دوفصلنامه محاسبات و سامانه‌های توزیع شده
www.ijdcs.ir

مروری سیستماتیک بر اینترنت اشیاء در حوزه کاربردی پزشکی با رویکرد کنترل اپیدمیولوژی ویروس کرونا

آذر زلالی[1*]، داود زارع[2]
گروه شبکه‌های کامپیوتری آموزش عالی صفاهان اصفهان[1]
سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، پژوهشکده زیست‌فناوری[2]

چکیده

به بیان ساده اینترنت اشیا به توانایی ارتباط تمامی اشیایی که اطراف ما هستند، از طریق اینترنت تعریف می‌شود . اینترنت اشیا از دو واژه تشکیل شده است، ابتدا اینترنت که نشان از مبتنی بر IP بودن آن است و سپس اشیا که نشان دهنده اشیا و دستگاه‌های نامتجانس است که می‌خواهند به هم متصل شده و به تبادل داده بپردازند. در این فناوری میلیاردها شیء میتوانند با یکدیگر و با محیط اطراف خود ارتباط برقرار کنند و به تبادل اطلاعات بپردازند. این تبادل اطلاعات بین اشیا و انسان روند زندگی را به سرعت تغییر داده است. اینترنت اشیا بعنوان یک فناوری نوظهور با ترکیب دو عرصه ی دیجیتالی و فیزیکی، دسترسی به فناوری اطلاعات را گسترده‌تر ساخته است و همچنانکه به سمت فراگیر شدن پیش میرود زندگی انسانها را هر چه بیشترتحت الشعاع خود قرار خواهد داد. درمان ازطریق اینترنت اشیا نوعی فناوری است که حسگرهای بیسیم را در تجهیزات پزشکی تعبیه میکند، سپس بیماران و کادر بیمارستان و تجهیزات را به اینترنت مجهز و بهم متصل میکند تا انقلابی بسوی پزشکی مدرن شاهد باشیم.

این فناوری با تمامی ابعاد آن، گرچه در هسته خود بر شبکه و اتصالات آن بنا نهاده شده، به لحاظ تحقیقاتی ترکیبی از زمینه‌های مختلف دانش را شامل میشود. دراین مقاله ابتدا فناوری‌های مختلف اتصال و تعامل که در اینترنت اشیاء برای تبادل اطلاعات میان دستگاهها مورد استفاده قرارمیگیرد، بررسی‌شده و سپس به بررسی کاربردها، چالشها و همچنین پیاده سازی اینترنت اشیاء در حوزه علوم پزشکی پرداخته خواهد شد و در پایان نیز با توجه به شیوع روزافزون ویروس کرونا(کووید۱۹) فناوری‌های پزشکی هوشمندی که با حداقل تماس با فرد ناقل بیماری، کمک شایانی در این حوزه داشته است، بررسی خواهد شد.

کلمات کلیدی: اینترنت اشیاء، پزشکی هوشمند، سلامت هوشمند، مزایای اینترنت اشیاء، چالشهای اینترنت اشیاء، ویروس کووید۱۹

تاریخچه مقاله:

تاریخ ارسال: ۹۸/۱۲/۲۰

تاریخ اصلاحات: ۹۸/۱۲/۲۵

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۲۵

تاریخ انتشار: ۹۸/۱۲/۲۸

Systematic Review of the Internet of Things in the Field of Medical Practice with the Coronavirus Epidemiology Control Approach

Azar Zolali[1], Davood Zare[2]

[1]Isfahan Safahan Higher Education Computer Networks Group

[2]Iran Scientific and Industrial Research Organization, Biotechnology Research Institute

Abstract

Simply put, the Internet of Things (IoT) is defined as the ability to connect all the objects around us, through the internet. The Internet of Things is composed of two words, First internet that shows IoT is based on IP and then objects that represent objects and disparate devices wanting to connect and their data exchange. In this technology, billions of objects can communicate with each other and with their surroundings and to exchange information. The exchange of information between objects and human life has changed quickly. The IoT as an emerging technology by combining digital and physical realms, has expanded access to information technology and improved human life under his influence. The IoT therapy is a technology that incorporates wireless sensors into medical equipment, then equips and connects patients and hospital staff and equipment to the Internet to revolutionize modern medicine.

Although this technology, with all its dimensions, is based on its core network and connections, It is a combination of different fields of knowledge in terms of research. In this article, we first examine the various connection and interaction technologies used in the IoT to exchange information between devices, and then inspect the applications, challenges, and implementation of the IoT in the field of medical sciences. Finally, given the growing prevalence of Coronavirus (covid-19), smart medical technologies that have been helpful, to minimize contact with the patient will be discussed.

Keywords:

IoT, Smart Medicine, Smart Health, IoT Benefits, IoT Challenges, Covid -19 Virus

روش ارجاع به مقاله:

مروری سیستماتیک بر اینترنت اشیاء در حوزه کاربردی پزشکی با رویکرد کنترل اپیدمیولوژی ویروس کرونا، آ.زلالی، د.زارع، دوفصلنامه محاسبات و سامانه های توزیع شده سال دوم، شماره دوم، شماره پیاپی ۴، سال ۱۳۹۸، ص ۶۶-۸۷

۱ – مقدمه

امروزه دنیای فناوری با یک پدیده رو به رشد مواجه است و آن اینترنت اشیاء یعنی اتصال شبکه‌ای تمام وسایل در زندگی بشر به یکدیگر است. هدف از اینترنت اشیاء فراهم کردن یک زیرساخت برای ساده کردن مبادلات بین اشیاء به روشی امن و قابل اطمینان میباشد[۱].

اینترنت در حال حاضر همه مردم را به هم متصل می‌کند ولی با اینترنت اشیاء تمام اشیاء به هم متصل می‌شوند. اینترنت اشیا (IOT[1]) به طور کلی به بسیاری از اشیا و وسایل محیط پیرامون ما از ماشین لباسشویی، یخچال، تلویزیون گرفته تا سیستم‌های تهویه، روشنایی منازل و اداره‌ها اشاره دارد که به شبکه اینترنت متصل شده و میتوانند توسط برنامه‌های کاربردی موجود در تلفنهای هوشمند و تبلت کنترل و مدیریت شوند.

۲- اینترنت اشیاء

اینترنت اشیاء برای اولین بار توسط کوین اشتون[2] در سال ۱۹۹۹ مطرح شد و هدف از آن ارائه حالت پیشرفته ارتباطات بین سیستمهای مختلف و دستگاهها و همچنین تسهیل تعامل انسان با محیط مجازی بود و جهانی را توصیف کرد که در آن هر چیزی، از جمله اشیا بی‌جان، برای خود هویت دیجیتال داشته باشند و به کامپیوترها اجازه دهند آن‌ها را سازماندهی و مدیریت کنند. در اینترنت سنتی انسان‌ها جزء اساسی هستند و به عنوان کاربران آن به حساب می‌آیند. حضور انسان در این سیستم ضروری است، زیرا کنترل و مدیریت آن در دست انسان می‌باشد. در نتیجه هوش یک انسان می‌تواند کنترل‌کننده عیب‌ها، نقص‌ها و یا مشکلات بوجود آمده باشد. اما اینترنت‌اشیاء، محیطی برای تبادل اطلاعات مابین اشیا است. در واقع در این سیستم، اشیاء کاربران اصلی به شمار می‌روند. اینترنت‌اشیاء تلاش میکند که دخالت انسان‌ها را در سنجش و تغذیه اطلاعات به حداقل برساند و این کارها را به خودی خود برای اشیا فراهم آورد. برای نمونه کنترل‌کردن یک هواپیما به صورت کامل می‌تواند از طریق اینترنت‌اشیاء انجام شود [۲].

اینترنت‌اشیا از سه عنصر سخت‌افزار، میان‌افزار و نمایش تشکیل شده است. عنصر سخت‌افزار متشکل از حسگرهای حاوی باتری، محرک‌ها یا راه اندازها و سیستم‌های‌ارتباطی است. حسگرها، داده‌ها را از نواحی نظارت کننده جمع‌آوری می‌کنند و سخت‌افزار ارتباطی آنها، داده‌های‌جمع‌آوری شده را به عنصر میان‌افزار می‌فرستد. مقدار زیادی از داده‌ها که توسط میان‌افزار دریافت‌شده‌اند، پردازش می‌شود و بوسیله ابزار متنوع آنالیز داده برای استخراج اطلاعات قابل تفسیر، تجزیه وتحلیل می‌شود. عنصر نمایش مسئول دیدن بصری داده‌های پردازش شده

[1] Internet Of Things
[2] Kevin Ashton

و نتایج در شکل قابل‌خواندن می‌باشد، همچنین جستجوهای کاربر را دریافت می‌کند و آنها را به عنصر میان‌افزار می‌رساند تا اقدامات لازم صورت بگیرد. درحالیکه، داده‌ها جمع‌آوری و منتقل می‌شوند، انرژی محدود باتری عناصر سخت‌افزاری نیز مصرف می‌شود. هر چه داده‌های جمع‌آوری‌شده و تحلیل‌شده بیشتر باشند، درستی و دقت اطلاعات استخراج شده بیشتر می‌شود، اما هم‌زمان انرژی بیشتری مصرف می‌شود. بخاطر محدودیت انرژی، نیاز است تا توازنی بین کیفیت اطلاعات استخراج شده و مصرف انرژی به‌وسیله سامانه‌های اینترنت اشیا وجود داشته باشد.

