Journal of Health and Safety at Work 2021; 10(4): 329-348

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Occupational Safety and Health and Response to COVID-19 using the Fourth Industrial Revolution Technologies

Vida Zaroushani [1,2*]

[1] *PhD. Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.*
[2] *Social Determinants of Health Research Center, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.*

Received: 2020-06-16 Accepted: 2020-09-30

ABSTRACT

Introduction: The world is currently facing an all-out crisis over the coronavirus disease 2019 (COVID-19). This review study aimed to determine the applications of the assistive intelligent technologies of the Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0) in occupational safety and health (OSH) and response to COVID-19.

Material and Methods: The given review was carried out from May to June 2020 and the search strategy was fulfilled in the databases of Google Scholar, PubMed, and Scopus. The keywords were collected from the Medical Subject Headings (MeSH) database and searched individually or in combination. Accordingly, the articles with the term "COVID-19" in their titles or abstracts and some other keywords such as "smart hospital, Industry 4.0, or intelligent technology" were selected and reviewed. Next, the titles, abstracts, and keywords of these studies were examined. To augment the sensitivity of the search, the keywords and the references of the selected articles were also surveyed. Then, the related studies were separated from the irrelevant ones and the duplicates were removed. Finally, the full texts of the selected articles were reviewed.

Results: In this resepct, a total number of 175 studies, published in the databases of Google Scholar, PubMed, and Scopus in 2020 were retrieved. According to the inclusion and exclusion criteria and qualitative screening, 30 articles were included in this review. The assistive intelligent technologies such as artificial intelligence (AI), the internet of things (IoT), big data, virtual reality (VR), holography, cloud computing, autonomous robots (autorobots), three-dimensional (3D) scanning, 3D printing, and biosensors were established as useful ones to respond to COVID-19. In addition, AI and autorobots could be the most significant technologies of Industry 4.0 in the incoming articles.

Conclusion: These technologies can thus help governments to identify, track, monitor, and treat patients and increase resilience in society and workplace environments during the COVID-19 pandemic.

Keywords: *Fourth Industrial Revolution, Covid-19, Epidemics, Assistive Technologies, Occupational Safety and Health, Intelligent Technologies*

1. INTRODUCTION

The coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic has influenced all countries and has made a significantly unwelcome effect on health care systems. The rate of transmission and the global scale of infection with this virus are so wide that it is necessary to take basic measures in the areas of strategy, resource management, and infection control. Given the lack of any vaccines or proven antiviral treatments, actions in terms of prevention and protection through five major steps, including elimination, subscription, engineering control, administrative control, and personal protective equipment have been mainly introduced as available and practicable solutions. These strategies are being practiced in the form of good hygiene, social distancing, restrictions, quarantines, and large-scale screening across susceptible and high-risk populations. In such conditions, the use of smart technologies of the Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0) can help improve the performance

* Corresponding Author Email: *v.zaroushani@qums.ac.ir*

Copyright © 2021 The Authors. Published by Tehran University of Medical Sciences.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]

of health care systems as well as occupational safety and health (OSH) for employees. The present study was a preliminary review to determine the applications of the assistive intelligent technologies of Industry 4.0 in identifying and controlling the COVID-19 pandemic in health care systems as one of the most hazardous work environments.

2. MATERIALS AND METHODS

The present systematic review was carried out according to the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines, from May to June 2020, wherein a comprehensive search strategy was fulfilled in the databases of Google Scholar, PubMed, and Scopus (Fig. 1). The keywords were selected based on the population, intervention, control, and outcomes (PICO) format, collected from the Medical Subject Headings (MeSH) database, and searched individually or in combination. The articles with the term "COVID-19" in their titles or abstracts along with each of the keywords, including "COVID-19, SARS, artificial intelligence, smart health care, smart hospital, intelligent hospital, inherent safety, health care, patient safety, patient care, hospital, smart, intelligence, clinical care, digital technology, infection control, infection prevention, smart disinfection, robotics, autonomous systems, smart health care, digital health care, intelligent technologies, assistive technologies, Industry 4.0, digital health care, internet of things, big data, virtual reality, holography, cloud computing, autonomous robots, 3D scanning, 3D printing, and biosensors" were selected and reviewed. Next, the titles, abstracts, and keywords of these articles were examined. To boost the sensitivity of the search, the keywords and the references of the selected articles were also surveyed. Then, the related studies were separated from the irrelevant ones and the duplicates were removed. Finally, the full texts of the relevant selected articles were reviewed and qualitative screening was done using the Quality Assessment Tool by Hawker et al.

3. RESULTS AND DISCUSSION

At the first step of the search, a total number of 175 studies published in the databases of Google Scholar, PubMed, and Scopus in 2010 were retrieved. Then, according to the inclusion and exclusion criteria, screening and qualitative evaluation of the articles, and removal of duplicates, 155 articles were selected based on their titles, abstracts, and keywords. With reference to the inclusion and exclusion criteria, other 61 studies were excluded. Therefore, 94 articles remained and 64 of which were deleted during the full-text review and data extraction. At the end of the selection process, 30 studies remained. Of these, 22 studies were review articles, six studies were original articles, and there were one cohort study and one case study. The largest number of the articles belonged to India (n=16) together with China and Britain. The findings of this study showed that during Industry 4.0, technologies such as artificial intelligence (AI), the internet of things (IoT), big data, virtual reality (VR), holography, cloud computing, autonomous robots (autorobots), three-dimensional (3D) scanning, 3D printing, and biosensors could be predicted useful for identifying, tracking, monitoring, treating, and controlling COVID-19. In addition, AI (10 articles) and autorobots (6 articles) were the most significant assistive technologies in the incoming articles. In this sense, AI is a broad conceptual category of computer software designed to mimic or improve human decision-making. As a powerful tool, it can be very effective in infection assessment and population screening during the COVID-19 crisis. The use of AI with the help of computer tomography (CT) and laboratory test results as well as patient history can make it possible to diagnose patients with COVID-19 quickly and reliably. Rapid identification of patients employing machine learning in smartphones, preparing the history of contacts and travels, and assessing the health status of individuals are other applications of AI. VR, 3D printing, and biosensors had been also examined in four articles and IoT had been considered in three studies. As hospitals are one of the high-contact work environments, robots can further play an important role in controlling infections of interactive environments with high contacts or high interpersonal contact conditions. Patient Reception Robots, Nurse Robots, Ambulance Robots, Hospital Robots, Radiology Robots, and Rehabilitation Robots are some alternatives that can be exploited to reduce the exposure of the public and the health care system staff to the virus during COVID-19. Robotic and telerobotic systems can additionally mitigate the risks of transmitting infectious diseases to health care workers by allowing them to be eliminated, evaluated, monitored, and treated remotely and safely.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]

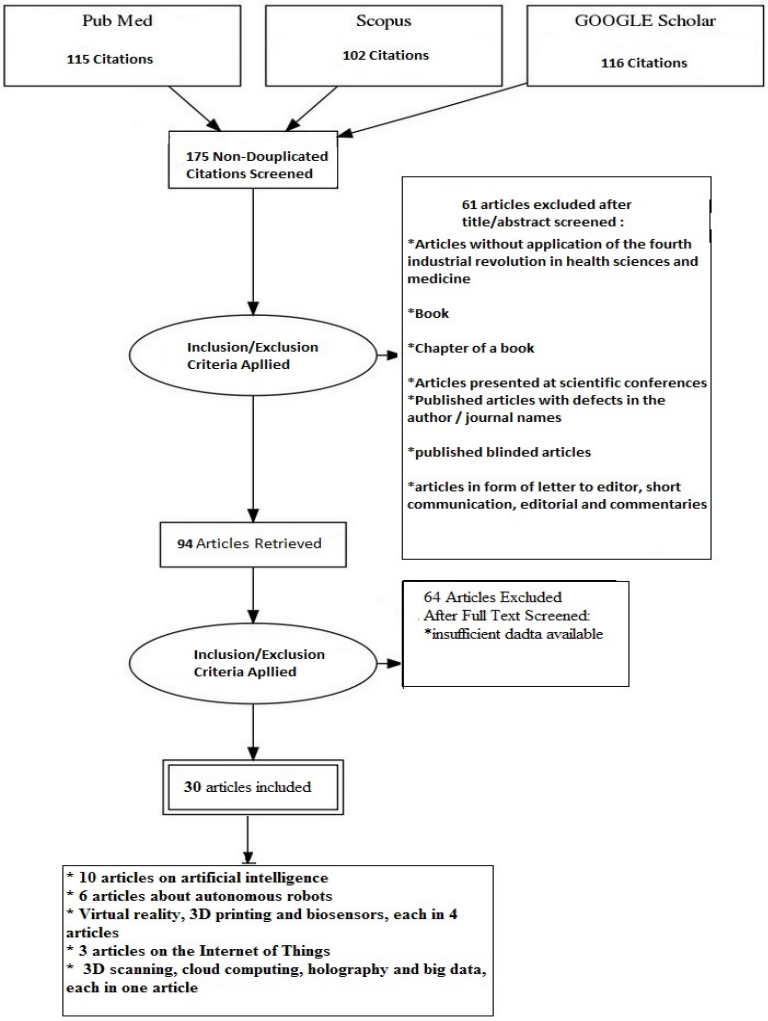


Fig. 1: PRISMA flow diagram to represent the flow of articles reviewed in this study

4. CONCLUSION

This study was a systematic review of the assistive intelligent technologies in Industry 4.0 with particular attention to the control of the COVID-19 pandemic that can significantly reduce the risks facing infected patients and related costs for governments. In this line, Industry 4.0 is assumed as another strategy being utilized in the fight against COVID-19, since it is redefining life with its intelligent technologies. The combination of these measures can thus lead to managing the pandemic that significantly challenges the clinical frameworks. Modern technologies can also provide a novel approach to improved equity in access to health care services, improved intensive care for patients with COVID-19, and maintenance of OSH of health care workers. Following the application of these technologies, other benefits are similarly accrued for the public and governments such as increasing patient satisfaction, reducing hospitalization, boosting speed of treatment, and lowering health care costs. The use of these intelligent technologies, while improving the management by governments in the face of crises, can also help them quickly identify, track, monitor, and treat patients with COVID-19 in an effective manner and manage human resources, medicines, equipment, and time. It was concluded that Industry 4.0 could improve resilience in the public and workplace environments in terms of exposure to pandemic infectious diseases.

5. ACKNOWLEDGMENT

The study was founded by Qazvin University of Medical Sciences (QUMS).

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]

ایمنی و سلامت شغلی و پاسخ به کووید ۱۹ با استفاده از فناوری های انقلاب صنعتی چهارم

ویدا زراوشانی[۲،۱]

[۱] گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران
[۲] مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹ ،۳/۲۷/ تاریخ پذیرش: ۹۹/۷/۹

چکیده

مقدمه: در حال حاضر جهان با یک بحران همه گیری در خصوص کرونا ویروس ۲۰۱۹ مواجه شده است . سرعت انتقال و مقیاس جهانی عفونت این ویروس به قدری وسیع است که نیاز دارد در حوزه های استراتژیک ، مدیریت منابع و کنترل عفونت اقدامات اساسی انجام شود. در چنین شرایطی استفاده از فناوریهای هوشمند انقلاب صنعتی چهارم می تواند به بهبود عملکرد سیستمهای بهداشت و درمان و نیز ایمنی و سلامت شغلی کارکنان آن کمک شایانی نماید. این مطالعه قصد دارد تا با انجام یک مطالعه مروری سیستماتیک به بررسی کاربرد فناوریهای انقلاب صنعتی چهارم در شناسایی و کنترل بحران همه گیری Covid-19 در سیستمهای بهداشت و درمان به عنوان یکی از محیطهای کاری پر خطر بپردازد.

