‌های IOT مانند سیستم عامل‌های کامپیوتر نیستند و فقط برای دستگاه‌های اینترنت اشیا طراحی شده است. به دلیل برخی حفره‌های امنیتی که در این سیستم عامل‌ها وجود دارد، احتمال هک شدن توسط افراد مخرب، افزایش پیدا می‌کند.

هکرها به طور مرتب دستگاه‌های آی او تی مانند روترها و وب‌کم‌ها را مورد هدف قرار می‌دهند. برخی از گجت‌های پوشیدنی هوشمند حاوی حفره‌ها و خلاهای امنیتی هستند که به هکرها اجازه می‌دهد مکان کاربر را ردیابی کنند، مکالمات را استراق سمع کنند یا حتی با کاربر ارتباط برقرار کنند. توانایی دستگاه‌های IOT برای ردیابی موقعیت مکانی کاربر یک نگرانی خاص در خصوص حریم خصوصی است. داده‌های مکان در تئوری ناشناس هستند، اما داده‌هایی که مربوط به ردیابی حرکات افراد هستند می‌تواند باعث شناسایی هویت آن‌ها شود.

این در حالی است که نداشتن امنیت کافی و عدم حفظ حریم خصوصی موجب عدم پذیرش سرویس‌های اینترنت اشیا در بین مردم خواهد شد. اما با تنظیم یک چارچوب مشخص برای حفظ حریم خصوصی و ثبت قوانین آن، آموزش همگانی در ارتباط با نحوه استفاده از این دستگاه‌ها و پرورش نیروی کارآمد در این حوزه می‌توان بسیاری از حملات و تهدیدات سایبری را دفع کرد.

### بلاکچین راه حل برقراری امنیت در اینترنت اشیا



ترکیب فناوری بلاکچین با IOT می‌تواند نگرانی‌های امنیتی زیادی که در رابطه با فناوری اینترنت اشیا مطرح است را رفع کند. در بلاکچین، داده‌ها در زنجیره‌ای از بلاک‌ها ذخیره می‌شوند که هر بلاک به بلاک قبلی متصل است. اطلاعات روی بلاک از طریق سیستم رمزنگاری دائمی

ذخیره می‌شوند و به هیچ‌عنوان قابل تغییر یا حذف نیستند. این ویژگی بلاکچین می‌تواند IOT را به شدت امن و قابل اعتماد بکند.

ترکیب اینترنت اشیا با فناوری دفتر کل توزیع شده از طریق سایر روش‌ها هم می‌تواند نگرانی‌های مربوط به امنیت IOT را کاهش دهد که به تعدادی از آن‌ها در ادامه اشاره می‌کنیم:

- بلاکچین یک شبکه هم‌تا به هم‌تا توزیع شده است و هیچ سازمان خاصی برای مدیریت و نگهداری داده‌های عظیم فراهم آمده توسط شبکه اینترنت اشیا وجود ندارد.
- رمزنگاری داده‌ها در بلاکچین به عنوان یک لایه امنیتی در IOT به شمار می‌رود و از داده‌ها در برابر هکرها محافظت می‌کند.
- یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های زنجیره بلاک، ایجاد شفافیت است. تمام کاربران اجازه مشاهده فعالیت‌های انجام شده را دارند؛ به همین دلیل در صورت بروز هرگونه حمله مخرب، منبع نشت شده فوراً مشخص می‌شود و می‌توان سریعاً اقدامات لازم را در جهت دفع آن انجام داد.

### فضای ابری و نقش آن در اینترنت اشیا

در اینترنت اشیا، سنسورها دائماً در حال تولید داده‌های مختلف هستند که باید پردازش شوند. تا زمانی که حجم این داده‌ها کم باشد مشکلی در ذخیره‌سازی و پردازش آن‌ها به وجود نخواهد آمد.



اما زمانی که میزان داده تولید شده توسط حسگرها زیاد باشد، برای ذخیره سازی و انجام عملیات روی آن‌ها نیاز به زمان و انرژی زیادی خواهد بود .

**فضای ابری (cloud storage)** در اینجا می‌تواند به عنوان یک راه حل کارآمد باشد. فضای ابری امکان ذخیره حجم بسیار زیادی از داده‌ها را در اینترنت فراهم می‌کند. کاربران برای دسترسی به این داده‌ها کافی است که به اینترنت متصل شوند .

با ادغام رایانش ابری و اینترنت اشیا، نه تنها چالش‌های موجود در ادغام و ذخیره داده‌های IOT رفع خواهد شد، بلکه داده‌ها را می‌توان از راه دور ذخیره کرد و به آن‌ها دسترسی داشت. همچنین استفاده از رایانش ابری در اینترنت اشیا باعث می‌شود تا وابستگی به زیرساخت‌های پیش فرض به میزان زیادی کاهش پیدا کند.

### آینده اینترنت اشیا چگونه خواهد بود؟

اینترنت اشیا در آینده‌ای نه چندان دور، در جهان و زندگی انسان تغییرات بسیار مهمی را ایجاد خواهد کرد. از طرف دیگر ترکیب IOT با هوش مصنوعی باعث تحول بزرگی در کسب و کارها خواهد شد. شغل‌های جدیدی بوجود خواهند آمد و بسیاری از کسب و کارهای امروز از بین خواهند رفت.

هرچند برخی از افراد امنیت آی او تی را نقد می کنند و اعتقاد دارند که هوشمندتر شدن جهان پیرامون، بستر مناسبی را برای افراد مخرب و هکرها ایجاد خواهد کرد. زیرا دستگاه های IOT مستعد ابتلا به انواع بدافزار هستند و در اغلب آن ها باگ های امنیتی وجود دارد.

## اینترنت اشیا چیست؟ — از صفر تا صد



اینترنت اشیا (Internet of Things | IoT) که به آن «اینترنت چیزها» نیز گفته می شود، به میلیاردها دستگاهی اشاره دارد که در سراسر جهان قرار دارند، اکنون به اینترنت متصل شده اند، داده ها را گردآوری می کنند و با یکدیگر به اشتراک می گذارند. به لطف ظهور تراشه های ارزان کامپیوتری و وجود «شبکه های بی سیم» (Wireless Networks) در همه جا و همه وقت، این

امکان وجود دارد که همه «چیز» ( | Thing منظور اشیا است) از یک قرص کوچک گرفته تا یک هواپیمای بسیار بزرگ به اینترنت متصل و به بخشی از اینترنت اشیا (IoT) مبدل شود.

متصل کردن اشیا به اینترنت و افزودن «حسگرها» (Sensors) به آنها، سطحی از هوشمندی دیجیتال را به آنها اضافه می‌کند؛ این هوشمندی به اشیا امکان تعامل با سایر اشیا را با بهره‌گیری از داده‌های بی‌درنگ، بدون مداخله انسانی فراهم می‌کند. اینترنت اشیا (IoT)، دنیای اطراف ما را هوشمندتر و واکنش‌گراتر و جهان دیجیتال و فیزیکی را با یکدیگر ادغام می‌کند. در این مطلب از مجله فرادرس، به پرسش «اینترنت اشیا چیست؟» پاسخ داده می‌شود و مباحث گوناگون پیرامون اینترنت اشیا به طور جامع و کامل مورد بررسی قرار می‌گیرند.

## اینترنت اشیا چیست ؟

اینترنت اشیا (Internet of Things) که به اختصار به آن IoT نیز گفته می‌شود، مبحثی پیرامون گسترش قدرت اینترنت به مواردی فراتر از کامپیوترها و گوشی‌های هوشمند و در واقع، به طیف وسیعی از چیزها (اشیا)، فرایندها و محیط است. در ادامه، توضیحات دقیق‌تری در این رابطه ارائه شده است. امروزه اغلب انسان‌ها می‌دانند که اینترنت اشیا در حال تغییر دادن صنایع از کشاورزی و بهداشت و درمان گرفته تا تولید و هر صنعت دیگری است.

اما اینترنت اشیا یا اینترنت چیزها حقیقتاً چیست؟ هنگامی که افراد برای یافتن پاسخ پرسش «اینترنت اشیا چیست؟» (What is IoT?) در گوگل جستجو می کنند، معمولاً پاسخ‌های به شدت فنی و پیچیده‌ای در نتایج جستجو ارائه می شوند. برای مثال، توضیح زیر از IoT یک تعریف تخصصی و فنی از اینترنت اشیا است.

اینترنت اشیا (IoT) سیستمی از دستگاه‌های محاسباتی، ماشین‌های مکانیکی و دیجیتال، اشیا، حیوانات یا افراد است که با شناساگرهای یکتایی مشخص شده‌اند و توانایی انتقال داده در شبکه را بدون نیاز به تعاملات انسان با انسان یا انسان با کامپیوتر دارند.

افرادی که پس از مطالعه تعریف بالا سردرگم شدند، باید بدانند که نه تنها جای نگرانی نیست، بلکه بسیاری از دیگر مطالعه‌کنندگان این تعریف نیز همین احساس را داشته و دارند. اغلب افراد تمایلی ندارند که در ابتدای کار و برای دریافت پاسخ پرسش «اینترنت اشیا چیست؟» در جزئیات تخصصی و فنی اینترنت اشیا شیرجه بزنند. بنابراین، در ادامه توصیفی ساده از مفهوم اینترنت اشیا ارائه شده است.



افرادی که در حال مطالعه این مطلب هستند، چگونه این کار یعنی مطالعه این صفحه وب را انجام می دهند؟ آن ها با استفاده از کامپیوتر شخصی، لپ تاپ، موبایل و یا تبلت این کار را انجام می دهند. صرف نظر از اینکه فرد از چه دستگاهی استفاده می کند، می توان قاطعانه گفت که آن دستگاه به اینترنت متصل است. اتصال به اینترنت با وجود آنکه امروزه به مسئله تقریباً عادی مبدل شده، اما حقیقتاً چیز شگفت انگیزی است و برای افراد مزایای گوناگونی را فراهم می کند که پیش از این امکان آن ها وجود نداشته است.

برای درک بهتر اهمیت اتصال به اینترنت و به عنوان مثالی در این راستا، می توان گوشی های تلفن همراه را در دورانی متصور شد که گوشی های هوشمند هنوز وجود نداشتند. فرد می توانست تماس تلفنی بگیرد و پیامک (SMS) ارسال کند؛ اما نمی توانست کتاب بخواند، فیلم ببیند و یا به

موسیقی گوش فرا دهند. این‌ها تنها چند مورد از کارهای فوق‌العاده‌ای هستند که گوشی‌های هوشمند کنونی با استفاده از اتصال به اینترنت می‌توانند انجام دهند.

متصل کردن چیزها به اینترنت مزایای بسیار زیادی دارد. امروزه دیگر تقریباً همه انسان‌ها این مزایا را در گوشی‌های هوشمند، لپ‌تاپ‌ها و تبلت‌ها دیده‌اند و از آن‌ها بهره‌مند شده‌اند. در واقع، می‌توان به جرات گفت امروزه دیگر گوشی، لپ‌تاپ، تبلت و اغلب گجت‌های دیگر، اگر امکان اتصال به اینترنت را نداشته باشند، به نوعی عبث و بی‌کاربرد به نظر می‌رسند.

مسئله اتصال به اینترنت نه تنها برای دستگاه‌های مذکور بسیار حائز اهمیت است، بلکه این موضوع برای همه «چیزهای» دیگر هم صادق است. اینترنت اشیا، در واقع مفهوم بسیار ساده‌ای است و معنای آن این است که «همه چیز در جهان به اینترنت متصل شود». سردرگمی پیرامون مفهوم اینترنت اشیا از آن جهت که این مفهوم بسیار محکم تعریف شده و کوتاه است نشأت نمی‌گیرد، بلکه به آن دلیل است که بسیار ضعیف تعریف شده و مفهوم آن گسترده است. درک مفهوم اینترنت اشیا وقتی مثال‌ها و احتمالات زیادی وجود دارد، کار دشواری است.

### مثال‌هایی از اینترنت اشیا

باید گفت که تقریباً هر شی فیزیکی، در صورتی که امکان اتصال آن به اینترنت وجود داشته باشد تا بتواند بدون نیاز به دخالت انسان به تبادل اطلاعات در شبکه پردازد و یا بتوان آن را از طریق اینترنت کنترل کرد، قابلیت مبدل شدن به یک دستگاه اینترنت اشیا را دارد. یک لامپ رشته‌ای

که به وسیله یک گوشی هوشمند قابل روشن و خاموش شدن باشد، یک دستگاه اینترنت اشیا است.

به عنوان مثالی دیگر از دستگاه اینترنت اشیا، می توان به وجود یک «حسگر حرکتی» (Motion Sensor) یا «ترموستات هوشمند (Smart Thermostat)» متصل به اینترنت در یک دفتر کار (دفتر کار هوشمند (Smart Office) | یا «چراغ‌های روشنایی معابر متصل» (Connected Street Lights) اشاره کرد.

یک دستگاه اینترنت اشیا می تواند به بامزه گی عروسک کودکان و یا به جدیت و پیچیدگی یک کامیون بدون راننده باشد. برخی از دستگاه‌های بزرگ ممکن است شامل تعداد زیادی مولفه کوچک تر از اینترنت اشیا باشند. از جمله این موارد می توان به «موتور جت» اشاره کرد که در حال حاضر شامل هزاران حسگر است که داده‌ها را گردآوری و برای پردازش‌های بی‌درنگ ارسال می کنند.

این کارها با هدف حصول اطمینان از کارایی عملکرد موتور جت انجام می شود. در مقیاس بزرگ تر، می توان به پروژه‌های شهر هوشمند اشاره کرد که در آن مناطق مختلف سرشار از حسگرهای گوناگونی هستند که به انسان‌ها برای درک و کنترل محیط کمک می کنند.



عبارت اینترنت اشیا (IoT) اساساً برای دستگاه‌هایی استفاده می‌شود که اولاً، به طور معمول و در حالت عادی، امکان اتصال آن‌ها به اینترنت وجود نداشته باشد (مثلاً یخچال که در حالت عادی معمولاً به اینترنت متصل نیست) و دوماً، بتوانند با شبکه‌ای از دیگر اشیای متصل به اینترنت، مستقل از اقدامات انسانی، تعامل کنند. بر این اساس، یک «رایانه شخصی» (Personal Computer) و یا «گوشی هوشمند» (Smart Phone) «عموماً با وجود اتصال به اینترنت، به عنوان یک دستگاه اینترنت اشیا در نظر گرفته نمی‌شوند، زیرا در حالت عادی امکان اتصال آن‌ها به اینترنت وجود دارد.



البته، به این نکته نیز باید توجه داشت که یک گوشی هوشمند از تعداد زیادی حسگر ساخته شده که مجموعه آن‌ها یک گوشی هوشمند را تشکیل می‌دهد. این در حالی است که «ساعت هوشمند» (Smart Watch)، «مچ‌بند هوشمند» (Smart Band) و دیگر «دستگاه‌های پوشیدنی» (Wearable Devices) معمولاً به عنوان دستگاه هوشمند محسوب می‌شوند.

### اینترنت اشیای صنعتی چیست؟

«اینترنت اشیای صنعتی» (Industrial Internet of Things | IIoT) یا انقلاب صنعتی چهارم یا صنعت ۴.۰ (Industry 4.0) همه و همه اسامی هستند که به مفهوم «استفاده از فناوری اینترنت اشیا در زمینه کسب و کار» اشاره دارند.

مفهوم اینترنت اشیای صنعتی، مشابه با اینترنت اشیا در حالت عادی و در واقع، دستگاه‌های اینترنت اشیای صنعتی چیزی مانند دستگاه‌های اینترنت اشیا خانگی هستند؛ با این تفاوت که هدف استفاده از ترکیبی از حسگرها، شبکه‌های بی‌سیم، «کلان داده | مه‌داده» (Big Data)، «هوش مصنوعی» (Artificial Intelligence | AI) و «تحلیل داده‌ها» (Data Analysis)، اندازه‌گیری و بهینه‌سازی فرایندهای صنعتی است.

در صورت تعریف اینترنت اشیا در کل زنجیره تامین، به جای تعریف آن صرفاً در یک شرکت، اثر آن می‌تواند بسیار بزرگ‌تر و گسترده‌تر شود. افزایش کارایی نیروی کار و صرفه‌جویی در هزینه‌ها دو هدف بالقوه اینترنت اشیای صنعتی (IIoT) هستند؛ اما IIoT می‌تواند جریان‌های درآمد نیز

برای کسب و کارها بسازد. برای مثال، با بهره‌گیری از اینترنت اشیا صنعتی (IIoT)، کارخانجات می‌توانند به جای آنکه صرفاً یک محصول تنها و عنوان نمونه یک موتور را بفروشند، قابلیت نگهداری پیش‌بینانه از موتور را نیز به فروش برسانند.



### تفاوت اینترنت اشیا و اینترنت همه چیز

اصطلاح «اینترنت اشیا» (Internet of Things | IoT) برای اولین بار در سال ۱۹۹۹ توسط کارآفرین انگلیسی به نام «کوین اشتون» (Kevin Ashton) مطرح شد و اشاره به اتصالات بین اشیای فیزیکی داشت؛ هرچند که در حال حاضر مفهوم آن گسترده‌تر از مفهوم اولیه ارائه شده برای این عبارت محسوب می‌شود.

این مفهوم در حال حاضر عموماً با مفهوم «اینترنت همه چیز | Internet of Everything» (IoE) دچار هم‌پوشانی، اشتباه و تداخل می‌شود. اینترنت اشیا (IoT) و «ارتباطات ماشین با ماشین (Machine to Machine Communication | M2M)» زیرمجموعه‌هایی از اینترنت همه چیز (IoE) محسوب می‌شوند. در ادامه، تفاوت این سه مورد با ارائه تعاریفی از مفهوم آن‌ها، مشخص می‌شود. شایان توجه است که تفاوت‌های موجود در این مفاهیم، منجر به اثرات متفاوتی برای مصرف‌کنندگان و کسب و کارهای این حوزه‌ها می‌شود.

### اینترنت همه چیز چیست؟

اینترنت همه چیز (IoE) طی توسعه و تکامل طبیعی اینترنت اشیا شکل گرفت و ظهور کرد. اینترنت همه چیز (IoE) اساساً مرتبط با تاکتیک‌های شرکت «سیسکو (Cisco)» برای راه‌اندازی یک دامنه کسب و کار جدید است. ولی در عین حال، اینترنت همه چیز (IoE) مفهومی گسترده‌تر از اتصالات را از دیدگاه فناوری‌های اتصالات مدرن دنبال می‌کند. اینترنت همه چیز (IoE) شامل چهار عنصر کلیدی متشکل از همه انواع اتصالات قابل تصور است که عبارتند از: افراد (People)، «اشیا» (Things)، «فرایندها» (Process) و «داده‌ها» (Data). در ادامه هر یک از این موارد مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

• افراد: به عنوان گره‌های نهایی متصل شده از طریق اینترنت، برای به اشتراک‌گذاری

اطلاعات و فعالیت‌ها محسوب می‌شوند. مثال‌هایی از این مورد شامل «شبکه‌های

اجتماعی» (Social Networks)، حسگرهای سلامتی و تناسب اندام و دیگر موارد می‌شود.