۳- فناوریهای مختلف اتصال و تعامل میان دستگاهها در اینترنت اشیا

تبادل خودکار اطلاعات بین دو سیستم و یا دو دستگاه بدون هیچگونه ورودی دستی هدف اصلی اینترنت اشیاء است. این تبادل اطلاعات خودکار از طریق برخی فناوری‌های خاص که در زیر به توضیح آنها میپردازیم صورت میگیرد.

۳. ۱. شبکه حسگر بی‌سیم[3]

ترکیب‌بندی گره‌ها در شبکه‌های حسگر بی‌سیم مستقل از فرکانس و پهنای باند ارتباط بی‌سیم صورت میگیرد. هر گره در شبکه حسگر بی‌سیم بطور معمول از سنسور، میکروکنترولر، حافظه، رادیوی فرستنده و گیرنده و باتری تشکیل شده است.

با توجه به دامنه ارتباطات هر گره شبکه حسگر بی سیم، چند هاب اطلاعات را بین منبع و ایستگاه پایه بازپخش میکند. داده‌های مورد نیاز توسط سنسور بی‌سیم ازطریق همکاری میان گره‌های مختلف جمع‌آوری شده و سپس به گره سینک ارسال میشود. در اینجا شبکه ارتباطی بصورت پویا و با استفاده از فرستنده و گیرنده‌های رادیویی بی سیم به تسهیل انتقال داده بین گره‌ها کمک میکند. چند هاب داده‌های مورد درخواست گره‌های مختلف را به بارهای ترافیکی متنوع انتقال میدهند[۳]. شبکه‌های حسگر بی‌سیم بدن[4]، شبکه‌های حسگر مستقلی شامل تعدادی حسگر پوشیدنی و کاشتنی هستند که این حسگرها در کنار هم امکان اندازه‌گیری و پردازش اطلاعات کاربر و ارتباطات را فراهم می‌کنند. این شبکه‌ها دارای یک ایستگاه پایه هستند که اطلاعات را از گره‌های حسگر دریافت و به مراکز سلامت راه دور ارسال می کنند. حسگرهای مختلف قابل حمل و کوچکی برای شناسایی علائم و سیگنال‌های پزشکی طراحی شده اند، مانند[5] ECG، PPG[6] ، EEG[7]، فشارخون، حرارت و ..... شبکه‌ی WBAN ضمن نظارت بر

[3] Wireless Sensor Networks(WSN)

[4] Wireless Body Area Network (WBAN)
[5] Electrocardiography
[6] photoplethysmogram
[7] Electroencephalography

علائم حیاتی، یک بازخورد بلادرنگ برای‌کاربران فراهم می‌کند که به واسطه‌ی آن می‌توانند پیشرفت بیماری در بیماران را مشاهده و پیگیری‌های لازم را انجام دهند. بدلیل افزایش امید به زندگی و پیری جمعیت جهان، همچنین وجود بیماران خاص با بیماری‌هایی مانند پارکینسون، ام اس و غیره، نیاز به ارائه‌ی خدمات مراقبتی و بهداشتی با جهش بزرگی مواجه شده است. شبکه‌ی WBANبا انتقال مراقبت‌های پزشکی از محیط بیمارستانی به محیط خانگی باعث جلوگیری از مراجعه‌ی منظم بیماران به بیمارستان می‌شود. همچنین سبب کاهش هزینه‌های مراقبت‌های پزشکی و استفاده‌ی بهینه‌تر از منابع بیمارستانی، تشخیص زودتر علائم پزشکی و آگاهی‌سریع‌تر از وضعیت‌های بحرانی می‌گردد.

۳. ۲. شناسایی فرکانس رادیویی(RFID)

در اینترنت اشیاء فناوری RFID[8] بطور عمده در تگ‌ها برای تعامل با یکدیگر بطور خودکار استفاده میشود. تگهای RFID از امواج فرکانس رادیویی برای برقراری ارتباط و تبادل اطلاعات بین یکدیگر بدون نیاز به تراز دلخواه در همان خط دید یا تماس فیزیکی استفاده میکند. با استفاده از فناوری بی سیم، شناسایی و ضبط داده بصورت اتوماتیک است. RFID از دو جزء فرستنده و خواننده تشکیل شده است[۳].

نکته‌ای که در مورد اینترنت اشیا وجود دارد اینست که به دلیل نبود توان ذخیره‌سازی، قدرت پردازشی و توان انرژی بالا نمی‌توان از پروتکل‌ها و استانداردهای اینترنت سنتی به طور کامل بهره برد. بنابراین، نیاز به تعریف پروتکل‌ها و استانداردهای جدید یا تغییر پروتکل‌ها و استانداردهای رایج می‌باشد. در نتیجه‌ی تعاریف جدید و تغییرات ایجاد شده، پشته پروتکل اینترنت اشیاء نیز دچار تغییر شده و لایه جدیدی با وظایف بسیار مهم به منظور ایجاد هماهنگی و سازگاری میان اینترنت سنتی و اینترنت اشیاء با نام لایه انطباق[9] تعریف شده است. پروتکل لایه انطباق، 6LoWPAN[10] می‌باشد [۴]. این پروتکل، سازگاری دنیای IPv6 را با محدودیت‌های شبکه‌های حسگر بی‌سیم فراهم می‌کند و اتصال دنیای حسگرها را با اینترنت برقرارمی‌سازد. 6LoWPAN ترکیبی از دو عبارت نسخه شش پروتکل اینترنت (IPv6) و شبکه‌های شخصی بی‌سیم با توان کم (LoWPAN) می‌باشد و اجازه می‌دهد تا اطلاعات به صورت بی‌سیم و از طریق پروتکل اینترنتی با استفاده از دستگاه‌هایی با توان پردازشی کم ارسال شوند. پروتکل‌های IOT در چهارگروه دسته بندی می شوند: پروتکل های اپلیکیشن، پروتکل های کشف خدمات، پروتکل‌های زیرساخت و سایر پروتکل های موثر. پروتکل‌های

[8] Radio Frequency Identification

[9] Adaptation Layer

[10] IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks

ارتباطی پایه در IOT، به‌عنوان پروتکل استاندارد درنظر گرفته می‌شوند. این پروتکلها عبارتند از پروتکل صف‌بندی پیشرفته پیام، انتقال دورسنجی صف‌پیام، خدمات کشف داده، انتقال حالت بازنمودی، پروتکل مسیریابی و پروتکل انتقال ابرمتن. در بسیاری از تحقیقات، 6LOWPAN بعنوان پایه‌ی اصلی ایجاد IOThNet(شبکه IOT بهداشت و درمان) عنوان شده است.

۴- اینترنت اشیاء در علوم پزشکی

هیچ شکی وجود ندارد که اینترنت اشیاء بطور کامل صنعت پزشکی را از طریق باز تعریف کردن نقش برنامه‌های کاربردی، دستگاهها و شیوه ارتباط افراد در ارائه راهکارهای پزشکی متحول کرده است. اینترنت اشیاء، بطور پیوسته ابزارهایی را برای یکپارچه‌سازی سیستمهای درمانی و پزشکی با دقت و بازدهی بیشتر ارائه میدهد بدین ترتیب هزینه‌های درمانی بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش و نتایج درمان بهبود می یابد.

اینترنت اشیاء میتواند در زمینه‌های مختلف پزشکی ازجمله سیستم مراقبت از راه دور بیماران، بیماریهای مزمن و مراقبت از سالمندان، برنامه‌های رژیم و تناسب اندام و سیستم هشدار دهنده موارد اورژانسی مورد استفاده قرارگیرد. این موارد میتواند شامل سیستم اندازه‌گیری ضربان قلب، سیستم اندازه‌گیری فشارخون، ضربان‌سازهای مصنوعی و سمعکها باشد. همچنین برنامه‌هایی طراحی شده که در آن پزشک میتواند پس از ترخیص بیمار از بیمارستان، بیمار خود را تحت نظر داشته باشد.

Wolgast یک شبکه در اطراف بدن (BAN)[11] برای اندازه‌گیری سیگنالهای قلبی و انتقال آن به تلفن موبایل از طریق بلوتوث برای آنالیز داده طراحی کرد. BAN از یک مبدل مسطح دووجهی با آنتن (PIFA)[12] با یک شکلی از تکنولوژیهای ارزان قیمت تشکیل شده است. بعلاوه به علت خصوصیات الکتریکی بدن انسان، آنتنی طراحی شده است که قادر به انتشار امواج سطحی در اطراف بدن انسان می باشد و سیستم تلفن موبایل هوشمند کاربر را برای پردازش داده مورد استفاده قرار می دهد و ارتباطی ایجاد می کند که می تواند از یک آژیر برای اطلاع‌رسانی وقوع حمله قلبی استفاده کند. این کار بوسیله یک کاربری برای تلفن‌های هوشمند اندرویدی مدیریت می شود[۵].

