

بهره گیری از فناوری اینترنت اشیاء برای کاهش سرعت انتشار بیماری کوید-۱۹

سمیرا کرامت طلا تپه^۱، عهدیه قربانزاده^۲

۱- کارشناس ارشد مهندسی معماری کامپیوتر، دانشگاه جامع علمی کاربردی شهرداری، ارومیه، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر گرایش شبکه، موسسه آموزش عالی کمال، ارومیه، ایران

چکیده

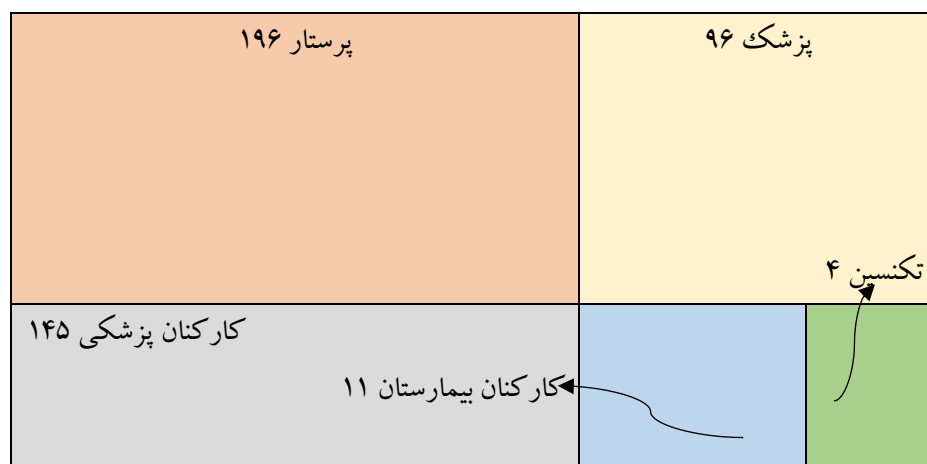
گسترش بسیار سریع کروناویروس جدید با نام علمی SARS-CoV-2 و بیماری حاصل از آن به نام کوید-۱۹، نگرانی و وحشت زیادی را در بین مردم جهان به وجود آورده و سازمان بهداشت جهانی طی اطلاعیه‌ای، شیوع این ویروس را عامل وضعیت اضطراری بهداشت عمومی در سرتاسر جهان اعلام نموده است. در حال حاضر با توجه به نبود درمان و واکسن مؤثر، بهترین راه جهت مقابله با این بیماری، اجتناب از آلودگی و جلوگیری از انتشار آن از طریق اقدامات محافظتی و بهداشت شخصی می‌باشد. تجربیات چند ماهه در مقابله با این ویروس جدید نشان می‌دهد که پزشکان و سایر اعضای کادر درمان همیشه بیشترین خطر ابتلا به بیماری کوید-۱۹ را دارند چرا که بیماری از یک فرد آلوده به یک فرد سالم به سرعت می‌تواند انتقال یابد. در این تحقیق، با بهره‌گیری از فناوری اینترنت اشیاء، تجهیزات ارتباطی پیشرفته و متخصصین حوزه فناوری اطلاعات برای کاهش خطر ابتلای عفونت پزشکان و سایر کادر درمان استفاده شده و بنابراین، از این طریق از شیوع بیماری جلوگیری می‌نماید. پیش فرض اولیه این پژوهش، جدا کردن و ایزوله نمودن افراد در خانه بجای پذیرش و بستری نمودن آنها در بیمارستان می‌باشد. چنین وضعیتی حالت منع آمد و شد یا قرنطینه خانگی نیز نامیده می‌شود. بنابراین، در این روش، گسترش بیماری می‌تواند به طرز قابل توجهی در سطح جهان کاهش یابد.

