

افزایش قدرت انقلاب صنعتی چهارم با محاسبات ابری

در عصر تحول دیجیتال، انقلاب صنعتی ۴،۰ به عنوان یک الگوی انقلابی ظهور کرده است که عملیات تجاری را از طریق ادغام فناوری‌های پیشرفته بازتعریف می‌کند. این مقاله اصول بنیادی انقلاب صنعتی ۴،۰ و رابطه آن با رایانش ابری را بررسی می‌کند. همچنین در معماری در حال تحول صنعت ۴،۰ عمیق شده و نقش محوری را که رایانش ابری در امکان پذیر کردن آمیختگی یکپارچه سیستم‌های فیزیکی و دیجیتال ایفا می‌کند، برجسته می‌شود. در این مقاله چالش‌ها و چشم‌انداز این ادغام با تاکید بر نیاز به امنیت داده‌ها، مدیریت ماهرانه زیرساخت‌های ابری پیچیده و قابلیت همکاری بین دستگاه‌ها و سیستم‌های متنوع نیز بررسی می‌شود. علاوه بر این، برنامه‌های کاربردی دنیای واقعی ارائه می‌شود که تأثیر عملی ترکیب صنعت ۴،۰ و رایانش ابری را در بخش‌های مختلف مانند تولید، مدیریت زنجیره تامین، مراقبت‌های بهداشتی و کشاورزی به نمایش می‌گذارد. در آینده، انتظار داریم ادغام این دو فناوری ادامه یابد و با هم‌افزایی محاسبات لبه‌ای، شبکه 5G، فناوری بلاک چین، قابلیت‌های پیشرفته هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی و مدل‌های ابری ترکیبی تکامل یابد. هم‌افزایی انقلاب صنعتی ۴،۰ و رایانش ابری نویدبخش تحول در تولید است و سبب توسعه صنایع و افزایش بهره‌وری در حوزه‌های مختلف صنعت خواهد شد.

کلیدواژه: محاسبات ابری، انقلاب صنعتی چهارم، صنایع تولیدی، مدیریت زنجیره تامین، بهداشت و درمان، کشاورزی

مقدمه

انقلاب صنعتی چهارم با محاسبات ابری و نحوه این ترکیب، جهت تغییر در آینده تولید، بیشتر خواهیم پرداخت.

نقش محاسبات ابری در انقلاب صنعتی چهارم

در سال‌های اخیر، محاسبات ابری نقش بسزایی در تکامل انقلاب صنعتی چهارم ایفا کرده است. این توسعه‌ها به عوامل کلیدی زیر نسبت داده می‌شود:

قابلیت تغییر اندازه و انعطاف پذیری: پلتفرم‌های ابری به راحتی قابلیت تغییر اندازه و انعطاف‌پذیری بیشتر و اجازه تنظیم منابع محاسباتی بر اساس تقاضای شما را می‌دهند. این قابلیت در محیط‌های تولید

در عصر دیجیتالی، تلفیق فناوری‌های پیشرفته به وجود انقلابی منجر شده است که به نام انقلاب صنعتی

چهارم شناخته می‌شود. این تغییر پارادایم صنعتی توانایی‌های اتوماسیون، تحلیل داده، اینترنت اشیاء (IoT) و محاسبات ابری را به کار می‌گیرد تا چگونگی عملکرد و رقابت کسب و کارها را تعریف مجدد کند. در میان این فناوری‌های تغییر دهنده، محاسبات ابری نقش کلیدی ایفا می‌کند و به عنوان ستون فقراتی برای یکپارچه‌سازی بی‌نقص مفاهیم انقلاب صنعتی چهارم عمل می‌کند. در این مقاله، به ارتباط

تحلیل می‌شوند. شرکت‌هایی می‌توانند از مدل‌های خدمات ابری مختلف (IaaS, PaaS, SaaS) بر اساس نیازهای خود استفاده کنند. **تحلیل داده:** ابزارهای تحلیل داده مبتنی بر ابر، اغلب توسط هوش مصنوعی و یادگیری ماشین توانمند شده‌اند و به درک دقیق از داده‌ها کمک می‌کنند. پیش‌بینی نگهداری، کنترل کیفیت و بهینه‌سازی فرآیندها تعدادی از کاربردها هستند.

