

Effects and Consequences of covid-19 on Technology and Innovation

*Mohammad Hosain Shojaei

**Alireza Kafei Ahanifar

***Fatemeh Kanani

****Saiedeh Sadat Ahangari

*****Ahad Rezayan

* Assistant Professor, Innovation policy and Foresight department, Technology Studies Institute, Tehran, Iran shojaei@tsi.ir

** Researcher, Innovation policy and Foresight department, Technology Studies Institute, Tehran, Iran kafei.ar@gmail.com

*** Assistant Professor, Innovation policy and Foresight department, Technology Studies Institute, Tehran, Iran kanani@tsi.ir

**** Researcher, Innovation policy and Foresight department, Technology Studies Institute, Tehran, Iran s.s.ahangary@gmail.com

***** Researcher, Science & Technology Future studies department, National Research Institute for Science Policy, Tehran, Iran ahad.rezayan@ut.ac.ir

Received: 07.15.2021

Accepted: 06.04.2023

P.77-98

Abstract

The Covid-19 pandemic has affected various aspects of human life and changed many systems and practices of the past. Since the beginning of the pandemic, technology is among the fields that have received serious public attention. It's expected that technology has a significant impact on overcoming the Covid-19 crisis and resolving the challenges posed by it. However, the effects of Covid-19 on technology and technological innovation systems have received less attention. Using the futures wheel method, this research identifies and visualizes the direct and indirect consequences of Covid-19 on technology. The input of the focus group discussions for the design of the futures wheel is derived from the qualitative content analysis of existing studies and reports on the effects of Covid-19 on technology. After the first version was designed by the focus group, the results were presented to fifteen experts with different specialties to modify the wheel in addition to confirm the validity of the research. Comments were reached consensus in two rounds of interviews and the final version of the wheel was drawn. The research findings represent the pattern of Covid-19 effects on technology under four main consequences: recession and economic problems; the need for fast, efficient, and effective solutions to deal with the crisis; lockdown policies; and the environmental impact of Covid-19. The most important policy proposals to deal with the identified consequences are: supporting the development of crisis-related technologies; supporting the continuation of companies' activities; supporting innovation competitions; removing obstacles to the export of technological products; Expediting patenting and licensing processes; Applying demand-side innovation policy tools; Investigating the risks of emerging technologies; regulation of emerging technologies; Designing a dynamic business atlas; and removing restrictions on access to materials and equipment needed for research and development

Keywords: Covid-19, Technology, Innovation, Consequences, Futures Wheel

Corresponding Author: Mohammad Hosain Shojaei - shojaei@tsi.ir



آثار و پیامدهای کووید-۱۹ بر فناوری و نوآوری

*سیدمحمدحسین شجاعی *علیرضا کفائی آهنی فر *فاطمه کنعانی

***سعیده السادات آهنگری ***احد رضایان قیه‌باشی

* استادیار گروه سیاست نوآوری و آینده‌نگاری، پژوهشکده مطالعات فناوری، تهران، ایران shojaei@tsi.ir

** پژوهشگر گروه سیاست نوآوری و آینده‌نگاری، پژوهشکده مطالعات فناوری، تهران، ایران kafaei.ar@gmail.com

*** استادیار گروه سیاست نوآوری و آینده‌نگاری، پژوهشکده مطالعات فناوری، تهران، ایران kanani@tsi.ir

**** پژوهشگر گروه سیاست نوآوری و آینده‌نگاری، پژوهشکده مطالعات فناوری، تهران، ایران s.s.ahangary@gmail.com

***** استادیار دانشکده حکمرانی، دانشگاه تهران، تهران، ایران ahad.rezayan@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۴

صص: ۷۷-۹۸

چکیده

همه‌گیری کووید-۱۹ جنبه‌های مختلف زندگی بشر را تحت تأثیر قرار داده است. یکی از حوزه‌هایی که از آغاز شیوع بیماری مورد توجه عمومی قرار گرفته، فناوری است. فناوری امیدبخش عبور سریع‌تر از بحران کووید-۱۹ بوده و انتظار می‌رود بر حل چالش‌های پدیدآمده از آن نیز تأثیرگذار باشد. با این وجود، اثر کووید-۱۹ بر فناوری و نظام‌های نوآوری کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش با استفاده از روش چرخ آینده، پیامدهای مستقیم و غیرمستقیم کووید-۱۹ بر فناوری را شناسایی و ترسیم می‌کند. درون‌داد مباحثات گروه کانونی برای طراحی چرخ آینده از تحلیل محتوای کیفی پژوهش‌ها، مطالعات و گزارش‌های موجود درباره اثرات کووید-۱۹ بر فناوری به دست آمده است. نسخه اولیه به پانزده نفر از خبرگان با تخصص‌های مختلف ارائه شد تا پس از اصلاح و تکمیل چرخ آینده، روایی پژوهش نیز تأیید شود. نظرات در دو دور مصاحبه به اجماع رسید و نسخه نهایی ترسیم شد. یافته‌های پژوهش نشان‌دهنده الگوی اثرات کووید-۱۹ بر فناوری ذیل چهار پیامد اصلی رکود و مشکلات اقتصادی؛ نیاز به راه‌حل‌های سریع، کارا و اثربخش برای مقابله با بحران؛ اتخاذ سیاست‌های فاصله‌گذاری و تعطیلی؛ و اثرات زیست‌محیطی کووید-۱۹ است. مهم‌ترین پیشنهادها برای سیاستی برای مواجهه با پیامدهای شناسایی شده عبارتند از: حمایت از توسعه فناوری‌های مرتبط با بحران؛ حمایت از تداوم فعالیت‌های شرکت‌ها؛ پشتیبانی از مسابقات نوآوری؛ رفع موانع صادرات محصولات فناورانه؛ تسریع فرایندهای ثبت اختراع و کسب مجوز؛ به‌کارگیری ابزارهای سیاست نوآوری طرف تقاضا؛ بررسی مخاطرات فناوری‌های نوظهور؛ تنظیم‌گری فناوری‌های نوظهور؛ طراحی اطلس پویای مشاغل؛ و رفع محدودیت‌های دسترسی به مواد و تجهیزات مورد نیاز تحقیق و توسعه.

واژه‌های کلیدی: کووید-۱۹، فناوری، نوآوری، پیامدها، چرخ آینده.

نوع مقاله: پژوهشی

نویسنده‌دار مکاتبات: سیدمحمدحسین شجاعی Shojaei@tsi.ir



۱- مقدمه

رایانه‌ای (سی‌تی‌اسکن)، درک عملکرد ویروس کووید-۱۹ برای تولید داروها و واکسن (پندی و همکاران، ۲۰۲۱)، پیش‌بینی و شیوع بیماری‌های عفونی (کالدیر و همکاران، ۲۰۲۰) و... استفاده می‌شود.

علاوه بر دامنه گسترده فناوری‌ها برای پیشگیری، تشخیص، رصد، درمان و کنترل بیماری (باد^۷ و همکاران، ۲۰۲۰) عوامل دیگری نظیر فاصله‌گذاری اجتماعی و تعطیلی‌ها موجب تسریع پذیرش فناوری‌های دیجیتال و توسعه خدمات از راه دور و مجازی شده‌اند. بنابراین همه‌گیری کووید-۱۹ علاوه بر تأثیرات گسترده در حوزه‌های سلامت، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و... موجب پیامدهای متعددی بر روی زنجیره توسعه فناوری‌ها (خلق، اشاعه و کاربرد) شده است. هدف اصلی این مقاله، شناسایی و بررسی این پیامدها در افق زمانی کوتاه‌مدت و میان‌مدت در ایران است.

۲- پیشینه پژوهش

از زمان گزارش اولین مورد ابتلا به کووید-۱۹ در ووهان چین در دسامبر ۲۰۱۹ تا به امروز اکثر کشورهای جهان و مردم سراسر دنیا تحت تأثیر این همه‌گیری قرار گرفته‌اند. با افزایش پیامدهای این بحران، شرکت‌ها و پژوهشگران سراسر جهان به دنبال راه‌حل‌هایی برای رفع چالش‌های این همه‌گیری، کاهش شیوع و روش‌های درمان این بیماری هستند. در این نبرد سخت و نفس‌گیر، علم و فناوری نقشی حیاتی و اساسی دارد (کومار و همکاران، ۲۰۲۰).

تحقیقات متعددی به بررسی تأثیرات این همه‌گیری بر گسترش و پذیرش انواع فناوری‌ها و همچنین تأثیرات مختلف فناوری‌ها بر بحران کووید-۱۹ پرداخته‌اند؛ برای مثال در تحقیقی که توسط برم^۸ و همکاران (۲۰۲۱) انجام شد، برخی از فناوری‌هایی که توسط این همه‌گیری تکامل یافته و منجر به توسعه راه‌حل‌های جدید و عملی برای مشکلات فعلی و آینده و نوآوری شده‌اند، بررسی شده است. در این مطالعه، ده فناوری که در بحران کووید-۱۹ نقش اصلی دارند، شناسایی شده و مورد بحث قرار گرفته‌اند. این ده فناوری دو نوع‌اند: فناوری‌های مؤثر در درمان بیماران کووید-۱۹ (شامل چاپ سه‌بعدی، سامانه‌های انعطاف‌پذیر ساخت، تجزیه و تحلیل کلان داده‌ها و پوشیدنی‌های هوشمند مراقبت بهداشتی^۹)؛ و فناوری‌هایی که به دلیل محصور شدن افراد در منازل مورد توجه قرار گرفته‌اند (شامل آموزش از راه دور، ویدئو کنفرانس‌ها، رسانه‌های جاری مانند تلویزیون‌های اینترنتی،

در اواخر سال ۲۰۱۹، ویروس جدیدی به نام سارس-کو۲ که سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۲۰ آن را کووید-۱۹ نامید، موجب یک بیماری عفونی شد. این بیماری در یک فاصله زمانی کوتاه به سرعت در سراسر جهان گسترش یافت و در ۱۲ مارس ۲۰۲۰، سازمان جهانی بهداشت آن را یک همه-گیری جهانی اعلام کرد (لوچیدیس^۱ و همکاران، ۲۰۲۰).

همه‌گیری کووید-۱۹ از زمان پیدایش، موجب تلفات و خسارات جهانی به جوامع و سیستم‌های سلامت شده است. این بیماری، پس از همه‌گیری آنفلوآنزای اسپانیایی در ۱۹۱۸، جدی‌ترین بیماری عفونی تنفسی است. کووید-۱۹ نهمین بیماری همه‌گیر در قرن گذشته است و رتبه بیشترین میزان ابتلا را به خود اختصاص داده است. این بیماری، ترکیب دو ویژگی کشنده را با هم دارد؛ سه تا سی برابر کشنده‌تر از آنفلوآنزای فصلی و حداقل ده برابر مسری‌تر از سارس است و لذا تهدید جدی‌تری برای جامعه بشری محسوب می‌شود (لوآزا^۲ و پنینگز، ۲۰۲۰).

این بیماری، تغییراتی در زندگی بشر ایجاد کرد که قابل تأمل است. در عین حال، شرایط جدید موجب شد که فناوری‌های مختلف و بخصوص فناوری‌های دیجیتالی سریع‌تر از قبل وارد زندگی افراد و بسیاری از صنایع شوند (گلینلی^۳ و همکاران، ۲۰۲۰). با افزایش نرخ ابتلا و مرگ‌ومیر، سازمان‌های متعددی در سراسر جهان به جستجوی راه‌حل‌های فناورانه برای کنترل و توقف شیوع این بیماری پرداختند. به‌طور مثال، با استفاده از اینترنت اشیا پزشکی^۴ تعداد زیادی تجهیزات برای ایجاد یک شبکه هوشمند و سیستم مدیریت سلامت جامع، بدون دخالت انسان، به یکدیگر متصل شد. تا آوریل ۲۰۲۰، تعداد ۸۲ نرم‌افزار موبایل در ۳۵ کشور مختلف برای مقابله با کووید-۱۹ معرفی شد (این‌تاوینگ^۵ و همکاران، ۲۰۲۱).

در حال حاضر، در بیش از پنجاه سیستم بهداشتی در ایالات متحده از فناوری‌های پزشکی از راه دور برای ارائه مراقبت‌های به‌موقع و پیگیری حال و رصد بیماران مبتلا استفاده می‌شود. هوش مصنوعی و تجزیه و تحلیل کلان داده‌ها نیز ابزارهای کارآمدی برای تشخیص عفونت‌های اولیه و درمان و کنترل بیماری هستند (خالقی و همکاران، ۲۰۲۰) و از آن‌ها برای تجزیه و تحلیل مبتنی بر تصویر در اسکن توموگرافی

1. Sars-CoV2
2. LoGiudice
3. Loayza
4. Golinelli
5. Internet of Medical Things (IoMT)
6. Intawong

7. Budd

8. Brem

9. Smart healthcare wearables



پذیرش فناوری‌های دیجیتال در اثر همه‌گیری کووید-۱۹ در میان شرکت‌های مختلف افزایش یافته است.

مؤسسه پژوهشی اریکسون با انجام پیمایشی روی افراد سالمند به بررسی تأثیر کووید-۱۹ بر استفاده سالمندان از فناوری‌های دیجیتال پرداخته است. این پیمایش با تقسیم سالمندان به سه گروه سنی ۶۵ تا ۷۵ سال (سالمندان جوان‌تر^{۱۵})، ۷۵ تا ۸۵ سال (سالمندان میانه^{۱۶}) و ۸۶ سال به بالا (سالمندان پیر^{۱۷})، به بررسی تأثیر این فناوری‌ها بر گروه اول یعنی سالمندان جوان‌تر پرداخته است. تحلیل داده‌های این پیمایش که در کشورهای آمریکا، انگلستان، روسیه، برزیل، استرالیا، هند، اندونزی، ژاپن، فرانسه، سوئد، اسپانیا، کره جنوبی، آرژانتین، چین، جمهوری چک، کانادا و ایتالیا انجام شده، نشان می‌دهد که با همه‌گیری کووید-۱۹، کاربرد اینترنت و تلفن‌های هوشمند و مهارت‌های دیجیتال (کار با اینترنت و تلفن‌های هوشمند) در بین این گروه از سالمندان افزایش یافته است و افراد در این گروه سنی از ابزارهای دیجیتال به‌عنوان ابزار کمکی در دوران قرنطینه استفاده می‌کنند. این روند موجب کاهش شکاف بین نسل قدیم و جدید و افزایش کیفیت زندگی سالمندان این گروه سنی خواهد شد و در بلندمدت، می‌تواند باعث افزایش محصولات و خدمات پزشکی و سلامت به‌صورت آنلاین شود (رند^{۱۸}، ۲۰۲۱).

