

Systematic Review on the Effect of the Information Technology on Epidemic Control of COVID-19¹

Hossein Chahkhoie Nezhad²

Shams allah Ghanbari³

Mehdi Nezhadfarhani⁴

Mohsen Sharifi⁵

Abstract

The emergence of severe acute respiratory syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) in China on December 2019 has led to a global outbreak of COVID-19, which spread worldwide and became an international public health issue. People all over the world must fight in this unexpected battle and the part each individual plays, is important. The health care system has done an excellent job, and the government has done various actions to help the community control the virus spreads as well. On the other hand, in most cases people help to improve the situation alongside the policies. However, the role of information technology in helping various social institutions to fight COVID-19 is hidden and is not well appreciated. The purpose of this study is to discover the hidden role of information technology (IT) that ultimately helps to control the epidemic. Research has shown that strategies for using potential technologies can be beneficial. These IT strategies can also be tailored either to control the epidemic or to support community exclusion during the epidemic which in turn, helps control the spread of infection. This article sheds light on the impact of various technologies that help health care systems, government and public in different aspects to fight COVID-19. In addition to the technologies implemented, this paper also deals with the potential unexpected technologies that can be effective in controlling epidemic conditions for future applications. It has also tried to provide IT-based solutions to deal with the disease epidemic as well.

Keywords: Social network, Corona, Artificial Intelligence, Machine Learning, IoT

¹ Copyright ©the authors

² Islamic Azad University, Qom, Iran

³ Ashtian University, Ashtian, Iran

⁴ Islamic Azad University, Qom, Iran

⁵ Islamic Azad University, Qom, Iran

مروری سیستماتیک بر تأثیر فن آوری اطلاعات در کنترل اپیدمی ویروس کرونا*

حسین چاهخویی نژاد^۱

شمس اله قنبری^۲

مهدی نژادفرحانی^۳

علی شهیدی نژاد^۴

چکیده

ظهور سندرم شدید تنفسی حاد (SARS-CoV-2) Coronavirus 2 در چین در دسامبر ۲۰۱۹ منجر به شیوع جهانی بیماری ویروس کوید ۲۰۱۹ (COVID-19) شد و این بیماری در سراسر جهان گسترش یافت و به بیک مسئله بهداشت عمومی بین‌المللی تبدیل شد. کل بشریت باید در این جنگ غیرمنتظره مبارزه کند و نقش تک‌تک افراد مهم است. سیستم بهداشت و درمان کارهای استثنایی انجام می‌دهد و دولت اقدامات مختلفی را انجام می‌دهد که به جامعه کمک می‌کند تا شیوع آن را کنترل کند. از طرف دیگر در اکثر موارد عموم مردم با سیاست‌ها هماهنگی می‌کنند. اما نقش فن آوری اطلاعات در کمک به نهادهای مختلف اجتماعی برای مبارزه با بیماری COVID-19 پنهان مانده است. هدف از این مطالعه کشف نقش‌های پنهان فن آوری اطلاعات است که در نهایت برای کنترل اپیدمی کمک می‌کند. در تحقیقات، مشخص شده است که استراتژی‌های استفاده از فناوری‌های بالقوه، مزایای بهتری را به همراه خواهد داشت و این استراتژی‌های فن آوری اطلاعات را می‌توان یا برای کنترل اپیدمی یا برای حمایت از حصر جامعه در طول اپیدمی، تنظیم کرد که به نوبه خود به کنترل شیوع عفونت کمک می‌کند. این مقاله تأثیر فن آوری‌های مختلفی را که به سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی، دولتی و عمومی در جنبه‌های گوناگون برای مبارزه با COVID-19 کمک می‌کند، را معرفی می‌کند. علاوه بر فن آوری‌های اجرا شده، این مقاله فناوری‌های بالقوه غیرمترقبه^۵ که در کنترل شرایط اپیدمی برای کاربردهای آینده می‌تواند موثر باشد را معرفی می‌کند. همچنین سعی شده است که راه حل‌های مبتنی بر فناوری اطلاعات برای مقابله با اپیدمی بیماری را ارایه دهد.

واژه‌های کلیدی: شبکه‌های اجتماعی، کرونا، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، اینترنت اشیا

* تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۰۵.

^۱ دانشجوی دکتری مهندسی کامپیوتر نرم افزار، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی قم، قم، ایران

^۲ استادیار گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی آشتیان، آشتیان، ایران

^۳ دانشجوی دکتری مهندسی کامپیوتر نرم افزار، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی قم، قم، ایران

^۴ استادیار گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی قم، قم، ایران

⁵ Potential unexpected technologies

مقدمه

اولین مورد ویروس کرونا در دسامبر سال ۲۰۱۹ در ووهان چین گزارش شد. سپس، این بیماری در مناطق مختلف در سراسر چین گسترش یافت و در ۳۰ ژانویه سال ۲۰۲۰ سازمان جهانی بهداشت (WHO^۱) شیوع بیماری COVID-19 را به عنوان یکی از دغدغه‌های فوریت‌های بهداشت عمومی بین‌المللی (PHEIC^۲) [۱]، اعلام کرد که بعداً به یک بیماری اپیدمی جهانی تبدیل شد. در تاریخ ۷ آوریل ۲۰۲۰، گزارش شماره ۷۸ WHO) نشان می‌دهد بیش از ۱.۲ میلیون مبتلا و مرگ و میر بیش از ۷۲۰۰۰ نفر در سطح جهان تأیید شده است [۲]. این عفونت روز به روز در حال گسترش است و سیستم مراقبت‌های بهداشتی تلاش می‌کند تا از هر فرد آلوده به‌ویژه در کشورهای آلوده مانند ایالات متحده، ایتالیا، اسپانیا مراقبت کند و این لیست ادامه دارد. اگرچه ویژگی‌های این نوع ویروس به خوبی شناخته نشده است، اما می‌توان از رفتارهای آن، مانند آمار سرعت در شیوع استنباط کرد، که آسیب‌پذیری آن برای افراد کم‌ایمنی، دیابتی و سالخورده بیشتر است. الگوی متفاوتی از میزان بهبودی و سایر اطلاعاتی که در دسترس است حاکی از این است که از طریق قطرات یا از طریق تماس مستقیم توسط انسان به انسان پخش می‌شود و دوره عفونت آن ۲ تا ۱۴ روز تخمین زده شده است [۳].

برای مواجهه با این وضعیت، سیستم‌های بهداشت و درمان تلاش‌های چشمگیری را در معالجه افراد آلوده و همچنین آزمایش عموم مردم برای تشخیص ویروس کرونا انجام داده‌اند. دولت‌ها تمام تلاش خود را برای کاهش عفونت و همچنین برآورده کردن الزامات سیستم مراقبت‌های بهداشتی انجام می‌دهند. علاوه بر این متأسفانه، تا ۱۰ می سال ۲۰۲۰ هیچ دارویی برای درمان و واکسن برای پیشگیری از این ویروس وجود ندارد. اما کشورها سعی در استفاده از روش‌های مختلف درمانی و استفاده از داروهای مناسب مختلف (بدون تأیید صحت) دارند. اقدامات پیشگیرانه‌ای که توسط WHO تعریف شده است شستن مکرر دست‌ها با آب و صابون یا شستشو با الکل و همچنین رعایت فاصله اجتماعی و انجام

¹ World Health Organization

² Public Health Emergency of International Concern

³ coronavirus

بهداشت تنفسی است [۴]. همچنین ماسک‌ها در محافظت از مردم در برابر عفونت نقش موثر دارند. جدای از آن، تنها راه جلوگیری از شیوع عفونت این است که در خانه بمانید و از اجتماعات عمومی خودداری کنید، از این رو، برای متوقف کردن شیوع، نیاز به تلاش مشترک همه نهادهای اجتماعی مانند سیستم مراقبت‌های بهداشتی، دولت و مهم‌تر از همه از طرف مردم است. علاوه بر این، استفاده گسترده از فن آوری‌های بالقوه به همراه درمان مؤثر و مراقبت‌های بهداشتی و قوانین قوی، تأثیرگذار خواهد بود و باعث تقویت خط دفاعی برای مبارزه با بیماری COVID-19 می‌شود.

فن آوری‌ها به‌طور مداوم توسعه می‌یابند. در شرایط غیرمنتظره‌ی اپیدمی بیماری COVID-19 نقش فناوری‌ها، خصوصاً فناوری ارتباطات و اطلاعات برای حمایت از بشریت به روش‌های مختلف قابل توجه است. اعتبارات مربوط به سیستم مراقبت‌های بهداشتی برای برطرف کردن این وضعیت استثنایی است، اما نقش بخشی از فن آوری‌ها در حمایت از سیستم مراقبت‌های بهداشتی، دولت و همچنین عموم مردم فراموش نمی‌شود. سهم این فن آوری‌ها در مبارزه با بیماری COVID-19 ممکن است تأثیر غیرمستقیم یا مستقیمی داشته باشد.

هدف اصلی این مقاله، مطالعه و بررسی استراتژی‌های مختلف مبتنی بر فن آوری می‌باشد که به محیط زیست در کنترل بیماری COVID-19 و همچنین به سایر فن آوری‌های مفید که پتانسیل استفاده را دارند، کمک می‌نماید. نتیجه مطالعه این است که خوانندگان، متخصصان و دانشمندان را به درک بیشتر اهمیت فن آوری‌ها به‌ویژه فن آوری ارتباطات و اطلاعات در کنترل بیماری اپیدمی، ترغیب می‌کند تا به اجرای این فناوری‌ها در آینده نزدیک برسند. مهمترین دستاوردهای این مقاله به شرح زیر است:

- بررسی فن آوری‌های مختلف اجرا شده به‌ویژه فن آوری ارتباطات و اطلاعات و تأثیر آنها در کنترل اپیدمی.

- معرفی فن آوری‌های قابل استفاده در آینده که می‌تواند در شرایط اپیدمی بیماری COVID-19 فعلی یا آینده مورد استفاده قرار گیرد.

- بحث در مورد تحولات در فناوری‌هایی که محیط و جامعه در مقابله با بحران اپیدمی ویروس متحمل شده‌اند.

این اثر عمدتاً از شش بخش جدا از هم تشکیل شده است. بخش اول چارچوب مطالعه برای این مقاله را نشان می‌دهد و بخش دوم در مورد تغییراتی که محیط و جامعه از طریق آن در کنترل وضعیت اپیدمی بیماری COVID-19 از جنبه‌های مختلف از قبیل دولت، سیستم مراقبت‌های بهداشتی، عمومی، صنایع، و غیره تأثیر گذارند، توضیح می‌دهد. بخش سوم به استراتژی‌های فن‌آوری که برای کنترل اپیدمی بیماری COVID-19، پیاده‌سازی شده است مانند ارتباطات اطلاعاتی^۱، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و استراتژی‌های زنجیره تأمین اشاره خواهد داشت. بخش چهارم تأثیرات غیرمستقیم فناوری‌هایی را، که هدف آن‌ها حمایت از حصر جامعه هنگام بحران اپیدمی کرونا است، بررسی می‌کند. بخش پنجم شامل فن‌آوری‌های آینده‌نگر از قبیل دور کاری، یادگیری از راه دور و نظارت است. در نهایت، بخش ششم به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری اختصاص خواهد یافت. همچنین یک بحث انتقادی در مورد تأثیر ایجاد شده توسط این فناوری‌ها، چالش‌های موجود و تأثیرات پیش‌بینی شده در آینده ارائه شده است.

چارچوب و روش پژوهش

در این مقاله سعی بر این است تا با مطالعه تحلیلی پژوهش‌های انجام شده مرتبط با کنترل اپیدمی بیماری COVID-19 اثرات فناوری‌های مختلف در کنترل این بیماری بررسی گردد. این اثر می‌تواند در حمایت از جامعه‌های مختلف برای مقابله با بیماری COVID-19 مفید واقع شود. در همین راستا مقالات مرتبط موجود در پایگاه‌هایی مانند Google Scientist، Elsevier، PubMed و IEEE^۱ جمع‌آوری و بررسی شده است. در مرحله اول، غربالگری اولیه با تجزیه و تحلیل براساس عنوان مقالات انجام می‌شود. در مرحله دوم بررسی و مطالعه چکیده‌ای از مقالات طبقه‌بندی شده انجام می‌شود. در مرحله سوم کارهای غیرمرتبط فیلتر و حذف می‌شود.

¹ Information Communication

منابع آنلاین که اطلاعات از آنها استخراج می شود عمدتاً شامل سازمان بهداشت جهانی (WHO)، وبسایت های معتبری برای گزارش دهی اطلاعات مانند مجمع جهانی اقتصاد، آمار، بررسی های فناوری MIT¹ و گزارش های خبری است. به طور کلی، از حدود ۱۵۰۰ اثر ناشی از جستجوها با استفاده از کلمات کلیدی مختلف، نهایتاً ۸۰۶ اثر پس از غربالگری اولیه طبقه بندی شده که ۱۷۲ مقاله برای مطالعه دقیق تر انتخاب و بررسی نهایی شده اند. پس از شکل گیری مقاله، تعداد کل مراجع به ۱۵۵ مورد تقلیل یافت که شامل ۳۲ منبع آنلاین و ۱۲۳ مقاله ژورنال است.

نگاه جامعه و محیط زیست برای کنترل بیماری اپیدمی

کاهش شیوع آلودگی به COVID-19 در جامعه، راهکارهای عملیاتی ویژه ای را می طلبد که کلیدی ترین آن ها شکستن زنجیره آلودگی بیماری است. در این بخش، در مورد تدابیری که جامعه برای کاهش شیوع عفونت اتخاذ می کند صحبت خواهیم کرد. این تدابیر بطور گسترده شامل مراقبت های بهداشتی، دولتی، عمومی، صنایع، محیط زیست، انرژی و همچنین تأثیر آن در آینده خواهد بود.

از دیدگاه مراقبت های بهداشتی، فناوری های زیادی برای برآورده کردن نیازهای بالینی تولید شده اند. از شروع آزمایش تا درمان، نوآوری های مختلفی پیاده سازی و آزمایش شده است. به عنوان مثال، مراحل آزمایش بیماری COVID-19 در فازهای مختلف از نتایج کوتاه مدت با دقت کمتر تا دقت بالای تست در گذر زمان انجام شده است. به طور کلی، از آزمایش واکنش زنجیره ای پلیمر از (PCR²) برای تشخیص بیماری COVID-19 استفاده می شود که یک روش دقیق است زیرا حضور RNA ویروس را تشخیص می دهد. سایر تکنیک ها شامل آزمایش سرولوژیک^۳، آزمایش آنتی ژن^۴ و غیره است [۵]. برای نشان دادن تصویر بزرگی از وضعیت عفونت، آزمایش جمعیتی گسترده لازم است و بنابراین، تقاضا برای کیت های آزمایش به اوج خود رسیده است. این روش

¹ Management Information Technology

² Polymerase Chain Reaction

³ Serologic Testing

⁴ Antigen Testing

آزمایش براساس مکان متفاوت است، در کشورهای پرجمعیت آزمایش آنتی‌بادی برای غربالگری اولیه شناخت ماهیت ایمنی جمعیت و نقشه‌برداری از عفونت مؤثر است. علاوه بر این، می‌توان نتایج را در یک دوره کوتاه‌مدت به دست آورد و ارائه نتایج آزمایش آنتی‌بادی سریع حدود ۱۵ تا ۳۰ دقیقه زمان صرف می‌کند [۶]. بوش آزمایش سریع و خلاقانه‌ای را برای تولید نتایج در دو ساعت و نیم پیشنهاد کرده است و ادعا می‌کند که این یکی از آزمایشات تشخیصی مولکولی کاملاً اتوماتیک در جهان است [۵]. هوش مصنوعی و یادگیری ماشین از جهات مختلفی مشارکت داشته‌اند که در بخش‌های بعدی مورد بحث قرار می‌گیرد. برای پیش‌بینی میزان شیوع عفونت، رویکردهای نوآورانه در تشخیص بیماری و شناسایی افراد ارائه‌دهنده خدمات در زمینه اپیدمی بیماری را دارند، بهترین راه روش تعامل با بیماران شناسایی شده است. یکی دیگر از رویکردهای جدید، روش ارائه شده توسط گروهی از محققان و مهندسان سانفرانسیسکو به نام Cough for the Cure است که از مدل آموزش داده شده برای شناسایی بیماری COVID-19 با نمونه‌های صوتی سرفه‌بیمار استفاده می‌کند [۵]. اگرچه ممکن است کاربردی و مؤثر نباشد زیرا مشخص نیست که سرفه بیماری COVID-19 منحصر به فرد است اما این رویکردی جدید است و استفاده از خدمات از راه دور در طول دوره بیماری COVID-19 به‌طور نمایی افزایش یافته است.

دیدگاه دولت

تصمیم‌گیری، مدیریت عمومی، برآورده کردن الزامات سیستم بهداشت و درمان و داشتن یک برنامه برای آینده از مهم‌ترین کارکردهای دولت در دوره بیماری COVID-19 است. وظیفه اصلی دولت در این خصوص همگرا کردن سیستم‌های مبتنی بر فناوری است تا به‌طور مشترک روی موضوعات بیماری COVID-19 متمرکز شوند و آگاهی مردم را در این امر افزایش دهند. این نهادهای اجتماعی می‌توانند میزان استفاده از فناوری مانند آزمایش با تکنیک‌های جدید برای تشخیص را کنترل کنند. در یک مقطع خاص، به‌منظور ردیابی خیل عظیم افراد ناقل بیماری در جامعه، حریم شخصی فرد در معرض خطر

است و این اقدامات به خاطر سلامت مردم انجام می شود. دولت‌ها همچنین برنامه‌هایی را راه‌اندازی می‌کنند، از پروژه‌ها و ابتکارات علمی پشتیبانی می‌کنند که در ارتباط با بحران سلامت به مردم کمک خواهد کرد [۷].

در رابطه با مردم، همکاری با دولت تنها راه کاهش شیوع بیماری است. در دوره‌ی قرنطینه، ممکن است مردم از قرار گرفتن در اجتماع، از نظر روانی افسرده شوند. جریان تولید در انواع صنایع، فناوری سلولی (اینترنت همراه و تماس تلفنی)، اتصال به اینترنت برخی از مواردی است که بدون آن مردم نمی‌توانند به‌طور مداوم دستورات قرنطینه را دنبال کنند. راهبردهای خانگی و یادگیری الکترونیکی باعث می‌شود که جامعه در دوره قرنطینه کاملاً عادی عمل کند. اما، عملکرد کلی سیستم از مراقبت‌های بهداشتی تا خود مردم بستگی به اقدامات مردم و همکاری آن‌ها دارد.