واژگان کلیدی: اینترنت اشیاء، تجهیزات ارتباطی، بیماری کوید-۱۹، قرنطینه خانگی

مقدمه

خبر ابتلای چندین نفر به یک ذات‌الریه غیرمعمول در ابتدای سال نو میلادی ۲۰۲۰ به سازمان بهداشت جهانی از سوی چین باعث معرفی نوع جدیدی از کروناویروس به عنوان عامل ایجاد یک بیماری تنفسی جدید گردید. اپیدمی کروناویروس جدید در مقایسه با کروناویروس‌های قبلی شایع در انسان گسترده‌تر بوده که این موضوع بیانگر قدرت سرایت فوق‌العاده بالای این ویروس است. با این حال نرخ مرگ و میر ناشی از کروناویروس جدید بسیار پایین‌تر از سایر کروناویروس‌ها نظیر SARS و MERS و ویروس‌های دیگری نظیر HIV و ابولاست. در حال حاضر با توجه به نبود درمان و واکسن مؤثر، بهترین راه جهت مقابله با این بیماری، اجتناب از آلودگی و جلوگیری از انتشار آن از طریق اقدامات محافظتی و بهداشت شخصی می‌باشد (توکلی و همکاران، ۱۳۹۹).

بر اساس اعلام وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی جمهوری اسلامی ایران، هزاران تن از کادر پزشکی سیستم درمانی به کرونا مبتلا شده که تعدادی هم در این میان جان خود را از دست داده‌اند. همچنین بر اساس آماری که دانشگاه جان هاپکینز آمریکا، منتشر کرده ویروس کرونا که ماهیتی سریع‌الانتقال دارد پس از گذشت چند ماه از نخستین مورد ابتلا در چین بیش از صدها پزشک و پرستار کادر درمانی را به کام مرگ کشانده است. تا به امروز بسیاری از وب‌سایت‌های پزشکی رسماً ادعا کرده‌اند که کادر درمان که مشغول معالجه بیماران کوید-۱۹ بوده‌اند، بیشترین خطر ابتلا به بیماری را داشته‌اند. (Radhakrishnan et al, 2020) داده‌هایی را در ۲۲ آوریل ۲۰۲۰ ارائه دادند که به روشنی نشان می‌دهد آزمایش کوید-۱۹ مرتبط با ۱۵۶ پرستار، ۹۶ پزشک و ۱۴۵ نفر از کارکنان پزشکی به همراه ۴ تکنسین و ۱۱ پرسنل دیگر در کشور هند مثبت بوده است، همانگونه که در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: ابتلای کادر پزشکی به کوید-۱۹ تا ۲۲ آوریل سال ۲۰۲۰ در کشور هند

در نتیجه، ایمنی متخصصان پزشکی بسیار مهم می شود چرا که تعداد متخصصان پزشکی در هر نقطه از جهان از نظر تعداد محدود می باشد (Estrada and Arturo, 2020). بنابراین، در این تحقیق، یک راه حل دو گانه ارائه شده است که علاوه بر کاهش ابتلای کادر درمان، از طریق آن احتمال انتشار کوید-۱۹ نیز در سراسر جهان کاهش می یابد.