روش کار: جستجو بر اساس راهنمای PRISMA در فاصله زمانی ماههای می و جوئن میلادی سال ۲۰۲۰ و در پایگاه‌های Google Scholar، PubMed، Scopus انجام و مقالات انگلیسی که در سال ۲۰۲۰ منتشر شده بودند با استفاده از کلیدواژه‌هایی که بر اساس اصل Pico و از پایگاهMesh انتخاب و جمع‌آوری گردیدند، به صورت تک و یا در ترکیب با یکدیگر استفاده شدند. در این مرحله مقالاتی که در عنوان یا خلاصه آن‌ها واژه Covid-19 به همراه هر یک از واژه های Artifi- Intelligence ،Smart Hospital ، Digital Health Care, Internet Of Things, Big Data, Industry 4.0, Virtual Reality,, Assistive Holography, Cloud Computing, Autonomous Robot,3D Printing , 3D Scanning, Biosensors Technology, مشاهده شد انتخاب شدند. سپس عناوین، چکیده‌ها و کلمات کلیدی این مقالات بررسی شد. برای افزایش حساسیت جستجو، از کلید واژه و رفرنس منابع مقالات منتخب نیز استفاده گردید. سپس با بررسی عنوان و خلاصه تمام مقالات جمع‌آوری شده، مقالات مرتبط از غیر مرتبط جدا و مقالات تکراری نیز حذف شدند. سرانجام متن کامل مقالاتی که به عنوان مرتبط جمع‌آوری شده بود مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته ها: در اولین گام جستجو، در مجموع ۱۷۵ مطالعه یافت شد که در سال ۲۰۲۰ در پایگاه‌های Google Scholar، PubMed، Scopus منتشر شده بودند. سپس با توجه به معیارهای ورود و خروج و انجام غربالگریها و ارزیابی کیفی مقالات تعداد، ۳۰ مقاله وارد مطالعه شد. از این تعداد ۲۲ مقاله مروری ، ۶ مقاله اصیل، یک مقاله کوهورت و یک مقاله موردی بود . بیشترین تعداد مقاله متعلق به کشور هند بود که به همراه چین و انگلیس در مجموع ۱۶ مقاله ورودی را به خود اختصاص داده بودند. یافته های این مطالعه نشان داد در انقلاب صنعتی چهارم فناوریهایی مانند فناوریهای هوش مصنوعی ، اینترنت اشیا، داده های بزرگ، واقعیت مجازی، هولوگرافی، پردازش ابری، رباتهای خودکار، اسکن سه بعدی، چاپ سه بعدی و حسگرهای زیستی می تواند در پیش بینی، شناسایی، ردیابی، نظارت، درمان و کنترل اپیدمی کرونا استفاده نمود. فناوری هوش مصنوعی (۱۰ مقاله) و پس از آن فناوری رباتهای خودکار (۶ مقاله) بیشترین فناوری مورد توجه در مقالات ورودی بود.

نتیجه گیری: فناوریهای انقلاب صنعتی چهارم می تواند به بهبود عدالت در دسترسی به مراقبت بهداشتی، بهبود مراقبتهای ویژه بیماران مبتلا به COVID-19 ، حفظ ایمنی و سلامت شغلی کارکنان بهداشت و درمان منجر گردد . بکارگیری فناوریهای هوشمند فوق می تواند به دولتها در شناسایی ، ردیابی ، نظارت و درمان بیماران مبتلا به کرونا کمک نماید و با مدیریت منابع انسانی، دارو، تجهیزات ، زمان و غیره تاب آوری جامعه ومحیطهای کاری بویژه بیمارستانها را افزایش دهد.

کلمات کلیدی: *انقلاب صنعتی چهارم، کووید ۱۹، اپیدمی، فناوریهای کمکی، ایمنی و بهداشت شغلی، تکنولوژیهای هوشمند*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *v.zaroushani@qums.ac.ir*

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]

مقدمه

کرونا ویروس خانواده ویروس هایی است که می توانند باعث ایجاد بیماری هایی مانند سندرم حاد تنفسی حاد (SARS)و سندرم تنفسی خاورمیانه (MERS) شوند. در سال ۲۰۱۹Coronavirus به عنوان عامل شیوع بیماری در چین مشخص شد و در سراسر جهان رواج یافت(۱, ۲) در حال حاضر جهان با یک بحران بی سابقه مراقبت بهداشتی ناشی از یک همه گیر کروناویروس ، شدید روبرو است. سرعت انتقال و مقیاس جهانی عفونت های SARS-CoV-2 به قدری وسیع است که نیاز دارد در حوزه های استراتژیک ، مدیریت منابع و کنترل عفونت اقدامات اساسی انجام شود در حال حاضر ، کنترل عفونت برای جلوگیری از گسترش ویروس SARS-CoV-2 که به کووید ۱۹ موسوم شده، مداخله اصلی مراقبت های بهداشتی عمومی است (۳, ۴) . سازمان جهانی بهداشت دستورالعملهایی در مورد راهبردهای پیشگیری و کنترل عفونت (IPC) برای استفاده در هنگام عفونت ارائه داده است .استراتژی های مهم IPC برای محدود کردن انتقال در مراکز مراقبت های بهداشتی شامل تشخیص زودرس و کنترل منبع، استفاده از اقدامات احتیاطی استاندارد برای همه بیماران ، استفاده از تجربیات قبلی، اجرای کنترل های اداری ،کنترل های زیست محیطی و مهندسی است(۵).

میکروارگانیسم های موجود در بیمارستان منابع بالقوه عفونت برای بیماران و کارکنان می باشند. تماس شغلی کارکنان سیستمهای بهداشتی با بیوآئروسل ها با گستره وسیعی از اثرات بهداشتی از جمله ابتدا به بیماری های واگیر و انشار سریع آن به عموم افراد را منجر می شود(۶). بحران کرونا که اخیرا در آن هستیم سیستم های بهداشتی با چالش های تشدید کننده ای روبرو بوده اند زیرا افزایش تقاضا و هزینه ها با همان میزان افزایش در منابع انسانی و سرمایه گذاری شده قابل تحقق نیست. این روند باعث فشار سیستم های مراقبت های بهداشتی می شود . به موازات آن ، عوارض بیماری مزمن در همه گروه های سنی به طور فزاینده ای رواج دارد(۷) . در این شرایط کارکنان بهداشت و درمان در خط مقدم پاسخ شیوعCOVID-19 قرار دارند. همچنین کارمندان پیراپزشکی ، صنعت گردشگری ، کارمندان هتل و رستوران ، کارگران زباله ، رانندگان و کارگران حمل و نقل ، کارگران خدمات و فروش ، کارگران نظافت و خانگی در معرض خطر بیشتری هستند و به همین مقدار در معرض خطر ابتلا و انتقال عفونت قرار می گیرند(۸ و۹). همچنین ساعات کار طولانی ، نوبت کاری، پریشانی روانی ، خستگی ، فرسودگی شغلی و خشونت جسمی و روانی از جمله سایر مشکلات ایمنی و بهداشت شغلی آنها است(۱۰و۱۱) .

به منظور به حداقل رساندن شیوع ویروس و پاسخگویی به این بیماری همه گیر ، انواع مختلفی از استراتژی ها و سیاست ها در محل کار کنترل های مهندسی ، کنترل های اداری و تجهیزات حفاظت شخصی استفاده می شود(۹) اما کافی نیست و لازم است در چنین شرایطی استفاده از فناوری های جدید که در انقلاب صنعتی چهارم ارائه شده است می تواند به بهبود عملکرد سیستمهای بهداشت و درمان و ایمنی و سلامت شغلی کارکنان مربوطه کمک شایانی نماید. فن آوری های انقلاب صنعتی چهارم توانایی ارائه راه حل های دیجیتالی بهتری را برای زندگی روزمره ما در طول این بحران ارائه می دهند (۱۲). صنعت ۴,۰ یاچهارمین انقلاب صنعتی ، شامل ترکیبی از روشهای سنتی تولیدی و صنعتی با جدیدترین فناوری هوشمند است .در این صنعت بر عواملی مانند خودکارسازی ، افزایش ارتباطات و نظارت و همچنین ماشین های هوشمندی که می توانند بدون نیاز به مداخله انسان، به تجزیه و تحلیل و تشخیص مشکلات بپردازند، متمرکز شده است. تعدادی از نامهای مترادف دیگری که برای اصطلاح صنعت ۴,۰ بکاربرده شده است شامل اینترنت صنعتی ، شرکت های متصل ، تولید هوشمند ، کارخانه هوشمند ، تولید ۴,۰ اینترنت اشیاء می باشد (۱۳). این فناوری های به گونه ای هستند که می توانند با حذف یا کاهش تماسها و کنترل در منبع به کاهش بار عفونت بپردازند. این مطالعه قصد دارد تا با انجام یک مطالعه مروری به بررسی کاربرد فناوری های

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]

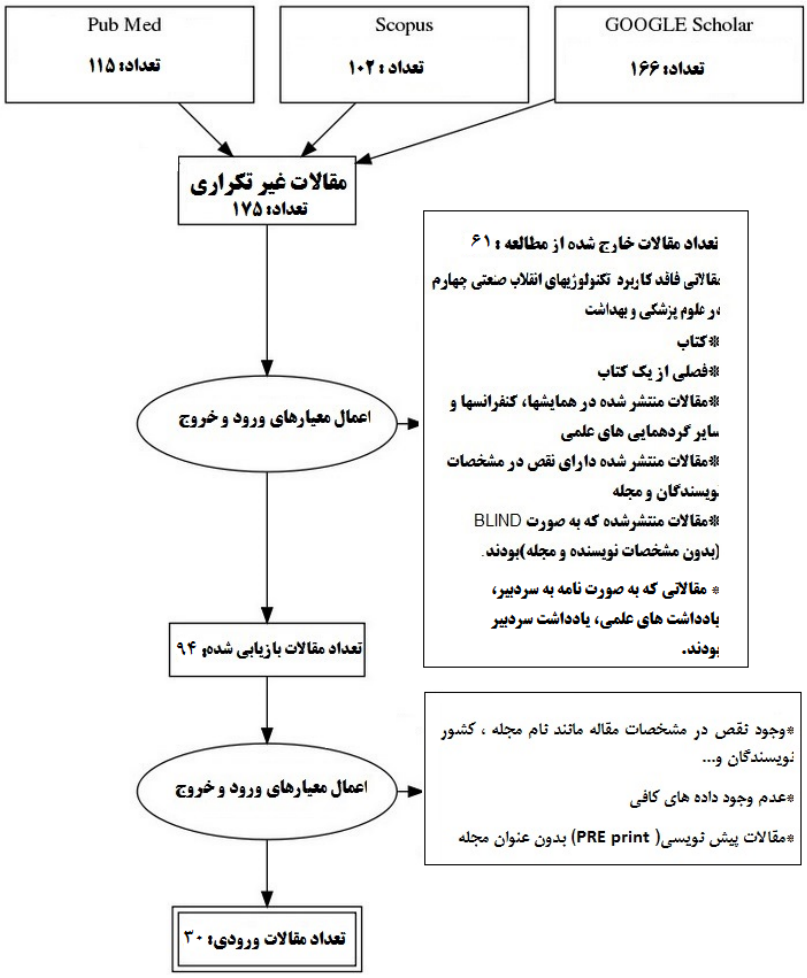
انقلاب صنعتی چهارم در شناسایی و کنترل بحران همه گیری Covid-19 بپردازد.