از دیدگاه صنعت، کارخانه‌ها برای کاهش شیوع بیماری بسته شده‌اند اما برخی از صنایع و شرکت‌ها با رعایت فاصله شدید اجتماعی، تولید محصولات موردنیاز سیستم مراقبت‌های بهداشتی را تولید کرده‌اند. صنایع خودروسازی، خطوط تولید خود را برای تولید دستگاه‌های تهویه، ماسک پلاستیکی صورت، محصولات چاپی سه‌بعدی^۱ و غیره تغییر داده‌اند [۸]. مارک‌های مد، تولید خود را از لباس و محصولات مد تغییر داده‌اند تا ماسک‌ها و سایر کالاهای مورد نیاز را که قادر به تولید هستند، تهیه کنند.

همچنین، بسیاری از شرکت‌های فنی دیگر در زمینه‌ی توسعه نرم‌افزار، به‌منظور بهبود توان محاسباتی و پشتیبانی از گروه‌های تحقیقاتی، کمک شایانی می‌کنند [۹]. در جدول ۱ صنایع مختلف تولیدی محصولات کلیدی پزشکی تولید شده که در طول بیماری COVID-19 مورد نیاز هستند، را نشان می‌دهد.

جدول ۱ صنایع تولیدی قبل و در طول اپیدمی [۸،۹،۱۰]

شرکت	زمینه کاری ^۱	محصولات تولیدی	
		قبل از اپیدمی	در طول اپیدمی
Ford	صنعت خودرو	وسایل نقلیه	دستگاه تنفس و هواکش‌های اصلاح شده
Tesla – Gigafactory	صنعت خودرو	سلول‌های PV	تهویه‌ها
Airbus	صنعت هوافضا	محصولات هواپیما	تهویه‌ها
Mercedes-AMG High Performance Powertrains	صنعت خودرو	موتورهای فرمول ۱	ماشین‌های فشار جریان هوای همواره مثبت (CPAP)
Dyson	شرکت فناوری	جاروبرقی و خشک‌کن دستی	تهویه‌ها
Ineos	شرکت شیمیایی	روغن، گاز، پلاستیک مواد شیمیایی و سایر محصولات	ضد عفونی‌کننده دست و سایر محصولات بهداشتی
Gucci	صنعت مد	پوشاک	ماسک
Zara	صنعت مد	پوشاک	ماسک‌های جراحی
LVMH and L'Oreal	صنعت مد	عطرها	ضد عفونی‌کننده‌های پزشکی و ژل ضد عفونی‌کننده

از دیگر تحولات اجتماعی به دلیل بیماری COVID-19 تأثیر اقتصادی بالای آن بر فروشندگان و مشاغل کوچک است. اما مشاغل بزرگ و برندها، عمده‌ترین مشکلی که با آن روبه‌رو شده‌اند مشکلات حمل و نقل است. گزارشی از بررسی بیماری COVID-19، [۱۱] نشان می‌دهد که ۴۰٪ از برندها با مشکلات حمل و نقل روبه‌رو هستند و ۵۶٪ از برندها در زنجیره تأمین خود با مشکل روبه‌رو هستند به طوری که برندها امروزه بیش‌ترین هزینه را در تبلیغات داشته‌اند. در یک نظرسنجی عمومی از فروشندگان مطرح ۲۸ درصد از پاسخ‌دهندگان ادعا کرده‌اند که فروش خود را افزایش داده‌اند. یک مطالعه دیگر نشان می‌دهد که میزان بیکاری ایالات متحده به اوج خود رسیده و در اسپانیا تقریباً ۹۰۰ هزار شغل تعطیل شده است زیرا این کشور برنامه سختی برای اجرای فاصله اجتماعی برای

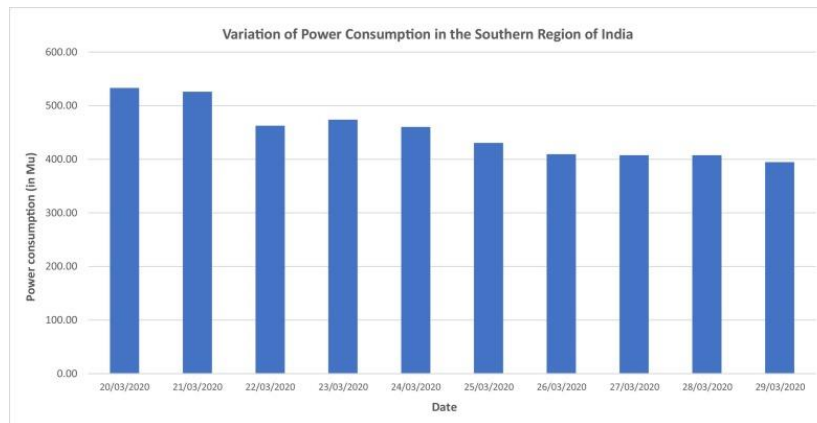
دوفصلنامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم
دوره ۷، شماره ۴، پاییز و زمستان ۱۴۰۰

^۱ Domain

مبارزه با کرونا دارد مانند ۲ آوریل ۲۰۲۰ [۱۲]. همچنین، ترافیک هوایی به دلیل بیماری COVID-19 به طرز چشمگیری کاهش یافته است. داده‌های وبسایت Flightradar24 کاهش ۶۴ درصدی ترافیک هوایی را از ۶ مارس تا ۶ آوریل ۲۰۲۰ نشان می‌دهد [۱۳].

با توجه به جنبه‌های زیست‌محیطی، تا عموم مردم در خانه بمانند که به دلیل فعالیت‌های صنعتی کم‌تر و حرکت وسایل نقلیه منجر به کاهش آلودگی هوا می‌شود، به‌عنوان مثال کشور هند که حدود ۲۱ شهر از ۳۰ شهر آلوده جهان را در خود جای داده است، از کاهش آلودگی هوا خبر داده است. طبق گفته کارشناسان مرکز تحقیقات انرژی و هوای پاک (CREA^۱) [۱۴]، آلاینده‌های دیگر از قبیل PM 2.5 و PM 10 نیز به میزان قابل توجهی کاهش یافته است.

از نقطه نظر مصرف انرژی، به دلیل تعطیل بودن بسیاری از شرکت‌ها، کارخانجات و مغازه‌ها می‌توان انتظار داشت میزان مصرف برق به‌طور قابل توجهی کاهش یابد. فقط بار مسکونی و صنعتی که برای تأمین نیازهای اساسی جامعه فعالیت می‌کنند، از این شبکه نیرو می‌گیرند. در یک مطالعه موردی، مصرف برق در منطقه جنوبی هند از ۲۰ تا ۲۹ مارس ۲۰۲۰ مورد بررسی قرار گرفته است [۱۵]. در این دوره زمانی، هند تعطیلی کامل را در دو مرحله اعلام کرد. در ابتدا، در ۲۲ مارس، تعطیلی یک روزه اعلام شد و پس از آن، یک تعطیلی کامل برای ۲۱ روز بعد از ۲۵ مارس ۲۰۲۰ اجرا شد. شکل ۱ تغییرات مصرف برق در منطقه جنوبی هند را نشان می‌دهد. همچنین نمودار نشان‌دهنده‌ی کاهش تقاضای برق در ۲۲ مارس است که مربوط به یک کارگاه بدون کارگر، یک روزه است و به‌طور مشابه، تقاضای برق در دوره تعطیلی کامل (که از ۲۵ مارس آغاز شد)، کاهش یافته است. به‌طور کلی، در ۲۰ مارس ۲۰۲۰، تقاضای برق ۵۳۳.۰۱ واحد مگا (مو)^۲ بود در حالی که در ۲۹ مارس ۲۰۲۰، تقاضای برق ۳۹۴.۶۷ واحد مگا (مو) بود که تقریباً کاهش ۲۶٪ در میزان تقاضا است.



شکل ۱ تغییر مصرف برق در منطقه جنوبی هند از ۲۰ مارس تا ۲۹ مارس ۲۰۲۰

استراتژی‌های فنی برای کنترل اپیدمی

فناوری‌ها نقش اساسی در زندگی روزمره دارند اما چشم‌انداز فناوری در کمک به کاهش عفونت و همچنین کنترل وضعیتی مانند بیماری COVID-19 از جمله مواردی است که کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین، در این مقاله به جنبه‌های استفاده از فناوری به‌عنوان راهکارهای مختلفی برای ارائه خدمت در وضعیت بیماری COVID-19، براساس مقالات و مطالعات انجام شده پرداخته‌ایم. لذا، برای غلبه بر شرایط اپیدمی، می‌توان سهم فناوری‌های مختلف تأثیرگذار را به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم شناسایی کرد. به‌طور مستقیم فناوری‌های تأثیرگذار از جمله مواردی هستند که در راهکارهای مختلف برای کاهش عفونت، کمک‌های لازم را به مراکز درمانی و جامعه ارائه می‌کنند. در یک جامعه، بخش‌های مهمی مانند ارتباطات و اطلاعات^۱، هوش مصنوعی و یادگیری ماشین؛ و زنجیره‌ی تأمین در فناوری‌ها به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این بخش، به جنبه‌های مختلف فناوری‌ها در کنترل اپیدمی و ویروس کرونا خواهیم پرداخت.

۱-۴) ارتباطات و اطلاعات

بیماری COVID-19، به‌طور سریعی انتقال می‌یابد و در تمام جهان شیوع پیدا کرده

¹ Information communication

که علت عمده‌ی آن هم، به دلیل ارتباط انسان با انسان است. اطلاعات لازم مانند ماهیت بیماری، نحوه‌ی انتقال آن، خطرات مرتبط با آن، اقدامات پیشگیرانه و سیاست‌های دولت، از جمله مواردی است که لازم است تا در زمان مناسب به مردم اطلاع‌رسانی شود. برای کمک به این امر، نقش رسانه‌های گروهی و شبکه‌های اجتماعی در انتقال اطلاعات از منبع به کاربر نهایی بسیار مهم هستند. همه‌ی اطلاعات به روز مربوط به بیماری COVID-19 در سراسر جهان از طریق رادیو، تلویزیون، روزنامه‌ها و اینترنت پخش می‌شود و رسانه‌های اجتماعی توجه ویژه‌ای به پخش اخبار در وبسایت‌های مختلف در سراسر جهان دارند. در این خصوص مسایل مهمی مانند چگونگی برقراری ارتباط مؤثر، میزان درک خطر توسط افراد پس از برقراری اطلاعات، و درک حقیقت اطلاعات (صحت اطلاعات) مطرح می‌شود که به آن‌ها خواهیم پرداخت.

۱-۱-۴) چالش‌های برقراری ارتباطات و اطلاعات

در شرایط بیماری COVID-19، تصمیم‌گیری‌های دولت، سیاست‌ها، ممنوعیت سفر، دوره قرنطینه و سایر به‌روزرسانی‌های مهم، باید به‌صورت شفاف باشند. این ارتباط باید در مورد چنین بیماری عفونی نوظهور، آگاهی را در بین مردم ایجاد کند و در مورد آن‌چه که سیستم مراقبت‌های بهداشتی می‌داند و مربوط به بیماری COVID-19 نیست، روشن باشد. اطلاعات باید به محض تأیید مقامات و در همان زمان به روز شود. با اطلاع‌رسانی دقیق به انبوه مردم، می‌توان این چالش را مرتفع کرد، به گونه‌ای که این اطلاعات باعث افزایش وحشت در بین مردم نشود. به‌عنوان مثال، اگر دوره‌ی قرنطینه برای ۲ هفته‌ی دیگر تمدید شود، در این صورت اطلاعات باید به چگونگی دستیابی مردم به نیازهای اساسی کمک نماید. این امر به کاهش وحشت در بین مردم منجر خواهد شد. وقتی که، این به‌روزرسانی برای گزارش کم باشد، رسانه‌های جمعی می‌توانند اطلاعات اصلی کنترل عفونت و سایر اطلاعات را که باعث آگاهی در بین مردم می‌شود به گزارش اضافه کنند [۱۶].

۲-۱-۴) درک خطر

این روزها، شیوع بیماری COVID-19 توجه رسانه‌های اجتماعی را به خود جلب

کرده است. به نحوی که در معرض گفتمان قرار گرفته و ممکن است در بین مردم درک تلقی خطر را ایجاد کند، اما عکس العمل افراد در برابر آن، رفتارهای متفاوتی را در پی دارد [۱۷، ۱۸]. کنترل افراد خوش بین ممکن است آسان باشد اما افراد بدبین باعث افزایش وحشت می شوند. این امر منجر به همکاری ناکارآمد از طرف عموم مردم برای سیاست های بهداشتی خواهد شد که به خطر بزرگی منجر می شود [۱۸، ۱۹]. از این رو، درک خطر عاملی است که هم، بستگی به اطلاعات منتهی به دولت و هم، به ظرفیت هضم کل جامعه دارد [۲۰].

یک الگوی ساده به صورت ارتباطات سیستم خطر - دولت - متخصصین - بهداشت و درمان^۱ در شکل ۲ ارائه شده است. این مدل ارتباطی به روز شده از یک مدل [۲۱] با رویکرد پیام محور است. این مدل شامل چهار رسانه مرتبط با هم که متخصصین - سیستم مراقبت های بهداشتی^۲، دولت - متخصصین^۳، دولت - عموم مردم^۴ و متخصصین - عموم مردم^۵ است.

مدل دولت - عموم مردم

در این جا، دولت بالاترین تصمیم گیرنده در کنترل فعالیت ها است و تصمیم گیری آن تأثیری بر مردم خواهد گذاشت که می توان از رفتار آن ها به عنوان بازخورد مشاهده کرد. ارتباطات دولت و مردم به طور معمول یک ارتباط خارجی است و اطلاعاتی که منتقل می شوند باید کامل و دقیق باشند. عموم مردم باید برای همکاری با دولت و درک اهمیت اطلاعات منتشره از طرف دولت، خوش بین باشند. پاسخ واقعی عموم مردم با آن چه انتظار می رود مقایسه می شود و باید برای برقراری ارتباط مؤثر ارزیابی شود [۲۲]. همچنین بازخورد عموم مردم به دولت کمک می کند تا استراتژی های ارتباطی خود را تغییر شکل دهند [۲۳، ۲۴].

مدل دولت - متخصصین

این مدل برای کل مدیریت ریسک و سیاست های تصمیم گیری مهم است و به عنوان ارتباطات داخلی عمل می کند. شکل کامل تر آن متشکل از تخصص در دانش حرفه ای،

¹ Government-Expert-Public-Healthcare system risk

² Healthcare system - experts

³ Government - experts

⁴ Government - public

⁵ Expert - public

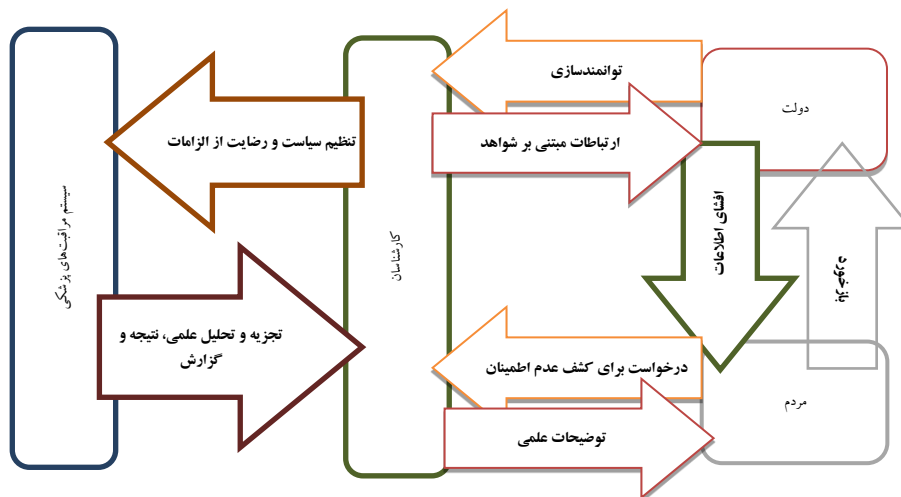
مدیریت و فناوری است که توسط ارگان‌های دولتی مجاز هستند داده‌ها و مدارکی را برای ارتباط با ریسک ارائه دهند. همچنین آن‌ها ریسک را ارزیابی می‌کنند و در تصمیم‌گیری منطقی که به نفع جامعه باشد، کمک می‌کنند [۲۵،۲۶،۲۷].

مدل متخصصین - سیستم مراقبت‌های بهداشتی

این مدل، به‌عنوان منبعی برای شناسایی ارزیابی خطر یا تأثیر احتمالی مشکل، شناخته شده و از آن برای ارتباط داخلی استفاده می‌شود. سیستم مراقبت‌های بهداشتی هم دقیقاً در زمان اپیدمی بودن، وضعیت تجهیزات بهداشتی و مدت زمان مورد نیاز برای اقدامات احتیاطی برای مقابله با وضعیت را بررسی می‌کند.

مدل متخصصین - عموم مردم

برای این مدل، لازم است تا شکافی بین آن‌ها ایجاد شود و یک ارتباط خارجی را به تصویر بکشد. اکثریت مردم معمولاً نمی‌توانند پیچیدگی ریسک مورد تجزیه و تحلیل را، درک کنند. بنابراین، متخصصان می‌توانند نقشی برای انتقال موضوع به روشی ساده‌تر و صریح‌تر برای عموم مردم داشته باشند تا طبق حقایق، درک و عمل کنند [۲۸]. به‌طور کلی، مدیریت ارتباط با ریسک نباید خیلی متمرکز و بیش از حد غیر متمرکز باشد [۲۹].



شکل ۲- نمایش شماتیک فرآیند ارتباط خطر

درس مهم دیگری که از کشورهای آسیب‌دیده مانند چین و ایتالیا آموخته‌ایم، این است که خطر ارتباط بین افراد باید از زمان شناسایی خطر و شناسایی ریسک آغاز شود [۳۰]. در مورد یک بیماری ناشناخته، ارتباطات باید بدون هیچ‌گونه نتیجه‌گیری ناگهانی باشد و به محض جمع‌آوری شواهد مناسب برای اثبات آن به‌عنوان یک مورد جدید، اطلاعات باید بلافاصله با راهکارهای درمانی مناسب بازگو شود. هرگونه تأخیر در چنین مواردی نتیجه‌ی غیرمنتظره‌ای را به‌دنبال خواهد داشت.

