



## Systematic Review on the Effect of the Information Technology on Epidemic Control of COVID-19

Hossein Chahkhoie Nezhad<sup>1</sup> , Shams Allah Ghanbari<sup>2</sup> , Mehdi Nezhadfarhani<sup>3</sup> and Mohsen Sharifi<sup>4</sup>

1. MSc. Computer Engineering, Faculty of Electrical and Computer Engineering, Azad university of dezfoll, dezfoll, Iran. Email: [Chahkhoie@gmail.com](mailto:Chahkhoie@gmail.com)
2. Assistance Prof. Computer Engineering, Faculty of Electrical and Computer Engineering, Azad university of dezfoll, dezfoll, Iran. Email: [myrshg@gmail.com](mailto:myrshg@gmail.com)
3. MSc. Computer Engineering, Faculty of Electrical and Computer Engineering, Azad university of dezfoll, dezfoll, Iran. Email: [Nezhadfarhani@gmail.com](mailto:Nezhadfarhani@gmail.com)
4. Assistance Prof. Computer Engineering, Faculty of Electrical and Computer Engineering, Azad University, Qom, Iran. Email:

Article Info	ABSTRACT
<p><b>Article type:</b> Research Article</p> <p><b>Article history:</b> Received 2022 October 8 Received in revised form 2022 November 8 Accepted 2022 November 13 Published online 2023 March 16</p> <p><b>Keywords:</b> Social network, Corona, Artificial Intelligence, Machine Learning, IoT.</p>	<p>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.</p>

**Cite this article:** Chahkhoie Nezhad, H., Ghanbari, Sh.A., Nezhadfarhani, M. & Sharifi, M. (2022). Systematic Review on the Effect of the Information Technology on Epidemic Control of COVID-19. *Engineering Management and Soft Computing*, 8 (2). 143-173. DOI: <https://doi.org/10.22091/jemsc.2020.5600.1135>



© The Author(s)

DOI: <https://doi.org/10.22091/jemsc.2020.5600.1135>

**Publisher:** University of Qom

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

حسین چاهخویی نژاد<sup>۱</sup> ID، شمس اله قنبری<sup>۲</sup> ID، مهدی نژادفرحانی<sup>۳</sup> ID و علی شهیدی نژاد<sup>۴</sup>

۱. دانشجو دکتری مهندسی کامپیوتر نرم افزار، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی قم، قم، ایران. رایانامه: [Chahkhoie@gmail.com](mailto:Chahkhoie@gmail.com)

۲. استادیار گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی آشتیان، آشتیان، ایران. رایانامه: [myrshg@gmail.com](mailto:myrshg@gmail.com)

۳. دانشجو دکتری مهندسی کامپیوتر نرم افزار، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی قم، قم، ایران. رایانامه: [Nezhadfarhani@gmail.com](mailto:Nezhadfarhani@gmail.com)

۴. استادیار گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی قم، قم، ایران. رایانامه:

اطلاعات مقاله	چکیده
<b>نوع مقاله:</b> مقاله پژوهشی	ظهور سندرم شدید تنفسی حاد Coronavirus 2 (SARS-CoV-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 یک مسئله بهداشت عمومی بین‌المللی تبدیل شد. کل بشریت باید در این جنگ غیرمنتظره مبارزه کند و نقش تک تک 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 آنرا 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 <sup>۱</sup> 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 ارائه دهد.
<b>تاریخ دریافت:</b> ۱۴۰۱/۰۷/۱۶	
<b>تاریخ بازنگری:</b> ۱۴۰۱/۰۸/۱۷	
<b>تاریخ پذیرش:</b> ۱۴۰۱/۰۸/۲۲	
<b>تاریخ انتشار:</b> ۱۴۰۱/۱۲/۲۵	
<b>کلیدواژه‌ها:</b> شبکه‌های اجتماعی، کرونا، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، اینترنت اشیا.	

**استناد:** چاهخویی نژاد، حسین؛ قنبری، شمس اله؛ نژادفرحانی، مهدی و شهیدی نژاد، علی (۱۴۰۱). «ارائه مروری سیستماتیک بر تأثیر فن آوری اطلاعات در کنترل اپیدمی ویروس کرونا». مدیریت مهندسی و رایانش نرم، دوره ۸ (۲)، صص: ۱۷۳-۱۴۳. <https://doi.org/10.22091/jemsc.2020.5600.1135>



<sup>1</sup> Potential unexpected technologies

## ۱) 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<sup>۱</sup>) شیوع بیماری COVID-19 را به عنوان یکی از دغدغه‌های فوریت‌های بهداشت عمومی بین‌المللی (PHEIC<sup>۲</sup>) [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<sup>۳</sup> 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 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 فن‌آوری‌های بالقوه به همراه درمان مؤثر و مراقبت‌های بهداشتی و قوانین قوی، تاثیرگذار خواهد بود و باعث تقویت خط دفاعی برای مبارزه با بیماری COVID-19 می‌شود.

فن‌آوری‌ها 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 فن‌آوری‌ها در حمایت از سیستم مراقبت‌های بهداشتی، دولت و همچنین عموم مردم فراموش نمی‌شود. سهم این فن‌آوری‌ها در مبارزه با بیماری COVID-19 ممکن است تأثیر غیرمستقیم یا مستقیمی داشته باشد.

<sup>1</sup> World Health Organization

<sup>2</sup> Public Health Emergency of International Concern

<sup>3</sup> coronavirus

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 فن آوری که برای کنترل اپیدمی بیماری COVID-19، پیاده‌سازی شده است مانند ارتباطات اطلاعاتی، 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 فن آوری‌های 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.

## ۲) 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<sup>۱</sup> 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.

منابع آنلاین که اطلاعات از آنها استخراج می‌شود عمدتاً شامل سازمان بهداشت جهانی (WHO)، وبسایت‌های معتبری برای گزارش‌دهی اطلاعات مانند مجمع جهانی اقتصاد، آمار، بررسی‌های فناوری MIT<sup>۵</sup> و گزارش‌های خبری

<sup>۴</sup> Information Communication

<sup>۵</sup> Management Information Technology

است. به طور کلی، از حدود ۱۵۰۰ اثر ناشی از جستجوها با استفاده از کلمات کلیدی مختلف، نهایتاً ۸۰۶ اثر پس از غربالگری اولیه طبقه‌بندی شده که ۱۷۲ مقاله برای مطالعه دقیق‌تر انتخاب و بررسی نهایی شده‌اند. پس از شکل‌گیری مقاله، تعداد کل مراجع به ۱۵۵ مورد تقلیل یافت که شامل ۳۲ منبع آنلاین و ۱۲۳ مقاله ژورنال است.