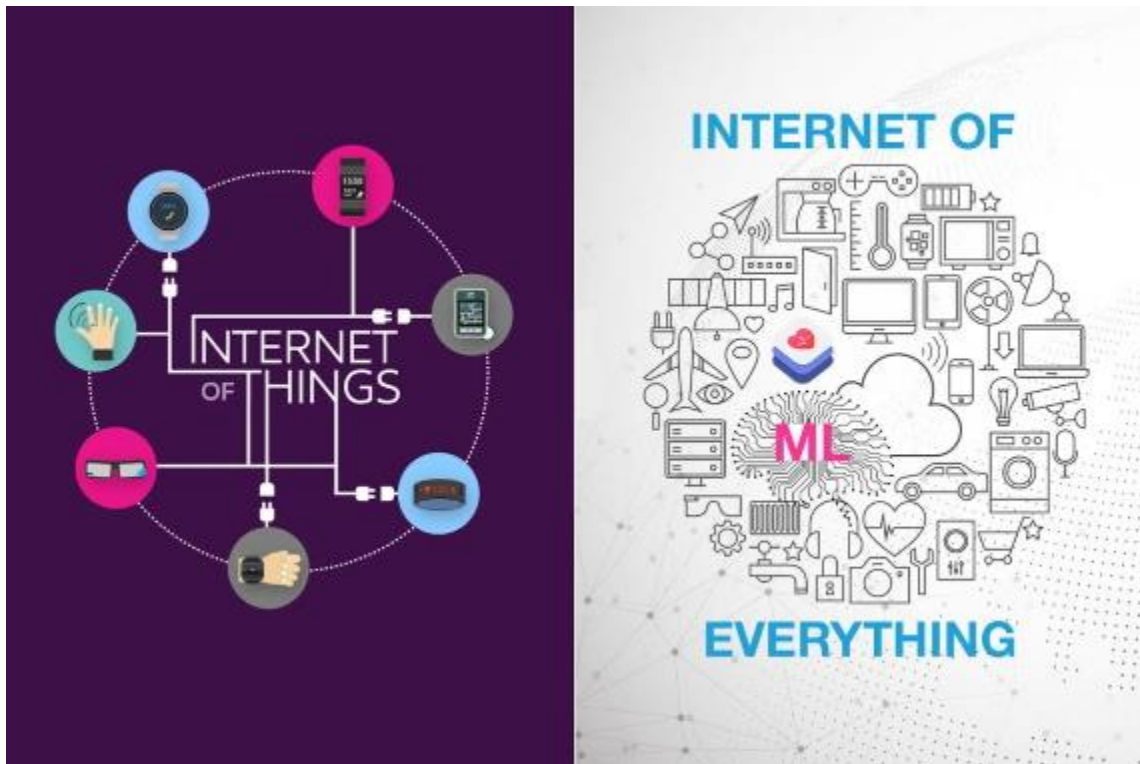
- **اشیا:** حسگرهای فیزیکی، دستگاه‌ها، محرک‌ها (عملگرها Actuators | ) و دیگر موارد، داده‌ها را تولید و یا آن‌ها را از دیگر منابع دریافت می‌کنند. مثالی از این مورد، ترموستات‌های هوشمند و گجت‌ها است.
- **داده‌ها:** داده‌های خام، پردازش و تحلیل و به اطلاعات مفید، مبدل می‌شوند.
- **فرایندها:** استفاده از اتصالات میان داده، اشیا و افراد برای کسب ارزش است. مثال‌هایی از این مورد شامل استفاده از تجهیزات تناسب اندام و شبکه‌های اجتماعی برای تبلیغ پیشنهادات سیستم سلامت مرتبط به مشتریان آینده‌نگر است.

اینترنت همه چیز (Internet of Everything | IoE) یک اکوسیستم انتها به انتها (End-to-End) از اتصالات شامل فناوری‌ها، فرایندها و مفاهیم به کار گرفته شده در سرتاسر موارد استفاده از اتصالات (Use-Cases) است. سایر دسته‌بندی‌های موجود مانند «اینترنت انسان‌ها» (Internet of Humans)، «اینترنت دیجیتال (Internet of Digital)»، «اینترنت اشیا صنعتی (Industrial Internet of Things)» و «فناوری‌های ارتباطی» (Communication Technologies) و حتی خود اینترنت، به مرور به عنوان زیرمجموعه‌ای از اینترنت همه چیز در نظر گرفته شده‌اند و می‌شوند.

اینترنت اشیا چیست؟

دستگاه‌ها، کامپیوترها و ماشین‌ها در همان زمانی که کوین اشتون به عبارت اینترنت اشیا (IoT) اشاره کرد نیز به یکدیگر متصل بودند. این مفهوم، به دلیل توانایی که در متصل کردن دستگاه‌های غیر متصلی داشت که پیش از این قادر به تولید، انتقال و دریافت داده‌ها نبودند، مورد توجه قرار گرفت و جایگاه کنونی خود را کسب کرد.

جایگذاری حسگرها، سیستم‌های کنترلی و پرازنده‌ها در این اشیا، ارتباطات افقی را در یک «شبکه چند گره‌ای (Multi Node)» از اشیا فیزیکی امکان‌پذیر می‌سازد.



ارتباطات ماشین با ماشین چیست؟

ارتباطات ماشین با ماشین (M2M Communications) که به عنوان زیرمجموعه‌ای از اینترنت اشیا در نظر گرفته می‌شود، به ارتباطات بسته و نقطه به نقطه بین اشیای فیزیکی اشاره دارد. ارتباطات ماشین با ماشین (M2M Communications) با وجود دستگاه‌های موبایل و مکانیزم‌های اتصال مبتنی بر IP، انتقال داده‌ها در سرتاسر یک سیستم از شبکه‌ها را امکان‌پذیر می‌کند.

اخیراً، ارتباطات ماشین با ماشین به عنوان فناوری مورد اشاره قرار می‌گیرد که ارتباطات بین ماشین‌ها را بدون دخالت انسان‌ها امکان‌پذیر می‌کند. به عنوان مثال‌هایی از این موارد می‌توان به کنترل ترافیک، رباتیک و دیگر کاربردهایی که شامل ارتباطات دستگاه با دستگاه می‌شوند اشاره کرد.

### تفاوت اینترنت اشیا و اینترنت همه چیز

از دیدگاه برخی از کارشناسان، تفاوت کلیدی بین اینترنت اشیا و اینترنت همه چیز را می‌توان بر اساس دو مفهوم کلیدی زیر بیان کرد:

۱. اینترنت اشیا روی اشیای فیزیکی تمرکز دارد، در حالی که IoE شامل چهار مولفه کلیدی اشیا، فرایندها، داده‌ها و افراد می‌شود.

۲. اینترنت اشیا (IoT)، در اصل، «بههم پیوستگی (Inter-Connectivity)» اشیای فیزیکی است که داده‌ها را ارسال و دریافت می‌کنند؛ در حالیکه اینترنت همه چیز (IoE)

مفهومی گسترده‌تر است که علاوه بر اینترنت اشیا، شامل فناوری‌ها و افراد به عنوان گره‌های پایانی می‌شود.

## دلایل اهمیت اینترنت اشیا

هنگامی که چیزها (اشیا) به اینترنت متصل می‌شوند، می‌توانند اطلاعات را ارسال یا دریافت کنند و یا به طور هم‌زمان هر دو کار را انجام دهند. توانایی ارسال و یا دریافت اطلاعات، موجب می‌شود تا چیزها (اشیا Things | ) هوشمند شوند و هوشمندی همان ویژگی خوبی است که بشر در حال حاضر در صدد آن است.

مجدداً از گوشی‌های هوشمند به عنوان مثال استفاده می‌شود. در حال حاضر، انسان‌ها می‌توانند به لطف گوشی‌های هوشمند، به هر آهنگی که دوست دارند گوش بسپارند؛ دلیل این امر هم آن نیست که همه آهنگ‌های دنیا در همه گوشی‌ها ذخیره شده است.

بلکه بدین خاطر است که گوشی هوشمند می‌تواند درخواست کاربر (برای دریافت یک موسیقی خاص) را از طریق اینترنت ارسال (جستجوی) و اطلاعات یافته شده (نتایج جستجو) را دریافت کند (آن آهنگ را روی گوشی فرد استریم کند). برای هوشمند بودن، یک دستگاه نیاز به داشتن حجم زیاد حافظه یا یک ابررایانه در درون خودش ندارد.

تنها کاری که باید انجام دهد این است که به یک آبرحافظه یا یک آبرایانه متصل شود. «متصل» بودن حقیقتاً قابلیت خارق‌العاده‌ای است. در اینترنت اشیا، همه چیزهایی که به اینترنت متصل می‌شوند را می‌توان در سه دسته کلی قرار داد:

۱. چیزهایی که اطلاعات را گردآوری و ارسال می‌کنند.
۲. چیزهایی که اطلاعات را دریافت و سپس بر اساس آن عمل می‌کنند.
۳. چیزهایی که هر دو کار را انجام می‌دهند.

هر یک از موارد بالا، دارای مزایای متعدد و مخصوص به خود است.

### تاریخچه اینترنت اشیا

ایده افزودن حسگرها و هوش (Intelligence) به اشیا در میان سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰ مطرح شد؛ اما صرف‌نظر از برخی از پروژه‌های اولیه (شامل ماشین فروش متصل به اینترنت که متعلق به شرکت کوکاکولا بود و در دانشگاه کارنگی ملون ساخته شده بود)، رشد این فناوری بسیار کند پیشرفت می‌رفت و دلیل این امر آن بود که در آن زمان، فناوری آماده این موضوع نبود. تراشه‌ها در آن زمان بسیار بزرگ و حجیم بودند و راهی برای تعامل موثر اشیا با یکدیگر وجود نداشت.



برای بحث اینترنت اشیا، نیاز به پردازنده‌های ارزان قیمتی بود که در مصرف انرژی صرفه جویی کنند و امکان اتصال آن‌ها به میلیون‌ها دستگاه دیگر وجود داشته باشد. پذیرش تگ‌های «سامانه بازشناسی با امواج رادیویی» (Radio Frequency Identification | RFID) به عنوان تراشه‌هایی که مصرف برق کمی دارند و به صورت بی‌سیم اتصال برقرار می‌کنند، برخی از مشکلات بیان شده را حل کرد. همگام با این موضوع، دسترسی پذیری اینترنت پهن‌بند و شبکه‌های سلولی و بی‌سیم نیز افزایش پیدا کرد.

مصوب شدن «پروتکل اینترنت نسخه ۶ (Internet Protocol Version 6 | IPv6)» برای فراهم کردن آدرس‌های IP کافی برای همه دستگاه‌ها در جهان، در کنار سایر موارد، یک گام اساسی برای مقیاس‌پذیری اینترنت اشیا محسوب می‌شد. کوین اشتون (Kevin Ashton) در سال ۱۹۹۹، برای اولین بار از عبارت «اینترنت اشیا» (Internet of Things | IoT) در جهان استفاده کرد؛ هرچند که یک دهه به طول انجامید تا فناوری به آنچه برسد که اشتون از اینترنت اشیا متصور شده است. کوین اشتون در مصاحبه‌ای که با «کوین اشتون» (Kevin Ashton) پیرامون اینترنت اشیا داشته است، در تعریف اینترنت اشیا چنین می‌گوید:

اینترنت اشیا، اتصالات میان فرهنگ‌های انسانی را یکپارچه می‌کند، «اشیای» (Things | چیزها) ما، با بهم پیوستگی سیستم اطلاعات دیجیتال «اینترنت»؛ این اینترنت اشیا است.

افزودن تگ‌های RFID به تجهیزات گران قیمت به منظور کمک به ردیابی موقعیت آن‌ها یکی از اولین کاربردهای اینترنت اشیا بود. اما از آن زمان تاکنون، هزینه‌های افزودن حسگرها و اتصالات

اینترنتی به اشیا همواره کاهش یافته است و کارشناسان پیش‌بینی می‌کنند که کارکردهای پایه‌ای لازم برای اینترنت اشیا روزی در حدود ده سنت و یا کمتر هزینه خواهند داشت و این امر امکان متصل شدن همه چیز به اینترنت را فراهم می‌کند.

اینترنت اشیا در ابتدا بیشتر برای کسب و کارها و کارخانجات جذاب بود و از این رو، کاربرد آن در این مراکز با عنوان «ماشین به ماشین (Machine to Machine | M2M)» شناخته شده است. اما در حال حاضر تاکید روی پر کردن خانه‌ها و دفاتر کار با دستگاه‌های هوشمند و تبدیل کردن این مکان‌ها به چیزی است که به همه چیزهای دیگر متصل باشد. از جمله پیشنهادات اولیه برای دستگاه‌های متصل به اینترنت می‌توان به «Blogjects» اشیايي که وبلاگ‌نویسی می‌کنند و داده‌هایی را پیرامون خودشان در اینترنت ثبت می‌کنند). «رایانش فراگیر» ( Ubiquitous Computing) و «رایانش نامرئی» (Invisible Computing) اشاره کرد.

### اینترنت اشیا چقدر بزرگ است؟

اینترنت اشیا بزرگ است و بزرگ‌تر نیز خواهد شد. در حال حاضر تعداد دستگاه‌های متصل بیش‌تر از تعداد انسان‌ها است. شرکت تحلیل فناوری IDC پیش‌بینی می‌کند که به طور کلی ۴۱,۶ میلیارد دستگاه اینترنت اشیا متصل تا سال ۲۰۲۵ وجود داشته باشند.

همچنین، این موضوع حکایت از آن دارد که تجهیزات صنعتی و خودکار فرصت بسیار بزرگی را برای «اشیای» متصل فراهم می‌کنند؛ در عین حال، در آینده نزدیک خانه‌های هوشمند و دستگاه‌های پوشیدنی به شدت مورد پذیرش عموم قرار می‌گیرند.

بر اساس تحلیل دیگری که توسط گارتنر انجام شده است، گفته می‌شود که کسب و کارها و صنعت خودرو در سال ۲۰۲۰ مجموعاً ۵۰۸ میلیارد دستگاه متصل خواهند داشت. صنایع همگانی بیشترین استفاده را از اینترنت اشیا دارند و این مورد به لطف کنترهای هوشمند اتفاق می‌افتد.

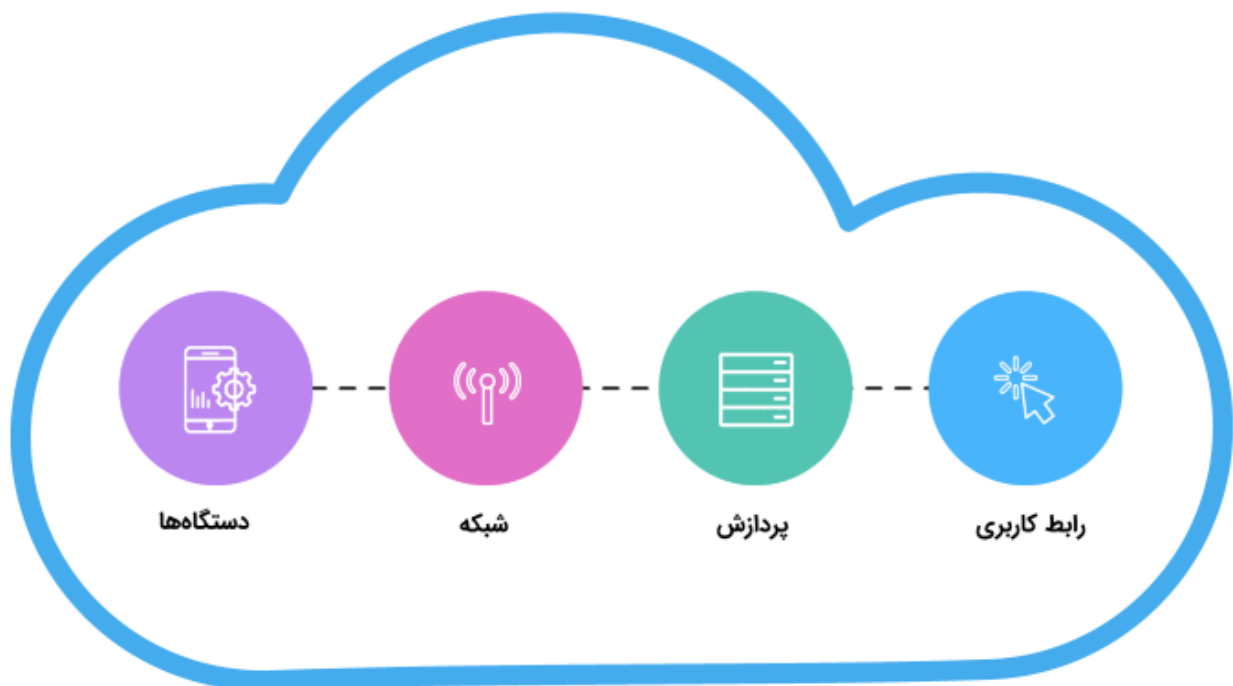
دستگاه‌های امنیتی به عنوان سامان‌های تشخیص نفوذ و دوربین‌های وب، دومین بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان دستگاه‌های اینترنت اشیا در جهان خواهند بود. خودکارسازی‌هایی مانند چراغ‌های متصل، بخشی از صنعت اینترنت اشیا با با سریع‌ترین میزان رشد محسوب می‌شود و پس از آن، خودروهای هوشمند و تجهیزات پزشکی در جایگاه‌های بعدی قرار دارند.

### مولفه‌های اینترنت اشیا (اجزا، معماری یا شش سطح اینترنت اشیا) چه هستند؟

معماری اینترنت اشیا دارای شش مولفه حسگرها، اتصالات، ابر، تحلیل داده، رابط کاربری و محرک‌ها (عملگرها) است. سیستم‌ها روز به روز هوشمندتر می‌شوند و ادعا می‌شود که در گذر زمان، بشر قادر خواهد بود تا انواع گوناگونی از فناوری‌ها و به طور خاص، «اینترنت اشیا» (Internet of Things | IoT) را مشاهده کند. اینترنت اشیا شبکه‌ای از دستگاه‌های هوشمند، حسگرها و محرک‌هایی (عملگرهایی) است که می‌توانند به یکدیگر متصل شوند.

اکوسیستم اینترنت اشیا مانند اجتماعی شامل داده‌ها و جریان‌های پولی است که به اتصال کسب و کارها و مشتریان به یکدیگر کمک می‌کنند. این زنجیره جدید، بهترین راهکار برای متصل کردن شرکت‌ها به یکدیگر است. حتی در آینده، کسب و کارها، اکوسیستم اینترنت اشیا را به مثابه «مدیریت ریسک (Risk Management)» و «امنیت سایبری (Cyber Security)» به مشتریان خود توصیه می‌کنند.

اما پرسشی که در این وهله پیش می‌آیند آن است که مولفه‌های کلیدی اینترنت اشیا یا در واقع اجزای اینترنت اشیا چه مواردی هستند. «اینترنت اشیا» (Internet of Things) تنها اتصالات میان دستگاه‌ها و اشیا را دگرگون نکرده است؛ بلکه به افراد امکان دسترسی از راه دور را به سادگی می‌دهد. با توجه به مزایای متعددی که اینترنت اشیا دارد، باید دید که مولفه‌های اصلی اکوسیستم اینترنت اشیا چگونه کار می‌کنند. در اینجا، مولفه‌های اساسی که اینترنت اشیا بر اساس کاری که آن‌ها می‌کنند معرفی شده‌اند.



اما پیش از معرفی تک تک موارد، یک کلیت از ساز و کار سیستم اینترنت اشیا ارائه می‌شود.

سیستم اینترنت اشیا متشکل از مولفه‌های زیر است:

- حسگرها
- اتصالات
- ابر
- تحلیل داده
- رابط کاربری
- محرک‌ها (عملگرها)

به طور کلی، داده‌ها توسط حسگرها گردآوری، به وسیله دوازه‌ها و اتصالات به ابر یا پایگاه داده منتقل و در آنجا پردازش می‌شوند. این داده‌ها تحلیل و سپس، اطلاعات و دانش کسب شده توسط آن‌ها با استفاده از رابط کاربری در اختیار کاربر قرار می‌گیرد. کاربر بر این اساس اقدامات لازم را با استفاده از همان رابطه کاربری انجام می‌دهد و یک جریان انتقال اطلاعات معکوس از کاربر به سمت دستگاه اینترنت اشیا اتفاق می‌افتد.

البته، برای انجام اقدامات خودکار و در واقع هوشمندانه، معمولا دانش حاصل از تحلیل‌ها توسط محرک‌ها (عملگرها) مورد استفاده قرار می‌گیرد. این عملگرها با استفاده از دانش حاصل شده، اقدامات لازم را در محیط بدون نیاز به مشارکت کاربر، انجام می‌دهند. آنچه به طور خلاصه در این پاراگراف بیان شد، در ادامه به صورت کامل تشریح می‌شود.

## حسگرها

مبحث گردآوری و ارسال اطلاعات توسط اشیا، مشخصا به «حسگرها» (Sensors) اشاره دارد. حسگرها می‌توانند حسگر دما، حرکت، موقعیت، مجاورت، رطوبت، فشار، کیفیت هوا، نور و یا هر مورد دیگری باشند.

این حسگرها همراه با اتصال به اینترنت، این امکان را فراهم می‌کنند که داده‌ها را به صورت خودکار از محیط گردآوری کنند و این کار امکان اتخاذ تصمیمات هوشمندانه‌تر توسط ذینفعان را فراهم می‌کند.

در مزرعه‌ها، دریافت خودکار اطلاعات پیرامون رطوبت خاک می‌تواند به کشاورزان بگوید که محصولات زراعی آن‌ها دقیقا چه زمان نیاز به آبیاری دارند. به جای آب دادن بیش از اندازه که می‌تواند موجب مصرف بی‌رویه از منابع و از بین بردن محیط زیست شود، یا آب دادن خیلی کم گیاهان که موجب از دست رفتن محصولات زراعی آن‌ها می‌شود، کشاورزان می‌توانند اطمینان حاصل کنند که محصولات زراعی آن‌ها دقیقا در زمانی که باید، آب کافی را دریافت کنند.

این یعنی پول بیشتر برای کشاورزان و غذای بیشتر برای جهانیان. دقیقا مانند ساز و کار بدن انسان که حواس پنج‌گانه بینایی، شنوایی، بویایی، چشایی و لامسه کمک می‌کنند تا انسان جهان را درک کند، حسگرها نیز به ماشین‌ها کمک می‌کنند که جهان را درک کنند.