۳-۱-۴) اطلاعات نادرست

اگرچه، ارتباطات مؤثر مهم است اما اطلاعات نادرست منجر به یک نتیجه‌ی غیر قابل پیش‌بینی می‌شود. فیلترینگ خبرهای دروغین به‌ویژه در رسانه‌های اجتماعی غیر عملی است اما برای کاهش همین موارد همواره قدم‌هایی برداشته شده است. علاوه بر این، روشی غیرمتمرکز در برقراری ارتباط است و لذا کنترل آن بر گسترش اطلاعات نادرست در دست کاربران است. به‌عموم مردم توصیه می‌شود در صورت تهیه‌ی اطلاعات تأیید شده، از یک صفحه‌ی معتبر یا رسمی پیروی کنند. در همین راستا گزارش شده است که فیسبوک تمام اظهارات سلامتی مربوط به بیماری COVID-19 را به‌جز سایت‌های رسمی مسدود کرده است و Pinterest تمام جستجوی خود را در رابطه با بیماری COVID-19 پست، ایجاد و تأیید شده توسط WHO انجام داده است [۱۶]. تجزیه و تحلیل رسانه‌های اجتماعی مانند اینستاگرام، توییتر و یوتیوب و همچنین برخی از رسانه‌های اجتماعی دیگر، نشان می‌دهد که گسترش اطلاعات، به‌دلیل تعامل الگوهای خاص گروهی از کاربران درگیر این موضوع است [۳۱]. بنابراین، مطالعه‌ی مربوط به پویایی اجتماعی ناشی از مصرف محتوای کاذب برای کنترل اطلاعات نادرست در بین جریان‌های مختلف، مورد نیاز است. دیدگاه دیگری نشان می‌دهد که قرار گرفتن در معرض و به‌اشتراک‌گذاری اخبار جعلی در ایالات متحده مشخص شده است که در زیربخش‌های جمعیتی متمرکز شده است [۳۲، ۳۳]. مطالعه‌ی دیگری نشان می‌دهد که دولت و شرکت‌های رسانه‌های اجتماعی باید مداخلات را در کنار دانشمندان رفتارهای اجتماعی مستقل توسعه دهند و آزمایش کنند [۳۴].

۲-۴) هوش مصنوعی و یادگیری ماشین

هوش مصنوعی، انقلابی در دوره‌ی اطلاعاتی فعلی، در سراسر جهان محسوب می‌شود و دارای کاربردهای عظیمی است. معرفی فناوری اطلاعات در بخش بهداشت، از جنبه‌های مختلف پیشرفت کرده است [۳۵]. ابتدا اصطلاحات فنی درگیر در زمینه‌ی هوش مصنوعی را تعریف خواهیم کرد.

- هوش مصنوعی (AI) توانایی سیستم در دستیابی به داده‌ها، تفسیر، یادگیری و استفاده از یادگیری‌ها برای دستیابی به نتیجه‌ی مورد نیاز است.

- یادگیری ماشین (ML) زیرمجموعه‌ی هوش مصنوعی است که در آن، کامپیوترها می‌توانند رابطه‌ی بین داده‌های ورودی و خروجی را یاد بگیرند و یا حتی اطلاعاتی در مورد داده‌های ورودی به تنهایی بیاموزند و به‌منظور تنظیم تعامل با داده‌های جدید، طبق برنامه‌های مختلف تنظیم می‌شوند. ماهیت یادگیری را می‌توان تحت نظارت یادگیری یا یادگیری بدون نظارت قرار داد.

- یادگیری نظارت شده فرآیند آموزش و آزمایش است. ابتدا رایانه‌ها با داده‌های نمونه، آموزش داده می‌شوند و سپس از آن‌ها برای پیش‌بینی نمونه‌ی جدید داده استفاده می‌شود.

- آموزش فرآیند یادگیری از نمونه داده‌ها بدون نظارت بر آن است و به‌طور مداوم از داده‌های ورودی یاد می‌گیرد.



شکل ۳ تصویر رابطه بین هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و یادگیری عمیق

یادگیری عمیق، زیردامنه‌ی یادگیری ماشین است که ویژگی‌های سطح بالا را از ورودی خام تجزیه و تحلیل می‌کند. مجموعه‌های بزرگ پردازش داده را اداره می‌کند و یک سیستم محاسباتی مبتنی بر عصب است. شکل ۳ رابطه بین هوش مصنوعی^۱، یادگیری ماشین^۲ و یادگیری عمیق را نشان می‌دهد.

جمع‌آوری گسترده داده‌های بهداشتی از طریق رسانه‌های متنوعی انجام شده است. مانند: توالی ژنومی^۳، سوابق الکترونیکی سلامت (EHRs)^۴، تولیدکنندگان داده‌های بزرگ و زیست‌پزشکی [۳۶،۳۷،۳۸]. یادگیری ماشین و توسعه سریع فناوری‌های مبتنی بر یادگیری، توانایی خود را برای تبدیل این داده‌های بزرگ به شکل قابل استفاده در برنامه‌های کاربردی پزشکی نشان داده‌اند. به‌طور کلی، اجرای هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در زمینه مراقبت‌های بهداشتی باعث بهبود رفاه بیماران شده است [۳۹،۴۰،۴۱] بهبود کیفیت مراقبت‌های بهداشتی و تشخیص مؤثر [۴۲،۴۳،۴۴]، باعث کاهش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی شده است [۴۵،۴۶،۴۷]. اگرچه، تعداد زیادی از داده‌ها در دسترس است، اما از اکثر داده‌ها برای ساخت مدل‌های ریاضی، هرگز استفاده نمی‌شود و می‌توانند با سیستم مراقبت‌های بهداشتی ادغام [۴۸] و دیده شوند. در حال حاضر فقط حدود ۱۵٪ از بیمارستان‌ها از این فناوری‌ها استفاده می‌کنند. این استفاده فقط برای اهداف محدود حساب می‌شود [۴۹]. بنابراین، تحقیق در مورد این مباحث فعال، سودمند خواهد بود [۵۰،۵۱]. در شرایط اپیدمی، این فناوری‌ها پشتیبانی قابل توجهی از سیستم مراقبت‌های بهداشتی می‌کنند. ما می‌توانیم نقش این فناوری‌ها در سیستم مراقبت‌های بهداشتی را به‌عنوان پیش‌بینی، تشخیص و درمان طبقه‌بندی کنیم که در بخش آینده مورد بحث قرار خواهد گرفت. همچنین، جنبه‌های دیگری از این فناوری‌ها که به وضعیت اپیدمی کمک کرده‌اند، نیز ارائه می‌گردد.

۱-۲-۴) پیش‌بینی و طبقه‌بندی

از برنامه‌های پرکاربرد مانند هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، برای پیش‌بینی و

¹ Artificial intelligence

² Machine Learning

³ Genomic Sequencing

⁴ Electronic Health Records

طبقه‌بندی داده‌ها، استفاده می‌شود. طبق گزارشات واصله، BlueDot مبتنی بر هوش مصنوعی، به‌طور شبانه‌روزی از یک سیستم نظارت بر عفونت استفاده کرده و بیش از ۱۰۰/۰۰۰ مقاله‌ی آنلاین در سراسر جهان با ۶۵ زبان مختلف را در ۱۵ دقیقه مطالعه می‌کند. در ۳۰ دسامبر سال ۲۰۱۹، این الگوریتم شاهد گسترش غیرمعمول در موارد "ذات‌الریه" با "دلیل ناشناخته" در ووهان چین بوده و آن‌را هشدار داده بود. خیلی قبل‌تر از آن‌که شیوع بیماری به‌طور رسمی به‌عنوان بیماری COVID-19 شناخته شود [۵۲]. بنابراین، این فناوری‌های نوظهور می‌توانند چنین بیماری اپیدمی را پیش‌بینی کرده و به انسان‌ها هشدار دهند که اقدامات پیشرفته لازم را انجام دهند. شرکت‌هایی مانند BlueDot و Metabiota از الگوریتم‌های پردازش زبان طبیعی (NLP)^۱ برای انجام تجزیه و تحلیل گزارش‌های مراقبت‌های بهداشتی و به زبان‌های مختلف استفاده می‌کنند. ابزار پیش‌بینی آن‌ها نیز می‌تواند برای ردیابی مراکز عفونت بالقوه از داده‌های سفر هوایی استفاده شود. به‌عنوان مثال، گزارش عمومی Metabiota کشورهایمانند چین، ایتالیا، ایران و ایالات متحده را شامل می‌شود که داده‌های جدید را گزارش می‌دهند و در واقع تفاوت‌چندانی با یکدیگر ندارد [۵۳]. تجزیه و تحلیل مبتنی بر داده‌ها توسط کنستانتینوس سیتوس و همکاران^۲، با توجه به داده‌های گزارش شده بین ۱۱ ژانویه و ۱۰ فوریه ۲۰۲۰، شیوع بیماری در هوبی^۳ چین را تا ۲۹ فوریه ۲۰۲۰ پیش‌بینی کرد. آن‌ها پیش‌بینی کردند که حداقل عفونت ۴۵/۰۰۰ نفر و تعداد مرگ و میر در حدود ۲۷۰۰ نفر خواهد بود و تعداد مرگ در هر ۲۸۰۰ ثانیه بود که نشان می‌دهد که ماهیت اطلاعات به هم نزدیک است [۵۴]. از این حوادث می‌توانیم استنباط کنیم که از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین می‌توان برای پیش‌بینی وضعیت استفاده کرد و براساس آن‌ها می‌توانیم به‌منظور کاهش شدت شیوع آن اقدام کنیم. طبقه‌بندی داده‌ها همراه با پیش‌بینی بسیار مهم است زیرا می‌تواند ایده روشنی از نحوه برخورد با داده‌ها ارائه دهد. به‌عنوان مثال، در حین شیوع بیماری، تقاضا برای شناسایی میزان موارد عفونت از بیماری خفیف تا بحرانی وجود دارد. این تجزیه و تحلیل توسط

¹ Natural Language Processing

² Constantinos Siettos et al.

³ Hubiei

Xiangao Jiang و همکاران انجام شد که در آن چارچوب هوش مصنوعی برای یافتن شیوع بیماری COVID-19 و مبتلایان به بیماری بحرانی براساس داده‌های دو بیمارستان در ونژو^۱، ژجیانگ^۲ چین استفاده شده است [۵۵]. دقت مدل پیش‌بینی شده با موارد بحرانی پیش‌بینی شده ۷۰٪ تا ۸۰٪ بود. چنین تحلیلی به زیرساخت‌های بالینی کمک می‌کند تا تقاضای محصول مراقبت‌های بهداشتی آینده را برآورده سازد. همچنین، Lishi Wang و همکارانش یک الگوریتم مبتنی بر اطلاعات بیمار را برای پیش‌بینی و تخمین میزان مرگ و میر ناشی از بیماری COVID-19 معرفی کرده بودند [۵۶].

عوامل بی‌شماری بر نتایج بالینی بیمار که شامل بیماری، روش‌های درمانی و تأثیر آن بر خصوصیات ذاتی بیمار است، تأثیر می‌گذارند [۵۷]. تکنیک‌های یادگیری نظارت شده در پیش‌بینی و نشانه‌های زیستی استفاده می‌شوند. رویکردهای یادگیری ماشین در طراحی نشانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد که شامل مدل‌های رگرسیون، طبقه‌بندی و درخت رگرسیون می‌باشد [۵۸، ۵۹]. شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN^۳) در تجزیه و تحلیل مطالعات استفاده می‌شوند [۶۰]. یادگیری بدون نظارت به‌طور گسترده‌ای در شناسایی نمونه‌های بیولوژیکی و طبقه‌بندی آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد که در شناسایی زیرگروه‌های همگن در نتایج بالینی ناهمگن مفید است و در نوع یادگیری در معالجه بیماران مبتلا به سرطان پستان مفید است [۶۱، ۶۲، ۶۳]. دنته و همکاران استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تشخیص پروفایل‌های پیش‌بینی‌کننده باکتری و پنومونی^۴ در بیماران تحت درمان با زخم‌های کاری [۶۴] را پیشنهاد کرده‌اند. در تحقیق دیگری از یادگیری ماشین برای طراحی مدل‌های تست اولیه استفاده شده که نقش آن‌ها پیش‌بینی این است که آیا بیمار برای ویروس تنفسی خاص آزمایش می‌شود [۶۵]. هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، به میزان قابل توجهی اکتشافات ژنتیک و زمینه پزشکی مولکولی را افزایش داده‌اند که بر توسعه‌ی واکسن‌ها نیز تأثیر می‌گذارد [۶۶]. بنابراین، نقش این فناوری‌ها در پیش‌بینی و طبقه‌بندی داده‌ها در هر شرایطی حیاتی است و همچنین

¹ Wenzhou

² Zhejiang

³ Artificial Neural Networks

⁴ Pneumonia

نباید کورکورانه نتایج را باور کرد. نتایج پیش‌بینی شده باید همراه با تفکر شناختی ارزیابی تا یک راه حل بهتر ارائه شود.

۲-۲-۴) تشخیص

کاربرد هوش مصنوعی در شناسایی افراد آلوده و بیمار در سیستم مراقبت‌های بهداشتی پدیده‌ای است که باعث می‌شود تا عمل‌های پزشکی تغییر یابند. اجرای هوش مصنوعی در زمینه‌ی کارهای بینایی و پزشکی به‌طور چشمگیری رو به رشد است.

مدل‌های یادگیری ماشین که برای بررسی تصاویر پزشکی برای تشخیص بیماری در مراحل اولیه طراحی شده‌اند، انقلابی است و این برای داده‌های دیجیتال بزرگ و الگوریتم‌های یادگیری عمیق برای آزمایش، و رسیدن به یک کار خاص تولید می‌شود. کاربرد بالقوه‌ای که این یادگیری مبتنی بر بینایی قابل اجرا است، رادیولوژی^۱، چشم‌پزشکی^۲، آسیب‌شناسی و پوست^۳ است [۶۷]. هوش مصنوعی در تشخیص ملانوما^۴ [۶۸]، زوال عقل^۵ [۶۹]، رتینوپاتی دیابتی^۶ [۷۰]، سل^۷ [۷۱] و گلوکوم^۸ [۹] به کار می‌رود.

در شرایطی که بیماری COVID-19 به سرعت در حال گسترش است، غربالگری عمومی و آزمایشات بیماری‌زا برای کاهش عفونت، ضروری است. اما این یک فرآیند وقت‌گیر است و همچنین از اهمیت بالایی برخوردار است. مطالعه‌ی Shuai Wang و همکاران با استفاده از روش یادگیری عمیق، یک تشخیص بالینی برای بیماری COVID-19 براساس تغییرات رادیوگرافی در تصاویر CT ایجاد کرد. این روش به دقت ارزیابی داخلی ۸۹/۵٪ و اعتبار خارجی صحت ۸۵/۲٪ را نشان داد [۷۲]. شرکت‌هایی مانند Delft Imaging و Thirona با هم یک راه حل غربالگری CAD4COVID ساختند که بر روی نرم‌افزار CAD4TB ساخته شده است و در حال حاضر توسط وزارتخانه‌های بهداشت و مؤسسات محور سل برای غربالگری بیماری COVID-19 به کار گرفته شده است [۷۲].

¹ Radiology

² Ophthalmology

³ Pathology and Dermatology

⁴ Diagnosis of Melanoma

⁵ Dementia

⁶ Diabetic retinopathy

⁷ Tuberculosis

⁸ Glaucoma

۳-۲-۴) رفتار

نقش هوش مصنوعی در درمان محدود شده است و می‌تواند به تعیین روش‌های جدید برای تشخیص و نظارت بر بیماری‌ها کمک کند که در نهایت وظیفه متخصصان مراقبت‌های بهداشتی را ساده‌تر می‌کند. به‌عنوان مثال، محققان در ژاپن از هوش مصنوعی برای تعیین توالی ژنوم‌های سرطان برای یافتن بیماران بدخیمی که خونریزی می‌کنند و همچنین برای شناسایی جزئیات داروی مناسب استفاده می‌کردند [۷۴]. در تحقیق هایزنون و همکاران^۱ از یادگیری ماشین در واکسینولوژی معکوس استفاده شده است که هدف آن تشخیص آنتی‌ژن‌های محافظ باکتریایی (BPAs)^۲ از آنتی‌ژن‌های محافظ غیر باکتریایی است و این باعث پیشرفت واکسن‌ها می‌شود [۷۵]. همچنین مطالعات، حاکی از آن است که هوش مصنوعی در زمینه‌ی توسعه دارو کمک خواهد کرد تا نتایج احتمالی در استفاده از یک داروی کارآزمایی بالینی [۷۶] و همچنین برای شناسایی پاسخ در بدن بیمار [۷۷، ۷۸] را تجزیه و تحلیل کند. مشکل دیگر در زمینه پزشکی مراقبت‌های ویژه، تنظیم تنفس فردی برای هر بیمار است. در تحقیق استیون گانزرت و همکاران، راه حل برای این مشکل با استفاده از یادگیری ماشین براساس داده‌های به‌دست آمده از مراقبت‌های ویژه ارائه شده است. آن‌ها روش‌های مختلفی را تجزیه و تحلیل کردند و یادگیری ماشین را در تشخیص روش منحنی فشار و همچنین در پیش‌بینی حجم با فشار داده شده، روش و اطلاعات بیمار [۷۹] مورد بررسی قرار دادند که به درمان بیماری تنفسی بیمار کمک می‌کند و در آینده از پتانسیل بسیار زیادی برخوردار است.

۴-۲-۴) جنبه‌های دیگر

یادگیری ماشین با پردازش و سازمان‌دهی انبوهی از داده‌های بیماران که در پرونده‌های الکترونیکی بهداشتی نگهداری می‌شوند، می‌تواند در خدمت پزشکان باشد و در کاربردهای بالینی شامل شناسایی بیماران با ریسک بالا، که نیاز به بخش مراقبت ویژه دارند، [۸۰]، تشخیص علائم اولیه منجر به سرطان ریه^۳ [۸۱] و تعیین وضعیت تنفسی بیمار با

¹ Heinson et al

² Bacterial Protective Antigens

³ Lung cancer

استفاده از اشعه X قفسه سینه [۸۲] مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین، هوش مصنوعی و یادگیری ماشین باعث افزایش عملکرد تشخیص، پیش‌بینی و همچنین تصمیمات مدیریت در حوزه مراقبت‌های بهداشتی می‌شوند [۸۳]. همچنین، تکنیک‌های یادگیری عمیق، تأثیر به‌سزایی در شناخت و ارایه پیشرفته [۸۴] و تکنیک‌های تشخیص بصری [۸۵] دارند که در آینده نقش بالقوه‌ای خواهند داشت. این روش‌های یادگیری عمیق از شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی رابطه بین داده‌های ورودی و خروجی، استفاده می‌کنند. از جنبه‌های بالقوه یادگیری ماشین، توانایی آن در کاهش خدمات و هزینه‌های محصول، اتوماسیون [۸۶] و خدمات بهتر مشتری [۸۷] است. تشخیص هوشمند خطا (IFD)^۱ یکی دیگر از حوزه‌های یادگیری ماشین است که در آن، مدل‌ها برای تشخیص خطای دستگاه طراحی شده‌اند و رابطه‌ای بین وضعیت سلامتی ماشین‌ها و رشد داده‌های نظارت ایجاد می‌کند [۸۸]. این به کار انسانی کمک می‌کند تا به‌طور اساسی و به‌صورت خودکار، وضعیت سلامتی دستگاه را تشخیص دهند. این فناوری‌های نوپا هستند که می‌توانند به بخش‌های مختلف برای پیشرفت جامعه کمک کنند.

