Journal of Public Administration
Print ISSN: 2008-5877
Online ISSN: 2423-5342

Presenting an Evidence-Based Policymaking Model to Prevent the Coronavirus Diffusion (Case Study: Tehran)

Amir Mohammad Sharifi
Ph.D. Candidate, Department of Technology Management, School of Management, Economics and Progress Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. E-mail: sharifi_am@pgre.iust.ac.ir

Mahdi Abdolhamid
*Corresponding Author, Assistant Prof., Department of Management and Philosophy of Science and Technology, School of Management, Economics and Progress Engineering Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. E-mail: mahdi_abdolhamid@iust.ac.ir

Sahar Babaei
Ph.D. Candidate, Department of Public Management, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. E-mail: sahar.babaei@atu.ac.ir

Yaser Sobhanifard
Assistant Prof., Department of Management and Business Engineering, School of Management, Economics and Progress Engineering Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. E-mail: sobhanifard@iust.ac.ir

Abstract

Objective: The purpose of this paper is to suggest intervention routes to responsible institutions in order to prevent the diffusion of coronavirus. The covid 19 pandemic is the most effective disease since the beginning of 2020, which in addition to many deaths, has had many economic and social effects. Many researchers are trying to treat and develop a vaccine, but one of the most basic measures is prevention because prevention is the fastest way to reduce mortality and its negative consequences.

Methods: For this purpose, with the maximum use of minimal data in the country and considering the new rules governing the behavior of this virus, the evidence-based policy-making method and Agent-based modeling have been used, which includes four steps of simulator construction, calibration, Validation, and its use to estimate how the disease is evolving.

Results: In order to determine the main factors affecting the prevention, four policy scenarios including general quarantine, non-intervention, passive intervention and

intelligent intervention were examined. In simulating policy scenarios, the factors of movement rate and transmission risk change proportionally. The quarantine in an optimistic state itself includes four categories of scenarios based on different quarantine methods, and finally, the stop and treatment-related scenarios were also examined. The simulation results showed that a 50% reduction in the movement rate would lead to a reduction of more than 80% in the number of patients, and a 10% decrease in the transmission risk index would lead to a 30% reduction in the number of patients.

Conclusion: Finally, two factors of movement rate and transmission risk index were identified as the most important factors in the diffusion of coronavirus. Therefore, it is suggested that the responsible institutions focus on designing intelligent interventions related to the reduction of these two factors in order to reduce the prevalence of corona more quickly.

Keywords: Corona, Simulation, Evidence-based policy, Prevention, Agent-based modeling

Citation: Sharifi, Amir Mohammad; Abdolhamid, Mahdi; Babaei, Sahar and Sobhanifard, Yaser (2021). Presenting an Evidence-Based Policymaking Model to Prevent the Coronavirus Diffusion (Case Study: Tehran). *Journal of Public Administration*, 13(2), 212-232. (*in Persian*)

Journal of Public Administration, 2021, Vol. 13, No.2, pp. 212-232
https://doi.org/10.22059/JIPA.2021.318593.2905
© Amir Mohammad Sharifi, Mahdi Abdolhamid, Sahar Babaei and Yaser Sobhanifard
Published by University of Tehran, Faculty of Management

Article Type: Research Paper
Received: February 16, 2021
Accepted: June 08, 2021

مدیریت دولتی
شاپا چاپی: ۲۰۰۸-۵۸۷۷
شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۵۳۴۲

ارائه مدل خط‌مشی‌گذاری شواهدمحور برای پیشگیری از انتشار کرونا ویروس (نمونه‌کاوی: شهر تهران)

امیرمحمد شریفی
دانشجوی دکتری، گروه مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت، اقتصاد و مهندسی پیشرفت، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.
رایانامه: sharifi_am@pgre.iust.ac.ir

مهدی عبدالحمید
* نویسنده مسئول، استادیار، گروه مدیریت و فلسفه علم و فناوری، دانشکده مدیریت، اقتصاد و مهندسی پیشرفت دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. رایانامه: mahdi_abdolhamid@iust.ac.ir

سحر بابایی
دانشجوی دکتری، گروه مدیریت دولتی، دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. رایانامه: sahar.babaei@atu.ac.ir

یاسر سبحانی فرد
استادیار، گروه مدیریت و مهندسی کسب‌وکار، دانشکده مدیریت، اقتصاد و مهندسی پیشرفت، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.
رایانامه: sobhanifard@iust.ac.ir

چکیده

هدف: هدف این پژوهش، پیشنهاد مداخله خط‌مشی به نهادهای مسئول، به‌منظور پیشگیری از انتشار ویروس کروناست. پاندمی کووید ۱۹ اثرگذارترین بیماری از ابتدای سال ۲۰۲۰ است که علاوه بر مرگ‌ومیر بسیار، اثرهای اقتصادی و اجتماعی زیادی نیز در پی داشته است. پژوهشگران بسیاری برای درمان و تهیه واکسن آن تلاش می‌کنند؛ اما یکی از اقدام‌های اساسی، پیشگیری از آن است؛ زیرا پیشگیری سریع‌ترین راه کاهش مرگ‌ومیر و تبعات منفی آن محسوب می‌شود.

روش: با حداکثر استفاده از داده‌های حداقلی در کشور و در نظرگرفتن قواعد جدید حاکم بر رفتار این ویروس، از رویکرد خط‌مشی‌گذاری شواهدمحور و مدل‌سازی عامل‌مبنا استفاده شده است که چهار مرحله ساخت شبیه‌ساز، کالیبره‌کردن آن، اعتبارسنجی و استفاده از آن برای تخمین چگونگی تکامل بیماری همه‌گیر را شامل می‌شود.

یافته‌ها: به‌منظور تعیین عوامل اصلی مؤثر بر پیشگیری، چهار سناریو سیاستی، شامل قرنطینه عمومی، عدم مداخله، مداخله منفعل و مداخله هوشمند بررسی شد. در شبیه‌سازی سناریوهای سیاستی، عامل‌های میزان حرکت و میزان سرایت، به نسبت تغییر می‌کند. نتایج شبیه‌سازی نشان داد که کاهش ۵۰درصدی میزان حرکت، کاهش بیش از ۸۰ درصد تعداد مبتلایان را در پی خواهد داشت و کاهش ۱۰درصد سرایت در قالب مداخله هوشمند، به کاهش ۳۰ درصدی تعداد مبتلایان منجر خواهد شد.

نتیجه‌گیری: در نهایت، دو عامل میزان حرکت و میزان سرایت، به‌عنوان عوامل مهم انتشار ویروس کرونا شناسایی شد. از این رو، پیشنهاد می‌شود که نهادهای مسئول برای کاهش سریع‌تر میزان شیوع کرونا، بر طراحی مداخله هوشمند مرتبط با کاهش این دو عامل تمرکز کنند.

کلیدواژه‌ها: کرونا، شبیه‌سازی، خط‌مشی‌گذاری شواهدمحور، پیشگیری، مدل‌سازی عامل‌مبنا

استناد: شریفی، امیرمحمد؛ عبدالحمید، مهدی؛ بابایی، سحر و سبحانی فرد، یاسر (۱۴۰۰). ارائه مدل خط‌مشی‌گذاری شواهدمحور برای پیشگیری از انتشار کرونا ویروس (نمونه‌کاوی: شهر تهران). *مدیریت دولتی*، ۱۳(۲)، ۲۱۲- ۲۳۲.

مدیریت دولتی، ۱۴۰۰، دوره ۱۳، شماره ۲، صص. ۲۱۲- ۲۳۲
دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۸، پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۱۸
DOI: https://doi.org/10.22059/JIPA.2021.318593.2905
نوع مقاله: علمی پژوهشی
ناشر: دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران

© امیرمحمد شریفی، مهدی عبدالحمید، سحر بابایی و یاسر سبحانی فرد

مقدمه

ویروس کرونا، نخستین بار، در شهر ووهان، در ایالت هوبی چین، در دسامبر ۲۰۱۹ به ثبت رسید و به‌سرعت بـه سرتاسـر هوبی و ایالت‌های دیگر چین سرایت یافت. این نژاد جدید ویروس کرونا، به خانواده ویروس‌هایی مرتبط است که سندروم حاد و شدید تنفسی (سارس)، سندروم تنفسی خاورمیانـه (مـرس) و همچنـین چهـار کرونـا ویـروس انسـانی مـرتبط بـا سرماخوردگی را باعث می‌شود (لاور و همکاران[1]، ۲۰۲۰). کرونا کووید ۱۹، نوعی بیماری عفونی است که انتقال سـریع و گستردهٔ آن از انسان به انسان تأیید شده (شرین، خان، کاظمی، باشیر و سیدیک[2]، ۲۰۲۰) و به‌علت سرعت زیاد انتشار، به نوعی پاندمی تبدیل شده است (اوحدیان مقدم و افشار[3]، ۲۰۲۰ و اسپینلی و پلینو[4]، ۲۰۲۰). عوامـل مهـم انتشـار ویـروس کرونا کووید ۱۹ دستگاه تنفسی، قطره‌ها و ترشح‌های تنفسی و تماس مستقیم بخش‌هـای آلـوده بـه ویـروس بـا چشـم، داخلی بینی، دهان و گوش است (گوو و همکاران[5]، ۲۰۲۰).