دروازه‌ها و اتصال دستگاه‌ها

«دروازه‌ها» (Gateway) مدیریت ساده جریان ترافیک داده‌ها بین پروتکل‌ها و شبکه‌ها را امکان‌پذیر می‌سازند. از سوی دیگر، پروتکل‌های شبکه را ترجمه و اطمینان حاصل می‌کند که دستگاه‌ها و حسگرها به طور مناسبی به یکدیگر متصل شده‌اند.

همچنین، دروازه‌ها داده‌ها را در صورت پیکربندی صحیح آن‌ها، به سطح بعدی می‌رسانند. پیکربندی دروازه‌ها مسئله‌ای حیاتی است و باید توجه داشت که در حضور پروتکل TCP/IP امکان جریان آسان تسهیل می‌شود.

نه فقط این مورد، بلکه امکان «رمزگذاری (Encryption)» مناسب با جریان شبکه و انتقال داده نیز فراهم می‌شود. داده‌های جریان پیدا کرده از طریق دروازه‌ها، در مرتبه بالاتری قرار دارند که با استفاده از آخرین روش‌های رمزگذاری محافظت می‌شوند. می‌توان دروازه را به عنوان لایه‌ای اضافه بین ابر و دستگاه‌هایی فرض کرد که حملات و دسترسی‌های غیر قانونی به شبکه را فیلتر می‌کنند.

حسگرهای هوشمند جدید و دستگاه‌ها، از راه‌های اتصال متعددی برای متصل شدن استفاده می‌کنند. شبکه‌های متصل مانند «شبکه گسترده کم توان» ( Low-Power Wide-Area Network | LORAWAN | LPWAN | LPN | LPWA ) وای‌فای و بلوتوث متصل کردن دستگاه‌ها به یکدیگر را آسان کرده است. هر یک از روش‌های اتصال، مزایا و اشکالات خودشان را دارند. این اشکالات در دسته‌های گوناگونی مانند رتبه کارایی، رتبه انتقال داده، مصرف برق و دیگر موارد دسته‌بندی می‌شوند.



## انواع پروتکل های اینترنت اشیا

پروتکل های اینترنت اشیا سیستم هایی هستند که داده ها را به صورت آنلاین انتقال می دهند. اما انتقال داده زمانی انجام می شود که شبکه ارتباطی بین دو دستگاه، امن باشد. پرسشی که در این وهله مطرح می شود این است که چه چیزهایی چنین اتصالات از راه دوری را امن می کنند؟ برخی از زبان ها معمولا نامرئی (Invisible Programming Language) هستند. این زبان های نامرئی معمولا امکان ارتباطات بین دو یا تعداد بیشتری شی فیزیکی را فراهم می کنند.

این اشیا متشکل از پروتکل ها و استانداردهای اینترنت اشیا هستند. در این راه، پروتکل های اینترنت اشیا همه کار را امکان پذیر می کنند. پروتکل های اینترنت اشیا را در حالت کلی به دو نوع اساسی «پروتکل های شبکه اینترنت اشیا» (IoT Network Protocols) و «پروتکل های داده اینترنت اشیا» (IoT Data Protocols) تقسیم شده اند.

### ابر و پایگاه داده

با کمک اکوسیستم اینترنت اشیا، شرکت ها قادر به گردآوری حجم انبوهی از داده ها از تجهیزات و برنامه های کاربردی هستند. ابزارهای گوناگونی برای گردآوری داده ها وجود دارند که می تواند داده ها را به طور موثری به صورت بی درنگ گردآوری، مدیریت و ذخیره سازی کنند.

«ابر» (Cloud) مسئول تصمیم‌گیری‌های سخت و مهمی است که می‌تواند کلیت پروژه را متاثر کند. همه این کارها به وسیله یک سیستم که به آن «ابر اینترنت اشیا» گفته می‌شود قابل انجام هستند.

ابر یک شبکه با کارایی بالا است که سرورها را به یکدیگر متصل می‌کند تا کارایی پردازش داده‌هایی را که به وسیله دستگاه‌های متعدد به طور یکباره پردازش می‌شوند بهینه کند. ابر همچنین می‌تواند به کنترل ترافیک و تحویل نتایج صحیح تحلیل‌ها کمک کند. یکی از مهم‌ترین مولفه‌های ابر اینترنت اشیا آن است که ماهیت توزیع شده دارد.

ابر، اساساً دستگاه‌ها، دروازه‌ها، پروتکل‌ها، دستگاه‌ها و مراکز ذخیره داده‌هایی که به صورت موثر قابل تحلیل هستند را ترکیب می‌کند. این سیستم‌ها توسط شرکت‌های زیادی به منظور داشتن تحلیل‌های داده بهبود یافته و موثری مورد استفاده قرار می‌گیرد که می‌تواند به آن‌ها در توسعه این سرویس‌ها و محصولات کمک کند. علاوه بر آن، ابر یاری‌گر شکل‌دهی یک استراتژی صحیح است که به ساخت یک مدل کسب و کار ایده‌آل کمک می‌کند.



اینترنت اشیا به صورت پویایی در حال افزایش است و کل آن وابسته به داده‌هایی است که در مراکز داده مورد استفاده قرار می‌گیرند. داشتن یک «سیستم پایگاه داده» ( Database System) که بتواند داده‌ها را از منابع گوناگون گردآوری، ذخیره‌سازی و مدیریت کند، مسئله بسیار حائز اهمیتی است.

همچنین، ابزارهای مدیریتی گوناگونی نیز وجود دارد که ویژگی‌های خودکار شده‌ای را ارائه می‌کنند که به انباشت آسان داده‌های ذخیره و مدیریت شده در موقعیت مشابه کمک می‌کند. البته در حال حاضر، تمایل بیشتر بر استفاده از ابر به عنوان محل ذخیره‌سازی است. هرچند، استفاده از پایگاه‌داده‌های محلی نیز رواج دارد.

تحلیل‌ها

داده‌های آنالوگ دستگاه‌ها و حسگرها به فرمتی تبدیل می‌شود که خواندن و تحلیل آن‌ها آسان است. همه این موارد به دلیل اکوسیستم اینترنت اشیاء امکان‌پذیر می‌شود که مدیریت را انجام می‌دهد و به بهبود سیستم کمک می‌کند. فاکتور اساسی که با تحلیل‌ها متاثر می‌شود، امنیت است.

مهم‌ترین کارکرد فناوری اینترنت اشیا تحلیل‌های بی‌درنگی است که به کمک آن می‌توان به سادگی بی‌نظمی‌ها را مشاهده و از مشکلات و کلاه‌برداری‌ها جلوگیری کرد. پیشگیری از چیزهای مخرب برای حمله به دستگاه‌های هوشمند، نه تنها حس امنیت را برای کاربر به ارمغان می‌آورد، بلکه همه داده‌های خصوصی کاربران را از اینکه برای اهداف غیر قانونی مورد استفاده قرار بگیرند نیز در امان نگه می‌دارد.

شرکت‌های بزرگ، داده‌ها را در حجم انبوه گردآوری و تحلیل می‌کنند تا قادر به مشاهده فرصت‌های آینده باشند، بتوانند به سادگی پیشرفت‌های کسب و کار را بیش از پیش توسعه دهند و بر همین اساس، دستاوردی داشته باشند. این تحلیل‌ها به سادگی در راه‌اندازی گرایش‌های آینده که قابلیت حکمرانی بر بازار را دارند مورد استفاده قرار می‌گیرند. بر اساس این تحلیل‌ها، کسب و کارها می‌توانند یک گام به جلوتر بروند و به سادگی به موفقیت دست پیدا کنند. داده‌ها ممکن است دنیای کوچکی داشته باشند، اما قدرت بسیاری را برای شکل‌دهی و یا درهم شکستن کسب و کارها در وجود خود دارند.

رابط کاربری

«رابط کاربری» (User-Interface) ، فاکتور دیگری است که اکوسیستم اینترنت اشیا به شدت به آن وابسته است. رابط کاربری، بخش قابل مشاهده‌ای را فراهم می کند که توسط کاربر به سادگی قابل دسترسی است. برای توسعه‌دهندگان، ساخت یک رابط «کاربرپسند» (User-Friendly) که بدون تلاش اضافی قابل دسترسی باشد و به تعامل آسان کمک کند، بسیار حائز اهمیت است.

به لطف پیشرفت‌های اخیر فناوری، طراحی‌های تعاملی متعددی وجود دارد که به سادگی قابل استفاده هستند و می‌توانند به راحتی هر پرسش و پاسخ پیچیده‌ای را حل کنند. برای مثال، در خانه، افراد شروع به استفاده از پنل‌های رنگی لمسی به جای کنترل‌های سختی کرده‌اند که پیش از این مورد استفاده قرار گرفته است. این مورد روز به روز در حال افزایش است و فناوری کنترل‌های صفحه لمسی روز به روز پیشرفت می‌کند.

بحث رابط کاربری، گرایشی را برای تولیدات دیجیتال ارائه و کارها را به گونه‌ای مدیریت کرده که بازار رقابتی شدیدی پیرامون آن برانگیخته شده است. رابط کاربری، اولین چیزی است که کاربر پیش از خرید یک دستگاه به آن توجه می‌کند. حتی مشتریان هم گرایش به خرید دستگاه‌هایی دارند که کاربرپسند هستند، پیچیدگی آن‌ها کم است و با استفاده از اتصالات وایرلس قابل استفاده هستند.

استانداردها و پروتکل‌های طراحی رابط کاربری

صفحات وب در حال حاضر از قالب HTML با «برگه سبک نگارش» (Style Sheet) آبخاری استفاده می‌کنند. این مورد موجب می‌شود تا سرویس برای استفاده قابل اعتمادتر شود. استانداردها و پروتکل‌هایی در طراحی رابط کاربردی دارای بیشترین میزان استفاده هستند که رابط کاربری را نه تنها کاربر پسند، بلکه به راحتی قابل پذیرش می‌کنند.

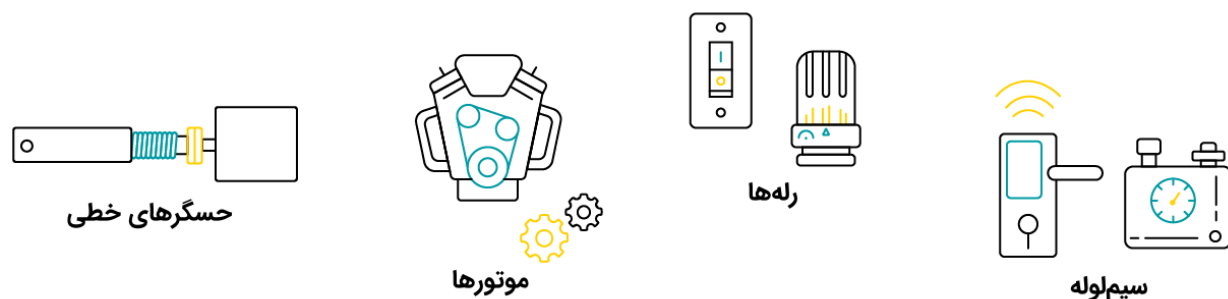
اگرچه، اینترنت اشیا این استاندارد را ندارد. انتخاب «پلتفرم اینترنت اشیا» (IoT Platform) مسئله بسیار حائز اهمیتی است. اینترنت اشیا می‌تواند به تشخیص روشی که پلتفرم با سیستم تعامل دارد کمک کند. بنابراین، کاربر قادر به آن می‌شود که با دستگاه‌ها و شبکه‌ها با استانداردهای خودش تعامل داشته باشد. داشتن پروتکل‌های مشابه برای داشتن یک تعامل موفق، مسئله مهمی است.

### محرك‌ها (عملگرها)

سیستم پایگاه داده از ویژگی‌های خودکاری استفاده می‌کند که به مدیریت داده‌ها و انباشت آن‌ها کمک می‌کنند. از سوی دیگر، داده‌های گردآوری شده تحلیل می‌شوند و اطلاعات مفید از آن‌ها حاصل می‌شود. یک گام کلیدی و مهم برای هوشمندسازی مبتنی بر اینترنت اشیا آن است که امکان انجام تنظیمات خودکار توسط اشیای متصل انجام شود.

برای مثال، می‌توان به آسانی نور را با یک کلیک به صورت از راه دور، کنترل کرد. تهویه کننده‌های هوا امکان اتصال به گوشی هوشمند افراد را دارند و آن‌ها می‌توانند با استفاده از گوشی

هوشمند خود این دستگاه‌ها را خاموش و روشن کنند. حتی امکان تغییر دما (تنظیم درجه حرارت دستگاه) نیز به این روش وجود دارد.



### توسعه

بحث استقرار یک سیستم اینترنت اشیا طراحی شده بسیار حائز اهمیت است؛ تا جایی که می‌توان آن را به عنوان یکی از مولفه‌های سیستم اینترنت اشیا در نظر گرفت (هرچند توافق عمومی پیرامون آن وجود ندارد). در حال حاضر، اینترنت اشیا یکی از آخرین پیشرفت‌های به وقوع پیوسته در فناوری است. نیاز به توسعه، رشد و به روز رسانی آن همگام با زمان، وجود دارد.

در حال حاضر پیش‌نمونه‌های متعددی از اکوسیستم‌ها یا دستگاه‌های مبتنی بر اینترنت اشیا در بازار وجود دارد که برخی از آن‌ها حتی در فاز استقرار و تست قرار دارند. همچنین، اینترنت اشیا یا اینترنت چیزها صرفاً با یک دستگاه کار نمی‌کند. از این رو، حائز اهمیت است که دستگاه‌هایی که به طور کامل با مبحث اینترنت اشیا سازگار هستند، تست و از این جهت بررسی شوند که آیا قابلیت اتصال به صورت بی‌سیم را دارند یا خیر. سفر اینترنت اشیا طی این سال‌ها رو به جلو بوده و حرکت آن ادامه دارد.

## پلتفرم اینترنت اشیا چیست؟

«پلتفرم اینترنت اشیا» (IoT Platform) ، با فراهم کردن ابزارها و قابلیت‌های توکار و تسهیل و ارزان‌تر کردن اینترنت اشیا برای کسب و کارها، توسعه‌دهندگان و کاربران، نقطه شروعی برای ساخت «سیستم‌های اینترنت اشیا» (IoT Systems) فراهم می‌کند. پلتفرم اینترنت اشیا، یک مولفه حیاتی برای اکوسیستم و بازار دارای رشد سریع اینترنت اشیا محسوب می‌شود.

پلتفرم‌های اینترنت اشیا، ارزش زیادی را برای کسب و کارها فراهم می‌کنند و به آن‌ها امکان کمینه کردن هزینه‌ها، شتاب‌دهی راه‌اندازی و ساده‌سازی فرایندها را می‌دهند. اگرچه، برای بسیاری از فعالان این حوزه، هنوز هم مفهوم پلتفرم IoT شفاف نیست. در ادامه، تعریفی ساده شده و غیر فنی از پلتفرم اینترنت اشیا ارائه می‌شود.

برای درک آنکه پلتفرم اینترنت اشیا چیست، فرد باید درک صحیحی از آنچه در یک سیستم اینترنت اشیا به وقوع می‌پیوندد داشته باشد. در بخش پیشین آنچه در یک سیستم اینترنت اشیا به وقوع می‌پیوندد، تشریح شد. در این بخش به صورت خلاصه این موضوع و ارتباط آن با پلتفرم اینترنت اشیا نیز مورد بررسی قرار می‌گردد.

یک سیستم کامل اینترنت اشیا، به سخت‌افزار نیاز دارد. از جمله این سخت‌افزارها می‌توان به حسگرها یا دستگاه‌ها اشاره کرد. این حسگرها و دستگاه‌ها داده‌ها را از محیط گردآوری می‌کنند (برای مثال، حسگر رطوبت) و یا اقداماتی را در محیط انجام می‌دهند (برای مثال، آبیاری



زمین‌های زراعی) یک راهکار کامل اینترنت اشیا، نیاز به متصل بودن دارد. سخت‌افزار نیاز به راهی برای انتقال همه داده‌ها به ابر (مانند ارسال داده‌های رطوبت) و یا نیاز به راهکاری برای دریافت دستورات از ابر دارد (مانند، آب دادن مزرعه در لحظه). این کار با استفاده از اشکال بلوغ یافته اتصالات مانند سلولی، ماهواره یا وای‌فای و یا روش‌های اتصالات نوین‌تر و با تمرکز بیشتر روی اینترنت اشیا، مانند «رنج گسترده (Long Range)» باشد.



یک سیستم کامل اینترنت اشیا، نیازمند نرم‌افزار است. این نرم‌افزارها در ابر میزبانی می‌شوند و مسئول تحلیل داده‌هایی است که از حسگرها گردآوری شده و بر اساس آن‌ها تصمیم‌گیری می‌کند (برای مثال، از داده‌های رطوبتی متوجه می‌شود که باران باریده و بر این اساس، به سیستم آبیاری می‌گوید که امروز روشن نشود)

در نهایت، یک سیستم اینترنت اشیا کامل، نیازمند یک رابط کاربری است. برای آنکه همه این موارد مفید واقع شوند، نیاز به راهکاری برای کاربران به منظور تعامل با سیستم اینترنت اشیا است (برای مثال، یک برنامه کاربردی مبتنی بر وب با داشبوردی که روندهای رطوبت را نشان و به کاربر این امکان را می‌دهد که به صورت دستی سیستم آبیاری مزرعه را خاموش یا روشن کند)

علاوه بر آنچه گفته شد، ارزش واقعی یک سیستم اینترنت اشیا زمانی است که این سیستم با سیستم‌های کنونی کسب و کار و جریان‌های داده آن یکپارچه شود. در سطح بالا، پلتفرم‌های اینترنت اشیا یک نقطه شروع برای ساخت سیستم‌های اینترنت اشیا، با فراهم کردن ابزارها و قابلیت‌هایی برای تسهیل و ارزان‌تر کردن اینترنت اشیا برای کسب و کارها، توسعه‌دهندگان و کاربران هستند. یک پلتفرم اینترنت اشیا، ارتباطات، جریان داده، مدیریت دستگاه‌ها و عملکرد برنامه‌ها را تسهیل می‌کند.

پلتفرم‌های اینترنت اشیا در بخش سه و معمولاً بخش نرم‌افزار و رابط کاربری وجود دارند. با انواع سخت‌افزارها و گزینه‌های مختلف اتصالات، نیاز به راهی برای آن است که همه چیز با یکدیگر کار کنند. پلتفرم اینترنت اشیا، به حل این مشکل کمک می‌کنند. به طور کلی، پلتفرم‌های اینترنت اشیا، به موارد زیر کمک می‌کنند:

- اتصال سخت افزار، مانند دستگاهها و تجهیزات
- مدیریت پروتکل های مختلف سخت افزاری و نرم افزاری
- فراهم کردن امنیت و احراز هویت برای دستگاهها و کاربران
- فراهم کردن امنیت و احراز هویت برای دستگاهها و کاربران
- گردآوری، بصری سازی و تحلیل داده هایی که حسگرها و دستگاهها گردآوری می کنند
- یکپارچه سازی همه موارد بالا با سیستم های کنونی کسب و کار و دیگر خدمات وب

### چرا پلتفرم های اینترنت اشیا متعددی وجود دارد؟

پلتفرم های موجود برای اینترنت اشیا، یکتا نیستند؛ اما اگر به دیگر زمینه ها نگاه شود، می توان مشاهده کرد که پلتفرم های کمتری برای آنها وجود دارند. اندروید (Android) و iOS پلتفرم موبایل غالب هستند؛ «ویندوز (Windows)» و «مک او اس (macOS)» پلتفرم های دسکتاپ و «ایکس باکس (Xbox)» و «پلی استیشن (PlayStation)» پلتفرم های کنسول بازی محسوب می شوند.

سوالی که اکنون مطرح می شود این است که اگر در همه این بازارها چند سکوی غالب وجود دارد، چرا در حوزه IoT فضای مشابهی مشاهده نمی شود؟

برخی از کارشناسان بر این باورند که در زمینه اینترنت اشیا، در حال حاضر، آمازون (هسته اینترنت اشیا سرویس وب آمازون (AWS IoT Core) | ، مایکروسافت (هاب اینترنت اشیا آژور |

Azure IoT Hub) و گوگل (هسته اینترنت اشیا گوگل Google IoT Core |) دارای پلتفرم‌های پیش‌تاز هستند.

اگرچه، این سکوها بیشتر در سطح زیرساخت متمرکز شده‌ند و بنابراین، نیاز به تخصص بالا و سفارشی‌سازی برای ساخت یک برنامه کاربردی IoT برای کسب و کارها دارند. پلتفرم‌های اینترنت اشیا معمولاً بر فراز این تامین‌کنندگان زیرساخت، ساخته می‌شوند و اغلب ابزارها و خدمات افزوده‌ای را برای ساخت سریع یک برنامه کاربردی اینترنت اشیا ارائه می‌دهند.