از دیگر تأثیراتی که کووید-۱۹ بر حوزه فناوری‌ها داشته است، افزایش دورکاری، فراگیرتر شدن آموزش آنلاین و به‌طور کلی فناوری‌های دیجیتال و فناوری‌های اطلاعات است که می‌تواند نقش اساسی در مدیریت و کاهش خطرات و پیامدهای ناشی از تعطیلی‌ها و فاصله‌گذاری اجتماعی در زمان شرایط همه‌گیری یا حتی پس از آن داشته باشد (هی^{۱۹} و همکاران، ۲۰۲۱). همچنین با توجه به افزایش دورکاری و افزایش حجم داده‌های تولیدشده از منابع مختلف، موضوع امنیت داده، کیفیت اینترنت، اپلیکیشن‌های مورد استفاده، سیستم‌های ذخیره‌سازی اطلاعات و همچنین مکانیسم‌های ذخیره‌سازی اطلاعات، در دوران همه‌گیری مورد توجه ویژه قرار گرفته است (الأشهب و همکاران، ۲۰۲۱).

فناوری همچنین توانسته است بر پیامدهای اجتماعی و روانی کووید-۱۹ تأثیرگذار باشد و تا حدی این پیامدهای منفی را کاهش دهد، برای مثال گارفین^{۲۰} (۲۰۲۰) فناوری را به‌عنوان

تجارت الکترونیک و تحویل درب منزل، پرداخت اینترنتی و بازی‌های رایانه‌ای). این پژوهشگران معتقدند این فناوری‌ها پیش از همه‌گیری نیز وجود داشته‌اند، اما با توجه به بحران کووید-۱۹ سودمندی آن‌ها محرز شده و کاربرد آن‌ها بسیار وسیع‌تر و سریع‌تر شده و تأثیر طولانی‌مدت خواهند داشت.

در تحقیق دیگری که توسط جاوید و همکاران (۲۰۲۰) انجام شده است، ده فناوری اصلی «صنعت ۴.۰»^{۱۰} که می‌تواند به حل مشکلات این ویروس کمک کند، مورد بحث قرار گرفته است. این ده فناوری شامل هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، کلان‌داده، واقعیت مجازی، هولوگرافی، رایانش ابری، ربات‌های خودکار، اسکن سه‌بعدی، چاپ سه‌بعدی و حسگر زیستی می‌باشد. این پژوهشگران معتقدند به‌کارگیری صحیح این فناوری‌ها به ارتقای آموزش و اطلاعات در مورد بهداشت عمومی کمک می‌کند و فناوری‌های صنعت ۴.۰ می‌توانند ایده‌ها و راه‌حل‌های نوآورانه‌ای را برای مبارزه با فوریت‌های پزشکی محلی و جهانی ارائه دهند.

کلیپر^{۱۱} (۲۰۲۰) بر اساس تحقیقی که بر روی پذیرش و رشد ابزارهای فناوری در سلامتی از راه دور، هوش مصنوعی و رباتیک در حوزه سلامت و مراقبت‌های بهداشتی در طی نود روز اول همه‌گیری کووید-۱۹ در ایالات متحده انجام داده، معتقد است که پذیرش فناوری در این حوزه، در حال حاضر از هر زمان دیگری سریع‌تر اتفاق می‌افتد. وی بیان می‌کند که در اثر این همه‌گیری، درک فناوری و فهم اینکه چگونه این فناوری‌ها می‌تواند برای مراقبت از بیمار و کاهش خطرات بیماری و افزایش ایمنی در برابر بیماری مفید باشد، افزایش یافته است و پذیرش فناوری در حوزه مراقبت‌های بهداشتی بسیار تسهیل شده است.

نتایج تحقیق دیگری که روی تأثیر همه‌گیری کووید-۱۹ بر پذیرش پزشکی از راه دور (تلمدیسین^{۱۲}) انجام شده، نشان می‌دهد پزشکی از راه دور یکی از اصلی‌ترین فناوری‌هایی است که سرعت پذیرش و به‌کارگیری آن به دلیل شرایط همه‌گیری افزایش یافته است. در حال حاضر یک سوم از بیماران در هند و چین در حال انجام مشاوره‌های آنلاین بهداشتی هستند که اتفاقی بی‌سابقه و جدید در حوزه استفاده از فناوری است (سیگن^{۱۳}، ۲۰۲۰).

ریوم و والرو^{۱۴} (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای که بر روی کسب و کارهای مختلف انجام دادند به این نتیجه رسیدند که

15. Young Seniors
16. Middle-old
17. Oldest-old
18. Rinderud
19. He
20. Garfin

10. Industry 4.0
11. Clipper
12. Telemedicine
13. Segan
14. Riom & Valero



خصوصی اشاره کرد (هی و همکاران، ۲۰۲۱؛ لُجوی^{۲۶}، ۲۰۲۰؛ یوسی‌ال‌جی^{۲۷}، ۲۰۲۰؛ آنکتاد^{۲۸}، ۲۰۲۰).

مرور مطالعات پیشین نشان می‌دهد که کووید-۱۹، بر روی پذیرش فناوری، تولید و اشاعه آن، تأثیرات محسوسی داشته است. اما در هیچ‌یک از آن‌ها، با لنز کل زنجیره ارزش فناوری، به موضوع توجه نشده، علاوه بر این، در عمده این مطالعات، به تأثیر کاربرد یک یا چند فناوری محدود بر روی یک گروه سنی (مثلاً سالمندان)، در زمان همه‌گیری کووید-۱۹ پرداخته شده و یا صرفاً یک یا چند وجه خاص از این تأثیرگذاری (به طور مثال، وجه روانی و اجتماعی، روابط بین‌المللی، چارچوب کاری و...) مورد بررسی قرار گرفته است. ضمناً تا زمان تدوین این مقاله، پژوهشی با این موضوع محوری، در بافتار ایران انجام نشده است.

با توجه به اینکه میزان این تأثیرات در بافت‌های اجتماعی و جغرافیایی مختلف، متفاوت بوده و تمهیدات و سیاست‌های خاص خود را می‌طلبد، در پژوهش پیش رو، با رویکرد کل زنجیره ارزش فناوری، و فراترکیبی از وجوه مختلف مورد مطالعه در پژوهش‌های پیشین، سعی شده است ابعاد مختلفی از این اثرگذاری، با بررسی توالی اثرات و با در نظر گرفتن ویژگی‌های کشور، مورد دیده‌بانی قرار بگیرند. همچنین رویکرد توأمان عرضه و تقاضا، مشخصه دیگری است که این پژوهش را از مطالعات پیشین متمایز می‌کند.

۳- روش پژوهش

این مطالعه، یک پژوهش کاربردی است که با راهبردهای کیفی انجام پذیرفته است. برای درک تأثیرات کووید-۱۹ بر حوزه فناوری، ابتدا پژوهش‌ها و مطالعات ملی و بین‌المللی در زمینه ارتباط کووید-۱۹ با فناوری گردآوری و از طریق تحلیل محتوای کیفی بررسی شد. سپس با استفاده از روش چرخ آینده^{۲۹} پیامدهای کووید-۱۹ در حوزه فناوری مورد تحقیق قرار گرفت.

چرخ آینده یکی از کارآمدترین روش‌های آینده‌پژوهی برای بررسی پیامدهای درجه چندم است. چرخ آینده روشی کیفی و خبره‌پایه است که با تکیه بر آثار و شواهد قبلی و فعلی و مهم‌تر از آن‌ها، تعمیم برخی روندها به آینده، در نظر گرفتن آثار متقاطع نیروهای سازنده آینده و با اندکی چاشنی تخیل در قالب توفان فکری همراه است. این روش به مدیران و تصمیم‌گیران این امکان را می‌دهد تا تصویر و نقشه‌ای

یک ابزار مقابله با بحران کووید-۱۹ معرفی می‌کند. وی نشان می‌دهد استفاده از فناوری در دوران تعطیلی‌ها و فاصله‌گذاری اجتماعی برای تعاملات و ارتباطات آنلاین، با علائم افسردگی و اضطراب رابطه منفی دارد و این نوع فناوری‌ها می‌تواند پیامدهای منفی روانی و اجتماعی ناشی از این بحران را کاهش دهد. بر این اساس، استفاده از خدمات ویدئوکنفرانس و ارتباطات راه دور، می‌تواند برای برنامه‌ریزی اوقاتی خوش با همکاران و دوستان، حفظ جلسات تجاری و ادامه فعالیت‌های آموزشی مفید باشد. این فناوری‌ها زمینه‌ای را برای افراد فراهم می‌کنند تا از این طریق ارتباط مستقیم با اجتماعات قبلی خود از جمله عبادتگاه‌ها، مراکز تناسب اندام یا سایر مراکز اجتماعی برقرار کنند و پیامدهای روانی این بحران را در زندگی خود کاهش دهند. همچنین بسیاری از برنامه‌های تلفن همراه که در ارتباط با سلامتی، تناسب اندام، مراقبه، ورزش، تغذیه و... وجود دارد، می‌تواند با بهبود سلامت کاربران مرتبط باشد.

ریوا و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای درباره فناوری‌های مثبت^{۳۱}، در مورد قابلیت این فناوری‌ها برای تقویت استراتژی‌های بهزیستی روان‌شناختی^{۳۲} در طول بیماری کووید-۱۹ بحث کرده‌اند. آن‌ها از فناوری‌هایی مانند اپلیکیشن‌های کاربردی سلامت و اپلیکیشن‌های تلفن‌های هوشمند، واقعیت مجازی، بازی‌های ویدئویی، بازی-ورزش^{۳۳}، و فناوری‌های اجتماعی نام می‌برند که این امکان را دارند که جنبه‌های مختلف و مهم تجربه شخصی افراد را در طی همه-گیری ارتقا دهند. آن‌ها معتقدند اگرچه تمرکز بر مقابله با پیامدهای مستقیم کووید-۱۹ مهم است، اما فناوری‌های مثبت می‌توانند برای کاهش بار روانی همه‌گیری و کمک به افراد در شکوفایی، حتی در زمان‌های دشوار و پیچیده، بسیار مفید باشند (ریوا و همکاران، ۲۰۲۰).

از دیگر پیامدهای کووید-۱۹ بر حوزه فناوری که در مطالعات مختلف به آن‌ها اشاره شده است می‌توان به افزایش توجه به توسعه فناوری‌های دیجیتال و نوظهور (ابرای و سینگ^{۳۴}، ۲۰۲۱؛ اسکات، ۲۰۲۰؛ تیتزی^{۳۵} و همکاران، ۲۰۲۰)، افزایش همکاری‌های فناورانه بین بخشی و بین‌المللی (برم و همکاران، ۲۰۲۱؛ لی و تریمی، ۲۰۲۱) و تهدید امنیت سایبری و حریم

21. Positive Technology

22. Psychological well-being

23. Exergames

24. Oberoi & Singh

25. Tietze

26. Lovejoy

27. UCLG

28. UNCTAD

29. Futures Wheel



شد. منابع جمع‌آوری شده پس از مرور اولیه با بررسی ارتباط یا عدم ارتباط با موضوع پژوهش پالایش شدند.

در مرحله گردآوری و کدگذاری اولیه داده‌ها، تلاش شد با استفاده از چارچوب نظری فرایند نوآوری (راجرز، ۱۹۸۳؛ سوان و همکاران، ۲۰۰۳) همه مراحل سه‌گانه خلق و توسعه فناوری؛ انتشار و اشاعه فناوری؛ و پذیرش و به‌کارگیری فناوری مورد توجه قرار گیرد تا در مرحله بعد نگاهی جامع به ارتباط کووید-۱۹ و فناوری حاصل شود. در مرحله دوم با کدگذاری برآمده از داده‌ها (رویکرد استقرایی) اطلاعات اولیه به‌عنوان ورودی فرایند طراحی چرخ آینده مورد استفاده قرار گرفتند. برای درک پیامدهای تأثیرگذار کووید-۱۹ بر فناوری، ارتباطات علی آن‌ها در لایه‌های مختلف چرخ آینده، و یافتن راه‌هایی برای مواجهه با این پیامدها در قالب مجموعه‌ای از گزاره‌های سیاستی، نه جلسه گروه کانونی، جمعاً به مدت حدود ۶۰ ساعت، توسط تیم پژوهش برگزار شد. بر اساس مباحثات این جلسات، نسخه اولیه چرخ آینده ترسیم شد.

جدول ۱. مشخصات خبرگان مشارکت‌کننده در پژوهش

کد	رشته تحصیلی / حوزه تخصص	تحصیلات	شغل
۱	علوم سیاسی و روابط بین‌الملل	دکتری	پژوهشگر
۲	مدیریت فناوری	دانشجوی دکتری	پژوهشگر
۳	محیط‌زیست	دکتری	پژوهشگر
۴	سیاست علم و فناوری	دکتری	پژوهشگر
۵	اقتصاد	دکتری	پژوهشگر
۶	آینده‌پژوهی	دکتری	عضو هیئت‌علمی مرکز پژوهشی
۷	آینده‌پژوهی	دکتری	مدیر آموزش و برنامه‌ریزی سازمان دولتی
۸	مدیریت سلامت	دکتری	عضو هیئت‌علمی دانشگاه
۹	پرستاری	دکتری	عضو هیئت‌علمی دانشگاه
۱۰	مهندسی برق	دکتری	عضو هیئت‌علمی دانشگاه
۱۱	مدیریت منابع انسانی	دکتری	عضو هیئت‌علمی دانشگاه
۱۲	فناوری اطلاعات	دکتری	عضو هیئت‌علمی مرکز پژوهشی
۱۳	مدیریت فناوری	دکتری	عضو هیئت‌علمی دانشگاه
۱۴	مدیریت فناوری	دکتری	عضو هیئت‌علمی و معاون پژوهشی مرکز پژوهشی

یکپارچه و فراگیر از تمامی پیامدهای مرتبط با موضوع در اختیار داشته باشند تا بتوانند آثار متقاطع احتمالی، بازخوردهای مستقیم و غیرمستقیم و ترتیب زمانی پیامدها را تا حد امکان در برنامه‌ریزی و تصمیم‌های خود وارد کنند. این موضوع به جلوگیری از غافلگیری، بالا بردن انعطاف‌پذیری و به دست گرفتن ابتکار عمل توسط سیاست‌گذاران و مدیران کمک می‌کند. مهم‌ترین کارویژه‌های چرخ آینده عبارت‌اند از کشف پیامدها؛ آشکارسازی لایه‌های تغییر؛ سازماندهی و ترکیب؛ آزمایش ایده‌ها قبل از اجرا؛ خلق سناریوهای ساده؛ تولید ایده‌های خلاق؛ و پیش‌بینی پیامدهای پنهان (گلن^{۳۰}، ۲۰۰۹).