از ابتدای انتشار ویروس کرونا، مقاله‌های پژوهشی بسیاری منتشر شدند. در ابتدا، حجم بیشتر مقاله‌ها، همچون مقاله گوو و همکاران (۲۰۲۰)، بر علل انتشار متمرکز بود؛ اما با گذشت زمان، مقاله‌ها بر کنتـرل و پیشـگیری از انتشـار تمرکـز بیشتری پیدا کردند (ادهیکاری و همکاران[6]، ۲۰۲۰) که دلیل آن، تفاوت سرعت انتقال کرونـا در کشـورهای گونـاگون بـا توجه به اقدام‌های پیشگیرانهٔ هر کشور بود. اواسط فوریه ۲۰۲۰، چین، کره جنوبی، سنگاپور، تایوان و تا حدی ژاپن، موفق شدند گسترش ویروس کرونا را کنترل کنند (فورمن، آتان، اِمسیکی و موسیالوس[7]، ۲۰۲۰) و تقریباً تا اواسـط مـارچ، ایـن بیماری در چین فروکش کرد. از دلایل توقف بیماری در چین می‌توان به قرنطینه و فاصلهٔ فیزیکی بسیار شدید ایجاد شده در اجتماع اشاره کرد که این اقدام‌ها را دربرمی‌گرفت: ایزولاسیون بیماران و ردیـابی و مـدیریت ارتباطـات نزدیـک آنهـا، قرنطینه مناطق بالقوهٔ منبع انتشار ویروس، اعمال محـدودیت‌هـای شـدید ترافیکـی و قرنطینـه در سـطح ایالـت (تعلیـق حمل‌ونقل عمومی، بستن فرودگاه‌ها، ایستگاه‌های قطار)، لغو همهٔ تجمع‌های عمومی و ابزارهای دیگـری کـه بـه منظـور کاهش نرخ سرایت بیماری به وجود آمده بودند (وو و مک گوگان[8]، ۲۰۲۰). پـس از آن، در مطالعـات بعـدی اقـدام‌هـای پیشگیرانه مانند ماسک، شست‌وشوی دست با صابون، جلوگیری از تماس با مردم، شناسایی مبتلایـان، ردیـابی تمـاس و قرنطینه، به‌عنوان روش‌های کاهش انتقال (ادهیکاری و همکاران، ۲۰۲۰ و هـی و همکـاران[9]، ۲۰۲۰) بـرای کـل مـردم جهان به بحث گذاشته شد.

اقدام‌های مطرح‌شده برای پیشگیری که در مقاله‌های متعدی تشریح شده است، تأثیرهای منفی اقتصادی اجتمـاعی زیادی بر کشورها گذاشته است. در واقع، فاصلهٔ فیزیکی در اجتماع، انزوای شخصی و محدودیت‌هـای سـفر، بـه کـاهش

1. Lauer and et al.
2. Shereen, Khan, Kazmi, Bashir & Siddique
3. Ohadian Moghadam & Afshar
4. Spinelli & Pellino
5. Guo and et al.
6. Adhikari and et al.
7. Forman, Atun, McKee & Mossialos
8. Wu & McGoogan
9. He and et al.

نیروی کار در تمام بخش‌های اقتصادی انجامید و باعث از بین رفتن مشاغل زیادی شد. مدارس تعطیل شد و نیاز به کالاها و محصولات تولیدی کاهش یافت و در مقابل، نیاز به تجهیزات پزشکی به‌طور شایان توجهی افزایش پیدا کرد. مواد غذایی نیز به‌دلیل وحشت‌زدگی و ذخیره‌سازی مردم جهان با تقاضای بیشتری روبه‌رو شد (نیکولا و همکاران[1]، ۲۰۲۰). به‌علاوه، تأثیرهای روان‌شناختی منفی زیادی همچون استرس، افسردگی و اضطراب برای مردم جهان به‌وجود آمد (ونگ و همکاران[2]، ۲۰۲۰) که به‌سادگی جبران نخواهد شد. برای کاهش این تأثیرها و پیامدهای نامطلوب تسلسلی آنها، به مداخلات هوشمند، پیشگیرانه و نظام‌مند نیاز است که بتوان هرچه سریع‌تر بر انتشار ویروس غلبه کرد. در همین راستا، محققان در این پژوهش تلاش کرده‌اند که به رویکردهای گوناگون پیشگیری از انتشار، از طریق ارائه مدلی برای شبیه‌سازی شیوع کرونا مطابق با سناریوهای مختلف بپردازند. از این باب، پس از معرفی مدل و سناریوهای گوناگون، در انتها، مبتنی بر نتایج و خروجی‌های مدل، مداخلاتی که می‌تواند هرچه سریع‌تر به کاهش شیوع کرونا کمک کند، پیشنهاد داده خواهد شد.

پیشینه نظری پژوهش

در این قسمت ابتدا به معرفی عوامل و متغیرهای مختلف مرتبط با ویروس کرونا پرداخته می‌شود، سپس پژوهش‌های متعددی که با استفاده از مدل‌سازی سعی در شناسایی رفتار متغیرها داشته باشند، شناسایی و معرفی می‌شوند. در نهایت، تفاوت پژوهش حاضر با پژوهش‌های پیشین و در واقع نوآوری تحقیق، مورد بحث قرار می‌گیرد.

رویکرد خط‌مشی‌گذاری مبتنی بر شواهد تصریح می‌کند که خط‌مشی‌هایی که در حوزه دولت و حکومت وضع می‌شود، باید بر اساس شواهد عینی باشد. خط‌مشی مبتنی بر شواهد، به‌طور معمول همراه با کلمه «عمل»[3] و «عمل بر اساس نظریه»[4] به‌منظور تعریف خط‌مشی مبتنی بر شواهد و عمل و با تأکید بر اهمیت ادغام آرمان‌های سیاسی با پژوهش‌های اجتماعی و فنی به‌کار برده می‌شود. خط‌مشی‌گذاری مبتنی بر شواهد[5] رویکردی تعریف می‌شود که «کمک می‌کند، دربارهٔ خط‌مشی‌ها، برنامه‌ها و پروژه‌ها (با قراردادن بهترین شواهد و مدارک موجود از پژوهش‌ها در قلب توسعه و اجرای خط‌مشی) تصمیم‌های آگاهانه‌ای اتخاذ شود» (دیویس[6]، ۲۰۰۴). این رویکرد می‌تواند مکمل رویکرد خط‌مشی‌گذاری در پرتو نظرها و عقیده‌ها[7] باشد که اغلب این نظرها و عقیده‌ها از دیدگاه‌های آزمون نشده افراد یا گروه‌ها نشئت می‌گیرد یا ممکن است الهام‌گرفته از تعصبت‌ها یا حدس و گمان باشد. حد کمال خط‌مشی‌گذاری مبتنی بر شواهد، روش جامع‌تر و نظام‌مندتری را در نظر دارد و خط‌مشی‌گذاران در راستای دستیابی به فهم «چه چیز برای چه کسی و تحت چه شرایطی، کارآمد خواهد بود[8]» تلاش می‌کنند (دیویس، ناتلی و اسمیس[9]، ۲۰۰۰).

1. Nicola and et al.
2. Wang and et al.
3. Practice
4. Praxis
5. Evidence Based Policy Making
6. Davies
7. Opinion Based Policy
8. What works for whom in what circumstances
9. Davies, Nutley & Smith

البته در راستای پیاده‌سازی حکمرانی و خط‌مشی‌گذاری شواهدمحور، موانعی وجود دارد. برخی معتقدند که دولت‌ها تنها در کلام از به‌کارگیری شواهد فرایند خط‌مشی‌گذاری حمایت می‌کنند (پاسون[1]، ۲۰۰۶). استدلال این گروه این است که فرهنگ گرایش به مخالفت با نخبگان و ضدیت با «دانش عقلایی» هنوز هم ریشه عمیقی در میان خط‌مشی‌گذاران و مجریان سیاسی دارد (ساندرسون[2]، ۲۰۰۲). آنها معتقدند که ملاحظات سیاسی و مالی، همیشه بر نگرانی‌های اجتماعی و خط‌مشی‌گذاری غلبه می‌کند (پاسون، ۲۰۰۶). بنابراین، برخی به این نتیجه می‌رسند که در حالت تعادل، موجه‌تر این خواهد بود که واقعیت در خط‌مشی‌گذاری با عنوان «خط‌مشی‌گذاری آگاه از شواهد»[3] در عوض خط‌مشی‌گذاری مبتنی بر شواهد، توصیف شود.

در رویکرد خط‌مشی‌گذاری مبتنی بر شواهد، سؤال اساسی این است که چگونه می‌توان از شواهد بهترین استفاده را برد یا به عبارت دیگر، چه عواملی بر میزان مفید بودن شواهد تأثیرگذار است. عواملی که استفاده از شواهد را تسهیل می‌کند، عبارت‌اند از (کمپبل، بنیتا، کوتس، دیویس و پن[4]، ۲۰۰۷):

- زمان تجزیه و تحلیل[5]: فرایند خط‌مشی‌گذاری نیازمند واکنش ها و اقدام‌های مستقیم و فوری است و زمان در آن نقش حیاتی دارد. در صورتی که داده‌ها و شواهد لازم در کوتاه‌ترین زمان به‌دست آیند و بازخوردهای لازم در کوتاه‌ترین زمان در دسترس قرار گیرد، شواهد و داده‌ها در توسعهٔ خط‌مشی مفید واقع می‌شوند.
- منابع: منابع در دسترس در حوزه‌های پژوهشی، ظرفیت‌های تحلیلی افراد و مطالعات خط‌مشی، بر تولید و استفاده از شواهد در خط‌مشی‌گذاری تأثیر مهمی می‌گذارد. تعارض اجتناب‌ناپذیر بین تقاضای نامحدود و منابع محدود، اولویت‌بندی و انعطاف را ضروری می‌کند.
- کیفیت شواهد: همواره بین کیفیت و به‌موقع‌بودن، ارتباط دو طرفه برقرار است، کیفیت مطلوب به زمان بیشتری نیاز دارد. ارائه شواهد باکیفیت بر راه‌حل‌های مفید برای حل هر مسئله‌ای اثرگذار است؛ اما باید توجه کرد که شواهدی برای خط‌مشی‌گذار مناسب و باکیفیت است که در جدول زمان‌بندی خط‌مشی قرار گیرد.
- دردسترس‌بودن شواهد ضروری: عدم وجود شواهد مناسب در حوزهٔ حساس خط‌مشی‌گذاری، خسارت‌های جبران‌ناپذیری را برای دولت‌ها به همراه می‌آورد. لازمه مؤثربودن هر خط‌مشی‌ای، میزان در دسترس‌بودن شواهد کافی و مناسب است.
- ارائه و عرضهٔ شواهد: بسیاری از خط‌مشی‌گذاران، برای استخراج داده‌ها و اطلاعات مناسب از آثار انتشاریافته و پژوهش‌های انجام‌شده با سختی‌هایی مواجه هستند. آنها به‌راحتی نمی‌توانند یافته‌ها را به زبان شکل و چارچوب مشخصی درآورند. شواهد بایستی به‌صورت مناسب و در قالب‌های مشخص عرضه شود تا خط‌مشی‌گذاران از آن بهره گیرند.