در شرایط بیماری COVID-19، فناوری‌هایی که از قبل به بشریت یاری رسانده‌اند با روش‌های بسیار بهتری با شرایط موجود روبه‌رو می‌شوند. یک شرکت تجزیه و تحلیل داده‌ها به نام Stratifyd واقع در شارلوت^۲ در کارولینای شمالی با استفاده از هوش مصنوعی، پست‌های موجود در رسانه‌های اجتماعی مانند فیسبوک و توییتر را در مراجعات مشابه با توصیف بیماری که از منابع رسمی مانند مؤسسه ملی بهداشت جهانی، سازمان بهداشت و غیره [۵۳] استخراج شده است را اسکن می‌کند.

Ramesh Raskar و تیم آزمایشگاه MIT Media Lab یک اپلیکیشن با نام Private Kit مسیرهای ایمن تهیه کردند که مسیر مسافرت شخص را پیگیری می‌کند و می‌تواند بررسی کنند که آیا فرد بدون اطلاع از این موضوع با فرد آلوده در تماس بوده است؟ با استفاده از این امر می‌توان درک کرد که آیا فرد آلوده به همراه سایر ویژگی‌ها، در کنار

¹ Intelligent Fault Diagnosis

² Charlotte

آن‌ها قرار دارد [۸۹]؟ در این اپلیکیشن، ابعاد دیگری از مسائل امنیتی نیز در نظر گرفته می‌شود که جدا از آن، این برنامه به ما هشدار می‌دهد که منشاء این عفونت کجا بوده و ممکن است کاربران را مبتلا کند و چه مکان‌های خاصی ایمن نیستند. این‌ها فقط در صورتی ممکن است که مردم از آن استفاده کنند و ردیابی نقاط مهم کرونا ویروس در کشورهایی مانند کره جنوبی اثبات شده است. هوش مصنوعی علاوه بر تمرکز روی پزشکان مانند chatbots، در ایجاد ابزار برای بیماران نیز واجب است. آن‌ها به برنامه ویژه هوش مصنوعی تعلق دارند و از پردازش زبان طبیعی (NLP)^۱ برای تفسیر سواد پزشکی و تشخیص عمومی استفاده می‌کنند [۹۰]. توسعه گپ‌های چت می‌تواند در قالب یک برنامه کاربردی، به عنوان یک واسط در اختیار مردم قرار گیرد و نیازهای اساسی را خریداری کند که می‌تواند زمان و شماره را برای جمع‌آوری موارد قبض خود در دوره قرنطینه اختصاص دهد، به گونه‌ای که در حفظ فاصله اجتماعی کمک کند. جدول ۲ خلاصه فناوری‌های گزارش شده AL و یادگیری ماشین که برای کنترل بیماری COVID-19 استفاده شده‌اند را ارائه می‌کند.

جدول ۲ فن‌آوری‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین گزارش شده که برای بیماری COVID-19 استفاده شده است

مرجع	نتیجه	توضیحات	نوع	شرکت / نویسندگان
[۵۳]	پیش‌بینی شیوع بیماری ناشناخته که بعداً به عنوان بیماری COVID-19 شناخته می‌شود	سیستم نظارت بر اپیدمی مبتنی بر هوش مصنوعی که بیش از ۱۰۰/۰۰۰ مقاله آنلاین در سراسر جهان را به ۶۵ زبان برای هر ۱۵ دقیقه مطالعه می‌کند	رابطه	BlueDot
[۸۴]	حداقل ۴۵۰۰۰ مورد آلوده و ۲۷۰۰ مرگ در ۲۹ فوریه سال ۲۰۲۰ پیش‌بینی شده است. داده‌های واقعی ۶۷۰۰۰ مورد آلوده و ۲۸۰۰ مرگ بوده است.	استفاده از مدل مستعد-آلوده-بازیابی-مرد (SIRD) برای کالیبراسیون داده‌ها و پیش‌بینی شیوع آن در هوبئی، چین	رابطه	Constantinos Siettos et al.

دوفصلنامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم
دوره ۷، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۰

^۱ Natural language processing

مرجع	نتیجه	توضیحات	نوع	شرکت / نویسندگان
[۹۱]	میانگین تعداد بیمارانی که فوت کردند ۳۰ و بیمارانی که بهبود یافته بودند ۱۲ بودند.	تعداد سی تی اسکن با مرگ و میر بیماران آلوده به بیماری COVID-19 مرتبط است	پیش بینی	Mingli Yuan et al.
[۵۵]	مدل‌های پیش‌بینی کننده‌ای که اطلاعات بیمار را از بیمارستان‌های ونژو، ژجیانگ در چین گرفته‌اند، در پیش‌بینی موارد شدید، از ۷۰ تا ۸۰ درصد دقت داشتند.	پیش‌بینی داده محور از شدت بالینی بیماری COVID-19	پیش بینی	Xiangao Jiang et al.
[۵۶]	تعداد مرگ واقعی در محدوده پیش‌بینی شده بود	الگوریتم مبتنی بر اطلاعات بیمار (PIBA) برای برآورد و پیش‌بینی میزان مرگ و میر بیماری COVID-19 در هوبی، چین	پیش بینی	Lishi Wang et al.
[۷۲]	اعتبار داخلی ۸۹/۵٪ دقت را نشان داد و اعتبار خارجی نیز دقت ۷۹.۳٪ را به دست آورد	با استفاده از روش یادگیری عمیق، برای استخراج تغییرات رادیوگرافی بیماری COVID-19 در تصاویر سی تی اسکن جهت ارائه تشخیص	تشخیص	Shuai Wang et al.
[۷۳]	نرم افزار CAD4COVID هوش مصنوعی توسعه یافته علائم بیماری COVID-19 را از تصاویر با اشعه X قفسه سینه مظنون ساخته و بافت ریه آسیب دیده را نشان می‌دهد.	CAD4COVID با همان استاندارد CAD4TB با کیفیت بالا مانند ساخته شده است، که در غربالگری ۶ میلیون نفر در سراسر جهان در ۴۰ کشور جهان نقش داشته است.	تشخیص	Delft Imaging and Thirona
[۵۳]	می‌توان اطلاعات کاذب را کاهش داد و کیفیت اطلاعات افزایش یابد	مطالعه کردن پست‌ها در رسانه‌های اجتماعی و ارجاع متقابل مشابه با توصیف بیماری از منابع معتبر	رسانه‌های اجتماعی	Stratifyd
[۸۹]	افراد آلوده را با بسیاری از ویژگی‌های دیگر دنبال کنید	کاربران می‌توانند ببینند که آیا با فرد آلوده تماس گرفته‌اند بدون	نرم افزار	Ramesh Raskar and team

مرجع	نتیجه	توضیحات	نوع	شرکت / نویسندگان
		این که بدانند چه کسی ممکن است، باشد فقط اگر فرد آلوده آن اطلاعات را به اشتراک بگذارد.		
[۹۲]	مجموعه گسترده‌ای از ادبیات علمی مربوط به بیماری COVID-19 و به‌روزرسانی بیشتر با انتشار تحقیقات بیشتر	بانک اطلاعات تحقیقات باز Covid-19 (CORD) که شامل بیش از ۲۴۰۰۰ مقاله پژوهشی که کلیه مباحث مربوط به بیماری COVID-19 را پوشش می‌دهد	داده داده	White House Office of Science and Technology Policy (OSTP)

جنبه مهم دیگر استفاده از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، جستجوی گسترده و جمع‌آوری ادبیات علمی مرتبط با بیماری COVID-19 و دستیابی به آن‌ها است. در این گزارش آمده است که چندین سازمان بیماری COVID-19 مجموعه داده‌های تحقیقاتی آزاد را منتشر کرده‌اند که حاوی بیش از ۲۴۰۰۰ مقاله تحقیقاتی هستند و توسط ژورنال‌های مختلف معتبر بررسی شده‌اند. همچنین از منابعی مانند medRxiv و bioRxiv، که محققان می‌توانند مقالات چاپ نشده را مورد بررسی قرار دهند، منتشر می‌شوند. مجموعه گسترده‌ای از ادبیات علمی در مورد اپیدمی فعلی را هنگام ارائه تحقیقات جدید می‌تواند به روز کند [۹۲]. با این وضعیت زندگی و مرگ، تحقیقات در مورد کرونا ویروس و درمان آن نیاز به زمان دارد. دانشمندان برای پاسخ دادن به سؤالات مهم پیرامون ویروس و تسریع در تولید واکسن‌ها، با زمان مسابقه می‌دهند، که هوش مصنوعی و یادگیری ماشین کمکی است که می‌تواند در تقویت کار آن‌ها کمک کند.

۳-۴) زنجیره تأمین و مراقبت سلامت از راه دور

زنجیره تأمین شامل تولید و توزیع یک محصول است. در اینجا، بر روی محصولاتی که از اهمیت بالایی در مواجهه با وضعیت بیماری اپیدمی برخوردار هستند، استفاده خواهیم کرد. از آنجا که موارد فعال عفونت در حال افزایش است، لازم است که سیستم مراقبت‌های بهداشتی دارای تعداد لازم تجهیزات پزشکی، مرکز آزمایش و همچنین تجهیزات حفاظتی باشد. در مورد بیماری COVID-19، عفونت عمدتاً از طریق قطرات ریز

و حامل در هوا یا هر سطحی از سرفه تولید شده توسط فرد آلوده گسترش می‌یابد. بنابراین، به‌عنوان یک اقدام پیشگیرانه، نیازهای ماسک و ضد عفونی کننده دستی به منظور رفع نیاز عمومی مورد توجه است. همچنین، برای معالجه افراد آلوده، بیمارستان‌ها به میزان زیادی به دستگاه تهویه نیاز دارند. برای برطرف کردن چنین درخواست هایی، راه حل‌های مختلفی انجام شده است. Dyson Ltd، یک شرکت فناوری بریتانیایی با همکاری شرکت فناوری (TTP^۱) یک دستگاه تهویه کاملاً جدید به نام CoVent را طراحی کرده و آن را با استانداردهای مشخصات بالینی [۹۳] مطابقت داده است. برای صنایعی که از فناوری‌های پیچیده جهت تولید محصولات خود استفاده می‌کنند، چالش‌های زیادی وجود دارد تا بتوانند برای تولید محصول با دستگاه‌های تهویه سازگار شوند، اما چندین صنعت خودرو با موفقیت کارخانه خود را برای تولید محصولات مختلف، برای تقویت سیستم مراقبت‌های بهداشتی مجدداً بازسازی کرده‌اند و سیستم‌های تولیدی خود را برای ساخت دستگاه‌های تولید مواد ضد عفونی کننده دستی و الکل ضد عفونی کننده مجهز نموده و قالب‌های تزریق جدیدی را برای تولید کیت‌های آزمایشی خریداری کرده‌اند [۹]. برندهای مد مانند Zara، Prada، Gucci خطوط تولید خود را تغییر داده‌اند تا میلیون‌ها ماسک درست کنند [۸]. در همه‌ی این‌ها ماهیت سازگاری فناوری تولید استفاده می‌شود و پاسخ به بحران آن‌ها، نیازهای سیستم مراقبت‌های بهداشتی را برآورده می‌کند. همچنین، تکنیک‌های چاپ سه‌بعدی با ساختن بعضی از قسمت‌های مهم کوچک، پشتیبانی را ارائه داده‌اند. به‌عنوان مثال، اِیسینوا^۲، یک شرکت چاپ سه‌بعدی ایتالیایی، قادر به چاپ سه دریچه‌ای بود که توسط دکاتلون^۳ طراحی شده بود و ماسک را به دستگاه تنفس بیمارستان معمولی متصل می‌کرد [۱۰]. در بیمارستان، خرید دارو، ذخیره انبار محصولات دارویی، دست زدن به زباله، همه باید توسط کارکنان مراقبت‌های بهداشتی اداره شود. با افزایش تعداد بیماران، بهتر است از فناوری هوش مصنوعی برای رسیدگی به داده‌ها استفاده شود [۹۴]. از نظر مردم، فناوری‌هایی مانند خدمات از راه دور به سلامت کمک کرده‌اند و در این بیماری، گزارش شده است که سیستم بهداشت و درمان، افزایش قابل توجهی در استفاده از فناوری

¹ The Technology Partnership

² Isinnova

³ Decathlon

پزشکی از راه دور دارد [۹۵] و سیستم بهداشتی همچنین از فناوری‌هایی مانند چت ربات‌ها، مشاوره‌های ویدئویی و غیره استفاده می‌کند. برای به حداقل رساندن کاهش مراجعات به بیمارستان، در دوره قرنطینه، نیاز به تأمین نیازهای اولیه مردم از جمله مواد غذایی می‌باشد که این کار با باز کردن بازارها در محدوده زمانی مشخصی صورت می‌گیرد و افراد محدود در یک زمان می‌توانند موارد مورد نیاز خود را با رعایت دقیق فاصله اجتماعی خریداری کنند. برای مناطق بسیار آسیب‌دیده، تجهیزات لازم برای کارگران همراه با تجهیزات حفاظتی فراهم می‌شود. سیستمی را پیشنهاد می‌کنیم که بتواند به‌طور مؤثر توسط مردم دنبال شود تا از فاصله اجتماعی حمایت کند. در ابتدا، اطلاعات بازارهای موجود در یک منطقه باید در یک وب‌سایت که توسط برخی آژانس‌های خصوصی، یا دولتی اداره می‌شود جمع‌آوری و بارگذاری شود. افراد می‌توانند به وب‌سایت دسترسی پیدا کرده و بازار را انتخاب کنند و سپس می‌توانند درخواست خود را برای نیاز خود ارائه دهند. به شکاف‌هایی با محدوده زمانی خاص (مانند ساعت ۹ تا ۱۰ صبح) به همراه یک علامت توخالی متناسب با شکاف اختصاص داده می‌شود. صاحب مغازه با درخواست وب‌سایت در تماس خواهد بود و مطابق با آن، بسته به موارد ذکر شده، عمل خواهد کرد. پس از تأیید شماره کد و زمان‌بندی‌های حافظه، می‌توان موارد را به خریدار تحویل داد. با اجرای این امر می‌توان بازار را در طول روز اداره کرد و این امر به مردم کمک می‌کند تا به‌طور مؤثر از فاصله‌گذاری اجتماعی استفاده کنند. برای مناطقی که مستعد ابتلا به عفونت هستند، ممکن است خدمات برای ارسال آن‌ها به آدرس ارائه شده گسترش یابد.

همچنین، ربات‌ها می‌توانند به کارکنان مراقبت‌های بهداشتی در تهیه غذا، مراقبت از نیاز بیماران و سایر کارهای مرتبط در بیمارستان کمک کنند و این امر می‌تواند در کاهش احتمال ابتلای کارمندان مراقبت‌های بهداشتی در خط مقدم، کمک کند. کشورهایی مانند چین و هند برای رعایت بهداشت بیمارستان، تحویل مواد غذایی و داروهارا با استفاده از روبات‌ها اجرا کرده‌اند [۹۶].

۵) راهبردهای فناوری برای حمایت از جامعه در طول اپیدمی

راهکارهای تکنولوژیکی^۱ حمایت از جامعه، راهکارهایی است که به مردم کمک

^۱ Technological strategies

می کند تا قرنطینه شوند؛ روابط اجتماعی از راه دور به طور مؤثر به منظور کاهش شیوع عفونت و به نوبه ی خود در کنترل بیماری کمک می کند که در شکل ۴ نشان داده شده است. در تجزیه و تحلیل چنین فناوری هایی، به سه حوزه که به موجب آن افراد بتوانند در پی فاصله گذاری اجتماعی با زندگی روزمره خود کنار بیایند می توان اشاره کرد؛ این حوزه ها عبارتند از: دور کاری، آموزش از راه دور و نظارت؛ که در زیربخش های زیر مورد بحث قرار خواهند گرفت.



شکل ۴ تصویر کنترل غیرمستقیم بیماری COVID-19 با حمایت از جامعه برای پیروی از قرنطینه

۱-۵) دور کاری

بیماری COVID-19 به راحتی انتقال و گسترش می یابد و علاوه بر این، یک فرد آلوده نمی داند که خود آلوده شده است یا خیر. زیرا ممکن است افراد مبتلا به این ویروس از ۱ تا ۱۴ روز قبل از بروز علائم، ناقل بیماری باشند [۴]. بنابراین، اگر جامعه طبق معمول عمل کند، گسترش بیماری در اوج خود خواهد بود و از این رو، هر شرکتی که لزوماً به حضور کارمندان در محل کار احتیاج ندارد، در دوره قرنطینه تعطیل می شود و این شرکت ها می توانند با اجرای استراتژی روش دور کاری که به طور گسترده در سراسر جهان

به کار گرفته شده است، کار را انجام دهند. برای کار کردن یک فرد در خانه، یک وسیله محاسباتی (Computing) و دسترسی به اینترنت مورد نیاز است. جلسات و همایش‌ها می‌توانند از راه دور از طریق ویدئو کنفرانس انجام شوند. با پیشرفت فناوری ارتباطات و اتصال به شبکه، کار از راه دور به خوبی عمل کرده است. به منظور بالا بردن امنیت، تماس‌ها را می‌توان رمزگذاری کرد و از نرم‌افزار فایروال استفاده نمود.