در پاسخ به این پرسش که چرا پلتفرم‌های اینترنت اشیا زیادی وجود دارند، باید گفت که اولاً بازار نوظهورتر از آن است که نقش‌آفرینان غالب ظهور کنند؛ دوماً، به دلیل کاربردهای نامحدود اینترنت اشیا در صنایع، پلتفرم‌های مختلف در زمینه کاربردهای مختلف به ارائه خدمات می‌پردازند. این موضوع، اهمیت انتخاب پلتفرم IoT مناسب یک دامنه خاص را از میان طیف گسترده پلتفرم‌های موجود، برجسته می‌سازد. همچنین، شایان توجه است که گاه ممکن است در صورت انتخاب پلتفرم IoT مناسبی که در آینده پلتفرم غالب بازار نشود، پیامدها و مشکلاتی در پی باشد.

**کسب و کار چه زمانی باید از سکوی اینترنت اشیا استفاده کند؟**

باید به این موضوع توجه داشت که اینترنت اشیا، یک سیستم از سیستم‌ها و در واقع، شبکه‌ای از سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای کاربردی است و کمتر سازمانی وجود دارد که در همه زمینه‌ها متخصص داشته باشد.

در واقع، اینترنت اشیا به ترکیب صحیح فیلدهای گوناگون و متمایز مهندسی مانند مهندسی مکانیک، برق و الکترونیک، نرم‌افزار و دیگر موارد می‌پردازد. پل‌فترم‌های اینترنت اشیا برای کمک به کسب و کارها به منظور غلبه بر چالش‌های فنی بدون نیاز به پرداخت هزینه و مدیریت تیم‌های مهندسی متخصص در زمینه‌های گوناگون و ویژه مواقعی ساخته شده‌اند که تنها یک یا دو پروژه نیازمند IoT در سازمان وجود دارد.

برای مثال، کسب و کاری ممکن است در ساخت سخت‌افزار بسیار قدرتمند باشد و تصمیم بگیرد تا سخت‌افزارهای خود را هوشمند کند. به جای فرایند پرهزینه و زمان‌گیر استخدام مهندسان نرم‌افزار برای ساخت همه چیز در داخل سازمان، می‌تواند از سکوه‌های اینترنت اشیا استفاده کند و کار را سریع‌تر و به صورت مقرون به صرفه‌تری به پیش برد. اگرچه، موازنه‌ای بین سکوه‌های IoT وجود دارد که بر اساس آن، اگر استفاده از پلتفرم موجب کاهش زمان مصرفی شود، هزینه افزایش پیدا می‌کند. البته این هزینه‌ها در گذر زمان نیز تغییر می‌کنند و اغلب شرکت‌ها هزینه را بر اساس میزان مصرف محاسبه می‌کنند.

**مزایای اینترنت اشیا**

در ادامه، مزایای اینترنت اشیا هم برای کسب و کارها و هم برای مصرف‌کنندگان (کاربران) به طور کلی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### مزایای اینترنت اشیا برای کسب و کارها چیست؟

مزایای اینترنت اشیا برای کسب و کارها بستگی به پیاده‌سازی خاص آن در یک کسب و کار مشخص دارد. چابکی و کارایی معمولاً دو مورد از اصلی‌ترین مزایای اینترنت اشیا برای کسب و کارها هستند. ایده آن است که کسب و کارها باید به داده‌های بیشتری پیرامون محصولات و سیستم‌های داخلی خودشان دسترسی و توانایی بیشتری برای ایجاد تغییرات به عنوان نتیجه داشته باشند.



کارخانجات حسگرهایی را به مولفه‌های محصولات خود اضافه می‌کنند، بنابراین می‌توانند داده‌ها را پیرامون چگونگی عملکرد آن‌ها گردآوری کنند. این کار می‌تواند به صنایع کمک کند تا تشخیص دهند که دستگاه‌های مورد استفاده آن‌ها چه زمانی از کار افتاده می‌شود تا آن را پیش از دچار نقص شدن و ایجاد مشکل، با دستگاه مناسب دیگری جایگزین کنند. همچنین، شرکت‌ها می‌توانند از داده‌های تولید شده توسط این حسگرها برای ایجاد سیستم‌های خودشان (سیستم‌های پیش‌بین نگهداری از تجهیزات، زنجیره تامین و دیگر موارد) استفاده کنند؛ زیرا اینترنت اشیا به صنایع کمک می‌کند تا داده‌های صحیح‌تری را پیرامون اینکه چه اتفاقی در حال وقوع است به دست بیاورند.

مشاور اینترنت اشیا «مکینزی (McKinsey)» درباره مزایای اینترنت اشیا برای کسب و کارها چنین می‌گوید: «با استفاده از گردآوری و تحلیل داده‌ها به صورت جامع و بی‌درنگ، سیستم‌های تولید می‌توانند به طور چشم‌گیری واکنش‌گرا شوند». استفاده کسب و کارها از اینترنت اشیا به دو دسته قابل تقسیم است: پیشنهادات ویژه کسب و کار مانند حسگرها در تولید نباتات یا دستگاه‌های بی‌درنگ موقعیت‌یاب برای حوزه سلامت؛ و دستگاه‌های اینترنت اشیا که در همه صنایع قابل استفاده هستند، مانند «تهویه هوای هوشمند» (Smart Air Conditioning) یا «سیستم‌های امنیتی» (Security Systems).

در حالیکه محصولات ویژه کسب و کارها در گام‌های اولیه خود قرار دارند، گارتنر پیش‌بینی کرده است که تا پایان سال ۲۰۲۰، تعداد دستگاه‌های مبتنی بر اینترنت اشیا به ۴۰۴ میلیارد واحد

برسد. در حالی که دستگاه‌هایی که ویژ کسب و کار خاصی هستند، به ۳۰۲ میلیون واحد می‌رسند. مصرف‌کنندگان (کاربران)، دستگاه‌های بیشتری را خریداری می‌کنند و شرکت‌ها، هزینه‌های بیشتری را در حوزه اینترنت اشیا صرف می‌کنند. گروه تحلیلگران گارتنر می‌گویند در حالی که پرداختی مشتریان برای دستگاه‌های اینترنت اشیا در سال گذشته چیزی در حدود ۷۲۵ میلیارد دلار بوده است، پرداختی کسب و کارها برای اینترنت اشیا به ۹۶۴ میلیارد دلار می‌رسد و البته، پرداختی کسب و کارها و مصرف‌کنندگان روی سخت‌افزارهای اینترنت اشیا به نزدیک به ۳ تریلیون دلار می‌رسد.

### مزایای اینترنت اشیا برای مصرف‌کنندگان چیست؟

IoT نوید آن را می‌دهد که محیط زندگی انسان‌ها، شامل خانه‌ها، دفاتر کاری و وسایل نقلیه را هوشمندتر، قابل سنجش‌تر و تعاملی‌تر کند. اسپیکرهای هوشمند مانند «آمازون اکو» و «گوگل هوم» (Google Home) پخش موسیقی، تنظیم زمان‌بندها یا دریافت اطلاعات را آسان‌تر می‌کنند.

سیستم‌های امنیتی خانه‌ها، نظارت بر اینکه چه چیزی درون و بیرون یک خانه به وقوع می‌پیوندد را هم از جهت امنیتی و هم برای دیدن و گفتگو با ملاقات‌کنندگان آسان‌تر می‌کنند. در عین حال، ترموستات‌های هوشمند می‌توانند به انسان‌ها کمک کنند تا خانه‌های خود را پیش از رسیدن به خانه گرم کنند و چراغ‌های هوشمند می‌توانند در هنگام بیرون بودن فرد از خانه نیز جوری برخورد کنند که گویی فرد در خانه است.



فراتر از خانه‌های هوشمند، حسگرهایی وجود دارند که می‌توانند به افراد کمک کنند تا بدانند هوا چقدر دارای آلاینده‌ها یا آلودگی صوتی است. خودروهای خودران و شهرهای هوشمند می‌توانند چگونگی ساخت و مدیریت فضاهای عمومی را دستخوش تغییر کنند. هر چند این نوآوری‌ها ممکن است حریم خصوص انسان‌ها را زیر سؤال ببرد.



برای مصرف‌کنندگان، خانه هوشمند جایی است که با اشیای متصل به اینترنت تعامل برقرار خواهند کرد و این حوزه، یکی از زمینه‌هایی است که غول‌های فناوری مانند آمازون، گوگل و اپل در آن رقابت شدیدی دارند. به عنوان یکی از شناخته شده‌ترین مصادیق این مورد می‌توان به اسپیکرهای هوشمند «آمازون اکو» (Amazon's Echo) اشاره کرد. هرچند، چراغ‌های هوشمند، دوربین‌ها، ترموستات‌ها و فریزرهای هوشمند نیز وجود دارند. تا هنگامی که بشر هیجان

بیشتری از خود برای گجت‌های درخشان جدید بروز دهد، جنبه‌های جدی‌تر و نویی از کاربردهای اینترنت اشیا به ویژه در خانه‌های هوشمند ظهور خواهد کرد.

خانه‌های هوشمند می‌توانند به این موضوع کمک کنند که افراد مسن به طور مستقل و به تنهایی در خانه‌های خودشان زندگی کنند و در عین حال، برای خانواده و دیگر نهادها نیز تعامل با آن‌ها و نظارت بر وضعیت آن‌ها آسان‌تر باشد. در عین حال، توانایی تغییر تنظیمات لوازم خانگی مبتنی بر اینترنت اشیا، می‌تواند به حفظ انرژی و کاهش هزینه‌های مربوط به آن (برای مثال کاهش هزینه‌های وسایل گرمایشی و سرمایشی) کمک کند.

### چالش‌های اینترنت اشیا چه هستند؟

اینترنت اشیا، در کنار مزایای بسیاری که دارد، چالش‌هایی را نیز با خود به همراه آورده است. برخی از مهم‌ترین این چالش‌ها، در ادامه مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

### امنیت اینترنت اشیا

«امنیت» (Security) یکی از مهم‌ترین چالش‌های اینترنت اشیا است. حسگرها در بسیاری موارد داده‌های بسیار حساسی مانند اینکه کاربر در خانه خودش چه اقدامی انجام می‌دهد را گردآوری می‌کنند. امن نگه داشتن این اطلاعات برای کسب و حفظ اعتماد مصرف‌کنندگان مسئله بسیار حیاتی است. اما تاکنون امنیت اطلاعات ثبت شده توسط دستگاه‌های IoT در اغلب موارد بسیار

ضعیف بوده است. بسیاری از دستگاه‌های IoT توجه کمی به مبانی امنیت مانند «رمزنگاری» (Encryption) داده‌ها در انتقال دارند.

نقص‌های موجود در نرم‌افزارها - حتی در کدهای قدیمی و به خوبی استفاده شده - معمولاً کشف می‌شوند، اما بسیاری از دستگاه‌های اینترنت اشیا قابلیت وصله زدن (Patch) ندارند و این یعنی همواره در معرض خطر هستند. هکرها در حال حاضر به طور فعالانه‌ای دستگاه‌های IoT مانند «مسیریاب‌ها» (Routers) و وب‌کم‌ها را هدف قرار می‌دهند؛ زیرا فقدان امنیت موروثی آن‌ها، قابلیت در خطر افتادن ارثی آن‌ها و به دام بات‌نت‌های عظیم افتادن را آسان ساخته است.

نقص‌ها، دستگاه‌های هوشمندی مانند یخچال‌ها، گازها و ماشین‌های ظرفشویی را برای هکرها دسترسی پذیر کرده است. پژوهشگران یک صد هزار وب‌کم می‌گویند که به راحتی قابل هک بودند را کشف کردند. در عین حال، کشف شده است که برخی از ساعت‌های هوشمند ویژه کودکان، حاوی نوعی آسیب‌پذیری امنیتی هستند که به هکرها اجازه می‌دهند موقعیت دستگاه را ردیابی، مکالمات را شنود و یا حتی با کاربر گفتگو کنند.

در این وهله است که نگرانی دولت‌ها پیرامون خطرات افزایش پیدا می‌کند. دولت انگلستان راهنماهای خودش را برای امنیت مصرف‌کنندگان دستگاه‌های اینترنت اشیا منتشر کرده است. بر اساس این راهنما، دستگاه‌ها باید رمز عبور یکتا داشته باشند، در عین حال شرکت‌ها باید باید یک نقطه عمومی تماس فراهم کنند تا هر کس بتواند هر گونه آسیب‌پذیری ممکن را گزارش دهند (و روی رفع آن کار کنند)، و کارخانجات باید صراحتاً اعلام کنند که هر دستگاهی تا چه زمانی به روز



موضوع دارند که این شبکه‌ها ایزوله و محافظت شده هستند، داده‌های حسگرها به منظور حفظ امنیت آن‌ها و دروازه‌ها، رمزنگاری شده هستند.

وضعیت فعلی فناوری اینترنت اشیا از جهت امنیت، اعتماد کردن به آن را سخت‌تر می‌کند. کمبود امنیت اینترنت اشیا به مانند فقدان یک برنامه‌ریزی امنیتی IoT مداوم در سازمان‌ها است. فکر کردن به سیستم‌های صنعتی که به اینترنت متصل هستند و بدون محافظت رها شده‌اند، نگران‌کننده است. اینترنت اشیا (IoT) مانند پلی بین دنیای دیجیتال و فیزیکی است و این یعنی هک شدن این دستگاه‌ها می‌تواند عواقب وحشتناکی را در دنیای واقعی داشته باشد. در این میان، در دست گرفتن اختیار یک خودرو بدون راننده، می‌تواند پایانی برای یک فاجعه باشد.

### حریم خصوصی و اینترنت اشیا

با وجود حجم انبوه داده‌هایی که حسگرها از همه چیز گردآوری می‌کنند، اینترنت اشیا با مشکلات گسترده حریم خصوصی و امنیت دست و پنجه نرم می‌کند. برای مثال، یک خانه هوشمند مفروض است.

این خانه هوشمند می‌تواند بگوید که ساکنان چه زمانی از خواب بیدار می‌شوند (وقتی قهوه‌جوش خودکار فعال می‌شود)، و اعضای خانه چگونه دندان‌های خود را مسواک می‌زنند (به لطف مسواک هوشمند)، ساکنان خانه به کدام کانال رادیویی گوش می‌دهند (به وسیله اسپیکرهای هوشمند)، چه نوع غذایی را می‌خورند (به لطف گاز یا یخچال هوشمند)، کودکان ساکن خانه چه افکاری

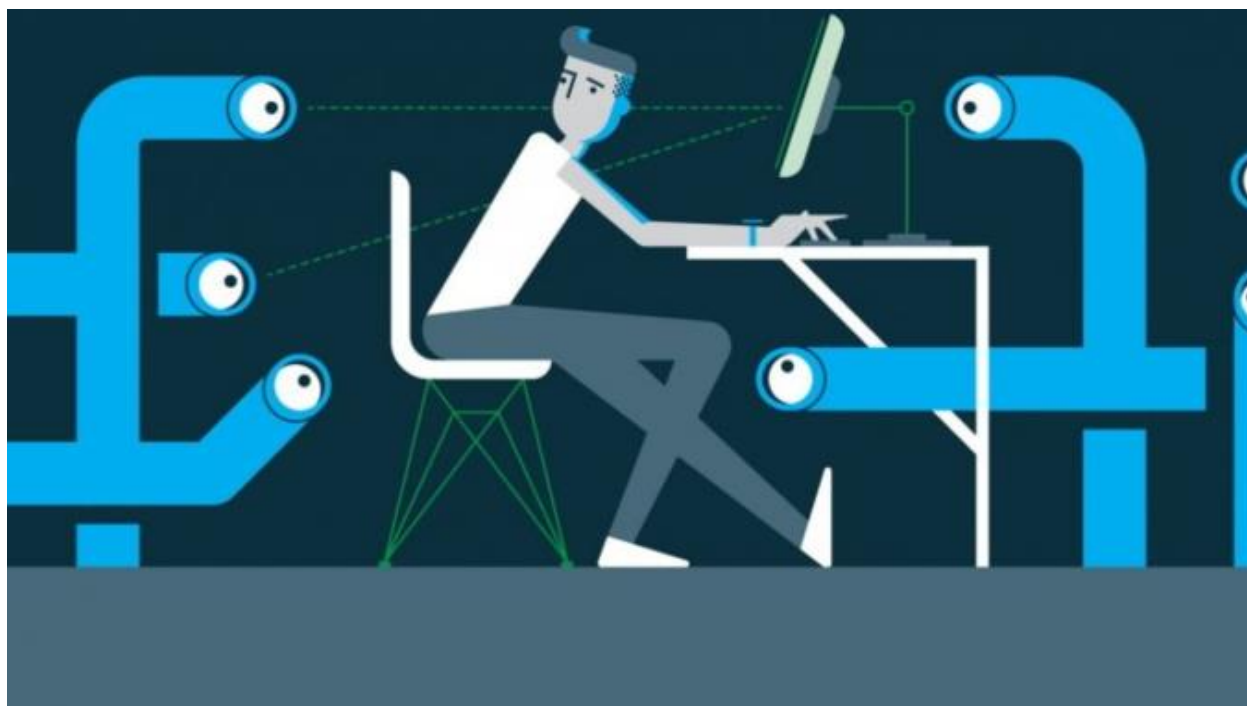
دارند (به وسیله اسباب‌بازی‌های هوشمند) و چه کسانی به آن خانه رفت و آمد دارند (به کمک زنگ درهای هوشمند). در حالی که شرکت‌ها در جایگاه اول با فروش دستگاه‌های هوشمند کسب درآمد می‌کنند، در جایگاه بعدی با فروش داده‌های کاربران دستگاه‌های خود به کسب درآمد می‌پردازند.

آنچه برای این داده‌ها به وقوع می‌پیوندد، یک مسئله مهم برای حفظ حریم خصوصی افراد است. البته همه شرکت‌های خانه‌های هوشمند، فروش داده‌های مشتریان را در مدل کسب و کار خود نمی‌گنجانند؛ اما برخی از آن‌ها این کار را می‌کنند. شایان توجه است که داده‌های اینترنت اشیا را می‌توان با دیگر داده‌ها ترکیب کرد تا تصویری با جزئیات شگفت‌آور از فرد ارائه کرد. پیدا کردن اطلاعات زیاد و شگفت‌انگیز پیرامون یک نفر بر اساس داده‌های یک حسگر کار بسیار ساده‌ای است. در یک پروژه، پژوهشگران با تحلیل مصرف انرژی، سطح کربن مونوکسید و کربن دی‌اکسید، درجه حرارت و رطوبت در طول یک روز در یک خانه، تشخیص داده‌اند که شام فرد چه غذایی بوده است.

### اینترنت اشیا، حریم خصوصی و کسب و کار

مصرف‌کنندگان نیاز به درک مبادله‌ای که انجام می‌دهند دارند و اینکه مشخص کنند که آیا از این کار راضی هستند یا خیر. برخی از مشکلات مشابه نیز در کسب و کارها به وقوع می‌پیوندد.

برای مثال، آیا تیم اجرایی شرکت از اینکه جلسات خود را در اتاقی که با اسپیکرهای هوشمند و دوربین‌ها تجهیز شده برگزار کنند، خوشحال هستند و از این موضوع رضایت دارند؟ پژوهشی که اخیراً انجام شده حاکی از آن است که چهار مورد از هر پنج شرکت فعال در حوزه اینترنت اشیا، توانایی شناسایی همه دستگاه‌های اینترنت اشیا موجود در شبکه خود را ندارند.



محصولات اینترنت اشیا بی که به صورت نامناسبی نصب شده‌اند، می‌توانند به راحتی شبکه‌های شرکت‌ها را برای حملات هکرها باز کنند و یا داده‌ها به سادگی نشت کند. ممکن است اینطور به نظر بیاید که این یک تهدید بدیهی بوده است؛ اما با نگاهی اندکی عمیق‌تر، می‌توان به عنوان مثال حالاتی را تصور کرد که در آن قفل‌های هوشمند یک روز از باز کردن درب دفتر کار فرد برای خود او امتناع کنند و یا ایستگاه آب و هوایی هوشمند موجود در دفتر یک مدیر مهم در سازمان، از طرف هکرها برای ساخت یک «در پشتی» (Backdoor) در شبکه استفاده شود.

## اینترنت اشیا و جنگ سایبری

اینترنت اشیا، رایانش را به چیزی فیزیکی مبدل کرده است. بنابراین اگر امور مربوط به دستگاه‌های اینترنت اشیا به خوبی پیش نروند، عواقب جهان واقعی در این راستا وجود خواهند داشت. این دقیقا همان چیزی است که کشورها استراتژی‌های جنگ سایبری خود را روی آن متمرکز کرده‌اند.