روش کار

استراتژی جستجو و انتخاب مطالعه: جستجو در ماههای می و جوئن میلادی سال ۲۰۲۰ انجام شد. جستجو در پایگاه‌های خارجی Google Scholar، PubMed، Scopus انجام و مقالات انگلیسی که در سال ۲۰۲۰ منتشر شده بودند با استفاده از کلیدواژه‌های زیر و بر اساس اصل PICO (که از پایگاه MeSH انتخاب و جمع‌آوری گردیدند) به صورت تک و یا در ترکیب با یکدیگر برای جستجوی مقالات استفاده شدند:

Covid-19,SARS,Artificial Intelligence, Smart Health Care, Smart Hospital, Intelligent Hospital, Inherently Safety, Health Care, Patient Safety, Patient Care, Hospital, Smart, Intelligence, Clinical Care, Digital Technology, Infection Control, Infection Prevention, Smart Disinfection, ROBOTICS, Autonomous Systems, Smart Health Care, Digital Health Care, Intelligent Technologies, Assistive Technologies, Industry 4.0, Digital Health Care, Internet Of Things, Big Data, Virtual Reality, Holography, Cloud Computing, Autonomous Robot, 3D Scanning, 3D Printing , Biosensors.

در این مرحله مقالاتی که در عنوان یا خلاصه آن‌ها هر یک



شکل ۱. مسیر جستجو انتخاب مطالعات ورودی در مطالعه مروری حاضر بر اساس روش Prisma ۲۰۰۹ (۱۳)

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]

از واژه های Hospital یا Health Care یا Covid-19 به همراه هر یک از واژه های زیر مشاهده شد انتخاب شدند. سپس عناوین ، چکیده‌ها و کلمات کلیدی این مقالات بررسی شد . برای افزایش حساسیت جستجو، از کلید واژه و رفرنس منابع مقالات منتخب نیز استفاده گردید. سپس با بررسی عنوان و خلاصه تمام مقالات جمع‌آوری شده، مقالات مرتبط از غیر مرتبط جدا و مقالات تکراری نیز حذف شدند. متن کامل مقالاتی که به عنوان مرتبط جمع‌آوری شده بود تهیه و توسط ابزار هاوکر و همکاران از جهت کیفیت مقالات مورد بررسی قرار گرفتند.

واژه های همراه برای جستجو:

Intelligence ,Smart Hospital, Artificial Intelligence, Digital Health Care, Internet Of Things, Big Data, Virtual, Industry 4.0, Reality, Holography, Cloud Computing, Robot, Autonomous Robot,3D Printing, 3D Scanning, Biosensors Assistive Technology, Technology, Machine Learning

با توجه به ماهیت مطالعات که کیفی بودند از اینرو جهت ارزیابی کیفیت مقالات مورد نظر مورد از ابزار هاوکر و همکاران که ویژه مطالعات کیفی است استفاده شد. این ابزار شامل نه سؤال است که به هر یک از آنها می توان به صورت گزینه های"خوب"، "نسبتا خوب" ، "ضعیف" یا "بسیار ضعیف" پاسخ داد. پس از استفاده از ابزار برای مطالعات ، با اختصاص پاسخ ها از ۱ امتیاز (بسیار ضعیف) به ۴ امتیاز (خوب) نتیجه ارزیابی به یک نمره عددی تبدیل شد. این نمره برای هر مطالعه حداقل ۹ امتیاز و حداکثر ۳۶ امتیاز می باشد. برای ایجاد نمرات کیفیت کلی ، از تعاریف زیر استفاده شد: کیفیت بالا (A) با ۳۶-۳۰ امتیاز، کیفیت متوسط (B) با ۲۹- ۲۴ امتیاز، کیفیت پایین (C) با ۲۴-۹ امتیاز (۱۴). مقالات با کیفیت بالا و متوسط وارد مطالعه شدند.

یافته ها

نتیجه جستجو و انتخاب مطالعه: در اولین گام جستجو، در مجموع ۱۷۵ مطالعه یافت شد که در سال ۲۰۲۰ در پایگاه‌های Google Scholar، PubMed، Scopus منتشر شده بودند. پس از حذف مقالات تکراری تعداد ۱۵۵ مطالعه بر اساس عنوان، چکیده و واژه‌های کلیدی انتخاب شدند. سپس با توجه به معیارهای ورود و خروج، تعداد ۶۱ مطالعه دیگر نیز حذف شدند. از این رو، ۹۴ مطالعه باقی مانده که تعداد ۶۴ مورد از آن‌ها در طی بررسی متن کامل مقاله و استخراج داده‌ها حذف و در پایان فرایند انتخاب، ۳۰ مطالعه باقی ماند (شکل ۱).

ویژگی‌های مطالعه: به توجه به معیارهای ورود و خروج مورد نظر در این پژوهش، در پایان از مجموع ۳۰ مقاله ورودی تعداد ۲۲ مقاله مروری (۳۹-۳۳، ۳۱-۲۵، ۲۳-۲۱، ۱۹، ۱۷، ۱۵، ۱۴، ۱۰) ، ۶ مقاله اصیل (۴۲-۴۰، ۲۴، ۲۰، ۱۶)، یک مقاله کوهورت (۱۸) و یک مقاله موردی (۳۲) یافت شد. همچنین در بازیابی مجدد منابع با استفاده از بررسی فهرست منابع مقالات، مطالعه جدیدی که دارای معیارهای ورودی و فارغ از معیارهای خروجی باشد یافت نشد. این مقالات محصول کشورهای مختلفی همچون هند (۷ مقاله)، چین (۵ مقاله)، انگلیس (۴مقاله)، آمریکا (۳ مقاله)، فرانسه (۲ مقاله)، کانادا (۲ مقاله)، آلمان (۲ مقاله) و سایر کشورها همچون گرجستان، استرالیا، مصر، مالزی، پاکستان و ایرلند هر یک با یک مقاله بودند.

فناوری های شناسایی شده در مطالعات ورودی شامل هوش مصنوعی[1]، اینترنت اشیا[2]، داده های بزرگ[3]، واقعیت مجازی[4]، هولوگرافی[5]، پردازش ابری[6]،رباتهای خودمختار[7]، اسکن سه بعدی[8]، چاپ سه بعدی[9] و حسگرهای زیستی[10] در انقلاب صنعتی چهارم بودند.

طبقه بندی مطالعات ورودی بر اساس فناوری نشان داد بیشترین فناوری مورد بررسی در مطالعات ورودی فناوری هوش مصنوعی (۱۰ مقاله) و پس از آن فناوری رباتهای خودکار (۶ مقاله) بوده است. واقعیت مجازی،

1 Artificial intelligence (AI)
2 Internet of Things
3-big data
4 -virtual reality
5 -holography
6- Cloud computing
7- Autonomous robot
8-3D scanning
9-3D printing
10-biosensors

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]

چاپ سه بعدی و حسگرهای زیستی هر یک در ۴ مقاله، اینترنت اشیا در ۳ مقاله، ، اسکن سه بعدی، پردازش ابری، هولوگرافی و داده های بزرگ هر یک در یک مقاله مورد بررسی قرار گرفته بودند (جدول ۱).

جدول ۱. خلاصه مشخصات تکنولوژی های انقلاب صنعتی چهارم مفید در مقابله با COVID- 19

نویسنده	نوع مطالعه	نام مجله	کشور ثبت کننده پژوهش	طبقه بندی فناوری	کاربرد فناوری در مقابله و کنترل COVID-19
Elavarasan (16)	مروری	Science of The Total Environment	هند	هوش مصنوعی	شناسایی افراد آلوده و بیماران با استفاده از تغییرات رادیوگرافی در تصاویر CT، تشخیص و نظارت بر بیماریها
Gan (17)	مروری	Safety and Health At Work	ایرلند	هوش مصنوعی	بهداشت دست و کنترل عفونت
Braun (18)	اصیل	Infection Journal	انگلیس	هوش مصنوعی	اولویت بندی ، اطلاع رسانی به بیمارستان و بهینه سازی مدیریت بستری ، برای تخمین سطح قرنطینه بر اساس تاریخچه پزشکی افراد
Bullock (19)	مروری	Arxiv Preprint Arxiv	آمریکا	هوش مصنوعی / یادگیری ماشینی	کشف دارو ، کشف واکسن، تصویر برداری پزشکی برای تشخیص، پیش بینی وضعیت خطر و سلامتی بیماران
Li (20)	کوهورت	Radiology	چین	هوش مصنوعی/ یادگیری ماشینی	تشخیص دقیق و قابل افتراق COVID-19 از سایر بیماریهای پنومونی
Ilyas (21)	مروری	Arxiv Preprint Arxiv	فرانسه	هوش مصنوعی	تصویری برداری اشعه ایکس برای شناسایی کووید ۱۹ در بیماران
Ghoshal (22)	اصیل	Arxiv Preprint Arxiv:	انگلیس	هوش مصنوعی	اسکن توموگرافی کامپیوتری برای COVID-19
Ulhaq (23)	مروری	Arxiv Preprint Arxiv:	استرالیا	هوش مصنوعی	تشخیص بیماری (CT-X Rey)، پشگیری و کنترل(شناسایی، غربالگری بیماران)، درمان (واکسن و غربالگری)
El-Din (24)	مروری	Arxiv Preprint Arxiv	مصر	هوش مصنوعی	سیستم قرنطینه الکترونیکی و از راه دور برای پایش بیماران آلوده با اندازه گیری دمای بیمار ، ضربان تنفسی ، ضربان قلب ، فشار خون و زمان)
Kummitha (25)	مروری	Government Information Quarterly	انگلیس	اینترنت اشیا	شناسایی و ردیابی بیماران آلوده
Mohammed (26)	اصیل	International Journal of Psychosocial Rehabilitation	مالزی	اینترنت اشیا	استفاده از کلاه ایمنی با سیستم تصویربرداری حرارتی جهت تشخیص کووید ۱۹ بطور خودکار (با کمترین تعامل و مواجهه انسانی)
Singh(27)	مروری	Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews	هند	اینترنت اشیا	ارتباط اینترنتی با بیمارستان، اطلاع رسانی به کادر پزشکی، درمان شفاف کووید ۱۹، فرایند درمان خودکار، مشاوره بهداشتی از راه دور،شبکه مراقبت های بهداشتی بی سیم برای شناسایی بیمارCOVID-19 ،ردیابی هوشمند بیماران آلوده، غربالگری سریعCOVID-19 ،پیش بینی دقیق ویروس
Bragazzi (28)	مروری	International Journal of Environmental Research and Public Health	کانادا	داده های بزرگ	نظارت بر شیوع اپیدمی ، پیش بینی وضعیت فعلی بیماری ، بررسی منظم گزارش ها و به روزرسانی انها، ردیابی شیوع ویروس در زمان واقعی ، برنامه ریزی مداخلات بهداشت عمومی ، تولید دارو و واکسن
Kumar (29)	مروری	Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews	هند	هوش مصنوعی/ یادگیری ماشینی	پردازش تصویر ، ردیابی بیماری ، پیش بینی بیماری، ساخت داروها
Javaid (12)	مروری	Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews	هند	واقعیت مجازی	تماس ویدئویی افراد و کاهش میزان مسافرتها و مواجهه افراد با کووید ۱۹
Singh (30)	مروری	Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews	هند	واقعیت مجازی	تماس ویدیویی و پخش فیلم از راه دور ، برنامه ریزی ، درمان و کنترل عفونت ها و کاهش مواجهه افراد
Torous (31)	مروری	JMIR Mental Health	آمریکا	واقعیت مجازی	برقراری تماسهای ویدئویی با خانواده برای حفظ سلامت روان کادر بهداشت و درمان
Eccleston (32)	مروری	Pain	انگلیس	واقعیت مجازی	معاینه و ارزیابی، بیماران و تجویز دارو
Javaid (12)	مروری	Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews	هند	هولوگرافی	برگزاری همایش ها و رویدادهای زنده و کاهش مواجهه سخنرانان ، کارمندان و مشتریان در برابرCOVID-19
Haleem (33)	مروری	The American Journal of Emergency Medicine.	هند	هولوگرافی	اموزش افراد از راه دور
Javaid (12)	مروری	Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews	هند	پردازش ابری	ایجاد زیرساختهای نرم افزاری برای فروش و تجارت اینترنتی و کاهش مواجهه فروشندگان و مشتریان

