

موضوع:

مروری بر فناوری اینترنت اشیاء

## فهرست مطالب

۱. مقدمه
۲. مفاهیم و تعاریف
  - a. اینترنت اشیاء
  - b. اینترنت اشیاء همراه
  - c. نسل پنجم شبکه تلفن همراه 5G
  - d. زیست بوم اینترنت اشیاء
۳. حوزه های کاربرد اینترنت اشیاء
۴. روند توسعه اینترنت اشیاء در جهان
۵. بازیگران اصلی اینترنت اشیاء در جهان
۶. روند توسعه اینترنت اشیاء در ایران
۷. پیش بینی حجم بازار ایران
۸. وضعیت بازار خاورمیانه
۹. چالشهای اینترنت اشیاء در ایران
۱۰. بازیگران اصلی اینترنت اشیاء در ایران
۱۱. مراجع

## ۱. مقدمه

IoT سرنام عبارت Internet of Things میباشد که در فارسی به آن اینترنت اشیاء اطلاق میگردد، با مراجعه به منابع و مراجع، به مفاهیم و تعاریف مختلفی از اینترنت اشیاء برخورد خواهیم کرد. که بسیاری از آنها همپوشانی زیادی با هم داشته و تفاوت‌های بنیادی با هم ندارند اما در بخش بعد دو تعریف که کاملتر از بقیه هستند آورده شده است.

## ۲. مفاهیم و تعاریف

### (a) تعریف اینترنت اشیاء

#### تعریف اول:

"اینترنت اشیاء (IoT) سیستمی است که از دستگاه‌های محاسباتی بهم پیوسته تشکیل شده است، این دستگاه‌های محاسباتی شامل ماشین‌های مکانیکی و دیجیتالی، اشیاء، حیوانات یا افرادی میباشند که دارای مشخصات زیر هستند:

- دارای شناسه‌های منحصر به فرد (IP) در شبکه هستند.
- امکان تبادل دوطرفه داده‌ها و دستورات از طریق شبکه اینترنت را دارا میباشند.
- تعاملات بین آنها و جهان اطراف بدون نیاز به دخالت انسان و در تعامل با مجموعه از کامپیوترها و ماشین‌های هوشمند انجام میپذیرد.

#### تعریف دوم:

اینترنت اشیاء یا همان IoT به میلیاردها دستگاه فیزیکی در سراسر جهان اطلاق میگردد که هم اکنون به اینترنت متصل شده‌اند، همه این تجهیزات به لطف ورود تراشه‌های رایانه‌ای بسیار ارزان و فراوانی شبکه‌های بی سیم، مشغول جمع‌آوری و به اشتراک‌گذاری داده‌ها در مقیاس بسیار وسیعی هستند. با توجه

به وجود فناوریهای ریز تراشه ها امکان تبدیل هر چیزی ، از یک شی به اندازه یک قرص سرماخوردگی تا یک وسیله به اندازه هواپیما ، به یک بخش از شبکه IoT وجود دارد. اتصال همه این اشیاء مختلف و اضافه کردن حسگرها به آنها ، سطح هوش دیجیتالی را به دستگاههایی اضافه می کند که تا قبل از این امکان تولید اطلاعات در آنها وجود نداشت، لذا قابلیت های جدید این امکان را می دهد تا داده های بلادرنگ را بدون درگیر شدن با انسان ارتباط را تولید و ارسال نمایند. اینترنت اشیاء باعث میشود که بخشهای مختلف پیرامون جهان ما باهوش تر و واکنش پذیرتر شده و ادغام جهانی های دیجیتالی و فیزیکی سریعتر رخ بدهد.

## (b) اینترنت اشیاء همراه ( Mobile IoT )

Mobile IoT یک اصطلاح متعلق به انجمن جهانی ارتباطات سیار است که به استانداردهای 3GPP برای شبکه های گسترده کم توان اطلاق میگردد. این شبکه های گسترده کم توان که با سر نام LPWA شناخته میشوند شامل فناوریهای هستند که با طیفهای مجاز NB-IoT و LTE-M فعالیت میکنند. فن آوری های LPWA دارای ویژگیهای زیر میباشد:

- مصرف بسیار کم انرژی که دستگاه ها را قادر می سازد تا با یک بار شارژ سالها فعالیت کنند.
- هزینه پایین دستگاه
- پوشش دادن بسیار بهتر به تجهیزات در فضای باز و سرپوشیده در مقایسه با فناوری های موجود
- اتصال امن و احراز هویت قوی
- انتقال داده بهینه شده برای بلوک های متناوب داده که با فواصل زمانی بسیار کم ارسال میشوند.
- توپولوژی ساده شبکه و استقرار
- مقیاس پذیری شبکه برای ارتقاء ظرفیت

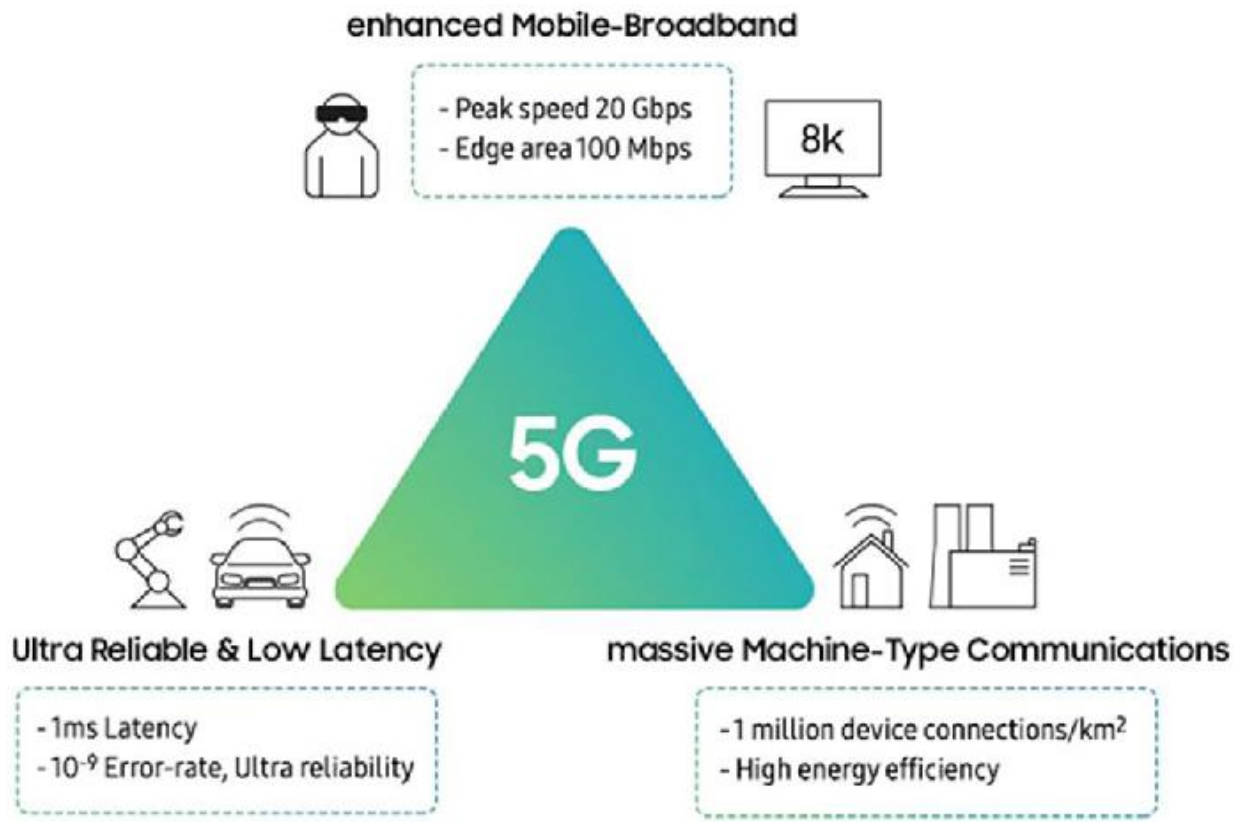
LTE-M اصطلاح صنعتی مورد استفاده برای ارتباطات بین انواع ماشینی دراز مدت (MTE) (LTE) مبتنی بر فناوری استاندارد LPWA است که توسط GPP3 در نسخه 1.3 معرفی شده است. LTE-M از دستگاه های با پیچیدگی پایین تر پشتیبانی می کند.

- LET-M مخفف Long-Term Evolution (LTE) machine-type communications میباشد.

فناوریهای NB-IoT و LTE-M ، که امروز مستقر شده اند ، بخشی از خانواده 5G محسوب میشوند.