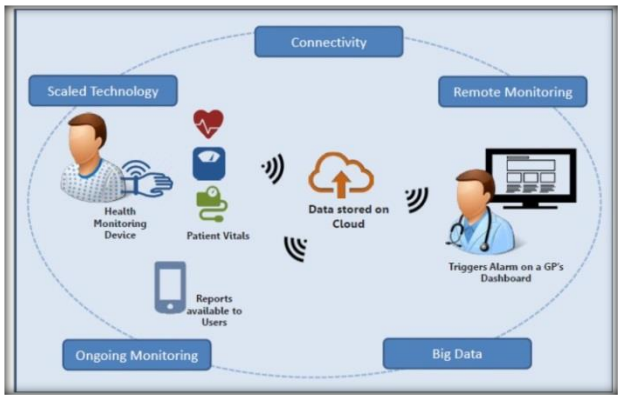
Ghoseروشی مبتنی بر ابزارهای موبایلی پیشنهاد کرد که از تلفنهای هوشمند و زیرساختها و سرویسهای وب برای اجرای کاربردهای سلامتی استفاده می نماید. حسگرهای پزشکی محلی با توانایی ارتباط با بلوتوث یا Wi-Fi ایجاد شد. نتیجه اصلی این کار، پویایی است که از دروازه ایجاد شده توسط لپ تاپ و کامپیوتر شخصی و دیگر ابزارهای

[11] Body Area Network (BAN)
[12] Planar Inverted F-Antenna (PIFA)

تشخیص داده شده می تواند استفاده کند. این چارچوب قابل استفاده در خانه، کلینیک‌های کوچک، کمپ‌های سلامتی موقت، یا کشورهای در حال توسعه همانند هندوستان که دارای مناطق روستایی و غیرقابل اعتماد از نظر وجود برق است، میباشد[۶].

۴. ۱. کاربردهای استفاده از اینترنت اشیاء در پزشکی و سلامت هوشمند

- جمعیت جهان درحال مسن شدن است درحقیقت یک میلیارد نفر به سن ۶۵سالگی ویا بیشتر رسیده‌اند و در طبقه افراد مسن ازکار افتاده قرار دارند لذا اینترنت‌اشیا بصورت معناداری میتواند کیفیت زندگی افراد مسن را بهبود بخشد بعنوان مثال درصورت استفاده از یک دستگاه کوچک در لباس پوشیدنی میتوان علائم حیاتی شخص سالخورده را درصورت خارج شدن از آستانه مجاز به پزشک یا مرکز درمانی ارسال کرد ویا حتی زمانیکه شخص به زمین افتاد و امکان بلندشدن نداشت اعلام هشدار ارسال شود[۷].
- یکی از مهمترین کاربردهای استفاده از اینترنت اشیاء در پزشکی، رصدکردن علائم حیاتی و همچنین پارامترهای خاص افراد مبتلا به بیماریهای مزمن و شایع مانند بیماریهای قلبی، دیابت و بیماریهای دستگاه تنفس است.
- تمایل انسانها به گذران زندگی روزمره بدون نگرانی و اطمینان از داشتن نظارت و همچنین عدم تمایل برای گذران روزهای طولانی در بیمارستان و حتی تمایل تعدادی از بیماران برای زندگی در روستاهای خوش آب و هوا و بدون داشتن امکانات پزشکی پیشرفته از جمله علل استفاده از اینترنت اشیاء میباشد[۸].
- یکپارچه‌سازی بین سازمانی یکی دیگر از کابردهای اینترنت اشیاء است که سبب دسترسی به سیستم اطلاعات یکپارچه میشود. این ویژگی قابلیت دستیابی افراد مجاز (پزشک، پرستار، رادیولوژیست و...) به تمامی اطلاعات پزشکی یک بیمار در محلهای مختلف (بیمارستانها، مطبها و....) را میدهد. شکل۱ سناریوی برنامه اینترنت اشیاء بهداشت و درمان را نشان میدهد.



شکل۱- سناریوی برنامه اینترنت اشیاء بهداشت و درمان[۹]

۴. ۲. مزایای اینترنت اشیاء در پزشکی

استفاده از اینترنت اشیا در پزشکی مزیتهای بسیار زیادی دارد که در ادامه به معرفی تعدادی از آنها میپردازیم:

- ✓ کاهش هزینه‌های بسیار زیاد درمانی: بخش سلامت و درمان هر کشور بخش قابل توجهی از هزینه‌های آن کشور را شامل میشود. اداره ارتباطات دولت فدرال آمریکا پیش بینی کرده است که با کاهش بستری بیماران در بیمارستانها و بدنبال آن کاهش عفونتهای حاصل و پایش از راه دور بیماران بطور متوسط به ازای هر بیمار ۱۲$ کاهش هزینه خواهد داشت[۱۰]. در ایران نیز سرانه‌ی هزینه سلامت ۶٪ از تولید ناخالص داخلی را شامل میشود که مبلغی معادل ۸۳۶٪ است[۱۱].
- ✓ کاهش آمارهای مرگ و میر ناشی از عفونتهای بیمارستانی: بستری بودن در بیمارستان و در پی آن پدیدارشدن عفونتهای بیمارستانی ، مدت بستری بودن را بطور میانگین هفت تا نه روز اضافه‌تر میکند که در آمریکا حدود ۳۵میلیارددلار از بودجه بیمارستانها صرف رسیدگی به این عفونتها میشود[۱۲]. در ایران آمار دقیقی از این موضوع در دست نیست اما میزان شیوع عفونتهای بیمارستانی بطور متوسط ۱۰ تا ۱۵ درصد(حدود ششصد هزار نفر) برآورد میشود. بنابراین با کاهش مدت زمان بستری بودن بیمار در بیمارستان و کنترل از راه دور بیمار، میتوان عفونتها و در نتیجه مرگ و میر ناشی از عفونتها و همچنین هزینه ها را بطور چشمگیری کاهش داد.
- ✓ کاهش مرگ‌ومیر جهانی: برطبق آمارهای منتشرشده از سازمان بهداشت جهانی سالانه تعداد بسیار زیادی از مرگ و میر در انسانها بر اثر بیماریهای مختلف همچون بیماریهای قلبی، مغزی، دیابت، دستگاه تنفس، فشارخون بالا و... است که درصورت تشخیص بموقع بیماری و کنترل بیماران آمار مرگ و میر جهانی کاهش خواهد داشت. بنابراین قابل تامل است که استفاده از اینترنت اشیا یک گام ضروری برای دستیابی به عدالت در پزشکی و سلامت است.

۴. ۳. چالش‌های پیش‌رو در استفاده از اینترنت اشیا

با وجود اینکه اینترنت اشیا تحول عظیمی در پزشکی ایجاد کرده است، بدلیل حساسیت بالا، چالش‌هایی را نیز به وجود آورده است. برای مثال انتشار اطلاعات‌پزشکی نادرست باعث از دست دادن جان افراد و در مرحله بعد باعث مخدوش شدن اعتبار پزشکی مراکز درمانی می شود یا اینکه نظارت مداوم بیماران، با توجه به تعداد بالای درخواستها نیازمند به وجود آمدن DataCenterهای قدرتمند و زیرساختهای مناسب است. همچنین تاخیر در ارسال داده‌ها در موارد

اورژانسی، ممکن است بسیار ناخوشایند باشد. در ادامه به چالشهای پیش‌رو و راهکارهایی جهت رفع این چالشها میپردازیم.

- **استانداردسازی**

تولیدکنندگان محصولات پزشکی و سلامت و درمان از قوانین، مقررات و پروتکل های یکسان برای تولید محصولات خود استفاده نمی کنند. حل این مسئله نیازمند تلاش و همکاری جهت استانداردسازی دستگاههای متنوع این حوزه است. بعنوان مثال، یک گروه میتواند بصورت اختصاصی فناوری پزشکی و سلامت بر اساس اینترنت اشیا را استاندارد کند. بمنظور استانداردسازی باید طیف گسترده‌ای از موضوعات مانند لایه ارتباطات و پشته پروتکل، شامل لایه‌های فیزیکی و کنترل دسترسی به رسانه، رابط‌های دستگاه، رابط تجمیع داده ها و رابط درگاه را درنظر داشت. سازمانهای مختلف بهداشتی، درمانی و سازمان سلامت الکترونیک میتوانند بایکدیگر همکاری کرده و دستگاههای سلامت و پزشکی را براساس اینترنت‌اشیاء استاندارد کنند[۱۳].

- **تجزیه و تحلیل هزینه**

پیش فرض اساسی محققان کم هزینه بودن خدمات بهداشت و درمان براساس اینترنت اشیا است. این در حالی است که هیچ مطالعه علمی دال بر این مدعا وجود ندارد. در این راستا، تجزیه و تحلیل هزینه خدمات بهداشت و درمان براساس اینترنت اشیا ضروری است.[۱۳].

- **روند توسعه نرم افزار**

چهار مرحله اساسی در توسعه یک برنامه بر روی سیتم عامل اندروید وجود دارد: راه اندازی، توسعه، رفع اشکال وتست و انتشار. بطور کلی روشهای مشابه در سیستم عاملهای دیگر نیز بکار گرفته میشود. در روند توسعه نرم افزار بهداشت و درمان، مشارکت متخصصان پزشکی برای اطمینان از کیفیت قابل قبول برنامه کاربردی مورد نیاز است. علاوه بر این، بروز رسانی منظم نرم افزارهای حوزه بهداشت و درمان با توجه به پیشرفتهای روز به روز علوم پزشکی ، الزامیست[۱۳].