1. Pawson
2. Sanderson
3. Evidence-informed policy
4. Campbell, Benita, Coates, Davies & Penn
5. Timing of the analysis

رویکرد خط‌مشی‌گذاری مبتنی بر شواهد، برای خط‌مشی‌گذاری هوشمند زمینهٔ لازم را فراهم می‌آورد. در واقع خط‌مشی‌گذاری هوشمند نوعی خط‌مشی‌گذاری است که از هوش مصنوعی و روش‌های شبیه‌سازی و بهینه‌سازی برای تنظیم خط‌مشی‌ها و دوز آنها استفاده می‌کند و در مقایسه با حالتی که خط‌مشی‌ها مبتنی بر قضاوت‌های ذهنی تنظیم می‌شود، رسیدن به سطوح بالاتری از بهینگی خط‌مشی‌ها را امکان‌پذیر می‌کند. استفاده گسترده از داده‌کاوی، هوش مصنوعی و روش‌های بهینه‌سازی سیستم‌های پیچیده، اکنون در اغلب حوزه‌های خط‌مشی‌گذاری به امری متداول تبدیل شده است و کشورهایی که به‌دنبال راه‌یابی به سطح بالاتری از کارآمدی دولت و حکمرانی مؤثر هستند، لاجرم می‌بایست این توانمندی را در خود ایجاد کنند و سریع‌تر وارد چرخهٔ یادگیری در این عرصه شوند. در حال حاضر، نهادهای اقماری، نظیر آزمایشگاه حکمرانی یا آزمایشگاه خط‌مشی در دانشکده‌های حکمرانی، امتداد رویکرد خط‌مشی‌گذاری هوشمند، هستند (عبدالحسین‌زاده و عبدالحمید، ۲۰۲۰).

خط‌مشی‌گذاری مبتنی بر شواهد، در بخش سلامت و پزشکی با عنوان پزشکی مبتنی بر شواهد[1] به‌صورت گسترده‌ای استفاده می‌شود. به بیان دیگر، خاستگاه خط‌مشی‌گذاری مبتنی بر شواهد، پزشکی مبتنی بر شواهد بوده است. امروزه خط‌مشی‌گذاری مبتنی بر شواهد در جهان، به گفتمان‌های بخش دولتی نیز راه یافته است و حتی پژوهشگران اجتماعی که زمانی در استفاده از این رویکرد تردید داشتند، با این روش تعامل گسترده‌ای برقرار کرده‌اند.

یکی از چالش‌هایی که نظام خط‌مشی‌گذاری سلامت، در عصر کنونی با آن مواجه است، بیماری‌های اپیدمی و به‌طور خاص، بیماری کرونا است. ویروس کرونا به‌دلیل سرعت انتقال و پیامدهای نامطلوب آن از جمله مرگ، به دغدغهٔ جهانی تبدیل شده است (بیلاح، میاح و خان[2]، ۲۰۲۰). تا به امروز، شواهد جمع‌آوری شده، بیشترین میزان انتقال را به‌صورت فردبه‌فرد و در بیمارستان و خانواده نشان می‌دهد (هو و همکاران[3]، ۲۰۲۰). همچنین بخش چشمگیری از انتقال ممکن است قبل از بروز علائم در افراد آلوده رخ داده باشد (هی و همکاران، ۲۰۲۰).

برای کاهش انتقال بیماری، محدودکردن انتقال از انسان به انسان، در میان تماس‌های نزدیک و کارکنان مراقبت‌های بهداشتی، در راستای جلوگیری از گسترش بیشتر بیماری، ضروری است (لاور و همکاران، ۲۰۲۰). از این رو، پیشگیری از طریق محدود کردن ارتباطات، مهم‌ترین عامل کاهش شیوع ویروس کرونا مطرح شده است.

هلول[4] قرنطینه را یکی از استراتژی‌های مهم کنترل کووید ۱۹ می‌داند و مطرح می‌کند که اگر کنترل این ویروس با قرنطینه امکان‌پذیر باشد، تلاش‌های بهداشت عمومی باید بر این استراتژی متمرکز شود. با این حال، اگر این کار برای کنترل شیوع کافی نباشد، منابع بیشتری برای مداخلات اضافی لازم است (هلول و همکاران، ۲۰۲۰). البته منظور از قرنطینه، قرنطینه خانگی است؛ چرا که تجربه قرنطینه سفر از ووهان به سایر نقاط (قرنطینه شهری)، با وجودی که در مقیاس بین‌المللی تأثیر چشمگیری داشت، پیشرفت کلی اپیدمی را فقط ۳ تا ۵ روز در سرزمین اصلی چین به تأخیر

1. Evidence-Based Medicine
2. Billah, Miah & Khan
3. Hu and et al.
4. Hellewell

انداخت (چینازی[1] و همکاران، ۲۰۲۰). در ووهان، قرنطینهٔ خانگی نقش اصلی توقف بیماری را بر عهده داشت، از این رو، قرنطینهٔ خانگی از جمله عوامل مهم دیگر برای کاهش شیوع کرونا محسوب می‌شود.

پژوهشگران در این میان، شاخص‌های متعددی را برای بررسی میزان انتقال و چگونگی کنترل بیماری مدنظر قرار می‌دهند. یکی از آنها، شاخص میزان حرکت است که به‌عنوان میزان حرکت یک عامل بر اساس میانگین میزان حرکت یک فرد به‌صورت پیاده یا با وسایل نقلیه عمومی در نظر گرفته شده است (سیلوا و همکاران[2]، ۲۰۲۰). دلیل استفاده از این شاخص آن است که احتمال سرایت در اثر تعامل عوامل از طریق مجاورت یا تماس اتفاق می‌افتد. از این رو، هرچه تحرک فرد بیشتر باشد، احتمال نزدیک‌شدن وی به فرد آلوده و آلوده شدن او بیشتر است (سیلوا و همکاران، ۲۰۲۰ و کوواس[3]، ۲۰۲۰). نتایج مدل‌سازی چینازی و همکارانش (۲۰۲۰) نشان می‌دهد که محدودیت‌های پایدار ۹۰ درصدی سفر به چین و از چین به مکان‌های دیگر، فقط روی مسیر اپیدمی تأثیر می‌گذارد، مگر اینکه با کاهش ۵۰ درصدی یا بیشتر حرکت درون جامعه همراه باشد.

میزان بازتولید پایه‌ای[4] نیز شاخص مهم دیگری است که بسیاری از پژوهشگران آن را مدنظر قرار می‌دهند. این شاخص به‌معنای میانگین تعداد افرادی است که انتظار می‌رود شخص مبتلا، ویروس را به آنها منتقل کند. این شاخص به‌صورت پسینی اندازه‌گیری می‌شود؛ یعنی این نسبت پس از گسترش بیماری و مشاهدهٔ تعداد مبتلایان، با استفاده از روش‌های آماری اندازه‌گیری می‌شود. از آنجا که میزان بازتولید یک شاخص پسینی است، از آن می‌توان برای سنجش عملکرد مدل استفاده کرد. در واقع برای فهم اینکه مدل به‌درستی عمل می‌کند یا خیر، می‌بایست میزان بازتولید در مدل اندازه‌گیری و با داده‌های واقعی سنجیده شود که بر اساس مطالعه بیلاح و همکارانش (۲۰۲۰) این عدد، رقمی میان ۲/۳۹ تا ۳/۴۴ است.

پیشینه تجربی پژوهش

پژوهش‌های زیادی انجام شده که هر یک در سطوح ملی یا منطقه‌ای، از مدل‌های شبیه‌سازی برای پیش‌بینی رفتار ویروس کرونا و کنترل آن بهره گرفته‌اند. آگراوال و همکارانش[5] (۲۰۲۰) مفید بودن شبیه‌سازهای عامل‌مبنا در مقیاس شهری را در مطالعه مداخلات غیرپارامتریک مختلف، برای مدیریت کنترل یک پاندمی تأیید کردند.

در مقاله دیگری، یک مدل مبتنی بر عامل برای ارزیابی خطر انتقال کووید ۱۹ در تسهیلات ارائه شده است. طرح پیشنهادی برای شبیه‌سازی روند انتقال فضایی ــ زمانی طراحی شده و عوامل شبیه‌سازی‌شده، بسته به قوانین برنامه‌ریزی‌شده تصمیم‌گیری می‌کنند. در این پژوهش چندین سناریو فرضی برای نشان دادن عملکرد مدل پیشنهادی در نظر گرفته شده است و نشان می‌دهد که شبیه‌سازی‌ها، اطلاعات مفیدی را برای تولید استراتژی‌های کاهش خطرهای انتقال کرونا کووید ۱۹ در داخل تسهیلات فراهم می‌کنند (کوواس، ۲۰۲۰).

1. Chinazzi
2. Silva
3. Cuevas
4. Reproductive ratio (R0)
5. Agrawal and et al.

در پژوهش دیگری با استفاده از شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای و مدل‌سازی عامل‌مبنا، مقادیر مختلف پارامترهای مدل، از جمله تأثیر اقدام‌های قرنطینه بر ویژگی‌هایی از جمله تعداد افراد آلوده و مرگ‌ومیر در کل دوره اپیدمی، تاریخ‌های اوج آلودگی، دامنه و اوج نیاز به بستری شدن برآورد شده است (ماکارو، باختیزین، سوشکو و آگیوا[1]، ۲۰۲۰).