امنیت سایبری: با توجه به اهمیت داده به عنوان دارایی مهم، ارائه‌دهندگان خدمات ابری برای طراحی زیرساخت‌های امنیت سایبری به منظور محافظت در برابر تهدیدات و تضمین امانت داده‌ها برنامه‌ریزی می‌کنند.

المان‌های مذکور به صورت کلی ارائه شده بود، همچنین Open Industry 4.0 Alliance معماری مرجع پیشنهاد داده است که در آن تسهیل تحول دیجیتال مورد نیاز برای پیشرفت نیازمندی‌های انقلاب صنعتی چهارم در صنایع تولیدی و فرآیندهای اتوماسیون در نظر گرفته شده است. هدف این اتحادیه گردآوری شرکت‌های پیشرو در مهندسی، اتوماسیون صنعتی، نرم‌افزار، سخت‌افزار و صنایع خدماتی به منظور همکاری در تدوین راه‌کارهای جامع برای انطباق سریع‌تر فرآیندهای انقلاب صنعتی چهارم است.

در شکل ۱ معماری مرجع Open Industry 4.0 Alliance مشخص شده است. این معماری از چهار بخش اصلی ذیل تشکیل شده است:

- Open Edge Connectivity
- Open Edge Computing
- Open Operator Cloud Platform
- Common Cloud Central

Open Edge Connectivity

لایه Open Edge Connectivity طیف گسترده‌ای از منابع داده و فناوری‌های ارتباطی مورد استفاده را پوشش می‌دهد. برای هر یک

پویا بسیار حیاتی است.

تحلیل داده‌های پیشرفته: زیرساخت ابری قدرت محاسباتی مورد نیاز برای انجام تحلیل داده‌های پیشرفته را فراهم می‌کند. از جمله خدماتی که به اینگونه تحلیل داده‌های سنگین نیاز دارند، تعمیرات قابل پیش‌بینی^۱، کنترل کیفیت و بهینه‌سازی فرآیندها است. الگوریتم‌های یادگیری ماشین و هوش مصنوعی سنگین در اینگونه خدمات بدون چالش در محیط‌های ابری قابل اجرا هستند.

یکپارچه‌سازی از لبه تا ابر: همکاری بین محاسبات لبه و ابر به صورت یکپارچه‌تر شده است، این امر اجازه پردازش داده‌های بلادرنگ در لبه را، در اختیار می‌گذارد و هم‌چنین از منابع ابری برای تجزیه و تحلیل عمیق استفاده می‌کند.

اتصال پذیری و تعامل پذیری: سرویس‌های ابری اتصال‌پذیری و تعامل‌پذیری بین دستگاه‌ها و سیستم‌های مختلف در اکوسیستم انقلاب صنعتی چهارم را تسهیل می‌کنند. این امر تبادل داده و ارتباطات بهینه‌تری را فراهم خواهد نمود.