- **سیستم عامل**

با توجه به پیچیدگی سرویسهای ارائه شده در حوزه درمان ، باید یک سیستم عامل مناسب در این حوزه ارائه شود. برای ساختن یک بسترمناسب، یک رویکرد سرویس‌گرا را بصورتی میتوان در نظر گرفت که خدمات با استفاده از بسته های رابط برنامه های کاربردی مختلف مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این برای ساخت یک پلت فرم تخصصی، کتابخانه و چارچوب مناسب باید طراحی شود بطوریکه توسعه دهندگان و طراحان نرم افزار مراقبتهای بهداشت و درمان بتوانند از اسناد داده شده، کد، کلاسها، قالب پیام و سایر اطلاعات مفید بصورت موثر استفاده کنند[۱۳].

- **انتقال یکپارچه تکنولوژی**

یکی از چالشهای موجود در زمینه هوشمندسازی، انتقال یکپارچه سیستمهای قدیمی و راه اندازی آنها براساس اینترنت اشیا است. به بیان دیگر سازمان بهداشت و درمان باید بتواند تمامی دستگاهها و حسگرهای موجود در حوزه مراقبت و سلامت را

برای استفاده در اینترنت اشیا با کمترین هزینه و زمان بروزرسانی کند. همچنین اطمینان از سازگاری و انعطاف‌پذیری در ادغام دستگاههای موجود با اینترنت اشیا ضروری است.

- **پروتکلهای کم توان**

دستگاههای بسیاری در سناریوهای اینترنت اشیا و سلامت و درمان وجود دارند که باید از نظر مشخصه های خاموشی، خاموشی کامل، دریافت، انتقال اطلاعات و وضعیت ترکیبی، در میان دیگر دستگاهها متمایز باشند. علاوه بر این، از نظر در دسترس بودن خدمات، هر لایه ارتباطی با چالش دیگری در مورد میزان توان مصرفی مورد نیاز مواجه است. بعنوان مثال پیداکردن یک دستگاه با پروتکل مناسب که به توان مصرفی کمتری نیازداشته باشد و در عین حال از در دسترس بودن خدمات در لایه MAC نیز اطمینان داشته باشد، مشکل است[۱۳].

- **نوع شبکه**

ازلحاظ طراحی،شبکه اینترنت اشیا و پزشکی و درمان میتواند از سه نوع باشد:معماری داده محور، سرویس محور و بیمار محور. در معماری داده محور، ساختار بهداشت و درمان بطور کلی میتواند بر اساس داده های سلامت جمع آوری شده، جداشود. در معماری سرویس‌محور، ساختار بهداشت و درمان به مجموعه‌ای از ویژگیهایی که باید فراهم شود اختصاص داده میشود. در معماری بیمارمحور، سیستم بهداشت و درمان با توجه به درگیری بیماران و اعضای خانواده افراد درنظر گرفته شده برای درمان، مجزا شده است. در این راستا پاسخ به این پرسش که چه نوع شبکه‌ای برای راه‌حلهای مراقبتهای پزشکی براساس اینترنت اشیا مناسب است، یک چالش است[۱۳].

- **مقیاس‌پذیری**

شبکه‌های اینترنت‌اشیاء بهداشت و درمان، برنامه های کاربردی، خدمات و پایگاه داده باید مقیاس پذیر باشند زیرا کارکرد آنها با اضافه شدن برنامه های کاربردی متنوع که حاصل از افزایش درخواستهای افراد و سازمانهای بهداشتی است، پیچیده تر میشود[۱۳].

- **نظارت پیوسته**

با توجه به نیاز رصد کردن پارامترهای مختلف بیماران بصورت پیوسته و بلند مدت، باید معماری اینترنت اشیا قابلیت برآورده کردن این امکان را داشته باشد (برای مثال بیماران مبتلا به بیماریهای مزمن).

- **کیفیت سرویس**

خدمات بهداشت و درمان بسیارحساس بوده و نیاز به تضمین کیفیت سرویس از نظر پارامترهای مهم از قبیل قابلیت اطمینان، نگهداری و سطح خدمات دارد. دراین راستا، اندازه گیری کمی هر پارامتر در چارچوب شبکه اینترنت اشیا و سلامت و درمان مفید است. علاوه بر این در دسترس بودن و پایداری سیستم برای ارائه تضمین کیفیت سرویس اولویت دارد[۱۳].

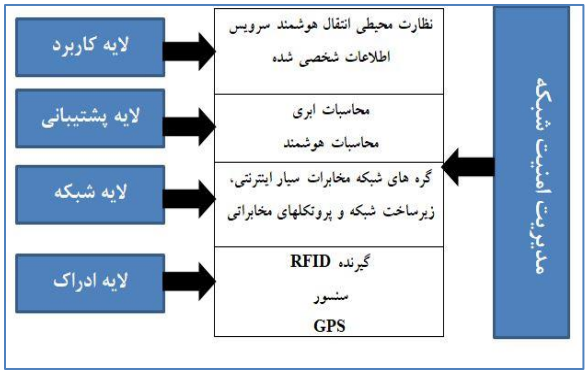
- **پویایی**

شبکه اینترت اشیا در حوزه پزشکی و سلامت باید توانایی پشتیبانی از جابجایی بیماران را داشته باشد، بطوریکه آنها بتوانند در هر نقطه و درهر زمان به سرویسهای ارائه شده دسترسی داشته باشند[۱۳].

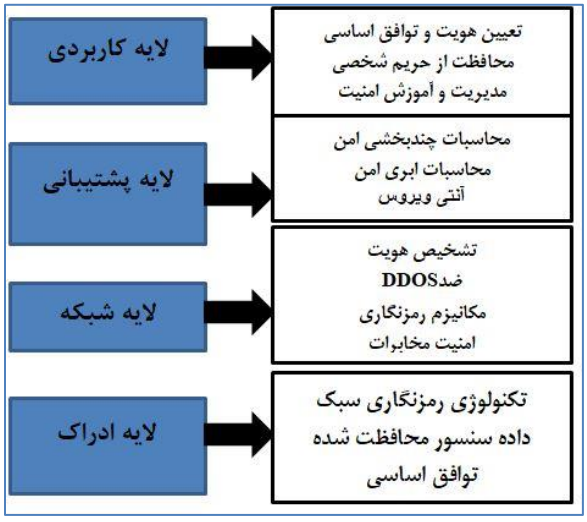
- **امنیت و حفاظت از داده ها**

در حالیکه امنیت در اینترنت بسیار مهم است، امنیت در اینترنت اشیا را باید در تمامی سطوح کاملا بررسی کرد. امنیت در رمز گذاری داده‌ها در دستگاهها، امنیت در رمزگذاری داده‌ها در مسیر انتقال(شبکه)، امنیت برای داده جمع آوری شده توسط حسگرها، امنیت در جمع اوری داده از طریق شبکه، امنیت در سرویس مورد ارائه و امنیت داده های ذخیره شده روی پایگاههای داده. امنیت اینترنت اشیا به دلیل عدم دقت و رعایت نکردن نکات ایمنی، موارد متعددی از هک کردن دوربین‌های مداربسته و امنیتی به‌منظور جاسوسی و یا وارد شدن به آن محیط و یا مشاهده فعالیت‌های حریم خصوصی افراد و منتشر کردن آن در اینترنت، برای کلیه افراد جامعه مهم و ضروری است. اگر هر لایه‌ی IoT به‌درستی پیکربندی نشود، دستگاه‌های IoT و سیستم‌های آن ممکن است در معرض تهدیدات امنیتی قرار گیرند[۱۴].

یکی از مکانیزمهای ایجاد امنیت در اینترنت اشیا بهره گیری از معماری مناسب میباشد. در شکل ۲ ، چهارلایه معماری امنیتی اینترنت اشیا و در شکل ۳ نیازمندیهای امنیتی هر لایه نمایش داده شده است.۱.لایه ادراک اساسی‌ترین پایه است که اطلاعات را ازطریق تجهیزات فیزیکی جمع آوری کرده و دنیای فیزیکی را شناسایی میکند. ۲.لایه شبکه میتواند بعنوان یک پل درنظرگرفته شود که سیگنالهای بدست آمده از لایه ادراک را ازطریق پلهای ارتباطی مانند Wi-FiوBluetoothیا بعضی پروتکلها مانندIPv4یاIPv6به لایه بعدی ارسال میکند.۳.لایه پشتیبانی یک بستر پشتیبانی قابل اطمینان برای لایه برنامه کاربردی تنظیم میکند. ۴. در لایه کاربرد به هر شیء یک ID منحصربفرد داده میشود که باعث سهولت در شناسایی آن میشود. بحث مفصل پیرامون نحوه عملکرد این چهار لایه و سیستم امنیتی آنها مبحث جداگانه‌ایست که در این نوشتار نمی گنجد[۱۵].