شبیه‌ساز ویروس آنفولانزا و کرونا ویروس[2]، نیز مدل شبیه‌سازی دیگری است که با استفاده از منابع داده‌های مکانی برای استخراج ساختمان‌ها و مناطق مسکونی در یک منطقه، بر مبنای مدل‌سازی عامل‌مبنا، ویروس را در سطح محلی مدل می‌کند. با استفاده از شبیه‌ساز ویروس آنفولانزا و کرونا ویروس، تلاش شده است که تخمین شیوع عفونت‌ها و ورود به بیمارستان برای سناریوهای مختلف ارائه شود. از چنین مدل‌های معتبری می‌توان برای حمایت از تصمیم‌گیری محلی برای پاسخ مؤثر به مراقبت‌های بهداشتی برای بیمارهای همه‌گیر بهره برد (محمود و همکاران[3]، ۲۰۲۰).

در پژوهش دیگری در استرالیا نیز، مدل‌سازی مبتنی بر عامل جهت شبیه‌سازی رفتار کرونا به کار گرفته شد. سپس انتقال بیماری با گذشت زمان، با انتشار منابع خاص عفونت و با استفاده از میزان تماس افراد در زمینه‌های اجتماعی مختلف، شبیه‌سازی شد (راکت و همکاران، ۲۰۲۰).

همان طور که مشاهده می‌شود، مدل‌سازی عامل‌مبنا، رویکرد رایج و تأییدشده‌ای برای بررسی رفتار ویروس کرونا و شبیه‌سازی آن است. تفاوت این پژوهش با پژوهش‌های پیشین این است که هنگام استفاده از مدل عامل‌مبنا، عوامل پارامتریک و ناپارامتریک را توأمان در چرخهٔ کامل انتقال ویروس در نظر می‌گیرد و از میان آنها، تلاش می‌کند که برای خط‌مشی‌گذاری شواهدمحور عوامل اصلی را پیشنهاد دهد. همچنین، تاکنون این مدل برای شهر تهران که وسعت و جمعیت زیادی دارد، پیاده‌سازی نشده است که در این پژوهش، عامل‌های اصلی با توجه به ترکیب جمعیتی مدنظر شناسایی شده است.

روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر بر محور سؤال از چیستی مدل خط‌مشی‌گذاری شواهدمحور برای پیشگیری از انتشار کرونا ویروس، شکل گرفته است. سؤال‌های فرعی پژوهش برای دستیابی به هدف پژوهش عبارت‌اند از:

۱. شاخص‌های خروجی مدل یا همان شاخص‌های نشانگر بیماری کدام‌اند؟
۲. سناریوهای سیاستی مؤثر بر شاخص‌های نشانگر بیماری چیست؟ عوامل فرایندی مؤثر بر شاخص‌های نشانگر بیماری چیست؟ مقدار بهینهٔ این عوامل مؤثر چقدر است؟
۳. شاخص‌های محیطی و ساختاری (شهر، بیماری، فعل و انفعالات و گسترش بیماری) چیست و مقدار آنها به چه میزان است؟

روش پژوهش حاضر، آمیخته و برگرفته از روش‌های توأم کیفی و کمّی است؛ بدین صورت که در مرحله شناخت

1. Makarov, Bakhtizin, Sushko & Ageeva
2. FACS
3. Mahmood and et al.

متغیرهای مدل، اعم از شاخص‌های خروجی، عوامل فرایندی و شاخص‌های محیطی و ساختاری، از روش کتابخانه‌ای و روش تحلیل محتوا استفاده شده است. در خصوص، تعیین مقدار بهینهٔ عوامل فرایندی (متغیرهای مستقل)، از روش کمّی شبیه‌سازی مدل‌سازی عامل‌مبنا کمک گرفته شده است.

رویکرد مدل‌سازی در تحقیق حاضر، مدل‌سازی عامل‌مبنا[1] است. این رویکرد، به‌طور فزاینده‌ای برای مدل‌سازی بیماری‌های در حال ظهور مانند کووید ۱۹ استفاده می‌شود؛ جایی که پارامترهای اصلی بیماری و فرضیه‌ها موقت یا ناشناخته‌اند. این روش، از شبیه‌سازی بسیاری از عوامل و فعل و انفعالات آنها پشتیبانی می‌کند و به محققان اجازه می‌دهد که ظهور پدیده‌های پیچیده از رفتارهای فردی را دوباره ایجاد و پیش‌بینی کنند. از آنجا که عوامل صریح هستند، اِی‌بی‌اِم محیط انعطاف‌پذیری را فراهم می‌کند که در آن مداخلات به‌راحتی در سطح فردی انجام می‌شود. این مدل‌ها همچنین بیان ناهمگنی در عوامل و غیرخطی بودن رفتارهای آنها را آسان می‌کند (محمود و همکاران، ۲۰۲۰؛ ماکارو و همکاران، ۲۰۲۰؛ سیلوا و همکاران، ۲۰۲۰).

مراحل مدل‌سازی عامل‌مبنا عبارت‌اند از: ۱. ساخت شبیه‌ساز؛ ۲. کالیبره‌کردن شبیه‌ساز؛ ۳. اعتبارسنجی شبیه‌ساز؛ ۴. استفاده از شبیه‌ساز برای تخمین چگونگی تکامل بیماری همه‌گیر (آگراوال و همکاران، ۲۰۲۰؛ کوواس و همکاران، ۲۰۲۰).

ساخت شبیه‌ساز خود شامل چهار گام انجام می‌شود: شبیه‌سازی شهر، پیشرفت بیماری، فعل و انفعالات و گسترش بیماری و در نهایت مدل مداخله. در شبیه‌سازی شهر، یک مولد شهر مصنوعی با افراد و تعاملات مختلف شبیه‌سازی می‌شود. افراد به‌طور تصادفی به فضاهای گوناگون تعامل مانند خانه‌ها، مدارس، محل کار، اجتماعات و فضاهای حمل‌ونقل تخصیص می‌یابند. افراد در شبکه‌های اجتماعی تعامل کرده و ویروس را منتقل می‌کنند (آگراوال و همکاران، ۲۰۲۰؛ کوواس و همکاران، ۲۰۲۰). شبیه‌ساز در شروع شبیه‌سازی، تعدادی از افراد شهر را به‌طور تصادفی از مناطق مختلف شهر انتخاب می‌کند و آنها را به کرونا مبتلا می‌کند. تعداد این افراد را می‌توان در ابتدای شبیه‌سازی تعیین کرد.

گام دوم، پیشرفت بیماری است. مدل پیشرفت بیماری همان بیولوژی بیماری است که دورهٔ نهفته‌بودن، دورهٔ ناقل‌بودن، دورهٔ بروز علائم بیماری، شدت علائم، دوره حامل‌بودن ویروس، مراقبت‌های بهداشتی و پیشرفت در بیمارستان و مانند اینها را نشان می‌دهد (آگراوال و همکاران، ۲۰۲۰).

فعل و انفعالات و گسترش بیماری در گام سوم، سطح عفونت در دورهٔ عفونت، مدت دورهٔ عفونت و تعاملات اجتماعی در فضاهای گوناگون و چگونگی تکامل بیماری در شهر را تعیین می‌کند. شبیه‌ساز با تعداد مشخصی از افراد آلوده به بیماری شروع می‌شود. سپس آنها با افراد مستعد در فضاهای گوناگون ارتباط برقرار می‌کنند که خود آنها نیز با افراد مستعد دیگر ارتباط برقرار می‌کنند و بنابراین اپیدمی پیشرفت می‌کند. پارامترهای اصلی در تکامل بیماری، ضرایب انتقال مرتبط با هر فضای تعاملی است که شانس برخوردها و گسترش بیماری در آن فضای تعامل را مدل می‌کند (آگراوال و همکاران، ۲۰۲۰). افراد بیمار، دوره‌ای را به‌عنوان دورهٔ نهفتگی طی می‌کنند که طول این دوره نیز در ابتدای

1. Agent-Based Modeling (ABM)

شبیه‌سازی انتخاب می‌شود. برای تعیین طول این دوره، میانگین گزارش‌های اعلام شده در منابع، در نظر گرفته شده است. این افراد در طول دورهٔ نهفتگی، به‌طور عادی در سطح شهر تردد می‌کنند و می‌توانند ناقل بیماری باشند. در دورهٔ نهفتگی یا علائم بیماری بروز نمی‌کند یا بسیار خفیف است. هر فرد ناقل، در صورت قرار گرفتن در فاصله‌ای مشخص از افراد دیگر، می‌تواند با احتمالی مشخص آنان را نیز مبتلا کند. مقدار این فاصله و احتمال سرایت و ابتلا نیز در منابع مختلف ذکر شده است که در این شبیه‌ساز، می‌توان در ابتدای هر دور شبیه‌سازی آن را تعیین کرد. به این ترتیب، احتمال تعداد افراد مبتلا و در نتیجه افراد ناقل افزایش می‌یابد.

در گام چهارم از ساخت شبیه‌ساز، یعنی مدل مداخله، انواع گوناگونی از خط‌مشی‌های مداخله در قالب سناریوهای سیاستی باید تعریف و تأثیر آنها بر ضرایب انتقال مدل شود. بسیاری از این‌ها، مانند کاهش میزان تماس، یکی از نتایج مداخلات است (آگراوال و همکاران، ۲۰۲۰؛ راکت و همکاران[1]، ۲۰۲۰). افراد مبتلا در صورت بروز علائم، قرنطینه می‌شوند که این قرنطینه در مدل به‌شکل جلوگیری از حرکت آنها در سطح جامعه تحقق می‌یابد. در چنین وضعیتی، فقط افراد نزدیک وی احتمال مبتلا شدن از طریق آن شخص را دارند. هر فردی پس از بروز علائم و قرنطینه‌شدن، دوره‌ای را طی می‌کند که طی این دوره یا بهبود می‌یابد یا فوت می‌شود. در این شبیه‌ساز، در حال حاضر سناریوهایی بر اساس قرنطینهٔ خانگی پیش‌بینی شده است. اساس این سناریوها این گونه است که بخشی از جامعه، بعد از عمومی شدن خبر ورود بیماری به شهر و از زمانی مشخص به بعد، در خانه‌های خود می‌مانند و از تردد در سطح جامعه جز برای موارد ضروری و تأمین مایحتاج خودداری می‌کنند. درصد این افراد و زمانی که موج قرنطینهٔ خانگی شروع می‌شود، در ابتدای شبیه‌سازی تعیین می‌شود.