برای طراحی چرخ آینده یک موضوع یا رویداد در مرکز قرار می‌گیرد، سپس خطوطی از مرکز به سمت بیرون رسم می‌شود که هر یک به تأثیرات یا پیامدهای اصلی (درجه یک) آن موضوع/رویداد منتهی می‌شود. این پیامدها در واقع پاسخی هستند به این سؤال که «اگر این اتفاق بیفتد، چه چیزی ممکن است بعد از آن روی دهد؟». لایه دوم چرخ آینده به همین شکل رسم می‌شود و پیامدهای همه تأثیرات اولیه (تأثیرات درجه دوم) نمایش داده می‌شود. این کار تا آشکار شدن تصویر معناداری از پیامدهای موضوع/رویداد مورد نظر، دیده شدن تصویری از آینده احتمالی و استخراج الگوهای معنادار ادامه می‌یابد. خبرگان و مشارکت‌کنندگان در پنل‌های طراحی چرخ عمدتاً زمینه‌های دانشی و رویکردهای مختلفی به موضوع مورد بررسی دارند (بنگستون^{۳۱}، ۲۰۱۶). در این پژوهش فرض بر آن است که وضع موجود بدون هیچ رخداد شگفتی‌سازی ادامه پیدا کند. آینده مورد مطالعه این در پژوهش دو تا پنج سال (افق میان‌مدت) است.

برای اجرای این پژوهش، ابتدا اثرات مستقیم و غیرمستقیم کووید-۱۹ بر فناوری در پایگاه‌های اطلاعات علمی جستجو شد. دستورالعمل جستجو، استفاده از عبارت کووید/ کرونا (Covid/Corona) در کنار عبارات علم و فناوری (Science and Technology)؛ فناوری (Technology)؛ و نوآوری فناورانه (Technological Innovation) به صورت مستقل بوده است. جستجو به دو زبان فارسی و انگلیسی در پایگاه‌های گوگل و گوگل اسکالر (برای جستجوی انگلیسی)؛ گوگل و SID (برای جستجوی فارسی)؛ و WHO و Colabovid که دو پایگاه داده تخصصی کووید-۱۹ هستند (برای جستجوی انگلیسی) انجام

30. Glenn

31. Bengston

کد	رشته تحصیلی / حوزه تخصص	تحصیلات	شغل
۱۵	انرژی	دکتری	مدیر مرکز تحقیق و توسعه

سازگاری با این وضعیت سوق خواهد داد (اسکات، ۲۰۲۰). به منظور بهبود روند شناسایی، کنترل و درمان کووید-۱۹ از ابزارهای فناورانه و سامانه‌های مبتنی بر تعاملات اجتماعی استفاده می‌شود (قاسمی زاده تمر، ۱۳۹۹). یکی از این فناوری‌های پیشرو در حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا)، فناوری زنجیره بلوکی (بلاکچین) است. چین با استفاده از این فناوری یک سیستم غربالگری برخط ایجاد کرده که سوابق سلامت را به‌طور ایمن مدیریت می‌کند. یک نمونه دیگر، استفاده از دستبند‌های یک‌بار مصرف برای اجرای برنامه‌های قرنطینه گردشگران خارجی در هنگ‌کنگ است.

یکی دیگر از راه‌حل‌های فناورانه، به‌کارگیری ابزارهای هوش مصنوعی برای تسریع تولید دارو و واکسن، شناسایی و تشخیص ویروس و پیش‌بینی تطور آن، شناسایی زنجیره‌های انتقال ویروس، تشخیص سریع موارد کووید-۱۹، پاسخگویی به بحران سلامت از طریق اطلاعات و یادگیری شخصی‌شده، نظارت بر بهبودی (ریکاوری)، توسعه ابزارهای هشدار سریع، نظارت بر تأثیرات اقتصادی گسترده‌تر بیماری و مقابله با اطلاعات نادرست است (آی‌سی‌دی^{۳۳}، ۲۰۲۰). تولید واکسن که امری زمان‌بر بوده است، در این دوران، تولید مبتنی بر فناوری‌های کلاسیک را پشت سر نهاده و با بهره‌گیری از هوش مصنوعی در کوتاه‌مدت، فعالیت‌های انسانی صورت‌گرفته برای کشف واکسن کووید-۱۹ را شتاب می‌بخشد (نیکلا و همکاران، ۲۰۲۰).

افزایش تمایل شرکت‌ها به توسعه فناوری‌های مرتبط با کووید-۱۹

یک نظرسنجی از متخصصان تحقیق و توسعه و تصمیم‌گیرندگان در ۲۴۷ شرکت دارای اختراع ثبت‌شده نشان داد که پس از بحران کووید-۱۹، نزدیک به یک‌چهارم (۲۳ درصد) شرکت‌ها نوآوری‌های خود را در بازارهایی مانند خدمات اینترنتی، ارتباطات، بهداشت و خدمات درمانی/بیمارستانی بازاستفاده کرده‌اند؛ حتی اگر این بازارها، صنعت اصلی آن‌ها نیست (کانسرجا و وایت^{۳۴}، ۲۰۲۰).

افزایش توجه به نوآوری باز و همکاری‌های فناورانه

کووید-۱۹ موجب شکل‌گیری برخی همکاری‌های علمی-فناورانه ارزشمند در سطح بین‌المللی شده که سهم بسزایی در مقابله با بحران داشته است (آی‌سی‌دی، ۲۰۲۱). یک نمونه از این همکاری‌ها، پروژه مشترک ایران و کوبا برای تولید واکسن است. در ایالات متحده، برنامه مشارکت عمومی-خصوصی

سپس با توجه به خبره‌محور بودن روش چرخ آینده و لزوم تطبیق یافته‌ها با شرایط ایران، به‌منظور تأیید روایی و تکمیل یا اصلاح احتمالی چرخ آینده، نظرات پانزده نفر از خبرگان در حوزه‌های مرتبط با پیامدهای کشف‌شده در نسخه اول چرخ اخذ شد. انتخاب خبرگان به روش هدفمند انجام شده و مشخصات آنان در جدول (۱) ارائه شده است.

گردآوری نظرات خبرگان با استفاده از تکنیک دلفی و با ابزار مصاحبه انجام شده است. جلسات مصاحبه به‌صورت مجزا برگزار شد. در این جلسات تیم پژوهش چرخ آینده را در قالب تصویر به خبرگان ارائه نموده و پس از بیان توضیحات لازم و رفع ابهام‌ها در مورد آن، نظرات خبرگان را در مورد پیامدهای مندرج در چرخ و ارتباطات آن‌ها دریافت کرده است. میانگین زمان مصاحبه‌ها در دور اول دلفی دو ساعت و در دور دوم یک ساعت بوده است. نظرات در دور دوم دلفی تقریباً به اجماع رسیدند و تعارض جدی در نظرات خبرگان مشاهده نشد. پس از شکل‌گیری اجماع، نسخه نهایی چرخ آینده ترسیم شد.

۴- یافته‌های پژوهش

کووید-۱۹ تأثیرات مختلفی بر خلق و توسعه، انتشار و اشاعه، و به‌کارگیری و استفاده از فناوری داشته است. به‌علاوه، بحران کووید-۱۹ کنشگران مختلف نظام‌های نوآوری و ارتباطات آن‌ها را تحت تأثیر قرار داده است. همان‌گونه که در بخش روش‌شناسی بیان شد، اثرات مستقیم و غیرمستقیم این همه‌گیری بر فناوری، با مطالعه منابع علمی و گزارش‌های داخلی و خارجی مرور و تحلیل شده‌اند. این بخش به بیان تأثیرات کووید-۱۹ بر حوزه فناوری می‌پردازد.

۴-۱- نیاز به راه‌حل‌های سریع، کارا و اثربخش برای پاسخ به پیامدهای مختلف بحران کرونا

استفاده از ابزارهای فناورانه، اصلی‌ترین راهکار مقابله با کووید-۱۹ قلمداد می‌شود (ون‌هوک و لیسیتی^{۳۲}، ۲۰۲۰). توجه به راه‌حل‌های فناورانه پیامدهایی را به دنبال خواهد داشت که در ادامه تشریح می‌شوند.

استفاده از فاوا و فناوری‌های نوظهور برای مقابله با بحران کووید-۱۹

تلاش برای رفع نیاز بشر در شرایط جدید حاکم بر جهان، بالاجبار انسان را به سمت توسعه فناوری‌های جدید برای

33. OECD

34. Kanesarajah & White

32. van Hoek & Lacity



همچنین رباتیک که خود پیوند میان فناوری‌های حوزه مکانیک، الکترونیک و رایانه بوده است، در این دوران با قرار گرفتن در کنار فناوری‌های حوزه پزشکی به ابزاری قدرتمند برای مقابله با کرونا تبدیل شده است (طهوری، ۱۳۹۹).

مداخله دولت در قالب حمایت از توسعه فناوری‌های مرتبط با کووید-۱۹

ورود نهادهای حاکمیتی به حوزه فناوری در دوران همه‌گیری کرونا امری لازم و ضروری است (استراسونی و هونگبونون، ۲۰۲۰). بنیاد علمی ایرلند، اینترپرایز ایرلند^{۳۵} و سازمان توسعه صنعتی ایرلند برای حمایت از ارائه راه‌حل‌های نوآورانه که می‌تواند تأثیر سریع و قابل اثبات بر بحران کووید ۱۹ داشته باشد، برنامه «پاسخ سریع تأمین مالی تحقیقات و نوآوری کووید ۱۹» را آغاز کرده‌اند. شرکت در این فراخوان، فارغ از رشته و نوع پروژه، برای همه سازمان‌های دولتی و خصوصی آزاد است. سازمان نوآوری، وزارت بهداشت و وزارت عدالت اجتماعی رژیم صهیونیستی فراخوان مشترکی برای دریافت پیشنهادیه‌های شرکت‌های فناور در مورد توسعه، آزمایش و پیاده‌سازی سامانه‌ها، محصولات یا راه‌حل‌های فناورانه مبارزه با کووید-۱۹ اعلام کرده‌اند (آی‌سی‌دی، ۲۰۲۰b).

در ایران، حمایت‌های دولتی برای دستیابی به راهکارهای مقابله با کووید-۱۹ از یک سو شامل حمایت‌های مالی و حمایت از شرکت‌های فعال در عرصه پیشگیری و درمان بوده است. برای نمونه، صندوق نوآوری و شکوفایی به‌عنوان نهاد تأمین مالی شرکت‌های دانش‌بنیان و فناور حمایت‌های ویژه‌ای برای دستیابی به فناوری و تولید محصولات مرتبط با کنترل کووید-۱۹ در نظر گرفته است. از سوی دیگر، برخی اقدامات غیرمالی نیز با هدف تسهیل فعالیت‌های مرتبط با دستیابی به راهکارهای فناورانه مبارزه با کرونا اجرا شده است که می‌توان به فراخوان دریافت ایده‌های فناورانه بین‌المللی برای پیشگیری، درمان و کنترل بیماری اشاره کرد (برادران قهفرخی، ۱۳۹۹).

مداخله دولت در قالب اجرای مستقیم پروژه‌های فناورانه
علاوه بر حمایت دولت از توسعه فناوری در بخش‌های عمومی و خصوصی، برخی دولت‌ها اقدام به مداخله مستقیم برای اجرای برخی پروژه‌های فناورانه اولویت‌دار می‌کنند. برزیل شبکه‌ای از چند وزارتخانه و سازمان‌های تأمین مالی ایجاد

«تسریع مداخلات درمانی و واکسن‌های کووید-۱۹» در صد ایجاد یک استراتژی پژوهشی هماهنگ برای اولویت‌گذاری و توسعه سریع درمان‌ها و واکسن‌ها است. این برنامه با مشارکت آژانس پزشکی اروپا، سازمان‌های بشردوستانه و شرکت‌های زیست‌دارویی انجام می‌شود (آی‌سی‌دی، ۲۰۲۰b).

در بسیاری از نهادهای حاکمیتی و شرکت‌های بزرگ و با سابقه در دنیای کسب‌وکار، استفاده از ابزارهای نوظهور و فناوری‌محور از اولویت برخوردار نبوده است. سرعت بالای همه‌گیری بحران کرونا، فرصت پرداختن به حوزه فناوری‌های نوظهور را از این مشاغل و نهادها سلب کرده است؛ زیرا بحران کرونا نیازمند یافتن پاسخ سریع برای مشکلات است ولی توسعه فناوری‌های جدید به صرف زمان نیاز دارد. از این رو، نوآوری باز و برون‌سپاری فعالیت‌های فناورانه راه‌حلی مناسب برای چنین کنشگرانی خواهد بود (استراسونی و هونگبونون^{۳۵}، ۲۰۲۰). گزارش‌های بین‌المللی نیز نشان‌دهنده افزایش مشارکت در برنامه‌های نوآوری باز مرتبط با کووید-۱۹ است (پوناو و پلین-ستورا^{۳۶}، ۲۰۲۰). در پژوهش مهاجرانی و همکاران (۱۳۹۹) آماده‌سازی منابع انسانی، سازمان و بسترهای خلق ایده به‌عنوان عوامل سازمانی پیاده‌سازی نوآوری باز در دانشگاه‌ها معرفی شده‌اند.