۲-۵) آموزش از راه دور

ماهیت گسترش سریع بیماری COVID-19 باعث تعطیل شدن همه‌ی مؤسسات آموزشی شده است. بنابراین، دانش‌آموزانی که در خانه می‌مانند، برای ادامه‌ی یادگیری خود باید از روش آموزش مجازی استفاده کنند. آموزش الکترونیکی نوعی نوآوری از آموزش است که تجربه یادگیری غنی را ارائه می‌دهد. یادگیری الکترونیکی، یک فناوری مبتنی بر وب است که در آن می‌توان منابع مختلفی را ارائه کرد [۹۷،۹۸]. کشورهای که نمودار آموزش آنلاین را شامل می‌شوند: ایالات متحده، انگلیس، هند، چین و کره جنوبی هستند [۹۹]. بسیاری از سیستم‌عامل‌ها برای یادگیری از راه دور مانند Coursera، Udacity، Google Classroom و غیره ایجاد شده‌اند. در شرایط بیماری COVID-19، دوره‌های رایگان بسیاری را برای تقویت تجربه یادگیری دانش‌آموزان از خانه ارائه کرده است. ابتکارات بی‌شماری، یادگیری الکترونیکی را در دوره‌ی قرنطینه ترغیب کرده است تا دانش‌آموزان مطابق با آن آموزش دیده باشند. در موارد خاص، جلسه آنلاین از طریق ویدئو کنفرانس توسط استاد برای گروهی از دانشجویان به صورت زنده پخش می‌شود. همه‌ی این فناوری‌ها به‌طور غیرمستقیم در کمک به مردم برای ماندن در خانه نقش داشته‌اند. همچنین، در کشورهای نظیر هند، رقابت‌های آنلاین توسط دولت در موضوع بیماری COVID-19 انجام می‌شود تا ذهن جوانان را تحریک کرده و به فکر راه حل برای آموزش باشند.

۳-۵) نظارت

پیگیری افراد آلوده و سابقه‌ی سفر آن‌ها، در کنترل شیوع این بیماری مفید خواهد بود.

بسیاری از دولت‌ها برای رسیدن به این هدف، روش‌های مختلفی را دنبال می‌کنند. در چین، دوربین‌های مدار بسته در درب آپارتمان نصب شده بود تا اطمینان حاصل شود، افرادی که در قرنطینه ۱۴ روزه هستند از قرنطینه خارج نمی‌شوند. در سنگاپور، دولت یک اپلیکیشن به نام TraceTogether راه‌اندازی کرد. این نرم‌افزار از فناوری بلوتوث تلفن‌های همراه برای شناسایی هر گونه انتشار احتمالی کروناویروس که ممکن است با افراد دیگر در تماس نزدیک تری داشته باشد، استفاده می‌کند. همچنین در هنگ‌کنگ، دستبندی که با برنامه تلفن‌های هوشمند همگام‌سازی شده، ساخته شده تا در صورت ترک محل قرنطینه افراد، به مقامات هشدار دهند [۱۰]. در هند، افرادی در ایالت جنوبی کرالا^۱ ردیابی شده‌اند تا از طریق مخلوطی از فیلم‌های دوربین مدار بسته و داده‌های موقعیت مکانی تلفن همراه، متوجه شوند چه کسی در تماس نزدیک با یک شخص آلوده بوده است. در کره جنوبی، مقامات از فناوری تلفن همراه و فناوری ماهواره‌ای برای ردیابی افراد استفاده می‌کنند [۱۰۱]. فناوری بلوتوث، دقیق‌تر از فناوری GPS است زیرا می‌تواند در یک زمان معین با دقت در شش نقطه اعمال شود. همچنین، فناوری پهپاد در زمینه نظارت، جهت اطلاع‌رسانی و آگاهی به مردم کمک کرده است و حتی از آن‌ها برای تهیه دارو و مواد غذایی به مردم هم استفاده می‌شود [۱۰۰].

۶) فناوری‌های آینده‌نگر در کنترل ویروس اپیدمی

دو بخش قبلی به فناوری‌هایی پرداخت که به طور معمول برای مقابله با عفونت کرونا ویروس جدید پیاده‌سازی شده و به عنوان راهبردهای تکنولوژیکی برای کنترل اپیدمی و حمایت از جامعه استفاده می‌شوند. در این بخش، فناوری‌های زنده و نوظهور که توانایی کمک به مقابله با این وضعیت اپیدمی را دارند، مورد بحث قرار می‌گیرد. این فناوری‌های آینده شامل هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، اینترنت اشیا^۲ (IoT)، فناوری پهپاد و رباتیک است. لازم به ذکر است حتی اگر آن‌ها قبلاً به مرحله اجرا در آمده باشند، پتانسیل‌های آن‌ها فقط به میزان کمی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

¹ Southern state of Kerala

² Internet of Things

۱-۶) هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و اینترنت اشیا

این فناوری‌ها برای مردم جهان، جدید نیستند و در حال حاضر کارهای بی‌شماری با آن‌ها انجام می‌گیرد. در مراقبت‌های بهداشتی، بسیاری از کاربردها از تفسیر داده‌های پزشکی، متن، تصاویر، بیوانفورماتیک گرفته تا ماشین‌های هوشمند که مانند انسان رفتار می‌کنند، استفاده شده است. همچنین، آن‌ها می‌توانند زبان انسان را برای کمک به تصمیم‌گیری بی‌عیب و نقص درک کنند [۳۷، ۱۰۲]. این امر باعث بهبود کیفیت خدمات درمانی با هزینه‌ی کم‌تری می‌شود؛ دانشجویان پزشکی را آموزش داده و می‌تواند در تشخیص مؤثر به پزشکان، راهنمایی کند [۱۰۳، ۱۰۴]. با توجه به فناوری‌های تحلیل مانند توموگرافی کامپیوتری (CT^۱)، اشعه ایکس، تصویربرداری با رزونانس مغناطیسی (MRI^۲)، هوش مصنوعی نقش ویژه‌ای در تفسیر و تشخیص دقیق آن‌ها دارد. این فناوری‌های هوش مصنوعی کم‌تر در بخش بهداشت استفاده می‌شود، و در اینجا زمینه‌های آینده در یک مرکز درمانی را توضیح خواهیم داد به نحوی که می‌توان این فناوری‌ها را به گونه‌ای پیاده‌سازی کرد که به تقویت سیستم مراقبت‌های بهداشتی برای مقابله با کروناویروس کمک کند.

رادیولوژی: می‌توانیم برای تشخیص تصاویر اسکن شده از فرد، هوش مصنوعی را به کار ببریم و بتوانیم استنباط کنیم که آیا فرد به یک بیماری خاص مبتلا است یا خیر؟ استفاده از هوش مصنوعی در سی‌تی اسکن برای تشخیص کرونا ویروس، با دقت کافی، گزارش شده است [۵۶، ۷۲، ۷۳]. پس از آزمایش و تحلیل نتایج به این نتیجه‌گیری رسیده شده که استفاده از هوش مصنوعی، در تفسیر تصویر اسکن شده، خطاهای کمینه را به طرز چشمگیری کاهش می‌دهد.

۱-۱-۶) عمل جراحی

در مقایسه با حوزه‌های دیگر، هوش مصنوعی در زمینه‌های جراحی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. جراحان و پزشکان به‌طور مؤثر داده‌ها را ضبط کرده و آن‌ها را با هوش

^۱ Computed Tomography

^۲ Magnetic Resonance Imaging

مصنوعی تلفیق می کنند و آینده ای امیدوار کننده برای ارائه خدمات درمانی با کیفیت با کمک پزشکان در حین عمل دارند؛ زیرا این امر تصمیمات بالینی مبتنی بر شواهد برای انجام گردش کار را ارتقاء می بخشد. در حال حاضر ممکن است اجرای هوش مصنوعی در زمینه جراحی برای درمان مبتلایان به بیماری COVID-19 امکان پذیر نباشد. اما حداقل، در آینده ای نزدیک، می توانیم از هوش مصنوعی برای درمان بیمار و همچنین برای تنظیم پارامترهای خاص برای بیماران خاص استفاده کنیم [۷۹].

۲-۱-۶) دارو

فناوری هوش مصنوعی برای کار آزمایی بالینی در زمینه داروسازی و دستیابی به یک نتیجه دقیق، عملکرد مؤثری را ارائه می دهد. دارو و توسعه واکسن از حوزه های مهمی است که می توان از هوش مصنوعی برای تسریع روند استفاده کرد. علاوه بر این، اثر داده های دارویی هنگام استفاده در بدن انسان با داده های از قبل داده شده، قابل پیش بینی است.

۳-۱-۶) بیمارستان

هوش مصنوعی می تواند به طور مؤثر برای حفظ سوابق پزشکی و انجام کارهای عمومی در بخش مراقبت های بهداشتی مورد استفاده قرار گیرد. در شرایط اپیدمی، هوش مصنوعی می تواند از سیستم های مدیریت بیمارستان برای اتوماسیون ذخیره سازی داده های مشتری و بیمار، حفظ سوابق پزشکی و سایر جزئیات ضروری پشتیبانی کند. آن ها می توانند داده های بیمار را ردیابی، تجزیه و تحلیل کرده و داده های واقعی را برای کارمندان مراقبت های بهداشتی و همچنین اعضای خانواده بیمار فراهم کنند [۱۰۵].

این ها تلاش های اندکی است که می تواند کار را برای کارمندان مراقبت های بهداشتی به سهولت کاهش دهد. جدول ۳ کاربردهای بالقوه مختلف هوش مصنوعی را نشان می دهد که می توانند برای تشخیص، معالجه، پیش بینی و تصمیم گیری در مورد بیماری COVID-19 به کار روند.

جدول ۳ کاربردهای مختلف هوش مصنوعی در سیستم مراقبت‌های بهداشتی

مرجع	چشم‌انداز آینده	چالش‌ها	توضیحات	نوع
[۱۰۶]	جعبه ابزارهای پیش‌بینی شده هوش مصنوعی در جمع‌آوری داده‌ها و هماهنگی مراقبت‌ها تفکیک‌ناپذیر خواهد بود.	جمع‌آوری داده‌ها در دامنه امن، فیلتر کردن داده‌های با کیفیت، در حال حاضر محدود به یک شبکه بالینی است	نیاز به برقراری ارتباط در بین ارائه‌دهندگان مراقبت‌های مختلف مانند تصویربرداری، متخصصان آسیب‌شناسی و درمان و همچنین ارائه‌دهندگان مراقبت‌های اولیه و حمایتی دارد.	هماهنگی مراقبت و مدیریت علائم
[۱۰۷]	CDS هوشمند می‌تواند تصاویر را در سناریوهای بالینی بسیار پیچیده بررسی کند، به تصمیم‌گیری کمک کند و از ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی برای اطمینان از کیفیت مراقبت‌های پزشکی پشتیبانی کند.	شناسایی ویژگی‌های خاص از تصویر به دست آمده و صحت آن	پشتیبانی از تصمیم‌گیری بالینی پیشرفته هوش مصنوعی (CDS) می‌تواند به توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی کمک کند تا ویژگی‌های خاص استخراج شده از تصاویر را شناسایی کنند و کار رادیولوژیست‌ها و ارائه‌ارجاع‌دهندگان را ساده کنند.	تصمیم‌بالینی
[۱۰۸]	هر پیشرفت در این زمینه می‌تواند به‌طور مستقیم بر مراکز مراقبت‌های بهداشتی تأثیر بگذارد	فقط تعداد کمی از تکنیک‌ها در عمل بالینی قابل استفاده هستند	تولید تصویر و کنترل کیفیت، تقویت جریان کاری رادیولوژی، برنامه‌های کاربردی تجاری و تحقیقاتی	کاربردهای غیر تفسیری از هوش مصنوعی در رادیولوژی
[۱۰۹]	پزشکان باید با جامعه تحقیق و توسعه هوش مصنوعی همکاری نزدیکی داشته باشند	موضوعات اخلاقی و حقوقی قابل توجه در بهداشت و درمان	تجزیه و تحلیل خودکار تصویر در رادیولوژی و آنالیز هوش مصنوعی در مراقبت‌های بهداشتی	تجزیه و تحلیل تصویر
[۱۱۰]	افکار عمومی از تأثیرات تحول هوش مصنوعی بر روی جریان‌های مختلف مراقبت‌های بهداشتی	استخراج داده‌ها از سیستم عامل‌های مختلف رسانه‌های اجتماعی و متخصصان	تجزیه و تحلیل افکار عمومی در اجرای هوش مصنوعی در مراقبت‌های بهداشتی مقدماتی است و رسانه‌های اجتماعی ایده نادرستی در مورد آن به ما می‌دهند	چشم‌انداز رسانه‌های اجتماعی

مرجع	چشم انداز آینده	چالش‌ها	توضیحات	نوع
[۱۱۱]	تقویت داده‌های بزرگ تجزیه و تحلیل، قابلیت همکاری مؤثر در شهرهای هوشمند ضروری است	فرآیند تصمیم‌گیری، نبود زیرساخت‌ها، مسائل کارآمد شبکه و امنیت	سیستم حمل و نقل، امنیت سایبری، فناوری ارتباطات و مراکز درمانی	شهرهای هوشمند
[۱۱۲]	فناوری‌های chatbot را می‌توان در دستیاران مجازی مانند دستیار گوگل، الکسا و سیری در دسترس قرار داد	آموزش ربات با داده‌های مناسب و صحت آن در تشخیص بیماری یا وضعیت بیماران	Chatbot یک بستر ارتباطی بیمار و پزشک تعامل است که به کاربر کمک می‌کند تا براساس علائم شرح داده شده، بیماری خود را تشخیص دهد	Chatbots
[۱۱۳]	تقویت روش استخراج ویژگی، رویکرد کاربرپسند برای ساختارهای پیچیده سه‌بعدی.	مسائل در هنگام انتقال داده، ادغام رشته‌های مختلف دامنه و فرآیند تصمیم‌گیری مؤثر	کاربردهای هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی فرآیند و ساخت (CAPP) و ساخت	برنامه‌ریزی فرآیند و ساخت
[۱۱۴]	جلوگیری از دسترسی غیرمجاز، سیستم ضبط سلامت الکترونیکی ایمن (HER) بسیار مهم است	ناامنی را در کارکردهای مختلف داده‌های مراقبت‌های بهداشتی و رویکردهای دیجیتال و رمزگذاری آن‌ها شناسایی می‌کند	استفاده از داده‌های امن در مراقبت‌های بهداشتی می‌تواند رضایت همه ذینفعان از جمله بیماران و مراقبان را فراهم آورد.	مسائل امنیتی و حریم خصوصی
[۱۱۵]	بسیاری از مدل‌ها برای دستیابی به تصمیم‌گیری مؤثر	اجرای عملی، روابط تجاری با تأمین‌کنندگان	روش تصمیم‌گیری در انتخاب تأمین‌کننده پایدار در صنایع بهداشت و درمان	انتخاب فروشنده

جدا از این جنبه‌ها، هوش مصنوعی می‌تواند در بسیاری از موقعیت‌ها در تصمیم‌گیری عاقلانه کمک کند. علاوه بر این، می‌تواند سوابق بستری بیمار را مدیریت کرده و یک یادآوری برای پزشکان ارائه دهد [۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۸]. این فناوری‌ها همچنین از طریق سیستم عامل‌های مختلف منجر به ایجاد تعامل مجازی با پزشکان می‌شوند. بنابراین، با به کارگیری هوش مصنوعی در زمینه پزشکی، می‌توان فشار کاری برای پزشکان را کاهش داد به گونه‌ای که آن‌ها بتوانند بر برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری و شناسایی درمان متمرکز شوند [۱۱۹، ۱۲۰].

ظهور اینترنت اشیا (IoT) در هر زمینه‌ای تأثیر داشته و پیشرفت آن در سال‌های اخیر به سرعت گسترش یافته است [۱۲۱، ۱۲۲، ۱۲۳]. انتظار می‌رود که IoT در مراقبت‌های بهداشتی بر بهبود، تأثیر قابل توجهی گذاشته و کیفیت خدمات درمانی را برای انسان ارتقاء بخشد [۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۶]. این فناوری‌ها در هنگام استفاده از دستگاه به دستگاه‌های ارتباطی و اتوماسیون تبدیل و قابلیت استفاده را دارند. طبق مطالعه [۱۲۷]، در چین، یکی از استراتژی‌های مورد استفاده برای حل مسائل مربوط به تحویل دارو در دوره اپیدمی اجرای بستر خدمات مبتنی بر IoT است. این پلتفرم براساس داده‌های فروش قبلی از سیستم اطلاعات بیمارستان (HIS)^۱ به‌طور خودکار سفارشات را ثبت و می‌تواند توسط داروسازان به روز و ارسال شود، تا سفارشات از جایی که داروها در مدت مقرر تحویل داده می‌شوند برای مصرف‌کنندگان ارسال شود. این امر باعث کاهش شیوع عفونت در هنگام خرید دارو و همچنین موجب صرفه‌جویی در منابع و نیروی کار شد.

۶-۲) فناوری پهپاد

هواپیماهای بدون سرنشین، وسیله نقلیه‌ای هستند که با استفاده از نیروهای آیرودینامیکی که از راه دور قابل کنترل یا قابلیت کارآیی خودکار هستند حرکت می‌کنند [۱۲۸]. هواپیماهای بدون سرنشین در درجه‌ی اول در نیروهای نظامی مورد استفاده قرار می‌گیرند و کاربرد آن به صنعت، کشاورزی، ساخت و ساز، نظارت و نظارت عمومی، نظارت بر اکوسیستم برای هر گونه تخریب، تحویل کالا معطوف می‌شود و در اهداف پزشکی گسترش یافته است [۱۲۸، ۱۲۹]؛ در این شرایط اپیدمی، واضح است که افراد باید در داخل خانه بمانند و اگر برای تأمین نیازهای اولیه بیرون آمدند، باید به شدت از فاصله‌های اجتماعی پیروی کنند تا زنجیره عفونت را بشکنند. بنابراین، پهپاد می‌تواند از دو طریق کمک کند: یکی حمل و نقل کالا و نیازهای اساسی با شبکه مناسب ارتباط بین مردم و تأمین‌کننده و دیگری نظارت.