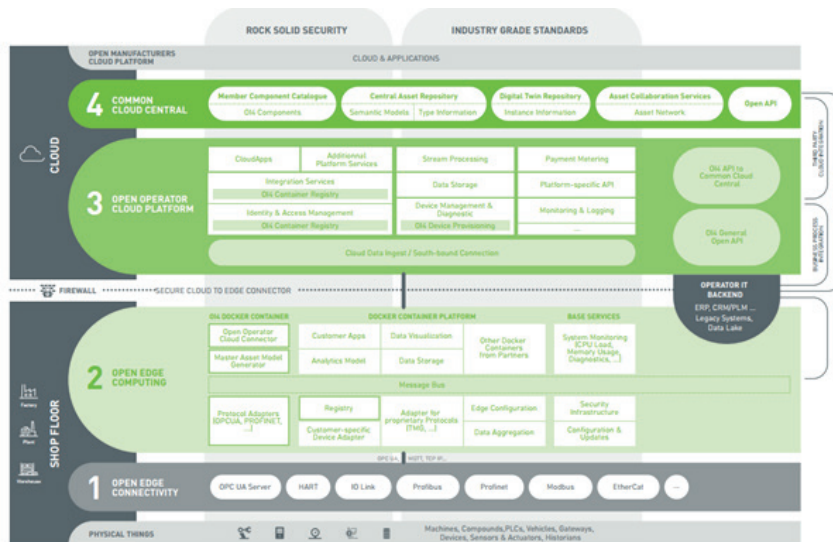
معماری ابری در انقلاب صنعتی چهارم

معماری ابری در انقلاب صنعتی چهارم، سیستم قدرتمند و کارآمدی برای تولید مدرن ایجاد می‌کند. برخی المان‌ها به شرح ذیل است. **دستگاه‌های لبه:** این دستگاه‌ها سنسورها و تجهیزات فیزیکی هستند که در کارخانه‌ها و در فرآیند تولید قرار می‌گیرند. آن‌ها داده‌های مرتبط با عملکرد ماشین‌ها، دما، کنترل کیفیت و موارد دیگر را به صورت بلادرنگ جمع‌آوری می‌کنند.

اتصال پذیری: داده‌های جمع‌آوری شده در لبه به وسیله پروتکل‌های اتصال‌ی امن به سرویس‌های ابری انتقال داده می‌شوند. این داده‌ها پایه‌ای برای تحلیل داده و تصمیم‌گیری شکل می‌دهند.

زیرساخت ابری: در زیرساخت ابری، داده‌ها ذخیره، پردازش و

1-Predictive Maintenance



شکل ۱- معماری مرجع Open Industry 4.0 Alliance



شکل ۲- لایه Open Edge Connectivity [۲]

از فناوری‌هایی که توسط یک راه حل OI4^۲ پوشش داده می‌شوند، نوعی سازگاری باید وجود داشته باشد. برای بسیاری از فناوری‌ها، آداپتور مرتبط را می‌توان در لایه Open Edge Computing ارائه کرد. با این حال، باید اطمینان حاصل شود که داده‌ها در قالب دیجیتال قابل دسترسی هستند و اطلاعات هویتی در مورد دارایی‌های مذکور می‌تواند به دست آید.

گذرگاه پیام: گذرگاه پیام به عنوان خط حیاتی^۴ تبادل داده در لایه محاسباتی لبه باز محسوب می‌شود. قرار است در قالب یک کارگزار MQTT که ساختار موضوعی تعریف شده توسط OI4 را مدیریت می‌کند، پیاده‌سازی شود. تمام انتقال داده‌ها بین کانتینرها در این لایه (و احتمالاً برخی فراتر از آن) باید از گذرگاه پیام استفاده کنند.

Open operator cloud connector

در چارچوب معماری OI4، انتظار می‌رود که هر راه‌حل محاسباتی لبه‌ای دارای یک رابط North-bound باشد تا با Open operator cloud platform انتخاب شده توسط اپراتور ارتباط برقرار کند.

مدل شناسایی دارایی: به منظور امکان شناسایی و مدیریت دارایی‌ها در معماری OI4، به هر دارایی باید یک شناسه OI4 و یک مدل اصلی دارایی اختصاص داده شود. جزئیات بیشتر در مورد این مفاهیم از طریق مشخصات فنی OI4 در دسترس خواهد بود. این مؤلفه مسئول تولید این داده‌های حیاتی برای هر دارایی در حال نصب است. **مبدل پروتکل:** برای دسترسی به فناوری‌های ارتباطی متنوع در لایه اتصال لبه باز، باید طیف وسیعی از مبدل‌های پروتکل ارائه شود. مبدل‌های پروتکل این مسئولیت را دارند که دسترسی OT را هم برای وظایف نصب دستگاه و جمع‌آوری داده‌ها و هم هر گونه دسترسی دیگری به شبکه OT که برای آن نوشته شده‌اند را از طریق گذرگاه پیام فراهم کنند.

مخزن داده:^۵ وظیفه حیاتی ردیابی همه دارایی‌های داخلی و همچنین همه کانتینرهای مستقر در پلتفرم محاسباتی لبه باز را دارد. به عنوان دایرکتوری از موجودیت‌های موجود اطلاعات مورد نیاز را از

3-Message Bus

4-Lifeline

5-Registry

از وظایف کلی این لایه می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- شناسایی تجهیزات
- تبدیل قالب داده‌های دریافتی برای تطابق پذیری با لایه Open Edge Computing
- تشخیص ایرادات تجهیزات
- تبدیل داده‌های آنالوگ به داده‌های دیجیتال