## (c) نسل پنجم شبکه تلفن همراه 5G

نسل پنجم شبکه تلفن همراه به منظور افزایش سرعت، کاهش تاخیر در ارتباطات از اهمیت بسزایی برخوردار میباشد. توسعه نسل پنجم میتواند مزایایی بسیار زیادی در سه حوزه مختلف از کاربردها داشته باشد که به مثلث 5G معروف شده اند. عکس زیر نشان دهنده این سه حوزه میباشد



- حوزه اول : **uRLLC** موارد استفاده یی که نیاز به ارتباطات با تاخیر کم و قابلیت اعتماد بسیار بالا

دارند برخی از مثالهای این حوزه عبارتند از:

○ اتومبیلهای خودران



○ واقعیت افزوده و واقعیت مجازی

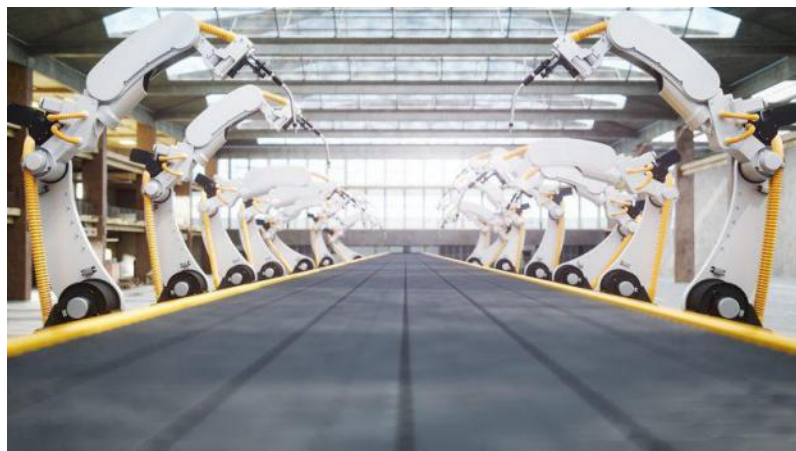


● حوزه دوم : کاربردهای ارتباطی بین ماشینها به تعداد بسیار زیاد IoT

○ کاربرد اول : شهرهای هوشمند و مدیریت ترافیک



○ کاربرد دوم : اتوماسیون صنعتی



○ کاربرد سوم : هواپیماهای بدون سرنشین (پهبادها)





○ کاربرد چهارم : پوشیدنیها و موبایلهای هوشمند



● حوزه سوم : eMBB: کاربرد های با پهنای باند پهن بسیار زیاد و نیازمند به سرعت بالا

○ کاربرد اول : ویدئوهای آنلاین 360 درجه با کیفیت بسیار بالا

## (d) زیست بوم اینترنت اشیا

یک اکوسیستم اینترنت اشیا ترکیبی از لایه های مختلف است که از لایه سنسورها و تجهیزات اندازه گیری شروع شده و به لایه اشیا هوشمند ختم میشود. اکوسیستم اینترنت اشیا از اجزای و بخشهای مختلف معماری مانند اجزای سخت افزاری ، نرم افزاری و لایه های اتصال اجزای تحلیلی و غیره تشکیل شده است. در عمل ، ارائه یک تعریف واحد و تجاری برای زیست بوم اینترنت اشیا امکانپذیر نیست. زیرا تعاریف متفاوتی از آن وجود دارد. در گزارش سعی بر آن است تا اجزای زیرساختی زیست بوم اینترنت اشیا را که بر اساس آن یک اکوسیستم ساخته شده است ، مشخص و تعریف گردد.

در یک اکوسیستم نمونه اینترنت اشیا ، مؤلفه های کاربر نهایی مانند دستگاه های هوشمند ، سنسورها ، اجزای شخص ثالث از طریق اینترنت یا اینترنت به موتورهای محاسباتی یا سرویسهای ابری متصل می شوند. در ادامه گزارش لیست ماژول های مختلف اکوسیستم اینترنت اشیا ارائه خواهد شد:

### • حسگرها و قطعات سفارشی سازی شده

معمولاً از مشخصه هایی مانند دما ، ژيروسکوپ ، فشار ، نور ، موقعیت مکانی GPS ، خواص الکتروشمیایی ، میزان رطوبت ، سرعت، دود ، RFID و غیره برای سنجش شرایط محیط استفاده می شود. به عنوان مثال در موارد استفاده خودرو ، از سنسورهای تشخیص نور به همراه سنسورهای فشار ، سرعت و تصویر استفاده می کنیم. لذا انتخاب حسگرها مناسب جهت سنجش یک بخش اساسی از زیست بوم مربوط به اینترنت اشیا میباشد.

### • لایه اتصال

یکی از بخشهای مهم زیست بوم اینترنت اشیا ، ماژولها و اجزای مربوط به اتصال اشیا به یکدیگر است. بدون اتصال یکپارچه بین سنسورهای IoT ، دستگاه های نهایی و تجزیه و تحلیل یا مؤلفه های محاسباتی ، امکان جمع آوری

اطلاعات و نیز استفاده از آنها در کاربردها و صنایع مختلف را نخواهد داشت. در ادامه لیست تعدادی از ماژول ها مختلف لایه اتصال ذکر شده است:

#### ○ پروتکلها:

برنامه های کاربردی اینترنت اشیاء می توانند براساس اینترنت و اینترنت عمل کنند در صورتیکه نیاز به استفاده از برنامه ها در سطح اینترنت وجود داشته باشد از پروتکل TCP / IP استفاده میشود و در صورتیکه برنامه کاربردی بروی اینترنت (شبکه محلی) مورد استفاده قرار گیرد ، دستگاه ها و اشیاء هوشمند ها با استفاده از پروتکل های LAN, RF, Wi-Fi و Li-Fi و غیره بهم متصل می شوند. به طور کلی فناوریهای رادیویی بر مبنای طول موج آنها تقسیم بندی و از آنها استفاده میشود که در ادامه این تقسیم بندی ذکر شده است:

#### ▪ تکنولوژیهای رادیویی برد کوتاه :

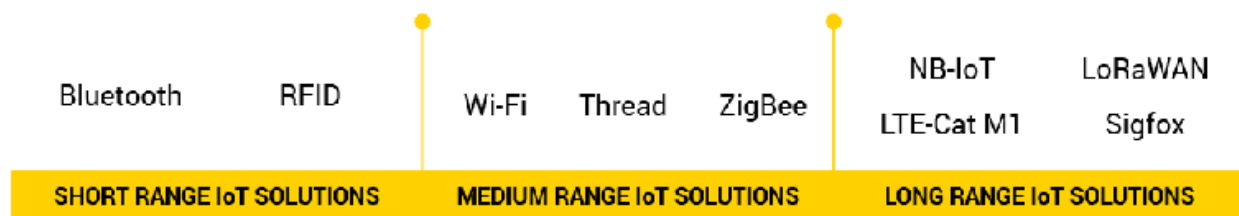
- Bluetooth
- RFID
- 

#### ▪ تکنولوژیهای رادیویی برد متوسط :

- Wi-Fi
- ZigBee
- Thread

#### ▪ تکنولوژیهای رادیویی برد بلند :

- NB-IoT
- LTE-Cat M1
- LoRaWAN
- Sigfox



## ○ دروازه‌ها gateways :

دروازه‌ها یک جزء مهم برای مدیریت ترافیک اینترنت بین دستگاه‌های اینترنت اشیا و شبکه‌های به هم متصل هستند.

برای کاربردهای انتها- به - انتها در اینترنت اشیا مقوله امنیت بسیار مهم بوده و لذا دروازه‌های سطح 5 برای حفظ و نظارت بر ترافیک شبکه مفید بوده و حتی می‌توانند آدرس‌های ip و حتی اجزای مختلف لایه‌های مربوط به برنامه‌های کاربردی را نیز مسدود نماید.

## ● لایه تحلیل

اساساً یکی از مهمترین اهداف و کاربردهای اینترنت اشیا، تولید (توسط اشیا) و جمع‌آوری داده‌ها به منظور بدست آوردن بینش‌های تجاری مهم و همچنین اخذ تصمیمات تجاری می‌باشد.

کارشناسان حوزه تحلیل داده به منظور کسب بینش از مدل‌های یادگیری پیشگویی / یادگیری عمیق پیش‌بینی شده - جستجو در داده‌های عظیم - استفاده می‌کنند.

سیگنال‌های آنالوگ خام از پیش پردازش شده به فرمی تبدیل می‌شوند که مدل‌های یادگیری ماشین توسعه یافته‌اند. البته یک زیرساخت کلان داده بر اساس مورد استفاده انتخاب می‌شود. لذا در هر زیست بومی باید یک زیرساخت کلان داده بر اساس موارد کاربرد انتخاب و طراحی گردد.

## • لایه مدیریت داده ها

فناوریها و راه حل‌های مختلف در اینترنت اشیا نیازمند به دستیابی ، مدیریت و دستکاری داده های خام یا پردازش شده در مقیاس بسیار بزرگ دارند.

در برخی موارد معماریهای مبتنی بر ابر، راه حل مناسب و بهینه ایی برای تأمین نیازها بر اساس نیازهای تجاری مورد استفاده شرکتها میباشد. اما این راه حل در خصوص سازمانهای بسیار بزرگ ، که نیازمند به دستیابی به داده های با مقیاس بزرگ (به اندازه پتابایت در هر ثانیه) هستند، غالباً طراحی و استفاده مراکز داده اختصاصی برای مدیریت این حجم از داده ها مناسب تر از استفاده از خدمات ابری سرویس دهندگان بیرونی است.