مرحله دوم مدل‌سازی عامل‌مبنا، کالیبراسیون شبیه‌سازی است. درواقع هنگامی که مدل شبیه‌ساز آماده شد، هنوز پارامترهای ناشناخته‌ای وجود دارد که باید شناسایی شوند، برای مثال، میزان تماس در فضاهای مختلف، تعداد افراد آلوده به بیماری، زمانی که نیاز است تا بیماری به افراد سالم منتقل شود، وضعیت بدنی افراد سالم و مانند این‌ها. هدف از مرحلهٔ کالیبراسیون، شناسایی این پارامترها برای روندهای خاص ابتلای ساکنان شهر و مقدار تماس است. این اقدام، با انتخاب تعداد اولیه مبتلایان، مدت زمان لازم برای بیمار شدن، فاصلهٔ فیزیکی میان افراد بیمار و سالم برای بیمارشدن و تعداد دفعات تماس انجام می‌شود تا با روند اولیه بیماری مطابقت داشته باشد. پس از کالیبره‌کردن مدل، می‌توان شبیه‌ساز را برای چند روز مشخص اجرا کرد و از نحوهٔ انتشار اپیدمی مطلع شد (آگراوال و همکاران، ۲۰۲۰).

اعتبارسنجی، مرحلهٔ سوم مدل‌سازی عامل‌مبناست که در آن، باید شبیه‌ساز تأیید شود تا بتوان قدرت پیش‌بینی شبیه‌ساز را درک کرد. برای این منظور، در داده‌های واقعی، پدیده‌هایی که به‌صراحت در مدل‌سازی پیدا شده و توانایی شبیه‌ساز برای ضبط این پدیده‌ها بررسی می‌شود (آگراوال و همکاران، ۲۰۲۰). برای تأیید و اعتبارسنجی مدل شبیه‌سازی عامل‌مبنا، از داده‌هایی که وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ایران منتشر کرده، استفاده شده است. افزون بر این،

1. Rockett and et al.

از آزمون واحد[1]، آزمون ساختاری و آزمون شرایط مرزی[2] و آزمون بازتولید رفتار و نظر کارشناسان برای اعتبارسنجی مدل بهره برده شده است.

آزمون واحد، بر اساس تطبیق همه واحدها با گزینهٔ تست واحد موجود در اکثر نرم‌افزارهای مدل‌سازی است. آزمون ساختاری، سازگاری رفتار مدل با ساختار آن را بررسی می‌کند. رفتار متغیرها در بازخوردهای مثبت و منفی، باید به‌ترتیب نمایی و جست‌وجوی هدف باشد. بنابراین، می‌توان رفتار بازخورد مثبت میزان سرایت را در بیماران با علائم و بدون علائم نشان داد. همچنین، در صورت اعمال سیاست اصلاح رفتار، در خصوص کاهش میزان بیماری بازخورد منفی وجود دارد.

آزمون شرایط حدی بر مقاوم بودن مدل در شرایط حدی تأکید دارد؛ به این معنا که تحت هر شرایطی با تغییر یافتن مداخلات سیاستی، مدل باید رفتار مورد انتظار را از خود نشان دهد. برای مثال، تنظیم پارامتر میزان مرگ‌ومیر در عدد صفر یا میزان اعمال سیاست قرنطینهٔ عمومی در اعداد ۲۰ و ۸۰ درصد، به تعداد مبتلایان و همچنین میزان مرگ‌ومیر متفاوت در نتایج شبیه‌سازی منجر خواهد شد. اگر مدل به نتایج معنادار متفاوتی برسد، آزمون شرایط مرزی تأیید می‌شود.

آزمون بازتولید رفتار با هدف مقایسه نتایج شبیه‌سازی‌شده با داده‌های واقعی تاریخی، برای اطمینان از صحت رفتار مدل انجام می‌شود. برای این منظور، داده‌های اعلام شده توسط وزارت بهداشت با داده‌های خروجی مدل شبیه‌سازی مقایسه شد.

در مرحله آخر، مدل‌سازی عامل‌مبنا، از شبیه‌ساز در یک بیماری همه‌گیر در حال تکامل استفاده می‌شود. اغلب این اتفاق می‌افتد که در همه‌گیری‌های در حال تکامل، پیش‌بینی‌ها با پیشرفت زمان مطابقت ندارند. مدل‌ها، اغلب ساده‌سازی بیش از حد ناگهانی واقعیت پیچیدهٔ زمینه‌ای و فرضیه‌ها اغلب اشتباه هستند یا ممکن است با تکامل همه‌گیری، به به‌روزرسانی نیاز داشته باشند. هدف از مدل‌ها در بیماری همه‌گیر در حال تکامل، فقط پیش‌بینی اعداد نیست که در آن وظیفه احتمالاً شکست می‌خورند، بلکه بیشتر امکان تصمیم‌گیری اصولی دربارهٔ استراتژی‌های مداخله است. آنها امکان مقایسهٔ تطبیقی نتایج بهداشت عمومی یک استراتژی با استراتژی دیگر را فراهم می‌کنند. مقامات بهداشت عمومی با این مقایسه‌ها می‌توانند تصمیم‌های آگاهانه‌تری بگیرند. نیازی به گفتن نیست که این‌ها اغلب پیچیده‌ترند و جنبه‌های مختلفی فراتر از بهداشت عمومی را شامل می‌شوند (آگراوال و همکاران، ۲۰۲۰؛ سیلوا و همکاران، ۲۰۲۰).

یافته‌های پژوهش

معرفی مدل و شبیه‌ساز شیوع کرونا در شهر تهران

در این قسمت، به معرفی متغیرهای کنترل‌پذیر و خارج از کنترل استفاده‌شده، چرخه‌های موجود در مدل، نمای کاربری شبیه‌سازی و داده‌های مورد نیاز آن پرداخته خواهد شد. مدل‌سازی با استفاده از نرم‌افزار نت‌لوگو[3] انجام شده است.

1 The unit test
2 The boundary conditions test
3. NetLogo

متغیرهای شبیه‌ساز عبارت‌اند از: تعداد جمعیت[1]؛ دوره نهفتگی[2]؛ میزان مرگ‌ومیر[3]؛ مدت زمان آشکار شدن تا مرگ[4]؛ میزان سرایت[5]، میانگین توزیع احتمال شعاع حرکت عامل‌ها[6]، واریانس توزیع احتمال شعاع حرکت عامل‌ها[7]، بهبود یا مرگ و میزان بازتولید پایه‌ای.

تعداد جمعیت، تعداد ساکنان شهر را مشخص می‌کند. دورهٔ نهفتگی، دوره نهفته‌بودن بیماری را بر اساس تعداد روز مشخص می‌کند. میزان مرگ‌ومیر، درصد مرگ بر اثر ابتلا به بیماری را مشخص می‌کند. مدت زمان آشکار شدن تا مرگ، تأخیر زمانی بین زمان آشکار شدن علائم تا مرگ را مشخص می‌کند. میزان سرایت، احتمال سرایت در صورت قرار گرفتن در مجاورت فرد ناقل یا مبتلا را مشخص می‌کند که عددی بین صفر تا ۱۰۰ است. میانگین و واریانس توزیع احتمال شعاع حرکت عامل‌ها نیز به‌ترتیب، میانگین توزیع احتمال مشخص‌کننده شعاع حرکت عامل‌ها و واریانس آن را تعیین می‌کند و مقیاس آن بر حسب تعداد پچ‌ها[8] است. در بهبود یا مرگ نیز مطرح می‌شود که افراد مبتلا پس از طی دوره‌ای که علائم ظاهر شد با احتمالی مشخص می‌میرند یا با احتمالی مکمل زنده می‌مانند. میزان بازتولید پایه‌ای[9] بر اساس بیلاح و همکاران (۲۰۲۰) رقمی میان ۲/۳۹ تا ۳/۴۴ است. بر این اساس، دو نوع سناریو خوش‌بینانه و بدبینانه در نظر گرفته شده و مدل بر این اساس کالیبره می‌شود.