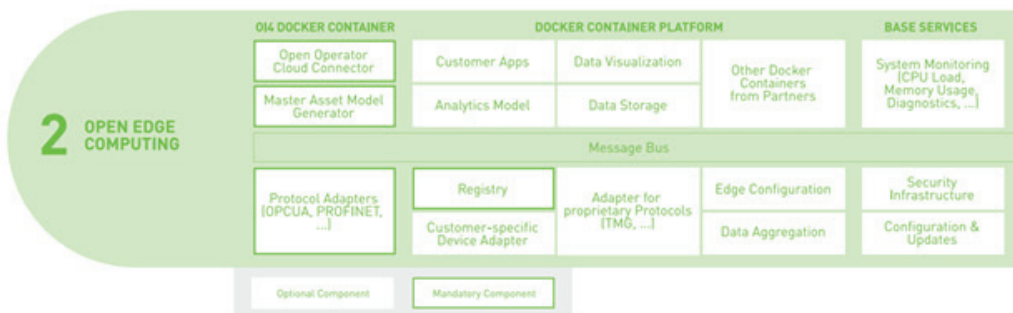
Open Edge Computing

محاسبات لبه پردازش داده‌های محلی را برای اپراتورهای کارخانه، سرپرستان، کاربران انبار و غیره برای مشاهده اطلاعات بلادرنگ در مورد آمار عملکرد عملیاتی سیستم فراهم می‌کند. محاسبات لبه یک روند در حال ظهور است که دسترسی مستقیم به برنامه‌ها را برای کاربران اپراتورهای ماشین‌ها فراهم می‌کند. بسته به مورد استفاده، محاسبات لبه ممکن است مورد نیاز نباشد و داده‌ها می‌توانند مستقیماً در فضای ابری وارد شوند. با این حال، این امر مستلزم آن است که از قبل دسترسی به یک گذرگاه پیام در سراسر سیستم سازگار با OI4 وجود داشته باشد. وظیفه اصلی این لایه، شناسایی و اضافه نمودن تجهیزات لایه قبل به منظور پردازش داده‌های دریافتی در لایه‌های بالاتر خواهد بود.

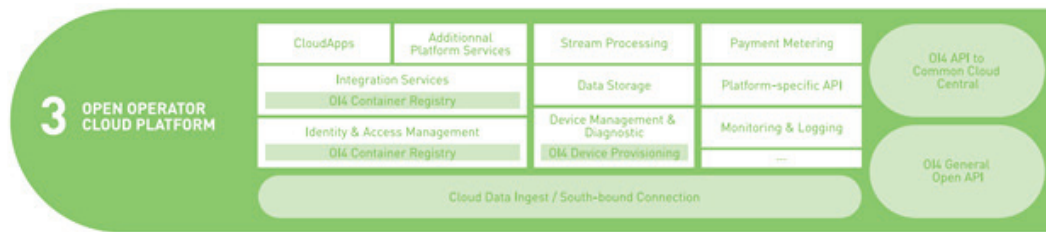
بخش‌های مختلف شکل ۳ به شرح ذیل است:

زیرساخت کانتینری: زیرساختی در این لایه فراهم خواهد نمود

2-Open Industry 4



شکل ۳- لایه Open Edge Computing [۲]



شکل ۴- لایه Open Operator Cloud Platform [۲]

مرکزی یک مدل معنایی استاندارد تولید نماید. لذا این مدل به همه اعضا اجازه می‌دهد تا برنامه‌ها و خدمات خود را به گونه‌ای طراحی کنند و توسعه دهند که با برنامه‌های تولید شده از سوی سایر اعضا سازگاری داشته باشند.

این ابر مرکزی همچنین به اپراتورها و تولیدکنندگان اجازه می‌دهد تا با یکدیگر همکاری کنند و دارایی‌های خود را به اشتراک بگذارند که سبب خواهد شد بهره‌وری افزایش و هزینه کاهش یابد.

اجزای اصلی این لایه عبارتند از:

کاتالوگ اجزا:^۶ برای استفاده از برنامه‌های کاربردی در Open Industry 4.0، باید کانتینرها در لایه‌های محاسبات لبه و محاسبات باز بارگذاری شوند. علاوه بر این اپراتورها باید از راه‌حل‌های موجود در دستگاه‌ها و راه‌حل‌های سازگار با Open Industry 4.0 مطلع باشند. کاتالوگ اجزای Open Industry 4.0 امکان جستجو برای اجزای مرتبط و همچنین ارائه پیوندهایی به محصولات فهرست شده را فراهم می‌کند.