بر اساس اطلاعات موجود، یکی از کنشگران مهم در همکاری‌های فناورانه برای پاسخگویی به نیازهای فوری ناشی از چالش کووید-۱۹ شرکت‌های استارت‌آپ دانشگاهی بوده‌اند. زن تک^{۳۷}، یک شرکت زیست‌فناوری زایشی از دانشگاه لیژ، یک کیت آزمایش آنتی‌بادی به نام کوئیک‌زن^{۳۸} تولید کرد و در اختیار متخصصان مراقبت‌های بهداشتی قرار داد. همچنین ادپت‌وک^{۳۹} که یک شرکت سرمایه‌گذاری مشترک بین دانشگاه و صنعت در دانمارک است، بر تولید واکسن کووید-۱۹ متمرکز شده است (آی‌سی‌دی، ۲۰۲۱).

افزایش همکاری‌های فناورانه میان رشته‌ای

ایجاد پیوند میان رشته‌های گوناگون فناورانه، فرصتی است که در زمان بحران کووید-۱۹ ایجاد شده است. برای مثال، زیست‌شناسی مهندسی که یک فناوری جدید و ابزاری برای دستیابی به تاب‌آوری سلامت است، فراتر از مرزهای سنتی حوزه‌های دانشی قرار می‌گیرد و از مهندسی، زیست‌شناسی، علوم داده و علوم فیزیکی منبث می‌شود (آی‌سی‌دی، ۲۰۲۱).

35. Strusani & Hounghonon
36. Paunov & Planes-Satorra
37. Zentech
38. QuickZen
39. AdaptVac

۴۰. Enterprise Ireland: سازمانی دولتی است که مسئول توسعه و رشد شرکت‌های ایرلندی در بازارهای جهانی است. این سازمان با شرکت‌های ایرلندی همکاری می‌کند تا به آن‌ها در شروع، رشد، نوآوری و صادرات کمک کند.

تمایل به افزایش سرمایه‌گذاری در توسعه فاوا و فناوری‌های نوظهور

حدود یک‌سوم شرکت‌های پاسخ‌دهنده به یک پیمایش در انگلستان گفته‌اند پس از همه‌گیری کووید-۱۹ در قابلیت‌های جدید دیجیتالی سرمایه‌گذاری کرده‌اند (ریوم و والر، ۲۰۲۰). سرمایه‌گذاری در فناوری‌اطلاعات تا پیش از شروع بحران کرونا، بسته به بخش صنعت، بین دو تا پنج درصد گردش مالی بخش بوده است. با توجه به شیوه‌های جدید کسب‌وکار ناشی از بحران کووید-۱۹، شاهد افزایش سرمایه‌گذاری معادل نیم تا یک درصد گردش مالی در زمینه تقویت زیرساخت‌ها و امنیت فناوری‌اطلاعات، ابزارهای همکاری و بهبود فرایندهای کسب‌وکار برای عملیات مداوم هستیم (ماجمدار^{۴۴}، ۲۰۲۰).

تا پیش از فراگیری بحران کووید-۱۹ وقتی از سرمایه‌گذاران یا مدیران شرکت‌ها سؤال می‌شد که چرا سازمان‌هایشان تغییرات مبتنی بر فناوری را در سازمان خود اعمال نکرده‌اند، بیش از نیمی از آن‌ها اذعان می‌کردند که توسعه زیرساخت‌های فناورانه از اولویت‌های اصلی کسب‌وکار نبوده است. به عبارت دیگر، پاسخ‌دهندگان در هر دو نوع فعالیت کسب‌وکار با کسب‌وکار (B2B) و کسب‌وکار با مشتری (B2C) اغلب عدم اولویت‌بندی را به‌عنوان مانعی برای پرداختن به حوزه فناوری مطرح نموده‌اند و هزینه کردن در حوزه فناوری را به‌عنوان یک فعالیت کم اولویت مطرح می‌کردند. مطالعات نشان می‌دهد همراه با شتاب چندساله فناوری دیجیتال، کووید-۱۹ باعث ایجاد تغییراتی در ذهنیت‌های اجرایی در مورد نقش فناوری در کسب‌وکار شده است. در نظرسنجی سال ۲۰۱۷، تقریباً نیمی از مدیران، صرفه‌جویی در هزینه را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اولویت‌های استراتژی‌های دیجیتالی خود ارزیابی کرده‌اند؛ اما در حال حاضر، تنها ۱۰ درصد به فناوری به همان شیوه نگاه می‌کنند. در واقع، بیش از نیمی از آن‌ها می‌گویند که برای مزیت رقابتی در فناوری سرمایه‌گذاری می‌کنند یا کل کسب‌وکار خود را حول فناوری‌های دیجیتال متمرکز می‌کنند؛ به عبارت دیگر، بحران کرونا باعث شده است تا مخارج توسعه و کاربرد فناوری‌های نوین از رویکردی صرفاً هزینه‌محور به سمت دستیابی به مزیت‌های رقابتی، تلاش برای متمرکز کردن کل کسب‌وکار در بستر دیجیتال و ارتقای ظرفیت‌های کسب‌وکار تغییر پیدا کند (لابرج^{۴۵} و همکاران، ۲۰۲۰).

کرده است تا فعالیت‌های پژوهشی و نوآوری مربوط به کووید-۱۹ را یکپارچه کند، اولویت‌های پژوهشی مربوطه را تعریف نماید و فناوری‌های مورد نیاز برای مواجهه با ویروس را توسعه دهد (آی‌سی‌دی، ۲۰۲۰b). در کره جنوبی دولت «برنامه پژوهشی واکنش اضطراری برای ایمنی مردم» را راه‌اندازی کرده است که از چهار پروژه فوری تحقیق و توسعه برای پاسخ به همه‌گیری پشتیبانی می‌کند: (۱) کیت‌های آزمایش سریع کووید-۱۹، (۲) استفاده از هوش مصنوعی برای بررسی استفاده از داروهای قدیمی برای درمان کووید-۱۹، (۳) مطالعه ویژگی‌های ویروس برای ارزیابی ریسک، و (۴) جمع‌آوری و ارائه اطلاعات اپیدمیولوژیک (ام‌اس‌آی تی^{۴۱}، ۲۰۲۱). البته باید مراقب بود مداخلات دولت در زمینه توسعه فناوری (چه به شکل حمایت و چه ورود مستقیم) موجب شکل‌گیری رانت و برهم خوردن فضای رقابت نشود.

مداخله دولت در قالب اصلاح فرایندهای توسعه و تجاری‌سازی فناوری

دفتر پتنت و علائم تجاری ایالات متحده^{۴۲} یک برنامه آزمایشی را برای تسریع بررسی درخواست‌های نهادهای کوچک و خرد برای ثبت اختراعات مربوط به کووید-۱۹، بدون دریافت هزینه‌های اضافی، آغاز کرده است (آی‌سی‌دی، ۲۰۲۱).

نمایش کارآمدی فاوا و فناوری‌های نوظهور

نقشی که توسط فناوری‌های دیجیتال، تحلیل کلان‌داده^{۴۳} و هوش مصنوعی در طول بحران کووید-۱۹ در اقتصاد و جامعه ایفا می‌شود، یک نقطه محوری مهم است. تغییرات در سازماندهی کار (با افزایش تعاملات مجازی و دورکاری)؛ گسترش سریع خدمات دیجیتال (مانند ابزارهای دیجیتال بهداشت و آموزش)؛ و استفاده بیشتر از فناوری‌های مذکور توسط صنعت و دولت، این فناوری‌ها را در معرض آزمون قرار داده است (آی‌سی‌دی، ۲۰۲۱). تجزیه و تحلیل مبتنی بر یادگیری ماشین و هوش مصنوعی می‌تواند به تشخیص خودکار ناهنجاری‌های ایجادشده در فعالیت‌ها - حتی در نبود کارکنان - کمک کند. به عبارت دیگر، استفاده از اطلاعات و داده‌های جمع‌آوری‌شده از فعالیت شرکت‌هایی که در دوران کرونا مجبور به قبول دورکاری شده‌اند، می‌تواند با استفاده از ابزارهای فناورانه و نوظهوری چون علم داده و یادگیری ماشین، در بلندمدت آسیب‌های حاصل از نبود یا کاهش حضور انسان را کاهش دهد (ابرای و سینگ، ۲۰۲۱).

41. MSIT

42. United States Patent and Trademark Office (USPTO)

43. Big data

44. Majumdar

45. LaBerge



کسب و کار، از جمله در دسترس بودن پشتیبانی دولتی برای نوآوری، مساعدتر باشد (آی‌سی‌دی، ۲۰۲۱). بنابراین استفاده از این پنجره فرصت، مستلزم سیاست‌گذاری صحیح و حمایت‌های حساب‌شده دولت در عرصه فناوری و نوآوری است.

شکل‌گیری مطالبات اجتماعی برای ترجیح مسئولیت‌های انسانی-اجتماعی بر منافع اقتصادی فناوری

نیاز به تسریع تحقیقات علمی باز، مجموعه‌ای از مطالبات مدنی را شکل داده است که از صنایع می‌خواهد حقوق مالکیت فکری خود را در زمان همه‌گیری، برای کمک به یافتن درمانی برای این بیماری، ملغی کنند. این مطالبات شامل لغو امتیاز بهره‌برداری (لیسانس)، سیاست‌های دسترسی باز، و انتشار آزاد دستاوردهای دانشمندان بوده است (کنتراس^{۴۸} و همکاران، ۲۰۲۰؛ پیترز، ۲۰۲۰). برای نمونه، بیش از ۱۴۰ سازمان غیردولتی در نامه‌ای سرگشاده از شرکت گیلید^{۴۹} خواستند برای اطمینان از دسترسی سریع و مقرون‌به‌صرفه به داروی رمدسیویر^{۵۰} اقدامات لازم را انجام دهد. در این نامه تصریح شده است که «رویکرد انحصاری، جهان را در مبارزه با بیماری همه‌گیر کووید-۱۹ ناکام خواهد گذاشت». برخی پیامدهای عینی این خواست اجتماعی عبارت‌اند از چشم‌پوشی شرکت دارویی آبوی^{۵۱} از حق انحصاری یکی از داروهای خود برای درمان بیماران مبتلا به ویروس کرونا و لغو حق ثبت اختراع یک نوع ماسک توسط شرکت دِکثلون^{۵۲} (ابی‌یونس و همکاران، ۲۰۲۰).

حذف یا تغییر برخی مشاغل

کووید-۱۹ در حال تغییر نحوه عملکرد کسب و کارها است و به گفته کارشناسان توجه به الزامات فناوری اطلاعات برای ادغام و اکتساب‌ها، تأمین مالی و معاملات استراتژیک اهمیت بیشتری خواهد یافت. به‌علاوه حتی مشاغل سنتی حوزه تولید و خرده‌فروشی نیز باید ابزارهای دیجیتالی خود را هم‌تراز با کسب و کارهای عصر جدید توسعه دهند (ماجومدار، ۲۰۲۰). یکی از پیامدهای استفاده از فناوری‌های نوین در دوره کووید-۱۹ ممکن است ایجاد کسب و کارهایی با حضور محدودتر نیروی انسانی باشد. با ادامه رشد خدمات فضای ابری، مدیریت و ادغام داده‌ها رشد چشم‌گیری خواهد داشت. این رشد در

ایجاد بازارهای جدید و فرصت‌های صادرات برای محصولات فناورانه

تقاضای زیادی برای صنایعی مانند مراقبت‌های بهداشتی، لجستیک و کالاهای اساسی که یا در خط مقدم مبارزه با کووید-۱۹ هستند یا در نتیجه قرنطینه به آن‌ها نیاز است، ایجاد می‌شود. انتظار می‌رود آن دسته از شرکت‌های فناوری که راه‌حلی برای این صنایع ارائه می‌دهند یا تمرکز بیشتری بر این صنایع دارند، از این تقاضا منتفع شوند (شیفر^{۴۶} و همکاران، ۲۰۲۰). رشد جهشی فناوری‌های مرتبط با کووید-۱۹ باعث فراهم آمدن فرصت‌های صادراتی یا فروش داخلی برای شرکت‌های فناورانه شده است. بسیاری از شرکت‌ها پتانسیل رقابت در عرصه بین‌المللی را دارند و در زمینه تولید محصولات فناورانه مانند ماسک‌های نانو، دستگاه‌های ضد عفونی‌کننده و کیت‌های تشخیص موفق به صادرات شده‌اند (طه‌وری، ۱۳۹۹). با ایجاد بازارهای جدید و فرصت‌های صادرات برای محصولات فناورانه، امکان سرمایه‌گذاری مجدد عوائد حاصل از فروش این محصولات در بخش تحقیق و توسعه فراهم خواهد شد.

شکل‌گیری پنجره‌های فرصت همپایی برای کشورهای در حال توسعه

پنجره‌های فرصت رویدادهایی برون‌زا هستند که شرکت‌ها/کشورهای دیرآیند برای همپایی^{۴۷} با کشورهای پیشرو باید به آن‌ها پاسخ دهند. مطالعات نشان می‌دهد مهم‌ترین تسهیل‌کننده فرآیند همپایی، باز شدن پنجره‌های فرصت از طریق رویدادهایی مانند پیشرفت فناورانه، تغییر در تقاضا و ساختار بازار، بحران‌های مالی یا تغییرات نهادی و سیاستی است (رحمانی و صفدری‌رنجبر، ۱۳۹۹). از یک سو، فرصت‌های مرتبط با انقلاب تولید بعدی (که از طریق تلاقی طیف وسیعی از فناوری‌ها مانند هوش مصنوعی، نسل پنجم مخابرات، مواد جدید، چاپ سه‌بعدی، فناوری نانو و زیست‌فناوری صنعتی اتفاق می‌افتد) زمینه را برای حمایت و مقررات‌گذاری در حوزه نوآوری کسب و کارها فراهم کرده است تا این حوزه به پیش‌رانی برای دستیابی به استقلال فناورانه مولد تبدیل شود. از سوی دیگر، تفاوت در پاسخ‌های بودجه‌ای دولت‌ها به حمایت مالی از تحقیق و توسعه و نوآوری در جهان ممکن است باعث تغییر وضعیت فعلی جهانی شود و اختلاف کشورهای را در قابلیت‌های نوآوری مشاغل برجسته سازد. شرکت‌ها تمایل دارند فعالیت‌های نوآوری را به مکان‌هایی منتقل کنند که فضای

48. Contreras
49. Gilead
50. Remdesivir
51. AbbVie
52. Decathlon

46. Schaefer
47. Catch-up



کسب و کارها، می‌تواند باعث شود برخی از تیم‌های فناوری اطلاعات و/یا کاربران روش‌های موجود امنیت اطلاعات را دور بزنند (لوجوی، ۲۰۲۰). حوزه امنیت سایبری و حریم دیجیتال به پیشرفت بیشتری نیاز دارند زیرا افزایش ناگهانی نیاز به توسعه فناوری پس از کووید-۱۹ باعث شده است توجه به این حوزه‌ها از اولویت‌های اصلی فناوران خارج شود. همه‌گیری، الگوی دنیای دیجیتال را تغییر داده و بیش از هر زمان دیگری وابسته به فناوری کرده است. با فروکش کردن شوک این همه‌گیری، باید پرداختن به موضوع ارتقای امنیت در فناوری‌های نوظهور مورد توجه قرار گیرد (فوربز تکنالوجی کانسل^{۵۴}، ۲۰۲۰).