۶-۲-۱) تحویل کالاها

تحویل کالاها را می‌توان از دو منظر مشاهده کرد: تحویل داروها، کالاها، نمونه‌ها از

^۱ Hospital Information System

مرکز محلی [۱۳۰] به سیستم مراقبت‌های بهداشتی [۱۳۰]، و جنبه‌ی دیگر شامل تأمین نیازهای اساسی مانند مواد غذایی و داروها است. برای سیستم مراقبت‌های بهداشتی؛ ماسک‌ها، ضدعفونی‌کننده‌ها و سایر کالاهای سبک‌وزن را می‌توان از مرکز محلی بر روی سیستم تحویل کامیون و هواپیماهای بدون سرنشین منتقل کرد که ادعا می‌شود مؤثر است [۱۳۱]. هواپیماهای بدون سرنشین در تدارکات و کمک‌های اولیه به‌عنوان فناوری‌های نوظهور با پتانسیل عظیم در نظر گرفته می‌شوند و آزمایش‌های بسیاری برای تجزیه و تحلیل چنین امکاناتی مورد بررسی قرار گرفته است [۱۳۲]. همچنین در کشورهای پرجمعیت، جمع‌آوری نمونه‌ها برای آزمایش با روش بومی‌سازی انجام می‌شود که باعث کاهش بار فضای سیستم بهداشت و درمان می‌شود و نمونه‌ها با اتخاذ فناوری پهپادی برای حمل و نقل سریع‌تر به مراکز آزمایش نزدیک ارسال می‌شوند. برخی از گزارش‌ها نشان‌دهنده مناسب بودن حمل و نقل نمونه‌های بیولوژیکی با استقرار پهپاد در دمای اتاق بوده که تأثیر قابل توجهی در دقت خون‌شناسی، آنالیز انعقادی و شیمی روتین مشاهده نشده است [۱۳۳، ۱۳۴]. همچنین هواپیماهای بدون سرنشین در تحویل مواد نجات‌دهنده حیات به مراقبت‌های بهداشتی در یک منطقه تحت نظارت و قرنطینه که در آن دسترسی وسیله نقلیه بسیار سخت است، موفق بوده‌اند. هواپیماهای بدون سرنشین تجهیزات پزشکی به وزن ۵/۴ کیلوگرم را با دقت بیش از هر وسیله دیگر به سرعت به هدف تحویل داده‌اند [۱۳۵]. یکی دیگر از فناوری‌های بالقوه هواپیمای بدون سرنشین شامل مفهوم "آزمایشگاهی بر روی هواپیماهای بدون سرنشین"^۱ است که مخصوصاً برای مناطقی که آزمایشگاه‌ها در مناطق دور افتاده و مناطقی که تحویل وسایل تشخیصی دشوار است، مناسب است. در این هواپیمای بدون سرنشین آزمایشگاهی بر روی هواپیماهای بدون سرنشین، استراتژی‌های آماده‌سازی نمونه و سایت‌های تشخیصی مولکولی با پهپاد همراه شده و همچنین به کاهش زمان لازم برای آزمایش نمونه کمک می‌کند [۱۳۶]. از روش فناوری بدون سرنشین نیز می‌توان در تهیه مواد غذایی و نیازهای اساسی در مناطق بسیار آلوده برای جلوگیری از خروج افراد به بیرون استفاده کرد. اما به یک سیستم مناسب برای به دست آوردن شرایط

عمومی نیاز دارد که باید به تأمین کننده ارسال شود و از آنجا تحویل محصولات از یک قطب محلی انجام شود. اگرچه این موضوع عوارض بسیاری را در پی دارد که عمدتاً به دلیل ارتباطات عمومی انجام می شود، ولیکن می تواند در آینده ای نزدیک امیدوارکننده باشد [۱۳۷]. توسعه فناوری های اطلاعات و ارتباطات (ICT) با کمک ارتباطات از راه دور، امکان اجرای فناوری پهباد را افزایش داده است.

هوایماهای بدون سرنشین: هوایماهای بدون سرنشین بهترین کاربرد برای برنامه نظارت دارند و مدتی است که مورد استفاده قرار می گیرند [۱۳۸، ۱۳۹]. در شرایط بیماری COVID-19، نظارت بر مردم مورد نظر است که آیا آنها از بند قرنطینه و فاصله اجتماعی خارج می شوند یا خیر؟ برای این منظور می توان از پهپادهای تجاری در دسترس برای نظارت بر جامعه استفاده کرد. همچنین می تواند به گشت ها کمک کند تا به موضوعات مهم دیگری که نیاز به اقدام دارند توجه کنند. در جدول ۴ برنامه های کاربردی بالقوه فناوری پهبادی که می تواند در شرایط اپیدمی به کار رود، نشان داده شده است.

جدول ۴ کاربردهای بالقوه فناوری پهباد در یک وضعیت اپیدمی

کاربرد	توضیحات	مرجع
تحویل کالاها	حمل و نقل بسته و مسافر	[۱۴۰]
	سیستم تحویل کامیون و هوایماهای بدون سرنشین	[۱۳۱]
نظارت	هوایماهای بدون سرنشین در میکروبیولوژی بالینی و بیماری های عفونی	[۱۳۰]
	هوایماهای بدون سرنشین به عنوان سلاح نظامی، ابزار نقشه برداری و برای نظارت	[۱۳۸]
	هوایماهای بدون سرنشین تحت نظر برای جستجو و نجات در هنگام فاجعه طبیعی	[۱۳۹]

۳-۶) فناوری های رباتیک^۱

رباتیک می تواند به روش های بی شماری کمک کند و از بسیاری جهات یک فناوری اثبات شده است. پرستاری و دریافت خدمات بهداشتی و درمانی یک کار فشرده است و رباتیک در سیستم مراقبت های بهداشتی یک راه حل دلگرم کننده است. با استفاده از الگوریتم های هوش مصنوعی و الگوریتم های یادگیری ماشین، یک ربات می تواند

^۱ Robotics technologies

خودش از داده‌های عظیم یاد بگیرد و هوش عظیمی را به دست بیاورد. این روبات‌ها در مقایسه با یک مراقب انسان می‌توانند در ارائه‌ی تشخیص و درمان مؤثر باشند. علاوه بر این، روبات‌های تلفن همراه از مزایای فوق العاده‌ای در مراکز درمانی برخوردار هستند [۱۴۱، ۱۴۲]. در شیوع اپیدمی، مراجعه کنندگان به مراکز درمانی بسیار زیاد می‌شوند. در چنین شرایطی، کمک روبات‌ها بسیار مطلوب است و می‌تواند در تجزیه و تحلیل داده‌ها به درمان کمک کند. در تشخیص، یک ربات خوب آموزش دیده می‌تواند اطلاعات مربوط به داده را درک و تفسیر کند که آیا فرد به بیماری خاصی مبتلا شده است یا خیر؟ همچنین روبات می‌تواند با شناسایی بسیاری از تصاویر سی تی اسکن شده انفرادی در تشخیص بیماری COVID-19 استفاده شود. یک روبات ساده برای مقاصد ارتباطی یا تهیه غذا برای بیماران، حتی اسکن هر شخصی که در مراکز درمانی فعالیت می‌کند، تحلیل می‌شود و از آن‌ها می‌خواهد در صورت عدم حمایت، پشتیبانی خوبی برای افراد مراقبت‌های بهداشتی از ماسک یا دستکش استفاده کنند. در سطح پیشرفته، خوشبختانه روبات برای شناسایی سطح استرس کارکنان مراقبت‌های بهداشتی که از تشخیص چهره برای نظارت بر وضعیت سلامتی خود استفاده می‌کنند، کاربرد خواهد داشت. برای بهبود خدمات مراقبت‌های بهداشتی، برقراری ارتباط مؤثر بین روبات‌ها و مراکز داده مورد نیاز است. از این رو، برای حفظ محاسبات لبه و محاسبات متمرکز، باید یک چارچوب مربوطه طراحی شود که هم برای روبات‌ها و هم برای جوامع ارتباطی ضروری باشد [۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۵]. سرانجام، یک روبات در انجام کارهای تکراری با خطای کم‌تری نسبت به انسان‌ها خوب عمل می‌کند و باعث تقویت امکانات مراقبت‌های بهداشتی می‌شود.

۴-۶) برنامه‌های موبایل

توسعه فناوری اطلاعات کاربردهای گسترده‌ای را در ابعاد مختلف ایجاد کرده است و با حضور اینترنت به سرعت در حال رشد است. علاوه بر این، تلفن‌های هوشمند راهی برای دستیابی به این فناوری‌ها به روشی بسیار ساده‌تر هموار کرده‌اند. در دنیای کنونی، گوشی‌های هوشمند نقش فوق‌العاده‌ای را ایفا می‌کنند زیرا با نمایشگرهای با کیفیت بالا و

تعاملی، دوربین‌های با وضوح بالا، اتصال گسترده به اینترنت و پشتیبانی از نرم‌افزارهای مختلف تعبیه شده‌اند. نرم‌افزار برنامه‌های کاربردی تلفن همراه بسیار حیاتی است زیرا آن‌ها امکان ارتباط با جهان را فقط از یک وسیله با اندازه کوچک دارند و می‌توانند کارهای مختلفی را انجام دهند. در شرایط اپیدمی، آن‌ها می‌توانند به تعدادی از راه‌های مختلف از جمله ارائه خدمات بهداشتی موبایل (بهداشت و سلامت) تا کمک به کشاورزان در تدارکات کمک کنند. برنامه‌های بهداشتی M-Health می‌توانند در هر زمان و مکانی، با غلبه بر محدودیت‌های زمین‌شناسی کمک‌های بالینی ارائه دهند و به کارکنان مراقبت‌های بهداشتی کمک می‌کنند تا از طریق فناوری سلولی خدمات بهینه ارائه دهند [۱۴۶]. از آنجا که جهان به سمت ارتباطات سلولی 5G پیش می‌رود، برنامه M-Health یک اتفاق فوق‌العاده خواهد بود. یک دیدگاه دیگر در مورد مراقبت‌های بهداشتی در ارائه روش‌های درمانی نهفته است و در یک مطالعه، گزارش شده که از کاربرد موبایل، برای درمان دستی استفاده می‌شود [۱۴۷]. برنامه‌های کاربردی تلفن همراه همچنین به‌عنوان راهنمایی برای بسیاری از فعالیت‌ها از جمله انجام ورزش، پخت‌وپز، نظارت بر عادت‌ها، مدیریت وظیفه و هر چیز دیگر عمل می‌کنند. ادغام فناوری‌ها در بازار، تولید و استفاده از زنجیره تأمین می‌تواند با توسعه برنامه‌های کاربردی موبایل که به نوعی در دیجیتال‌سازی تأثیر می‌گذارد، به‌طور مؤثر بهبود یابد. کشاورزان بیش‌تر درگیر مشکلات لجستیک در بحران اپیدمی ویروس هستند. اتصال مناسب با بازار با کمک دولت می‌تواند به کشاورزان کمک کند تا محل تقاضا برای محصولات خود را مشخص کنند و متعاقباً الزامات زنجیره تأمین برآورده شود. همه‌ی این‌ها را می‌توان از طریق برنامه‌ی تلفن همراه به‌طور مؤثر کنترل کرد [۱۴۸]. به‌عنوان یک کاربرد پیشرفته، استفاده از واقعیت افزوده ترغیب می‌شود. حتی در خرید نیز می‌توان با استفاده از واقعیت افزوده در دوره قرنطینه شدن کمک کرد [۱۴۹].

بحث و نتیجه‌گیری

شیوع بیماری Coronavirus 2019 (COVID-19) مردم را در سراسر جهان تحت تأثیر قرار داده و عملکردهای روزمره بشریت را به‌شدت تغییر داده است. به‌عنوان فردی در

روی کره‌ی زمین، باید از هوش استعدادی خود برای مقابله با کرونا ویروس استفاده کنیم. استفاده از فناوری، حاکمیت صحیح، خدمات درمانی و رفتارهای هماهنگ مردم می‌تواند در کاهش خطر، کمک زیادی کند. عدم پشتیبانی از فناوری در رسیدگی به این وضعیت غیر قابل جبران است. بنابراین، در این بخش به خلاصه‌ای از جنبه‌های اصلی هر بخش می‌پردازیم و چالش‌های فعلی مرتبط با آنرا تحلیل خواهیم کرد.

بخش اول، تحولات فناوری‌ای را که جامعه و محیط‌زیست از جنبه‌های مختلف انجام داده‌اند، ارائه می‌دهد. امکانات بهداشتی و درمانی به دلیل افزایش ظرفیت دریافتی بیمار و همچنین بهبود امکانات بهداشتی و درمانی به منظور کاهش بار بیمارستان‌ها به سرعت تغییر یافته است. برای تشخیص تعداد زیادی از نمونه‌های آزمایش در این شرایط اپیدمی، روش‌ها و امکانات آزمایش از نظر فنی پیشرفت می‌کنند. نقش دولت در یک جامعه از اهمیت بالایی برخوردار است و نیازهای سیستم بهداشت و درمان را برآورده می‌کند و همزمان به مردم در دسترسی به نیازهای اساسی و نظارت بر آن‌ها کمک می‌کند. دیدگاه عمومی هماهنگی با دولت و پیروی از فاصله‌های اجتماعی و سایر اقدامات پیشگیرانه به درستی در دست انجام است. صنایع، توان خود را برای کمک به برآورده کردن خواسته‌های سیستم مراقبت‌های بهداشتی ترسیم کرده‌اند و با توجه به جنبه‌های انرژی، میزان مصرف برق توسط مردم در هنگام تعطیلی به طور قابل توجهی پایین تر از زمان قبل از دوره‌ی تعطیلی است. بینش‌های دیگر در مورد دیدگاه اقتصادی جامعه و تغییرات محیطی مربوط به کاهش آلاینده‌های هوا مورد بحث قرار گرفته است.

تحقیقات اساسی در بخش‌های استراتژی‌های تکنولوژی برای کنترل همه‌گیری و حمایت از جامعه در طول همه‌گیری ویروس ارائه شده است که به دنبال آن تکنولوژی‌های آینده‌شناسی مناسبی انجام می‌شود. استراتژی‌های فناوری که در کنترل بیماری اپیدمی پیرامون ارتباطات اطلاعاتی، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و فناوری‌های زنجیره تأمین کمک می‌کند تأثیر مستقیمی در کاهش انتشار دارند. هنگام در نظر گرفتن ارتباطات، انتقال اطلاعات به مردم برای کنترل عامه مردم که برای آن رسانه‌ها و رسانه‌های اجتماعی مسیری را ایجاد می‌کنند، بسیار مهم‌تر است.

همچنین، درک ریسک توسط مردم بر واکنش اجتماعی به اپیدمی تأثیر خواهد گذاشت. از این رو، ارتباط صحیح توسط دولت باید به مردم منتقل شود؛ از بین بردن شایعات یا اطلاعات دروغین که به طور بالقوه در جریان رسانه‌های اجتماعی اتفاق می‌افتد، از اقداماتی است که توسط شرکت‌ها و دولت به صورت مشترک انجام شده است. هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، فناوری‌های امیدوارکننده‌ای هستند که می‌توانند از راه‌های مختلفی برای مقابله با وضعیت کمک کنند. آن‌ها در پیش‌بینی شیوع بیماری‌ها و در سیستم‌های بهداشت و درمان برای تشخیص بیماری از طریق مطالعه، طبقه‌بندی داده‌های پزشکی، دست زدن به داده‌های بزرگ بیماران، کمک به معالجه و غیره مورد تأیید قرار گرفته‌اند. جنبه‌های دیگری که هوش مصنوعی در دوره بیماری COVID-19 در آن اجرا شده است پشتیبانی از چت روبات‌ها، ایجاد برنامه‌هایی برای ردیابی افراد آلوده و ایجاد بانک اطلاعاتی عظیمی برای جمع‌آوری تمام تحقیقات مرتبط با SARS-CoV-2 است. در این شرایط، فناوری‌های زنجیره تأمین به مشکلات تولید و حمل و نقل محصولات قبلی مورد نیاز سیستم مراقبت‌های بهداشتی می‌پردازند و توضیح می‌دهد که چگونه صنایع مختلف خطوط تولید خود را برای تولید دستگاه‌های تهویه، ماسک، ضدعفونی‌کننده دستی و سایر محصولات تطبیق داده‌اند و این تنها با استفاده از فناوری امکان‌پذیر است. علاوه بر این، زنجیره تأمین نیازهای اساسی مورد نیاز مردم، همچنان فضای خالی دارد که می‌توان از این فناوری برای جلوگیری از شلوغی در مکان‌های خاصی استفاده کرد. استراتژی‌های فناوری حمایت از جامعه در طول اپیدمی، تمرکز بر استراتژی‌های اجرا شده برای کمک به مردم، دولت و سیستم مراقبت‌های بهداشتی برای اقامت آن‌ها در خانه است. این استراتژی‌ها شامل دورکاری، یادگیری از راه دور و نظارت است. دورکاری و یادگیری از راه دور برای اقامت در خانه اهداف خاصی را در اختیار مردم قرار می‌دهد در حالی که فناوری‌های نظارت به دولت برای نظارت بر عموم مردم و پیگیری کمک می‌کنند. در این بخش، فناوری‌های آینده‌نگر، به فناوری‌های بالقوه‌ای که کم‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌پردازد و بهره‌گیری از آن‌ها می‌تواند به طور مؤثر فرآیندهای مختلف را در مراکز بهداشتی، نظارت و جلوگیری از تماس مستقیم با افراد آلوده تقویت

کند. این فناوری‌ها شامل هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و اینترنت اشیا، فناوری پهپاد و فناوری روبات است. کاربردهای مختلف هوش مصنوعی به همراه بحث در مورد احتمال استفاده از آن‌ها در شرایط فعلی در جدول ذکر شده است. همچنین، IoT یک فناوری مهم در اتوماسیون است که می‌تواند در فناوری‌های زنجیره‌ی تأمین کمک کند تا آن‌را با نیازهای مشخص کاملاً اتوماتیک تبدیل کند. فناوری پهپاد و روبات، فناوری‌های پیشرفته‌ای هستند که طی سال‌های اخیر به طرز چشمگیری بهبود یافته‌اند. فناوری پهپاد برای کاربردهایی از جمله تحویل کالا، نمونه، نظارت و غیره مناسب‌ترین کاربرد را خواهد داشت. در حالی که، فناوری‌های ربات از جنبه‌های متعددی که به‌طور خلاصه مورد بحث قرار گرفته، می‌تواند، تأثیر قابل توجهی در تجهیزات درمانی داشته باشند و سرانجام، دستورالعمل‌های اساسی برای ارگان‌های مختلف اجتماعی برای کاهش شیوع عفونت ارائه دادیم.