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]

ادامه جدول ۱. خلاصه مشخصات تکنولوژی های انقلاب صنعتی چهارم مفید در مقابله با COVID- 19

نویسنده	نوع مطالعه	نام مجله	کشور ثبت کننده پژوهش	طبقه بندی فناوری	کاربرد فناوری در مقابله و کنترل COVID-19
Wu(34)	مطالعه موردی	Advanced Ultrasound in Diagnosis and Therapy	چین	رباتهای خودکار	سونوگرافی رباتیک از راه دور
Wana (35)	مروری	Computer Communications	چین	رباتهای خودکار	استفاده از رباتها جهت مراقبت از بیماران، ارزیابی و نظارت بر بیماران
Khan(36)	مروری	International Journal of Environmental Research And Public Health	پاکستان	رباتهای خودکار	ربات پذیرش بیمار ، روبات های پرستار ، ربات آمبولانس ، ربات بیمارستانی ، ربات تمیز کننده وضد عفونی ، ربات جراحی ، ربات رادیولوژیست ، ربات توانبخشی ، ربات مواد غذایی و ربات تحویل در فضای باز
Kimmig (37)	مروری	Journal of Gynaecologic	آلمان	رباتهای خودکار	استفاده از رباتها در جراحی های ایمن
Mahdi Tavakoli (38)	مروری	Advanced Intelligent Systems	کانادا	رباتهای خودکار	کاهش خطر انتقال بیماری عفونی به کارکنان مراقبت های بهداشتی با استفاده از رباتها برای ارزیابی ، نظارت و معالجه بیماران از مسافت ایمن ، استفاده از ربات Telepresence برای ارزیابی و انجام آزمایشهای تشخیصی بیمار (مثال : گرفتن درجه حرارت بیمار یا نمونه سواب) ، برای ضد عفونی و تمیز کردن مراکز مراقبت های بهداشتی ، استفاده از تلروبوتیک برای ضدعفونی کردن محیط ها و سطوح و هنگام پذیرش و غربالگری بیماران، جراحی پاک و ایمن بیماران، استفاده از رباتهای مشارکتی[1] برای کمک به کارکنان مراقبت بهداشتی در ارزیابی و تشخیص بیماری مانند تصویربرداری نیمه خودکار سونوگرافی ، استفاده از رباتیک خودمختار بصورت مستقل جهت ضدعفونی سطوح اغشته به ترشحات بیماران و اجسام بسیار خطرناک مانند ملافه با استفاده از اشعه UV، استفاده از فناوری پوشیدنی[2] برای اندازه گیری ، تجزیه و تحلیل و انتقال اطلاعات بیمار به دستگاههای هوشمند
نویسنده	نوع مطالعه	نام مجله	کشور ثبت کننده پژوهش	طبقه بندی فناوری	کاربرد فناوری در مقابله و کنترل COVID-19
Zeng (39)	مروری	Tourism Geographies	آمریکا	رباتهای خودکار	ارائه مواد ضد عفونی کننده و استریل کردن فضاهای عمومی ، تشخیص یا اندازه گیری دمای بدن ، تأمین امنیت و ایمنی و آسایش و سرگرمی بیماران، تحویل دارو و غذا
Javaid (12)	مروری	Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews	هند	اسکن سه بعدی	اسکن سه بعدی (روش غیر تماسی) قفسه سینه برای شناسایی و اندازه گیری میزان COVID-19
Tarfaoui (40)	مروری	Materials	فرانسه	چاپ سه بعدی	ساخت وسایل حفاظت فردی مانند ماسک، شیلد صورت و عینک
Mueller (41)	مروری	Applied Sciences	آلمان	چاپ سه بعدی	تولید سریع موارد PPE مانند محافظ صورت ، تسمه های ماسک ، ماسک ، دریچه و محافظ گوش
Javaid (12)	مروری	Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews	هند	چاپ سه بعدی	ساخت وسایل حفاظت فردی مانند ماسک و شیلد صورت
Javaid (12)	مروری	Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews	هند	حسگرهای زیستی	تشخیص بیماری وآنالیز بالینی مانند دما ، ردیابی ، ضربان قلب ، میزان تنفس وغیره
Seo (42)	اصیل	ACS Nano	چین	حسگرهای زیستی	شناسایی SARS-CoV-2 در نمونه های بالینی
Murugan (43)	اصیل	Transactions of The Indian National Academy of Engineering	هند	حسگرهای زیستی	استفاده از بیوسنسور جاذب فیبر نوری پلاسمونی / قابل حمل برای تشخیص سریع و کم هزینه COVID-19 برای شناسایی افراد آلوده ، به ویژه موارد بدون علامت
Zhu (44)	اصیل	Biosensors and Bioelectronics	چین	حسگرهای زیستی	استفاده از تقویت کننده ایزوترمال همراه با سنجش بیوسنسور جریان جانبی مبتنی بر نانوذرات برای تشخیص عفونت های SARS-CoV-2 در حوزه بهداشت عمومی مقدماتی و آزمایشگاه های بالینی ، به ویژه در مناطق فقیر

بحث

در انقلاب صنعتی چهارم، فناوری های گوناگونی می توانند به کمک سیستمهای بهداشتی در کنترل بحران همه گیری COVID-19 بیایند. یافته های این مطالعه

فناوری های هوش مصنوعی[11]، اینترنت اشیا[12]، داده های بزرگ[13]، واقعیت مجازی[14]، هولوگرافی[15]، پردازش

11- Artificial intelligence (AI)
12- Internet of Things
13 -big data
14 -virtual reality
15-holography

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]

ابری[16]،رباتهای خودمختار[17]، اسکن سه بعدی[18]، چاپ سه بعدی[19] و حسگرهای زیستی[20] را در انقلاب صنعتی چهارم شناسایی نمود که می توانند به پیش بینی، شناسایی و کنترل عفونت مربوط به COVID-19 کمک نمایند. بیشترین مطالعات ورودی مربوط به پژوهشگران کشورهای چین و هند بود. همچنین فناوری های هوش مصنوعی و رباتها در صدر مباحث مورد نظر در مقالات ورودی بودند. در ادامه به توصیف و کاربرد فناوری های مذکور در کنترل بحران ناشی از COVID-19 پرداخته خواهد شد.

هوش مصنوعی

هوش مصنوعی (AI) یک دسته مفهومی گسترده از نرم افزارهای رایانه ای است که به منظور تقلید یا بهبود تصمیم گیری انسان طراحی شده است (۴۵) . هوش مصنوعی ابزاری قدرتمند است که می تواند در برابر همه گیری های COVID-19 در مورد ارزیابی خطرات عفونت و غربالگری جمعیت بسیار مفید باشد .این برنامه کاربردی شبیه با استفاده از مدل های مبتنی بر داده های بزرگ برای شناخت ، توضیح و پیش بینی الگوی شیوع بیماری استفاده میکند .(۱۲, ۴۶). از هوش مصنوعی می توان برای اعلانها و هشدارهای اولیه ، ردیابی و پیش بینی ، جمع آوری داده ها ، تشخیص و پیش آگهی، معالجه و درمان ، و کنترل اجتماعی استفاده نمود (۴۷). همچنین با استفاده از هوش مصنوعی می توان آزمایشات بالینی داروها و واکسنها علیه این ویروس را بهینه نمود(۱۲). مجموعه این اقدامات می تواند به بهبود عدالت در دسترسی به مراقبت بهداشتی، بهبود مراقبتهای ویژه بیماران مبتلا به COVID-19 و حفظ ایمنی و سلامت شغلی کارکنان بهداشت و درمان منجر گردد (۷, ۴۵, ۴۸). تصویربرداری پزشکی مانند اشعه ایکس و توموگرافی کامپیوتری(CT) نقش مهمی در مبارزه جهانی علیه COVID-19 دارد ، در حالی که فناوری های هوش مصنوعی (AI) که اخیراً در حال ظهور هستند ، قدرت ابزارهای تصویربرداری را تقویت کرده و به متخصصان پزشکی کمک می کنند(۱, ۲۰). دستیابی به تصویری با توانمندسازی هوش مصنوعی می تواند به طور قابل توجهی به خودکارسازی روند اسکن کمک کند و همچنین تغییر شکل گردش کار را با حداقل تماس با بیماران ، به بهترین وجه محافظت از تکنسین های تصویربرداری انجام دهد. همچنین ، هوش مصنوعی می تواند با مشخص کردن دقیق عفونت در تصاویر با اشعه ایکس و CT ، راندمان کار را بهبود بخشد(۲۱, ۴۹). با ظهور عصر داده های بزرگ (Big Data) ، سیستم های خدمات پزشکی سنتی به دلیل محدود بودن منابع محاسباتی ، نمی توانند به سرعت عمل کنند . از اینرو استفاده از هوش مصنوعی در بهبود و تسریع عملکرد فعالیتهای مختلف بهداشتی و درمانی بسیار موثر خواهد بود(۴۶, ۵۰). استفاده از هوش مصنوعی به کمک نتایج حاصل از CT، نتایج آزمایشگاهی و سابقه مواجهه بیماران، تشخیص سریع بیماران مبتلا به COVID-19 به صورت سریع و مطمئن را ممکن کرد(۵۱). شناسایی سریع بیماران با استفاده از کاربرد یادگیری ماشینی در تلفنهای هوشمند(۵۲) تهیه تاریخچه تماسها و مسافرتها و ارزیابی وضعیت سلامتی افراد از دیگر کاربردهای هوش مصنوعی برای کنترل بیماری کرونا می باشد(۵۳).