## • لایه لبه فناوری اطلاعات

در واقع لایه Edge IT یک معماری تلفیقی از دروازه های نرم افزاری و سخت افزاری برای پیش پردازش داده های خام است. از راه حل های IT Edge برای جمع آوری داده های خام از سنسورها ، RFID ، اجزای الکترومکانیکی و همچنین تبدیل و تغییر داده ها قبل از ارسال به سرورهای ابری (ویا سرورهای مرکزی) استفاده می شود. در این لایه از اکوسیستم ، فناوریهای محاسبات لبه و 5G از اهمیت بسیار زیادی برخوردار هستند.

### ○ لایه لبه محاسبات Edge Computing

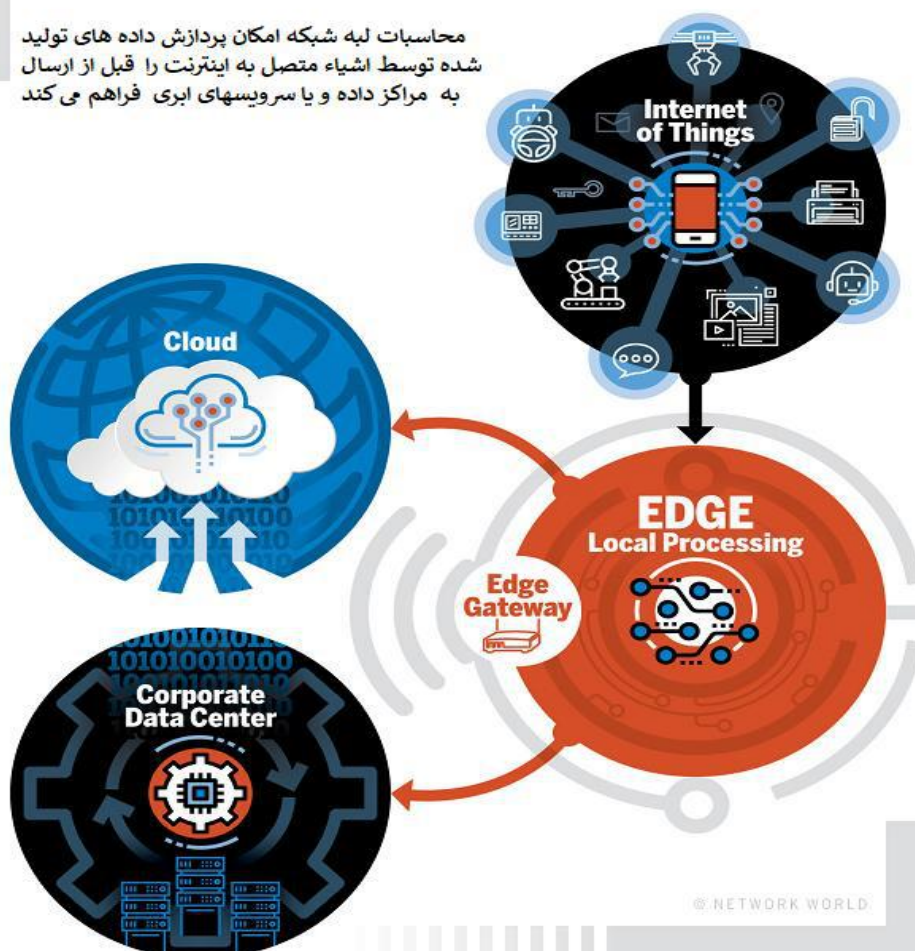
محاسبات لبه ، روش دستیابی ، پردازش و تحویل داده ها از میلیون ها دستگاه متصل به اینترنت در سراسر جهان را تغییر می دهد. رشد انفجاری دستگاه های متصل به اینترنت - IoT - همراه با کاربردهای جدید که به محاسبات بلادرنگ زمانی نیاز دارند ، باعث میشوند تا به منظور ارائه خدمات پردازشی بلادرنگ به سیستمها، امکانات محاسباتی مناسبی در کنار دستگاه های سخت افزاری وجود داشته باشد. این مدل پردازش باعث میشود تا قبل از ارسال اطلاعات به مراکز داده و سرویسهای ابری ، داده ها مورد پردازش قرار گرفته و سرعت عکس العمل سیستمها به اندازه قابل قبولی بالاتر برود.

فن آوری های سریعتر شبکه ، مانند وایرلس 5G ، به سیستم های محاسباتی لبه این امکان را می دهد تا با پشتیبانی از برنامه های بلادرنگ ، کاربردهایی مانند پردازش فیلم و تجزیه و تحلیل اطلاعات ، اتومبیل های خودران ، هوش مصنوعی و روباتیک را امکانپذیر نمایند. در واقع یکی از دلایل اصلی استفاده از معماری محاسبات لایه ، موارد کاربردی است که در اینترنت اشیاء مورد نیاز است در ادامه به برخی از این موارد کاربرد اشاره شده است:

- وسایل نقلیه و تجهیزات پیام رسان باید بتوانند به مشتریان خود در ترافیک خیابان سریعاً پاسخ بدهند. و یا اتومبیلهای خودران در هنگام مواجه با خطر باید به صورت آنی و بلادرنگ عکس العمل نشان دهند. در چنین مواردی امید بستن به سرورهای مرکزی اشتباه خطرناکی محسوب میشود.
- وسایل نقلیه با بهره برداری از فنآوری لبه می توانند به طور مستقیم با یکدیگر ارتباط برقرار نموده و اطلاعاتی محیطی در مورد تصادفات ، ترافیک ، مسیرهای بعدی و یا شرایط آب و هوایی را با یکدیگر به اشتراک بگذارند.

تصویر بعدی یک نمای کلی از معماری محاسبات لبه شبکه در یک معماری اینترنت اشیاء را نشان میدهد:

محاسبات لبه شبکه امکان پردازش داده های تولید شده توسط اشیاء متصل به اینترنت را قبل از ارسال به مراکز داده و یا سرویسهای ابری فراهم می کند



شرکت تحقیقاتی گارتنر فناوری محاسبات لبه را به صورت زیر تعریف نموده است:

"بخشی از توپولوژی رایانش توزیع شده است که پردازش اطلاعات در نزدیکی لبه [شبکه]، یعنی همان جایی که اشیاء و افراد در همان جایی که اطلاعات را تولید یا مصرف می کنند، همان جا نیز اطلاعات پردازش میشود"

همان طور که میدانیم که مراکز داده مبتنی بر ابر غالباً ممکن است دهها یا صدها کیلومتر از اشیاء و افراد تولید کننده داده ها فاصله داشته باشند، لذا سخت افزارها و خدمات محاسباتی لبه باعث میشوند تا پردازش اطلاعات در نزدیکی منابع تولید اطلاعات انجام شده و ریسک عدم پاسخگویی و یا تاخیر در ارتباطات به حداقل ممکن برسد. به عنوان مثال، یک دروازه لبه می تواند داده ها را از دستگاه های لبه IoT (دوربین فیلمبرداری، حسگرها، هواپیماهای بدون سرنشین) پردازش کند و اطلاعات پردازش شده را به ابر یا به دستگاه لبه اصلی منتقل کند. این پردازش اولیه (لبه)

باعث میشود تا حجم محاسبات مورد نیاز در مرکز کمتر شده و امکان تولید بینشها و گزارشات سطح بالاتر با سرعت بیشتری فراهم شود.

راه حل های لبه معمولاً از معماری های توزیع شده استفاده کرده که بار کاری (حجم پردازشی) بین لایه لبه ، لایه شبکه، لایه ابری و یا لایه شرکت را متعادل میکنند. لازم به ذکر است که برای استفاده از محاسبات مبتنی بر لایه چندین معماری مختلف وجود دارد اما یک استاندارد پذیرفته شده توسط همه ذینفعان بازار وجود ندارد. اما به هر ترتیب بنظر میرسد هر معماری که بخواهد به عنوان استاندارد بازار پذیرفته شود باید شرایط و ویژگیهای زیر را داشته باشد:

- **قابلیت همکاری :** تمامی دستگاه ها ، اشیاء و سرورها باید از طریق یک پروتکل های ارتباطی مشترک بهم متصل شوند.
- **مقیاس پذیری :** معماری مورد نظر باید به اندازه کافی انعطاف پذیر باشد تا بتواند تعداد فزاینده ای از کاربران اشیاء ، داده ها و حسگرها را پشتیبانی نماید.
- **توسعه پذیری :** معماری باید از ادغام عملکردها و دستگاههای جدید بدون نیاز به پیکربندی مجدد لبه شبکه پشتیبانی کند.
- **امنیت و حفظ حریم خصوصی:** معماری برای جلوگیری از نقض حریم خصوصی و دسترسی غیر مجاز به داده ها توسط کاربران داخل/خارج از شبکه راهکارهای مناسب عرضه کند.
- **قابلیت اطمینان :** معماری باید بدون توجه به شرایط محیطی و سایر متغیرها در صورت نیاز واکنش مناسب نشان دهد.