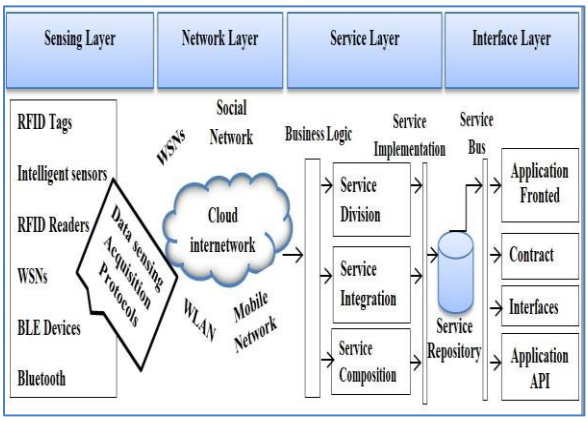


شکل۲- چهار لایه معماری امنیتی IOT [۱۵]



شکل۳- نیازمندیهای امنیتی در هر لایه[۱۵]

توسعه اینترنت اشیا شامل بسیاری از مسائل مانند زیرساخت، ارتباطات، واسط، پروتکل و استانداردها است که همگی از موضوعات تحقیقاتی بروز محسوب میشوند. از جمله مولفه‌های مهمی که در طراحی معماری اینترنت اشیا باید درنظر گرفته شود میتوان به توسعه پذیری[۱۳]، مقیاس پذیری، قابلیت‌همکاری[۱۴] میان دستگاههای ناهمگن[۱۵] و مدلهای کسب و کار (با توجه به ماهیت متحرک بودن اشیا و غیرمتمرکز بودن فرایندها) اشاره کرد. معماری سرویس‌گرا[۱۶] به عنوان یک موضوع پراهمیت برای ارائه دهندگان خدمت و کاربران در اینترنت اشیا شناخته میشود. این معماری که شمای کلی آن در شکل ۴ نمایش داده شده است، قابلیت همکاری میان دستگاههای ناهمگن را تضمین میکند. چهار لایه اصلی در این معماری عبارتند از لایه سنجش (شامل اشیا سخت‌افزاری حسگر وضعیت)، لایه شبکه (شامل زیرساختی جهت ارتباط با سیم یا بیسیم اشیا)، لایه سرویس(جهت ایجاد یا مدیریت خدمات مورد نیاز کاربران یا نرم‌افزارهای کاربردی) و لایه واسط شامل (روشهای تعامل با کاربر یا نرم افزارکاربردی)[۱۶].



شکل ۴- معماری سرویس گرا اینترنت اشیا[۱۶]

- **تامین انرژی**

در ابتدای وجود اینترنت اشیا یکی از مهمترین چالش‌ها، چالش تامین انرژی برای تعداد زیادی اشیا متصل به شبکه بود. انرژی برق با توجه به حجم محدود و اهمیت این منابع گزینه مناسبی نبودند. امروزه با رشد فناوری با استفاده از انرژی باد و خورشید امکان تامین انرژی فراهم میشود و با یکپارچه‌سازی سیستم‌های حسگر و محرک متصل به اینترنت اشیا که برای بهینه‌سازی مصرف انرژی استفاده می‌شود[۱۷]، انتظار می‌رود دستگاه‌های اینترنت اشیا یکپارچه شوند (سوییچ‌ها، پریز، لامپ، رسانه‌های‌قدرت، تلویزیون) تا قادر به برقراری ارتباط با شرکت تأمین ابزار به منظور تعادل تولید برق به صورت مؤثر و مصرف انرژی شوند [۱۸].

- **اثرات زیست محیطی**

برای تولید سنسورهای‌پزشکی از فلزات‌خاکی‌کمیاب و بعضاً مواد شیمیایی سمی استفاده می‌شود. درنتیجه ارائه دستورالعمل‌های مناسب به منظور

[13] Extensibility
[14] Interoperability
[15] Heterogeneous
[16] Service-Oriented

تولید، استفاده و دفع اصولی حسگرهای پزشکی مورد نیاز است. در صورت عدم رعایت این دستورالعمل‌ها، تاثیرات نامطلوبی بر روی کاربر و همچنین محیط زیست گذاشته می‌شود [۱۹].

- **تشدید شکاف دیجیتال**

از دیگر دغدغه‌های مطرح در اینترنت اشیاء، افزایش شکاف‌دیجیتالی می‌باشد. افرادی که به شبکه‌دیجیتالی متصل نیستند یا تمایلی به اتصال به این شبکه را ندارند در صورت فراگیرشدن اینترنت اشیاء از بسیاری خدمات محروم خواهند شد. دانشمندان زیادی به توزیع نابرابر امکانات اشاره کرده و متذکر شدند احتمال شکل‌گیری شکاف اجتماعی بین افرادی که منابع لازم برای پرداخت هزینه تجهیزات ، مهارت و سواد اطلاعاتی برای کار در محیط‌های با فناوری پیچیده را ندارند، وجود دارد. این مسئله نه تنها به تفاوت دسترسی به فناوریها بین اقشار مختلف جامعه بلکه به تفاوت‌های فرهنگی، جغرافیایی و ساختار اجتماعی اشاره دارد. اینترنت اشیاء مزایای زیادی برای افراد در کشورهای توسعه یافته، ایجاد خواهد کرد. همچنین تأثیر بسزایی بر روی صنایع همگانی مانند آب و برق و انرژی خواهد داشت. شایان ذکر است این فناوری به کشورهای در حال توسعه با نگرش‌های توسعه‌ای کوتاه مدت کمک کمتری خواهد کرد[۲۰]. دو نوع شکاف از عدم توسعه IoT ناشی می شود از یک طرف مانند دیگر فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطاتی شکاف دیجیتال به تفاوت در ویژگی‌های جمعیت‌شناختی نظیر(سن، شغل، درآمد، جنسیت، تحصیلات و...) و دسترسی به ICT درون یا بین کشورها اشاره دارد و شکاف دیگری که با عنوان شکاف دانشی از آن یاد میشود از نداشتن مهارت و قدرت برای استفاده از تراکنش‌های خودکار داده و مدیریت این تراکنش‌ها بین اشیاء و فعالیت‌هایIoT اشاره دارد. کسانی که خود را با روند توسعه فناوری‌های جدید وفق ندهند با خطر از دست دادن دانش و مهارت‌های خود روبرو می‌شوند. ده کشور برتر در فناوری IoT بیشتر کشورهای توسعه‌یافته(آمریکا، فرانسه، لهستان، آلمان، هلندو....) هستند[۲۱]. و می‌توان نتیجه گرفت گسترش IoT در کشورهای توسعه‌یافته بیشتر از کشورهای درحال توسعه بوده و همین موضوع باعث افزایش شکاف‌دیجیتال بین این کشورها می شود.

این نکته قابل ذکر است که در یک دنیای غیرمتصل، یک اشتباه کوچک، چرخه‌ی سیستم را متوقف نمیکند اما در دنیای کاملا متصل اینترنت اشیا، اشتباه ناچیز در یک بخش میتواند، منعکس‌کننده‌ی خروجی کاملا اشتباه باشد. همچنین علاوه بر تمامی چالشهای ذکر شده، اتصال هرچه بیشتر دستگاهها به اینترنت منجر به از دست دادن شغل عده‌ای از افراد میشود زیرا کنترل و هدایت دستگاه بصورت خودکار به وسیله اینترنت و بواسطه اشیا بدون نیاز به انسان، تاثیری مخرب بر شغلهای تحت تاثیر در این حیطه دارد.

۵- ویروس کووید۱۹ و اینترنت اشیا

کرونا ویروس با نام رسمی کووید- ۱۹ که از ووهان چین شروع شد و بسرعت به یک پاندمی منجر شد جزء یکی از بزرگترین خانواده‌های ویروسی است که میتواند علائمی شبیه یک بیماری سرماخوردگی

معمولی تا عفونت حادتنفسی ، درگیر کردن ریه و سپس مرگ را ایجاد کند. اکنون و در زمان نگارش این مقاله تعداد بیماران مبتلا به این بیماری به سرعت در حال افزایش است. این ویروس به طور عمده از طریق قطرات تنفسی آلوده و در تماس نزدیک با فرد آلوده منتقل می شود[۲۲]. هدف اینترنت اشیا این است که تشخیص و بهبود بیماران کووید۱۹سریعتر و با استفاده از فناوری‌های پزشکی هوشمند و با حداقل تماس با فرد ناقل بیماری و یا مشکوک به بیماری انجام گیرد. شاید بتوان به طور کلی استفاده از فناوری اینترنت اشیاء در کنترل این بیماری را به سه مرحله اصلی به شرح زیر تقسیم کرد:

مرحله پیشگیری: این بیماری یک بیماری به شدت واگیردار و با سرعت انتقال بالا در نظر گرفته شده است. این بیماری دارای دوران نهفتگی (کمون یا بدون علامت) نسبتا طولانی است که موجب می‌گردد سرعت انتشار آن بسیار بالا باشد. لذا قبل از هر چیزی نیاز است تا در جامعه امروزی از روش‌های کارآمد برای پیشگیری استفاده شود. در این مورد یکی از مسائلی که امروزه مورد توجه است، فاصله‌گذاری اجتماعی است. بنابراین محققین و دولت‌ها به دنبال راهکارهایی برای استفاده از روش‌های نوین برای ارزیابی اثر فاصله‌گذاری اجتماعی در جامعه می‌باشند. در این راستا شبکه‌های تلفن همراه به منظور ارزیابی اثر فاصله‌گذاری اجتماعی به‌کار گرفته شده‌اند. در اتحادیه اروپا به صورت عملیاتی از شبکه‌های تلفن همراه برای ارزیابی عملکرد فاصله‌گذاری اجتماعی و براساس آن پیش‌بینی نقاط بالقوه در توسعه پاندمی کووید۱۹ استفاده شده است. شبکه‌های تلفن همراه می‌توانند در مکان‌های پر خطر هشدارهای لازم را به افراد سالم بدهند. در این روش با مکان‌یابی افراد پر خطر و یا افرادی که قبلا دچار این بیماری شده‌اند و انتقال این اطلاعات به افراد سالم می‌توان به نوعی به پیشگیری کارآمد دست یافت[۲۳]. البته این روش به شدت وابسته به قوانین دسترسی به حریم خصوصی و دلواپسی‌ها و نگرانی‌های مربوط به آن بوده و لازم است تا قوانین مشخصی برای آن تعریف شود. اما به هر حال در شرایط حاد نظیر شیوع بیماری کووید۱۹ بسیار کارآمد خواهد بود.