۴-۲- اتخاذ سیاست فاصله‌گذاری اجتماعی و تعطیلی

با توجه به اینکه اجتماعات و تجمع مردم، خطر ابتلا به بیماری را افزایش می‌دهد، از ابتدای شیوع این ویروس سیاست فاصله‌گذاری اجتماعی اتخاذ شده و بخصوص در شرایط جهش، قرنطینه و محدودیت‌های سفر و بستن مرزها از جمله اقدامات صورت گرفته در کشورها برای مهار کووید-۱۹ بوده است (لوآزا و پنینگز، ۲۰۲۰).

افزایش سرعت پذیرش و به‌کارگیری فناوری‌های

نوظهور و فاوا

مطالعات نشان می‌دهد یکی از پیامدهای فرعی کووید-۱۹، افزایش سریع پذیرش فناوری در جوامع گوناگون است. بسیاری از افرادی که تا پیش از این دسترسی به فناوری‌های جدید نداشته‌اند یا تمایلی به استفاده از ابزارهای فناورانه از خود نشان نمی‌دادند، در دوران کرونا به این ابزارها دسترسی پیدا کرده‌اند یا مجبور به پذیرش این واقعیت جدید در زندگی خود شده‌اند. تغییر سریع به سمت تعامل با مشتریان و مخاطبان از طریق کانال‌های دیجیتال و رونق کسب و کارهای مبتنی بر اینترنت یا قبول آموزش از راه دور، نمونه‌هایی از این پذیرش در بین جوامع مختلف بوده است. این مطالعات همچنین نشان می‌دهند که نرخ توسعه و تعامل با فناوری دیجیتال سال‌ها جلوتر از زمانی است که در نظرسنجی‌های قبلی پیش‌بینی شده بود. نتایج حاکی از آن است که نرخ توسعه محصولات و خدمات مبتنی بر فناوری دیجیتال به‌طور متوسط هفت سال بهبود یافته است (لایبرج و همکاران، ۲۰۲۰). آمارها نشان می‌دهد پس از همه‌گیری کووید-۱۹ ترافیک اینترنتی روزانه بیش از ۴۰ درصد زیاد شده و استفاده از پلتفرم‌های همکاری مبتنی بر فضای ابری (کلود) افزایش

زمینه استفاده از قابلیت‌های یادگیری ماشین و موتورهای مبتنی بر هوش مصنوعی در زمینه مدیریت کیفیت داده‌ها، مدیریت فراداده، مدیریت داده‌های اصلی، یکپارچه‌سازی داده‌ها، پیکربندی خودکار و تنظیم خودکار سامانه‌های مدیریت پایگاه داده نیز مشاهده خواهد شد. بنابراین، می‌توان گفت توسعه و به‌کارگیری فناوری‌های نوظهور باعث می‌شود بسیاری از فعالیت‌هایی که قبلاً به نیروی انسانی وابسته بوده است، در آینده به‌صورت خودکار انجام شود. این کاهش حضور انسان در فرایندهای اجرایی، می‌تواند فرصت تمرکز بر فعالیت‌های بارزتری مانند تحقیق و توسعه فراهم آورد (ابری و سینگ، ۲۰۲۱). با این وجود، میزان تأثیر سرعت خودکارسازی بر معیشت کارگرانی که شغل خود را از دست خواهند داد، هنوز نامشخص است. طبق تحقیقات دانشگاه بریتیش کلمبیا در سه رکود اقتصادی طی سی سال گذشته، ۸۸ درصد از دست دادن مشاغل مرتبط با به‌کارگیری ابزارهای خودکار بوده است (کلز^{۵۳}، ۲۰۲۰).

به هر حال، مشاغل جدیدی که برای پاسخگویی به نیازهای این همه‌گیری ایجاد می‌شوند، همبستگی بالایی با فناوری‌های جدید دارند و ممکن است لازم باشد بیش از نیمی از کارگران بیکار شده از گروه شاغلان با دستمزد پایین به مشاغل جدیدی منتقل شوند که به واسطه فناوری‌های جدید ایجاد شده‌اند و دستمزدهای بالاتر خواهند داشت. البته آنان برای کار در این موقعیت‌ها به مهارت‌های جدید نیاز پیدا خواهند کرد (لاند و همکاران، ۲۰۲۱).

بروز پیامدهای ناشناخته فناوری

با وجود کاربری‌ها و مزایای متعددی که می‌توان برای فناوری‌های دیجیتال و نوظهور نام برد، طبق گزارش مجمع جهانی اقتصاد، دوازده فناوری نوظهور خود به‌عنوان ریسک‌های آینده جهان قلمداد شده‌اند. این فناوری‌ها عبارت‌اند از: چاپگرهای سه‌بعدی؛ مواد پیشرفته و نانومواد؛ هوش مصنوعی و رباتیک؛ زیست‌فناوری؛ تولید، ذخیره‌سازی و انتقال انرژی؛ فناوری زنجیره بلوکی؛ ژئومهندسی؛ اینترنت اشیاء؛ فناوری‌های عصبی؛ فناوری‌های نوین محاسباتی؛ واقعیت‌های مجازی و واقعیت افزوده؛ و فناوری‌های فضایی (گری، ۲۰۱۷).

شکل‌گیری نگرانی‌هایی در مورد حفظ حریم شخصی

کاربران

در حالی که تیم‌های فناوری اطلاعات در تلاشند تا زیرساخت کار از راه دور را فعال کنند، فشار حجم بالای درخواست‌های



جایگزینی خدمات حضوری با خدمات الکترونیک (از راه دور)

آموزش الکترونیکی، آموزش آنلاین و دولت الکترونیک می‌تواند حضور افراد در جامعه برای بهره‌مندی از این خدمات را کاهش داده و این نیازها را در بستر وب برطرف کند. همچنین با محدودیت‌های موجود در حوزه تعاملات اجتماعی، بخش تجارت الکترونیکی دارای فرصت رشد بی‌بدیلی است و پرداخت دیجیتال بسیار سریع‌تر از گزینه‌های پرداخت فیزیکی در حال توسعه زیرساخت‌های فناورانه خود است (ابرای و سینگ، ۲۰۲۱). همچنین تغییرات ناشی از دورکاری، موجب تغییر در سبک کار و زندگی افراد و جوامع خواهد شد. از پیامدهای مستقیم این رویداد، توسعه مشاغل حوزه فاوا و افزایش درآمدها و رشد شرکت‌های این حوزه است. در واقع کووید-۱۹ موجب ایجاد یک جهش بی‌نظیر در پلتفرم‌ها، کسب‌وکارها و راه‌حل‌های نوآورانه دیجیتال شده است (آی‌سی‌دی، ۲۰۲۰). به‌عنوان مثال، شرکت هوواوی^{۵۷}، پس از چالش‌های ارتباطی ناشی از کرونا، خدمات فناوری خود شامل هوش مصنوعی، ویدئو کنفرانس و پوشش شبکه بی‌سیم را در سراسر آسیا و اقیانوسیه به‌سرعت ارتقاء داده است (ابرای و سینگ، ۲۰۲۱).

ارتقای سواد دیجیتال در جامعه

شیوع کرونا و تحولات و شرایطی که بر زندگی انسان‌ها تحمیل نموده، فرصتی را ایجاد کرده تا شهروندان با مهارت‌های نوین و نوپا از جمله سواد دیجیتال و تولید محتوا در فضای مجازی بیشتر آشنا شوند و به یادگیری آن‌ها احساس نیاز پیدا کنند. با توجه به محدودیت‌ها و نگرانی‌های ناشی از کووید-۱۹، بسیاری از کشورها گزینه‌های جدید برای گسترش دسترسی به ابزارها و منابع دیجیتال برای پشتیبانی از کار، آموزش و انتقال اطلاعات را در دستور کار قرار داده‌اند. آموزش و مهارت سواد دیجیتال برای تسهیل این انتقال و سرمایه‌گذاری طولانی‌مدت سرمایه انسانی بسیار مهم است. پیامدهای کووید-۱۹ باعث شده گروه‌های کمتر برخوردار، با دسترسی ایمن و مسئولانه به اینترنت و سایر فناوری‌های دیجیتال، برای دریافت، به‌اشتراک‌گذاری و تولید محتوا آماده شوند. از این رو، دسترسی عادلانه به مهارت‌ها و آموزش‌های سواد دیجیتال، به ویژه برای جمعیت حاشیه‌نشین، زنان، افراد دارای معلولیت و سایر افراد کم‌توان در اقتصادهای در حال ظهور مورد توجه قرار گرفته است. به‌طور کلی، ایجاد اثرگذاری‌های طولانی‌مدت در زیست‌بوم‌های سواد دیجیتال

یافته است (کاداهی و گوتام^{۵۵}، ۲۰۲۰). یک پیمایش میان ۳۷۵ کسب‌وکار در انگلستان نیز نشان داد که از ابتدای تابستان تا ابتدای پاییز ۲۰۲۰ بیش از ۶۰ درصد شرکت‌ها، فناوری‌ها و شیوه‌های مدیریت جدید دیجیتال را اتخاذ کرده‌اند (ریوم و والرو، ۲۰۲۰). همچنین طبق گزارش اداره آمار کانادا، تقریباً دو پنجم (۳۸٫۱ درصد) کسب‌وکارهای کانادایی استفاده داخلی از ارتباطات مجازی را افزایش داده‌اند (آی‌سی‌دی، ۲۰۲۱).

در مورد فناوری نوین پزشکی از راه دور نیز آمارهای قابل توجهی ارائه شده است. در سال ۲۰۱۹ در ایالات متحده، تنها ۱۲ درصد از مصرف‌کنندگان از این فناوری به‌عنوان یک گزینه آگاه بوده‌اند؛ اما در نظرسنجی انجام‌شده پس از کووید-۱۹، حدود ۶۰ درصد از پاسخ‌دهندگان معتقدند که مشاوره‌های آنلاین بهداشتی محبوبیت بیشتری نسبت به مراجعه به پزشک دارند. مطالعات دیگر نشان می‌دهد یک‌سوم از بیماران در هند و چین در حال انجام مشاوره‌های آنلاین بهداشتی هستند که اتفاقی بی‌سابقه و جدید در حوزه استفاده از فناوری است (سینگ، ۲۰۲۰).

افزایش نوآوری در حوزه فناوری‌های نوظهور و فاوا

استفاده از فاوا و فناوری‌های نوظهور برای مقابله با بحران کووید-۱۹، موجب افزایش نوآوری در این حوزه‌ها نیز شده است. بر اساس یک نظرسنجی، ۵۲ درصد از متخصصان تحقیق و توسعه و تصمیم‌گیران در ۲۴۷ شرکت دارای اختراع ثبت‌شده، سرعت دیجیتالی‌شدن پس از کووید-۱۹ را مهم‌ترین تغییر در فعالیت‌های نوآوری خود دانسته‌اند (کانسرجا و وایت، ۲۰۲۰). در صورت تشدید استفاده از فناوری دیجیتال، فشار تقاضا برای ابزارهای دیجیتالی بهبودیافته افزایش می‌یابد که باعث ایجاد امواج جدیدی از نوآوری فناورانه خواهد شد (آی‌سی‌دی، ۲۰۲۱). مرکز ژئوتک شورای آتلانتیک^{۵۶} برای بررسی تأثیر کووید-۱۹ بر آینده فضای کار و چهار حوزه فناورانه - شامل داده‌ها و هوش مصنوعی، زنجیره‌های تأمین، پزشکی و مهندسی زیستی، و فناوری فضایی - پیمایشی با حضور بیش از صد نفر از کارشناسان فناوری انجام داده است. اغلب پاسخ‌دهندگان معتقدند کووید-۱۹ در بازه زمانی دو تا پنج سال آینده موجب شکل‌گیری نوآوری‌های تأثیرگذار و چشم‌گیر در سه حوزه فناورانه اول خواهد شد (اسکات، ۲۰۲۰).



درصد افزایش)، زیرا شرکت‌ها سعی در حل سریع چالش‌های مربوط به کووید-۱۹ داشته‌اند (بارم^{۵۹} و همکاران، ۲۰۲۰).

کاهش هزینه کرد تحقیق و توسعه بخش خصوصی در حوزه‌های غیر مرتبط با کووید-۱۹

رکود اقتصادی ناشی از کووید-۱۹ بر هزینه کرد تحقیق و توسعه، نوآوری و تجاری‌سازی (که محور اصلی فعالیت‌های کسب و کارهای فناور است) تأثیر گذاشته (بورتی، ۲۰۲۰) و نیز باعث کسری مالی این گونه شرکت‌ها شده است (راپر و ترنر^{۶۰}، ۲۰۲۰). با توجه به اینکه بخش‌های مختلف اقتصادی مانند بخش مهمان‌پذیری و هتلداری، خرده‌فروشی، انرژی و... با کاهش قابل توجهی در تقاضا و رکود مواجه شده‌اند، شرکت‌های فناوری که اتکای زیادی به این بخش‌ها دارند ممکن است در معرض مشکلات اقتصادی قابل توجهی قرار گیرند (شیفر و همکاران، ۲۰۲۰). کاهش سرمایه‌گذاری کسب و کارها و سرمایه‌گذاران می‌تواند تولیدات علمی و تبدیل دستاوردهای علمی و فناورانه به محصولات و خدمات تجاری را بیش از پیش تضعیف کند (آی‌سی‌دی، ۲۰۲۰a).