ظهور بیماری COVID-19 محدودیت‌های این فناوری را تحت فشار قرار داده و گزینه‌های بسیاری برای مقابله با اپیدمی پیشنهاد شده است. این نوآوری‌های موجود در فناوری‌ها تقریباً در هر زمینه‌ای تسریع شده است. تجربه آنلاین که مردم در این دوره با آن روبه‌رو می‌شوند، ممکن است تأثیر طولانی مدت در خرید آنلاین، یادگیری الکترونیکی، پرداخت‌های دیجیتال، امکانات رفاهی و سرگرمی موبایل داشته باشد. فناوری‌های اصلی که باعث افزایش بهره می‌شوند عبارت‌اند از: هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، اینترنت اشیا، فناوری‌های مکان و ناوبری، واقعیت افزوده و مجازی، فناوری پهپاد، رباتیک، فناوری‌های ابری و سرگرمی. این وضعیت باعث شده که به جستجوی گزینه‌های جایگزین و فناوری‌های نوآورانه پرداخته شود. به‌عنوان مثال، ممنوعیت سنجش بیومتریک برای رفاه مردم در هنگام اپیدمی بیماری COVID-19، این امکان را دارد که این فناوری را به گزینه‌های دیگری مانند فناوری‌های تشخیص چهره و عنبیه تبدیل کند [۱۵۱]. برنامه‌های کاربردی و پاسخ‌های مربوط به وضعیت موجود، توسعه سیستم‌های IT را برای تقویت ردیابی، شناسایی و تجزیه و تحلیل تشویق می‌کنند. برای مقابله با مشاوره‌های از راه دور که از زمان ابتلا به بیماری اپیدمی ویروس چندین برابر شده‌اند، فناوری‌های ارتباطات از راه

دور بهبود یافته است. قرنطینه جهانی بر حفظ تقاضای انرژی، آب و سایر خدمات شهری فشار آورده است. از این رو، این ابزارها نیاز به نظارت بر تغییرات در الگوهای استفاده دارند و بنابراین، در هر کجا که لازم باشد، می‌توان عرضه را هدایت کرد. جدای از آن، این داده‌ها می‌توانند برای پیشبرد اقدامات در شیوع آینده مفید باشند.

این نوآوری‌ها با استفاده از فناوری‌های مختلف آینده، نگریسته می‌شوند و بسیاری از مبتدی‌ها راه حل‌های مختلفی را ارائه داده‌اند. اما این‌ها قبل از استقرار در یک محیط عملی نیاز به آزمایش قوی دارند. جدا از این‌ها، دولت مجبور است تصویب چنین نوآوری‌هایی را صادر کند [۱۵۲]. زنده ماندن با فناوری‌های موجود نه امکان‌پذیر است و نه امکان تجزیه و تحلیل کامل پتانسیل چنین رویکردی نوآورانه، زیرا عفونت با تأخیر بدتر می‌شود. از این رو، باید تعادل در نظر گرفتن این نوآوری‌ها برقرار شود. برخی گزارش‌ها حاکی از آن است که تحول دیجیتال تسریع می‌شود و خطر امنیت سایبری ممکن است در کوتاه‌مدت مشکل ایجاد کند [۱۵۳، ۱۵۴، ۳۳]. همچنین، تغییرات به تصویب رسیده ممکن است در چگونگی زندگی و کار در آینده نزدیک تأثیر داشته باشد.

برای نتیجه‌گیری، مسلم است که بشریت بهترین تلاش خود را خواهد کرد و از اپیدمی بیماری COVID-19 رهایی خواهد یافت. اما نگرانی مربوط به این مسئله است که چگونه به زودی می‌توانیم این عفونت ویروسی را ریشه کن کنیم؛ به این معنی که بشریت با گذشت زمان در حال مسابقه است. با تشکر از مددکاران و محققان بهداشت و درمان، استفاده از فناوری‌ها، خط دفاعی را در برابر عفونت تقویت می‌کند، اما صرفاً در دست انسان است تا بتواند شیوع آن را کاهش دهد. دولت باید راه حل‌های مبتنی بر فناوری را مستقر کند. جدای از فناوری‌ها، مدیریت و حکومت از عوامل اصلی در مواجهه با این وضعیت مهم و چگونگی برخورد با آن، به نمایش گذاشتن هوش گونه‌های انسانی است. این فناوری یک سلاح پیشگام علیه جنگ غیرمنتظره خواهد بود.

منابع

- [1]WHO Declaration of Public Health Emergency of International Concern. 2020. (Accessed 2 March 2020)1
- [2]WHO Coronavirus disease (COVID-2019) situation reports. 2020. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports/>
- [3]Lai, C. C., Shih, T. P., Ko, W. C., Tang, H. J., & Hsueh, P. R. (2020). Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and corona virus disease-2019 (COVID-19): the epidemic and the challenges. *International journal of antimicrobial agents*, 105924.
- [4]WHO Basic protective measures against the new coronavirus. 2020. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public> (Accessed 18 March 2020)
- [5]Verdict Medical devices Screening for Covid-19. 2020. <https://www.medicaldevice-network.com/features/types-of-covid-19-test-antibody-pcr-antigen/> (Accessed 4 April 2020)
- [6]India Today Rapid antibody tests. 2020. <https://www.medicaldevice-network.com/features/types-of-covid-19-test-antibody-pcr-antigen/>
- [7] World Economic Forum Government and companies response to COVID-19. 2020. <https://www.weforum.org/agenda/2020/03/how-are-companies-responding-to-the-coronavirus-crisis-d15bed6137>
- [8]NS Medical Devices Manufacturing of key medical kit during Covid-19. 2020. <https://www.nsmaterialdevices.com/analysis/companies-ventilators-shortage-coronavirus/> (Accessed 2 April 2020)
- [9]Autodesk-Redshift Companies Help to Fight COVID-19. 2020. <https://www.autodesk.com/redshift/manufacturing-covid-19/>
- [10]World Economic Forum Innovation in meeting the ventilator demands. 2020. <https://www.weforum.org/agenda/2020/03/coronavirus-ventilators-covid19-healthcare/>
- [11]Klaviyo Key trends in brands. 2020. <https://www.klaviyo.com/covid-19-ecommerce-marketing-poll> (Accessed 28 March 2020)
- [12]World Economic Forum Changes due to coronavirus impact. 2020. <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/covid-19-things-to-know-about-coronavirus-2-april/> (Accessed 3 April 2020)
- [13]Flightradar24 Flight Tracking Statistics. 2020. <https://www.flightradar24.com/data/statistics>
- [14]CREA Changes in pollution level due to India's coronavirus curfew. 2020. <https://energyandcleanair.org/janata-curfew-pollution-levels/>
- [15]POSOCO Load demand data. 2020. <https://posoco.in/> (Accessed 1 April 2020)
- [16]Ratzan, S. C., Gostin, L. O., Meshkati, N., Rabin, K., & Parker, R. M. (2020). COVID-19: An Urgent Call for Coordinated, Trusted Sources to Tell Everyone What they Need to Know and Do. *NAM Perspectives*.
- [17]Sjöberg, L. (2000). Factors in risk perception. *Risk analysis*, 20(1), 1-12.
- [18]Weinstein, N. D. (1988). The precaution adoption process. *Health psychology*, 7(4), 355.
- [19]Slovic P. Perception of risk. *Science*. 1987;236(4799):280-285.
- [20]Huynh T.L.D. The COVID-19 risk perception: a survey on socioeconomics and media attention. *Econ. Bull.* 2020;40:758-764.
- [21]Zhang L., Li H., Chen K. Effective risk communication for public health emergency: reflection on the COVID-19 (2019-nCoV) outbreak in Wuhan, China. *Healthcare*. 2020;8:64. doi: 10.3390/healthcare8010064.
- [22]Charlebois S., Summan A. A risk communication model for food regulatory agencies in modern society. *Trends Food Sci. Technol.* 2015;45:153-165. doi: 10.1016/j.tifs.2015.05.004.
- [23]Covello V.T., McCallum D.B., Pavlova M. Springer; New York, NY, USA: 1987. *Effective Risk Communication: The Role and Responsibility of Government and Nongovernment Organizations*.
- [24]European Food Safety Authority Risk communication. 2017. <http://www.efsa.europa.eu/en/corporate/pub/riskcommguidelines170524>
- [25]French S. Expert judgment, meta-analysis, and participatory risk analysis. *Decis. Anal.* 2012;9:119-127. doi: 10.1287/deca.1120.0234.
- [26]Renn O. Earthscan; London, UK: 2008. *Risk Governance: Coping with Uncertainty in a Complex World*.

- [27] Savage L.J. The theory of statistical decision. *J. Am. Stat. Assoc.* 1951;46:55–67. doi: 10.1080/01621459.1951.10500768.
- [28] Gesser-Edelsburg A., Shir-Raz Y., Hayek S., Sassoni-Bar Lev O. What does the public know about Ebola? The public's risk perceptions regarding the current Ebola outbreak in an as-yet unaffected country. *Am. J. Infect. Control.* 2015;43:669–675. doi: 10.1016/j.ajic.2015.03.005.
- [29] Conrow E.H. American Institute of Aeronautics & Astronautics; Reston, FL, USA: 2003. *Effective Risk Management*; pp. 22–74.
- [30] Lundgren R.E., McMakin A.H. John Wiley & Sons, Inc; Hoboken, NJ, USA: 2013. *Risk Communication: A Handbook for Communicating Environmental, Safety, and Health Risks*.
- [31] Cinelli M., Quattrociocchi W., Galeazzi A., Valensise C., Brugnoli E. 2020. The COVID-19 Social Media Infodemic. *Social and Information Networks (Cs.SI)* Published in ArXiv 2020. arXiv:2003.05004.
- [32] Allcott H., Gentzkow M. Social media and fake news in the 2016 election. *J. Econ. Perspect.* 2017;31:211–236. doi: 10.1257/jep.31.2.211.
- [33] Guess A., Nagler J., Tucker J. Less than you think: prevalence and predictors of fake news dissemination on Facebook. *Sci. Adv.* 2019;5 doi: 10.1126/sciadv.aau4586.
- [34] Van Bavel J.J., Baicker K., Boggio P., Capraro V., Cichocka A., Crockett M. Using social and behavioural science to support COVID-19 pandemic response. *PsyArXiv preprints.* 2020 doi: 10.31234/osf.io/y38m9.
- [35] Alsuliman T., Humaidan D., Sliman L. Machine learning and artificial intelligence in the service of medicine: necessity or potentiality? *Current Research in Translational Medicine.* 2020 doi: 10.1016/j.retram.2020.01.002. In Press.
- [36] Luo J., Wu M., Gopukumar D., Zhao Y. Big data application in biomedical research and health care: a literature review. *Biomedical Informatics Insights.* 2016;8:BII.S31559. doi: 10.4137/bii.s31559.
- [37] Murdoch T.B., Detsky A.S. The inevitable application of big data to health care. *JAMA.* 2013;309:1351. doi: 10.1001/jama.2013.393.
- [38] Toga A.W., Foster I., Kesselman C., Madduri R., Chard K., Deutsch E.W. Big biomedical data as the key resource for discovery science. *J. Am. Med. Inform. Assoc.* 2015;22:1126–1131. doi: 10.1093/jamia/ocv077.
- [39] Lundberg S.M., Nair B., Vavilala M.S. Explainable machine-learning predictions for the prevention of hypoxaemia during surgery. *Nature Biomedical Engineering.* 2018;2:749–760. doi: 10.1038/s41551-018-0304-0.
- [40] Saria S., Koller D., Penn A. *Proceedings of Neural Information Processing Systems (NIPS) Predictive Models in Personalized Medicine.* 2010. Learning individual and population level traits from clinical temporal data. (Whistler)
- [41] Marella W.M., Sparnon E., Finley E. Screening electronic health record-related patient safety reports using machine learning. *Journal of Patient Safety.* 2017;13:31–36. doi: 10.1097/pts.0000000000000104.
- [42] Kuo, C.-C., Chang, C.-M., Liu, K.-T., Lin, W.-K., Chiang, H.-Y., Chung, C.-W., et al., 2019. Automation of the kidney function prediction and classification through ultrasound-based kidney imaging using deep learning. *Npj Digital Medicine*, 2, 29. doi:10.1038/s41746-019-0104-2.
- [43] Rumsfeld J.S., Joynt K.E., Maddox T.M. Big data analytics to improve cardiovascular care: promise and challenges. *Nat. Rev. Cardiol.* 2016;13:350–359. doi: 10.1038/nrcardio.2016.42.
- [44] Liang H., Tsui B.Y., Ni H. Evaluation and accurate diagnoses of pediatric diseases using artificial intelligence. *Natural Medicine.* 2019;25:433–438. doi: 10.1038/s41591-018-0335-9.
- [45] Bates D.W., Saria S., Ohno-Machado L., Shah A., Escobar G. Big data in health care: using analytics to identify and manage high-risk and high-cost patients. *Health Aff.* 2014;33:1123–1131. doi: 10.1377/hlthaff.2014.0041.
- [46] Özdemir A., Barshan B. Detecting falls with wearable sensors using machine learning techniques. *Sensors.* 2014;14:10691–10708. doi: 10.3390/s140610691.
- [47] Lo-Ciganic W.-H., Donohue J.M., Thorpe J.M., Perera S., Thorpe C.T., Marcum Z.A., Gellad W.F. Using machine learning to examine medication adherence thresholds and risk of hospitalization. *Med. Care.* 2015;53:720–728. doi: 10.1097/mlr.0000000000000394.
- [48] Weintraub W.S., Fahed A.C., Rumsfeld J.S. Translational medicine in the era of big data and machine learning. *Circ. Res.* 2018;123:1202–1204. doi: 10.1161/circresaha.118.313944.

- [49]Zeng X., Luo G. Progressive sampling-based Bayesian optimization for efficient and automatic machine learning model selection. *Health Information Science and Systems*. 2017;5:2. doi: 10.1007/s13755-017-0023-z.
- [50]Rajkumar A., Dean J., Kohane I. Machine learning in medicine. *N. Engl. J. Med.* 2019;380:1347–1358. doi: 10.1056/NEJMr1814259.
- [51]Beam A.L., Kohane I.S. Big data and machine learning in health care. *JAMA*. 2018;319:1317. doi: 10.1001/jama.2017.18391.
- [52]Diginomica BlueDot spotted coronavirus before anyone else had a clue. 2020. <https://diginomica.com/how-canadian-ai-start-bluedot-spotted-coronavirus-anyone-else-had-clue>
- [53]MIT Technology Review AI Could Help with the Next Pandemic - But Not with this One. 2020. <https://www.technologyreview.com/2020/03/12/905352/ai-could-help-with-the-next-pandemicbut-not-with-this-one/>
- [54]ITN Two Studies Use SIRD Model to Forecast COVID-19 Spread. 2020. <https://www.itnonline.com/content/two-studies-use-sird-model-forecast-covid-19-spread> (Accessed 2 April 2020)
- [55]Jiang X., Coffee M., Bari A., Wang J., Jiang X. Towards an artificial intelligence framework for data-driven prediction of coronavirus clinical severity. *CMC-Computers, Materials & Continua*. 2020;63:537–551. doi: 10.32604/cmc.2020.010691.
- [56]Wang L., Li J., Guo S., Xie N. Real-time estimation and prediction of mortality caused by COVID-19 with patient information-based algorithm. *Sci. Total Environ.* 2020 doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.138394. In Press.
- [57]Noorbakhsh J., Chandok H., Karuturi R.K.M., George J. Machine learning in biology and medicine. *Advances in Molecular Pathology*. 2019;2:143–152. doi: 10.1016/j.yamp.2019.07.010.
- [58]Zlobec I. A predictive model of rectal tumor response to preoperative radiotherapy using classification and regression tree methods. *Clin. Cancer Res.* 2005;11:5440–5443. doi: 10.1158/1078-0432.ccr-04-2587.
- [59]Bertolaccini L., Solli P., Pardolesi A., Pasini A. An overview of the use of artificial neural networks in lung cancer research. *Journal of Thoracic Disease*. 2017;9:924–931. doi: 10.21037/jtd.2017.03.157.
- [60]Zafeiris D., Rutella S., Ball G.R. An artificial neural network integrated pipeline for biomarker discovery using Alzheimer's disease as a case study. *Computational and Structural Biotechnology Journal*. 2018;16:77–87. doi: 10.1016/j.csbj.2018.02.001.
- [61]Perou C.M., Sorlie T., Eisen M.B., van de Rijn M., Jeffrey S.S. Molecular portraits of human breast tumours. *Nature*. 2000;406:747–752. doi: 10.1038/35021093.
- [62]Sorlie T., Perou C.M., Tibshirani R., Aas T., Geisler S., Johnsen H. Gene expression patterns of breast carcinomas distinguish tumor subclasses with clinical implications. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2001;98:10869–10874. doi: 10.1073/pnas.191367098.
- [63]Dai X., Li T., Bai Z. Breast cancer intrinsic subtype classification, clinical use and future trends. *Am. J. Cancer Res.* 2015;5:2929–2943.
- [64]Dente C.J., Bradley M., Schobel S., Gaucher B., Buchman T., Kirk A.D., Elster E. Towards precision medicine. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2017;83:609–616. doi: 10.1097/ta.0000000000001596.
- [65]Mai M.V., Krauthammer M. Controlling testing volume for respiratory viruses using machine learning and text mining. *AMIA annual symposium proceedings. AMIA Symposium*. 2017;2016:1910–1919.
- [66]Hamet P., Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*. 2017;69:S36–S40. doi: 10.1016/j.metabol.2017.01.011.
- [67]Kulkarni S., Seneviratne N., Baig M.S., Khan A.H.A. Artificial intelligence in medicine: where are we now? *Acad. Radiol.* 2019 doi: 10.1016/j.acra.2019.10.001.
- [68]Fuller C., Cellura A.P., Hibler B.P., Burrell K. Computer-assisted diagnosis of melanoma. *Seminars in Cutaneous Medicine and Surgery*. 2016;35:25–30. doi: 10.12788/j.sder.2016.004.
- [69]Bhagyashree S.I.R., Nagaraj K., Prince M., Fall C.H.D., Krishna M. Diagnosis of dementia by machine learning methods in epidemiological studies: a pilot exploratory study from south India. *Soc. Psychiatry Psychiatr. Epidemiol.* 2017;53:77–86. doi: 10.1007/s00127-017-1410-0.
- [70]Gargeya R., Leng T. Automated identification of diabetic retinopathy using deep learning. *Ophthalmology*. 2017;124:962–969. doi: 10.1016/j.ophtha.2017.02.008.
- [71]Lakhani P., Sundaram B. Deep learning at chest radiography: automated classification of pulmonary tuberculosis by using convolutional neural networks. *Radiology*. 2017;284:574–582. doi: 10.1148/radiol.2017162326.