### (۳) نگاه جامعه و محیط زیست برای کنترل بیماری اپیدمی

کاهش شیوع آلودگی به COVID-19 در جامعه، راهکارهای عملیاتی ویژه‌ای را می‌طلبد که کلیدی‌ترین آن‌ها شکستن زنجیره آلودگی بیماری است. در این بخش، در مورد تدابیری که جامعه برای کاهش شیوع عفونت اتخاذ می‌کند صحبت خواهیم کرد. این تدابیر بطور گسترده شامل مراقبت‌های بهداشتی، دولتی، عمومی، صنایع، محیط‌زیست، انرژی و همچنین تأثیر آن در آینده خواهد بود.

از دیدگاه مراقبت‌های بهداشتی، فناوری‌های زیادی برای برآورده کردن نیازهای بالینی تولید شده‌اند. از شروع آزمایش تا درمان، نوآوری‌های مختلفی پیاده‌سازی و آزمایش شده است. به‌عنوان مثال، مراحل آزمایش بیماری COVID-19 در فازهای مختلف از نتایج کوتاه‌مدت با دقت کمتر تا دقت بالای تست در گذر زمان انجام شده است. به طور کلی، از آزمایش واکنش زنجیره‌ای پلیمر (PCR<sup>۶</sup>) برای تشخیص بیماری COVID-19 استفاده می‌شود که یک روش دقیق است زیرا حضور RNA ویروس را تشخیص می‌دهد. سایر تکنیک‌ها شامل آزمایش سرولوژیک<sup>۷</sup>، آزمایش آنتی‌ژن<sup>۸</sup> و غیره است [۵]. برای نشان دادن تصویر بزرگی از وضعیت عفونت، آزمایش جمعیتی گسترده لازم است و بنابراین، تقاضا برای کیت‌های آزمایش به اوج خود رسیده است. این روش 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.

### (۴) دیدگاه دولت

تصمیم‌گیری، مدیریت عمومی، برآورده کردن الزامات سیستم بهداشت و درمان و داشتن یک برنامه برای آینده از مهم‌ترین

<sup>۶</sup> Polymerase Chain Reaction

<sup>۷</sup> Serologic Testing

<sup>۸</sup> Antigen Testing

کارکردهای دولت در دوره‌ی 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 به‌خاطر سلامت مردم انجام می‌شود. 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 مورد نیاز سیستم مراقبت‌های بهداشتی را تولید کرده‌اند. صنایع خودروسازی، خطوط تولید خود را برای تولید دستگاه‌های تهویه، ماسک پلاستیکی صورت، محصولات چاپی سه‌بعدی<sup>۹</sup> 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 <sup>۱۰</sup>	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

<sup>9</sup> 3D printed products

<sup>10</sup> Domain

شرکت	زمینه کاری <sup>۱۰</sup>	محصولات تولیدی	
		قبل از اپیدمی	در طول اپیدمی
Ineos	شرکت شیمیایی	روغن، گاز، پلاستیک مواد شیمیایی و سایر محصولات	ضد عفونی کننده دست و سایر محصولات بهداشتی
Gucci	صنعت مد	پوشاک	ماسک
Zara	صنعت مد	پوشاک	ماسک‌های جراحی
LVMH and L'Oreal	صنعت مد	عطرها	ضد عفونی کننده‌های پزشکی و ژل ضد عفونی کننده

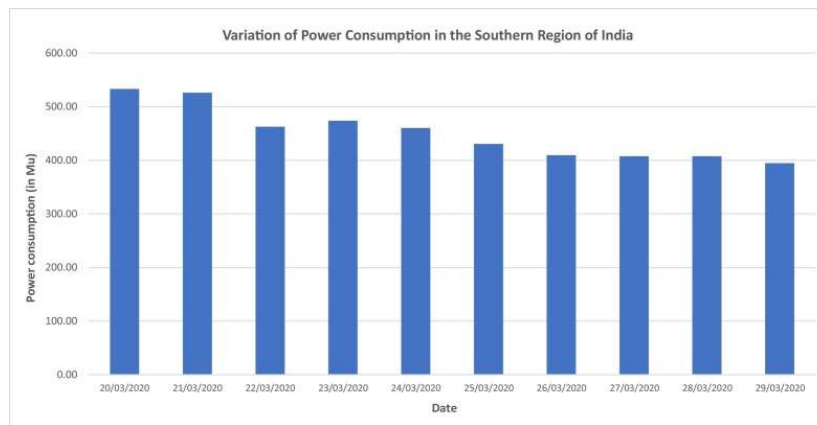
از دیگر تحولات اجتماعی به دلیل بیماری COVID-19 تأثیر اقتصادی بالای آن بر فروشندگان و مشاغل کوچک است. اما مشاغل بزرگ و برندها، عمده‌ترین مشکلی که با آن روبه‌رو شده‌اند مشکلات حمل و نقل است. گزارشی از بررسی بیماری COVID-19، [۱۱] نشان می‌دهد که ۴۰٪ از برندها با مشکلات حمل و نقل روبه‌رو هستند و ۵۶٪ از برندها 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 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)<sup>[۱۴]</sup>، آلاینده‌های دیگر از قبیل PM 2.5 و PM 10 نیز به میزان قابل توجهی کاهش یافته است.

از نقطه‌نظر 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 صناعی 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 نشان‌دهنده 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

<sup>11</sup> Center of Research on Energy and Clean Air

(که از ۲۵ مارس آغاز شد)، کاهش یافته است. به طور کلی، در ۲۰ مارس ۲۰۲۰، تقاضای برق ۵۳۳.۰۱ واحد مگا (مو)<sup>۱۲</sup> 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

## ۵) 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<sup>۱۳</sup>، 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 ویروس کرونا خواهیم پرداخت.

## ۵-۱) ارتباطات و اطلاعات

بیماری COVID-19، به‌طور سریعی انتقال می‌یابد و در تمام جهان شیوع پیدا کرده که علت عمده‌ی آن هم، به‌دلیل 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

<sup>12</sup> Mega Units (Mu)

<sup>13</sup> Information communication



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.

### ۵-۱-۱) 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].

### ۵-۱-۲) درک خطر

این روزها، شیوع بیماری COVID-19 توجه رسانه‌های اجتماعی را به خود جلب کرده است. به‌نحوی که در معرض گفتمان قرار گرفته و ممکن است در بین مردم درک تلقی خطر را ایجاد کند، اما عکس‌العمل افراد در برابر آن، رفتارهای متفاوتی را در پی دارد [۱۷، ۱۸]. کنترل افراد خوش‌بین ممکن است آسان باشد اما افراد بدبین باعث افزایش وحشت می‌شوند. این امر منجر به همکاری ناکارآمد از طرف عموم مردم برای سیاست‌های بهداشتی خواهد شد که به خطر بزرگی منجر می‌شود [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 به‌صورت ارتباطات سیستم خطر - دولت - متخصصین - بهداشت و درمان<sup>۱۴</sup> در شکل ۲ ارائه شده است. این مدل ارتباطی به روز شده از یک مدل [۲۱] با رویکرد پیام‌محور است. این مدل شامل چهار رسانه مرتبط با هم که متخصصین - سیستم مراقبت‌های بهداشتی<sup>۱۵</sup>، دولت - متخصصین<sup>۱۶</sup>، دولت - عموم مردم<sup>۱۷</sup> و متخصصین - عموم مردم<sup>۱۸</sup> است.