چرخه‌های موجود در مدل نیز به‌صورت زیر است:

- قرنطینه افراد مبتلای دارای علائم (افراد مبتلا بعد از طی دوره نهفتگی و بروز علائم قرنطینه می‌شوند)؛
- قرنطینه افراد عادی بعد از عمومی‌شدن خبر پخش ویروس (بخشی از افراد عادی جامعه بعد از مقطع زمانی خاص، به‌طور تصادفی انتخاب می‌شوند و خود را در خانه قرنطینه می‌کنند. این افراد به دفعات بسیار کم از خانه خارج می‌شوند و به محل‌هایی نزدیک خانه خود می‌روند و بلافاصله به خانه برمی‌گردند)؛
- ابتلا و سرایت (افراد عادی اگر در نزدیکی افراد مبتلا و ناقل قرار بگیرند با احتمال مشخصی مبتلا می‌شوند. میزان این فاصله و احتمال ابتلا قابل تنظیم است. همچنین، برای افرادی که مبتلا بوده‌اند و بعد بهبود یافته‌اند نیز با اعمال شرایط احتمالی دیگری، احتمال ابتلای مجدد در صورت مجاورت با افراد ناقل در نظر گرفته شده است. احتمال ابتلای مجدد این افراد در صورت قرار گرفتن در مجاوت افراد ناقل در شبیه‌ساز قابل تنظیم است)؛
- حرکت (افرادی که خودخواسته یا به‌دلیل ظهور بیماری در قرنطینه خانگی نیستند و در سطح شهر تردد می‌کنند. نحوه حرکت با پارامترهای تصادفی توصیف شده است تا به واقعیت تردهای در سطح شهر نزدیک باشد)؛

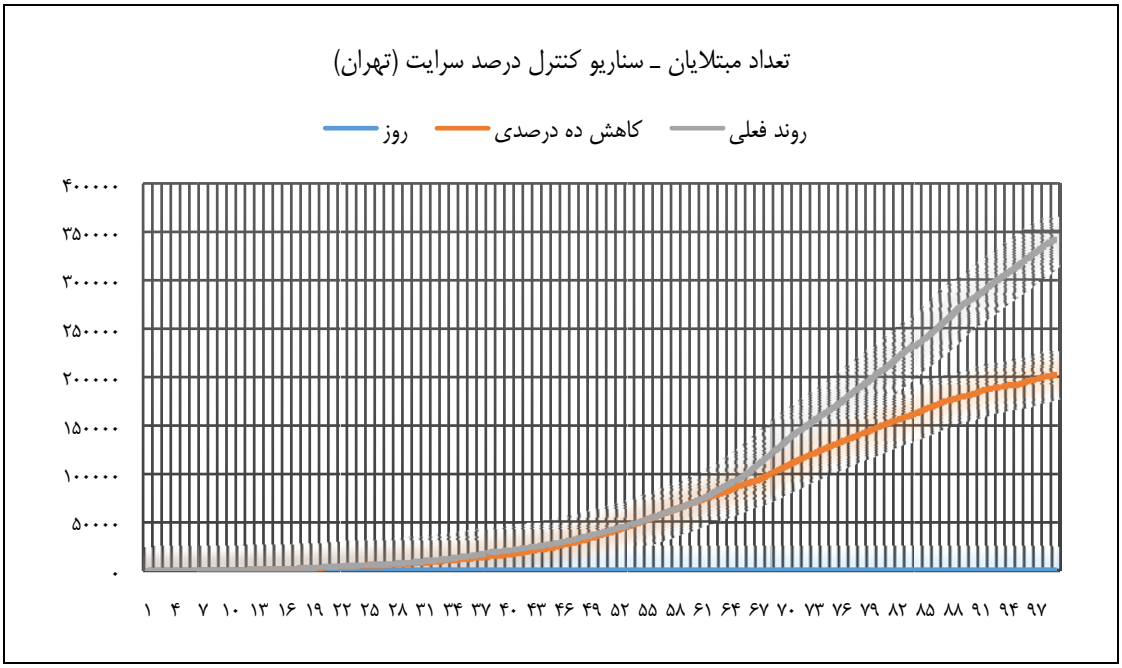
1. Population-num
2. Incubation-period
3. Death-rate
4. Time-delay-reveal-to-death
5. Attack-rate
6. m-r-mean
7. M-r-var
8. patch
9. Reproductive ratio(R0)

- بهبود یا مرگ (افراد مبتلا پس از دوره‌ای بعد از ظهور علائم با احتمالی مشخص می‌میرند و با احتمالی مکمل زنده می‌مانند و از بیماری پاک می‌شوند (باتگی[1] و همکاران، ۲۰۲۰). میزان احتمال مرگ در شبیه‌ساز قابل تنظیم است. در حال حاضر بر اساس گزارش‌های رسمی منتشر شده سازمل بهداشت جهانی این مقدار، ۲/۲درصد قرار داده شده است[2].

سناریوهای سیاستی پیشگیری (عوامل کنترل‌پذیر در مدل)

به‌طور کلی، دو عامل ریسک سرایت[3] و میزان حرکت[4] به‌عنوان دو عامل مهم اثرگذار بر پیشگیری از گسترش بیماری شناسایی شد. بر مبنای نسبت‌های متفاوت از هریک از این عوامل و سناریوهای پسایندی آن و همچنین، مبانی تصمیم‌گیری خط‌مشی‌گذاران حوزه سلامت، چهار نوع مداخله سیاستی قرنطینه عمومی، عدم مداخله، مداخله منفعل و مداخله هوشمند متصور است. عوامل مؤثر و سناریوهای پسایندی آن عبارت‌اند از:

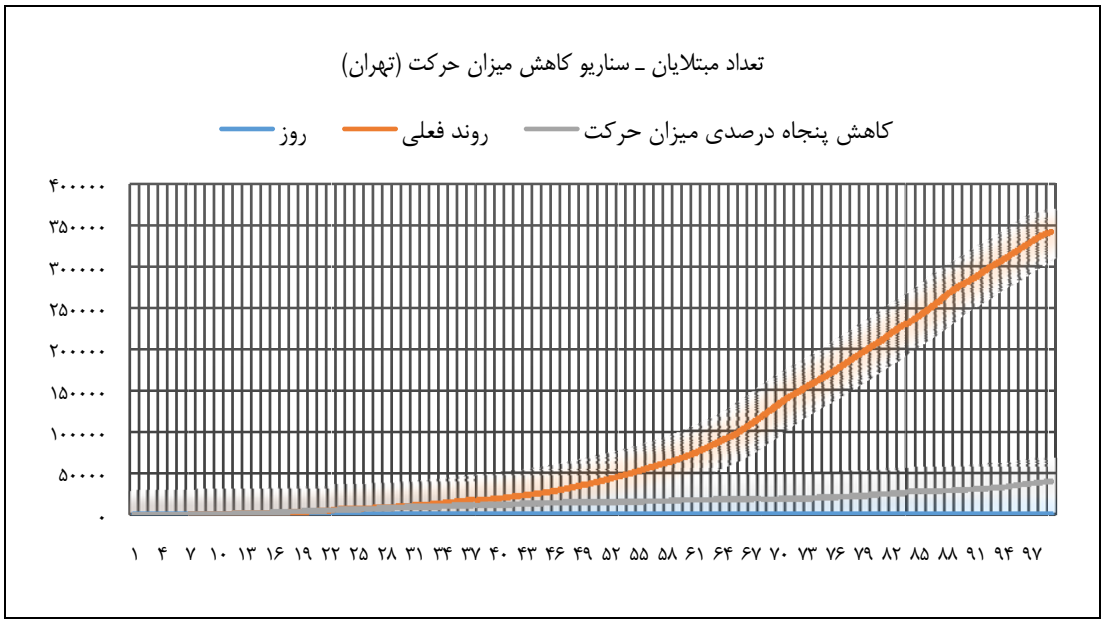
- **عامل ریسک سرایت:** این عامل بیانگر احتمال انتقال ویروس از شخص ناقل به شخص سالم در فاصله کمتر از ۱متر است که پس از کالیبراسیون مدل بهینه شده است. در اینجا دو سناریو بررسی شده است که نتایج آن در شکل۱ مشاهده می‌شود.



شکل ۱. درصد تغییر تعداد مبتلایان حاصل از کنترل عامل ریسک سرایت

1. Battegay
2. Report of the WHO 2020
3. Transmission risk index
4. Movement rate

- **میزان حرکت:** برای هر یک کدام از عامل‌ها، شعاع حرکت تعریف می‌شود. این شعاع از روی توزیع نرمال تعیین می‌شود. پارامترهای این توزیع را می‌توان در ابتدای شبیه‌سازی تعیین کرد. در حال حاضر، بر اساس برخی تحقیقات تجربی انجام شده میانگین این توزیع برابر ۱۲ پچ قرار داده شده است که کمابیش معادل ۱/۵کیلومتر در دنیای واقعی است. در برخی تحقیقات دیگر این مقدار برابر ۳ کیلومتر بیان شده است که در این‌صورت باید میانگین تابع توزیع را برابر حدود ۲/۲۵ کیلومتر قرار داد. پس از تعیین شعاع حرکت برای هر عامل، آن عامل در فاصله‌ای به اندازه آن شعاع از مبدأ خود در شهر تردد می‌کند. متناسب با خاصیت تابع نرمال، اکثریت مردم در شعاعی به اندازه میانگین توزیع در شهر تردد می‌کنند و افراد بسیار کمتری در فواصل بسیار طولانی‌تر یا بسیار کوتاه‌تر در شهر تردد دارند. رفتارهای اجتماعی افراد در حوزه گسترده‌ای از موارد، معمولاً از چنین منطقی پیروی می‌کند، از این رو استفاده از این توزیع در مدل‌سازی‌ها رایج است. اجرای دو سناریو در شکل ۲ نشان می‌دهد که کاهش ۵۰درصدی میزان حرکت به کاهش توجه‌برانگیز (بیش از ۸۰ درصد) تعداد مبتلایان در هفته‌های آتی منجر می‌شود. باید توجه کرد که کاهش شعاع باید همراه با کاهش حرکت باشد، در غیر این صورت نتیجهٔ معکوس دارد.



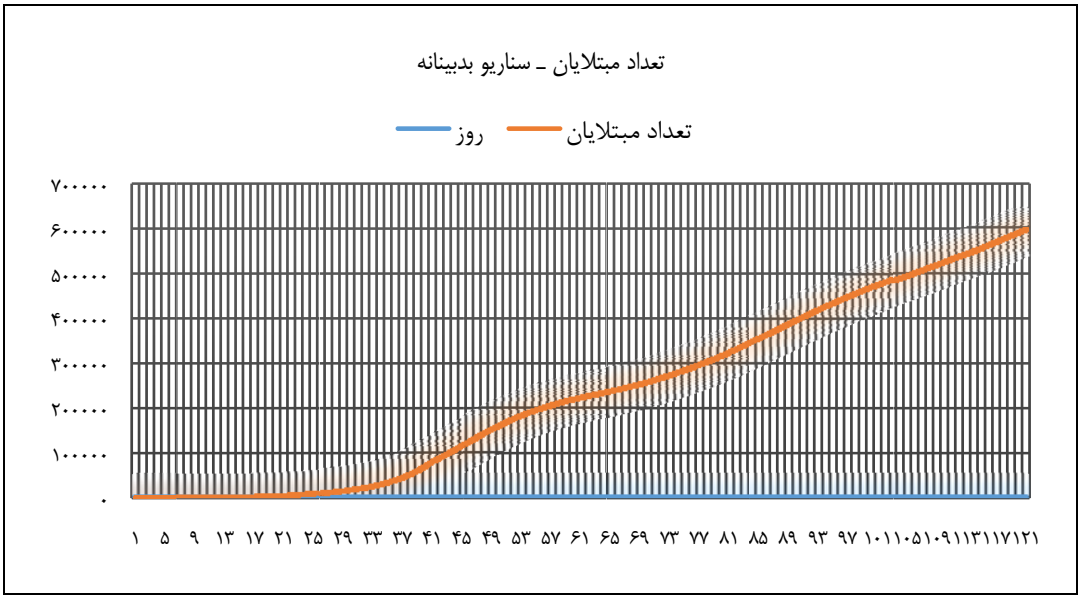
شکل ۲. نمودار درصد تغییر تعداد مبتلایان بر اساس سناریو کاهش میزان حرکت عامل‌ها

پیش از بیان سناریوهای سیاستی، سناریوهای حدی بیان می‌شود.