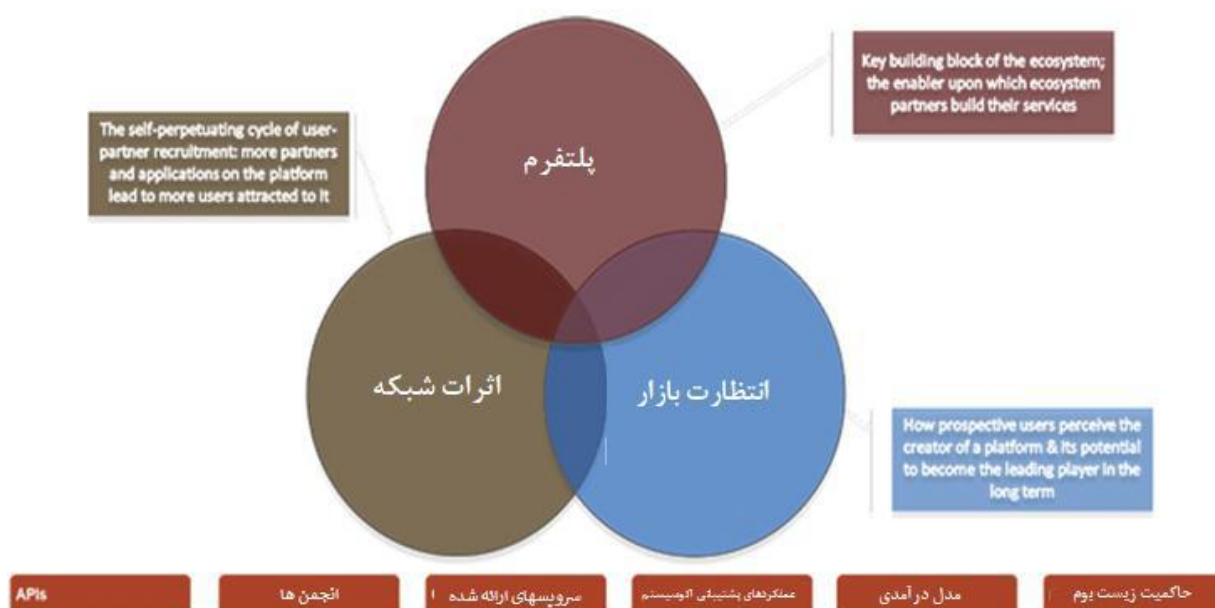
## • اجزاء (المانهای) انتهایی

دستگاه های هوشمند مانند تلفن های هوشمند ، تبلت ، PDA و بطور کلی هر دستگاه سخت افزاری که هر روشی داده تولید میکند به عنوان اجزای نهایی اکوسیستم اینترنت اشیاء شناخته میشوند.



این دستگاه ها از طریق برنامه های ابری به موتورهای محاسباتی اینترنت اشیاء متصل میشوند لازم به ذکر است که اتصال از راه دور در صورت تقاضا و تایید طرفین برقرار می شود.

در برخی موارد، موتور محاسباتی با اجزاء رابط گرافیکی دیگر برنامه های کاربردی مجتمع شده و در قالب یک مجموعه بزرگتر از سرویسها و خدمات فعالیت میکند. شکل زیر نشان دهنده یک دیاگرام سطح بالاتر از زیست بوم اینترنت اشیاء را ارائه می نماید.



در دورانی که محاسبات ارزان باشد طبیعتاً اینترنت اشیاء به شکل تصاعدی افزایش پیدا میکند. در شرایط کنونی تعداد زیادی از سازمانها، مشغول تولید فناوری و نوآوری راه حل های انتها به انتهای حوزه اینترنت اشیاء میباشند. در ادامه لیست برخی از برنامه ها و محصولاتی که در حوزه طراحی و توسعه زیست بومهای اینترنت اشیاء فعالیت میکنند آورده شده است:

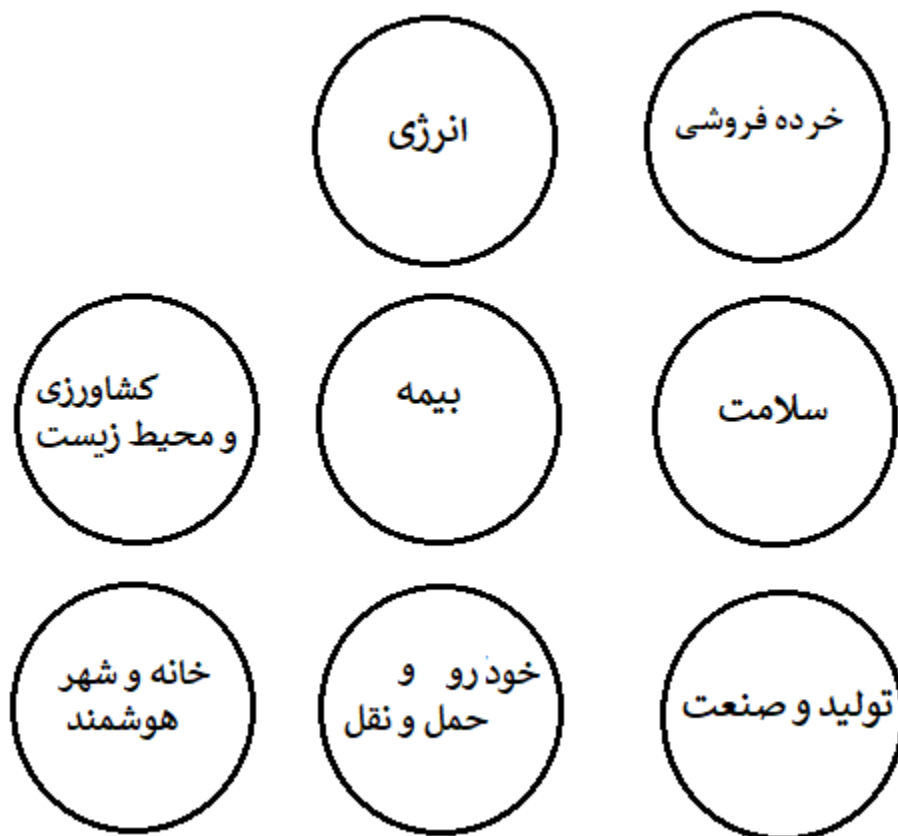
- **VATES**: این برنامه با چندین پلتفرم انتها به انتها، با برنامه های کاربردی اینترنت اشیاء بصورت کاملاً یکپارچه سروکار دارد.

- [Augury](#): راه حل های اینترنت اشياء به منظور تشخيص مکانیکی ارائه می دهند.
- [Bastille](#): زیست بوم های امنیتی و نظارتی مبتنی بر اینترنت اشياء را فراهم می کند.
- [foghorn](#): راه حل های لبه فناوری اطلاعات در صنعت را ارائه می دهد.
- [Hologram](#): ارائه دهنده راه حل های مدیریت دستگاه و تجهیزات و همچنین اتصال سلولی انتها به انتها اشياء در شبکه میباشد.

### ۳. حوزه های کاربرد اینترنت اشیا

شکل زیر نشان دهنده حوزه های اصلی از زندگی و اقتصاد است که میتوان از اینترنت اشیا در آنها استفاده نمود.

#### حوزه های کاربرد اینترنت اشیا



در واقع استفاده از اینترنت اشیا با یکی از اهداف کلان زیر در تمامی حوزه صورت میپذیرد :

- بالا بردن کیفیت خدمات و محصولات
- کاهش هزینه ها
- بالا بردن امنیت

- افزایش سطح سلامت و کاهش خطرات
- خودکار سازی فعالیتهای و خدمات
- تولید بینشهای تجاری و فنی به منظور اخذ تصمیمات
- بهینه سازی انرژی
- تعمیرات و نگهداری پیش گیرانه
- پیش بینی رخدادها و حوادث با توجه به سوابق
- افزایش نظارت و کنترل همگانی به منظور ارتقای امنیت اجتماعی

لذا همه روزه قابلیتها و توانمندیهای مختلفی به ابزارها افزوده میشود ، بیشتر سازمانها برای کمک به بهتر شدن زندگی انسانها از اینترنت اشیاء استفاده میکنند. هر یک از حوزه های فوق با یک (چند) هدف مشخص شروع به استفاده از اینترنت اشیاء نموده اند. اینترنت اشیاء در چندان سال آینده جزوه بزرگترین و عمده ترین حوزه های فناوری اطلاعات خواهد بود که تمامی صنایع را دچار تغییر و تحول عمیقی خواهد کرد لذا در ادامه به برخی از موارد کاربرد اینترنت اشیاء در هر یک از حوزه های فوق پرداخته خواهد شد.

## • صنعت تولید

اینترنت اشیاء در مقیاس وسیع در حال تغییر چشم اندازهای بخش تولیدات و کارخانه های صنعتی است. از داده های حسی هوشمند برای جلوگیری از خرابی غیر طبیعی ، تجزیه و تحلیل نیاز و بهینه سازی منابع استفاده می شود.

راه حل های مبتنی بر اینترنت اشیاء، به سازمانها در مدیریت دارایی های هوشمند کمک میکند ، نظارت بر عملکرد که از نظر میزان خرابی دارایی ها را کاهش داده و طول عمر سخت افزارها را افزایش بدهند.