مرحله تشخیص: کاربردی‌ترین روشی که امروزه برای تشخیص این بیماری به‌کار برده می‌شود روش استفاده از دستگاه آر تی پی سی آر[۱۷] می‌باشد که یک روش مولکولی دقیق و مبتنی بر تشخیص ژنوم ویروس است، اما لازم است تا نمونه‌گیری توسط اپراتور از حلق بیمار صورت پذیرد و از طرف دیگر روشی زمان‌بر و مبتنی بر ابزارها و تجهیزات پیچیده است. این روش از پاسخ‌های منفی فراوان نیز رنج می‌برد چراکه بسیار وابسته به نمونه‌گیری صحیح

[17] Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction (RT-PCR)

توسط اپراتور است و با توجه به خطرناک بودن بیماری معمولا این اتفاق بخوبی صورت نمی‌پذیرد[۲۴]. استفاده از تکنولوژی بی‌سیم و اینترنت اشیاء در حوزه بررسی علائم کلینیکی و به منظور ردیابی فشار خون، سرعت تنفس، میزان اکسیژن خون، الکتروکاردیوگرام قلب برای اولین بار در سال ۲۰۰۱ در آمریکا به‌کار گرفته شد. در این بیماری و با توجه به خطرات بالقوه این بیماری و سرعت شیوع بالای آن، تشخیص از راه دور و ارزیابی علائم حیاتی افراد برای تشخیص افراد مشکوک به بیماری بسیار اهمیت دارد. ارزیابی علائمی نظیر سطح اکسیژن خون، میزان تعریق بدن، دمای بدن، میزان و سرعت تنفس و ضربان قلب از جمله مواردی است که می‌تواند به تشخیص زودهنگام بیماری کمک کند[۲۵]. بعلاوه استفاده از روش‌های هوشمند در عکسبرداری از قفسه سینه و جلوگیری از تماس اپراتور با بیمار موضوع مهم دیگری است که در برنامه های مختلف هوشمند کاربردی شده است[۲۴].

مرحله درمان: یکی از مشکلات اساسی در مورد این بیماری چگونگی درمان بیمارانی است که با شدت بالا به این بیماری دچار شده و نیاز به مراقبت‌های ویژه دارند. این بیماران به شدت قادر به انتشار بیماری بوده و بالاترین نرخ ابتلا به افراد سالم را شامل می‌شوند. لذا یکی از مهم‌ترین کاربردهای اینترنت اشیاء، در این مرحله است. به شکلی که علائم حیاتی بیمار به طور کامل و به صورت متوالی از راه دور قابل اندازه‌گیری و کنترل باشد. از جمله تجهیزات و سنسورهای مورد استفاده در این زمینه می‌توان به استفاده از کمربند شکمی به منظور اندازه‌گیری تعریق بدن بیمار، استفاده از دستگاه پلیتسموگراف یا بادی‌باکس برای اندازه‌گیری حجم ریه و هوای باقیمانده در آن و استفاده از رادیودتکتور برای بررسی میزان حرکت ریه بیمار اشاره نمود که از راه دور و با استفاده از اینترنت اشیاء قابل پیگیری خواهد بود. اتصال این سیستم‌ها به اینترنت موجب می‌گردد علائم بیمار به طور متوالی و از راه دور کنترل شده و احتمال انتقال بیماری به کادر درمان کاهش چشمگیری یابد.

همچنین انتقال و مصرف دارو توسط بیماران بستری یکی دیگر از مواردی است که می‌تواند موجب آلودگی کادر درمان گردد. در این مورد نیز استفاده از ربات‌های هوشمند که همزمان دسترسی به باکس‌های تعریف‌شده دارو داشته و همزمان اطلاعات بیمار را نیز تجزیه و تحلیل می‌نمایند امر دارو رسانی به بیماران را تسهیل می‌نماید. این مورد در ایالت پنسیلوانیای آمریکا و هم‌چنین در ووهان چین به کار گرفته شده است[۲۴] .

علاوه بر موارد ذکر شده باید اذعان نمود در شیوع بیماری‌های خطرناک و دارای سرعت شیوع بالا عملکرد سریع دولت‌ها و ارگان‌های مربوط به تامین بهداشت جامعه بسیار پر اهمیت است. معمولا کادر درمان در مواجهه با پاندمی‌های ناشناخته نظیر کووید۱۹ تجربه چندانی نداشته و همین موضوع موجب افزایش تلفات می‌گردد. انتقال سریع اطلاعات و تجربیات بین بیمارستان‌ها و مراکز

درمانی سهم بسزایی در کنترل بیماری دارد. در این راستا نیز اینترنت اشیاء می‌تواند نقش پر رنگی در زمینه دسته‌بندی و انتقال اطلاعات بین مراکز درمانی و مراکز تصمیم گیرنده ایفا نماید که موجب کاهش چشمگیر مرگ و میر ناشی از بیماری خواهد گردید.

همچنین یکی از چالش‌های بیماری ناشی از کووید۱۹ حجم بالای افرادی است که دچار بیماری به صورت خفیف شده و فقط برخی از علائم بیماری را نشان می‌دهند. مراجعه این افراد به مراکز درمانی باعث اختلال در امر درمان و کنترل بیماری می‌گردد. زیرا از طرفی موجب آلوده شدن افراد سالم شده و از طرف دیگر شدت بیماری به گونه‌ای نیست که نیاز به بستری شدن داشته باشند. مهمترین توصیه به این گروه از بیماران این است که در خانه بمانند و علائم بیماری خود را تحت نظر داشته باشند. در این راستا نیز استفاده از اینترنت اشیاء و انتقال علائم حیاتی بیمار به مراکز درمانی و دریافت توصیه‌های پزشکی و درمان‌های مورد نیاز بسیار کارآمد خواهد بود. بویژه اینکه دسترسی به اینترنت توسط افراد ناآگاه و غیرمتخصص گاهی موجب انجام خوددرمانی شده و آسیب های جبران ناپذیری به بیماران وارد می‌کند[۲۵].

چالش‌ها

یکی از چالش‌های اساسی در راستای استفاده از اینترنت‌اشیاء در امر درمان بیماری‌ها، فقدان استانداردهای لازم می‌باشد. شرکت‌های مختلف براساس سطح تکنولوژی خود راهکارها و تجهیزات متفاوتی را ارائه می‌دهند که ممکن است از نظر سطح فناوری قابل مقایسه نبوده و دچار نقص یا اشتباهات جبران‌ناپذیری گردد و حتی موجب انتقال اطلاعات اشتباه گردد. لذا ایجاد استانداردهای عملیاتی برای یکسان‌سازی و افزایش کیفیت تجهیزات و نرم‌افزارهای مورد استفاده در درمان بیماری بسیار اهمیت دارد. موضوع دیگر ارتباط تجهیزات شرکت‌های مختلف با یکدیگر است. لازم است زیرساخت‌ها به گونه‌ای طراحی گردد تا تجهیزات ساخته شده توسط شرکت‌های مختلف به خوبی توانایی انتقال اطلاعات بین یکدیگر را داشته باشند. در کنار تمامی چالش‌هایی که مربوط به تجهیزات مورد استفاده و نحوه استفاده از اینترنت اشیاء در درمان بیماری‌ها و بویژه بیماری ناشی از کووید۱۹ است باید یک موضوع مهم دیگر را نیز افزود. این چالش مربوط به فرصت ویژه‌ای است که در اختیار دولت‌ها قرار گرفته است تا بتوانند جوامع زیر دست خود را کنترل کنند. در دنیای پس از کرونا بسیاری از اقدامات اضطراری کوتاه مدت قسمتی از زندگی بشر خواهند شد و براحتی از جامعه جدا نخواهند شد. در دنیای پس از کرونا راه برای نظارت زیرپوستی جوامع بسیار بازتر خواهد بود. بیماری کرونا به دولت‌ها کمک کرده است تا به منظور ردیابی بیماران تمامی جوامع را ردیابی نمایند و آثار بلندمدت آن ممکن است چندان خوشایند نباشد، بنابراین لازم است تا قوانین مربوط به حریم خصوصی نیز به خوبی تعریف شده و مورد توجه قرار گیرد[۲۵-۲۳].