### ۵-۱-۲-۱) مدل دولت - عموم مردم

در این جا، دولت بالاترین تصمیم‌گیرنده در کنترل فعالیت‌ها است و تصمیم‌گیری آن تأثیری بر مردم خواهد گذاشت که می‌توان از رفتار آن‌ها به‌عنوان بازخورد مشاهده کرد. ارتباطات دولت و مردم به‌طور معمول یک ارتباط خارجی است و اطلاعاتی که منتقل می‌شوند باید کامل و دقیق باشند. عموم مردم باید برای همکاری با دولت و درک اهمیت اطلاعات منتشره از طرف دولت، خوش‌بین باشند. پاسخ واقعی عموم مردم با آن‌چه انتظار می‌رود مقایسه می‌شود و باید برای برقراری

<sup>14</sup> Government-Expert-Public-Healthcare system risk

<sup>15</sup> Healthcare system – experts

<sup>16</sup> Government – experts

<sup>17</sup> Government – public

<sup>18</sup> Expert – public

ارتباط مؤثر ارزیابی شود [۲۲]. همچنین باز خورد عموم مردم به دولت کمک می کند تا استراتژی های ارتباطی خود را تغییر شکل دهند [۲۳، ۲۴].

#### ۵-۱-۲-۲) مدل دولت - متخصصین

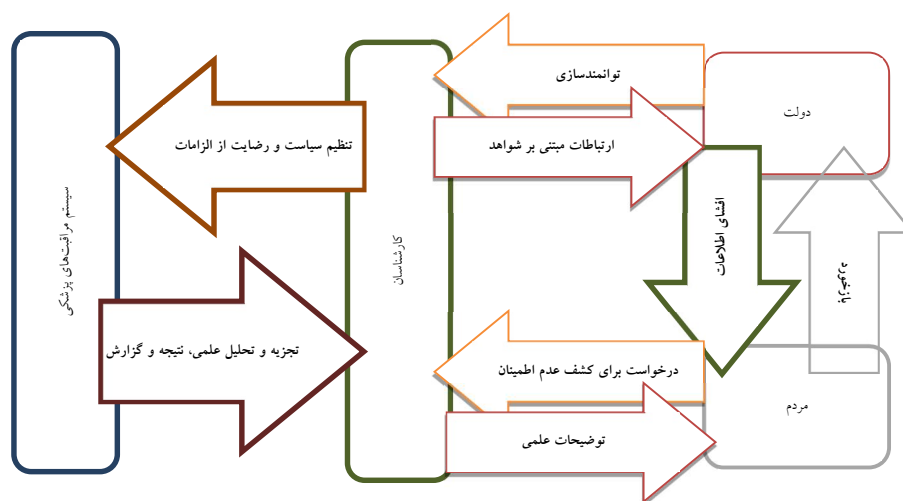
این مدل برای کل مدیریت ریسک و سیاست های تصمیم گیری مهم است و به عنوان ارتباطات داخلی عمل می کند. شکل کامل تر آن متشکل از تخصص در دانش حرفه ای، مدیریت و فناوری است که توسط ارگان های دولتی مجاز هستند داده ها و مدارکی را برای ارتباط با ریسک ارائه دهند. همچنین آن ها ریسک را ارزیابی می کنند و در تصمیم گیری منطقی که به نفع جامعه باشد، کمک می کنند [۲۵، ۲۶، ۲۷].

#### ۵-۱-۲-۳) مدل متخصصین - سیستم مراقبت های بهداشتی

این مدل، به عنوان منبعی برای شناسایی ارزیابی خطر یا تأثیر احتمالی مشکل، شناخته شده و از آن برای ارتباط داخلی استفاده می شود. سیستم مراقبت های بهداشتی هم دقیقاً در زمان اپیدمی بودن، وضعیت تجهیزات بهداشتی و مدت زمان مورد نیاز برای اقدامات احتیاطی برای مقابله با وضعیت را بررسی می کند.

#### ۵-۱-۲-۴) مدل متخصصین - عموم مردم

برای این مدل، لازم است تا شکافی بین آن ها ایجاد شود و یک ارتباط خارجی را به تصویر بکشد. اکثریت مردم معمولاً نمی توانند پیچیدگی ریسک مورد تجزیه و تحلیل را، درک کنند. بنابراین، متخصصان می توانند نقشی برای انتقال موضوع به روشی ساده تر و صریح تر برای عموم مردم داشته باشند تا طبق حقایق، درک و عمل کنند [۲۸]. به طور 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 آسیب دیده مانند چین و ایتالیا آموخته ایم، 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 هیچ گونه نتیجه گیری ناگهانی باشد و به محض جمع آوری شواهد مناسب برای اثبات آن به عنوان یک مورد جدید، اطلاعات باید

بلافاصله با راهکارهای درمانی مناسب بازگو شود. هرگونه تأخیر در چنین مواردی نتیجه‌ی غیرمنتظره‌ای را به دنبال خواهد داشت.

### ۵-۱-۳) اطلاعات نادرست

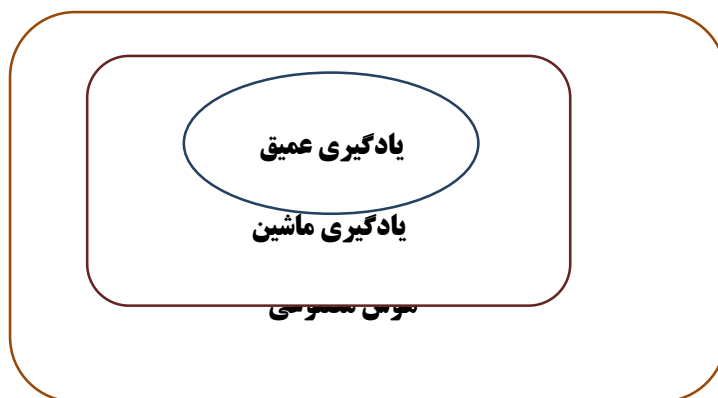
اگرچه، ارتباطات مؤثر مهم است اما اطلاعات نادرست منجر به یک نتیجه‌ی غیر قابل پیش‌بینی می‌شود. فیلترینگ خبرهای دروغین به‌ویژه در رسانه‌های اجتماعی غیر عملی است اما برای کاهش همین موارد همواره قدم‌هایی برداشته شده است. علاوه بر این، روشی غیرمتمرکز در برقراری ارتباط است و لذا کنترل آن بر گسترش اطلاعات نادرست در دست کاربران است. به عموم 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، به دلیل 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 به اشتراک‌گذاری 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].