- [72]Wang S., Kang B., Ma J., Zeng X., Xiao M. A deep learning algorithm using CT images to screen for corona virus disease (COVID-19) medRxiv. 2020 doi: 10.1101/2020.02.14.20023028. Preprint.
- [73]ITN Dutch companies offer free innovative COVID-19 AI software. 2020. <https://www.itnonline.com/content/dutch-companies-offer-free-innovative-covid-19-ai-software>
- [74]Tojo Y. Clinical sequence of leukemia applying artificial intelligence (AI) Clinical Bood. 2017;58:1913–1917. doi: 10.11406/rinketsu.58.1913.
- [75]Heinson A., Gunawardana Y., Moesker B., Hume C., Vataga E., Hall Y. Enhancing the biological relevance of machine learning classifiers for reverse vaccinology. Int. J. Mol. Sci. 2017;18:312. doi: 10.3390/ijms18020312.
- [76]Doyle O.M., Mehta M.A., Brammer M.J. The role of machine learning in neuroimaging for drug discovery and development. Psychopharmacology. 2015;232:4179–4189. doi: 10.1007/s00213-015-3968-0.
- [77]Vidyasagar M. Identifying predictive features in drug response using machine learning: opportunities and challenges. Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol. 2015;55:15–34. doi: 10.1146/annurev-pharmtox-010814-124502.
- [78]Hall R., Pasipanodya J., Swancutt M., Meek C., Leff R., Gumbo T. Supervised machine-learning reveals that old and obese people achieve low dapsone concentrations. CPT Pharmacometrics Syst. Pharmacol. 2017;6:552–559. doi: 10.1002/psp4.12208.
- [79]Ganzert S., Guttman J., Kersting K., Kuhlen R., Putensen C., Sydow M., Kramer S. Analysis of respiratory pressure–volume curves in intensive care medicine using inductive machine learning. Artif. Intell. Med. 2002;26:69–86. doi: 10.1016/S0933-3657(02)00053-2.
- [80]Escobar G.J., Turk B.J., Ragins A., Ha J., Hoberman B., LeVine S.M. Piloting electronic medical record-based early detection of inpatient deterioration in community hospitals. J. Hosp. Med. 2016;11:S18–S24. doi: 10.1002/jhm.2652.
- [81]Ardila D., Kiraly A.P., Bharadwaj S., Choi B., Reicher J.J., Peng L. End-to-end lung cancer screening with three-dimensional deep learning on low-dose chest computed tomography. Nat. Med. 2019;25:954–961. doi: 10.1038/s41591-019-0447-x.
- [82]Rajpurkar P., Irvin J., Zhu K., Yang B. CheXNet: radiologist-level pneumonia detection on chest X-rays with deep learning. ArXiv. 2017 <https://arxiv.org/abs/1711.05225>
- [83]Ben-Israel D., Jacobs W.B., Casha S., Lang S., Ryu W.H.A. The impact of machine learning on patient care: a systematic review. Artif. Intell. Med. 2019;103 doi: 10.1016/j.artmed.2019.101785.
- [84]Hinton G., Deng L., Yu D., Dahl G., Mohamed A., Jaitly N. Deep neural networks for acoustic modeling in speech recognition: the shared views of four research groups. IEEE Signal Process. Mag. 2012;29:82–97. doi: 10.1109/msp.2012.2205597.
- [85]Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G.E. ImageNet classification with deep convolutional neural networks. Commun. ACM. 2017;60:84–90. doi: 10.1145/3065386.
- [86]Yang L.B. Application of artificial intelligence in electrical automation control. Procedia Computer Science. 2020;166:292–295. doi: 10.1016/j.procs.2020.02.097.
- [87]Lee I., Shin Y.J. Machine learning for enterprises: applications, algorithm selection, and challenges. Business Horizons. 2020;63:157–170. doi: 10.1016/j.bushor.2019.10.005.
- [88]Lei Y., Yang B., Jiang X., Jia F. Applications of machine learning to machine fault diagnosis: a review and roadmap. Mech. Syst. Signal Process. 2020;138 doi: 10.1016/j.ymsp.2019.106587.
- [89]MIT Technology Review A new app would say if you've crossed paths with someone who is infected. 2020. <https://www.technologyreview.com/2020/03/17/905257/coronavirus-infection-tests-app-pandemic-location-privacy/>
- [90]Gruson D., Helleputte T., Rousseau P., Gruson D. Data science, artificial intelligence, and machine learning: opportunities for laboratory medicine and the value of positive regulation. Clin. Biochem. 2019;69:1–7. doi: 10.1016/j.clinbiochem.2019.04.013.
- [91]Yuan M., Yin W., Tao Z., Tan W., Hu Y. Association of radiologic findings with mortality of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. PLoS One. 2020;15 doi: 10.1371/journal.pone.0230548.
- [92]MIT Technology Review Over 24,000 Coronavirus Research Papers Are Now Available in One Place. 2020. <https://www.technologyreview.com/2020/03/16/905290/coronavirus-24000-research-papers-available-open-data/>
- [93]Techcrunch Dyson and Gtech support for COVID-19. 2020. <https://techcrunch.com/2020/03/26/dyson-and-gtech-answer-uk-call-for-ventilator-design-and-production-to-support-covid-19-response/?guccounter=1> (Accessed 29 March 2020)

- [94]Jordona K., Dossou P.-E., Junior J.C. Using lean manufacturing and machine learning for improving medicines procurement and dispatching in a hospital. *Procedia Manufacturing*. 2019;38:1034–1041. doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.189.
- [95]STAT Surge in patients overwhelms telehealth services amid coronavirus pandemic. 2020. <https://www.statnews.com/2020/03/17/telehealth-services-overwhelmed-amid-coronavirus-pandemic/> (Accessed 20 March 2020)
- [96]The Economic Times Robots help combat COVID-19 in world, and maybe soon in India too. 2020. <https://economictimes.indiatimes.com/news/science/robots-help-combat-covid-19-in-world-and-maybe-soon-in-india-too/articleshow/74893405.cms> (Accessed 1 April 2020)
- [97]Zoroja J., Merkač Skok M., Pejić Bach M. 2014. E-Learning Implementation in Developing Countries: Perspectives and Obstacles. *Online Tutor 2.0: Methodologies and Case Studies for Successful Learning*.
- [98]Babu N., Reddy B.S. Challenges and opportunity of E-learning in developed and developing countries-a review. *International Journal of Emerging Research in Management and Technology*. 2015;4:259–262.
- [99]EdTechReview Countries Which Are Leading the Way in Online Education. 2020. <https://edtechreview.in/e-learning/3028-countries-leading-in-online-education>
- [100]CNBC Use of Surveillance to Fight Coronavirus Raises Concerns about Government Power after Pandemic Ends. 2020. <https://www.cnbc.com/2020/03/27/coronavirus-surveillance-used-by-governments-to-fight-pandemic-privacy-concerns.html>
- [101]Thomson Reuters Foundation News AI-powered technology. 2020. <https://news.trust.org/item/20200316140626-x791z/> (Accessed 19 March 2020)
- [102]Misawa M., Kudo S., Mori Y., Cho T., Kataoka S. Artificial intelligence-assisted polyp detection for colonoscopy: initial experience. *Gastroenterology*. 2018;154:2027–2029.e3. doi: 10.1053/j.gastro.2018.04.003.
- [103]Jiang F., Jiang Y., Zhi H., Dong Y., Li H., Ma S. Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke and Vascular Neurology*. 2017;2:230–243. doi: 10.1136/svn-2017-000101.
- [104]Haleem A., Javaid M. Industry 5.0 and its expected applications in medical field. *Current Medicine Research and Practice*. 2019;9:167–169. doi: 10.1016/j.cmrp.2019.07.002.
- [105]Haleem A., Javaid D.M., Khan I.H. Current status and applications of artificial intelligence (AI) in medical field: an overview. *Current Medicine Research and Practice*. 2019;9:231–237. doi: 10.1016/j.cmrp.2019.11.005.
- [106]Moser E.C., Narayan G. Improving breast cancer care coordination and symptom management by using AI driven predictive toolkits. *Breast*. 2020;50:25–29. doi: 10.1016/j.breast.2019.12.006.
- [107]Bizzo B.C., Almeida R.R., Michalski M.H., Alkasab T.K. Artificial intelligence and clinical decision support for radiologists and referring providers. *Journal of American College of Radiology*. 2019;16:1351–1356. doi: 10.1016/j.jacr.2019.06.010.
- [108]Richardson M.L., Garwood E.R., Lee Y., Li M.D., Lo H.S. Noninterpretive uses of artificial intelligence in radiology. *Acad. Radiol*. 2020 doi: 10.1016/j.acra.2020.01.012. In Press.
- [109]Ho C.W.L., Soon D., Caals K., Kapur J. Governance of automated image analysis and artificial intelligence analytics in healthcare. *Clin. Radiol*. 2019;74:329–337. doi: 10.1016/j.crad.2019.02.005.
- [110]Goldberg J.E., Rosenkrantz A.B. Artificial intelligence and radiology: a social media perspective. *Curr. Probl. Diagn. Radiol*. 2018;48:308–311. doi: 10.1067/j.cpradiol.2018.07.005.
- [111]Ullah Z., Al-Turjman F., Mostarda L., Gagliardi R. Applications of artificial intelligence and machine learning in smart cities. *Comput. Commun*. 2020;154:313–323. doi: 10.1016/j.comcom.2020.02.069.
- [112]Kidwai B., Nadesh R.K. Design and development of diagnostic Chabot for supporting primary health care systems. *Procedia Computer Science*. 2020;167:75–84. doi: 10.1016/j.procs.2020.03.184.
- [113]Leo Kumar S.P. State of the art-intense review on artificial intelligence systems application in process planning and manufacturing. *Eng. Appl. Artif. Intell*. 2017;65:294–329. doi: 10.1016/j.engappai.2017.08.005.
- [114]Hathaliya J.J., Tanwar S. An exhaustive survey on security and privacy issues in Healthcare 4.0. *Comput. Commun*. 2020;153:311–335. doi: 10.1016/j.comcom.2020.02.018.
- [115]Stevic Z., Pamucar D., Puska A., Chatterjee P. Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: measurement alternatives and ranking according to Compromise solution (MARCOS) *Comput. Ind. Eng*. 2019;140:106231.

- [116] Buch V.H., Ahmed I., Maruthappu M. Artificial intelligence in medicine: current trends and future possibilities. *Br. J. Gen. Pract.* 2018;68:143–144. doi: 10.3399/bjgp18x695213.
- [117] Kulikowski C. Beginnings of artificial intelligence in medicine (AIM): computational artifice assisting scientific inquiry and clinical art - with reflections on present AIM challenges. *Yearbook of Medical Informatics.* 2019 doi: 10.1055/s-0039-1677895.
- [118] Upadhyay A., Khandelwal K. Artificial intelligence-based training learning from application. *Development and Learning in Organizations.* 2019;33:20–23. doi: 10.1108/DLO-05-2018-0058.
- [119] Patel V.L., Shortliffe E.H., Stefanelli M., Szolovits P., Berthold M.R., Bellazzi R., Abu-Hanna A. The coming of age of artificial intelligence in medicine. *Artif. Intell. Med.* 2009;46:5–17. doi: 10.1016/j.artmed.2008.07.017.
- [120] Wahl B., Cossy-Gantner A., Germann S., Schwalbe N.R. Artificial intelligence (AI) and global health: how can AI contribute to health in resource-poor settings? *BMJ Glob. Health.* 2018;3 doi: 10.1136/bmjgh-2018-000798.
- [121] Dohr A., Modre-Oprian R., Drobnic M., Hayn D., Schreier G. 2010. The Internet of Things for Ambient Assisted Living. 2010 Seventh International Conference on Information Technology: New Generations; pp. 804–809.
- [122] Miorandi D., Sicari S., De Pellegrini F., Chlamtac I. Internet of things: vision, applications and research challenges. *Ad Hoc Netw.* 2012;10:1497–1516. doi: 10.1016/j.adhoc.2012.02.016.
- [123] Chen S., Xu H., Liu D., Hu B., Wang H. A vision of IoT: applications, challenges, and opportunities with China perspective. *IEEE Internet Things J.* 2014;1:349–359. doi: 10.1109/jiot.2014.2337336.
- [124] Yan H., Xu L.D., Bi Z., Pang Z., Zhang J., Chen Y. An emerging technology - wearable wireless sensor networks with applications in human health condition monitoring. *Journal of Management Analytics.* 2015;2:121–137. doi: 10.1080/23270012.2015.1029550.
- [125] Domingo M.C. An overview of the Internet of Things for people with disabilities. *J. Netw. Comput. Appl.* 2012;35:584–596. doi: 10.1016/j.jnca.2011.10.015.
- [126] Fan Y.J., Yin Y.H., Xu L.D., Zeng Y., Wu F. IoT-based smart rehabilitation system. *IEEE Transactions on Industrial Informatics.* 2014;10:1568–1577. doi: 10.1109/tii.2014.2302583.
- [127] Ying W., Qian Y., Kun Z. Drugs supply and pharmaceutical care management practices at a designated hospital during the COVID-19 epidemic. *Res. Soc. Adm. Pharm.* 2020 doi: 10.1016/j.sapharm.2020.04.001.
- [128] Rosser J.C., Vignesh V., Terwilliger B.A., Parker B.C. Surgical and medical applications of drones: a comprehensive review. *Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons.* 2018;22 doi: 10.4293/jsls.2018.00018.
- [129] Greaves R., Bernardini S., Ferrari M., Fortina P., Gouget B., Gruson D. Key questions about the future of laboratory medicine in the next decade of the 21st century: a report from the IFCC-emerging technologies division. *Clin. Chim. Acta.* 2019;495:570–589. doi: 10.1016/j.cca.2019.05.021.
- [130] Poljak M., Sterbenc A. Use of drones in clinical microbiology and infectious diseases: current status, challenges and barriers. *Clin. Microbiol. Infect.* 2019;26:425–430. doi: 10.1016/j.cmi.2019.09.014.
- [131] Crisan G.C., Nechita E. On a cooperative truck-and-drone delivery system. *Procedia Computer Science.* 2019;159:38–47. doi: 10.1016/j.procs.2019.09.158.
- [132] CISION PR Newswire Flirtey and 7-eleven complete first month of routine commercial drone deliveries, deliver 77 packages to customer homes in United States. 2016. <https://www.pnewswire.com/news-releases/flirtey-and-7-eleven-complete-first-month-of-routine-commercial-drone-deliveries-deliver-77-packages-to-customer-homes-in-united-states-300381798.html>
- [133] Amukele T.K., Sokoll L.J., Pepper D., Howard D.P., Street J. Can unmanned aerial systems (drones) be used for the routine transport of chemistry, hematology, and coagulation laboratory specimens? *PLoS One.* 2015;10 doi: 10.1371/journal.pone.0134020.
- [134] Amukele T., Ness P.M., Tobian A.A.R., Boyd J., Street J. Drone transportation of blood products. *Transfusion.* 2016;57:582–588. doi: 10.1111/trf.13900.
- [135] Mesar, T., Lessig, A., King, D.R., 2018. Use of drone technology for delivery of medical supplies during prolonged field care. *Journal of Special Operations Medicine.* 18, 34–35.
- [136] Priye A., Wong S., Bi Y., Carpio M., Chang J., Coen M. Lab-on-a-drone: toward pinpoint deployment of smartphone-enabled nucleic acid-based diagnostics for mobile health care. *Anal. Chem.* 2016;88:4651–4660. doi: 10.1021/acs.analchem.5b04153.

- [137]The New York Times An Island Nation's Health Experiment: Vaccines Delivered by Drone. 2018. <https://www.nytimes.com/2018/12/17/health/vanuatu-vaccines-drones.html>
- [138]Vacca A., Onishi H. Drones: military weapons, surveillance or mapping tools for environmental monitoring? The need for legal framework is required. *Transportation Research Procedia*. 2017;25:51-62. doi: 10.1016/j.trpro.2017.05.209.
- [139]Mishra B., Garg D., Narang P., Mishra V. Drone-surveillance for search and rescue in natural disaster. *Comput. Commun.* 2020;156:1-10. doi: 10.1016/j.comcom.2020.03.012.
- [140]Kellermann R., Biehle T., Fischer L. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives. 2020. Drones for parcel and passenger transportation: a literature review; p. 100088. In Press corrected proof
- [141]Wan, S., Gu, Z., & Ni, Q. (2020). Cognitive computing and wireless communications on the edge for healthcare service robots. *Computer Communications*, 149, 99-106.
- [142]Yi, S., Moon, D., Yang, Y., & Kim, K. (2008). Healthcare robot technology development. *IFAC Proceedings Volumes*, 41(2), 5318-5323.
- [143]Liu, W., Cao, J., Yang, L., Xu, L., Qiu, X., & Li, J. (2016). AppBooster: Boosting the performance of interactive mobile applications with computation offloading and parameter tuning. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 28(6), 1593-1606.
- [144]Sahni, Y., Cao, J., Zhang, S., & Yang, L. (2017). Edge mesh: A new paradigm to enable distributed intelligence in internet of things. *IEEE access*, 5, 16441-16458.
- [145]Wan, S., Zhao, Y., Wang, T., Gu, Z., Abbasi, Q. H., & Choo, K. K. R. (2019). Multi-dimensional data indexing and range query processing via Voronoi diagram for internet of things. *Future Generation Computer Systems*, 91, 382-391.
- [146]Valdes, K., Gendernalik, E., Hauser, J., & Tipton, M. (2020). Use of mobile applications in hand therapy. *Journal of Hand Therapy*.
- [147]Valdes, K., Gendernalik, E., Hauser, J., & Tipton, M. (2020). Use of mobile applications in hand therapy. *Journal of Hand Therapy*.
- [148]Nuanmeesri, S. (2019). Mobile application for the purpose of marketing, product distribution and location-based logistics for elderly farmers. *Applied Computing and Informatics*.
- [149]McLean, G., & Wilson, A. (2019). Shopping in the digital world: Examining customer engagement through augmented reality mobile applications. *Computers in Human Behavior*, 101, 210-224.
- [150]WHO Guidelines. 2020. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance> (Accessed 6 April 2020)
- [151]GCN Tech called up in the war against the unexpected. 2020. <https://gcn.com/articles/2020/03/19/downstream-tech-effects-pandemic.aspx>
- [152]Financial Express Tech-Ing on Covid-19. 2020. <https://www.financialexpress.com/opinion/tech-ing-on-covid-19-govt-must-extensively-use-tech-solutions-to-fight-coronavirus/1909609/>
- [153]CIO, 2020. How the COVID-19 pandemic is reshaping healthcare with technology. <https://www.cio.com/article/3534499/how-the-covid-19-pandemic-is-reshaping-healthcare-with-technology.html> (accessed 29 March 2020).
- [154]Kim, S. J., Cho, K. J., & Oh, S. (2017). Development of machine learning models for diagnosis of glaucoma. *PloS one*, 12(5).
- [155]WHO The COVID-19 Risk Communication Package for Healthcare Facilities. 2020. <https://iris.wpro.who.int/bitstream/handle/10665.1/14482/COVID-19-022020.pdf>

استناد به این مقاله:

چاهخویی نژاد، حسین؛ قنبری، شمس اله؛ نژادفرحانی، مهدی؛ شهیدی نژاد، علی. (۱۳۹۷). «مروری سیستماتیک بر تأثیر فن آوری اطلاعات در کنترل اپیدمی ویروس کرونا». *مدیریت مهندسی و رایانش نرم*، ۷(۲)، ۲۷۱-۲۲۱.