«جامعه اطلاعاتی ایالات متحده آمریکا» (US intelligence Community)، هشدار داده است که مخالفان این کشور در حال حاضر توانایی تهدید زیرساخت‌های آن کشور و در عین حال، اکوسیستم وسیع‌تر مصرف‌کنندگان و دستگاه‌های صنعتی متصل که با عنوان اینترنت اشیا ساخته شده‌اند را دارند. این سازمان همچنین هشدار داده است که ترموستات‌های متصل، دوربین‌ها و اجاق‌گازها می‌توانند برای جاسوسی از شهروندان مورد استفاده قرار بگیرند و یا در صورت هک شدن، می‌توان از آن‌ها برای خرابکاری سو استفاده کرد.

### کاربردهای اینترنت اشیا چیست؟

محدودیتی برای کاربردهای اینترنت اشیا وجود ندارد و از این مبحث در صنعت (حمل و نقل)، کشاورزی (گلخانه هوشمند)، پزشکی (تجهیزات پزشکی متصل به نت) نظارت و امنیت (دوربین‌های نظارتی)، آموزش و کسب و کار استفاده می‌شود.



همان طور که ظهور اینترنت طیف وسیعی از کاربران را تحت تاثیر قرار داده است، اینترنت اشیا نیز طیف وسیعی از کاربران را متاثر کرده و خواهد کرد. بسته به مقیاس اتصالات و تعداد دستگاه‌های درگیر، اینترنت اشیا نیز کاربردهای قابل توجه و ویژه‌ای را برای یک کاربر خاص یا حتی کل یک شهر دارد. کاربردهای متداول اینترنت اشیا، شامل موارد زیر است.

**کاربرد اینترنت اشیا برای افراد و خانه‌ها:** افراد از دستگاه‌های اینترنت اشیا از طریق فناوری‌های پوششی مانند ساعت‌های هوشمند، ردیاب‌های سلامتی و دستگاه‌هایی که کمک می‌کنند تا اطلاعات را به صورت بی‌درنگ دریافت و گردآوری کنند بهره می‌برند. با اعمال اینترنت اشیا به تجهیزات خانه‌ها، دستگاه‌های اینترنت اشیا برای خانه‌های متصل‌تر، با مصرف بهینه‌تر انرژی و اداره راحت‌تر خانه قابل استفاده هستند. به جنبه‌های مختلفی از خانه‌های متصل می‌توان از راه دور دسترسی داشت و آن‌ها را به وسیله مالک خانه و از طریق کامپیوتر یا یک دستگاه هوشمند دستی (گوشی هوشمند، تبلت و دیگر موارد) کنترل کرد.

**کاربرد اینترنت اشیا در اتومبیل‌ها:** حسگرهای درون یک وسیله نقلیه در حال حرکت، امکان گردآوری داده‌های بلادرنگ پیرامون خودرو و محیط اطراف آن را فراهم می‌کنند. وسایل نقلیه خودمختار از حسگرهای متفاوتی در ترکیب با سیستم‌های کنترلی پیشرفته به منظور ارزیابی محیط و در نتیجه، راندن خودرو استفاده می‌کنند.

**کاربردهای اینترنت اشیا در کارخانجات:** با کاربردهایی که اینترنت اشیا برای کارخانجات دارد، تولیدکنندگان می‌توانند وظایف تکراری موجود در هر بخش از کل فرایندهای تولید را

خودکارسازی کنند. اطلاعات گردآوری شده توسط حسگرهای تعبیه شده در دستگاه‌های کارخانه می‌توانند برای طراحی راهکارهایی برای بهینه‌تر کردن و عاری‌تر از خطر کردن کل خط تولید استفاده کنند.



کاربردهای اینترنت اشیا در صنعت: «اینترنت صنعتی» (Industrial Internet) یکی از کاربردهای اینترنت اشیا است. در حالی که بسیاری از پژوهشگران بازار مانند «گارتنر» (Gartner) یا سیسکو، اینترنت اشیا در صنعت (IIoT) را به عنوان یک مفهوم اینترنت اشیا (IoT) با پتانسیل بالقوه بسیار بالا می‌دانند. شهرت اینترنت اشیا در صنعت هنوز به اندازه‌ای

نیست که در بحث دستگاه‌های پوشیدنی یا خانه‌های هوشمند وجود دارد. اما این میزان به شدت در حال افزایش است.

**کاربردهای اینترنت اشیا در کسب و کار:** در مقیاس بزرگ‌تر، با پذیرش فناوری‌های اینترنت اشیا، کسب و کارها می‌توانند مقرون به صرفه‌تر، موثرتر و کارا تر عمل کنند. برای مثال، ساختمان‌های دفاتر می‌تواند پوشیده از حسگرهایی باشد که قابلیت مورد نظارت قرار دادن ترافیک آسانسور یا مصرف کلی انرژی را دارند. البته بدیهی است که کسب و کارهای مختلف، طبیعتاً کاربردهای متفاوتی از اینترنت اشیا را دارند.

**کاربردهای اینترنت اشیا در خرده‌فروشی‌ها:** دستگاه‌های اینترنت اشیا در خرده‌فروشی‌ها برای

کمک به خریداران به منظور موقعیت‌یابی محصولات و نظارت بر فهرست اقلام موجود مورد

استفاده قرار می‌گیرد. همچنین، «تبلیغات مبتنی بر مجاورت» ( Proximity-Based Advertising)

به عنوان زیرمجموعه‌ای از خرده‌فروشی هوشمند، در حال خیز برداشتن است. اما

رتبه‌بندی‌های انجام شده پیرامون محبوبیت این موضوع، حاکی از آن است که این مبحث همچنان

نوظهور است و هنوز نتوانسته است همه‌گیر شود. برای مثال و به عنوان گواهی بر این ادعا،

می‌توان گفت که بر اساس گزارش‌های ارائه شده، در هر ماه ۴۳۰ پست در لینکدین پیرامون

خانه‌های هوشمند منتشر می‌شود، حال آنکه برای تبلیغات مبتنی بر مجاورت این عدد برابر با یک

مورد در هر ماه است.

کاربردهای اینترنت اشیا در شهرها: استفاده‌های گوناگونی از اینترنت اشیا در نواحی و زندگی شهری انجام می‌شود. دستگاه‌های اینترنت اشیا داده‌ها را گردآوری و محیط را متاثر می‌کنند تا به مدیریت جنبه‌های مختلف حاکمیت شهری، مانند کنترل ترافیک، مدیریت منابع و امنیت عمومی کمک کنند.

کاربرد اینترنت اشیا در کشاورزی: اینترنت اشیا در کشاورزی کاربردهای بسیار قابل توجهی دارد. در کشاورزی هوشمند معمولاً از نتایج تجاری اینترنت اشیا چشم‌پوشی می‌شود؛ زیرا این مورد مانند آنچه در بحث پزشکی، قابلیت حمل یا صنعت وجود دارد، شفاف نیست. اگرچه، به دلیل از راه دور (Remoteness) بودن عملیات کشاورزی و تعداد بالای دام‌هایی که می‌توانند از طریق اینترنت اشیا کنترل شوند، اینترنت اشیا می‌تواند انقلابی در روش کشاورزی باشد. اما این ایده هنوز به توجهات بزرگ مقیاس نرسیده است. با این اوصاف، یکی از کاربردهای اینترنت اشیا که نباید آن را دستکم گرفت، کاربرد اینترنت اشیا در کشاورزی است. کشاورزی هوشمند عمدتاً در کشورهای دارای صادرات کشاورزی، به یک زمینه کاربری مهم مبدل شده است.



کاربرد اینترنت اشیا در پزشکی: اینترنت اشیا در پزشکی کاربردهای قابل توجهی دارد و از این کاربردها با عناوین گوناگونی مانند «سلامت دیجیتال» (Digital Health) ، «سلامت از راه دور» (TeleHealth) و «پزشکی از راه دور» (TeleMedicine) یاد می شود.. برای مثال، اینترنت اشیا در حوزه سلامت ممکن است در دستگاه‌های اینترنت اشیا باشد که برای کسب به روز رسانی‌های آنی و صحیح پیرامون وضعیت بیماران به کار می‌روند. تحلیل‌های انجام شده توسط «IoT Analytics» حاکی از آن است که مفهوم سیستم بهداشت و درمان متصل و دستگاه‌های پزشکی هوشمند پتانسیل عظیمی دارد. پتانسیل بالا و مزایای کاربرد اینترنت اشیا در پزشکی محدود به کسب و کارها نیست و برای تک تک افراد جامعه مطرح است.

کاربردهای اینترنت اشیا در بحث تامین انرژی: «شبکه‌های هوشمند» (Smart Grids) یکی از کاربردهای خاص اینترنت اشیا محسوب می‌شوند. شبکه‌های هوشمند آینده، تضمین می‌کنند که از اطلاعات پیرامون تامین کنندگان برق و مصرف‌کنندگان در حالت خودکار استفاده کنند تا کارایی، قابلیت اطمینان و اقتصاد الکتریسیته را افزایش دهند. ۴۱,۰۰۰ جستجوی ماهانه در گوگل، حاکی از آن است که این مبحث موضوعی محبوب و مورد توجه است. اگرچه، عدم ارسال تویت پیرامون این موضوع، حاکی از آن است که افراد چیز زیادی برای گفتن پیرامون این موضوع ندارند.

**کاربرد اینترنت اشیا در آموزش:** اینترنت اشیا می‌تواند منجر به آن شود که آموزش از ابعاد گوناگونی دسترسی پذیرتر باشد. فرصت‌های بدون حد و اندازه‌ای برای یکپارچه‌سازی راهکارهای اینترنت اشیا در محیط مدرسه وجود دارد. برخی از این موارد در ادامه بیان می‌شوند. شایان توجه است که این موارد به عنوان مبنایی مستحکم برای ایجاد درک عمیق‌تر پیرامون کاربرد اینترنت اشیا در آموزش محسوب می‌شوند. از اینترنت اشیا می‌توان برای آموزش زبان‌های خارجی، کلاس‌های هوشمند و متصل، یادگیری وظیفه‌محور، آموزش به دانش‌آموزان دارای معلولیت و آموزش استثنائی، تربیت بدنی، امنیت کلاس‌های درس، نظارت بر کلاس‌های درس با استفاده از فناوری «ویدئو به عنوان حسگر» (Video as a Sensor)، خودکارسازی نظارت بر حضور و غیاب، سلامت جسم و روان دانش‌آموزان، یادگیر از خانه و «یادگیری شخصی‌سازی شده» (Personalized Learning) استفاده کرد.

کاربرد اینترنت اشیا در رشته معماری و عمران: همچون سایر زمینه‌های علمی، کاربرد اینترنت اشیا در عمران نیز متعدد و قابل توجه است. یکپارچه‌سازی اینترنت اشیا در پروژه‌های مهندسی عمران مزایای قابل توجهی را به همراه دارد. این فناوری، به طور قابل توجهی خودکارسازی و نظارت از راه دور بر وظایف را بهبود می‌بخشد.

داده‌هایی که دستگاه‌های اینترنت اشیا گردآوری می‌کنند می‌تواند به ادامه اطلاعات محور پروژه‌ها کمک شایان توجهی کند. برای مثال، حسگرهای اینترنت اشیا می‌توانند برای نظارت بر تحکیم خاک و تاثیرات زیست محیطی پروژه به کار روند. اینترنت اشیا همراه با دیگر فناوری‌های حوزه عمران و معماری، می‌تواند این صنایع را به طور کلی دستخوش تغییر کند.

کاربرد اینترنت اشیا در زنجیره تامین: زنجیره تامین سال‌ها است که هوشمندتر از پیش شده است. راهکارهایی برای پیگیری محصولات، یا تعامل با تامین‌کنندگان جهت تبادل اطلاعات پیرامون میزان موجودی، چندین سال است که اجرا می‌شود. بنابراین، واضح است که با اینترنت اشیا، این شهرت افزایش پیدا خواهد کرد.

### انقلاب اینترنت اشیا: آینده اینترنت اشیا چیست؟

با کاهش قیمت حسگرها و ارتباطات، افزودن دستگاه‌های جدید به اینترنت اشیا، مقرون به صرفه‌تر است؛ حتی اگر در برخی موارد، مزایای کمی مشهود باشد. استقرار اینترنت اشیا در اغلب موارد در گام‌های اولیه است.

اغلب شرکت‌ها حوزه اینترنت اشیا در حال حاضر در «گام آزمایشی» (Trial Stage) به سر می‌برند، زیرا فناوری‌های لازم، برای آن‌ها شامل فناوری حسگر، اتصالات 5G و تحلیل‌های قدرت گرفته از اینترنت اشیا، خودشان همچنان در مراحل آزمایشی به سر می‌برند. این امر نشان‌گر بازار بکر این حوزه و اشباع نشدن آن و در عین حال، آینده درخشان و اقبال عمومی است که برای اینترنت اشیا وجود دارد.

### نقش اینترنت اشیا در تجارت و اقتصاد

دو چالش اساسی در اندازه‌گیری تاثیر مستقیم اینترنت اشیا روی اقتصاد وجود دارد. این دو چالش عبارتند از: از چه متدولوژی استفاده شود و چگونه این متدولوژی تعریف و در نتیجه اینترنت اشیا کمی‌سازی شود.

برای پاسخ به پرسش اول، باید گفت که می‌توان از روشی بهره برد که اقتصاددان‌ها برای اندازه‌گیری فناوری‌های ارتباطاتی و اطلاعاتی جدید در تولید ناخالص داخلی بهره می‌برند. در واقع، در این راستا از یک رویکرد به خوبی توسعه یافته برای تخمین تاثیر اقتصادی فناوری با استفاده از یک مدل رشد استاندارد استفاده شده است. به زبان ساده، چارچوب پایه‌ای تجمیع کارکرد تولید دریافت می‌شود که در آن، تولید ناخالص داخلی یا تولید کلی (Y) تابعی از سرمایه (K)، کار انجام شده (L) و اندازه تغییرات فنی بلند مدت (A) است.



برای پاسخ به پرسش مربوط به چالش دوم یعنی چگونگی اندازه‌گیری و کمی‌سازی اینترنت اشیا، روش هوشمندانه‌تری مورد نیاز است. گذشته از همه این‌ها، اینترنت اشیا شامل تعداد متفاوتی از کاربردها و خدمات گوناگون می‌شود. برای این منظور، رویکردی نوآورانه استفاده شده است که در آن فعالیت اینترنت اشیا در مدل رشد، در نظر گرفته شده است.



## اینترنت اشیا و داده‌ها

یک دستگاه اینترنت اشیا ممکن است دارای یک یا تعداد بیشتری حسگر باشد که برای گردآوری داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. آنچه که این حسگرها گردآوری می‌کنند بستگی به دستگاه و وظایف آن دارد. حسگرهای درون ماشین‌های صنعتی، می‌توانند درجه حرارت یا فشار را اندازه‌گیری کنند.

یک دوربین امنیتی، ممکن است یک «حسگر مجاورتی» (Proximity Sensor) همراه با حسگر صدا و فیلم باشد؛ در حالیکه ایستگاه آب و هوای خانگی، احتمالاً دارای حسگر رطوبت است. همه این داده‌ها و داده‌های بیشتر، باید به جایی ارسال شوند. این یعنی دستگاه‌های اینترنت اشیا نیاز به انتقال داده‌ها دارند و این کار را با استفاده از وای-فای، 5G، 4G و دیگر موارد انجام دهند.

تحلیلگران فناوری در «شرکت بین‌المللی داده» (International Data Corporation | )

IDC) پیش‌بینی کرده‌اند که طی پنج سال، دستگاه‌های اینترنت اشیا ۷۹۰۴ «زتابایت» (Zettabytes) داده ایجاد خواهند کرد. برخی از این داده‌های اینترنت اشیا «کوچک و متناوب» هستند. به روزرسانی‌های سریع مانند خواندن یک حسگر یا خواندن از یک کنتور دیجیتال. دیگر دستگاه‌ها ممکن است حجم انبوهی از ترافیک‌های داده‌ای را ایجاد کنند که به عنوان مثالی برای این مورد، می‌توان به دوربین‌های نظارتی با استفاده از «بینایی کامپیوتری» (Computer Vision) اشاره کرد.

شرکت بین‌المللی داده می‌گوید که حجم داده‌های ساخته شده با دستگاه‌های اینترنت اشیا، طی چند سال آینده به سرعت رشد خواهند کرد. بیشتر داده‌های تولید شده توسط نظارت ویدئویی تولید می‌شود، اما دیگر کاربردهای صنعتی و پزشکی، داده‌های بیشتری را در طول زمان تولید می‌کند. «هواپیماهای بدون سرنشین» (Drones) «پیشران بزرگی برای ساخت داده‌ها با استفاده از دوربین‌ها هستند. با نگاهی وسیع‌تر، می‌توان مشاهده کرد که وسایل نقلیه خودران نیز حجم

انبوهی از داده‌های غنی حسگرها شامل صوت و تصویر و داده‌های اختصاصی حسگرهای خودرو را تولید می‌کنند.

## اینترنت اشیا و تحلیل‌های کلان داده

اینترنت اشیا، حجم انبوهی از داده‌ها را تولید می‌کند. این داده‌ها به روش‌های گوناگون شامل حسگرهای متصل به اجزای ماشین‌ها، حسگرهای محیطی، گفتگوهایی که با اسپیکرهای هوشمند انجام می‌شوند و دیگر روش‌ها تولید می‌شوند. این یعنی اینترنت اشیا یک محرک مهم برای پروژه‌های «تحلیل کلان داده‌ها» (Big Data Analysis) است، زیرا به شرکت‌ها اجازه ساخت مجموعه داده‌های عظیم و تحلیل آن‌ها را می‌دهد.

هنگامی که به یک کارخانه حجم انبوهی از داده‌ها پیرامون عملکرد مولفه‌های آن در جهان واقعی داده شود، به آن‌ها کمک می‌شود تا بهبودها را با سرعت بیشتری ایجاد کنند. در حالی که داده‌های به دست آمده از حسگرهای اطراف یک شهر می‌تواند به برنامه‌ریزهای شهری کمک کند تا جریان ترافیک را روان‌تر کنند.



داده‌های در اشکال متفاوتی شامل صدا، ویدئو، دما یا دیگر داده‌های حسگرها هستند. این داده‌ها را می‌توان برای به دست آوردن بینش مورد کاوش قرار داد IDC. در این باره می‌گوید: فراداده‌های اینترنت اشیا یک منبع در حال رشد از داده‌هایی است که باید مدیریت شوند و مورد استفاده قرار بگیرند. فراداده‌ها نامزد اصلی برای خوراک دادن به پایگاه داده‌های NoSQL مانند MongoDB هستند تا بدین شکل، ساختار را به محتوای بدون ساختار بیاورند یا آن را به سیستم‌های ادراکی خوراک بدهند تا سطح جدیدی از ادراک، هوشمندی و ترتیب را به محیط تصادفی بیرون عرضه کنند.

به طور کلی، اینترنت اشیا حجم انبوهی از داده‌های بی‌درنگ را ارائه می‌کند. «سیسکو» (Cisco) محاسبه کرده است که اتصالات ماشین به ماشین که از کاربردهای اینترنت اشیا پشتیبانی

می‌کنند، بیش از نیمی از ۲۷،۱ میلیون دستگاه و اتصالات و ۵٪ از کل ترافیک جهانی IP ها را تا سال ۲۰۲۱ از آن خود می‌کند.

## اینترنت اشیا و ابر

حجم انبوه داده‌هایی که کاربردهای اینترنت اشیا تولید می‌کنند بدین معنا است که بسیاری از شرکت‌ها باید داده‌های خود را به جای استفاده از فضاهای ذخیره‌سازی گسترده و به صورت در محل، در «ابر (Cloud)» ذخیره کنند.

غول‌های «رایانش ابری» (Cloud Computing) در حال مبدل کردن این شرکت‌ها به حیات خلوت خودشان هستند. مایکروسافت «مجموعه نرم‌افزارهای اینترنت اشیا آژور» ( Azure IoT Suite)، آمازون «وب سرویس‌های آمازون» ( Amazon Web Services ) و گوگل «گوگل کلود» (Google Cloud) را ارائه و طیفی از خدمات اینترنت اشیا را عرضه می‌کنند.

## اینترنت اشیا و شهرهای هوشمند

با گسترش حجم وسیعی از حسگرها در یک شهر یا شهرستان، برنامه‌ریزهای شهری می‌توانند به صورت بی‌درنگ ایده بهتری از اینکه چه اتفاقی در حال وقوع است به دست بیاورند. در نتیجه، پروژه‌های شهرهای هوشمند یک ویژگی کلیدی از اینترنت اشیا محسوب می‌شوند.

شهرها پیش از این حجم انبوهی از داده‌ها را تولید می‌کردند (از دوربین‌های امنیتی و حسگرهای محیطی) و شامل زیرساخت بزرگی از شبکه‌ها می‌شوند (مانند آن‌هایی که چراغ‌های راهنمایی رانندگی را کنترل می‌کنند). هدف پروژه‌های اینترنت اشیا، متصل کردن این‌ها و افزودن هوشمندی بیشتر به سیستم‌ها است.