### ۵-۲) 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<sup>۱۹</sup>، یادگیری ماشین<sup>۲۰</sup> و یادگیری عمیق را نشان می‌دهد.

جمع آوری گسترده داده‌های بهداشتی از طریق رسانه‌های متنوعی انجام شده است. مانند: توالی ژنومی<sup>۲۱</sup>، سوابق الکترونیکی سلامت (EHRs)<sup>۲۲</sup>، تولیدکنندگان داده‌های بزرگ و زیست پزشکی [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.

### ۵-۲-۱) پیش‌بینی و طبقه‌بندی

از برنامه‌های کاربرد مانند هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، برای پیش‌بینی و طبقه‌بندی داده‌ها، استفاده می‌شود. طبق

<sup>19</sup> Artificial intelligence

<sup>20</sup> Machine Learning

<sup>21</sup> Genomic Sequencing

<sup>22</sup> Electronic Health Records

گزارشات واصله، BlueDot مبتنی بر هوش مصنوعی، به طور 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 بیماری‌ی 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<sup>23</sup>) 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 تفاوت چندانی با یکدیگر ندارد [۵۳]. تجزیه و تحلیل مبتنی بر داده‌ها توسط کنستانتینوس سیتوس و همکاران<sup>24</sup>، با توجه به داده‌های گزارش شده بین ۱۱ ژانویه و ۱۰ فوریه ۲۰۲۰، شیوع بیماری در هوبی<sup>25</sup> 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 چین شیوع بیماری، تقاضا برای شناسایی میزان موارد عفونت از بیماری خفیف تا بحرانی وجود دارد. این تجزیه و تحلیل توسط 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<sup>26</sup>، ژجیانگ<sup>27</sup> 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<sup>28</sup>) 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

<sup>23</sup> Natural Language Processing

<sup>24</sup> Constantinos Siettos et al.

<sup>25</sup> Hubiei

<sup>26</sup> Wenzhou

<sup>27</sup> Zhejiang

<sup>28</sup> Artificial Neural Networks

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<sup>۲۹</sup> 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 نباید کورکورانه نتایج را باور کرد. نتایج پیش‌بینی شده باید همراه با تفکر شناختی ارزیابی تا یک راه حل بهتر ارائه شود.

### ۵-۲-۲) 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<sup>۳۰</sup>، چشم‌پزشکی<sup>۳۱</sup>، آسیب‌شناسی و پوست<sup>۳۲</sup> است [۶۷]. هوش مصنوعی در تشخیص ملانوما<sup>۳۳</sup> [۶۸]، زوال عقل<sup>۳۴</sup> [۶۹]، رتینوپاتی دیابتی<sup>۳۵</sup> [۷۰]، سل<sup>۳۶</sup> [۷۱] و گلوکوم<sup>۳۷</sup> [۹] به کار می‌رود.

در شرایطی که بیماری COVID-19 به‌سرعت 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].

### ۵-۲-۳) رفتار

نقش هوش مصنوعی در درمان محدود شده است و می‌تواند به تعیین روش‌های جدید برای تشخیص و نظارت بر بیماری‌ها

<sup>29</sup> Pneumonia

<sup>30</sup> Radiology

<sup>31</sup> Ophthalmology

<sup>32</sup> Pathology and Dermatology

<sup>33</sup> Diagnosis of Melanoma

<sup>34</sup> Dementia

<sup>35</sup> Diabetic retinopathy

<sup>36</sup> Tuberculosis

<sup>37</sup> Glaucoma

کمک کند که در نهایت وظیفه متخصصان مراقبت‌های بهداشتی را ساده‌تر می‌کند. به‌عنوان مثال، محققان در ژاپن از هوش مصنوعی برای تعیین توالی ژنوم های سرطان برای یافتن بیماران بدخیمی که خونریزی می‌کنند و همچنین برای شناسایی جزئیات داروی مناسب استفاده می‌کردند [۷۴]. در تحقیق هایزنون و همکاران<sup>۳۸</sup> از یادگیری ماشین در واکنش‌های معکوس استفاده شده است که هدف آن تشخیص آنتی ژن‌های محافظ باکتریایی (BPAs<sup>۳۹</sup>) از آنتی ژن‌های محافظ غیر باکتریایی است و این باعث پیشرفت واکنش‌ها 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.

#### ۵-۲-۴ 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<sup>۴۰</sup> [۸۱] و تعیین وضعیت تنفسی بیمار با 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 ارزیابی 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<sup>۴۱</sup>) 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<sup>۴۲</sup> در کارولینای شمالی با

<sup>38</sup> Heinson et al

<sup>39</sup> Bacterial Protective Antigens

<sup>40</sup> Lung cancer

<sup>41</sup> Intelligent Fault Diagnosis

<sup>42</sup> Charlotte

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 مسیره‌های 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 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 و 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<sup>43</sup>) برای تفسیر سواد پزشکی و تشخیص عمومی استفاده می‌کنند [۹۰]. توسعه گپ‌های چت می‌تواند در قالب یک برنامه کاربردی، به‌عنوان 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، به‌گونه‌ای 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 فن آوری‌های 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 به‌عنوان 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	۳۲ ۳۱ ۳۰	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 هونگی، چین	۳۲ ۳۱ ۳۰	Constantinos Siettos et al.
[۹۱]	میانگین تعداد بیمارانی که فوت کردند ۳۰ و بیمارانی که بهبود یافته بودند ۱۲ بودند.	تعداد سی‌تی‌اسکن با مرگ و میر بیماران آلوده به بیماری COVID-19 مرتبط است	۳۲ ۳۱ ۳۰	Mingli Yuan et al.
[۵۵]	مدل‌های پیش‌بینی‌کننده‌ای که اطلاعات بیمار را از بیمارستان‌های ونزو، ژجیانگ در چین گرفته‌اند، در پیش‌بینی موارد شدید، از ۷۰ تا ۸۰ درصد دقت داشتند.	پیش‌بینی داده محور از شدت بالینی بیماری COVID-19	۳۲ ۳۱ ۳۰	Xiangao Jiang et al.