مخزن مدل معنایی:^۷ مخزن مدل معنایی این شرایط را فراهم خواهد کرد که سیستم‌ها به اطلاعات استاندارد حوزه پشتیبانی شده، دسترسی داشته باشند. این بدان معناست که حتی دارایی‌هایی که به طور کامل توصیف نشده‌اند نیز قابل استفاده و درک هستند.

مخزن اطلاعات محصولات:^۸ به منظور استفاده بهینه از پلتفرم مرکزی ابری مشترک، تولیدکنندگان دارایی باید اطلاعاتی در خصوص محصولات قابل عرضه، ارائه نمایند. این اطلاعات در توسعه بخش مرکزی سیستم کمک خواهند نمود.

شبکه دارایی:^۹ این بخش به اجزای مختلف Open Industry 4.0 اجازه می‌دهد تا باهم ارتباط برقرار نمایند و اطلاعات دارایی را به اشتراک بگذارند.

کاربرد در صنایع

ترکیب انقلاب صنعتی چهارم و محاسبات ابری توانسته است پتانسیل

- 6- Semantic Models Repository
- 7- Semantic Models Repository
- 8- Type Information Repository
- 9- Asset Network

طریق گذر گاه پیام به درخواست کننده ارسال خواهد نمود. سایر قسمت‌های مشخص شده در شکل ۳ به صورت الزامی نیست و با توجه به مدل پیاده‌سازی می‌توان برخی قابلیت‌ها مانند تحلیل داده، نمایش داده‌ها به صورت گرافیکی یا نرم‌افزارهای پایش داده خاص را در این لایه در نظر گرفت.

Open Operator Cloud Platform

در معماری مرجع Open Industry 4.0 این امکان فراهم شده است تا مشترکین، قابلیت انتخاب پلتفرم مورد نظر خود را که به عنوان Industrial IOT Platform شناخته می‌شود، داشته باشند. پلتفرم باید همه ماژول‌های فنی اساسی شامل مدیریت و تشخیص دستگاه، ابزارهای فعال‌سازی دستگاه‌ها، ذخیره‌سازی داده‌ها، پردازش داده‌ها، مدیریت کاربران و رعایت ملاحظات امنیتی را دارا باشد. با توجه به اینکه رویکرد مشترکین با سرویس دهندگان در پیاده‌سازی این لایه ممکن است متفاوت باشد، موارد اصلی در مدل مرجع به شرح ذیل توضیح داده خواهد شد.

OI4 API to Common Cloud Central:

این API ارتباط مبتنی بر استاندارد بین بخش‌های مختلف لایه Open Operator Cloud Platform را مشخص می‌نماید.

OI4 General Open API:

موارد مشخص شده در این بخش مدل‌های ارتباطی با لایه‌های بالاتر و سامانه‌های مستقل دیگر را تعریف می‌کنند.

Cloud data ingest/south-bound connection:

ملاحظات ارتباط با لایه محاسبات لبه از طریق فرآیندهای این بخش پیاده‌سازی خواهند شد.

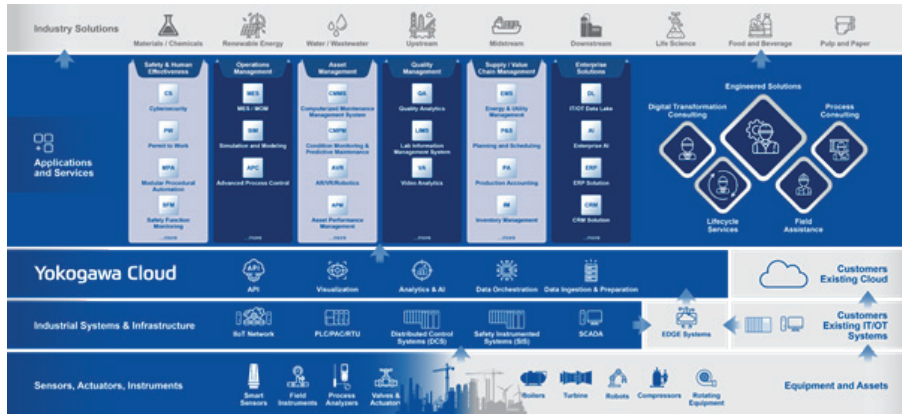
بخش‌های دیگری مانند مدیریت تجهیزات، ذخیره‌سازی داده، پردازش داده، محاسبات هزینه‌ای نیز در این لایه پیاده‌سازی خواهد شد.