همچنین تولید کنندگان با زمان کمتری امکان بازاریابی و شخصی سازی های گسترده برای مشتریان خود را خواهند داشت. به عنوان مثال ، اینترنت اشیاء به تولید کننده دوچرخه هارلی دیویدسون کمک کرد تا زمان تولید دوچرخه کامل را از چند روز به چند ساعت کاهش دهد.

## • کشاورزی و محیط زیست

از آنجا که صنعت کشاورزی از مجموعه ای از عملیات سنتی مبتنی بر تجربه پیروی می کند لذا به شدت به مداخلات انسانی وابسته است. با نگاهی به تغییر چشم انداز اقتصادی و افزایش جمعیت جهان به صورت روز افزون ، فاصله بین عرضه و تقاضا در حال زیاد شدن است. علاوه بر آن، تغییر شرایط محیطی ، گرم شدن کره زمین نیز چالش دیگری را پیش روی این صنعت بسیار مهم و زیر ساختی قرار داده است.

علاوه بر این، صنعت کشاورزی و محیط زیست عملاً در هم تنیده بوده و بر هم اثر مستقیم دارند، لذا فعالیتهای صنعتی و توسعه یی بشر اثرات مخربی بر تمامی حوزه های محیط زیست گذارده است که باید به آن نیز توجه ویژه داشت.

جنگل زدایی ، کویر زایی و کشتار حیوانات و نیز گازهای گلخانه یی و گرم شدن آب اقیانوسها تنها نمونه هایی هستند از مشکلات بی پایان محیط زیست در کره زمین که شاید بتوان با توسعه اینترنت اشیاء برای آنها راه حلی مناسب یافت.

احتمالاً، اینترنت اشیاء قدرتمندترین سلاح برای کمک به صنعت کشاورزی و مقابله با چالشهای این صنعت میباشد. اینترنت اشیاء کشاورزان را قادر می سازد با نظارت مستقیم و دریافت آخرین اطلاعات از شرایط واقعی زمینها، دامها و گلخانه ها ، فعالیتهای خود را به صورت هوشمندانه تر مدیریت کنند.

استفاده از پهبادها و نیز سنسورها برای شناسایی مشکلات آب و خاک و آتش و رطوبت در نقاط مختلف زمین میتواند به حل بسیاری از مشکلات کمک کند.

## • سلامت

مطابق بررسیها و نیز ترندهای جهانی، یکی از بخش های مهمی که نسبت به بقیه حوزه ها از اینترنت اشیا بهره برداری بیشتری می نماید، **حوزه مراقبت های بهداشتی است**. محبوبیت دستگاه های هوشمند و پوشیدنی های هوشمند روز به روز بیشتر می شود. این امر به محققان امکان این را میدهد که داده های - بسیار زیادی را که همه روزه جمع آوری میکنند- با هم ترکیب نموده و از آنها برای جلوگیری از حملات قلبی، پیگیری مداوم ضربان قلب بیماران، اقدامات انجام شده، ردیابی حالت خواب، حالت ایستاده و غیره افراد عادی و نیز بیماران مطلع باشند. علاوه بر این امکان پیش بینی و ردگیری بیماریهای همه گیر که آخرین نمونه آن نیز بیماری کووید 19 میباشد که کل جهان را به چالش کشیده است مثالی بسیار عینی است از اینکه بشر باید با فناوریهای مجهز تری برای به مواجهه با مشکلات بزرگ برخیزد.

راه حل های مبتنی بر اینترنت اشیا با فناوری نانو حتی برای نظارت بر سلول های سرطانی در داخل بدن نیز استفاده می شوند. اینترنت اشیا با کمک یادگیری ماشین در حال اجرای تغییراتی سریع و بنیادین در صنعت سلامت و بهداشت میباشد.

## • بیمه

بطور کلی بیشتر داده های موجود در صنعت بیمه، داده های ساخت یافته میباشد. لذا این داده ها پتانسیل آن را دارند که با استفاده از اینترنت اشیا منابع را بهینه کرده و فرایند تسویه حساب خسارتهای را بهبود بخشند. اخیراً برخی از شرکتهای بیمه گر به آرامی شروع به استفاده از راه حل های اینترنت اشیا در این صنعت نموده اند. راه حل های اینترنت اشیا می توانند برای پردازش خودکار خسارتهای، به عنوان عاملی برای محاسبه حق بیمه، تنظیم خودکار ذخیره، ارزیابی خسارت و غیره استفاده شوند.

## • اتوماسیون خانگی و ساختمانی (خانه و شهر هوشمند)

کنترل از راه دور وسایل الکترونیکی دیگر فقط مختص به داستان های علمی تخیلی نبوده و در حال حاضر به صورت گسترده و تجاری در دسترس همگان قرار دارد. اینترنت اشیاء در زندگی روزمره و برای تصمیم گیری خودکار و بهینه سازی مصرف برق استفاده می شود.

Amazon echo، Google Home و غیره نمونه هایی از برخی از دستگاه های اتوماسیون خانگی مبتنی بر اینترنت اشیاء هستند که با استفاده از فناوریهای یادگیری ماشین به صورت گسترده مورد استفاده قرار می گیرند.

## • خودرو و حمل و نقل

در عصر اینترنت، اتومبیلها همچنین به عنوان ابزارهایی در نظر گرفته می شود که در صورت نیاز می توان عملکرد آنها را ارتقاء بخشید. اتومبیل های مدرن به سنسورهای هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء مجهز شده اند که در ردیابی اتومبیل به صورت بلادرنگ ، کنترل سرعت ، کنترل مصرف سوخت ، موضوعات مربوط به اجاره و تخلفات کمک شایانی می کند.

## • انرژی

راه حل های اینترنت اشیاء با ایجاد تغییر در بخش های انرژی با بینش ارزشمندی در مورد مصرف برق ، نگهداری سخت افزار ، پیش بینی قیمت گذاری پویا و غیره ، نه تنها از منابع سنتی انرژی و انرژی بلکه همچنین از بخش های جدیدتر مانند انرژی خورشیدی ، انرژی بادی و بازیافت زباله بهره مند می شوند.

## • خرده فروشی

راه حل‌های اینترنت اشیا به شرکت های خرده فروشی اجازه میدهد تا موجودی انبار، مدیریت مشتری را بهبود داده ، زنجیره تأمین را بهینه کرده و هزینه های عملیاتی را کاهش دهند. به عنوان مثال ، قفسه های هوشمند مجهز به سنسورهای وزنی می توانند اطلاعات مبتنی بر RFID را جمع آوری کرده و داده ها را به زیرساخت IoT ارسال کنند تا به طور خودکار موجودی ها را کنترل کرده و در صورت کم بودن موارد ، هشدارها را فعال کند. علاوه بر آن با استفاده از اطلاعات می توان پیشنهادات و تبلیغات هدفمند را به مشتریان ارائه نموده و تجربه ای جذاب را برای آنها ارائه نماید.

## ۴. روند توسعه اینترنت اشیا در جهان

بازار اینترنت اشیا (IoT) فرصتهای فراوانی را برای استفاده بالقوه از فناوریهای مرتبط با کاربردهای مختلف در صنایع گوناگون بوجود آورده است. رشد اندازه بازار اینترنت اشیا به طور فزاینده ای با استفاده روزافزون از فناوری تجزیه و تحلیل های پیشرفته اطلاعات و همچنین یادگیری ماشین باعث می شود تا توجه بیشتری به استفاده از دستگاه های بهم متصل ایجاد شود. پیشرفت های زیاد مربوط به فن آوری های امنیت داده ها و روش های پردازش در نقاط مختلف جهان منجر به این شده است که شرکت ها از فناوری های پیشرفته و اتوماسیون به عنوان بخشی از استراتژی برای بهینه سازی استفاده از منابع استفاده کنند. علاوه بر این، مهاجرت سریع شرکتها، از سیستم های قدیمی به خدمات مبتنی بر ابر ، داده های تولید شده توسط اینترنت اشیا را برای کاربران نهایی خصوصاً در میان شرکتهای کوچک و متوسط مفیدتر نموده است.

افزایش روزافزون هوش مصنوعی در بسیاری از تجهیزات ، استفاده از داده های تولید شده توسط اشیا بصورت بلادرنگ را مفیدتر نموده است. علاوه بر این ، بازار جهانی اینترنت اشیا از پیشرفت های سریع در فن آوری های شبکه بی سیم به عنوان یک محرک و کاتالیزور قوی استفاده میکند. برخی از فناوریهای مخابراتی توسعه یافته به شرح ذیل میباشد:



- ZigBee
- near field communication (NFC)
- radio-frequency identification (RFID),
- Bluetooth
- Wi-Fi

البته پیش بینی میشود که فناوری Zigbee سهم بسزایی در بازار اینترنت اشیاء داشته باشد. زیرا هم به پهنای کمتر و هم انرژی کمتری نیاز دارد.

- از بین حوزه های صنعتی عنوان شده در بخش قبل بیشترین اقبال به بخش بهداشت و درمان وجود خواهد داشت.