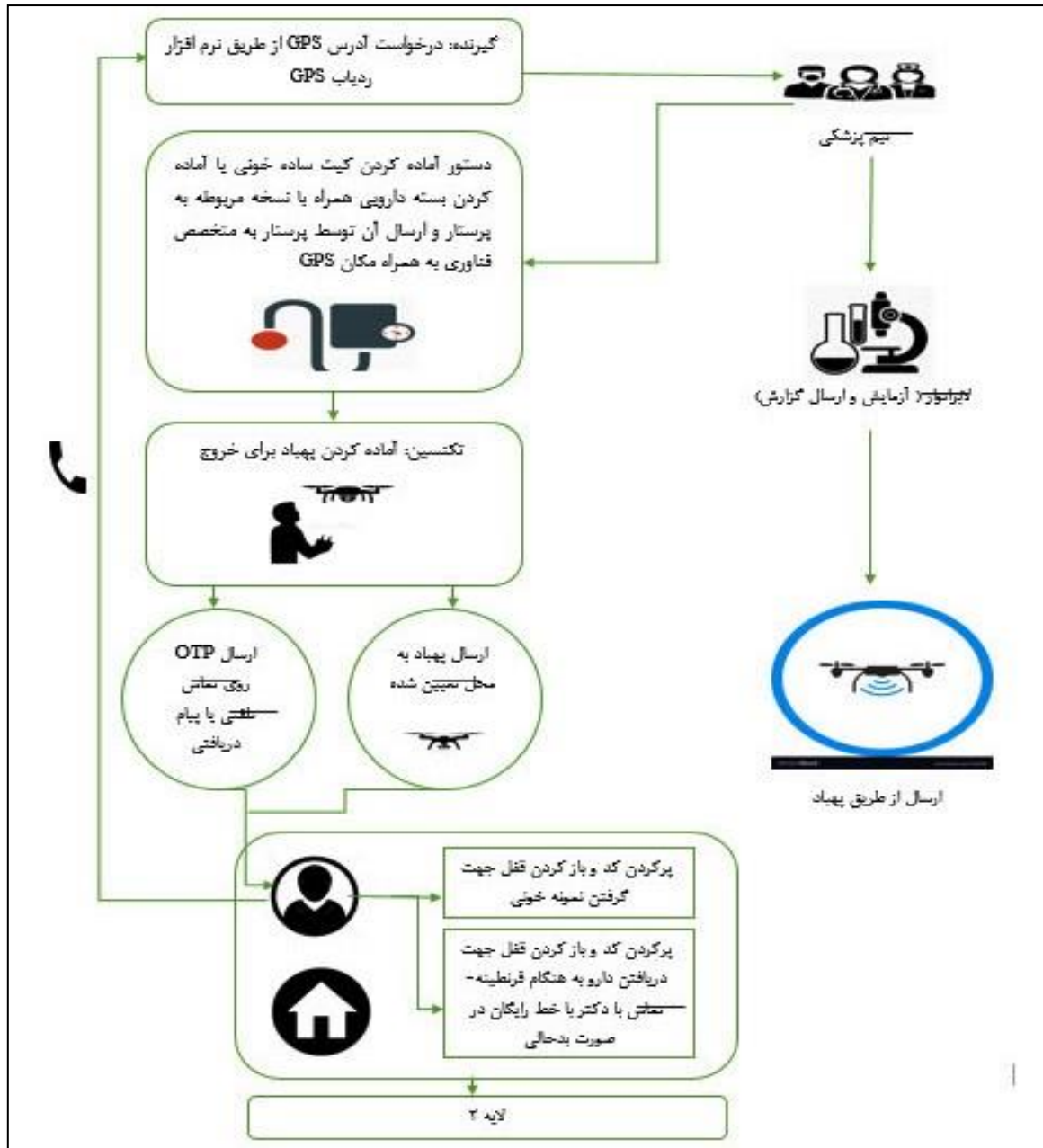
بیان مساله

مساله اصلی کوید-۱۹ انتشار سریع آن می باشد. این بیماری در هر کشوری در ۴ مرحله طبقه بندی شده است (Chen et al, 2020) (Wong et al, 2020) (Zhou et al, 2020) (Salehi et al, 2020). اولین مرحله، مرحله واردات بیماری نامیده می شود که در آن کلیه موارد مثبت کوید-۱۹ دارای سابقه سفر به کشور مبتلا به ویروس بوده اند. دومین مرحله که به نام مرحله انتقال محلی بیماری می باشد که در آن شخصی که سابقه سفر داشته است، با افراد دیگر در تماس بوده و عفونت را به آنها انتقال می دهد. سومین مرحله به نام فاز انتقال اجتماعی بیماری شناخته می شود. در این مرحله منبع انتقال اصلا قابل تشخیص نمی باشد. در این مرحله بیماران سابقه سفر نداشته و حتی ممکن است با بیمار کوید-۱۹ ارتباطی نداشته باشند. مرحله آخر، مرحله اپیدمی می باشد. در این مرحله، بیماری پایان روشنی ندارد و انتخاب دیگری نیز وجود ندارد، اما انتظار برای پایان آن وجود دارد. مناطق خاصی وجود دارند که این رویکرد می تواند در آنها موثر واقع شود. با استفاده از راه حل پیشنهادی، اگر اقدامات و واکنش های درستی قبل از مرحله سوم انجام گیرد، مراحل یک، دو و سه می تواند تحت کنترل قرار گیرد. انتقال سریع از طریق کادر درمانی به دلایل زیر انجام می گیرد:

- مسوولین پذیرش بیمارستان ها که با بیماران مبتلا به کرونا ارتباط برقرار می کنند، این بیماری را برای سایر کارکنان یا بیماران در داخل بیمارستان گسترش می دهند و از این طریق این بیماری را به مرحله بعدی سوق می دهند.
 - پرستارانی که وظیفه تحویل دارو یا سایر موارد ضروری بهداشتی را به بیماران دارند، اشیاء یا وسایل قرار داده شده در داخل بیمارستان را لمس می نمایند.
 - پزشکانی که مسئولیت بررسی بیمار را بر عهده دارند، بیشترین خطر آلودگی را داشته و از این طریق عفونت را به سایر بیماران یا کادر پزشکی منتقل می کنند. بنابراین، تا زمانی که داروی مناسب برای بیماری درست نشود، معالجه بیماران کوید-۱۹ پرخطر خواهد بود.
- بنابراین، به همین دلایل، پیشرفت مرحله به مرحله به سرعت در کشورها اتفاق می افتد. در تحقیق حاضر، معماری سه لایه ای برای غلبه بر مشکلات فوق برای شیوع بیماری در کشورها ارائه شده است. در بخش بعدی معماری پیشنهادی و مکانیسم ردیابی تماس با استفاده از سیستم موقعیت یابی جهانی (GPS) ارائه می شود.

معماری سه لایه پیشنهادی مبتنی بر اینترنت اشیا

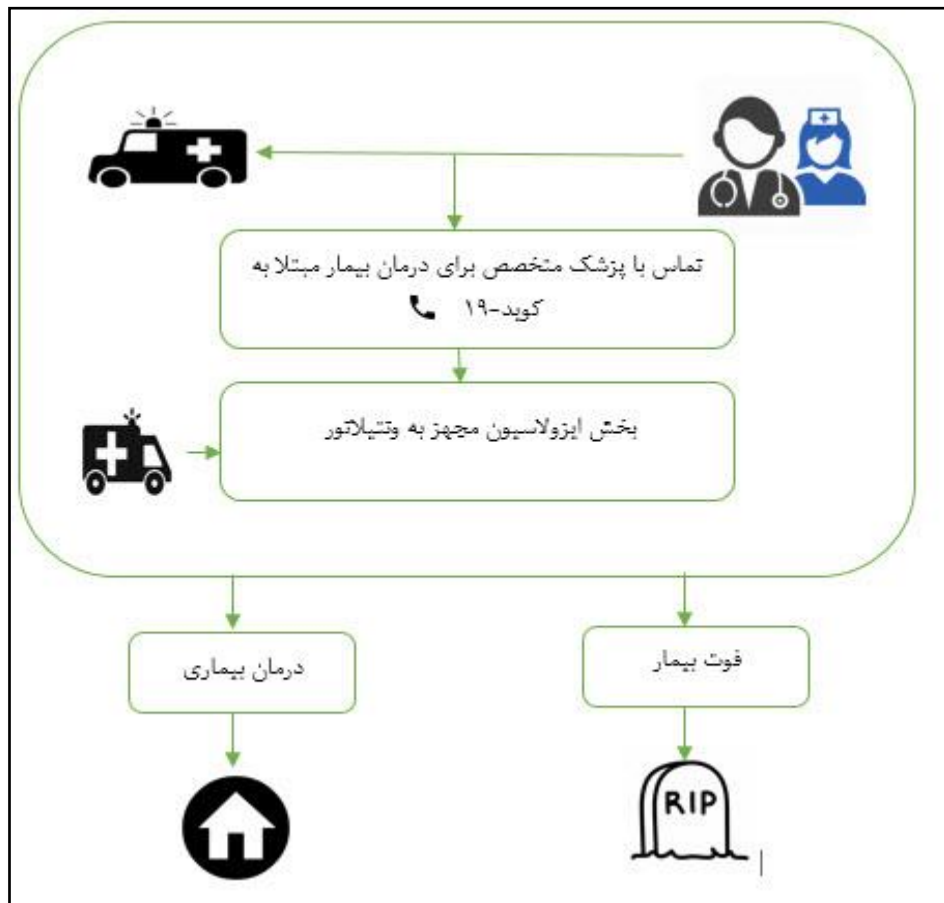
معماری پیشنهادی این تحقیق، رویکردی سه لایه ای است که در آن لایه اول کار جمع آوری نمونه ها را انجام می دهد، همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است.