اینترنت اشیا

فناوری اینترنت اشیاء یک راه حل خودکار است که منجر به رشد فوق العاده ای در تولید اتوماتیک ، مدیریت دارایی ها و غیره شده است. این مجموعه شامل جمع آوری ، انتقال ، تجزیه و تحلیل و ذخیره اطلاعات است .داده های جمع آوری شده برای تجزیه و تحلیل و تصمیم گیری به سرور ابر مرکزی ارسال می شوند(۱۲). نتایج بکارگیری اینترنت اشیا نشان داده که در مبارزه با COVID-19بسیار مفید بوده است .به عنوان مثال ، از این فناوری در هواپیماهای بدون سرنشین برای اطمینان از اجرای قرنطینه و نظارت بر پوشیدن ماسک توسط

16- Cloud computing
17- Autonomous robot
18 -3D scanning
19 -3D printing
20-biosensors

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]

افراد استفاده شد. همچنین از این فناوری می توان برای ردیابی بیماران ، شناسایی منشأ شیوع بیماری ، بررسی رعایت قرنطینه توسط بیماران و ردیابی بیمارانی که قرنطینه را زیر پا می گذارند استفاده نمود .علاوه بر این ، این فناوری با نظارت از راه دور بر بیماران ساکن در خانه و نیز تامین داروی آن دست از بیمارن که در خانه قرنطینه می شوند مفید واقع شوند. (۱۲, ۲۴). ساخت سیستم نظارت بر علائم بالینی بیماران مانند ضربان قلب ، فشار خون و دمای بیمار از راه دور (۵۴)، اسکن توموگرافی کامپیوتری برای شناسایی بیماری (۵۵) و استفاده از پالس اکسیمتر "هوشمند" (۵۶) با حفظ ایمنی پرسنل کادر درمان از نمونه های دیگر کاربرد اینترنت اشیا است(۵۴) ، مدیریت حداقل ۵۰ بیمار و کاهش بار روانی و فیزیولوژیکی در بیمارستان های هوشمند سیار(۵۷) افزایش رضایت بیمار و کاهش میزان بستری ، کاهش هزینه های مراقبت های بهداشتی ، درمان سریع، بهبود سلامت جسمی و روانی تیم بهداشت و درمان و افزایش رضایت شغلی آنان و کاهش بار اقتصادی ناشی از کرونا، از مزایای استفاده از این فناوری است (۲۷).

داده های بزرگ

استفاده از داده های بزرگ کمک می کند تا تیمهای باتجربه از مقامات سریعاً این بحران را به رسمیت شناختند و ساختارهای مدیریت اضطراری را برای برطرف کردن شیوع نوظهور فعال نمایند. در بحران COVID-19 تایوان به سرعت رویکردهای خاص را برای شناسایی موارد ، مهار و تخصیص منابع برای محافظت از سلامت عمومی بسیج و تأسیس کرد. تایوان از پایگاه داده ملی بیمه درمانی خود استفاده کرده و آن را با پایگاه داده مهاجرت و گمرک خود درآمیخت تا بتواند داده های بزرگی را برای تجزیه و تحلیل ایجاد کند. براساس تاریخچه سفر و علائم بالینی برای کمک به شناسایی موارد ، هشدارهایی در زمان واقعی ایجاد کرد. همچنین از طبقه بندی خطرات عفونی مسافران بر اساس مبدا پرواز و تاریخ سفر در ۱۴ روز گذشته از فناوری جدید ، از جمله اسکن کد QR و گزارش آنلاین تاریخ سفر و علائم بهداشتی استفاده کرده است. برای ترخیص سریعتر مهاجرت افراد با ریسک کم (بدون مسافرت به مناطق هشدار سطح ۳) از طریق سرویس پیام کوتاه ، اطلاعیه های سلامت ارسال کردند. کسانی که ریسک بالاتری داشتند (سفر اخیر به مناطق هشدار سطح ۳) در خانه قرنطینه شدند و از طریق تلفن همراه خود ردیابی شدند تا اطمینان حاصل شود که آنها در طول دوره کمون بیماری در خانه باقی می مانند. همچنین با استفاده از فناری دادهدهای بزرگ دولتها می توانند پیام های بهداشتی را به صورت دقیق و شفاف در مورد این بیماری همه گیر ، به شهروندان خود ارائه دهد و انها را در جریان روند تحولات این بیماری قرار داده و از منافع آنها محافظت کند(۵۸). در مبارزه با COVID-19 ، سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فناوری های بزرگ داده از بسیاری جنبه ها از جمله جمع آوری سریع داده های بزرگ چند منبع ، تجسم سریع اطلاعات اپیدمی و ردیابی مکانی موارد تایید شده نقش مهمی ایفا کرده اند. همچنین در شناسایی ، پیش بینی ، تقسیم بندی مکانی از سطح نظر سطح خطر و اپیدمی بیماری و نیز ارزیابی اثربخشی اقدامات پیشگیری و کنترل COVID-19 نقش موثری ایفا کردند(۵۹). از اینرو داده های بزرگ فرصت هایی را برای انجام مطالعات مدل سازی فعالیت ویروسی و راهنمایی سیاست گذاران بهداشتی کشور برای تقویت آمادگی برای شیوع فراهم می کند(۶۰).

واقعیت مجازی

بیماری همه گیر COVID-19 به سرعت منجر به تعطیلی دانشگاه ها و مدارس و مراکز آموزشی در سرتاسر جهان شد ، به این امید که توصیه های مسئولان بهداشتی در مورد فاصله اجتماعی بتواند به صاف کردن منحنی عفونت و کاهش تلفات کلی این بیماری کمک کند. در این راستا استفاده از آموزشهای الکترونیک و بکارگیری فناوری واقعیت مجازی یک ضرورت گردید(۶۱). واقعیت مجازی (VR) یک فناوری

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]

دیجیتالی است که یک تجربه شبیه سازی شده را ارائه می دهد که تقریباً مشابه یا متفاوت با دنیای کار است. برنامه های آن شامل بازی های ویدئویی ، بازی های سه بعدی ، آموزش های آموزشی ، آموزش پزشکی ، آموزش نظامی و غیره است. این فناوری مزایای راحتی ، خلاقیت و بهره وری عالی را ارائه می دهد .افراد می توانند در زمان واقعی از طریق تخته های سفید بصری با هم کار کنند ، می توان از شبیه سازی ها بازدید کرد و محتوا را ثبت کرد. در زمان شیوع COVID-19 ، فناوری واقعیت مجازی گزینه مناسبی را برای تماسهای ویدیویی ارائه می دهد .قابل توجه ترین فایده این رسانه توانایی آن است که باعث شود افراد احساس کنند که به یکدیگر نزدیک هستند و نیازی به سفرهای غیر ضرور ندارند و از تعداد مواجهه ها در زمان این بحران به شدت بکاهد. استفاده از این فناوری می تواند هزینه های سفر را کاهش داده و بدون ثبت غیبت افراد در محیط کار ، به آنها در انجام فعالیتهایشان کمک نماید .بنابراین در این زمان از بیماریCOVID-19 واقعیت مجازی ابزاری عالی برای ارتباط و همکاری بوده (۱۲) ضمن اینکه توانست بسیاری از هزینه های افراد و دولت را کاهش دهد(۶۱).

این تکنولوژی یک روند نوظهور در فن آوری شبیه سازی هاپتیک است که تکرار احساسات جسمی یک تجربه در زندگی واقعی مانند لمس است. واقعیت مجازی می تواند تجربه یادگیری را با ترکیب عناصر فیزیکی و مجازی فراهم نماید. پتانسیل یادگیری این است که این تجربیات پیچیده می تواند در طیف وسیعی از مباحث بالینی اعم از مهارت های ارتباطی و بالینی گرفته تا تمرین های عمدی رویه های جراحی مورد استفاده قرار گیرد و همچنین می توانند با یادگیری تطبیقی برای تحقق مزایای اضافی یکپارچه شوند. در نتیجه همه گیری COVID-19 درآموزش پزشکی در سراسر جهان تغییر عمده ای ایجاد شده است . استفاده از فناوری های نوظهور برای آموزش ، مانند هوش مصنوعی برای یادگیری انطباقی و واقعیت مجازی ، به احتمال زیاد مؤلفه های اساسی تحول آمیز و آینده آموزش پزشکی است. مزایا و چالش های استفاده از فناوری در آموزش پزشکی با هدف آگاه سازی کلیه ارائه دهندگان در مورد چگونگی تغییرات بعد از بیماری همه گیر می تواند تأثیر مثبتی در معلمان و دانش آموزان در سراسر جهان داشته باشد. استفاده از فناوری واقعیت مجازی برای تقویت آموزش و یادگیری ضروری است اما لازم است تا مربیان و دانش آموزان و دانشجویان آموزشهای لازم قبلی را دریافت کنند و زیرساختها در سازمانها ایجاد گردد (۶۱).

همه گیر COVID-19 تأثیر فوری بر آموزشهای دانشگاهی از جمله آموزشهای پزشکی داشت. برای کاهش شیوع بیماری کرونا ، سیاست فاصله اجتماعی و دور کاری اتخاذ شد و بسیاری از جراحی های انتخابی به سرعت متوقف شدند .این تغییر چشمگیر مدیران را وادار کرد تا به توسعه فناوری های جددی مانند سکوهای جلسات مجازی ، یادگیری از راه دور ، آموزش مبتنی بر شبیه سازی ، واقعیت مجازی روی آورند و آنها را ادامه دهند(۶۳).

هولوگرافی

هولوگرافی نوعی عکاسی سه بعدی است. هولوگرام می تواند یک تصویر سه بعدی دقیق از شی اصلی را بازسازی کند و می تواند به مجازی سازی رویدادهای خود بدون نیاز به پخش وب بپردازند .با استفاده از این فناوری ، بسیاری از مشاغل می توانند به صورت مجازی فعالیت کنند و محصولات خود را به مشتریان ارائه دهند. سیستمهای آموزشی می توانند از این فناوری استفاده نموده و موارد آموزشی را به مشتریان خود که همان فراگیران ، دانش اموزان و دانشجویان هستند ارائه دهند و بدین ترتیب به کاهش مواجهه افراد و کنترل بیماری کرونا کمک کنند . فناوری دیجیتال هولوگرافی راه جدیدی برای برگزاری آموزشهای مجازی، همایش ها و رویدادهای زنده ایجاد کرده است .این امر باعث کاهش مواجهه سخنرانان یا گوینده ها ، کارمندان و مشتریان در برابر COVID-19 می شود .هزاران نفر می توانند

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]

همزمان با استفاده از این فناوری در یک رویداد شرکت کنند .هولوگرافی اکنون توانایی ارائه فوق رئالیسم را دارد. در این زمان شیوعCOVID-19 ، هنگامی که بسیاری از مجالس و گردهمایی ها لغود گردید و افراد مجبور به ماندن در خانه می شوند ، این فناوری می تواند رویداد ها را با واقعیت بسیار بالا و قابل قبول برگذار نماید (۱۲, ۶۴). همچنین از این تکنولوژی می توان برای معاشرت و کاهش مسافرتها در زمان بحرانهایی مانند شیوع بیماری کروناویروس ۲۰۱۹ استفاده نمود. بسیاری از افراد فعالیت شغلی و معاشرتهای خود را فقط از طریق ارتباطات ویدئویی از راه دور انجام دادند. کلینیک ها قرار ملاقات های حضوری را با ویزیت تصویری جایگزین کرده اند. با استفاده از این فناوری در بسیاری از کشورها ، آموزش آکادمیک به سرعت به سمت یادگیری از راه دور از طریق نشانه های پخش ، برنامه های آموزشی و اسلایدهای آموزش دیجیتالی حرکت کرد (۶۵) .