طرحی وجود دارد که بر اساس آن، می‌خواهند جزایر بالئاری اسپانیا را با نیم میلیون حسگر ببوشانند و آن را به آزمایشگاهی برای اینترنت اشیا مبدل کنند. برای مثال، یک شما می‌تواند شامل دپارتمان خدمات اجتماعی با حسگرهایی که برای کمک به افراد مسن‌تر باشد، در حالی که شما می‌تواند مشخص کند که آیا یک ساحل خیلی شلوغ است یا نه و در صورت شلوغ بودن، جای دیگری را به عنوان جایگزین، به شناگران پیشنهاد دهد.

در مثال دیگری، AT&T سرویسی را برای نظارت بر زیرساخت‌هایی مانند پل‌ها، جاده‌ها، راه‌آهن و دیگر زیرساخت‌های شهری راه‌اندازی و از حسگرهای «فرگشت بلند مدت» (Long-Term Evolution | LTE) برای نظارت بر تغییرات ساختار مانند ترک‌ها و کج‌شدگی‌ها استفاده کرده است. توانایی درک بهتر اینکه کارکردهای شهری اینترنت اشیا چه هستند، به برنامه‌ریزهای شهری کمک می‌کند تا تغییراتی را ایجاد و بر اینکه این موضوع چگونه زندگی ساکنان را بهبود می‌بخشد نظارت کنند.

### اینترنت اشیا و نسل پنجم شبکه تلفن همراه (5G)

دستگاه‌های اینترنت اشیا از انواع روش‌ها برای اتصال و به اشتراک‌گذاری داده‌ها استفاده می‌کنند. اگرچه، بیشتر آن‌ها از برخی از اشکال اتصالات بی‌سیم استفاده می‌کنند. خانه‌ها و دفاتر کار از وای‌فای استاندارد، «زیگ‌بی» (Zigbee) یا «بلوتوث کم‌مصرف» (Bluetooth Low Energy) و یا حتی اترنت (اگر موبایل نیستند) استفاده می‌کنند.

دستگاه‌های دیگر از LTE (هدف اصلی فناوری‌های موجود شامل اینترنت اشیا باند باریک و LTE-M دستگاه‌های کوچکی است که میزان محدودی از داده‌ها را ارسال می‌کنند) یا حتی ارتباطات ماهواره‌ای برای ارتباطات بهره می‌برند. اگرچه، وجود تعداد زیادی و متنوعی از گزینه‌ها، در حال حاضر منجر به بحث‌هایی پیرامون آن شده است که استانداردهای ارتباطی اینترنت اشیا نیاز به پذیرفتنی و قابل تعامل بودن دارند؛ چنان که که وای‌فای امروزه این چنین است.

بدون شک، یک زمینه رشد در سال‌های آینده استفاده از اینترنت 5G برای پشتیبانی از پروژه‌های اینترنت اشیا است 5G. توانایی پوشش دهی یک میلیون دستگاه را در هر کیلومتر دارد و این یعنی، این امکان فراهم می‌شود تا حجم عظیمی از حسگرها در یک ناحیه بسیار کوچک مورد استفاده قرار بگیرند و این موجب می‌شود تا استقرار اینترنت اشیا صنعتی (IIoT) در مقیاس انبوه، امکان پذیرتر باشد. انگلستان، پروژه استفاده از 5G و اینترنت اشیا آزمایشی را در دو «کارخانه هوشمند (Smart Factory)» آغاز کرده است.

اگرچه، پیش از آنکه استقرار 5G گسترش پیدا کند، «اریکسون (Ericsson)» پیش‌بینی کرده بود که تا سال ۲۰۲۵ در حدود پنج میلیارد دستگاه اینترنت اشیا به شبکه سلولی اضافه می‌شوند، هرچند تنها یک چهارم آن‌ها مربوط به اینترنت پهناور است و اینترنت 4G اکثریت آن‌ها را متصل می‌کند.

مطابق گزارش «گارتنر (Gartner)»، «دوربین‌های نظارتی شهری، بزرگ‌ترین بازار برای دستگاه‌های اینترنت اشیا 5G در آینده نزدیک هستند. این در حالی است که بر اساس همین گزارش، ۷۰٪ درصد از دستگاه‌های اینترنت اشیا در حال حاضر (۲۰۲۰ میلادی) از اینترنت 5G استفاده می‌کنند و تا پایان سال ۲۰۲۳ این میزان به ۳۰٪ کاهش پیدا می‌کند، زیرا خودروهای متصل جایگاه اصلی را از آن خود می‌کنند.

گارتنر به عنوان یک شرکت تحلیل فناوری، پیش‌بینی می‌کند که ۳٫۵ میلیون دستگاه اینترنت اشیا متصل به 5G امسال (۲۰۲۰ میلادی) وجود داشته باشند و در سال ۲۰۲۳ این میزان به ۵۰



میلیون دستگاه برسد. بر اساس همین پیش‌بینی، در گذر زمان، صنایع خودروسازی، بزرگ‌ترین بخشی خواهند بود که از اینترنت 5G برای IoT استفاده می‌کنند.

یکی از موضوعات داغ ضمن توسعه اینترنت اشیا آن است که داده‌ها برای پردازش به ابر ارسال نشوند تا هزینه‌ها کاهش پیدا کند و پردازش‌ها بیشتر به صورت روی دستگاه انجام و تنها داده‌های مفید به ابر ارسال شوند؛ به این فناوری، «رایانش مرزی» (Edge Computing) گفته می‌شود. این امر نیازمند فناوری‌های جدیدی مانند «سرورهای مرزی ضد دستکاری» (Tamper-Proof Edge Servers) است که می‌توانند داده‌های دور از ابر یا در «مراکز داده آبرشرکت‌ها» (Corporate Data Center) را گردآوری و تحلیل کنند.



برای مثال، گوگل از «هوش مصنوعی» (Artificial Intelligence) در سیستم خنک کننده مرکز داده خود استفاده کرده است. هوش مصنوعی از داده‌هایی استفاده می‌کند که از هزاران حسگر اینترنت اشیا گردآوری شده و به عنوان خوراک به «شبکه‌های یادگیری عمیق» (Deep Neural Networks) داده می‌شوند و بر این اساس پیش‌بینی می‌کنند که تصمیم‌گیری‌های مختلف چقدر مصرف انرژی را متاثر می‌کند. با استفاده از «یادگیری ماشین» (Machine Learning) و هوش مصنوعی، گوگل قادر به کارا تر کردن مراکز داده خود است و فناوری مشابهی می‌تواند در دیگر تنظیمات صنعتی مورد استفاده قرار بگیرد.

### برنامه نویسی اینترنت اشیا با چه زبان‌هایی امکان‌پذیر است؟

زبان‌های برنامه‌نویسی گوناگونی برای کار در حوزه اینترنت اشیا وجود دارند که از محبوب‌ترین آن‌ها می‌توان به پایتون، جاوا، ++C، جاوا اسکریپت و Go اشاره کرد. در ادامه به این موضوع به طور کامل‌تری پرداخته شده است. از زبان‌هایی که بیشتر در حوزه سخت‌افزار و «سیستم‌های توکار» (Embedded Systems) استفاده می‌شوند مانند C و ++C گرفته تا زبان‌های برنامه‌نویسی همه‌منظوره‌ای مثل «پایتون» (Python)، «جاوا» (Java) و «گو» (Go) برای برنامه نویسی اینترنت اشیا استفاده می‌شوند. به طور معمول، فهرست زبان‌های برنامه‌نویسی که برای اینترنت اشیا مورد استفاده قرار می‌گیرند، شامل موارد زیر می‌شوند.

نکته‌ای که باید به آن توجه داشت این است که طی سال‌های اخیر، زبان برنامه‌نویسی پایتون به دلیل ویژگی‌ها و قابلیت‌های مهم و جالب توجهی که دارد، یکی از پنج زبان برتر در اغلب زمینه‌ها

از برنامه‌نویسی علمی و محاسباتی گرفته تا وب است. در بحث اینترنت اشیا نیز پایتون یکی از زبان‌های برنامه‌نویسی محبوب است که در پروژه‌های گوناگون کاربردهای زیادی دارد. برای مطالعه بیشتر پیرامون برنامه‌نویسی اینترنت اشیا با پایتون، مطالعه مطلب «آموزش IoT با پایتون | Python IoT) گام به گام و به زبان ساده» پیشنهاد می‌شود.

### شرکت‌های فعال در حوزه اینترنت اشیا در جهان

در حال حاضر بسیاری از صنایع، کسب و کارهای بزرگ، متوسط و کوچک، مراکز بهداشتی و درمانی و مراکز آموزشی و پژوهشی با زمینه فعالیت‌های متنوع، دپارتمان‌های اینترنت اشیا خود را دارند یا در دپارتمان‌های تحقیق و توسعه خود پروژه‌های اینترنت اشیا را توسعه می‌دهند. در عین حال، بسیاری از مزارع و گلخانه‌ها نیز در بستر اینترنت اشیا شکل گرفته‌اند و هوشمند شده‌اند و یا در حال هوشمند شدن هستند. این در حالی است که شرکت‌ها و کسب و کارهای بسیار زیادی نیز حول محور اینترنت اشیا شکل گرفته‌اند و به طور تخصصی در این حوزه فعالیت می‌کنند.

در ادامه، برخی از شرکت‌های فعال در حوزه اینترنت اشیا در جهان معرفی شده‌اند:

- هواوی (Huawei)
- سیسکو (Cisco)
- پی‌تی‌سی (PTC)
- ساینس سافت (ScienceSoft)

- اگزاگیل (Oxagile)
- جی ای دیجیتال (GE Digital)
- بوش آی اوتی سنسور (Bosch IoT Sensor)
- اس آپ (سپ) SAP |
- زیمنس آی اوتی آنالیتیکس (Siemens IoT Analytics Company)
- آی بی ام (IBM)

### اینترنت اشیا در ایران چه وضعیتی دارد؟

در ایران در حال حاضر پروژه‌های اینترنت اشیا گوناگونی در استارت‌آپ‌ها و کسب و کارها شکل گرفته است؛ هر چند که شاید نتوان یک پروژه کامل اینترنت اشیا که کلیه مولفه‌های IoT در آن رعایت شده است را به طور دقیق ذکر کرد و نام برد.

به نظر می‌رسد البته باید توجه داشت که در دنیا نیز مبحث اینترنت اشیا بسیار نو است و شاید بتوان گفت که هنوز اساسا در گام تست به سر می‌برد. نو و بکر بودن این مبحث در ایران، پتانسیل بالای موجود برای فعالیت و سرمایه‌گذاری در حوزه اینترنت اشیا در ایران را نشان می‌دهد.

### اینترنت اشیا با آردوینو (کاربرد آردوینو در اینترنت اشیا)

«آردوینو (Arduino)» پلتفرمی است که می‌توان روی آن حسگرهای گوناگون را نصب و داده‌های حسگرها را واکنشی کرد. می‌توان Xbee را به آردوینو ضمیمه کرد تا امکان انتقال

بی‌سیم داده‌ها فراهم شود. اما در صورتی که افراد تمایل به استفاده از آردوینو به عنوان زیرساخت سخت‌افزاری برای اینترنت اشیا داشته باشند، گزینه‌های متعدد دیگری نیز برای اتصال به ابر وجود دارد.



برای مثال، می‌توان آردوینو نانو، مینی یا یونو را با NodeMCU (دستگاه وای‌فای) ضمیمه کرد و داده‌ها را به رزبری پای یا «بیگل‌برد (BeagleBoard)» به عنوان دستگاه دروازه (Gateway) برای رایانش ابری ارسال کرد. بنابراین، این مورد گزینه خوبی برای اینترنت اشیا است و می‌توان داده‌های حسگر را با برنامه‌کاربردی موبایل یا مرورگر وب از هر کجا بررسی کرد. به طور کلی می‌توان گفت که آردوینو به دو شکل می‌تواند به کاربر برای ساخت پروژه‌های اینترنت اشیا کمک کند:

- استفاده از بردهای سنتی آردوینو و پیوست کردن ماژول‌های ارتباطی (مانند ان آراف بلوتوث، وای‌فای، لورا، جی‌اس‌ام و دیگر موارد) به آنها
- استفاده از بردهای آردوینو با ماژول‌های ارتباطی توکار (مانند NodeMCU با وای‌فای فعال)

به طور خلاصه، آردوینو یک پلتفرم سخت‌افزاری و نرم‌افزاری است که به کاربر برای ساخت پروژه‌های اینترنت اشیا کمک می‌کند.

آشنایی با برد آردوینو — بخش اول: معرفی و کاربردها

آشنایی با برد آردوینو — بخش دوم: معرفی انواع برد و ویژگی‌ها

اینترنت اشیا با رزبری پای (کاربرد رزبری پای در اینترنت اشیا)

«رزبری پای» (Raspberry Pi) یک کادربورد در ابعاد کارت اعتباری برای مینی کامپیوتر است. نسخه‌های گوناگونی از رزبری پای وجود دارد و برخی از این نسخه‌ها، حتی از کارت اعتباری نیز کوچک‌تر هستند. شایان توجه است که می‌توان روی رزبری پای، سیستم‌عامل نیز نصب کرد.



رزبری پای سخت‌افزار مفید و پرکاربردی در زمینه‌های گوناگون و به ویژه اینترنت اشیا است، زیرا:

- می‌تواند با استفاده از کدهای نوشته شده به زبان‌های برنامه‌نویسی گوناگون از جمله پایتون جاوا به اینترنت متصل شود. در عین حال، می‌تواند به عنوان یک سرور خانگی برای فرایندهای خودکارسازی نیز مورد استفاده قرار بگیرد.
- رزبری پای دارای پین‌های ورود/خروجی همه منظوره کوتاهی است که می‌توانند به طور مستقیم رابط حسگرها باشند و همین امر آن را به یک سخت‌افزار بسیار انعطاف‌پذیر در بحث اینترنت اشیا مبدل می‌کند.

## اینترنت اشیا چیست؟ از تاریخچه تا انواع کاربرد آن

تا ۲۰۳۰، تعداد دستگاه‌های اینترنت اشیا به ۳۰ میلیارد می‌رسد؛ اما هنوز نمی‌دانیم این پدیده دنیا را بهتر کرده یا پایان عصر تکنولوژی را رقم خواهد زد.

### تبلیغات

تعریف بروس اشناپر، متخصص امنیت سایبری، از اینترنت اشیا در کنفرانس امنیت اطلاعات اروپا در لندن این بود:

اینترنت اکنون فکر می‌کند، حس می‌کند و عمل می‌کند و از نظر من این تعریف یک ربات است. به نظر من، تعریف درست از اینترنت اشیا به‌طور کلی این است که ما داریم بدون اینکه خودمان متوجه باشیم، یک ربات به اندازه کل دنیا می‌سازیم.

برای این متخصص امنیت سایبری، اینترنت اشیا دقیقا شبیه ربات است؛ اما با این تفاوت که این ربات به جای محدود بودن به محفظه فلزی خود، در مقیاس جهانی حضور دارد، سیستم‌های کنترل و پردازنده‌های آن در سراسر دنیا پراکنده است و توسط سازمان‌هایی با اهداف و ایده‌های متفاوت ساخته و کنترل می‌شود.

تصور رباتی غول‌پیکر به اندازه کل دنیا که هر بخشی از آن تحت کنترل سازمان متفاوتی است، بدون شک ترسناک و آخرازمانی است؛ اما آیا واقعا لازم است از اینترنت اشیا ترسید؟



## اینترنت اشیا چیست؟

اینترنت اشیا ( Internet of Things یا به اختصار IoT ) به میلیاردها دستگاه فیزیکی در سراسر جهان گفته می‌شود که به اینترنت متصل هستند و اطلاعات را جمع‌آوری می‌کنند و با کاربر و سایر دستگاه‌های متصل به اشتراک می‌گذارند.

تقریباً هر چیزی که بتواند به شبکه اینترنت متصل شود، بخشی از اینترنت اشیا است. در خانه هوشمند، این گجت‌های مجهز به اینترنت ما را از شر انجام کارهای خانه رها می‌کنند، کمی از وقت بالارزشمان را به ما بازمی‌گردانند و به زندگی روزمره و خاکستری ما، رنگ و لعاب هیجان‌انگیزتری می‌بخشند.

اما اینترنت اشیا چیزی فراتر از گرم کردن فر یا صدا یا خاموش کردن چراغ‌ها با گوشی هوشمند است. هدف اصلی اینترنت اشیا این است که با نصب حسگر روی هر چیزی در دنیا و ترجمه آن به زبان دیجیتال، کامپیوترها را در تماس مستقیم با محیط فیزیکی اطراف ما قرار بدهد.

به عبارت دیگر، اگر در واقعیت مجازی این ما انسان‌ها هستیم که به دنیای دیجیتال کامپیوترها قدم می‌گذاریم، در اینترنت اشیا این دنیای دیجیتال است که وارد جهان فیزیکی ما می‌شود.

در اینترنت اشیا دنیای دیجیتال وارد جهان فیزیکی ما می‌شود

دستگاه‌های متصل به اینترنت می‌توانند راهی برای پیش‌بینی در مورد همه چیز، از رفتار مصرف‌کننده گرفته تا وقایع آب‌وهوایی، باشند؛ اما این دستگاه‌ها در عین حال دسترسی هکرها به

فضای خصوصی افراد برای سرقت و فاش کردن اطلاعات شخصی آنها را آسان تر می کنند. بسته به اینکه از چه کسی بپرسید، اینترنت اشیا قرار است آینده تکنولوژی را دگرگون کند یا همچون ربات غول پیکر افسارگسیخته‌ای، پایان عصر تکنولوژی بشر را رقم بزند.

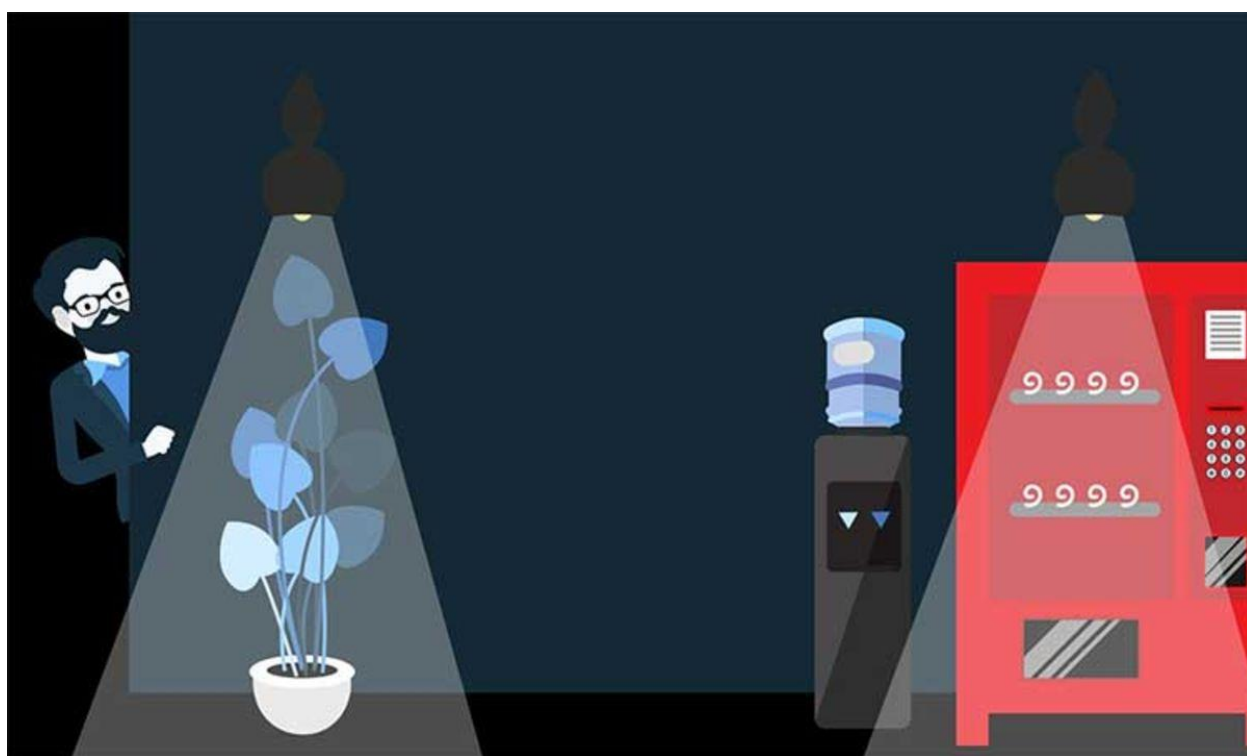
## تاریخچه اینترنت اشیا

اینترنت اشیا داستان پیدایش جالبی دارد. شاید اولین نمونه‌ای که بتوان واقعا نام اینترنت اشیا را روی آن گذاشت، دستگاه وندینگ حاوی قوطی‌های کوکاکولا بود که در دهه ۸۰، یعنی بیش از ده سال قبل از اینکه نام اینترنت اشیا روی این تکنولوژی گذاشته شود، در دانشگاه کارنگی ملون در پیتسبورگ پنسیلوانیا قرار داشت. یکی از دانشجویان این دانشگاه به نام دیوید نیکولز از اینکه مجبور بود برای خرید نوشیدنی، هر بار مسیری طولانی را از دفتر خود تا این یخچال طی کند، خسته و کلافه شده بود و در اغلب اوقات هم وقتی به یخچال می‌رسید، از نوشابه خبری نبود یا کاملا گرم بود.