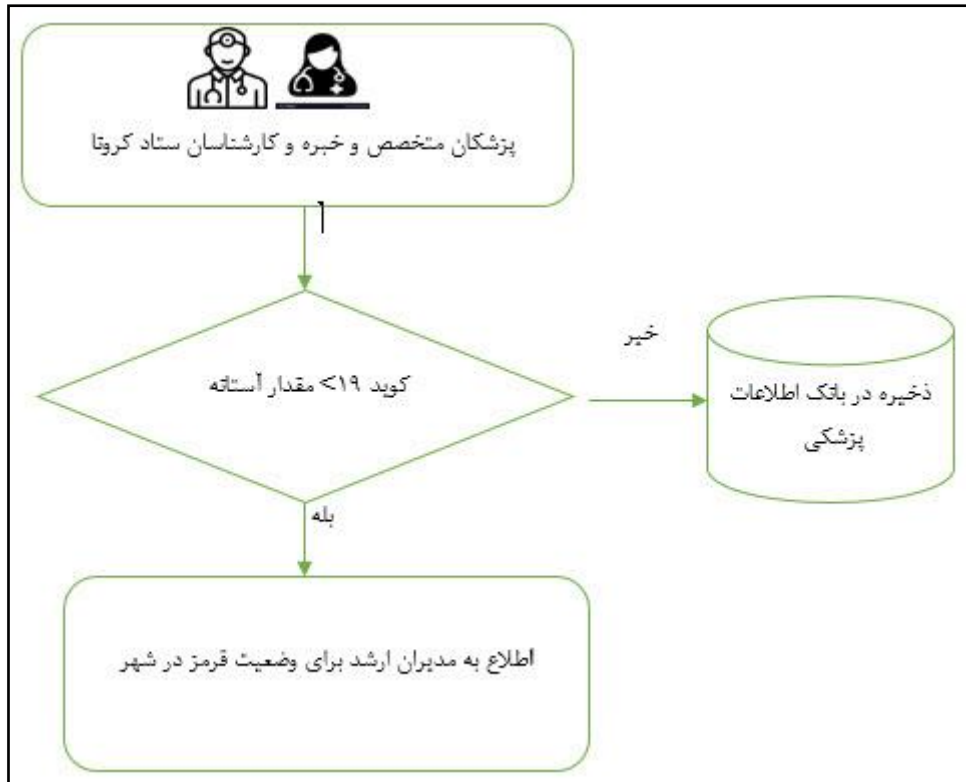
شکل ۲: لایه اول معماری سه لایه پیشنهادی مبتنی بر اینترنت اشیا

در حالی که لایه دوم برای بیماران بدحال و بحرانی که به مشاوره پزشکان متخصص یا پذیرش اورژانسی در بیمارستان ها نیاز دارند، عمل می نماید. و در انتها، لایه سوم مسوول هشدار به مقامات عالی رتبه جهت انجام اقدامات اساسی برای پیشگیری از کوید-۱۹ می باشد، در صورتی که کشور وارد مرحله سوم بیماری شده باشد. با این حال، در اولین مرحله از لایه یک، ماندن در منزل یا قرنطینه و جداسازی برای مردم در سراسر کشور الزامی می باشد. ضمن اینکه، پیشنهاد ارائه شده