احتمال کاهش حمایت دولت از تحقیق و توسعه و نوآوری

در حوزه‌های غیر مرتبط با کووید-۱۹

افزایش بدهی‌ها و کاهش بودجه دولت برای پژوهش و نوآوری‌های غیر کووید-۱۹ می‌تواند موجب کاهش بودجه تحقیق و توسعه و نوآوری شود (آی‌سی‌دی، ۲۰۲۰a). البته همان‌گونه که گفته شد، پاسخ تحقیق و توسعه و نوآوری بخش کسب و کار به کووید-۱۹ بسیار ناهمگن بوده است. در حالی که برای برخی این بحران فرصتی برای گسترش فعالیت‌های فناورانه است، در بسیاری صنایع توانمندی‌های نوآوری تحت فشار قابل توجهی هستند. سیاست‌های حمایت از فناوری و نوآوری باید بتواند تلاش‌های بخش خصوصی در زمینه نوآوری را به جایی که بیشتر به آن‌ها نیاز است، هدایت کند؛ به‌ویژه در مواردی که سیگنال‌های بازار کافی نیست و هماهنگی دشوارتر است (آی‌سی‌دی، ۲۰۲۱).

افول و کاهش رشد استارت‌آپ‌های فناور

به دلیل مشکلات اقتصادی ناشی از کووید-۱۹ که بر کسب و کارهای فناور نیز اثرگذار است، شاهد افول و کاهش رشد استارت‌آپ‌های فناور به دلیل مشکلات اقتصادی خواهیم بود. عدم اطمینان اقتصادی ناشی از بحران کووید-۱۹، موجب افت قابل توجه تقاضا از سوی مشتریان استارت‌آپ‌ها شده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها در فرانسه تأیید می‌کند که ایجاد

جهانی، ملی و محلی یکی از اثرات این همه‌گیری است (یواس‌آید^{۵۸}، ۲۰۲۰).

افزایش تعادل در توسعه زیرساخت‌های فاوا و کاهش شکاف دیجیتالی

مطابق برنامه پنج‌ساله ششم توسعه کشور، تا پایان سال ۱۴۰۰ باید زیرساخت‌های خدمات الکترونیکی در مناطق محروم و روستایی فراهم شود، به‌گونه‌ای که ارائه حداقل چهار خدمت الکترونیکی اصلی دولت (سلامت، آموزش، کشاورزی و بانکی) در ۸۰ درصد روستاهای بالای بیست خانوار امکان‌پذیر گردد (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۶). اکنون مواجهه با همه‌گیری کووید-۱۹ اهمیت و ضرورت این مسئله را بیشتر کرده است. چراکه دسترسی به اینترنت اصلی‌ترین ابزار ارتباطی این دوران و بستر بسیاری از تعاملات اجتماعی سابق همچون آموزش است. این موضوع موجب می‌شود نفوذ دسترسی به فناوری اطلاعات و ارتباطات در نقاط دور از مرکز نیز به سرعت جلو رود.

محدودیت دسترسی به تجهیزات و مواد اولیه برای توسعه فناوری

سیاست تعطیلی، منجر به بسته شدن امکانات آزمایشگاهی شد. این موضوع بر توانایی بسیاری از شرکت‌ها در پیشبرد مطابق با برنامه‌ی فعالیت‌های تحقیق و توسعه و تجاری‌سازی تأثیر مستقیم داشت (آی‌سی‌دی، ۲۰۲۱). در ایران، معضلات عمده‌ای که تولیدکنندگان تجهیزات پزشکی و آزمایشگاهی با آن مواجه‌اند تأمین مواد اولیه، اجزاء، قطعات و ماشین‌آلات خطوط تولید است که بخشی از آن ناشی از سیاست‌های متغیر ارزی و رسوب کالا در گمرکات است.

۴-۳- رکود و مشکلات اقتصادی ناشی از کووید-۱۹

همه‌گیری کووید-۱۹ از ابتدای پیدایش، بار مالی زیادی را بر کشورها تحمیل کرده است و بسیاری از مشاغل و کسب و کارها از جمله کسب و کارهای فناور را دچار مشکلات اقتصادی کرده است. میزان اثر کووید-۱۹ بر اقتصادهای مختلف یکسان نبوده و طبعاً اقتصادهای تک‌بعدی و کشورهایی که با مسائلی مانند تحریم هم روبرو بوده‌اند، تأثیر بیشتری از این بحران خواهند پذیرفت. تأثیر همه‌گیری بر حوزه‌های مختلف فعالیت اقتصادی نیز یکسان نبوده است، اما در مجموع تمرکز بر نوآوری به‌عنوان یک اولویت اصلی کسب و کار در اکثر صنایع کاهش یافته است (به جز بخش‌های دارویی و پزشکی با ۳۰

59. Bar Am
60. Roper & Turner

58. USAID



جدی برای محیط زیست تبدیل شود. کاهش بازیافت، آلودگی آبها و انتشار ضایعات از اثرات این همه گیری است. پس از دوره همه گیری نیز کشورها اقتصادهای خود را رونق می دهند و انتشار گازهای گلخانه ای دوباره افزایش خواهد یافت (خیاطی و وحیدی، ۱۳۹۹).

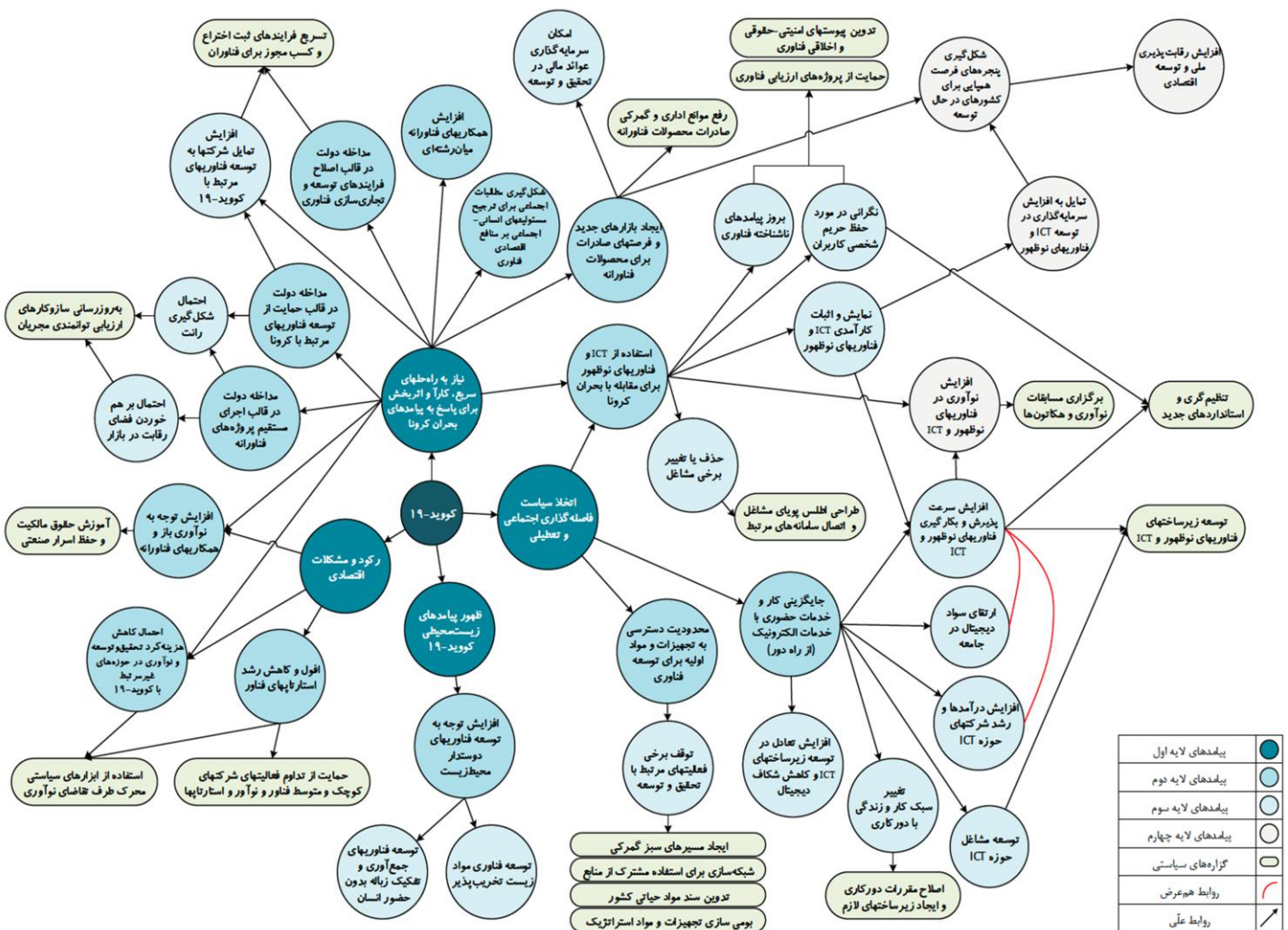
پس از همه گیری کووید-۱۹ توسعه فناوری های تفکیک زباله بدون حضور انسان مورد توجه قرار گرفته است. برخی شهرها به دلیل نگرانی از سلامتی کارگران، خدمات بازیافت را متوقف کردند و شهرهایی که هنوز جمع آوری زباله خودکار را در دستور کار قرار نداده بودند، اکنون انگیزه بیشتری برای این کار دارند. همچنین برخی گزارش ها نشان می دهد سفارش برای ساخت ربات هایی که از هوش مصنوعی برای غربال کردن مواد بازیافتی استفاده می کنند، افزایش یافته است (کُلز، ۲۰۲۰). همچنین، پیش بینی می شود توسعه فناوری های زیست تخریب پذیر مورد توجه بیشتری قرار گیرد.

شرکت های فناوری در مارس ۲۰۲۰ حدود ۲۵ درصد کاهش یافته که نتیجه ای تقریباً مشابه با آمارهای ایالات متحده در سال اول همه گیری است (کالونو و همکاران، ۲۰۲۰).

در نیمه اول سال ۲۰۲۰، بودجه تخصیص یافته برای شرکت های نوپای فناوری در ایالات متحده کاهش یافت و منبع اصلی نوآوری در فاوا را برای شرکت های بزرگ این حوزه با تهدید مواجه کرد. همچنین بسیاری از بنیان گذاران و مدیران استارت آپی می گویند این همه گیری باعث می شود سرمایه گذاران از پذیرش خطر در شرکت های نوپا و فناوری های نوظهور پرهیز کنند و در عوض پول نقد را به مشاغل کم خطر و مطمئن هدایت کنند. همین امر موجب افول یا کاهش رشد این گونه استارت آپ ها شده است (لوتن، ۲۰۲۰).

۴-۴- ظهور پیامدهای زیست محیطی کووید-۱۹

کووید-۱۹ نه تنها تهدیدی برای سلامت عمومی است، بلکه در صورت عدم اقدام سریع و مسئولانه ممکن است به تهدیدی



شکل ۱. چرخ آینده تأثیر کووید-۱۹ بر فناوری

شرکت‌های بزرگ در صناعی مانند خودروسازی، هوافضا و دفاعی و همچنین پژوهش بورتی (۲۰۲۰) در مورد رکود فعالیت کسب و کارهای فناوری علی‌الخصوص هزینه‌کرد این کسب و کارها در تحقیق و توسعه، نوآوری و تجاری‌سازی همخوانی دارد. این نگرانی زمانی تشدید می‌شود که اثر مشکلات اقتصادی بر بنگاه‌های کوچک نوآور و استارت‌آپ‌های فناوری هم در نظر گرفته شود. با توجه به روندهای موجود و در راستای پژوهش‌های لوتن (۲۰۲۰) و کالوینو و همکاران (۲۰۲۰) پیش‌بینی می‌شود این دسته از شرکت‌ها در آینده با افول و کاهش رشد مواجه شوند. داده‌های کنونی نشان‌دهنده کاهش بودجه بخش تحقیق و توسعه شرکت‌ها به دلیل مشکلات مالی و اولویت یافتن هزینه‌های سایر بخش‌ها (مانند تأمین جریان نقدی و سرمایه در گردش شرکت) است. از این رو، عدم حمایت دولت از کسب و کارهای نوآور و فناوری می‌تواند به کاهش سرعت نوآوری در کشور منجر شود. نیاز به راهکارهای سریع فناورانه برای پیشگیری و درمان بیماری و حل سایر مشکلات ناشی از همه‌گیری، موجب مداخله دولت در حوزه فناوری شده است. این مداخلات در حوزه فناوری‌های مرتبط با کووید-۱۹ لاقلاً سه شکل دارد: اجرای مستقیم پروژه‌های فناورانه توسط دولت؛ حمایت از توسعه فناوری توسط سایر کنشگران نظام ملی نوآوری؛ و اصلاح فرایندهای توسعه و تجاری‌سازی فناوری. حمایت‌های دولت از تحقیق و توسعه به شرکت‌های خصوصی کمک می‌کند با سرعت بیشتری از مشکلات عمومی ناشی از کووید-۱۹ در اقتصاد کشور عبور کنند و بتوانند از فرصت‌های موجود در بازار برای ارتقای تحقیق و توسعه و تجاری‌سازی دستاوردهای فناورانه خود استفاده نمایند. برادران قهفرخی (۱۳۹۹) نمونه‌هایی از سیاست‌های اجرا شده در ایران را برای مداخلات نوع دوم و سوم ذکر می‌نماید.

البته حمایت‌های دولتی و فراتر از آن ورود مستقیم دولت به برخی پروژه‌های فناورانه، ممکن است آفاتی مانند ایجاد رانت یا برهم خوردن فضای رقابت را در پی داشته باشد که نیازمند به‌کارگیری سازوکارهای شفافیت، ارزیابی بی‌طرفانه توانمندی مجریان و زمان‌بندی مشخص برای پایان دادن به مداخلات دولتی است.

شکل (۱) نسخه نهایی چرخ آینده تأثیر کووید-۱۹ بر فناوری را که حاصل تحلیل محتوای مطالعات مرور شده، بحث‌های انجام‌شده در گروه کانونی، و مصاحبه با خبرگان است نمایش می‌دهد. این شکل، زنجیره اثر کووید-۱۹ بر فناوری را در قالب پیامدهای علی و ارتباطات آن‌ها با یکدیگر در افق زمانی میان‌مدت نشان می‌دهد. بدیهی است با دور شدن از مرکز چرخ، زمان احتمالی وقوع رویدادها نیز افزایش می‌یابد.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

پیامدهای مستقیم اثرگذار بر فناوری پس از همه‌گیری کووید-۱۹ را می‌توان در چهار گروه اصلی دسته‌بندی کرد: (۱) رکود و مشکلات اقتصادی؛ (۲) نیاز به راه‌حل‌های سریع، کارا و اثربخش برای مقابله با بحران؛ (۳) اتخاذ سیاست‌های فاصله‌گذاری و تعطیلی در کشورهای مختلف؛ و (۴) ظهور اثرات زیست‌محیطی کووید-۱۹.