اینترنت اشیا از یخچال کوکاکولا دانشگاه شروع شد

ذهن نیکولز مدت‌ها درگیر این ماجرا بود که ناگهان اولین دستگاه وندینگ را که با کامپیوتر کنترل می‌شد و در دانشگاه استنفورد قرار داشت، به یاد آورد و متوجه شد تکنولوژی که برای حل مشکل یخچال کوکاکولا دانشگاه خود به دنبال آن بود، از پیش وجود داشته است.

چند روز بعد، نیکولز به همراه چند نفر از دوستانش، سیستمی برای اتصال به دستگاه وندینگ از طریق آرپانت (پیش‌درآمد اینترنت امروزی) طراحی کرد که به کمک آن می‌توانستند از راه دور وضعیت موجودی یخچال را بررسی کنند (مثلاً ببینند آیا در یخچال نوشیدنی موجود است یا اینکه نوشیدنی خنک است). از نظر بسیاری، این دستگاه وندینگ اولین دستگاه واقعی اینترنت اشیا بود.



اما در سال ۱۹۹۹ بود که نام «اینترنت اشیا» توسط کوین اشتون، یکی از بنیان‌گذاران گروه پژوهشی Auto-ID Labs در دانشگاه MIT، ابداع شد.

اشتون آن زمان در شرکت Procter & Gamble مسئول راه‌اندازی خط تولید لوازم آرایشی بود. او هر بار که به مغازه لوازم آرایشی محل می‌رفت، متوجه می‌شد رز لب قهوه‌ای در قفسه‌ها یافت

نمی‌شود. مسئولان زنجیره تأمین به او می‌گفتند این رنگ رژ در انبار موجود است؛ اما اشتون نیاز داشت بداند این رژها دقیقا کجا بودند، چه اتفاقی برایشان می‌افتاد و چرا مغازه نمی‌توانست از آن‌ها به تعداد کافی داشته باشد؛ اما کسی جواب این سؤال‌ها را نمی‌دانست.

اصطلاح اینترنت اشیا توسط کوین اشتون در سال ۱۹۹۹ ابداع شد

تقریبا هم‌زمان با این ماجرا، برچسب‌های RFID توسعه یافتند. این تگ‌ها دارای تراشه‌های ریزی بودند که به کمک امواج رادیویی می‌توانست داده‌های بسیار کم حجمی را به‌طور بی‌سیم منتقل کند. هنگامی که اشتون داشت در مورد «اینترنت اشیا» برای شرکت Procter & Gamble سخنرانی می‌کرد، پیشنهاد داد از این تگ‌ها برای محصولات شرکت استفاده شود تا از این طریق اجناس در طول زنجیره تأمین به‌آسانی شناسایی و ردیابی شوند.

آن روزها کلمه «اینترنت» تازه بر سر زبان‌ها افتاده بود و هر کس با شنیدن آن هیجان‌زده می‌شد. اشتون هم از این موقعیت استفاده کرد و برای جلب نظر مدیران شرکت، در عنوان سخنرانی خود از کلمه «اینترنت» استفاده کرد.

اشتون در گفتگویی با ZDNet، اینترنت اشیا را این‌گونه معرفی کرده بود:

اینترنت اشیا به‌هم‌پیوستگی فرهنگ بشر، یعنی همان اشیای ما را، با به‌هم‌پیوستگی سیستم اطلاعات دیجیتال ما، یعنی همان اینترنت، پیوند می‌دهد. اینترنت اشیا یعنی این.

اشتون بعد از سخنرانی سرنوشت‌ساز «اینترنت اشیا» برای Procter & Gamble، برای مدیران سازمان‌های مختلف، درباره کاربرد تکنولوژی RFID صدها سخنرانی ارائه داد و به‌خصوص بر قابلیت تراشه RFID به برقراری ارتباط با دستگاه‌ها از طریق شبکه بی‌سیم تأکید کرد.

تا سال ۲۰۰۳، شرکتی که اشتون تأسیس کرد، ۱۰۳ حامی مالی و چندین شعبه در سراسر جهان داشت و تعهد این شرکت به استانداردهای RFID کمک کرد هر بسته هوشمند بتواند با شبکه‌های تأمین‌کننده و خرده‌فروشان در ارتباط باشد. با گذشت زمان، بازار اجناس هوشمند توسعه یافت، سرمایه‌گذاری‌های بیشتری در این حوزه صورت گرفت و تراشه‌ها بهتر و ارزان‌تر شدند.

اواخر دهه ۲۰۰۰ تا اوایل دهه ۲۰۱۰، شرکت‌های مختلف در سراسر جهان به همان اندازه که اکنون برای هوش مصنوعی و یادگیری ماشین اشتیاق دارند، نسبت به اینترنت اشیا هیجان‌زده می‌شدند.

شرکت IBM (داستان برند IBM) در همین زمان کار روی کمپین Smarter Planet را با هدف رشد اقتصادی و توسعه پایدار آغاز کرد. مک‌کنزی (McKinsey)، معتبرترین شرکت مشاور مدیریت جهانی، شروع به نوشتن گزارش‌هایی درباره وضعیت تکنولوژی اینترنت اشیا کرد. سیسکو (داستان برند سیسکو) بزرگ‌ترین کمپانی مطرح در حوزه تجهیزات شبکه، در سال ۲۰۱۱ اعلام کرد اینترنت اشیا بین سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ «متولد» شده است؛ یعنی زمانی که تعداد دستگاه‌های متصل به اینترنت از تعداد افراد زنده روی کره زمین بیشتر شد. در همان سال، گارتنر،

شرکت پژوهشی آمریکایی، برای اولین بار این پدیده جدید را به فهرست تکنولوژی‌های نوظهور خود اضافه کرد.

شرکت سیسکو اعلام کرد اینترنت اشیا بین سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ «متولد» شده

کمی بعد، استارت‌آپ‌های اینترنت اشیا از گوشه و کنار سر برآوردند. استارت‌آپ Nest Labs در سال ۲۰۱۰ شروع به تولید ترموستات و آشکارساز دود هوشمند مجهز به حسگر و وای‌فای با قابلیت یادگیری کرد. در سال ۲۰۱۴، گوگل این استارت‌آپ را به قیمت ۳٫۲ میلیارد دلار خرید و شاید بتوان گفت این همان لحظه‌ای بود که اینترنت اشیا توجه عموم مردم را به خود جلب کرد. با ظهور دستیارهای صوتی هوشمند الکسا و گوگل هوم، حضور دستگاه‌های اینترنت اشیا در خانه‌های مردم هر روز پررنگ‌تر و عادی‌تر شد.

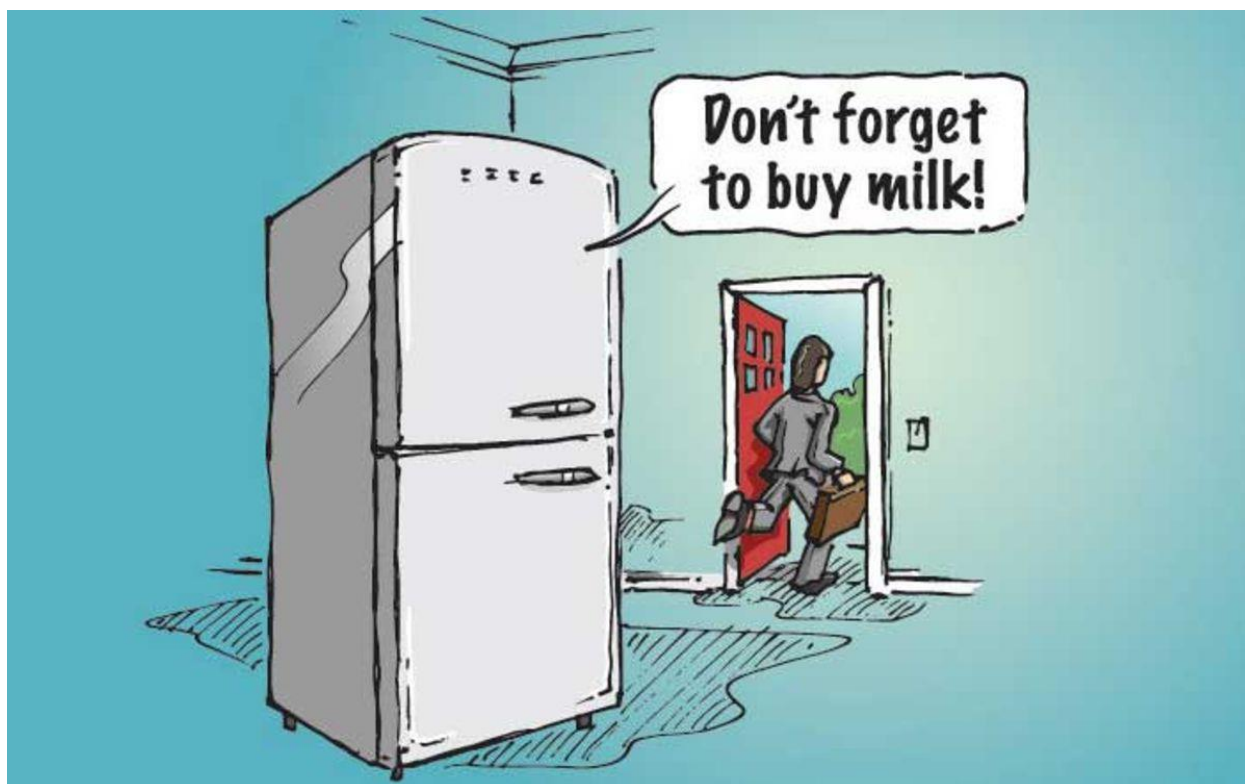
پیش‌بینی شده تا سال ۲۰۳۰، تعداد دستگاه‌های اینترنت اشیا به ۳۰ میلیارد خواهد رسید و این رقم، افزایش ۶۸ درصدی را در مقایسه با سال ۲۰۲۰ نشان می‌دهد.

### کاربرد اینترنت اشیا

تقریباً تمام اجسام فیزیکی می‌توانند به دستگاه اینترنت اشیا تبدیل شوند، به شرط اینکه قابلیت اتصال به اینترنت داشته تا از این طریق کنترل شوند یا با کاربر و دستگاه‌های دیگر، اطلاعات رد و بدل کنند.

در حوزه اینترنت اشیا احتمالا نام یخچال هوشمند زیاد به گوشتان خورده است؛ پس بیاید یکی از جالب‌ترین کاربردهای اینترنت اشیا را با یخچال هوشمند توضیح دهیم. فرض کنید در حال بازگشت از محل کار هستید. خودرو شما به گوشی هوشمندتان متصل است و این گوشی به یخچال هوشمند شما در خانه وصل است .

در این لحظه یخچال، پیغامی به گوشی شما می‌فرستد و شما را از تمام شدن شیر آگاه می‌کند. این پیام روی داشبورد خودروی متصل شما به نمایش درخواهد آمد و به شما نزدیک‌ترین سوپرمارکت را برای خرید شیر روی نقشه نشان می‌دهد. قفسه‌های سوپرمارکت هم متصل هستند و حالا روی داشبورد خودرو با این پیام روبه‌رو می‌شوید که سوپرمارکت، برند شیر مورد علاقه شما را موجود دارد. اینترنت اشیا یعنی این.



کاربرد اینترنت اشیا در محل کار شامل سیستم‌های ردیابی موجودی انبار است تا هر موقع با کمبود محصول مواجه شدید، شما را در جریان بگذارد و به صورت خودکار محصولات جدید را سفارش بدهد. نمونه دیگری از اینترنت اشیا در محیط کار، میزهای هوشمندی است که به کارمندانی که به مدت طولانی روی صندلی نشسته‌اند هشدار می‌دهد تا از جای خود بلند شوند. اسپیکرهای هوشمند مخصوص محیط کار، نظیر **Alexa for Business**، کارمندان را قادر می‌سازد تنها به کمک صدای خود تجهیزات ویدئوکنفرانس را روشن کنند، تقویم را بررسی کنند، زمانی را برای برگزاری جلسه تعیین کنند و اتاق کنفرانس خالی پیدا کنند.

در حوزه صنایع مانند بخش تولید، حسگرهای اینترنت اشیا در ماشین‌آلات، تجهیزات، خطوط تولید، انبارها و وسایل نقلیه می‌توانند داده‌های جمع‌آوری شده را در قالب گزارش‌های تعمیر و نگهداری در لحظه منتقل کنند تا اگر دستگاهی دچار مشکل شد یا قطعه‌ای نیاز به تعویض داشت، سازمان بلافاصله در جریان قرار بگیرد. با داشتن چنین سیستم پیشرفته‌ای، قطعه معیوب بی‌درنگ شناسایی می‌شود تا مهندسان پیش از بروز هرگونه اختلال در کار، تعمیرات لازم را روی آن انجام بدهند.

تگ‌ها و حسگرهای مجهز به اینترنت اشیا در زنجیره تأمین نیز بسیار مفید هستند. از کارخانه تا کامیون تا انبار تا مغازه، اینترنت اشیا می‌تواند به سازمان‌ها، تصویری متمرکز و واحد از محل دقیق تمام محصولات، نحوه تولید آن‌ها، سرعت حمل و نقل آن‌ها و سرعت فروش آن‌ها ارائه بدهد.

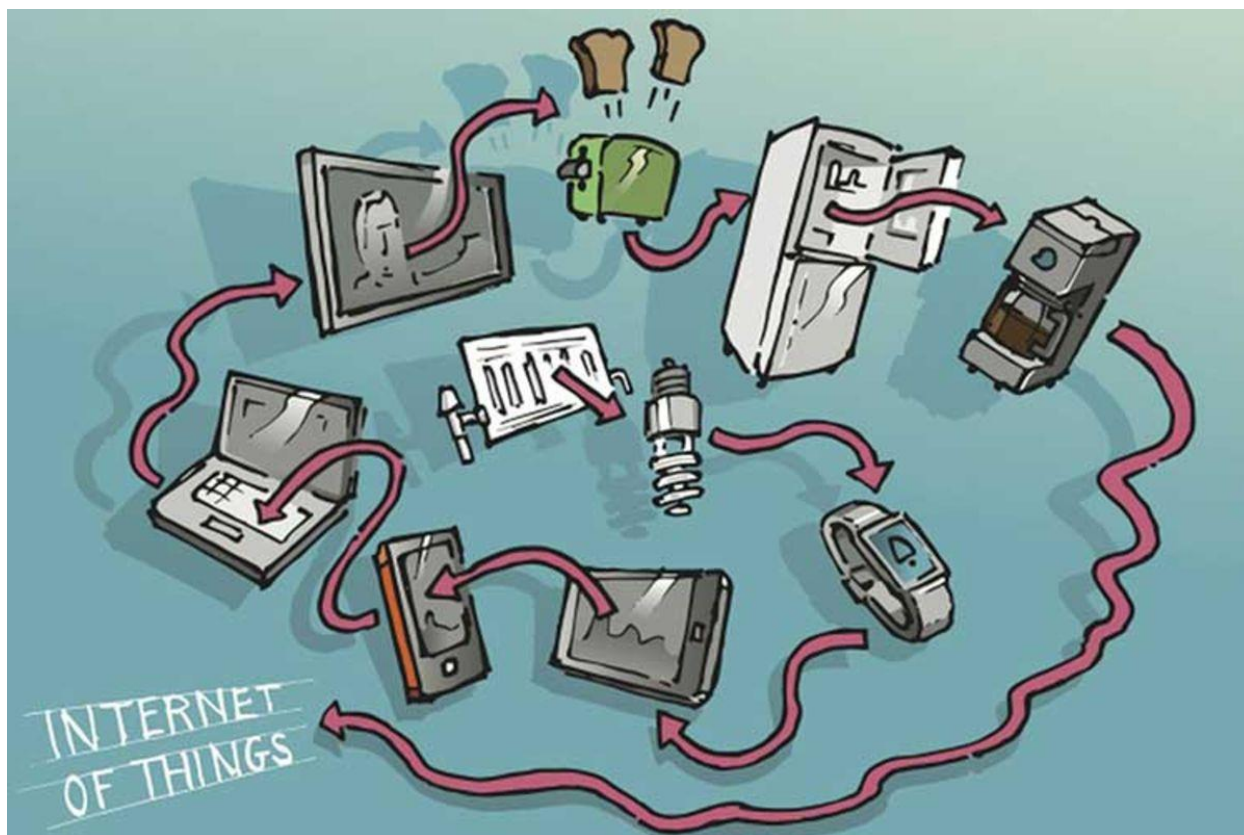


در بخش مراقبت‌های بهداشتی، همه چیز از حسگرهای بلعیدنی گرفته تا دستگاه‌های استنشاقی متصل و لنزهای تماسی اکنون بخشی از اینترنت اشیا شده‌اند و بیماران و متخصصان حوزه بهداشت را نسبت به اتفاقات داخل بدن، وضعیت سلامت و نحوه مصرف داروها آگاه می‌کنند.

از بُعد ساده‌تر، می‌توان به اینترنت اشیا به شکل لامپی نگاه کرد که با گوشی هوشمند روشن و خاموش می‌شود؛ سیستم دمای هوشمند که به کمک حسگرهای کار گذاشته‌شده در سراسر خانه، حضور ساکنان را در اتاق‌ها تشخیص می‌دهد و دما را با حضور آن‌ها و متناسب با علاقه آن‌ها تنظیم می‌کند؛ اسباب‌بازی هوشمندی که به‌طور بی‌سیم به دیتابیس آنلاین متصل می‌شود و با قابلیت تشخیص صدا و تصویر، به سؤالات و درخواست‌های کودکان پاسخ می‌دهد .

در ابعاد بزرگ‌تر، اینترنت اشیا را می‌توان در موتور جتی یافت که با هزاران حسگر برای جمع‌آوری و انتقال داده پر شده است. حتی در مقیاسی بزرگ‌تر از این، پروژه‌های مربوط به شهرهای هوشمند، تمام نقاط شهر را با حسگر می‌پوشانند تا درک و کنترل انسان را بر محیط اطراف خود افزایش بدهند.

**نحوه کار اینترنت اشیا**



می‌توان گفت کاربرد اینترنت اشیا در تمام صنایع بی‌انتهاست و این تکنولوژی بدون شک پتانسیل بسیار بیشتری از یخچال هوشمند دارد. اما اینترنت اشیا چگونه کار می‌کند و مؤلفه‌های اصلی این سیستم چیست؟

برای اینترنت اشیا اولین چیزی که نیاز دارید، **حسگرها** و دستگاه‌هایی با قابلیت جمع‌آوری، ذخیره، انتقال و دریافت داده است. مؤلفه بعدی **اتصال** است؛ داده‌های جمع‌آوری شده باید بین دستگاه‌های مختلف مبادله شود و در واقع بین آن‌ها ارتباط برقرار شود؛ عاملی که این ارتباط را ممکن می‌کند، **اینترنت** است.

به‌طور معمول، حسگرها و دستگاه‌های اینترنت اشیا با اپلیکیشن‌ها و سرویس‌هایی که در فضای ابری هستند، ارتباط برقرار می‌کنند و اگر این امر از طریق اینترنت عمومی حاصل نشود، بسته به مدل فضای ابری، از طریق شبکه اینترنت خصوصی صورت می‌گیرد.

مرحله بعدی پردازش داده است. بعد از اینکه داده‌های جمع‌آوری شده از دستگاه به فضای ابری منتقل شد، نرم‌افزار نصب‌شده، شروع به تجزیه و تحلیل آن‌ها می‌کند. مثلاً داده‌های منتقل‌شده از سیستم تهویه مطبوع هوشمند در خانه برای مطمئن شدن از اینکه دما در محدوده قابل‌قبولی است، آنالیز می‌شود.

اما ارزش و مزایای واقعی اینترنت اشیا در بخش سیستم‌ها و اپلیکیشن‌های صنعتی نهفته است؛ زیرا در این بخش، تعداد بسیار قابل توجهی دستگاه با قابلیت جمع‌آوری و انتقال داده، اطلاعات حیاتی و در لحظه را در مورد وضعیت کسب‌وکار ارائه می‌دهند.