<sup>43</sup> Natural language processing



مرجع	نتیجه	توضیحات	نوع	شرکت / نویسندگان
[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	تجزیه و تحلیل	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 سی‌تی‌اسکن جهت ارائه تشخیص	تشخیص	Shuai Wang et al.
[۷۳]	نرم‌افزار CAD4COVID هوش مصنوعی توسعه‌یافته علائم بیماری COVID-19 را از تصاویر با اشعه X قفسه سینه مظنون ساخته و بافت ریه آسیب‌دیده را نشان می‌دهد.	CAD4COVID با همان استاندارد با کیفیت بالا مانند CAD4TB 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	Stratifyd
[۸۹]	افراد آلوده را با بسیاری از ویژگی‌های دیگر دنبال کنید	کاربران می‌توانند ببینند که آیا با فرد آلوده تماس گرفته‌اند بدون این‌که بدانند چه کسی ممکن است، باشد فقط اگر فرد آلوده آن اطلاعات را به اشتراک بگذارد.	نرم‌افزار	Ramesh Raskar and team
[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	پایگاه 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.

### ۵-۳) 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 ضدعفونی‌کننده 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 درخواست‌هایی، راه‌حل‌های مختلفی انجام شده است. Dyson Ltd. یک شرکت فناوری بریتانیایی با همکاری شرکت فناوری (TTP<sup>44</sup>) 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 ضدعفونی‌کننده دستی و الکل ضدعفونی‌کننده 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، ایسینوا<sup>45</sup>، یک شرکت چاپ سه‌بعدی ایتالیایی، قادر به چاپ سه درجه‌ای بود که توسط دکاتلون<sup>46</sup> 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 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

<sup>44</sup> The Technology Partnership

<sup>45</sup> Isinnova

<sup>46</sup> Decathlon

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، روبات‌ها 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].

## ۶) راهبردهای فناوری برای حمایت از جامعه در طول اپیدمی

راهکارهای تکنولوژیکی<sup>۴۷</sup> حمایت از جامعه، راهکارهایی است که به مردم کمک می‌کند تا قرنطینه شوند؛ روابط اجتماعی از راه دور به‌طور مؤثر به‌منظور کاهش شیوع عفونت و به نوبه‌ی خود در کنترل بیماری کمک می‌کند که در شکل ۴ نشان داده شده است. در تجزیه و تحلیل چنین فناوری‌هایی، به سه حوزه که به موجب آن افراد بتوانند در پی فاصله‌گذاری اجتماعی با زندگی روزمره خود کنار بیایند می‌توان اشاره کرد؛ این حوزه‌ها عبارت‌اند از: دورکاری، آموزش از راه دور و نظارت؛ که در زیربخش‌های زیر مورد بحث قرار خواهند گرفت.



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

## ۶-۱) دورکاری

بیماری COVID-19 به راحتی انتقال و گسترش می‌یابد و علاوه بر این، یک فرد آلوده نمی‌داند که خود آلوده شده است

<sup>47</sup> Technological strategies

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 می‌شود و این شرکت‌ها می‌توانند با اجرای استراتژی روش دورکاری که به‌طور گسترده در سراسر جهان به کار گرفته شده است، کار را انجام دهند. برای کار کردن یک فرد در خانه، یک وسیله‌ی 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.

### ۶-۲) 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 سیستم‌ها برای یادگیری از راه دور مانند Coursera، Udacity، Google Classroom، و غیره ایجاد شده‌اند. در شرایط بیماری COVID-19، Coursera 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 کشورهایی 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.

### ۶-۳) 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 مداربسته 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 نزدیک‌تری 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 [۱۰۰]. در هند، افرادی در ایالت جنوبی کرالا<sup>۴۸</sup> ردیابی شده‌اند تا از طریق مخلوطی از فیلم‌های دوربین مدار

<sup>48</sup> Southern state of Kerala

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].

## ۷) فناوری‌های آینده‌نگر در کنترل ویروس اپیدمی

دو بخش قبلی به فناوری‌هایی پرداخت که به‌طور معمول برای مقابله با عفونت کرونا ویروس جدید پیاده‌سازی شده و به‌عنوان 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 (IoT)<sup>49</sup>، 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.

### ۷-۱) 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<sup>50</sup>)، اشعه ایکس، تصویربرداری با رزونانس مغناطیسی (MRI<sup>51</sup>)، 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 سی‌تی‌اسکن 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.

### ۷-۱-۱) عمل جراحی

در مقایسه با حوزه‌های دیگر، هوش مصنوعی در زمینه‌های جراحی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. جراحان و پزشکان

<sup>49</sup> Internet of Things

<sup>50</sup> Computed Tomography

<sup>51</sup> Magnetic Resonance Imaging

به طور مؤثر داده‌ها را ضبط کرده و آن‌ها را با هوش مصنوعی تلفیق می‌کنند و آینده‌ای امیدوارکننده 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 می‌بخشد. در حال حاضر ممکن است اجرای هوش مصنوعی در زمینه جراحی برای درمان مبتلایان به بیماری COVID-19 امکان‌پذیر نباشد. اما حداقل، در آینده‌ای نزدیک، می‌توانیم از هوش مصنوعی برای درمان بیمار و همچنین برای تنظیم پارامترهای خاص برای بیماران خاص استفاده کنیم [۷۹].

### ۷-۱-۲) دارو

فناوری هوش مصنوعی برای کارآزمایی بالینی در زمینه داروسازی و دستیابی به یک نتیجه دقیق، عملکرد مؤثری را ارائه می‌دهد. دارو و توسعه واکسن از حوزه‌های مهمی است که می‌توان از هوش مصنوعی برای تسریع روند استفاده کرد. علاوه بر این، اثر داده‌های دارویی هنگام استفاده در بدن انسان با داده‌های از قبل داده شده، قابل پیش‌بینی است.

### ۷-۱-۳) بیمارستان

هوش مصنوعی می‌تواند به طور مؤثر برای حفظ سوابق پزشکی و انجام کارهای عمومی در بخش مراقبت‌های بهداشتی مورد استفاده قرار گیرد. در شرایط اپیدمی، هوش مصنوعی می‌تواند از سیستم‌های مدیریت بیمارستان برای اتوماسیون ذخیره‌سازی داده‌های مشتری و بیمار، حفظ سوابق پزشکی و سایر جزئیات ضروری پشتیبانی کند. آن‌ها می‌توانند داده‌های بیمار را ردیابی، تجزیه و تحلیل کرده و داده‌های واقعی را برای کارمندان مراقبت‌های بهداشتی و همچنین اعضای خانواده بیمار فراهم کنند [۱۰۵].