دو پیامد نخست موجب توجه بیشتر به راهبردهای بیرون‌نگر اتخاذ فناوری با رویکرد نوآوری باز و همچنین افزایش همکاری‌های فناورانه در حوزه‌های مرتبط با کووید-۱۹ شده است. این همکاری‌ها می‌تواند به تسهیم هزینه‌های تحقیق و توسعه و افزایش سرعت توسعه فناوری کمک کند و از طریق استفاده از توانمندی‌های مکمل طرف مقابل به هم‌افزایی در توسعه فناوری نیز منجر شود. در افق زمانی بلندتر، در حوزه‌های مرتبط با کووید-۱۹، فرصت‌های جدید بازار برای کسب و کارهای فناورانه (مانند ماسک‌های نانو، دستگاه‌های ونتیلاتور و...) می‌تواند از طریق سرمایه‌گذاری مجدد عوائد مالی در بخش تحقیق و توسعه، به رشد نوآوری و توسعه فناوری‌های جدید کمک کند. کشورهای در حال توسعه می‌توانند این تحولات عرصه بازار و فناوری را به‌عنوان پنجره‌های فرصت همپایی در نظر بگیرند و با بهره‌برداری از آن‌ها سرعت توسعه اقتصادی و توان رقابت‌پذیری ملی خود را افزایش دهند.

در سوی دیگر، این نگرانی وجود دارد که افزایش توجه و بودجه در حوزه فناوری‌های مرتبط با کووید-۱۹، باعث کاهش هزینه‌کرد تحقیق و توسعه و نزول نوآوری در سایر حوزه‌ها شود. این نکته با نتایج ارائه‌شده توسط آی‌سی‌دی (۲۰۲۳) در مورد کاهش هزینه‌کرد تحقیق و توسعه



تغییر پارادایم در برخی صنایع و کسب‌وکارها، توسعه برخی حوزه‌های جدید کسب‌وکار، و افزایش سرعت پذیرش فناوری‌هایی که در ابتدای چرخه عمر خود هستند، می‌تواند فرصتی برای جهش کشورهای در حال توسعه و کاهش شکاف فناورانه میان آن‌ها با کشورهای پیشرو باشد. با این حال، این کشورها نباید از تهدیدات ناشی از گسترش اتوماسیون و از بین رفتن برخی مشاغل سنتی غافل باشند.

سیاست تعطیلی و قطع ارتباطات ناشی از همه‌گیری، دسترسی به برخی تجهیزات و مواد اولیه مورد نیاز برای تحقیق و توسعه را محدود کرده است. این موضوع موجب توقف برخی فعالیت‌های فناورانه شده است. رفع این محدودیت‌ها باید در اولویت‌های تصمیم‌گیری نظام علم، فناوری و نوآوری کشور قرار گیرد.

بیماری کووید-۱۹، موجب ظهور پیامدهای منفی زیست‌محیطی نیز شده است. مسئله دفع زباله‌های بیمارستانی و ضایعات ماسک‌ها و دستکش‌های مورد استفاده در جامعه، توجه سیاست‌گذاران فناوری را به سمت توسعه فناوری‌های دوستدار محیط‌زیست جلب می‌کند. دو نمونه از مهم‌ترین این فناوری‌ها عبارت‌اند از فناوری‌های جمع‌آوری و تفکیک زباله بدون حضور انسان و فناوری مواد زیست‌تخریب‌پذیر.

با توجه به پیامدهای شناسایی شده برای پدیده کووید-۱۹ در حوزه فناوری، به سیاست‌گذاران علم، فناوری و نوآوری کشور پیشنهاد می‌شود تصمیمات و اقدامات زیر را در دستور کار خود قرار دهند:

- حمایت از توسعه فناوری‌های مرتبط با بحران کووید-۱۹ لازم است دولت از توسعه فناوری‌های مرتبط با بحران کووید ۱۹ شامل فناوری‌های تولید دارو و واکسن، تجهیزات پزشکی، فناوری اطلاعات و ارتباطات و فناوری‌های نوظهور مؤثر در رفع یا کاهش پیامدهای کووید-۱۹ (مانند هوش مصنوعی، بلاکچین، رباتیک و...) حمایت نماید. کما اینکه نیکلا و همکاران (۲۰۲۰) به حمایت از تولید واکسن با بهره‌گیری از هوش مصنوعی در کوتاه‌مدت اشاره کرده‌اند. این حمایت‌ها باید با حفظ چارچوب‌های رقابتی و گزینش کنشگران شایسته انجام شود تا منجر به رانت و فساد نشود.

به دلیل چندوجهی بودن بحران کووید-۱۹ همکاری‌های میان‌رشته‌ای افزایش پیدا کرده است که می‌تواند موجب هم‌افزایی تلاش‌های فناورانه در حوزه‌های دانشی مختلف شود. در حوزه اجتماعی، برخی گروه‌ها و جوامع با ترویج گفت‌وگوهای بشردوستانه از مراکز پژوهشی و شرکت‌ها دعوت می‌کنند به مسئولیت‌های اجتماعی خود عمل نمایند و با صرف نظر از حقوق مالکیت فکری اختراعات یا کاهش قیمت برخی محصولات فناورانه در حوزه درمان، به پایان یافتن هرچه سریع‌تر این همه‌گیری کمک کنند.

نیاز به پاسخ سریع به بحران کرونا در کنار نیازهای ایجادشده در اثر فاصله‌گذاری اجتماعی و تعطیلی‌ها، استفاده از فناوری‌های نوظهور و فاوا را افزایش داده است. دو مورد از اصلی‌ترین حوزه‌های کاربرد این فناوری‌ها پیشگیری و درمان کووید-۱۹ و کار و خدمات از راه دور است. نیازهای موجود در کنار مشاهده کارآمدی این فناوری‌ها در عمل، سرعت پذیرش و به‌کارگیری آن‌ها را افزایش داده است. این موضوع از یک سو موجب ارتقای سواد دیجیتال، کاهش شکاف دیجیتال، گسترش قلمرو دسترسی به فناوری، افزایش درآمد شرکت‌های حوزه فاوا و افزایش سطح نوآوری در فناوری‌های نوظهور و فاوا می‌شود و از سوی دیگر تغییراتی در ساختار و نوع مشاغل، فرهنگ کار و سبک زندگی ایجاد خواهد کرد. به‌علاوه، کاربرد این فناوری‌ها باعث شکل‌گیری تأملات (و نگرانی‌هایی) درباره حفظ حریم شخصی کاربران و بروز پیامدهای ناشناخته و/یا ناخواسته این فناوری‌ها شده است. همچنین افزایش استفاده کودکان از این فناوری‌ها ممکن است -در کنار پیامدهای مثبت- برخی پیامدهای منفی فرهنگی-بهداشتی را به دنبال داشته باشد. از سوی دیگر چنان‌که پوناو و پلین-ستورا (۲۰۲۰) نیز اشاره کرده‌اند، ابزارهای ارتباط مجازی و کنفرانس، اشکال جدیدی از همکاری تحقیقاتی، تبادل دانش و ارائه آموزش را در طول همه‌گیری ممکن ساخته است. به عبارت دیگر ابزارهای ارتباطی و آموزش مجازی، دسترسی به آموزش را برای مخاطبان تسهیل کرده و می‌تواند با تجمیع تخصص در بین مؤسسات و توانمند ساختن افراد برای شرکت به ارتقای عملکرد و بهبود فرایندها بیانجامد.

فناوری‌های نوظهور و مخاطرات آن‌ها و تدوین پیوست‌های امنیتی، حقوقی و اخلاقی برای این فناوری‌ها الزامی است.

• قاعده‌گذاری و تدوین استانداردهای مورد نیاز برای فناوری‌های نوظهور

یکی از راه‌های حفاظت جامعه در مقابل اثرات ناخواسته یا نامناسب فناوری‌های نوظهور آن است که دولت کارویژه تنظیم‌گری و استانداردگذاری خود را با سرعت و صحت انجام دهد. پس از ارزیابی دقیق فناوری‌ها، لازم است دولت شرایط مطلوب خود برای توسعه و به‌کارگیری این فناوری‌ها را در قالب مقررات یا استانداردهای متناسب به جامعه اعلام کند.

• طراحی اطلس پویای مشاغل

طراحی این اطلس و حمایت از شکل‌گیری و اتصال سامانه‌های مرتبط، یکی از الزامات پاسخگویی به تغییرات مشاغل (در اثر بحران کووید-۱۹ یا سایر تحولات بنیادی) است. این کلان‌نقشه باید بتواند صاحبان مشاغل از دست رفته را با سرعت قابل قبول به شغل‌های جدید مربوط سازد. همچنین برنامه‌های مهارت‌آموزی مورد نیاز نیز باید در نظر گرفته شود.

• ارائه آموزش‌های لازم به شرکت‌های فناور و کارآفرینان نوآور

با توجه به تحولاتی مانند گسترش راهبرد نوآوری باز و همکاری‌های فناورانه، ایجاد فرصت‌های صادراتی، کاربرد فناوری‌های نو در کسب‌وکار و... دولت می‌تواند از ارائه آموزش‌های متناسب با این فضای جدید کسب‌وکار به بنگاه‌های فناور و نوآور حمایت کند. آموزش در زمینه حقوق مالکیت فکری و حفظ اسرار صنعتی، آشنایی با تسهیلات صادرکنندگان دانش‌بنیان، آموزش‌های تخصصی در زمینه تجارت الکترونیک و... نمونه‌هایی از موضوعات آموزشی مورد نیاز هستند. توافقی فر و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهش خود به ضرورت حمایت دولت و ضرورت آموزش برای کارآفرینی دیجیتالی در کسب‌وکارهای کوچک و متوسط اشاره کرده‌اند.

• رفع محدودیت‌های دسترسی به مواد و تجهیزات مورد نیاز برای تحقیق و توسعه

در کوتاه‌مدت استفاده مشترک دستگاه‌های دولتی، مراکز تحقیقاتی و شرکت‌های خصوصی از این‌گونه منابع و

برای ارزیابی بی‌طرفانه توانمندی مجریان می‌توان از ظرفیت انجمن‌های علمی یا اتحادیه‌های صنعتی استفاده کرد.

• حمایت از تداوم فعالیت‌های شرکت‌های کوچک و متوسط فناور و نوآور و استارت‌آپ‌ها

از آنجا که رکود عمومی و مشکلات اقتصادی ناشی از بحران کرونا می‌تواند به افول یا کاهش رشد شرکت‌های کوچک و متوسط فناور و نوآور و استارت‌آپ‌ها منجر شود، لازم است دولت از طریق ابزارهای تأمین جریان مالی شرکت از تداوم فعالیت‌های این‌گونه کسب‌وکارها حمایت کند.

• تأمین بودجه برگزاری مسابقات نوآوری و هکاتون‌ها با هدف تولید محصولات فناورانه مورد نیاز در همه‌گیری کووید-۱۹

به‌منظور یافتن راه‌حل‌های سریع و کم‌هزینه برای پاسخ به بحران کرونا، برگزاری مسابقات نوآوری و توسعه فناوری در حوزه‌های مرتبط با کووید-۱۹ یکی از راهبردهای اثربخش است.

• رفع موانع اداری و گمرکی صادرات محصولات فناورانه برای بهره‌برداری حداکثری از فرصت صادراتی ایجادشده برای شرکت‌های دانش‌بنیان لازم است موانع اداری و گمرکی صادرات محصولات فناورانه مرتبط با کووید-۱۹ رفع شود.

• تسریع فرایندهای ثبت اختراع و کسب مجوز محصولات فناورانه مرتبط با کووید-۱۹

برای پاسخ سریع به بحران کرونا لازم است فرایندهای ثبت اختراع و کسب مجوز توسط افراد یا شرکت‌های فناور که اختراع یا محصول مرتبط با این بیماری ارائه کرده‌اند، تسریع شود.

• استفاده از ابزارهای سیاست نوآوری طرف تقاضا لازم است دولت برای حمایت از کسب‌وکارهای غیر مرتبط با کووید-۱۹ که هزینه‌کرد تحقیق و توسعه آن‌ها در اثر مشکلات اقتصادی ناشی از این همه‌گیری کاهش یافته است، از ابزارهای محرک طرف تقاضای نوآوری (مانند خریدهای دولتی) استفاده نماید.

• آینده‌پژوهی و ارزیابی فناوری برای درک پیامدها و مخاطرات فناوری‌های نوظهور

اجرای پروژه‌های آینده‌پژوهی و ارزیابی (اجتماعی) فناوری برای درک بهتر پیامدهای بلندمدت توسعه و به‌کارگیری



تحلیل داده‌های کمی نیز اثرات همه‌گیری بر فناوری و نوآوری را بررسی نمایند. همچنین با توجه به اینکه کووید-۱۹، آخرین بحران همه‌گیر نخواهد بود، پیشنهاد می‌شود با نگاه آینده‌نگر، فناوری‌هایی که بیشترین اثرات را در راهبری و گذار از این بحران‌ها خواهند داشت، شناسایی شده و چالش‌ها و راهکارهای توسعه و اشاعه آن‌ها مطالعه شود. همان‌طور که در این پژوهش نیز اشاره شد، بحران کووید-۱۹ با وجود اثرات منفی‌ای که در زندگی بشر ایجاد کرد، موجب جهش‌هایی در زمینه پذیرش فناوری شد. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی، این موضوع مورد کنکاش عمیق‌تری قرار گیرد و بر درس‌آموخته‌های آن برای دوران پساکرونا تمرکز شود.

سیاسگزاری

نویسندگان از پژوهشکده مطالعات فناوری برای حمایت از انجام این پژوهش قدردانی می‌کنند.