Common Cloud Central

اتحادیه Open Industry 4.0 استفاده از یک لایه ابری مرکزی مشترک الزامی می‌داند. این لایه به عنوان رکن اصلی در تعامل‌پذیری نقش ایفا می‌کند که قادر خواهد بود از یک سیستم اطلاعات دارایی



شکل ۵- لایه Common Cloud Central [۲]



شکل ۶- صنایع تولیدی [۴]

کشاورزی

استفاده از سنسورها و تحلیل داده‌ها سبب بهینه‌سازی محصولات کشاورزی و استفاده از منابع خواهد شد. پلتفرم‌های کشاورزی دقیق مبتنی بر سرویس‌های ابر به صورت پیشرفته‌تری از طریق تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر داده برای مدیریت محصول و تخصیص منابع کشاورزی کمک می‌کنند.

چالش‌ها و روندهای آینده

هر چند یکپارچه‌سازی محاسبات ابری و انقلاب صنعتی چهارم قدرت عظیمی دارد، اما چالش‌هایی نیز دارد. این چالش‌ها شامل نگرانی‌های امنیت داده و حریم خصوصی، نیاز به کارشناسان خبره برای مدیریت زیرساخت‌های پیچیده محاسبات ابری و تأمین سازگاری میان دستگاه‌ها و سیستم‌های مختلف است. در آینده، ترکیب انقلاب صنعتی چهارم و محاسبات ابری می‌تواند به نحوی تکامل یابد. برخی از روندها و توسعه‌های آینده شامل موارد ذیل هستند:

محاسبات لبه: ظهور محاسبات Edge تکمیل‌کننده‌ای برای راه‌حل‌های ابری خواهد بود که به پردازش داده‌های بلادرنگ در منبع، منجر می‌شود و تاخیر و نیازهای پهنای باند را کاهش می‌دهد.

ارتباطات 5G: بهره‌برداری از شبکه‌های 5G سرعت و قابلیت اطمینان انتقال داده را افزایش خواهد داد، که به کاربردهای بلادرنگ در انقلاب صنعتی چهارم کمک خواهد کرد.

خود را در صنایع مختلف به نمایش بگذارد و توسعه‌های اخیر نقش آن را تأیید می‌کند. در ادامه توضیح مختصری در هر صنعت ارائه شده است.

صنایع تولیدی

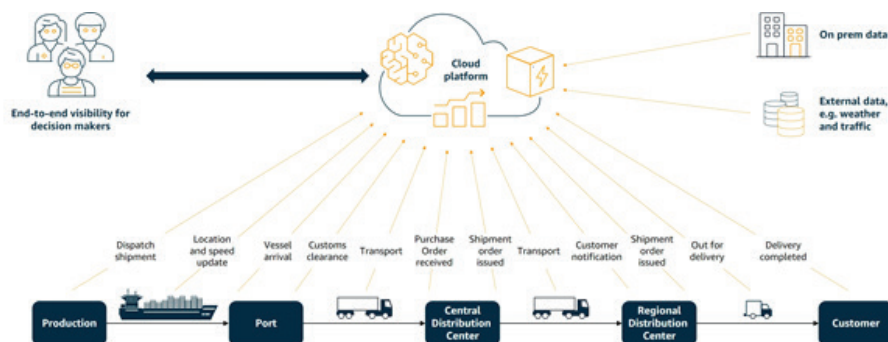
کارخانه‌های هوشمند از راه‌حل‌های مبتنی بر سرویس‌های ابری برای بهینه‌سازی تولید، کاهش توقف‌ها و بهبود کنترل کیفیت استفاده می‌کنند. این امر توسط پیاده‌سازی رباتیک پیشرفته، تصمیم‌گیری بر اساس داده و سیستم‌های نظارت به صورت بلادرنگ نمایان می‌شود.