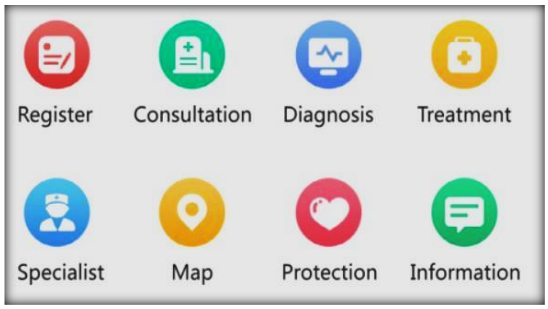
۵ .۱ برنامه دستیار تشخیص و درمان هوشمند کووید-۱۹(ncapp)

برنامه (nCapp)[۱۸] مبتنی بر اینترنت اشیا (IoT)، فناوری برای انجام کار بالینی در طول بیماری مسری COVID-19، بویژه برای بیماران سرپایی، کمک به تشخیص و درمان و رسیدن به شناسایی زودهنگام، جداسازی و درمان بیماران مبتلا به COVID-19 است. در مقایسه با مدل پزشکی سنتی، نرم افزارمدیریت nCapp در رویارویی با COVID-19 می تواند بهتر عمل کند nCapp میتواند نظارت آنلاین را انجام دهد و دارای ردیابی مکان بیمار، زنگ هشدار، نظارت تمام وقت بر تغییرات علائم و شدت بیماری میباشد [۲۶].

nCapp به طور خودکار توصیه‌های درمانی را مطابق با دستورالعملهای برنامه تشخیصی و درمانی ذات الریه کرونا ویروس جدید تولید میکند (نسخه موقت ۶)[۲۷]. در صورت بروز مشکلات درمانی، پزشکان میتوانند از طریق یک پیوند ابری برای تعامل با کارشناسان باتجربه از پزشکان آنلاین درخواست کمک کنند. بیمار باید در رختخواب استراحت کند، از نظر علائم حیاتی کنترل شود (ضربان قلب، اشباع اکسیژن نبض، ضربان تنفسی و فشار خون) علاوه بر این، مقدار آب مصرف شده توسط بیمار، سطح الکترولیت و اسید پایه آن و سایرعوامل محیطی داخلی باید بطور کامل کنترل شود. علاوه بر این، بیمار را باید از نظر تعداد سلولهای خونی تحت نظر داشت. آزمایش ادرار، CRP[۱۹]، عملکرد اندامها (آنزیم‌های کبدی و عملکرد کلیه) و تصویربرداری از قفسه سینه نیز مورد نیاز است[۲۸].

برنامه دستیار تشخیص و درمان هوشمند کووید۱۹ از اینترنت نسل پنجم استفاده میکند و در مقایسه با نسلهای قبلی شبکه‌های تلفن همراه، توانایی های شبکه 5G به طور قابل‌توجهی بهتر است[۲۹].

برنامه ncapp می تواند هشت عملکرد شکل ۵ را بصورت آنلاین در تلفن هوشمند یک پزشک پیاده سازی کند[۲۸].



شکل۵- هشت گزینه ncapp در تلفن هوشمند[۲۸]

۱- ثبت بیمار شامل اطلاعات اصلی بیمار است.

۲-شروع مشاوره بیمار(سوالات تستی که بیمار بصورت بله و خیر جواب میدهد مانند علائم سرفه، تب، داروهای مصرفی و....).

۳-تشخیص هوشمندانه(پیشنهادات هوشمندانه تشخیصی بطور خودکار برای مرجع تولید میشود).

[18] COVID-19 Intelligent Diagnosis and Treatment Assistant Program

[19] C-Reactive Protein

۴-درمان هوشمندانه (توصیه درمانی براساس شدت بیماری فراهم شده است).

۵-اطلاعات مربوط به متخصصان ارائه میشود.

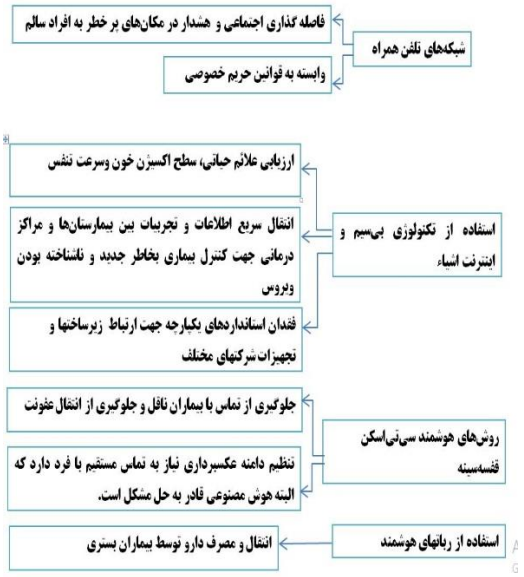
۶-با استفاده از موقعیت‌یابی نقشه اطلاعات در مورد موارد COVID-19 در اطراف منطقه کاربر فراهم شده است.

۷-اطلاعات مربوط به خودکنترلی و خودمراقبتی ارائه شده است.

۸-دستورالعمل های مربوطه، تشخیص و مشخصات درمان، سخنرانی‌های‌تخصصی ، مقاله‌های تحقیقاتی و پیوندها ارائه شده است.

۵ . ۲ سی‌تی‌اسکن بدون تماس با بیماران ناقل

اشعه X و CT قفسه سینه بطور گسترده در غربالگری و تشخیص‌کووید۱۹ استفاده میشود[۳۰]. عکسبرداری خودکار و بدون تماس با بیمار دارای اهمیت بالایی برای جلوگیری از انتقال عفونت میباشد. اگرچه متاسفانه درحال حاضر تماس اجتناب ناپذیری بین تکنسینهای مراکز عکسبرداری و بیماران وجود دارد[۳۱]. بسیاری از سیستمهای مدرن اشعه ایکس و سی‌تی‌اسکن، مجهز به دوربین با هدف نظارت بر بیمار میباشد[۳۲]. در طول شیوع کووید۱۹، این دستگاهها فرصت را فراهم کردند تا گردش کار عکسبرداری و اسکن بدون تماس با بیمار صورت پذیرد. تکنسینها میتوانند از طریق یک ویدیوی زنده از دریچه دوربین، بیمار را از اتاق کنترل کنند. اگرچه از نمای دوربین تنظیم دامنه تصویربرداری مشکل است در این مورد هم، هوش مصنوعی قادر است فرآیند تنظیم دامنه را به صورت خودکار انجام دهد[۳۳]. در شکل ۶ بطور خلاصه فناوریهای استفاده شده در کنترل ویروس کرونا مشاهده میشود.



شکل۶- فناوریهای استفاده شده در کووید۱۹

۶– نتیجه‌گیری

اینترنت اشیا فناوری جدیدی محسوب میشود و تاثیر اقتصادی آن ده‌ها برابر بیشتر از تاثیری است که اینترنت از زمان حضورش در کشورهای مختلف داشته است و مثل هر تکنولوژی دیگر چالشهایی را نیز دارد. تحلیلگران پیش‌بینی می کنند که اینترنت اشیا مانند انقلاب صنعتی، جهان را متحول خواهد کرد. یکی از ابعاد مهم مطالعه و تحقیق در حوزه فناوری اطاعات و ارتباطات و فضای مجازی ابعاد ژئوپلیتیکی آن میباشد زیرا ژئوپلیتیک به بررسی ارتباط بین فضا و سیاست میپردازد و فضای مجازی

به عنوان یک فضای مشاع بین بازیگران سیاسی و به خصوص دولتها در نظر گرفته می شود، هر کدام از این بازیگران سعی دارند نقش بیشتری را به خود اختصاص داده و منزلت استراتژیک خویش را ارتقا دهند. متاسفانه بعضی از کشورها مانند ایران هیچ وقت به موقع وارد فناوری‌های نوین و گسترده نشده اند. واقعیت آن است که اینترنت اشیاء دیر یا زود می آید و توسعه پیدا می کند و بهتر است ما بجای نگران بودن در مورد آن به راهکارهایی که امنیت و حریم خصوصی را در نظر بگیرد فکر کنیم و برای آن سرمایه گذاری نماییم و همچنین باعث اشتغالزایی فارغ‌التحصیلان دانشگاهی شویم. شایان ذکر است گرچه اینترنت اشیا، کیفیت زندگی مردم و روال کاری سازمان‌ها را بهبود می‌بخشد، اما بستری آسیب‌پذیر در برابر حمله احتمالی هکرهاست. مطالعات انجام شده توسط "هیلوت پاکارد HP "در سال ۲۰۱۴ نشان داد که حدود ۷۰درصد از دستگاه‌های اینترنت اشیا موجود در دنیا در معرض آسیب‌های امنیتی هستند. برخی از دستگاه‌های اینترنت اشیا به علت عدم رمزگذاری انتقال، رابط وب ناامن و عدم حفاظت کافی از نرم افزار، آسیب‌پذیرند. برخی از برنامه‌های اینترنت اشیا از زیرساخت‌های حساس و خدمات استراتژیک مانند شبکه‌های هوشمند و حفاظت از تأسیسات پشتیبانی می‌کند و تعدادی از برنامه‌های کاربردی اینترنت اشیا مقدار زیادی از اطلاعات شخصی در مورد خانواده، سلامت افراد و وضعیت مالی آنها را جمع‌آوری می‌کند. رعایت‌نشدن نکات امنیتی و بی‌توجهی به حریم خصوصی سبب ایجاد مقاومت در پذیرش اینترنت اشیا توسط افراد و سازمان‌ها خواهد بود.