- **حالت حدی بیشترین میزان باز تولید:** سناریو حالت حدی بدبینانه نشان می‌دهد که تعداد مبتلایان از روز ۳۰ با شتاب بیشتری افزایش پیدا خواهد کرد که با فرض میزان مرگ‌ومیر ۲/۲درصد، شاخص میزان بازتولید برای ویروس ۳/۴۴ است که با فرضیه سناریو تطابق دارد. نکته‌ای که باید به آن توجه شود، این است که سقف قرنطینه در این سناریو، زیر ۵۰ درصد در نظر گرفته شده است که نتایج آن در جدول ۱ و شکل ۳ مشاهده می‌شود.

جدول ۱. پارامترهای متناظر با سناریو حالت حدی

پارامترهای متناظر با سناریو حالت حدی	
transmision-radius	۰/۳۸
personal-incubation-m	۱/۸
first-infection-num	۱
Home-Quarantine	۵۱
incubation-period	۵
attack-rate	۱۰۰
m-r-mean	۷۰
personal-incubation-v	۰/۵۳
death-rate	۲/۲
m-r-var	۴۰
quarantine-scenario	Gradually
first-diagnosis-delay	۲۰
Horizon	۱۴
population-num	۱۱۴۶۵۰
time-delay-reveal-to-death	۱۰



شکل ۳. سناریو بدبینانه تعداد مبتلایان به بیماری

سناریوهای حدی خوش‌بینانه بر اساس زمان و درصد قرنطینهٔ خانگی، چهار سناریو را شامل می‌شود:

- سناریو اول؛ در این سناریو پس از دو هفته، قرنطینه خانگی به سطح ۹۰درصد می‌رسد.

- سناریو دوم؛ در این سناریو پس از ۲ هفته، سطح قرنطینه ۸۰ درصد حاصل می‌شود. در این حالت تعداد مبتلایان افزایشی نبوده و در بازه‌ای ثابت نوسان می‌کند.
- سناریو سوم؛ در این سناریو پس از دو هفته، به سطح قرنطینه ۷۰درصد می‌رسد. در سناریو سوم، تعداد مبتلایان به‌صورت افزایشی زیاد می‌شود. برای درصدهای کمتر از ۷۰ نیز (تا ۴۰ درصد) تقریباً همین نتایج برقرار است.
- سناریو چهارم؛ زمانی رخ می‌دهد که به‌تدریج تا پایان هفته چهارم، به سطح قرنطینه ۹۵ درصد برسد. اینجا تلفات و نقطه پیک بزرگ‌تر و دیرتر خواهد بود؛ اما با همین تأخیر هم این کار بسیار مؤثر خواهد بود.

مقادیر پارامترها در هر یک از سناریوهای فوق، در جدول‌ها ۲ و ۳ مشاهده می‌شود. خروجی نرم‌افزار برای این سناریوها در شکل ۵ نشان داده شده است.

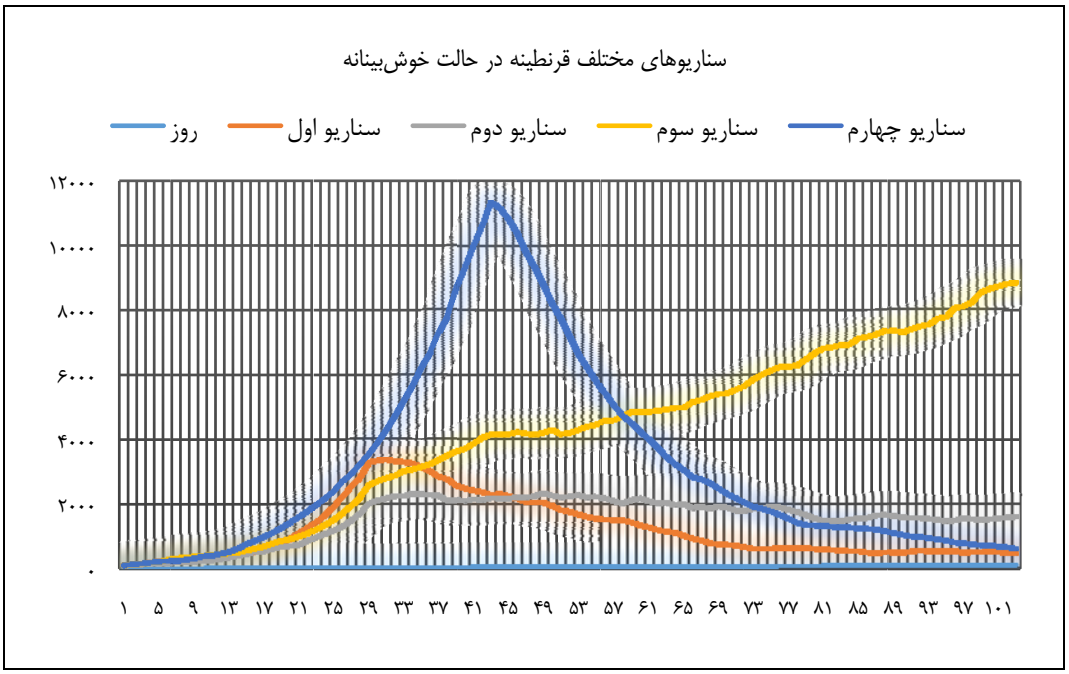
جدول ۲. پارامترهای متناظر با سناریوهای خوش‌بینانهٔ اول تا سوم

پارامترهای متناظر با سناریو های اول تا سوم			
transmision-radius	۰/۳	death-rate	۴
personal-incubation-m	۱/۸	m-r-var	۱۰
first-infection-num	۱	quarantine-scenario	gradually
Home-Quarantine	۷۰و۸۰و۹۰	Horizon	۱۴
incubation-period	۲	population-num	۱۱۴۶۵۰
attack-rate	۸۰	time-delay-reveal-to-death	۱۴
m-r-mean	۵۱	transmision-radius	۰/۳
personal-incubation-v	۰/۵۳		

جدول ۳. پارامترهای متناظر با سناریو خوش‌بینانهٔ چهارم

پارامترهای متناظر با سناریو چهارم			
transmision-radius	۰/۳	death-rate	۴
personal-incubation-m	۱/۸	m-r-var	۱۰
first-infection-num	۱	quarantine-scenario	gradually
Home-Quarantine	۹۵	Horizon	۲۸
incubation-period	۲	population-num	۱۱۴۶۵۰
attack-rate	۸۰	time-delay-reveal-to-death	۱۴
m-r-mean	۵۱	transmision-radius	۰/۳
personal-incubation-v	۰/۵۳		

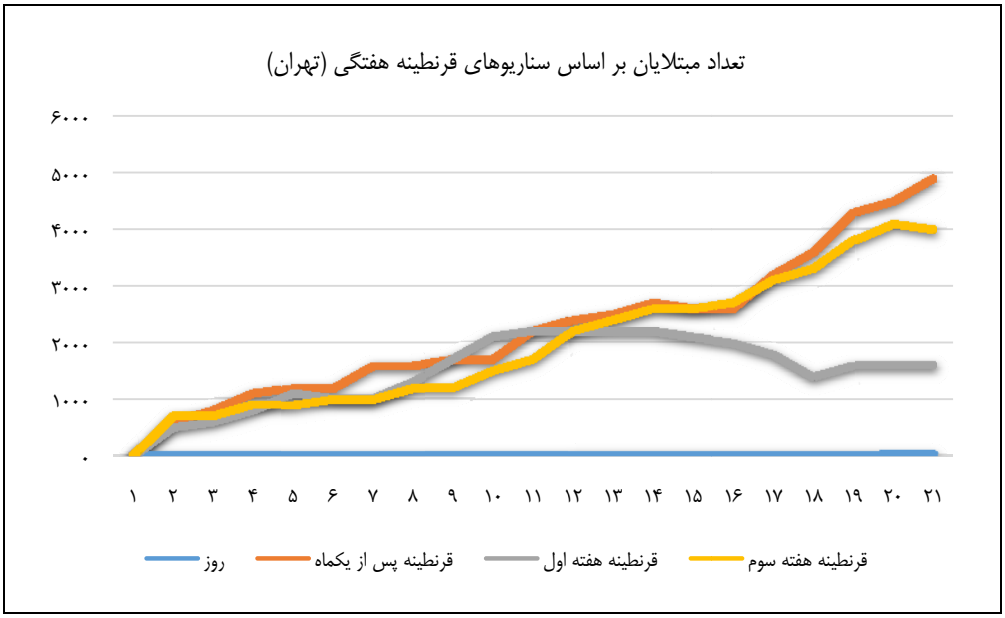
نتایج اجرای سناریوهای بالا نشان می‌دهد در صورتی که سیاست‌های قرنطینه و کنترل روابط بین‌فردی به‌درستی اجرا نشود، کنترل رشد و گسترش ویروس کرونا بسیار دشوار خواهد شد.