این‌ها تلاش‌های اندکی است که می‌تواند کار را برای کارمندان مراقبت‌های بهداشتی به سهولت کاهش دهد. جدول ۳ کاربردهای بالقوه مختلف هوش مصنوعی را نشان می‌دهد که می‌تواند برای تشخیص، معالجه، پیش‌بینی و تصمیم‌گیری 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 ارائه‌دهندگان را ساده کنند.	تصمیم بالینی

مرجع	چشم انداز آینده	چالش‌ها	توضیحات	نوع
[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
[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 کمک به رایانه (CAPP) و ساخت	برنامه‌ریزی فرآیند و ساخت
[۱۱۴]	جلوگیری از دسترسی غیرمجاز، سیستم ضبط سلامت الکترونیکی ایمن (HER) بسیار مهم است	نامنی را در کارکردهای مختلف داده‌های مراقبت‌های بهداشتی و رویکردهای دیجیتالی 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 ببخشد [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 بر اساس داده‌های فروش قبلی از سیستم اطلاعات بیمارستان (HIS<sup>۲</sup>) به‌طور خود کار 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.

## ۷-۲) فناوری پهپاد

هوایماهای بدون سرنشین، وسیله نقلیه‌ای هستند که با استفاده از نیروهای آیرودینامیکی که از راه دور قابل کنترل یا قابلیت کارایی خود کار هستند حرکت می‌کنند [۱۲۸]. هوایماهای 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 به‌شدت 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.

## ۷-۲-۱) تحویل کالاها

تحویل کالاها را می‌توان از دو منظر مشاهده کرد: تحویل داروها، کالاها، نمونه‌ها از 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، ضد عفونی‌کننده‌ها و سایر کالاها سبک‌وزن را می‌توان از مرکز محلی بر روی سیستم تحویل کامیون و هوایماهای بدون سرنشین منتقل کرد که ادعا می‌شود مؤثر است [۱۳۱]. هوایماهای 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 هوایماهای 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"<sup>۵۳</sup> 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 تأمین‌کننده 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 می‌شود، ولیکن می‌تواند در آینده‌ای نزدیک امیدوارکننده باشد [۱۳۷]. توسعه فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات (ICT) با کمک ارتباطات از راه دور، امکان اجرای فناوری پهپاد را افزایش داده است.

*هواپیماهای بدون سرنشین:* هواپیماهای بدون سرنشین بهترین کاربرد برای برنامه نظارت دارند و مدتی است که مورد استفاده قرار می‌گیرند [۱۳۸، ۱۳۹]. در شرایط بیماری COVID-19، نظارت بر مردم موردنظر است که آیا آن‌ها از بند قرنطینه و فاصله اجتماعی خارج می‌شوند یا خیر؟ برای این منظور می‌توان از پهپادهای تجاری در دسترس برای نظارت بر جامعه استفاده کرد. همچنین می‌تواند به گشت‌ها کمک کند تا به موضوعات مهم دیگری که نیاز به اقدام دارند توجه کنند. در جدول ۴ برنامه‌های کاربردی بالقوه فناوری پهپادی که می‌تواند در شرایط اپیدمی به کار رود، نشان داده شده است.

**جدول ۴ کاربردهای بالقوه فناوری پهپاد در یک وضعیت اپیدمی**

کاربرد	توضیحات	مرجع
تحویل کالاها	حمل و نقل بسته و مسافر	[۱۴۰]
	سیستم تحویل کامیون و هواپیماهای بدون سرنشین	[۱۳۱]
	هواپیماهای بدون سرنشین در میکروبیولوژی بالینی و بیماری‌های عفونی	[۱۳۰]
نظارت	هواپیماهای بدون سرنشین به‌عنوان سلاح نظامی، ابزار نقشه‌برداری و برای نظارت	[۱۳۸]
	هواپیماهای بدون سرنشین تحت نظر برای جستجو و نجات در هنگام فاجعه طبیعی	[۱۳۹]

## ۷-۳) فناوری‌های رباتیک<sup>۵۴</sup>

رباتیک می‌تواند به روش‌های بی‌شماری 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 مراقبت‌های بهداشتی یک راه حل دلگرم‌کننده است. با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی و الگوریتم‌های یادگیری ماشین، یک ربات می‌تواند 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

<sup>53</sup> lab-on-a-drone

<sup>54</sup> Robotics technologies

درمان مؤثر باشند. علاوه بر این، روبات‌های تلفن همراه از مزایای فوق العاده‌ای در مراکز درمانی برخوردار هستند [۱۴۱، ۱۴۲]. در شیوع اپیدمی، مراجعه‌کنندگان 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.

#### ۷-۴) 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].

## ۸) بحث و نتیجه‌گیری

شیوع بیماری (COVID-19) Coronavirus 2019 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 و 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 آن را 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 به‌منظور 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 به‌طور قابل توجهی پایین‌تر 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 تکنولوژی‌های کنترل همه‌گیری و حمایت از جامعه در طول همه‌گیری و 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 این‌رو، ارتباط صحیح توسط دولت باید به مردم منتقل شود؛ از بین بردن شایعات یا اطلاعات دروغین که به‌طور بالقوه در جریان رسانه‌های اجتماعی اتفاق می‌افتد، از اقداماتی است که توسط شرکت‌ها و دولت به‌صورت 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، ضد عفونی‌کننده 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 دور کاری، یادگیری از راه دور و نظارت است. دور کاری 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 به‌طور 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 اشیاء، 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 زنجیره‌ای 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 مدّت 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 اشیاء، 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، نگرسته 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 [۳۳، ۱۵۳، ۱۵۵]. 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

- Ajkomar A., Dean J., Kohane I. Machine learning in medicine. *N. Engl. J. Med.* 2019;380:1347-1358. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMr1814259>.
- Allcott H., Gentzkow M. Social media and fake news in the 2016 election. *J. Econ. Perspect.* 2017;31:211-236. DOI: <https://doi.org/10.1257/jep.31.2.211>
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.retram.2020.01.002>. In Press.
- Amukele T., Ness P.M., Tobian A.A.R., Boyd J., Street J. Drone transportation of blood products. *Transfusion.* 2016;57:582-588. DOI: <https://doi.org/10.1111/trf.13900>.
- 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: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134020>.
- anzert 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: [https://doi.org/10.1016/S0933-3657\(02\)00053-2](https://doi.org/10.1016/S0933-3657(02)00053-2).
- 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: <https://doi.org/10.1038/s41591-019-0447-x>
- argeya R., Leng T. Automated identification of diabetic retinopathy using deep learning. *Ophthalmology.* 2017;124:962-969. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2017.02.008>.
- 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. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-23207-2\\_41](https://doi.org/10.1007/978-3-319-23207-2_41)