## هوش مصنوعی و اینترنت اشیا

این روزها که همه‌جا صحبت از هوش مصنوعی است و چت‌بات ChatGPT و مولد تصویر Midjourney هوش از سر کاربران اینترنتی برده‌اند، سوالی که مطرح می‌شود ارتباط هوش مصنوعی با اینترنت اشیا است. در دو سال گذشته، سرمایه‌گذاری و تصاحب استارت‌آپ‌هایی که این دو حوزه را با هم ادغام کرده‌اند، به‌طرز چشمگیری افزایش داشته است. شرکت‌های ارائه‌دهنده‌ی

پلتفرم‌های IoT اکنون قابلیت‌های هوش مصنوعی نظیر تحلیل‌های مبتنی بر یادگیری ماشین ارائه می‌دهند.

مهم‌ترین کاربرد هوش مصنوعی در حوزه‌ی اینترنت اشیا توانایی این تکنولوژی در آنالیز بسیار سریع داده است. یادگیری ماشین که نوعی تکنولوژی هوش مصنوعی است، توانایی شناسایی خودکار الگوها و ناهنجاری داده‌های تولیدشده توسط حسگرها و دستگاه‌های هوشمند از جمله اطلاعات مربوط به دما، فشار، رطوبت، کیفیت هوا و غیره را ارائه می‌دهد. درمقایسه با ابزارهای سنتی که معمولاً عبور از آستانه‌های عددی را نظارت می‌کنند، روش یادگیری ماشین می‌تواند پیش‌بینی‌های عملیاتی را تا ۲۰ برابر زودتر و دقیق‌تر انجام دهد.

یادگیری ماشین پیش‌بینی‌های عملیاتی را ۲۰ برابر زودتر و دقیق‌تر از روش‌های سنتی انجام می‌دهد

سایر فناوری‌های هوش مصنوعی مانند تشخیص گفتار و بینایی ماشین نیز می‌توانند به تجزیه و تحلیل داده‌هایی که پیش‌تر به نظارت انسانی نیاز داشت، کمک کنند.

استفاده از هوش مصنوعی در IoT شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا از خرابی‌های غافلگیرکننده جلوگیری کنند، کارایی عملیاتی را افزایش دهند، محصولات و سرویس‌های جدیدی تولید کنند و مدیریت ریسک را بهبود بخشند. درکل، اعتقاد بسیاری از کارشناسان این حوزه این است که آینده‌ی اینترنت اشیا، تکنولوژی هوش مصنوعی است.

## اینترنت اشیا و اینترنت رفتارها

از نظر برخی، اینترنت رفتارها (Internet of Behaviors یا به اختصار IoB) نسل بعدی اینترنت اشیا و به عبارت دیگر، آینده‌ی اینترنت است. تمام دستگاه‌های هوشمندی که بخشی از اینترنت اشیا را تشکیل می‌دهند و تمام داده‌های ریز و درشتی که به‌طور ۲۴ ساعته از کاربران جمع‌آوری می‌شوند، در نهایت به حوزه‌ی بزرگ‌تری به‌نام «اینترنت رفتارها» ختم می‌شوند؛ جایی که این حجم بی‌نهایت عظیم از داده‌های جمع‌آوری شده و الگوهای رفتاری پیش‌بینی شده سرانجام اکثر جنبه‌های زندگی ما را کنترل خواهند کرد.



اینترنت رفتارها قدم بعدی در حوزه‌ی جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌هایی است که دستگاه‌های اینترنت اشیا جمع‌آوری کرده‌اند IoB. تلاش می‌کند تا از منظر روان‌شناسی به این سؤال که چگونه داده‌ها را تحلیل کند و چگونه از این دانش برای توسعه‌ی محصولات جدید و مشتری‌پسند استفاده کند، پاسخ دهد.

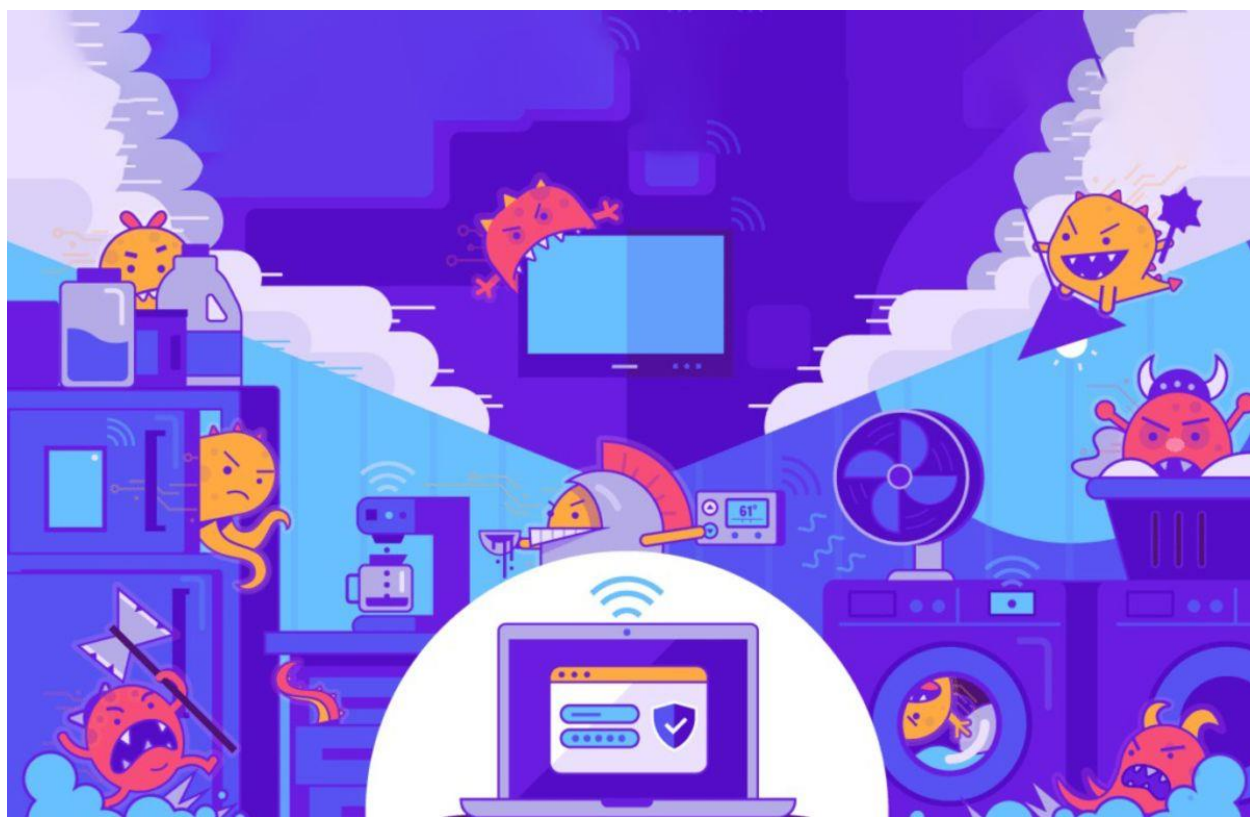
طبق پیش‌بینی گارتنر، بیش از نیمی از جمعیت جهان تا سال ۲۰۲۵ با سیستم اینترنت رفتارهای دولت‌ها و شرکت‌های خصوصی در تعامل خواهند بود. گارتنر همچنین معتقد است اگر پروژه‌های مبتنی بر اینترنت رفتارها ارزش افزوده‌ای به کاربر ارائه ندهند یا از پس برطرف کردن دغدغه‌های حریم شخصی کاربران برنیایند، کل مفهوم IoB با شکست روبه‌رو می‌شود.

### خطرات اینترنت اشیا

اینترنت اشیا تمام مزایای اینترنت را به وسایلی مثل لامپ و ترموستات عرضه کرد؛ اما در عین حال، تمام مشکلات اینترنت را هم با خود به همراه آورد. حالا که اسپیکرها، تلویزیون، یخچال، ساعت زنگ‌دار، مسواک، لامپ، زنگ در، پیجر اتاق کودک و دوربین‌های مداربسته به وای‌فای متصل شده‌اند، تقریباً هر دستگاهی در خانه در معرض حمله سایبری قرار دارد و حتی ممکن است به‌طور کامل از کار بیفتد.

اگر اینترنت قطع شود، دستگاه متصل نیز از کار می‌افتد. اگر مشکل روتر داشته باشید، دیگر نمی‌توانید از سیستم گرمایشی هوشمند خود استفاده کنید یا حتی در هوشمند خانه را باز کنید.

بسیاری از این وسایل از طریق نرم‌افزارهایی اجرا می‌شوند که اگر شرکت سازنده‌ی آن ورشکست شود یا نرم‌افزار را دیگر به‌روزرسانی نکند، گجت هوشمند شما نیز ممکن است به قطعه پلاستیکی بی‌مصرفی تبدیل شود.



این‌ها به کنار، اتصال دستگاه‌ها به اینترنت، آن‌ها و هر وسیله‌ی دیگر متصل به شبکه‌ی وای‌فای شما را در معرض **حمله سایبری** قرار می‌دهد. لارا دناردیس در کتاب «اینترنت در همه چیز» این تهدید امنیت سایبری را بزرگ‌ترین مسئله‌ی حقوق بشر زمان ما نامیده است.

خطر هک شدن دستگاه‌های اینترنت اشیا فقط در حد شوخی چند نفر برای بر هم زدن دور ماشین لباسشویی هوشمند یا نفوذ به دوربین گوگل نست برای فرستادن پیغامی برای عضویت در

فلان کانال یوتیوب نیست (این اتفاق واقعا افتاده است)؛ بلکه به این فکر کنید که اگر در هوشمند خانه شما هک شود، افراد غریبه می‌توانند به راحتی وارد خانه شوند. اگر چند هزار آب گرم کن هوشمند هم‌زمان هک شوند، برق کل شهر ممکن است قطع شود. تنها وجود یک دستگاه آسیب‌پذیر کافی است تا امنیت کل شبکه به خطر بیفتد.

تهدیدی که متوجه دستگاه‌های متصل به اینترنت است، فقط به این خاطر نیست که آن‌ها به اینترنت متصل هستند، بلکه به این خاطر است که در تولید این محصولات، مسائل امنیتی همیشه در اولویت سازندگان نبوده.

مثلاً در سال ۲۰۱۶، بدافزاری به نام Mirai به بیش از ۶۰۰ هزار دستگاه اینترنت اشیا آسیب‌پذیر نفوذ کرد تا حمله‌ی DDoS گسترده‌ای را ترتیب بدهد. سال بعد، حمله سایبری موسوم به Krack تقریباً هر دستگاه متصل به اینترنت را آلوده کرد. این حمله کاملاً فلج‌کننده بود و دفاع در برابر آن بسیار دشوار؛ به این خاطر که اینترنت اشیا در سیستم‌عامل‌های بسیار متفاوتی حضور دارد. وقتی ویروسی به گوشی هوشمند یا کامپیوتر حمله می‌کند، توسعه‌دهندگان نرم‌افزار به سرعت برای مقابله با آن پیچ امنیتی عرضه می‌کنند؛ اما وسایلی مانند روترها یا زنگ درهای هوشمند، معمولاً به‌روزرسانی‌های نرم‌افزاری مورد نیاز برای محافظت در برابر آسیب‌پذیری‌ها را دریافت نمی‌کنند.

اشنایر: اینترنت اشیا در نهایت به ربای غول‌پیکر و ناامن تبدیل می‌شود



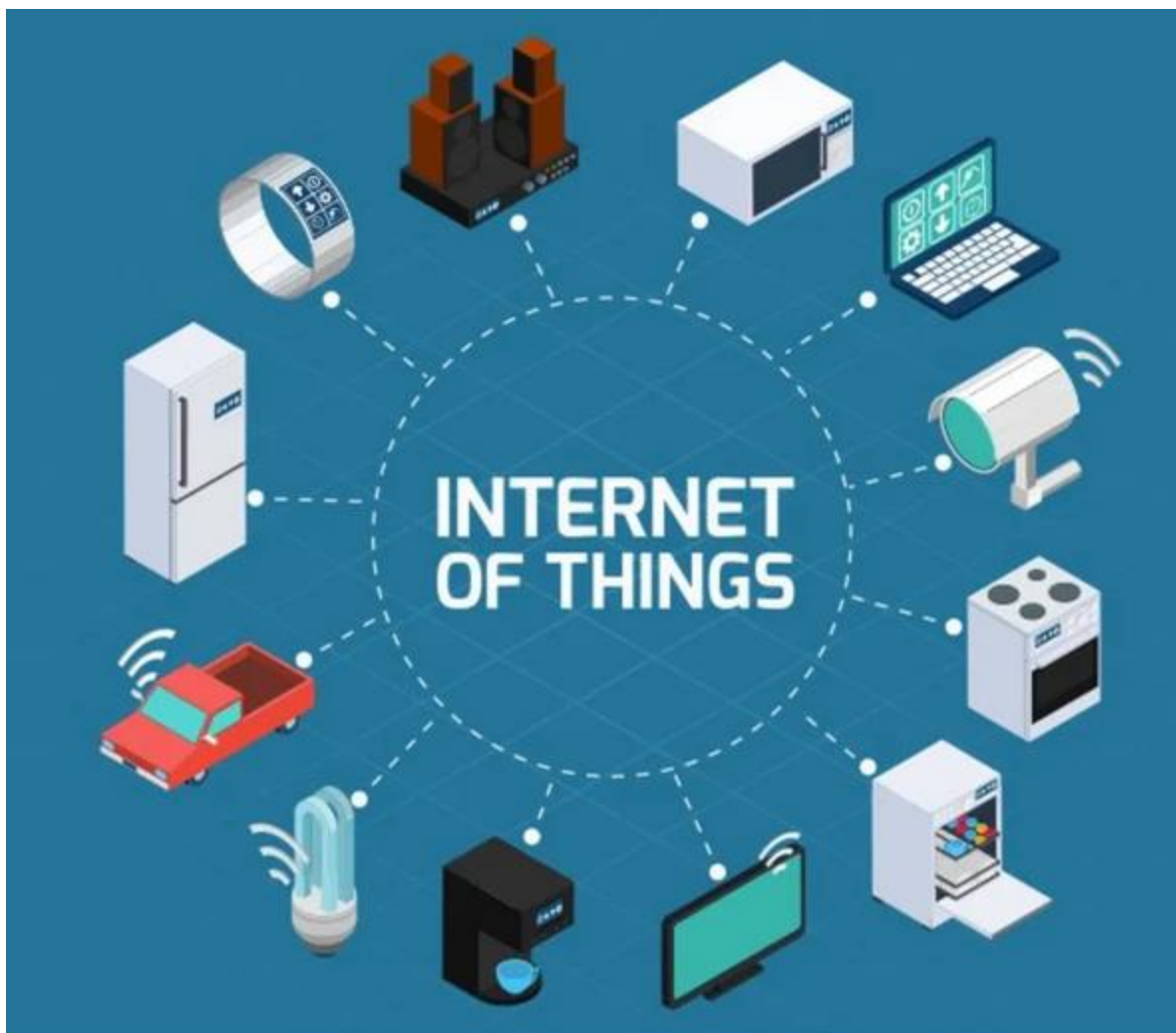
به قول اشناير، ظهور شبکه جهانی اينترنت اشيا در نهايت به شکل گيري رباتی غول پيکر و متصل به اينترنت در مقیاس جهانی منجر می شود که به قدری گوناگون و ناامن است که اگر برای آن قوانینی تنظيم نشود، حملات سايبری باعث بروز مشکلات جدی در جامعه خواهد شد. او معتقد است «وقتی همه چیز تبديل به کامپيوتر می شود، امنيت کامپيوتر، امنيت همه چیز می شود».

خطر ديگر اينترنت اشيا مسئله حریم شخصی است. خانه‌ی هوشمند را در نظر بگيريد: اين خانه می داند کی از خواب بيدار می شويد (وقتی قهوه‌ساز هوشمند روشن می شود)، چطور مسواک می زنيد (به لطف مسواک هوشمند)، به کدام موج راديویی گوش می دهيد (به لطف اسپيکر هوشمند)، چه نوع غذایی می خوريد (به لطف اجاق يا يخچال هوشمند)، کودکان شما چه فکری در سر دارند (به لطف اسباب‌بازی‌های هوشمند) و چه کسی به خانه‌ی شما سر می زند يا از کنار خانه‌ی شما عبور می کند (به لطف زنگ در هوشمند). درحالی که شرکت‌ها همان ابتدا با فروش وسايل هوشمند درآمد کسب می کنند، مدل کسب‌وکار اينترنت اشياي آن‌ها احتمالاً شامل فروش حداقل برخی از داده‌های جمع‌آوری شده از مشتريان خود نیز می شود.



هر دستگاهی در اینترنت اشیا داده جمع‌آوری می‌کند و تمام این داده‌ها ارزش دارند. در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۹، پژوهشگران دریافتند ۷۲ دستگاه از ۸۱ دستگاه اینترنت اشیا مورد بررسی، داده‌های خود را با شرکتی غیرمرتبط با سازنده‌ی اصلی دستگاه به اشتراک گذاشته‌اند. این بدان معنی است که دقیق‌ترین جزئیات زندگی شخصی شما می‌تواند بسته‌بندی و به شخص دیگری فروخته شود. گوگل و اپل هر دو در سال ۲۰۱۹ اعتراف کردند صداهای ضبط‌شده توسط اسپیکرهای هوشمند آن‌ها توسط پیمانکاران بررسی می‌شود. آمازون با بیش از ۴۰۰ اداره‌ی پلیس همکاری دارد که از تصاویر ضبط‌شده توسط دوربین زنگ در هوشمند آن برای نظارت بر محله استفاده می‌کنند.

**آینده اینترنت اشیا**



با ادامه‌ی کاهش قیمت حسگرها و ارتباطات اینترنتی، افزودن دستگاه‌های بیشتر به اینترنت اشیا مقرون به صرفه می‌شود. بیشتر شرکت‌هایی که با اینترنت اشیا سروکار دارند، در حال حاضر در مرحله‌ی آزمایشی هستند، چون تکنولوژی لازم برای پروژه‌های آن‌ها از جمله تکنولوژی حسگر، اینترنت ۵G و ابزارهای آنالیز مبتنی بر یادگیری ماشین، هنوز خودشان در مراحل اولیه‌ی توسعه به سر می‌برند.

رقابت بین پلتفرم‌های مختلف، فروشندگان و شرکت‌های نرم‌افزاری و اپراتورهای شبکه برای گرفتن سهم بیشتر در بازار اینترنت اشیا بسیار جدی و نفس‌گیر است و هنوز مشخص نیست کدام یک از آن‌ها پیروز ماجرا می‌شوند؛ اما بدون وجود استانداردها و پروتکل‌های لازم، احتمالاً در چند سال آینده شاهد فجایع امنیتی بزرگی در حوزه‌ی IoT خواهیم بود.

با افزایش تعداد دستگاه‌های متصل، محیط زندگی و کار ما با محصولات هوشمند پر می‌شود. برخی افراد با آغوش باز از عصر جدید اشیا هوشمند استقبال خواهند کرد؛ در حالی که برخی دیگر برای روزهایی که صندلی فقط صندلی بود و کاربرد دیگری نداشت، دل‌تنگ خواهند شد. شما جزو کدام یک از این دو دسته هستید؟

## اینترنت اشیا در گذر زمان

سال	رویداد
۱۹۸۰	دیوید نیکولز اولین دستگاه اینترنت اشیا را می‌سازد: دستگاه وندینگ کوکاکولا.
۱۹۹۹	کوبین اشتون اصطلاح «اینترنت اشیا» را برای توصیف چشم و گوش کامپیوتر ابداع می‌کند.
۲۰۰۰	ال‌جی اولین یخچال متصل خود را با قیمت ۲۰ هزار دلار معرفی می‌کند.
۲۰۰۸	اولین کنفرانس اینترنت اشیا در جهان در زوریخ سوئیس برگزار می‌شود.
۲۰۱۰	تونی فادل شرکت سازنده ترموستات هوشمند به نام Nest را تأسیس می‌کند.

سال	رویداد
۲۰۱۳	دیکشنری آکسفورد اصطلاح «اینترنت اشیا» را اضافه می کند.
۲۰۱۴	آمازون اسپیکر اکو را به همراه دستیار صوتی الکسا معرفی می کند؛ تعداد دستگاه های اینترنت اشیا هم از تعداد جمعیت جهان بیشتر می شود.
۲۰۱۶	باتنت Mirai بیش از ۶۰۰ هزار دستگاه اینترنت اشیا را به بدافزار آلوده می کند.
۲۰۲۰	تعداد دستگاه های متصل به اینترنت از ۲۰ میلیارد دستگاه فراتر می رود.
۲۰۲۲	گوگل هوم با ۴۸ درصد بیشترین سهم بازار دستگاه های اینترنت اشیا را در اختیار دارد .
۲۰۳۰	تعداد دستگاه های اینترنت اشیا به ۳۰ میلیارد خواهد رسید.