- از بین مناطق جغرافیایی ، آمریکای شمالی بیشترین سهم سرمایه گذاری و بازار را به خود اختصاص خواهد داد. بازارهای اصلی برای اینترنت اشیاء شامل آمریکای لاتین ، خاورمیانه و آفریقا ، آسیا اقیانوسیه ، اروپا و آمریکای شمالی خواهد بود. از این میان، آمریکای شمالی بزرگترین سهم را در سال 2018 داشته است. تمامی شاخصها نشان میدهد که در چند سال آینده نیز این روند رشد بازار در منطقه آمریکای شمالی به عنوان رهبر بازار ادامه داشته باشد. حضور بزرگترین بازیگران عرصه اینترنت اشیاء در آمریکا باعث خواهد شد سهم آمریکا در بین بقیه کشور ها بیشتر باشد.

- در بین مناطق دیگر، بنظر میرسد کشورهای حوزه آسیا -اقیانوسیه رشد بیشتری داشته باشند. پس از این منطقه از بازار منطقه ای ، حوزه اروپا بازار بعدی در اینترنت اشیاء می شود، تمامی شاخصها نشان میدهد که طی دوره پیش بینی چند سال آتی بازار آسیا و اقیانوسیه با رشد قابل توجهی مواجه شوند. بنظر میرسد یکی از عوامل مهم در توسعه بازار در این منطقه مرتبط با تولید و استفاده از دستگاه و تجهیزات اتوماسیون خانگی باشد.

- بازار جهانی اینترنت اشیا به بخشهای زیر تقسیم شده است:

- حوزه های فناوری در اینترنت اشیا :

- Zigbee
- Bluetooth Low Energy
- Near Field Communication
- Wi-Fi
- RFID

- پیش بینی می شود که بازار جهانی اینترنت اشیا با رشد حدود دوبرابری در طول یک دوره 5 ساله از 690 میلیارد دلار در اواخر سال 2019 به عدد 1256.1 میلیارد دلار در سال 2025 میلادی برسد. البته لازم به ذکر است که تحقق این رشد تنها با موارد ذیل تضمین خواهد شد:

- توسعه فن آوری های شبکه های بی سیم

- ظهور علم تجزیه و تحلیل داده های پیشرفته

- کاهش هزینه های مربوط به دستگاه های متصل بهم

- افزایش زیرساختهای ابری در جهان

فن آوری اینترنت اشیا باعث میشود که دستگاه های هوشمند با فناوریهای مختلف به سادگی هم متصل شده و به بهبود عملکرد و به اشتراک گذاری داده ها در آنها منجر خواهد شد.

دستگاه های هوشمند مختلفی همچون سنسورها ، تلفن های هوشمند و پوشیدنی های هوشمند وجود دارد که داده های لازم را از دستگاه هایی که برای بهبود بخشیدن به تجربه مشتریان استفاده می شوند جمع آوری می کنند. لذا انتظار می رود که با رشد نیازهای مربوط به تجزیه و تحلیل داده ها و ادغام تحلیلها ، استفاده از بازار اینترنت اشیا را در طی دوره پیش بینی شده افزایش یابد.

Industry 4.0 و IoT در مرکز رویکردهای جدید فناوری برای توسعه ، تولید و مدیریت کل زنجیره تامین قرار دارد البته در برخی منابع بجای industry4.0 از عنوان اتوماسیون کارخانه هوشمند نیز برای این رویکرد استفاده شده است

تغییرات گسترده در صنایع تولیدی به دلیل Industry 4.0 و توسعه اینترنت اشیاء ، شرکتها را ملزم به اتخاذ روشهای چابک ، باهوش تر و خلاقانه برای پیشبرد تولید با فناوریهای می کند که نیروی انسانی را با فناوری رباتیک تکمیل و تقویت نموده و باعث کاهش حوادث صنعتی ناشی از مشکلات و خطاهای فرآیندی و انسانی می شوند.

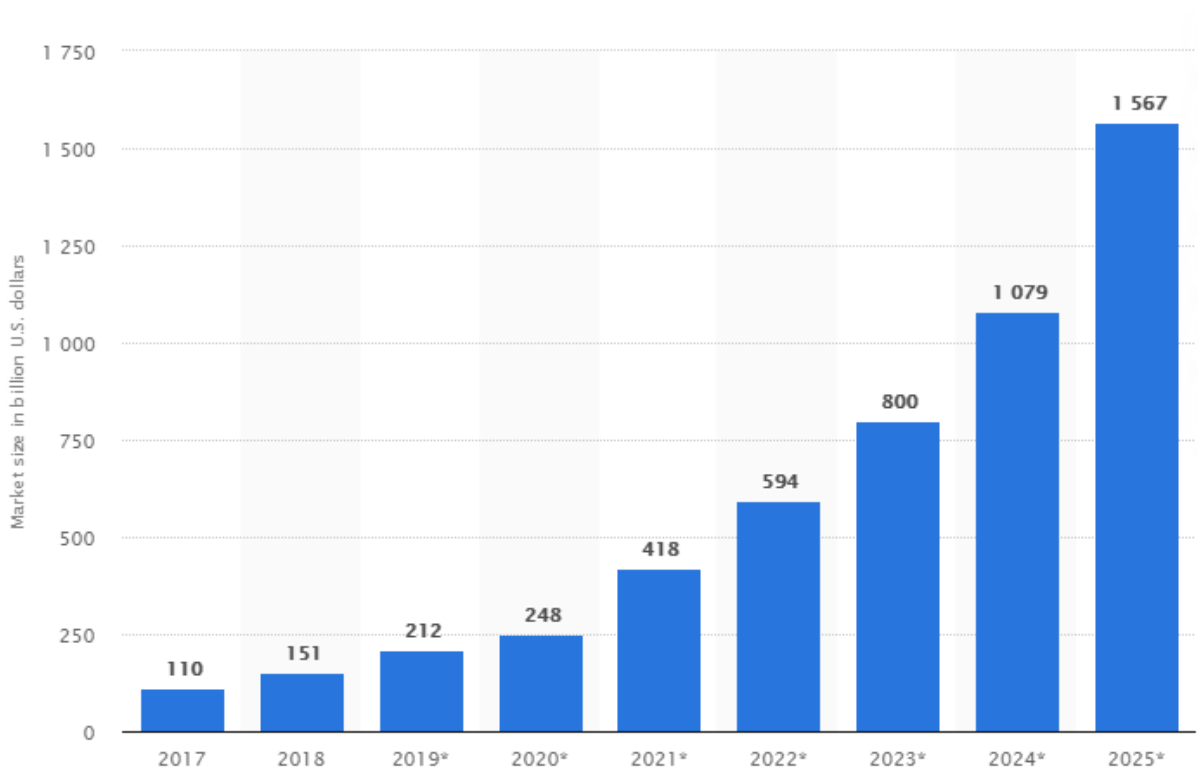
علاوه بر این ، با توجه به شیوع اخیر Covid-19 ، سرمایه گذاری و استقرار فناوریهای اینترنت اشیاء در بسیاری از حوزه های صنعت به شدت کاهش می یابد. اما بنظر میرسد در حوزه بهداشت و درمان که در خط مقدم مبارزه با همه گیری کرونا میباشد باید شاهد توسعه سرمایه گذاری به منظور تولید راه حلها و پلتفرمهای به هم متصل به منظور پیشگیری و کنترل و نیز رد و بدل کردن اطلاعات بین ذینفعان مختلف در حوزه بهداشت و درمان خواهیم بود.

لذا ضروری است تا دولتها و سازمانها با توجه به پتانسیل اینترنت اشیاء ، به منظور جلوگیری از همه گیریهای مشابه – که نشان داده است بر تمامی جنبه های صنعت تاثیر منفی میگذارد- باید در این حوزه مطالعه و سرمایه گذاری جدی بعمل آورند.

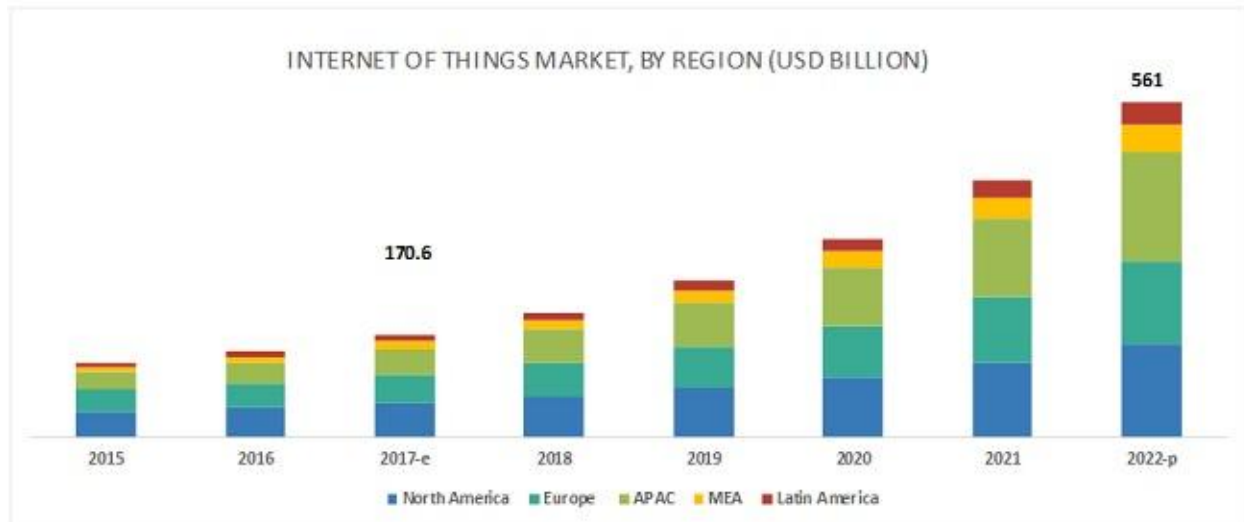
در مورد ویروس کرونا شاید توسعه فناوریهای پوشیدنی برای اندازه گیری ( مثلاً میزان اکسیژن خون ) افراد در معرض خطر به کاهش شیوع و نیز مرگ و میر بیماران کمک شایانی نماید.