در این تحقیق، پیشنهاد مبتنی بر شهر یا استان می باشد که در آن مدیر مربوطه (همانند استاندار، شهردار یا رئیس ستاد پیشگیری از بیماری کرونا) مسوولیت مدیریت کلیه فعالیت های لایه یک را عهده دار می باشد. تکنسین مورد اشاره در لایه یک، بایستی یک متخصص حرفه ای پهباد باشد، ضمن اینکه مکانیزم خوشه بندی برای تقسیم بندی نواحی مختلف شهری بایستی انجام گیرد. شماره تلفن رایگان در اختیار مردم قرار گرفته و تماس به بیمارستان شهر مربوطه هدایت شود، در صورتیکه فاصله در محدوده آن خوشه قرار گرفته باشد. هر بیمارستان شهری در محدوده خوشه خود (در واحد کیلومتر) قرار دارد و این امر توسط مقامات ذی صلاح تصمیم گیری خواهد شد. مرحله بعدی، لایه ۲ می باشد که در آن بیمار حتی بعد از مصرف داروهای تجویز شده احساس بدحالی کرده و مجدداً با پزشک تماس می گیرد. شماره تماس پزشکان در پوشش دارویی که از طریق پهباد ارسال می شود، (در لایه ۱) ذکر شده است. توضیح مبسوط عملیات پیشنهادی در لایه دو و سه، در شکل ۳ و ۴ قابل مشاهده می باشد.



شکل ۳: لایه دوم معماری سه لایه پیشنهادی مبتنی بر اینترنت اشیا



شکل ۴: لایه سوم معماری سه لایه پیشنهادی مبتنی بر اینترنت اشیا

مکانیزم خوشه بندی شهرها

خوشه بندی شهرها، به مفهوم طبقه بندی شهرها به مناطق جدا شده در نواحی خوشه ای است که داده های هر زیر مجموعه به وضوح قابل تشخیص باشد. K میانگین یکی از الگوریتم های خوشه بندی است که در نوع خوشه بندی پارتیشن قرار می گیرد. در واقع، اندازه گیری فاصله مشخص می کند که چطور عناصر را در نواحی خوشه بندی تقسیم نماییم و اینکار بر اساس محاسبه فاصله انجام می گیرد. الگوریتم K میانگین m شی را بر اساس صفت به K پارتیشن خوشه بندی می نماید و در این الگوریتم $K < m$ می باشد. علاوه بر این، فرض بر این است که صفات شی یک فضای برداری را تشکیل می دهند. K میانگین برای خوشه بندی نقاط داده ای m به K به زیر مجموعه های Z_n مجزا می شود.

$$j = \sum_{m=1}^k \sum_{m \in Z_n} |x_m - u_j|^2 \quad (1)$$

به طوری که x_m بردار نمایش m^{th} نقطه داده و u_j مرکز هندسی نقاط داده ای در Z_n می باشد. شکل ۵ فرآیند خوشه بندی شهرها را نشان می دهد.



شکل ۵: الگوریتم خوشه بندی شهری در مدل سه لایه مبتنی بر اینترنت اشیا

جزئیات لایه های معماری سه لایه پیشنهادی مبتنی بر اینترنت اشیا

عملکرد لایه های معماری سه لایه پیشنهادی مبتنی بر اینترنت اشیا به تفصیل با جزئیات در ادامه توضیح داده می شود.

لایه یک معماری پیشنهادی: جمع آوری نمونه های خونی

در این لایه، بیمار در ناحیه پذیرش بیمارستانی فراخوانی (تلفنی) می شود، به صورتیکه بیمار در ابتدا علائم خود را به مسوول پذیرش بیان می نماید، همانگونه که در شکل ۲ نشان داده شده است. سپس مسوول پذیرش علائم بیمار را با علائم بیماری کوید-۱۹ مطابقت می دهد که ممکن است شامل دو یا چند علامت زیر باشد (بر اساس وب سایت سازمان بهداشت جهانی)