در حوزه پزشکی هم مانند دیگر حوزه‌ها چالشها وجود دارد ولی همانطور که در این مقاله سعی کردیم نمونه‌هایی از مزایا را نشان دهیم نقاط قوتی مانند نجات جان میلیونها انسان و جلوگیری از بوجود آمدن فجایع انسانی بوسیله این فناوری نوین خصوصا در زمان شیوع ویروس کرونا بخاطر مسری بودن بیماری و نیاز به نظارت مداوم بیماران غیرقابل انکار است. همانطور که اینترنت کارها را بسیار آسانتر، ارزانتر و با ترافیک کمتر کرد نقشی که اینترنت اشیا در کاهش هزینه ها، انرژی، ترافیک و ..... میتواند داشته باشد، غیرقابل وصف است و ما با زیرساختهایی که در کشورمان داریم، میتوانیم از این تکنولوژی استفاده کنیم. خصوصا در حوزه پزشکی و سلامت بمنظور تشخیص سریع بیماریها، کمترشدن بار مسئولیت روی دوش بیمار و کمترشدن ترافیک رفت وآمد و آلودگی هوا ، IOT یک نیاز اساسی است.

۷– مراجع

[1] Al-Fuqaha, Ala, Mohsen Guizani, Mehdi Mohammadi, Mohammed Aledhari, and Moussa Ayyash. "Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols,

[8] Roman, David H., Kyle D. Conlee, I. Abbott, R. P. Jones, A. Noble, N. Rich, I. Ro, J. Kaufman, R. Weikert, and D. Costa. "The digital revolution comes to US healthcare." New York: Goldman Sachs (2015).

[9] Pang, Zhibo. "Technologies and Architectures of the Internet-of-Things (IoT) for Health and Well-being." PhD diss., KTH Royal Institute of Technology, 2013.

[10] Http://spectrum.ieee.org/tech-talk/biomedical/devices/fcc-gives-medical-body-area- networks- clean- bill- of-health .

[11]http://www.who.int/countryfocus/cooperation_strategy/ccsbrief_irn_en.

[12] Larson, Elaine. "A causal link between handwashing and risk of infection? Examination of the evidence." Infection Control & Hospital Epidemiology 9, no. 1 (1988): 28-36.

[13] Islam, SM Riazul, Daehan Kwak, MD Humaun Kabir, Mahmud Hossain, and Kyung-Sup Kwak. "The internet of things for health care: a comprehensive survey." IEEE Access 3 (2015): 678-708.

[14] Abdul Fuad Abdol Rahman, Maslina Daud, Madihah Zolfa Mohamad. "Securing Sensor to Cloud Ecosystem using Internet of Things (IoT) Security Framework".

[15] Chen, Feng, Pan Deng, Jiafu Wan, Daqiang Zhang, Athanasios V. Vasilakos, and Xiaohui Rong. "Data mining for the internet of things: literature review and challenges." International Journal of and applications." IEEE communications surveys & tutorials 17, no. 4 (2015): 2347-2376.

[2] Misra, Sridipta, Muthucumaru Maheswaran, and Salman Hashmi. Security challenges and approaches in internet of things. Cham: Springer International Publishing, 2017.

[3] Shen, Guicheng, and Bingwu Liu. "The visions, technologies, applications and security issues of Internet of Things." In 2011 International Conference on E-Business and E-Government (ICEE), pp. 1-4. IEEE, 2011.

[4] Montenegro, Gabriel, Nandakishore Kushalnagar, Jonathan Hui, and David Culler. "Transmission of IPv6 packets over IEEE 802.15. 4 networks." Internet proposed standard RFC 4944 (2007): 130.

[5] Wolgast, Georg, Casimir Ehrenborg, Alexander Israelsson, Jakob Helander, Edvard Johansson, and Hampus Manefjord. "Wireless body area network for heart attack detection [Education Corner]." IEEE antennas and propagation magazine 58, no. 5 (2016): 84-92.

[6] Ghose, Avik, Chirabrata Bhaumik, Diptesh Das, and Amit Kumar Agrawal. "Mobile healthcare infrastructure for home and small clinic." In Proceedings of the 2nd ACM international workshop on Pervasive Wireless Healthcare, pp. 15-20. 2012.

[7] Evans, Dave. "The internet of things: How the next evolution of the internet is changing everything." CISCO white paper 1, no. 2011 (2011): 1-11.

infected pneumonia." New England Journal of Medicine (2020).

[23]Nuria O, Emmanuel L, Harald S,et al. Mobile phone data and COVID-19:Missing an opportunity March 26, 2020.

[24] Shi, Feng, Jun Wang, Jun Shi, Ziyan Wu, Qian Wang, Zhenyu Tang, Kelei He, Yinghuan Shi, and Dinggang Shen. "Review of artificial intelligence techniques in imaging data acquisition, segmentation and diagnosis for covid-19." IEEE Reviews in Biomedical Engineering (2020).

[25] Song, Yuanlin, Jinjun Jiang, Dawei Yang, and Chunxue Bai. "Prospect and application of Internet of Things technology for prevention of SARIs." Clinical eHealth (2020).

[26] Bai, Li, Dawei Yang, Xun Wang, Lin Tong, Xiaodan Zhu, Chunxue Bai, and Charles A. Powell. "Chinese experts' consensus on the Internet of Things-aided diagnosis and treatment of coronavirus disease 2019." Clinical eHealth (2020).

[27]http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7653p/202002/8334a8326dd94d329df351d7da8aefc2.shtml.

[28] Li Bai, et al. Chinese experts' consensus on the Internet of Things-aided diagnosis and treatment of coronavirus disease 2019 (COVID-19), Clinical eHealth 3 (2020) 7–15.

[29] Li, Dong. "5G and intelligence medicine—how the next generation of wireless technology will reconstruct Distributed Sensor Networks 11, no. 8 (2015): 431047.

[16] Li, Shancang, Li Da Xu, and Shanshan Zhao. "The internet of things: a survey." Information Systems Frontiers 17, no. 2 (2015): 243-259.

[17] Ersue, M., D. Romascanu, J. Schoenwaelder, and A. Sehgal. "Management of networks with constrained devices: use cases." IETF internet (2014).

[18] به استناد سازمان نیروی ضربت مهندسی اینترنت (IETF)، که مربوط به قوانین مدیریت انرژی اینترنت اشیا میباشد.

[19] نمازی زهرا، کلانتری نفیسه، نظام الحسینی سید علیرضا، (۱۳۹۴)، «اینترنت اشیا و سلامت هوشمند، مزایا و چالش‌های پیش رو»، سومین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در مهندسی کامپیوتر و فن آوری اطلاعات، تهران، دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

[20] Chen, Feng, Pan Deng, Jiafu Wan, Daqiang Zhang, Athanasios V. Vasilakos, and Xiaohui Rong. "Data mining for the internet of things: literature review and challenges." International Journal of Distributed Sensor Networks 11, no. 8 (2015): 431047.

[21] Souza, Alberto MC, and Joseé RA Amazonas. "An outlier detect algorithm using big data processing and internet of things architecture." Procedia Computer Science 52 (2015): 1010-1015.

[22] Li, Qun, Xuhua Guan, Peng Wu, Xiaoye Wang, Lei Zhou, Yeqing Tong, Ruiqi Ren et al. "Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus–

healthcare?." Precision Clinical Medicine 2, no. 4 (2019): 205-208.

[30] Kanne, Jeffrey P. "Chest CT findings in 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) infections from Wuhan, China: key points for the radiologist." (2020): 16-17.

[31] Xie, Xingzhi, Zheng Zhong, Wei Zhao, Chao Zheng, Fei Wang, and Jun Liu. "Chest CT for typical 2019-nCoV pneumonia: relationship to negative RT-PCR testing." Radiology (2020): 200343.

[32] Forthmann, Peter, and Glen Pfleiderer. "Augmented display device for use in a medical imaging laboratory." U.S. Patent 10,412,377, issued September 10, 2019.

[33] Singh, Vivek, Kai Ma, Birgi Tamersoy, Yao-Jen Chang, Andreas Wimmer, Thomas O'Donnell, and Terrence Chen. "Darwin: Deformable patient avatar representation with deep image network." In International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention, pp. 497-504. Springer, Cham, 2017.

آذر زلالی دارای مدرک کارشناسی در رشته مهندسی IT از دانشگاه پیام نور نجف آباد در سال ۱۳۹۱و مدرک کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر گرایش شبکه‌های کامپیوتری از آموزش عالی صفاهان اصفهان در سال ۱۳۹۵ و در حال حاضر دانشجوی دکتری مهندسی نرم‌افزار میباشد.

داود زارع دارای مدرک کارشناسی در رشته میکروبیولوژی از دانشگاه تهران در سال ۱۳۷۲ و مدرک کارشناسی ارشد باکتری شناسی پزشکی از انستیتوپاستور ایران در سال۱۳۷۵ و اخذ مدرک دکتری بیوتکنولوژی غذایی از دانشگاه یو پی ام مالزی در سال۱۳۹۳. ایشان در حال حاضر عضو هیئت علمی پژوهشکده زیست‌فناوری در سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران بوده و زمینه پژوهش ایشان تولید پروبیوتیک‌ها و کاروتنوییدها آمارزیستی و چگونگی کاربرد و محاسبات منطق فازی در صنایع غذایی میباشد.