پردازش ابری

یک فناوری دیجیتالی است که شامل تحویل منابع سیستم رایانه ای از طریق اینترنت مانند سرور ، ذخیره سازی ، پایگاه داده ها ، شبکه سازی ، و هوشمند سازی بوده و دارای نوآوری و سرعت عمل بالاتری است. این امر منجر به کاهش هزینه های عملیاتی و افزایش راندمان سیستم می شود(۱۲). یادگیری ماشینی[21] (ML) و پردازش ابری (Cloud Computing) برای ردیابی بیماری ، پیش بینی رشد اپیدمی و راهبردها و سیاست های طراحی برای مدیریت شیوع آن می توانند بطور بسیار مؤثری استفاده شوند. با استفاده از این فناوری ها که رویکرد داده محور با دقت بالایی دارد برای واکنش پیشگیرانه دولت و شهروندان در برابر همه گیری کرونا استفاده نمود. برای ذخیره سازی و تجزیه و تحلیل داده های عظیم مربوط به اپیدمی COVID-19 و نیز پردازش آن می توان از رایانش یا پردازش ابری استفاده نمود که روشی کارآمد و مقرون به صرفه می باشد(۶۵).

21-Machine Learning (ML)

ربات های خودکار

در حالی که سال هاست که روبات ها نقش مهمی در محیط های صنعتی و مشاغل پرخطر دارند ، اما به نقش هایی که روبات ها می توانند در محیط های تعاملی که دارای شرایط «تماس زیاد» یا « تماس زیاد بین فردی» وجود دارد توجه چندانی نشده است. بیمارستان ها یکی از محیط های کاری با تماس بالا هستند. محققان از کلمه «رباتیک» برای توصیف حوزه تحقیقاتی مربوط به مهندسی اطلاعات ، علوم کامپیوتر و سایر زمینه های فنی استفاده می کنند.(۳۹, ۶۷). رباتیک ، هوش مصنوعی و تعامل انسان و روبات با افزایش حضور COVID-19 در بیمارستان ها ، فرودگاه ها ، سیستم های حمل و نقل ، مناطق تفریحی و دیدنی ، هتل ها ، رستوران ها و جوامع به طور کلی حضور بیشتری یافته اند. روبات های انسان نما ، وسایل نقلیه خودمختار ، هواپیماهای بدون سرنشین ، و سایر روبات های هوشمند به روش های مختلفی برای کاهش تماس انسان و شیوع احتمالی ویروس SARS-CoV-2 از جمله تهیه مواد ، ضد عفونی و استریل کردن فضاهای عمومی ، تشخیص یا اندازه گیری دمای بدن استفاده می شود (۳۹).

با توجه به شیوع ناگهانی و سریع COVID-19 در چین، هجوم بیماران به بیمارستان ها باعث شد که بار کار شدید برای کادر پزشکی ایجاد گردد. برای قرار دادن بیماران بیشتر ، ورزشگاه ووهان Hong Shan به یک بیمارستان صحرایی هوشمند به رهبری روبات ها تبدیل شد. چهارده ربات در این بیمارستان توسط شرکت رباتیک Cloud Minds مستقر شدند. از آنها برای تمیز کردن و ضد عفونی کردن ، اندازه گیری دمای بیمار ، تحویل دارو و غذا و سرگرمی و آسایش بیماران با برقراری ارتباط با آنها استفاده شد (۳۶, ۳۹, ۵۷, ۶۸) . در مطالعه دیگری نیز فعالیتهای مانند تحویل غذا ، اندازه گیری علائم حیاتی ، پزشکی از راه دور ، ضد عفونی کردن سطوح، جمع آوری زباله های خطرناک ، قرنطینه سازی بیماران با استفاده از رباتها و نیز گرفتن

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]

نمونه های بیوشیمی انجام شد. برای مثال گرفتن نمونه های تشخیص کرونا از نازوفارنکس و اوروفارنژال و نظارت بر تغییرات بیوشیمی خون بیماران به کمک رباتها انجام شد که در نهایت باعث بهبود روند درمان و کاهش خطر انتقال عفونت به کارکنان بهداشتی گردید. ربات ها همچنین با ضد عفونی سطح UV غیر تماسی در پیشگیری و کنترل بیماری کرونا در محیط های بیمارستانی نقش دارند و می توانند سطح ایمنی و سلامت شغلی کارکنان بیمارستان ها را ارتقاء دهند. (۱۰). همچنین از رباتها می توان در ردیابی و شناسایی بیماران، هشدار به افراد جهت جلوگیری و مدیریت مناطق ممنوعه و تحت قرنطینه و نظارت بر این مناطق نیز استفاده نمود(۵۷, ۶۸, ۶۹). مراقبت از بیماران به صورت مجازی، ویزیت مجازی بیماران، مراقبت از راه دور بیماران از جمله کاربردهای دیگر رباتها است که می تواند در کنترل بیماری COVID-19 استفاده گردد(۷۰).

در مطالعه دیگری از رباتها برای جراحی استفاده شد. جراحی با کمک ربات ممکن است به کاهش مدت زمان بستری در بیمارانی که فوراً به عمل جراحی پیچیده و انکولوژیک نیاز دارند ، کمک کند ، بنابراین باعث می شود فضای بیماران مبتلا به COVID-19 فراهم شود(۳۷). ربات پذیرش بیمار ، روبات های پرستار ، ربات آمبولانس ، ربات بیمارستانی ، ربات ، ربات ادیولوژیست و ربات توانبخشی از جمبه سایر رباتهایی است که در دوره مقابله با کووید ۱۹ می توان از آنها برای کاهش مواجهه با ویروس و انتشار ان استفاده نمود(۳۶) .

در ایتالیا ، مکان دیگری با سطح بالای بیماری COVID-19 ، از روبات هایی به نام «تامی» برای کمک به تیم های پزشکی مراقبت از بیماران خود و کاهش تماس مستقیم بین بیماران و کادر پزشکی استفاده شد(۳۹). تامی دارای مانیتور و رایانه لوحی برای بیماران بود که هم از لحاظ بصری و هم از نظر صوتی با پرستاران و پزشکان در یک مکان دور افتاده ارتباط برقرار کرد. روبات هایی مانند تامی می توانند دو پارامتر مهم بیمار که فشار خون و اکسیژن اشباع است را اندازه گیری کنند. بیمارستان ها در سراسر جهان برای خلاص شدن از شر ویروس ها و باکتری ها در اتاق ها ، سالن ها و دستگیره های درها به روبات های خستگی ناپذیر روی آوردند. استفاده از رباتها می تواند به کنترل عفونت و ایمنی شغلی پرسنل بهداشت و درمان و نیز سرعت بهبودی بیماران کمک چشمگیری نماید(۳۹).

سیستم های روباتیک و تلروبوتیک با ایجاد امکان تروراسیون ، ارزیابی ، نظارت و معالجه بیماران از مسافت ایمن ، خطر انتقال بیماری های عفونی به کارکنان مراقبت های بهداشتی که در خط مقدم مقابله با این بیماری هستند را کاهش می دهد. تلروباتها ، سیستم های رباتیکی هستند که با استفاده از کنترل از راه دور توسط یک اپراتور انسانی ، بیشترین مزیت را از نظر کمک به سیستم مراقبت های بهداشتی در طول بیماری همه گیر COVID-19 ارائه می دهند. با استفاده از این رباتها می توان ضدعفونی کردن محیط های بیمارستانی را توسط محلولهای ضدعفونی مایعی که در اختیار دارند و اسپری می کنند به صورت کامل و دقیق انجام داد .با توجه به این سهولت ، می توان در هنگام پذیرش و غربالگری بیماران از سیستم های تلوبوتیکی برای استریلیزاسیون استفاده کرد(۳۸). سیستم های رباتیک خودمختار قادر به انجام مستقل اقدامات با حداقل نیروی انسانی یا بدون آن هستند. شاید بزرگترین نمونه سیستم های متحرک چرخ دار مستقل که در طول همه گیری های COVID-19 مستقر شده اند ، روبات های استریلیزاسیون UV باشد . در حالی که استریلیزاسیون یکی از جنبه های پاکسازی در مراکز درمانی است ، از رباتهای متحرک چرخ دار می توان برای جدا کردن بستر و سایر مواد آلوده از بیمارستان نیز استفاده کرد. یک ربات متحرک چرخ دار که بین اتاقهای بیماران یا مناطق درمانی حرکت می کند ، می تواند به صورت مستقل برای خواندن و ثبت علائم حیاتی بیماران مورد استفاده قرار گیرد و در نهایت موجب کاهش ریسک ابتلا به بیماری کرونا در بین کارکنان مراقبت های بهداشتی شوند . بدیهی است کنترل انتقال عفونت به کارکنان می تواند

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]

در ایمنی بیماران و خانواده های کارکنان که در ارتباط با آنها هستند نیز موثر باشد. روبات های متحرک چرخ دار ، شبیه به اتومبیل های خودران و بدون سرنشین ، می توانند برای اهداف لجستیکی استفاده شوند و مواد ، تجهیزات ، داروها ، وسایل حفاظت یا سایر لوازم مورد نیاز خود را به طور مستقل در بیمارستان منتقل کنند(۳۸) .

استفاده از فناوری رباتهای پوشیدنی[۲۲] برای اندازه گیری ، تجزیه و تحلیل و انتقال اطلاعات بیمار به دستگاههای هوشمند از دیگر مزایای استفاده از رباتهای خودکار هستند. فن آوری های پوشیدنی برای نظارت بر مراقبت های بهداشتی از فعالیت های بیومتریک مانند ضربان قلب (الکتروکاردیوگرافی) ، الکتروآنسفالوگرافی و بایوسیگنال های عضلانی (الکترومیوگرافی) در دسترس تجاری هستند. استفاده از رباتها می تواند باعث کاهش مصرف لوازم حفاظت فردی و کاهش عملیات دستی که توسط کارکنان مراقبت بهداشتی انجام می شود و به شدت وقت گیر و تکرار هستند شود و صرفه اقتصادی و حفظ نیروی انسانی متخصص و کاهش جانباختگان ناشی از بیماری را به دنبال داشته باشد(۳۸).

اسکن سه بعدی

اسکن سه بعدی برای تبدیل قسمت فیزیکی در داده های دیجیتال استفاده می شود .این فناوری برای فرآیندهای مهندسی معکوس موفقیت آمیز است .در پزشکی از این فناوری برای اسکن بدن انسان و قسمت آن در ابعاد دقیق و دلخواه استفاده می شود .خروجی اسکن سه بعدی برای تجزیه و تحلیل شیء در دنیای واقعی استفاده می شود .اسکن سه بعدی یک روش غیر تماسی است که به اسکن قفسه سینه برایCOVID-19 کمک می کند. همچنین ، یک ابزار مفید برای شناسایی و اندازه گیری بار ویروس COVID-19 است .واقعیت مجازی ، ضبط حرکت ، نقشه برداری رباتیک و طراحی صنعتی از دیگر کاربردهای این فناوری است(۱۲).