تجهیزات^۱ و تجمیع مقیاس نیازها برای مدیریت واردات مواد و تجهیزات مورد نیاز پیشنهاد می‌شود. همچنین برخی از این محدودیت‌ها مربوط به گمرک‌های داخلی است که باید با اصلاح برخی مقررات، رویه‌ها و فرایندها و ایجاد مسیرهای سبز (موقت یا دائم) رفع شود. در بلندمدت، برای افزایش تاب‌آوری در مقابل بحران‌های مشابه لازم است تدوین سند مواد حیاتی کشور به سرعت در دستور کار دولت قرار گیرد و برنامه‌ریزی‌ها و اقدامات لازم برای تأمین پیشگیرانه، ذخیره‌سازی و تولید بومی این مواد راهبردی مطابق سند مذکور انجام شود.

با توجه به اینکه این پژوهش در دو سال ابتدایی زمان وقوع بیماری کووید-۱۹ انجام شده است، داده‌ها و اطلاعات کمی دقیقی در این زمینه دسترس نبوده و لذا آینده‌پژوهی انجام‌شده، مبتنی بر داده‌های کیفی است. در این ارتباط، پیشنهاد می‌شود مطالعاتی با رویکرد ترکیبی و با گردآوری و

منابع

۵. طه‌وری، ح. (۱۳۹۹). شناسایی و اولویت بندی نقاط گلوگاهی در فرایندها و زنجیره ارزش فناوری‌های مرتبط با پیشگیری، تشخیص و درمان کووید-۱۹ در ایران. تهران: پژوهشکده مطالعات فناوری.
۶. قاسمی‌زاده تهر، س. (۱۳۹۹). سیاست‌های مشق فناوری در مقابله با کرونا. تهران: مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری.
۷. مجلس شورای اسلامی. (۱۳۹۶). قانون برنامه پنجساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۴۰۰-۱۳۹۶).
۸. مهاجرانی، م.، کریمی، ف.، نادی، م. (۱۳۹۹). شناسایی و بررسی عوامل سازمانی برای پیاده‌سازی نوآوری باز در دانشگاه‌های ایران. فصلنامه نوآوری و ارزش آفرینی، ۱۷(۹)، ۱۴۹-۱۶۲.
9. Abi Younes, G., Ayoubi, C., Ballester, O., Cristelli, G., de Rassenfosse, G., Foray, D., . . . Zhou, L. (2020). COVID-19: Insights from innovation economists. *Science and Public Policy*, 47(5), 733-745. doi:10.1093/scipol/scaa028

۱. برادران قهفرخی، م. (۱۳۹۹). بررسی نقش دولت و اقدامات نهادهای حامی ایده‌های نوآورانه و فناورانه برای غلبه بر ویروس کرونا در ایران. گاهنامه پایش توسعه و آینده‌نگری، ۳، ۳۰-۳۶.
۲. تواضعی فر، ا.، شهیکی‌تاش، م.، کشاورز، س. (۱۴۰۱). ارائه الگوی کارآفرینی دیجیتالی در شرکت‌های کوچک و متوسط استان خراسان جنوبی در دوران کووید-۱۹. فصلنامه نوآوری و ارزش آفرینی، ۲۱(۱۱)، ۴۹-۶۴.
۳. خیاطی، س.، و وحیدی، آ. (۱۳۹۹). بررسی اثرات غیر مستقیم پاندمی کووید-۱۹ بر محیط‌زیست جهانی. ارائه شده در سومین کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و مدیریت توسعه شهری در ایران، تهران.
۴. رحمانی، س.، و صفدری‌رنجبر، م. (۱۳۹۹). درونی سازی پنجره‌های فرصت با هدف همپایی فناورانه مبتنی بر گذار پایدار: توربین‌های بادی در ایران. مدیریت نوآوری، ۹(۴)، ۷-۳۴.

۱. این راه‌حل در بلندمدت نیز می‌تواند ادامه یابد و به صرفه‌جویی در منابع کمک کند.



- <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=a94f63b4-2829-4f62-97f7-43f2aecd12a6>
18. Clipper, B. (2020). The influence of the COVID-19 pandemic on technology: adoption in health care. *Nurse Leader*, 18(5), 500-503.
19. Coles, T. (2020). Will COVID-19 Change Opinions About Automation Adoption? Retrieved from www.itprotoday.com/artificial-intelligence/will-covid-19-change-opinions-about-automation-adoption
20. Contreras, J. L., Peters, D. M., & Jacob, M. (2020). Make the pledge to share your intellectual property in the fight against COVID-19. Retrieved from <https://opencovidpledge.org/>
21. Cudahy, G., & Gautam, R. (2020). How can technology companies create growth opportunities in the post-COVID-19 world? EY.
22. Forbes Technology Council. (2020). 16 Industry Functions The Pandemic Has Shown Need A Tech Upgrade. Retrieved from www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2020/05/13/16-industry-functions-the-pandemic-has-shown-need-a-tech-upgrade/?sh=586a8d9
23. Garfin, D. R. (2020). Technology as a coping tool during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: Implications and recommendations. *Stress and health : journal of the International Society for the Investigation of Stress*, 36(4), 555-559. doi:10.1002/smi.2975
24. Glenn, J. C. (2009). The Futures Wheel. In J. C. Glenn & T. J. Gordon (Eds.), *Futures research methodology - version 3.0: Editorial desconocida*.
25. Golinelli, D., Boetto, E., Carullo, G., Nuzzolese, A. G., Landini, M. P., & Fantini, M. P. (2020). Adoption of digital technologies in health care during the COVID-19 pandemic: systematic review of
10. Alashhab, Z. R., Anbar, M., Singh, M. M., Leau, Y.-B., Al-Sai, Z. A., & Alhayja'a, S. A. (2021). Impact of coronavirus pandemic crisis on technologies and cloud computing applications. *Journal of Electronic Science and Technology*, 19(1), 100059.
11. Bar Am, J., Furstenthal, L., Jorge, F., & Roth, E. (2020). Innovation in a crisis: Why it is more critical than ever. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/innovation-in-a-crisis-why-it-is-more-critical-than-ever>
12. Bengston, D. N. (2016). The Futures Wheel: a method for exploring the implications of social-ecological change. *Society & Natural Resources*, 29(3), 374-379.
13. Boretti, A. (2020). COVID-19 effect on the research-innovation-commercialisation phenomena. *International Journal of Research, Innovation and Commercialisation*, 3(1), 73-82.
14. Brem, A., Viardot, E., & Nylund, P. A. (2021). Implications of the coronavirus (COVID-19) outbreak for innovation: Which technologies will improve our lives? *Technological forecasting and social change*, 163, 120451.
15. Budd, J., Miller, B. S., Manning, E. M., Lampos, V., Zhuang, M., Edelstein, M., . . . Keegan, N. (2020). Digital technologies in the public-health response to COVID-19. *Nature medicine*, 26(8), 1183-1192.
16. Calvino, F., Criscuolo, C., & Verlhac, R. (2020). Start-ups in the time of COVID-19: Facing the challenges, seizing the opportunities. Retrieved from <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/start-ups-in-the-time-of-covid-19-facing-the-challenges-seizing-the-opportunities-87219267/>
17. Caulder, I., Kovarik, R., & Cowan, C. (2020). AI in Focus: BlueDot and the Response to COVID-19. Retrieved from



tipping point—and transformed business forever. McKinsey & Company.

34. Lee, S. M & Trimi, S. (2021). Convergence innovation in the digital age and in the COVID-19 pandemic crisis. *Journal of Business Research*, 123, 14-22 .

35. Loayza, N., & Pennings, S. M. (2020). Macroeconomic policy in the time of COVID-19: A primer for developing countries. *World Bank Research and Policy Briefs* (147291).

36. LoGiudice, S. H., Liebhaber, A., & Schöder, H. (2020). Overcoming the COVID-19 Crisis and Planning for the Future. *Journal of Nuclear Medicine*, 61(8), 1096 .

37. Loten, A. (2020). Tech Startup Funding Declines as Pandemic Drags On. *The Wall Street Journal* (July 23, 2020).

38. Lovejoy, K. (2020). COVID-19: Five steps to defend against opportunistic cyber attackers. Retrieved from https://www.ey.com/en_gl/consulting/covid-19-steps-to-defend-against-opportunistic-cyber-attackers

39. Lund, S., Madgavkar, A., Manyika, J., Smit, S., Ellingrud, K., Meaney, M., & Robinson, O. (2021). The future of work after COVID-19. *McKinsey Global Institute*, 18 .

40. Majumdar, R. (2020). Tech due diligence will be top priority for firms eyeing M&As. Retrieved from <https://www.livemint.com/technology/tech-news/11590522372747.html>

41. MSIT. (2021). The Government to Undertake Emergency Covid-19 Response. Retrieved from <https://english.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mId=4&mPid=2&pageIndex=&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=414&searchOpt=&searchTxt=>

42. Nicola, M., Alsafi, Z., Sohrabi, C., Kerwan, A., Al-Jabir, A., Iosifidis, C., . . . Agha, R. (2020). The socio-economic implications of the coronavirus pandemic

early scientific literature. *Journal of medical Internet research*, 22(11), e22280.

26. Gray, A. (2017). What new technologies carry the biggest risks? Retrieved from <https://www.weforum.org/agenda/2017/01/what-emerging-technologies-have-the-biggest-negative-consequences/>

27. He, W., Zhang, Z. J., & Li, W. (2021). Information technology solutions , challenges, and suggestions for tackling the COVID-19 pandemic. *International journal of information management*, 57, 102287.

28. Intawong, K., Olson, D., & Chariyalertsak, S. (2021). Application technology to fight the COVID-19 pandemic: Lessons learned in Thailand. *Biochemical and biophysical research communications*, 534, 830-836.

29. Javaid, M., Haleem, A., Vaishya, R., Bahl, S., Suman, R., & Vaish, A. (2020). Industry 4.0 technologies and their applications in fighting COVID-19 pandemic. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(4), 419-422.

30. Kanesarajah, V., & White, E. (2020). Chasing change: Innovation and patent activity during COVID-19. A report on the pandemic's impact on the global R&D community and innovation lifecycle. *Clarivate*.

31. Khaleghi, A., Mohammadi, M. R., Jahromi, G. P., & Zarafshan, H. (2020). New Ways to Manage Pandemics: Using Technologies in the Era of COVID-19: A Narrative Review. *Iranian journal of psychiatry*, 15(3), 236 .

32. Kumar, A., Gupta, P. K., & Srivastava, A. (2020). A review of modern technologies for tackling COVID-19 pandemic. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(4), 569-573 .

33. LaBerge, L., O'Toole, C., Schneider, J., & Smaje, K. (2020). How COVID-19 has pushed companies over the technology



- survey on technology adoption. Centre for Economic Performance.
54. Riva, G., Mantovani, F., & Wiederhold, B. K. (2020). Positive technology and COVID-19. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 23(9), 581-587.
55. Rogers, E. (1983). *Diffusion of Innovations* (Third Edition ed.). New York: Free Press.
56. Roper, S., & Turner, J. (2020). R&D and innovation after COVID-19: What can we expect? A review of prior research and data trends after the great financial crisis. *International Small Business Journal*, 38(6), 504-514.
57. Schaefer, A., Nair, S., & MacMurray, D. (2020). Covid-19: Technology sector perspective. EY.
58. Scott, S. (2020). COVID-19's potential impact on global technology and data innovation. Expert survey series. Retrieved from <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/geotech-h-cues/covid-19s-potential-impact-on-global-technology-and-data-innovation/>
59. Segan, S. (2020). Ericsson: Drones , Telemedicine Will Rise in the Post-COVID World. Retrieved from <https://www.entrepreneur.com/article/350518>
60. Strusani, D., & Hounghbonon, G. V. (2020). The Impact of COVID-19 on Disruptive Technology Adoption in Emerging Markets. *International Finance Corporation (IFC)*.
61. Swan, J ,Scarborough, H., & Robertson, M. (2003). Linking knowledge, networking and innovation processes: a conceptual model. In L. Shavinina (Ed.), *The international handbook on innovation* (pp. 680-694): Elsevier.
62. Tietze, F., Vimalnath, P., Aristodemou, L., & Molloy, J. (2020). Crisis-critical intellectual property: Findings from the COVID-19 pandemic. *IEEE Transactions on Engineering Management*.
- (COVID-19): A review. *International journal of surgery*, 78, 185-193.
43. Oberoi, P., & Singh, N. (2021). COVID-19: Consequences and opportunities for the ICT sector. *Fractal*.
44. OECD. (2020a). *Science, technology and innovation in times of Covid-19: What policy responses for the recovery?* Paris : OECD.
45. OECD. (2020b). *Science, technology and innovation: How co-ordination at home can help the global fight against COVID-19*. Paris :OECD.
46. OECD. (2020c). *Using artificial intelligence to help combat COVID-19*. Paris :OECD.
47. OECD. (2021). *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2021: Times of Crisis and Opportunity*. Paris: OECD.
48. OECD. (2023). *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023: Enabling transitions in times of disruption*. Paris: OECD.
49. Pandey, V., Arora, A., Mishra, N., Rajgopal, G., Sundaramoorthy, J., & Eslavath, R. (2021). Do Social Connections and Digital Technologies Act as Social Cure During COVID-19? *Frontiers in psychology*, 12, 866.
50. Paunov, C., & Planes-Satorra, S. (2020). Science, technology and innovation in times of Covid-19 and policy responses. Preliminary overview in June 2020.
51. Peters, D. (2020). Open COVID Pledge: Removing Obstacles to Sharing IP in the Fight Against COVID-19. Retrieved from <https://creativecommons.org/2020/04/07/>
52. Rinderud, P. (2021). Seniors and technology during Covid-19: the latest insights. Retrieved from <https://www.ericsson.com/en/blog/2021/1/seniors-and-technology-during-covid>
53. Riom, C., & Valero, A. (2020). The business response to Covid-19: the CEP-CBI



Development (UNCTAD).

65. USAID. (2020). USAID Digital Strategy. United States Agency for International Development (USAID).

66. van Hoek, R., & Lacity, M. (2020). How the Pandemic Is Pushing Blockchain Forward. Retrieved from <https://hbr.org/2020/04/how-the-pandemic-is-pushing-blockchain-forward>

63. UCLG. (2020). Digital Technologies and the COVID19 pandemic. Live Learning Experience: Beyond the immediate response to the outbreak of COVID-19. United Cities and Local Governments (UCLG).

64. UNCTAD. (2020). The COVID-19 Crisis: Accentuating the Need to Bridge Digital Divides. Geneva, Switzerland : United Nations Conference on Trade and