تب

- سرفه خشک
- خستگی
- تنگی نفس
- درد (تیر کشیدن)
- آبریزش بینی
- اسهال

در همین حال، داده های آن بیمار خاص که شامل موقعیت GPS است به طور خودکار از طریق ردیاب GPS ردیابی شده و در بانک اطلاعاتی بیمارستان ذخیره می شود. شکل ۶ روش دریافت محل GPS یک بیمار بد حال را نشان می دهد. هنگامی که بیمار با مسوول پذیرش تماس می گیرد، مسوول پذیرش از بیمار می خواهد که محل فعلی خود را بر روی شماره واتس آپ اختصاصی ارسال نماید. بیمار اطلاعات خود را با مسوول پذیرش به اشتراک می گذارد. مسوول پذیرش جزئیات بیمار را در یک بانک اطلاعاتی با شناسه منحصر بفرد (شماره تلفن، کد ملی) برای شناسایی بیمار در ارجاعات آینده ذخیره می نماید. مسوول پذیرش اطلاعات اضافی را به بانک اطلاعاتی اضافه می نماید که شامل یک شناسه منحصر بفرد (شماره تلفن و کد ملی بیمار و..)، نام کامل بیمار، جزئیات و اطلاعات تماس اولیه و ثانویه، همراه با سن و جنس و علائمی که با کوید-۱۹ مطابقت داشته باشد. پس از آن اطلاعات بلافاصله به پزشک مرتبط در دسترس به صورت شخصی و یا با استفاده از رسانه های الکترونیکی ارسال می گردد.



شکل ۶: دریافت اطلاعات موقعیت GPS بیمار

پس از بررسی علائم توسط پزشک و صحت آن، پزشک از پرستار می خواهد که کیت مجموعه نمونه خونی (-Covid-19 IgM/IgG Rapid Test Kit) را در صورتی که بررسی موفقیت آمیز باشد، آماده نماید، در غیر اینصورت، دارو متناسب

با علائم از طریق تماس تلفنی توسط پزشک تجویز می شود. سپس بعد از آن، پرستار کیت نمونه خونی بسته بندی شده را همراه با اطلاعات GPS و شماره تماس به متخصص پهباد تحویل می دهد. متخصص پهباد رمز عبور یکبار مصرف (OTP) را تنظیم کرده و کیت نمونه خونی را در جعبه نصب شده بر روی پهباد قرار می دهد و یک رمز عبور یکبار مصرف را به منظور قفل کردن/باز کردن تنظیم می نماید. این متخصص همچنین برای باز کردن قفل کیت قرار داده شده در جعبه، همان رمز عبور یکبار مصرف را از طریق پیام برای بیمار در شماره تماس خود ارسال می کند. هنگامی که کیت با موفقیت به مقصد انتقال یافت، فرد بیماری که رمز عبور یکبار مصرف را دریافت کرده، جعبه را باز کرده و نمونه خونی خود را از طریق کیت مجموعه نمونه خونی (Covid-19 IgM/IgG Rapid Test Kit) آماده کرده و مجدداً با همان رمز عبور یکبار مصرف رمز می نماید. سپس پهباد به سمت آزمایشگاه در همان بیمارستان هدایت می شود. تنظیم موقعیت مکانی آزمایشگاه قبلاً توسط متخصص پهباد تعیین شده است. پاتولوژیست (متخصص آسیب شناسی) گزارش را مورد ارزیابی قرار داده و گزارش را به پزشک مربوطه ارسال می نماید. در صورتی که نتیجه گزارش مثبت باشد، پزشک داروی تجویز شده را به پرستار تحویل می دهد. پرستار دارو را از داروخانه تهیه کرده و همان را به متخصص پهباد تحویل می دهد. متخصص پهباد مجدداً موقعیت مکانی GPS را همراه با رمز عبور یکبار مصرف تنظیم می نماید. رمز عبور یکبار مصرف از طریق گوشی همراه به بیمار ارسال می گردد. پهباد به محل مربوطه پرواز کرده و بیمار با استفاده از رمز عبور یکبار مصرف دریافتی، کیت دارویی ارسالی را باز می کند. با این حال، چنانچه بیمار بهبود یافت، دیگر هیچ عمل اضافی دیگری لازم نیست، اما اگر بیمار احساس ضعف و بدحالی کرد، تماس اضطراری از طرف بیمار به پزشک مربوطه انتقال می یابد. شماره تماس اضطراری رایگان در کیت دارویی تجویز شده به بیمار قرار دارد.