- 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: <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2014.0041>
- Beam A.L., Kohane I.S. Big data and machine learning in health care. *JAMA.* 2018;319:1317. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2017.18391>
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2019.101785>
- 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: <https://doi.org/10.1007/s00127-017-1410-0>
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2019.06.010>
- 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: <https://doi.org/10.3399/bjgp18x695213>
- Charlebois S., Summan A. A risk communication model for food regulatory agencies in modern society. *Trends Food Sci. Technol.* 2015;45:153–165. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.05.004>
- 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: <https://doi.org/10.1109/jiot.2014.2337336>
- Cinelli M., Quattrocioni 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. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2003.05004>
- 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). DOI: <https://doi.org/10.3390/bioengineering10050611>
- 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.prnewswire.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>
- CNBC Use of Surveillance to Fight Coronavirus Raises Concerns about Government Power after Pandemic Ends. 2020. <https://www.cbc.com/2020/03/27/coronavirus-surveillance-used-by-governments-to-fight-pandemic-privacy-concerns.html>
- Conrow E.H. American Institute of Aeronautics & Astronautics; Reston, FL, USA: 2003. *Effective Risk Management*; pp. 22–74.
- 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*. DOI: <https://doi.org/10.1111/risa.14006>
- CREA Changes in pollution level due to India's coronavirus curfew. 2020. <https://energyandcleanair.org/janata-curfew-pollution-levels/>
- Crisan G.C., Nechita E. On a cooperative truck-and-drone delivery system. *Procedia Computer Science.* 2019;159:38–47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.158>
- Dai X., Li T., Bai Z. Breast cancer intrinsic subtype classification, clinical use and future trends. *Am. J. Cancer Res.* 2015;5:2929–2943. DOI: <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c08227>
- 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: <https://doi.org/10.1097/ta.0000000000001596>
- 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> DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824313-8.00006-1>
- Dohr A., Modre-Oprian R., Drobics 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. DOI: <https://doi.org/10.1109/ITNG.2010.104>
- Domingo M.C. An overview of the Internet of Things for people with disabilities. *J. Netw. Comput. Appl.* 2012;35:584–596. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2011.10.015>
- 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: <https://doi.org/10.1007/s00213-015-3968-0>
- echcrunch 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)
- EdTechReview Countries Which Are Leading the Way in Online Education. 2020. <https://edtechreview.in/e-learning/3028-countries-leading-in-online-education> DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13823-8>
- ertolaccini 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: <https://doi.org/10.21037/jtd.2017.03.157>
- 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: <https://doi.org/10.1002/jhm.2652>
- esser-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: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.03.005>
- European Food Safety Authority Risk communication. 2017. <http://www.efsa.europa.eu/en/corporate/pub/riskcommguidelines170524> DOI: <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2018.EN-1396>
- 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: <https://doi.org/10.1109/tii.2014.2302583>
- 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/> DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2020.123943>
- Flightradar24 Flight Tracking Statistics. 2020. <https://www.flightradar24.com/data/statistics>
- Fuller C., Cellura A.P., Hibler B.P., Burris K. Computer-assisted diagnosis of melanoma. *Seminars in Cutaneous Medicine and Surgery.* 2016;35:25–30. DOI: <https://doi.org/10.12788/j.sder.2016.004>
- GCN Tech called up in the war against the unexpected. 2020. <https://gcn.com/articles/2020/03/19/downstream-tech-effects-pandemic.aspx>
- Goldberg J.E., Rosenkrantz A.B. Artificial intelligence and radiology: a social media perspective. *Curr. Probl. Diagn. Radiol.* 2018;48:308–311. DOI: <https://doi.org/10.1067/j.cpradiol.2018.07.005>
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.cca.2019.05.021>

- 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: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2019.04.013>
- Guess A., Nagler J., Tucker J. Less than you think: prevalence and predictors of fake news dissemination on Facebook. *Sci. Adv.* 2019;5 DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aau4586>
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.cmrp.2019.11.005>
- Haleem A., Javaid M. Industry 5.0 and its expected applications in medical field. *Current Medicine Research and Practice.* 2019;9:167–169 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cmrp.2019.07.002>
- Hall R., Pasipanodya J., Swancutt M., Meek C., Leff R., Gumbo T. Supervised machine-learning reveals that old and obese people achieve low dapson concentrations. *CPT Pharmacometrics Syst. Pharmacol.* 2017;6:552–559. DOI: <https://doi.org/10.1002/psp4.12208>
- Hamet P., Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. *Metabolism.* 2017;69:S36–S40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2017.01.011>
- Hathaliya J.J., Tanwar S. An exhaustive survey on security and privacy issues in Healthcare 4.0. *Comput. Commun.* 2020;153:311–335. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.02.018>
- 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: <https://doi.org/10.3390/ijms18020312>
- 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: <https://doi.org/10.1109/msp.2012.2205597>
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.crad.2019.02.005>
- Huynh T.L.D. The COVID-19 risk perception: a survey on socioeconomics and media attention. *Econ. Bull.* 2020;40:758–764. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105530>
- idyasagar M. Identifying predictive features in drug response using machine learning: opportunities and challenges. *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.* 2015;55:15–34. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-pharmtox-010814-124502>
- India Today Rapid antibody tests. 2020. <https://www.medicaldevice-network.com/features/types-of-covid-19-test-antibody-pcr-antigen/>
- 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> DOI: <https://doi.org/10.1007/s13205-020-02581-y>
- 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) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2021.111039>
- 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: <https://doi.org/10.1136/svn-2017-000101>
- 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: <https://doi.org/10.32604/cmc.2020.010691>
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.189>
- 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 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2019.100088>
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.184>
- Kim, S. J., Cho, K. J., & Oh, S. (2017). Development of machine learning models for diagnosis of glaucoma. *PloS one*, 12(5). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177726>
- Klaviyo Key trends in brands. 2020. <https://www.klaviyo.com/covid-19-ecommerce-marketing-poll> (Accessed 28 March 2020)
- Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G.E. ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *Commun. ACM.* 2017;60:84–90. DOI: <https://doi.org/10.1145/3065386>
- 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: <https://doi.org/10.1055/s-0039-1677895>
- Kulkarni S., Seneviratne N., Baig M.S., Khan A.H.A. Artificial intelligence in medicine: where are we now? *Acad. Radiol.* 2019 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.acra.2019.10.001>
- 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: <https://doi.org/10.1038/s41746-019-0104-2>
- 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 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2020.105924>
- 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: <https://doi.org/10.1148/radiol.2017162326>
- Lee I., Shin Y.J. Machine learning for enterprises: applications, algorithm selection, and challenges. *Business Horizons.* 2020;63:157–170. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.10.005>
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.ymsp.2019.106587>
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2017.08.005>
- Liang H., Tsui B.Y., Ni H. Evaluation and accurate diagnoses of pediatric diseases using artificial intelligence. *Natural Medicine.* 2019;25:433–438. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0335-9>
- 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. DOI: <https://doi.org/10.1109/TPDS.2016.2624733>
- 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: <https://doi.org/10.1097/mlr.0000000000000394>
- 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: <https://doi.org/10.1038/s41551-018-0304-0>