زنجیره تأمین

بهبود تحلیل و پیش‌بینی در زنجیره تأمین باعث کاهش هزینه‌ها و کاهش مشکلات می‌شود. شرکت‌ها از پلتفرم‌های مبتنی بر سرویس‌های ابر برای مدیریت زنجیره تأمین از ابتدا تا انتها استفاده می‌کنند و افزایش شفافیت و واکنشگری را تقویت می‌کنند.

بهداشت و درمان

دستگاه‌ها و تحلیل داده‌های مبتنی بر سرویس‌های ابری به بهبود مراقبت‌های بیمار، پزشکی از راه دور و توسعه آن کمک می‌کنند. پیشرفت‌های اخیر در راه‌حل‌های بهداشتی مبتنی بر سرویس‌های ابری، پیشرفت‌های اساسی در این حوزه را شتاب داده‌اند و امکان نظارت از راه دور بر بیماران و برنامه‌های درمان شخصی را فراهم کرده‌اند.



شکل ۷- زنجیره تأمین [۳]



شکل ۸- بهداشت و درمان [۶]

فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم، صنایع را تغییر می‌دهد و نحوه عملکرد کسب و کارها را متحول می‌کند. همانطور که این سفر دیجیتال شدن ادامه خواهد داشت، هم‌افزایی بین انقلاب صنعتی چهارم و محاسبات ابری بدون شک در آینده همه صنایع را تحت تاثیر خواهد گذاشت.

بلاک چین: فناوری بلاک چین به سیستم‌های مبتنی بر سرویس‌های ابری جهت بهبود امنیت داده و شفافیت در زنجیره تأمین و معاملات کمک خواهد نمود.

هوش مصنوعی و یادگیری ماشین: سرویس‌های مبتنی بر ابر با تکیه بر هوش مصنوعی و یادگیری ماشین پیشرفته‌تر خواهند شد، که در درک عمیق‌تری از داده‌ها و اتوماسیون در تولید و صنایع دیگر کمک می‌کنند.

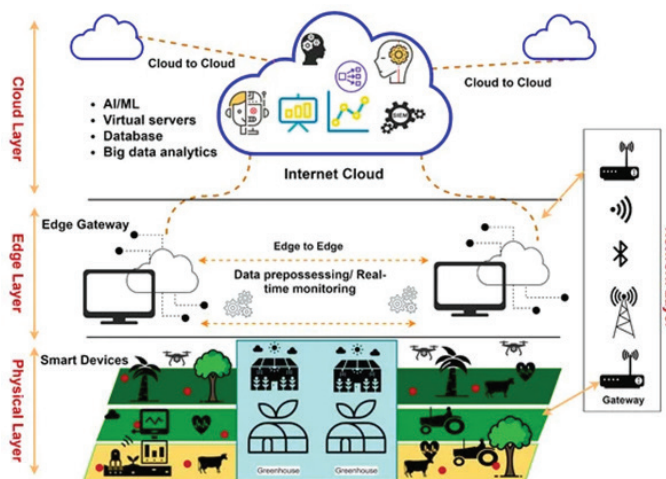
مدل‌های هایبرید ابری: بسیاری از شرکت‌ها ممکن است مدل‌های هایبرید ابری را انتخاب کنند که ترکیب زیرساخت‌های شرکتی با راه‌حل‌های سرویس‌های ابری عمومی، از انعطاف‌پذیری و کنترل بهتر داده بهره‌مند شوند.

منابع:

- [1] <https://openindustry4.com/>
- [2] https://openindustry4.com/fileadmin/Dateien/Downloads/OI4_Technical_Whitepaper.pdf
- [3] <https://aws.amazon.com/blogs/supply-chain/piercing-supply-chain-visibility-fog-for-the-next-efficiency-frontier/>
- [4] <https://www.yokogawa.com/vn/solutions/featured-topics/digital-transformation/yokogawa-cloud/>
- [5] <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/16/7518>
- [6] http://www.pt-automations.com/english/newsview.php?id_n=62

نتیجه‌گیری

در عصر انقلاب صنعتی چهارم، رایانش ابری به عنوان یک کاتالیزور برای نوآوری و تحول عمل می‌کند. ابر با ارائه زیرساخت، مقیاس‌پذیری و قدرت محاسباتی مورد نیاز برای استفاده از پتانسیل کامل



شکل ۹- کشاورزی [۵]