به عنوان مثال ، در اواخر ژانویه ، مرکز کلینیک بهداشت عمومی شانگهای (SPHCC) از دستگاه اندازه گیری مداوم دما VivaLNK ( که یک استارت آپ واقع در کالیفرنیا میباشد ) برای اندازه گیری مستمر دمای بیماران مبتلا به COVID-19 استفاده کرده است ، بنابراین خطرات را کاهش می دهد.

اینترنت اشیاء شامل مجموعه‌ای از تجهیزات پیشرفته (سنسورها و اندازه‌گیرها)، یک معماری شبکه ارتباطی، تجهیزات هوشمند و نرم‌افزارها می‌باشد. این مجموعه از المانها کمک میکنند تا اطلاعات بین ماشینها و تجهیزات رد و بدل شود. فناوری اینترنت اشیاء در واقع سنگ بنای تحول دیجیتال در بسیاری از سازمانها محسوب میشود. و در واقع به سازمانها کمک میکند تا فرآیندها و مدل‌های تجاری جدید را ایجاد نمایند. روند رشد اندازه بازار در صنعت اینترنت اشیاء مطابق شکل زیر می‌باشد. شکل زیر نشان می‌دهد که اندازه بازار در سال 2019 حدود 212 میلیارد دلار بوده است و مطابق با پیش‌بینی‌ها این عدد در سال 2025 در حدود 1560 میلیارد دلار می‌باشد.



در ادامه نیز پیش‌بینی حجم بازار اینترنت اشیاء تا سال 2022 به تفکیک حوزه‌های جغرافیایی آورده شده است.



Source: Investor Presentation, Secondary Literature, Expert Interviews, and MarketsandMarkets Analysis

## ۵. بازیگران اصلی در جهان

Company Name	Website	Country
Intel Corporation	<a href="https://www.intel.in/content/www/in/en/homepage.html">https://www.intel.in/content/www/in/en/homepage.html</a>	USA
SAP SE	<a href="https://www.sap.com/corporate/en.html">https://www.sap.com/corporate/en.html</a>	Walldorf, Germany
Cisco Systems ,Inc	<a href="https://www.cisco.com/c/en_au/index.html">https://www.cisco.com/c/en_au/index.html</a>	USA
Oracle Corporation	<a href="https://www.oracle.com/corporate/">https://www.oracle.com/corporate/</a>	USA
IBM	<a href="https://www.ibm.com/in-en">https://www.ibm.com/in-en</a>	USA
Google	<a href="https://www.google.com/">https://www.google.com/</a>	USA
HP	<a href="https://www8.hp.com/us/en/home.html">https://www8.hp.com/us/en/home.html</a>	USA
Bosch Software Innovation GmbH		(Stuttgart, Germany)
Amazon web service		USA
General Electric		USA
Microsoft		USA
Alibaba		China
JD.com		China
Huawei		China

AT&T		USA
Fujitsu		Japan
Qualcomm		USA
Samsung		South Korea

## ۶. روند توسعه اینترنت اشیاء در ایران

یکی از نکات مهم در زمینه بازار اینترنت اشیا در ایران استفاده از دانش افراد تحصیل کرده می باشد . در کشور ما به دلیل وجود قشر جوان و تحصیل کرده و دسترسی آنها به اینترنت می توان بازار کار مناسب را راه اندازی کرد. کسب و کار های اینترنتی در سال های اخیر به همین یل رشد بسیار بالای داشته اند انواع سایت ها و فروشگاه های اینترنتی در سالها اخیر به خوبی توانسته اند در بین کاربران اینترنت جای خود را باز کنند. در این بین استفاده از خدمات اینترنتی مانند تاکسی های اینترنتی و فروشگاه های آنلاین و انجام خدمات اینترنتی نیز توانسته اند به خوبی بازار کار خود را در ایران پیدا کنند.

با توجه به این موارد می توان بازار اینترنت اشیا در ایران را به خوبی پیش بینی کرد .البته نکته مهم در این زمینه آشنایی مردم با اینترنت اشیاء می باشد . لازمه اینکار بالا بردن دانش عمومی و سطح دانش کاربران و استفاده کنندگان اینترنت می باشد . یکی از نکات مهم دیگر در بازار اینترنت اشیا در ایران اختصاص بودجه های مناسب برای ساخت پروژه های تجاری و تجاری سازی آن است و بخش های تحقیقاتی در زمینه اینترنت اشیا در ایران به خوبی در حال انجام فعالیت می باشند و شرکت های دانش بنیان و گروه های تحقیقاتی دانشگاهی از بودجه و امکانات لازم برای تحقیقات در زمینه اینترنت اشیا یا همان اینترنت اشیا استفاده می کنند.

واقعیت موجود در بازار جهانی اینترنت اشیاء نشان میدهد که به تنهایی نمیتوان در زیست بوم اینترنت اشیاء ، جریانسازی کرد .چرا که تحقق ارزش تریلیون دلاری بازار جهانی IoT و تغییر روند کاهشی درآمدهای ناشی از خدمات ارتباطی را منوط به مشارکتهای چند جانبه جدی میان بخشهای مختلف ICT و ذینفعان اصلی بازار اینترنت اشیاء در صنایع و کسب وکارهای مختلف (که اصطلاحاً با عبارت بازارهای عمودی 1 شناخته میشود) است.

در بررسی فعالیتهای یکسال اخیر، فقدان شناخت و ضرورت توجه به اینترنت اشیاء هنوز در میان بسیاری از بهره برداران و متولیان اصلی ارزیهد هنده خدمات در بازارهای عمودی احساس میشود .حتی امکان دارد نهادهایی به صورت بالقوه در اکوسیستم اینترنت اشیاء کشور قابل احصاء باشند ولی به دلیل عدم شناخت صحیح از کاربردها یا چالشهای امنیتی، حقوقی یا قانونی، نه تنها منافع ملی ناشی از گسترش بازارهای اینترنت اشیاء را تشخیص ندهند

بلکه با رویکرد سلبی، اقدام به محدودسازی توسعه این خدمات کنند .در نتیجه، انتظار میرود که شرکتهایی که در استراتژی توسعههای خود، جایگاه ارایه دهنده خدمات یا شبکه در زنجیره ارزش اینترنت اشیاء را متصور شده اند، لازم است تا با تخصیص برنامهبودجه کافی، نقش قابل توجهی در فرهنگسازی تخصصی در این حوزه ایفا نمایند.

در مجموع و با در نظر گرفتن یک فرض خوش بینانه در خصوص توزیع متوازن ثروت تولید شده در بازار اینترنت اشیاء براساس نسبت جمعیت ایران به کل جمعیت دنیا، میتوان پیشبینی نمود که در سال 2025 ، شاهد بازار اینترنت اشیاء حدوداً 20 میلیارد دلاری در کشور باشیم.

## ۷. پیش بینی حجم بازار ایران

دبیر کارگروه اینترنت اشیا ستاد اقتصاد دیجیتالی و هوشمند سازی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری گفت: درآمد بازار آینده اینترنت اشیا در ایران در سال 1398 به 1400 میلیارد تومان می رسد.

البرز فاوا نیوز ، به نقل از وزارت ارتباطات، مهدی روحانی نژاد به تشریح اشکال مختلف اینترنت اشیا و تاثیر آن بر زندگی روزمره پرداخت و از خانه، حمل و نقل، سرویس سلامت، انرژی، صنایع، کشاورزی، خرده فروشی و شهر هوشمند به عنوان مظاهر مختلف ورود فناوری اینترنت اشیا ( IOT ) به زندگی نام برد.

وی با بیان اینکه درآمد بازار آینده اینترنت اشیا در ایران به 1400 میلیارد تومان می رسد، گفت: پیش بینی می شود تا سال 2025 بیش از 75 میلیون دستگاه به اینترنت اشیا متصل می شوند.

روحانی نژاد که در کارگاه آموزشی با موضوع آشنایی با «اینترنت اشیا» در وزارت ارتباطات سخن می گفت، مهمترین دلیل برای استفاده از اینترنت اشیا در کشور را جلوگیری از هدر رفت منابع و بالا بردن بهره وری اعلام کرد.