چاپ سه بعدی

چاپ سه بعدی فرآیندی است که برای ساختن اشیاء سه بعدی با استفاده از فرآیندهای افزودنی که در آن لایه ها به صورت متوالی برای ایجاد یک شی کامل ساخته شده اند بکار می روند و از آن برای تولید منابع مهم پزشکی در جهت مبارزه با بیماری همه گیر COVID-19 استفاده می شود(۷۱). استفاده از تکنولوژی چاپ سه بعدی برای یافتن کاربردهای اصلی و پذیرش در صنایع مختلف از جمله مهندسی ، ساخت خودرو ، تولید نظامی و مراقبت های بهداشتی افزایش یافته است. در حالی که تنوع این مسیرها چشمگیر هستند اما اکنون استفاده از این فن جهت محافظت افراد و نیروی کار در برابر همه گیر جهانی COVID-19 بیشتر شده است. علاقه مندان به چاپ سه بعدی و آزمایشگاه های چاپ سه بعدی توانستند در راستای ساخت تجهیزات حفاظت فردی قدم برداشتند(۷۲). با استفاده از چاپ سه بعدی می توان به تولید سیستم های کامل یا زیر سیستمها پرداخت. همچنین می توان بهبود کیفیت محصولات قبلی و نیز اصلاحات و طراحی مجدد قطعات قبلی را انجام داد. با استفاده از این فناوری زمان و هزینه ساخت عمومی تجهیزات به حداقل می رسد و موجب افزایش مهارت زنجیره تأمین خواهد شد. این فناوری امکان طراحی سریعتر محصول ، سفارشی سازی ، کاهش هزینه ، آزمایش سریعتر محصول و موارد دیگر را فراهم می کند. صنایع مختلف از جمله مهندسی ، ساخت خودرو ، تولید نظامی ، و مراقبت های بهداشتی، پزشکی ، دندانپزشکی ، هوا و فضا ، از فناوری چاپ سه بعدی با موفقیت در زمینه های تولید محصول و ابزار استفاده می کنند. عوامل مختلفی باعث افزایش محبوبیت صنعت چاپ سه بعدی در سیستمهای بهداشتی شد. مهمترین عامل کمبود منابع پزشکی در طول همه گیری های اخیر کرونا است. در چند ماه گذشته ، بسیاری از شرکت ها تحت تأثیر اختلال در حمل و نقل قرار گرفتند و بسیاری از آنها مجبور شده اند سفارش های جدید را رد یا تأخیر کنند.

22-Wearable technology

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]

COVID-19 بر لزوم متنوع سازی زنجیره های تأمین و کاهش آسیب پذیری صنایع مختلف به ویژه صنعت پزشکی تأکید کرد. با استفاده از این فناوری می توان با سرعت بیشتر و هزینه کمتر به تولید تجهیزات حفاظت فردی تجهیزات پزشکی مورد نیاز در مقابله با کرونا پرداخت (۷۱, ۷۲). بحران مداوم COVID-19 اهمیت زنجیره تأمین دارویها بویژه داروهای مسکّن را بیش از پیش نشان داد. با استفاده از فناوری چاپ سه بعدی می توان یک بخش قابل قبول از داروهای اضطراری که در هرمهای خوراکی تهیه می شوند را برای حمایت از بیماران مخصوصا بیماران آسیب پذیری که در مناطق روستایی و سایر مناطق دورافتاده ساکن هستند استفاده نمود(۷۳). همچنین می توان از این فناوری در تولید وسایل حفاظت فردی مخصوصا ماسکهای تنفسی، عینک و شیلدهای صورت نیز استفاده نمود(۷۲).

حسگرهای زیستی

حسگرهای زیستی نوع دیگری از فناوری های پیشرفته در انقلاب صنعتی چهارم است که برای تبدیل سیگنال بیولوژیکی به سیگنال الکتریکی استفاده می شوند. حسگرهای نوری، حرارتی، پیزو الکتریک و الکتروشیمیایی برخی از اصلی ترین حسگرهای زیستی هستند . حسگرهای زیستی کاربردهای متنوعی در زمینه های مختلفی از قبیل علوم پزشکی، صنایع غذایی ، بخش دریایی و غیره دارند. این مواد با ثبات و حساس هستند. مانیتور گلوکز نمونه ای از این حسگرهای زیستی است که برای سنجش و ردیابی تحولات میزان قند خون در افراد و مخصوصاً بیماران دیابتی کاربرد دارد.(۱۲) از آنجا که هنوز هیچ داروی خاص یا واکسنی برای COVID-19 در دسترس نیست ، تشخیص زودرس بیماری برای مدیریت و مهار شیوع آن بسیار مهم است. حسگرهای زیستی قادر به تهیه شرایطی هستند که به راحتی قابل استفاده ، حساس، دقیق و مقرون به صرفه باشند (۱۲, ۴۲, ۷۴) . در این راستا می توان از حسگرهای زیستی بهره برد. برای نمونه در مطالعه Seo و همکاران از یک حسگر زیستی مبتنی بر ترانزیستور با اثر میدانی برای شناسایی SARS-CoV-2 در نمونه های بالینی استفاده شد (۴۲) یا در مطالعه دیگری از حسگرهای زیستی در تولید تستهای تشخیصی (۷۵)، اندازه گیری دما ، میزان تنفس و ثبت فعالیت الکتریکی قلب (ECG) استفاده گردید(۱۲). حسگرهای زیستی همچنین ابزارهای قدرتمندی برای ارزیابی موثر پیشرفت بالینی و تأمین هوشیاری در مورد شدت یا روندهای مهم عفونت هستند(۷۴).

نتیجه گیری

انقلاب صنعتی چهارم با فناوری های هوشمند خود در حال تعریف دوباره زندگی است. در انقلاب صنعتی چهارم، فناوری های گوناگونی می توانند به کمک سیستمهای بهداشتی در کنترل بحران همه گیری COVID-19 بیایند. فناوری های هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، داده های بزرگ، واقعیت مجازی، هولوگرافی ، پردازش ابری ، رباتهای خودکار، اسکن سه بعدی، چاپ سه بعدی و حسگرهای زیستی نمونه هایی از این فناوری ها می باشند. مجموعه این اقدامات می تواند به بهبود عدالت در دسترسی به مراقبت بهداشتی، بهبود مراقبتهای ویژه بیماران مبتلا به COVID-19، حفظ ایمنی و سلامت شغلی کارکنان بهداشت و درمان منجر گردد. افزایش رضایت بیمار و کاهش میزان بستری ، سرعت روند درمان، کاهش هزینه های مراقبت های بهداشتی از جمله سایر مزایای استفاده از فناوری های انقلاب صنعتی چهارم است. بکارگیری فناوری های هوشمند فوق ضمن بهبود مدیریت دولتها در رویارویی با بحران می تواند به آنها در شناسایی ، ردیابی ، نظارت و درمان بیماران مبتلا به کرونا کمک نماید و با مدیریت منابع انسانی، دارو، تجهیزات ، زمان و غیره تاب آوری جامعه و محیط های کاری بویژه بیمارستان ها را افزایش دهد.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]

REFERENCES

1. Shi F, Wang J, Shi J, Wu Z, Wang Q, Tang Z, et al. Review of artificial intelligence techniques in imaging data acquisition, segmentation and diagnosis for covid-19. IEEE Reviews in Biomedical Engineering. 2020.1.
2. Salman FM, Abu-Naser SS, Alajrami E, Abu-Nasser BS, Alashqar BA. Covid-19 detection using artificial intelligence. International Journal of Academic Engineering Research. 2020;4(3):18-25.
3. Odor PM, Neun M, Bampoe S, Clark S, Heaton D, Hoogenboom EM, et al. Anaesthesia and COVID-19: infection control. British Journal of Anaesthesia. 2020;125(1):16-24.
4. Nakajima K, Kato H, Yamashiro T, Izumi T, Takeuchi I, Nakajima H, et al. COVID-19 pneumonia: infection control protocol inside computed tomography suites. Japanese Journal of Radiology. 2020;38:391–393.
5. Thorne CD, Khozin S, McDiarmid MA. Using the hierarchy of control technologies to improve healthcare facility infection control: lessons from severe acute respiratory syndrome. Journal of occupational and environmental medicine. 2004;46(7):613-22.
6. Valedeyni Asl F, Hazrati S, Arzanlo M, Fazlzadeh M. Assessment of bacterial bio-aerosols types and its concentration in the ambient air of educational hospitals of Ardabil University of Medical Sciences in 2016. Journal of Health and Safety at Work. 2018;8(1):15-28.
7. Balicer RD, Cohen-Stavi C. Advancing Healthcare Through Data-Driven Medicine and Artificial Intelligence. Healthcare and Artificial Intelligence: Springer; 2020. p. 9-15.
8. Kalantary S, Khadem M. Occupation groups and Covid-19. Journal of Health and Safety at Work. 2020;10(2):1-2.
9. Golbabaei F KS. A Review of the Strategies and Policies for the Prevention and Control of the COVID-19 at Workplaces. International Journal of Occupational Hygiene 2020;12(1):1-6.
10. Bagoji I, Bharatha A. COVID -19 and Robotics-creativities spark in the adverse. South East Asia Journal of Medical Sciences. 2020;4(1):1.
11. Seyed Ehsan S, Ebrahim T, Seyedeh Sedigheh S, Mohammad Hossein B, Omran A, Mandana K, et al. Evaluating the status of occupational stress and identifying its related risk factors among nurses in Babol City, Northern Iran: A cross-sectional study. International Journal of Occupational Hygiene. 2018;10(2):60-6.
12. Javaid M, Haleem A, Vaishya R, Bahl S, Suman R, Vaish A. Industry 4.0 technologies and their applications in fighting COVID-19 pandemic. Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews. 2020;14(4):419-22.
13. Frank AG, Dalenogare LS, Ayala NF. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. International Journal of Production Economics. 2019 ;210:15-26.
14. Hawker S PS, Kerr C, Hardey M, Powell J. Appraising the evidence: reviewing disparate data systematically. Qualitative health research. 2002;12(9):1284-99.
15. PRISMA 2009 Checklist 2009. Available from: www.prisma-statement.org/PRISMAStatement/Checklist.
16. Madurai Elavarasan R, Pugazhendhi R. Restructured society and environment: A review on potential technological strategies to control the COVID-19 pandemic. Science of The Total Environment. 2020:138858.
17. Gan WH, Lim JW, Koh D. Preventing Intra-hospital Infection and Transmission of Coronavirus Disease 2019 in Health-care Workers. Safety and Health at Work. 2020;11(2):241-3.
18. Braun H, Patterson D, Molloy A, Davies K. Predicting Health Risk in Patients with Coronavirus or Influenza using Artificial Intelligence. Infection.2020;7:8.
19. Bullock J, Pham KH, Lam CSN, Luengo-Oroz M. Mapping the landscape of artificial intelligence applications against COVID-19. arXiv preprint arXiv:200311336. 2020.
20. Li L, Qin L, Xu Z, Yin Y, Wang X, Kong B, et al. Artificial intelligence distinguishes COVID-19 from community acquired pneumonia on chest CT. Radiology. 2020:200905.
21. Ilyas M, Rehman H, Nait-ali A. Detection of Covid-19 From Chest X-ray Images Using Artificial Intelligence: An Early Review. arXiv preprint arXiv:200405436. 2020.
22. Ghoshal B, & Tucker, A. Estimating uncertainty and interpretability in deep learning for coronavirus (COVID-19) detection. arXiv preprint arXiv. 2020.
23. Ulhaq A, Khan A, Gomes D, Pau M. Computer Vision for COVID-19 Control: A Survey. arXiv preprint arXiv:200409420. 2020.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]