لایه دو معماری پیشنهادی: بیماران بدحال بحرانی

کار لایه دو پس از تماس اضطراری بیمار شروع می شود. دکتر آمبولانسی را برای انتقال بیمار از خانه ترتیب می دهد، در عین حال، با پزشک متخصص تماس می گیرد تا درباره آمدن یک بیمار کرونا مثبت هشدار لازم را بدهد. پزشک متخصص موقعیت خود را در حالت ایزوله قرار می دهد، جایی که بیمار توسط آمبولانس به آنجا انتقال می یابد. سپس پزشک کار خود را با تنظیم ونتیلاتور برای بیمار جهت معالجه شروع می نماید. در صورتی که درمان با ونتیلاتور موفقیت آمیز باشد و شخص بهبود یابد، بیمار به منزل فرستاده می شود. در غیر اینصورت، درمان ادامه می یابد. حال، اگر به هر دلیل بیمار درمان نیابد و فوت کند، جسد برای طی تشریفات قانونی جهت دفن به آرامستان انتقال می یابد.

لایه سه معماری پیشنهادی: هشدار اضطراری غیر قابل کنترل

لایه سوم، لایه هشدار در زمانی است که تعداد بیماران بد حال بیش از مقدار آستانه (ظرفیت پذیرش بیمارستان) بوده و شرایط اضطراری (وضعیت قرمز) در شهر توسط ستاد کرونا اعلان شده و به مراجع بالاتر ذی صلاحیت و یا انجام مراحل بیشتر ارجاع می گردد. هر چند، اگر پروتکل های صحیح در لایه ۱ و ۲ رعایت شود، چنین وضعیتی رخ نخواهد داد. مطابق راه حل پیشنهادی، مقدار آستانه ذکر شده در بالا با توجه به تعداد تخت های بیمارستانی و ونتیلاتورهای موجود و میزان واحد های مراقبت ویژه در بیمارستان های شهری توسط مدیر مربوطه تصمیم گیری خواهد شد.

نتیجه گیری

تحقیق حاضر یک معماری کارآمد سه لایه ای پیشنهاد می دهد که به ریشه کن شدن مشکل بیماری گسترده کوید-۱۹ کمک می نماید. پزشکان و کادر پزشکی بیشترین استعداد ابتلا به عفونت را دارا می باشند و اگر ایمنی آنها مهم تلقی نشود، ممکن است سبب شیوع عفونت به سایر بیمارانی شود که از سایر بیماری های در رنج بوده و در بیمارستان بستری شده اند و یا برای معاینات به صورت منظم به بیمارستان مراجعه می نمایند. علاوه بر این، معماری پیشنهادی در صورت اجرای عاقلانه شهری (به صورت خوشه ای) در استان های مختلف می تواند مؤثر باشد. به این ترتیب، شیوع بیماری می تواند به طور مؤثر در کشورهای مختلف در سراسر جهان کنترل شود.

منابع

توکلی احمد، وحدت کتایون، کشاورز محسن. کروناویروس جدید ۲۰۱۹ (COVID-۱۹): بیماری عفونی نوظهور در قرن ۲۱. طب جنوب. ۱۳۹۸؛ ۲۲ (۶): ۴۵۰-۴۳۲

<https://www.thehindu.com/data/how-many-doctors-and-nurses-have-tested-positive-for-coronavirus-in-india/article31410464.ece>

Ruiz Estrada, M. A. (2020). The uses of drones in case of massive epidemics contagious diseases relief humanitarian aid: Wuhan-COVID-19 crisis. Available at SSRN 3546547.

Chen, H., Guo, J., Wang, C., Luo, F., Yu, X., & Zhang, W. & Liao, J. (2020). Clinical characteristics and intrauterine vertical transmission potential of COVID-19 infection in nine pregnant women: a retrospective review of medical records. *The Lancet*, 395(10226), 809-815.

Wong, S. H., Lui, R. N., & Sung, J. J. (2020). Covid-19 and the digestive system. *Journal of gastroenterology and hepatology*, 35(5), 744-748.

Chen, N., Zhou, M., Dong, X., Qu, J., Gong, F., Han, Y., ... & Yu, T. (2020). Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *The Lancet*, 395(10223), 507-513.

Salehi, S., Abedi, A., Balakrishnan, S., & Gholamrezanezhad, A. (2020). Coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systematic review of imaging findings in 919 patients. *American Journal of Roentgenology*, 1-7.