وی از سازمان محیط زیست، شرکت توانیر، شهرداری تهران، وزارت جهاد کشاورزی و شرکت ملی گاز ایران به عنوان پیشتازان ورود به عرصه اینترنت اشیا در کشور نام برد و فناوری اینترنت اشیا را راه حل کاهش آلودگی در کلان شهرها، جلوگیری از اتلاف انرژی، کاهش قاچاق سوخت، حفاظت محیط زیست، افزایش راندمان در حوزه های کشاورزی و دامپروری عنوان کرد.

دبیر کارگروه اینترنت اشیا ستاد اقتصاد دیجیتال و هوشمند سازی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری بر ورود استارت آپ ها به این حوزه به دلیل بکر بودن بازار بسیار پر بازده آن تاکید کرد.

- با توجه به سهم 1 درصد ایران از اقتصاد جهانی و با توجه به حجم بازار اینترنت اشیا در سال 2022 که حدود 560 میلیارد دلار تخمین زده شده است. لذا پیش بینی میشود حجم بازار اینترنت اشیا در ایران در صورتیکه تمام سرمایه گذاری مطابق با برنامه ریزی پیش برود حدود 5.6 میلیارد دلار خواهد بود.

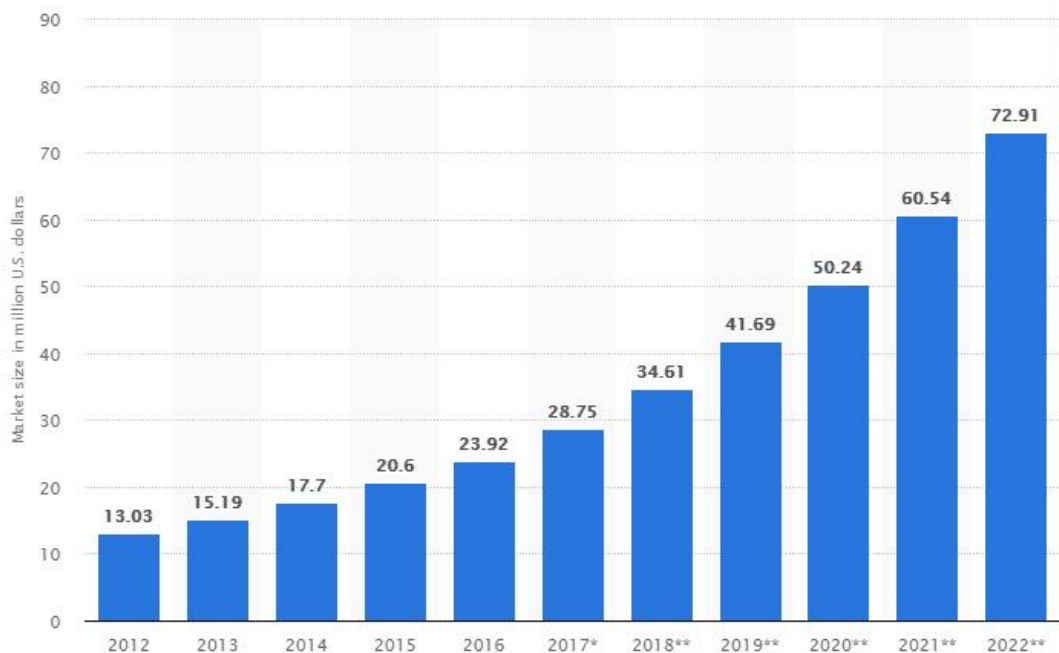
## ۸. وضعیت بازار در منطقه خاورمیانه

نمودار زیر نشان دهنده حجم بازار در منطقه خاورمیانه میباشد، اعداد زیر اندازه بازار در مجموعه کشورهای بحرین، ایران، عمان و اردن در حوزه خانه های هوشمند میباشد. با توجه به جمعیت و اندازه بازار ایران بنظر



میرسد حداقل 70% از اعداد زیر متعلق به کشور ایران باشد. لذا میتوان تخمین زد که اندازه تولید ناخالص ملی چهار کشور مذکور، اندازه بازار مرتبط با خانه های هوشمند در ایران معادل در سال 2022 حدود 50 میلیارد دلار خواهد بود.

(in million U.S. dollars)



© Statista 2020

## ۹. چالش‌های اینترنت اشیاء در ایران

مطابق مطالعات انجام شده در ایران، برخی از مهمترین چالشهای استفاده از اینترنت اشیاء در ایران به شرح موارد زیر شناسایی شده است که یک مدل برای اولویت بندی این چالشها نیز تهیه شده است.

### • امنیت و رعایت حریم خصوصی

- شفافیت
- تضاد منافع
- محرمانگی اطلاعات
- امنیت شبکه ارتباطی
- ایمنی دستگاه و تجهیزات در اینترنت اشیاء

### • چالش‌های قانونی و نظارتی

- جریان داده‌های بین‌المللی و همکاری جهانی
- نحوه استفاده از اطلاعات
- مسوولیت
- مالکیت داده‌ها
- استاندارد سازی

### • چالش‌های فناوری

- معماری و طراحی
- آدرس دهی به نودها
- ناهمگونی بین سخت افزارها و تجهیزات
- مدیریت همه جانبه داده‌ها
- تولید سخت افزارها
- تحمل خطا

### • چالش‌های فرهنگی

- آموزش
- خرابکاری و دشمنی با فناوری

- اعتماد
- اصول اخلاقی
- 

• چالش های تجاری

- فرصت ها و موضوعات مرتبط با توسعه اقتصادی
- سرمایه گذاری در توسعه اینترنت اشیاء
- مدل تجاری
- انتظارات مشتری و کیفیت خدمات

## ۱۰. بازیگران اصلی در ایران

نام شرکت	وبسایت	توضیحات
فناپ	<a href="https://fanap.ir/">https://fanap.ir/</a>	
مگفا	<a href="https://www.magfa.com/">https://www.magfa.com/</a>	
شرکت توانیر	<a href="https://www.tavanir.org.ir/">https://www.tavanir.org.ir</a>	
پارس نت	<a href="https://www.parsnet.io/">https://www.parsnet.io/</a>	زیرمجموعه پارس آنلاین
شرکت آریا همراه	<a href="https://www.aryahamrah.com/">https://www.aryahamrah.com/</a>	
ایرانسل	<a href="https://irancell.ir/">https://irancell.ir</a>	

- <https://www.zdnet.com/article/what-is-the-internet-of-things-everything-you-need-to-know-about-the-iot-right-now/>
- <https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot.html>
- <https://www.iotforall.com/what-is-iot-simple-explanation/>
- <https://www.educba.com/iot-ecosystem/>
- <https://blog.worldsensing.com/operational-insights/understanding-iot-ecosystem/>
- <https://www.educba.com/uses-of-iot/>
- <https://www.educba.com/applications-of-iot/>
- <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/internet-of-things-iot-market-100307>
- <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/internet-of-things-moving-towards-a-smarter-tomorrow-market-industry>
- <https://www.statista.com/statistics/976313/global-iot-market-size/>
- <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/internet-of-things-market-573.html>
- <http://iotmap.ir/%D9%88%D8%B6%D8%B9%DB%8C%D8%AA-%D8%A7%DB%8C%D9%86%D8%AA%D8%B1%D9%86%D8%AA-%D8%A7%D8%B4%DB%8C%D8%A7%D8%A1-%D8%AF%D8%B1-%D8%A7%DB%8C%D8%B1%D8%A7%D9%86/>
- <https://www.partotaprayan.ir/%D8%B3%D9%87%D9%85-%D8%A7%DB%8C%D8%B1%D8%A7%D9%86-%D8%A8%D8%A7%D8%B2%D8%A7%D8%B1-%D8%A7%DB%8C%D9%86%D8%AA%D8%B1%D9%86%D8%AA-%D8%A7%D8%B4%DB%8C%D8%A7-%DA%86%D9%82%D8%AF%D8%B1-%D8%A7%D8%B3/>
- [https://www.researchgate.net/publication/322846388\\_Internet\\_of\\_Things\\_challenges\\_in\\_Iran\\_A\\_FANP\\_approach\\_for\\_prioritization](https://www.researchgate.net/publication/322846388_Internet_of_Things_challenges_in_Iran_A_FANP_approach_for_prioritization)
- <https://alborzfavanews.ir/it/%d8%af%d8%b1%d8%a7%d9%85%d8%af-%d8%a8%d8%a7%d8%b2%d8%a7%d8%b1-%d8%a7%db%8c%d9%86%d8%aa%d8%b1%d9%86%d8%aa-%d8%a7%d8%b4%db%8c%d8%a7%d8%a1-iot/>
- <https://www.statista.com/statistics/808228/middle-east-smart-homes-market-size-of-selected-countries/>
- <https://itbaz.net/7966/iot-in-iran/>
- <https://www.networkworld.com/article/3224893/what-is-edge-computing-and-how-it-s-changing-the-network.html>

- <https://www.iotworldtoday.com/2020/02/28/why-edge-computing-architecture-is-coming-to-your-enterprise/>
- <https://www.digi.com/blog/post/5g-applications-and-use-cases>