24. El-Din DM, Hassanein AE, Hassanien EE, Hussein WM. E-Quarantine: A Smart Health System for Monitoring Coronavirus Patients for Remotely Quarantine. arXiv preprint arXiv:200504187. 2020.
25. Kummitha RKR. Smart technologies for fighting pandemics: The techno- and human- driven approaches in controlling the virus transmission. Government Information Quarterly. 2020;37(3):101481.
26. Mohammed M, Syamsudin H, Al-Zubaidi S, AKS RR, Yusuf E. Novel COVID-19 detection and diagnosis system using IOT based smart helmet. International Journal of Psychosocial Rehabilitation. 2020;24(7):2296-2303.
27. Singh RP, Javaid M, Haleem A, Suman R. Internet of things (IoT) applications to fight against COVID-19 pandemic. Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews. 2020;14(4):521-4.
28. Bragazzi NL, Dai H, Damiani G, Behzadifar M, Martini M, Wu J. How Big Data and Artificial Intelligence Can Help Better Manage the COVID-19 Pandemic. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020;17(9):3176.
29. Kumar A, Gupta PK, Srivastava A. A review of modern technologies for tackling COVID-19 pandemic. Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews. 2020;14(4):569-73.
30. Singh RP, Javaid M, Kataria R, Tyagi M, Haleem A, Suman R. Significant applications of virtual reality for COVID-19 pandemic. Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews. 2020;14(4): 661-664.
31. Torous J, Myrick KJ, Rauseo-Ricupero N, Firth J. Digital mental health and COVID-19: Using technology today to accelerate the curve on access and quality tomorrow. JMIR mental health. 2020;7(3):e18848.
32. Eccleston C, Blyth FM, Dear BF, Fisher EA, Keefe FJ, Lynch ME, et al. Managing patients with chronic pain during the COVID-19 outbreak: considerations for the rapid introduction of remotely supported (eHealth) pain management services. Pain. 2020;161(5):889.
33. Haleem A, Javaid M, Vaishya R, Deshmukh S. Areas of academic research with the impact of COVID-19. The American Journal of Emergency Medicine. 2020;38(7): 1524-1526.
34. Wu S, Li K, Ye R, Lu Y, Xu J, Xiong L, et al. Robot-assisted Teleultrasound Assessment of Cardiopulmonary Function on a Patient with Confirmed COVID-19 in a Cabin Hospital. advanced ultrasound in diagnosis and therapy. 2020;4(2):128-30.
35. Wan S, Gu Z, Ni Q. Cognitive computing and wireless communications on the edge for healthcare service robots. Computer Communications. 2020;149:99-106.
36. Khan ZH, Siddique A, Lee CW. Robotics Utilization for Healthcare Digitization in Global COVID-19 Management. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020;17(11):3819.
37. Kimmig R, Verheijen RH, Rudnicki M. Robot assisted surgery during the COVID-19 pandemic, especially for gynecological cancer: a statement of the Society of European Robotic Gynaecological Surgery (SERGS). J Gynecol Oncol. 2020;31(3): e59.
38. Tavakoli M, Carriere J, Torabi A. Robotics, Smart Wearable Technologies, and Autonomous Intelligent Systems for Healthcare During the COVID-19 Pandemic: An Analysis of the State of the Art and Future Vision. Advanced Intelligent Systems. 2020:2(7);2000071.
39. Zeng Z, Chen P-J, Lew AA. From high-touch to high-tech: COVID-19 drives robotics adoption. Tourism Geographies. 2020:22(3): 724-734 .
40. Tarfaoui M, Nachtane M, Goda I, Qureshi Y, Benyahia H. 3D Printing to Support the Shortage in Personal Protective Equipment Caused by COVID-19 Pandemic. Materials. 2020;13(15):3339.
41. Mueller T, Elkaseer A, Charles A, Fauth J, Rabsch D, Scholz A, et al. Eight Weeks Later—The Unprecedented Rise of 3D Printing during the COVID-19 Pandemic—A Case Study, Lessons Learned, and Implications on the Future of Global Decentralized Manufacturing. Applied Sciences. 2020;10(12):4135.
42. Seo G, Lee G, Kim MJ, Baek S-H, Choi M, Ku KB, et al. Rapid detection of COVID-19 causative virus (SARS-CoV-2) in human nasopharyngeal swab specimens using field-effect transistor-based biosensor. ACS nano. 2020;14(4):5135-42.
43. Murugan D, Bhatia H, Sai V, Satija J. P-FAB: a fiber-optic biosensor device for rapid detection of COVID-19. Transactions of the Indian National Academy of Engineering. 2020;5(2):211-5.
44. Zhu X, Wang X, Han L, Chen T, Wang L, Li H, et al.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]

Multiplex reverse transcription loop-mediated isothermal amplification combined with nanoparticle-based lateral flow biosensor for the diagnosis of COVID-19. Biosensors and Bioelectronics. 2020;166:112437.

45. Sloane EB, J. Silva R. Chapter 83 - Artificial intelligence in medical devices and clinical decision support systems. In: Iadanza E, editor. Clinical Engineering Handbook (Second Edition): Academic Press; 2020.P.556–568.
46. Pal R SA, Kar S, Prasad DK. Neural network based country wise risk prediction of COVID-19. IEEE Accsess. arXiv preprint arXiv:2004.00959. 2020 Mar 31.
47. Naudé, Wim, Artificial Intelligence against Covid-19: An Early Review. IZA Discussion Paper No. 13110, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=3568314
48. Rahmatizadeh S V-HS, Dabbagh A. The role of Artificial Intelligence in Management of Critical COVID-19 patients. Journal of Cellular & Molecular Anesthesia. 2020;9(5):16-22.
49. Shi F, Wang J, Shi J, Wu Z, Wang Q, Tang Z, et al. Review of Artificial Intelligence Techniques in Imaging Data Acquisition, Segmentation and Diagnosis for COVID-19. IEEE Reviews in Biomedical Engineering. 2020.p.1-2.
50. Ji C, Gao Y, Wang Z, Qin J. A Distributed Spatial Index on Smart Medical System. In: Chen F, García-Betances RI, Chen L, Cabrera-Umpiérrez MF, Nugent C, editors. Smart Assisted Living: Toward An Open Smart-Home Infrastructure. Cham: Springer International Publishing; 2020. 287-303.
51. Mei X, Lee H-C, Diao K-y, Huang M, Lin B, Liu C, et al. Artificial intelligence–enabled rapid diagnosis of patients with COVID-19. Nature Medicine. 2020;26:1224-8.
52. Rao ASS, Vazquez JA. Identification of COVID-19 can be quicker through artificial intelligence framework using a mobile phone–based survey when cities and towns are under quarantine. Infection Control & Hospital Epidemiology. 2020;41(7):826-30.
53. Tang N, Huang G, Li M, Xu F. Artificial intelligence plays an important role in containing public health emergencies. Infection Control & Hospital Epidemiology. 2020;41(7): 869-870
54. Jabirullah M, Ranjan R, Baig MNA, Vishwakarma AK, editors. Development of e-Health Monitoring System for Remote Rural Community of India. 2020 7th International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN); 2020 27-28 Feb. 2020.
55. Lin B, Wu S. COVID-19 (Coronavirus Disease 2019): Opportunities and Challenges for Digital Health and the Internet of Medical Things in China. Mary Ann Liebert, Inc., publishers 140 Huguenot Street, 3rd Floor New .2020;24(5):231-2.
56. Capobussi M, Moja L. 3D Printing Technology and Internet of Things Prototyping in Family Practice: Building Pulsoximeters during COVID-19 Pandemic. Preprints.2020; 2020050163.
57. Zhou Y, Wang L, Ding L, Tang Z. Intelligent technologies help operating mobile cabin hospitals effectively cope with COVID-19. Frontiers of Engineering Management. 2020: 7(3): 459–60.
58. Wang CJ, Ng CY, Brook RH. Response to COVID-19 in Taiwan: big data analytics, new technology, and proactive testing. Jama. 2020;323(14):1341-2.
59. Zhou C, Su F, Pei T, Zhang A, Du Y, Luo B, et al. COVID-19: Challenges to GIS with Big Data. Geography and Sustainability. 2020;1(1):77-87.
60. Ting DSW, Carin L, Dzau V, Wong TY. Digital technology and COVID-19. Nature medicine. 2020;26(4):459-61.
61. Murphy MP. COVID-19 and emergency eLearning: Consequences of the securitization of higher education for post-pandemic pedagogy. Contemporary Security Policy. 2020;41(3):492-505.
62. Goh P-S, Sandars J. A vision of the use of technology in medical education after the COVID-19 pandemic. MedEdPublish. 2020;9.
63. Plancher KD, Shanmugam JP, Petterson SC. The Changing Face of Orthopedic Education: Searching for the New Reality After COVID-19. Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation. 2020;2(4): e295-e298.
64. Haleem A, Javaid M, Vaishya R, Deshmukh SG. Areas of academic research with the impact of COVID-19. The American Journal of Emergency Medicine. 2020;38(7):1524-1526.
65. Kwon R, Zhang ML, VandenBussche CJ. Considerations for remote learning in pathology during COVID-19 social distancing. Cancer Cytopathology. 2020;118(9):642-647.
66. Tuli S, Tuli S, Tuli R, Gill SS. Predicting the growth and trend of COVID-19 pandemic using machine learning and cloud computing. Internet of Things. 2020;11:100222.
67. McKerrow PJ, McKerrow P. Introduction to robotics:

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]

Addison-Wesley Sydney; 1991.

68. Bagoji I, Bharatha A. COVID-19 AND ROBOTICS-creativities spark in the adverse. South East Asia Journal of Medical Sciences. 2020;4(1):1.
69. Yang G-Z, Nelson BJ, Murphy RR, Choset H, Christensen H, Collins SH, et al. Combating COVID-19—The role of robotics in managing public health and infectious diseases. Science Robotics; 2020;5(40): eabb5589.
70. Kapoor A, Guha S, Kanti Das M, Goswami KC, Yadav R. Digital healthcare: The only solution for better healthcare during COVID-19 pandemic? Indian Heart Journal. 2020; 72(2): 61–64
71. Attaran M. 3D Printing Role in Filling the Critical Gap in the Medical Supply Chain during COVID-19 Pandemic. American Journal of Industrial and Business Management. 2020;10(05):988.
72. Flanagan ST, Ballard DH. 3D Printed Face Shields: A Community Response to the COVID-19 Global Pandemic. Academic Radiology. 2020; 27(6): 905.
73. Hsiao W-K, Lorber B, Paudel A. Can 3D printing of oral drugs help fight the current COVID-19 pandemic (and similar crisis in the future)? Expert Opinion on Drug Delivery. 2020;17(7): 899-902.
74. Morales-Narváez E, Dincer C. The impact of biosensing in a pandemic outbreak: COVID-19. Biosensors and Bioelectronics. 2020;163(1):112274.
75. Carter LJ, Garner LV, Smoot JW, Li Y, Zhou Q, Saveson CJ, et al. Assay techniques and test development for COVID-19 diagnosis. ACS Publications; 2020; 6(5):591–605.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-22]