- 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. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118645734>
- 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: <https://doi.org/10.4137/bii.s31559> .
- 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 DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.07.18.20156794>
- 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: <https://doi.org/10.1097/pts.0000000000000104> .
- 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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.07.002>
- 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. DOI: <https://doi.org/10.55460/M63P-H7DM>
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2012.02.016>
- 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: <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2018.04.003>
- Mishra B., Garg D., Narang P., Mishra V. Drone-surveillance for search and rescue in natural disaster. *Comput. Commun*. 2020;156:1–10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.03.012>
- 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/> DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138858>
- 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-pandemic-but-not-with-this-one/> DOI: <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00459-8>
- 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/> DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138858>
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.breast.2019.12.006> .
- Murdoch T.B., Detsky A.S. The inevitable application of big data to health care. *JAMA*. 2013;309:1351. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2013.393>
- NS Medical Devices Manufacturing of key medical kit during Covid-19. 2020. <https://www.nsmedicaldevices.com/analysis/companies-ventilators-shortage-coronavirus/> (Accessed 2 April 2020)
- Nuanmeesri, S. (2019). Mobile application for the purpose of marketing, product distribution and location-based logistics for elderly farmers. *Applied Computing and Informatics*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aci.2019.11.001>
- oga 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: <https://doi.org/10.1093/jamia/ocv077>
- Özdemir A., Barshan B. Detecting falls with wearable sensors using machine learning techniques. *Sensors*. 2014;14:10691–10708. DOI: <https://doi.org/10.3390/s14061069>
- 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: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.artmed.2008.07.017>
- 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: <https://doi.org/10.1038/35021093> .
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2019.09.014>
- POSOCO Load demand data. 2020. <https://posoco.in/> (Accessed 1 April 2020)
- 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: <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.5b04153>
- 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> DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1711.05225>
- 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* DOI: <https://doi.org/10.1080/10810730.2020.1894015>
- rench S. Expert judgment, meta-analysis, and participatory risk analysis. *Decis. Anal*. 2012;9:119–127. DOI: <https://doi.org/10.1287/deca.1120.0234>
- Renn O. *Earthscan*; London, UK: 2008. Risk Governance: Coping with Uncertainty in a Complex World. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6799-0>
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.acra.2020.01.012> . In Press.
- 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: <https://doi.org/10.4293/jsls.2018.00018>
- 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: <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2016.42> .
- 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. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2739804>
- 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) DOI: <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2014.0041>
- Savage L.J. The theory of statistical decision. *J. Am. Stat. Assoc*. 1951;46:55–67. DOI: <https://doi.org/10.1080/01621459.1951.10500768>
- Sjöberg, L. (2000). Factors in risk perception. *Risk analysis*, 20(1), 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1111/0272-4332.00001>
- Slovic P. Perception of risk. *Science*. 1987;236(4799):280–285. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.3563507>
- 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: <https://doi.org/10.1073/pnas.191367098>



- 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) DOI: <https://doi.org/10.2196/19264>
- 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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106231>
- 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) DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3045792>
- 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> DOI: <https://doi.org/10.3390/healthcare10102102>
- Thomson Reuters Foundation News AI-powered technology. 2020. <https://news.trust.org/item/20200316140626-x791z/> (Accessed 19 March 2020)
- Tojo Y. Clinical sequence of leukemia applying artificial intelligence (AI) Clinical Bood. 2017;58:1913–1917. DOI: <https://doi.org/10.11406/rinketsu.58.1913>
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.02.069>
- Upadhyay A., Khandelwal K. Artificial intelligence-based training learning from application. Development and Learning in Organizations. 2019;33:20–23. DOI: <https://doi.org/10.1108/DLO-05-2018-0058>
- Autodesk-Redshift Companies Help to Fight COVID-19. 2020. <https://www.autodesk.com/redshift/manufacturing-covid-19/>
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.209>
- Valdes, K., Gendernalik, E., Hauser, J., & Tipton, M. (2020). Use of mobile applications in hand therapy. Journal of Hand Therapy. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jht.2019.10.003>
- Valdes, K., Gendernalik, E., Hauser, J., & Tipton, M. (2020). Use of mobile applications in hand therapy. Journal of Hand Therapy. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jht.2019.10.003>
- 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: <https://doi.org/10.31234/osf.io/y38m9>
- 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)
- 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: <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2018-000798>
- Wan, S., Gu, Z., & Ni, Q. (2020). Cognitive computing and wireless communications on the edge for healthcare service robots. Computer Communications, 149, 99-106. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2019.10.012>
- 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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.08.007>
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138394> . In Press
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138394> . In Press
- 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: <https://doi.org/10.1101/2020.02.14.20023028> . Preprint.
- Weinstein, N. D. (1988). The precaution adoption process. Health psychology, 7(4), 355. DOI: <https://doi.org/10.1037/0278-6133.7.4.355>
- 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: <https://doi.org/10.1161/circresaha.118.313944>
- 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)
- WHO Coronavirus disease (COVID-2019) situation reports. 2020. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports/>
- WHO Declaration of Public Health Emergency of International Concern. 2020. (Accessed 2 March 2020)1 DOI: <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.5.200131e>
- WHO Guidelines. 2020. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance> (Accessed 6 April 2020)
- 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>
- 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)
- 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>
- World Economic Forum Innovation in meeting the ventilator demands. 2020. <https://www.weforum.org/agenda/2020/03/coronavirus-ventilators-covid19-healthcare>
- 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: <https://doi.org/10.1080/23270012.2015.1029550>
- Yang L.B. Application of artificial intelligence in electrical automation control. Procedia Computer Science. 2020;166:292–295. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.097>
- Yi, S., Moon, D., Yang, Y., & Kim, K. (2008). Healthcare robot technology development. IFAC Proceedings Volumes, 41(2), 5318-5323. DOI: <https://doi.org/10.37624/IJERT/13.6.2020.1266-1272>
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2020.04.001>
- 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: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230548> .

- 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: <https://doi.org/10.1016/j.csbj.2018.02.001>
- 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: <https://doi.org/10.1007/s13755-017-0023-z>
- 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: <https://doi.org/10.3390/healthcare8010064>
- 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: <https://doi.org/10.1158/1078-0432.ccr-04-2587>
- Zoroja J., Merkac Skok M., Pejic Bach M. 2014. E-Learning Implementation in Developing Countries: Perspectives and Obstacles. *Online Tutor 2.0: Methodologies and Case Studies for Successful Learning*. DOI: <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-5832-5.ch004>