شکل ٤. مقایسه سناریوهای مختلف قرنطینه در حالت خوش‌بینانه

سناریوهای سیاستی پیشگیری که در واقع سناریوهای مابین سناریوهای حدی است، از تغییر دو عامل فوق، نشئت می‌گیرد که شامل چهار سناریو زیر است:

- **سناریو قرنطینه عمومی:** در این نوع سناریو، عامل‌های میزان حرکت و ریسک سرایت، به پایین‌تر حد ممکن می‌رسد. اساس این سناریوها این گونه است که بخشی از جامعه بعد از عمومی شدن خبر ورود بیماری به شهر و از زمانی مشخص به بعد در خانه‌های خود می‌مانند و از تردد در سطح جامعه جز برای موارد ضروری و تأمین مایحتاج خودداری می‌کنند. افزایش این قرنطینه‌های خانگی در نهایت به قرنطینهٔ عمومی منجر می‌شود. درصد این افراد و زمانی که موج قرنطینه خانگی شروع می‌شود، در ابتدای شبیه‌سازی قابل تعیین است. افزایش تدریجی قرنطینه خانگی در ابتدای شبیه‌سازی به‌عنوان یک امکان نیز مدنظر قرار گرفته است. بر مبنای سناریوهای در نظر گرفته شده برای قرنطینه، هرچه زودتر این امر شروع شود، سرعت گسترش بیماری پایین خواهد آمد که کاملاً پیش‌بینی‌پذیر است؛ اما می‌توان از این قابلیت مدل استفاده کرد و میزان تغییر عامل‌ها در طول روز را اندازه‌گیری کرد. پس از مشاهده خروجی سناریوهای گوناگون، مشخص شد که شروع قرنطینه بیماران پس از سه هفته منطبق‌ترین سناریو بر وضعیت فعلی است و بر این اساس، روند آینده پیش‌بینی شده است. به نظر می‌رسد اتخاذ این سناریو، می‌تواند از ضعف اطلاعات در زمینهٔ تصمیم‌گیری در سطح کلان نشئت گرفته باشد و به‌دلیل وضعیت اقتصادی موجود در کشور، به اختلال جدی در دیگر بخش‌های کشور نظیر اقتصاد و معیشت مردم منجر خواهد شد.



شکل ۵. تعداد مبتلایان بر اساس سناریوهای قرنطینه خانگی

- **سناریو عدم مداخله**[1]: این سناریو از پیش‌فرض‌های نادرست خط‌مشی‌گذار یا عدم توان حاکمیت در مقابله با ویروس نشئت می‌گیرد. در این حالت، فرض می‌شود که برای کاهش عوامل میزان حرکت و ریسک سرایت اقدامی نشود. در این صورت، روند افزایش مبتلایان و میزان مرگ‌ومیر تا نقطه اشباع بیماری ادامه پیدا می‌کند. در حالت اشباع بیماری، زنجیره انتقال به سبب اینکه افراد زیادی از جامعه در اثر ابتلا، در برابر بیماری ایمن شده‌اند، قطع می‌شود. مشخص است که این سناریو نیز به‌دلیل نگاه تک‌بُعدی به افزایش نمایی میزان تلفات، سناریو مطلوبی نیست.

- **سناریو مداخله آشفته حال**[2]: این نوع خط‌مشی عمدتاً به‌دلیل ناهماهنگی در بدنه سیاستی و اجرایی حکمرانی و نبود گفتمان واحد بروز می‌کند (پورعزت، مولایی و فیروزآبادی، ۲۰۰۸). در واقع، این نوع خط‌مشی، آگاهانه اتخاذ نمی‌شود، بلکه حاصل عدم توافق نهادهای خط‌مشی‌گذار روی یک خط‌مشی برای اقدام است که در نتیجه، تراکم و تنیدگی بن‌بست‌گونه‌ای[3] بروز می‌کند. سوگیری و جهت‌گیری‌های سطوح بالای خط‌مشی‌گذاری و تعارض ایدئولوژیکی آنها، عدم توافق بین خط‌مشی‌گذاران و پیچیدگی مشکلات، از دلایل بروز این مسئله است. در هر صورت، به‌دلیل تراکم بن‌بست‌گونه، دیدگاه منفی مردم به دولت را به‌دنبال خواهد داشت (هیبینگ و تیزمورس[4]، ۱۹۹۵و ۲۰۰۲). در نتیجه شکل‌گیری این دیدگاه، سرمایه اجتماعی به‌شدت کاهش پیدا کرده که خود موجب تشدید مضاعف این وضعیت بن‌بست‌گونه می‌شود. در واقع استفاده از ابزارهای حکمرانی که در اینجا منجر به تغییر عوامل

1. Hands-off policy
2 Chaotic
3. Gridlock
4. Hibbing and Theiss-Morse

شدت سرایت و میزان حرکت می‌شود، در نگاه مردم، بدون مبنا و آشفته حال جلوه می‌کند؛ لذا گاه با حداکثر مداخله دولت و به‌صورت مقطعی و گاه با عدم مداخله دولت همراه خواهیم بود. نکته مهم در این مداخله و عدم مداخله، عدم همراهی دیگر بخش‌های دولت از منظر اجرایی و گفتمانی است.

- **سناریو مداخله هوشمند:** این سناریو سیاستی ناشی از ظرفیت‌سازی دولت جهت ارتقای تصمیم‌گیری‌ها و خط‌مشی‌گذاری‌های عمومی است. ایجاد ظرفیت انجام مداخله هوشمند، نیازمند رصد مستمر تجربیات کشورهای گوناگون و همچنین مستندسازی آگاهانه تجربیات داخلی است که بر مبنای آن، نگاهی همه‌جانبه، کل‌نگر و نظام‌مند در قالب نظامات خبره و تصمیم‌یار تزریق خواهد شد. سامانهٔ تصمیم‌یاری که در این تحقیق معرفی شد، یکی از نمونه‌های زمینه‌سازی برای انجام مداخلات هوشمند در عرصه خط‌مشی‌گذاری سلامت است که می‌تواند ظرفیت خط‌مشی‌گذاری کشور را در مواجهه با بحران‌های اپیدمیک افزایش دهد و از غافلگیری و مداخلات کور دولت جلوگیری کند. در این سناریو، داده‌های میدانی، تجارب مشابه داخلی و کشورهای مشابه و پژوهش‌های تجربی پیشین در سامانه در نظرگرفته شده و ضمن رصد مستمر، متغیرهای سامانه به فراخور، به‌روزرسانی می‌شود و بر مبنای داده‌های روز، تصمیم‌گیری در خصوص اعمال تغییرات در متغیرهای نرخ سرایت و میزان حرکت پیشنهاد می‌گردد.

سناریوهای توقف نیز مطرح می‌کند که چنانچه به دلایلی از قبیل واکسن و سایر عوامل محیطی فعالیت ویروس مختل شده و به نوعی عملکرد آن متوقف شود، می‌توان انتظار داشت که رشد بیماری و گسترش آن متوقف بشود و یا روند دوره‌ای پیدا کند. اتفاقی که برای ویروس‌های سارس، ابولا و آنفولانزای H1N1 افتاده است. این سناریوها را می‌توان با توجه به شناخت حاصل از پژوهش‌های ویروس‌شناسی، پس از کمّی‌کردن به مدل وارد کرد.

سناریوهای مرتبط با درمان نیز برای آن است که ظرفیت درمانی کشور در صورت افزایش تعداد بیماران نیازمند بستری با محدودیت جدی مواجه خواهد شد. پیش‌بینی تعداد این موارد در هفته‌های آتی کمک می‌کند که خط‌مشی‌گذار، میزان منابع مورد نیاز برای اختصاص به بخش درمان را تخمین زده و بر اساس آن به‌درستی عمل کند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش تلاش شد تا مدلی برای خط‌مشی‌گذاری سناریومبنا و مبتنی بر شواهد، برای پیشگیری از ابتلا به کرونا پیشنهاد شود. این مدل، ضمن شبیه‌سازی محیط خط‌مشی‌گذاری سلامت در بحران‌های اپیدمیک، دو عامل اصلیِ کنترل‌پذیر را در قالب چهار سناریو سیاستی پیشگیری بررسی می‌کند. نتایج مدل‌سازی و اجرا نشان می‌دهد که کاهش ۵۰درصدی میزان حرکت، به کاهش بیش از ۸۰ درصد ابتلا به این بیماری می‌انجامد. افزون بر این، کاهش ۱۰درصدی میزان سرایت، به کاهش ۳۰درصدی تعداد مبتلایان منجر می‌شود. مدل ارائه‌شده می‌تواند برای ارزشیابی پیش از اجرای خط‌مشی‌ها و ابزارهای پیشنهادی استفاده شود. بر این اساس، این‌گونه مدل‌ها، ریسک استفاده از خط‌مشی‌ها و ابزارهای ابداعی و همچنین خط‌مشی‌ها و ابزارهای استفاده‌شدهٔ سایر کشورها در داخل کشور را از طریق ارزشیابی پیش از اجرا، به

حداقل می‌رساند. اگر این مدل مبنای عمل قرار گیرد، طی رفت و برگشت‌های امیک ـ اتیک گونه، ارتقایافته و قابلیت پیش‌بینی آن افزایش می‌یابد.

پژوهش حاضر، عمدتاً بر نتایج و پیامدهای پزشکی سناریوهای سیاستی پیشنهادی، متمرکز بوده است؛ پیشنهاد می‌شود که برای ارتقای مدل، عوامل دیگر، به‌خصوص عوامل اقتصادی، مدنظر قرار گیرد تا از این طریق بتوان راه‌حل‌هایی را پیشنهاد کرد که ضمن حفظ سلامت مردم، کمترین آثار منفی را بر دیگر ابعاد جامعه داشته باشد. همچنین این تحقیق، مداخلات پزشکی پیشگیری نظیر ساخت واکسن را بررسی نکرده است، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌هایی با در نظرگرفتن این متغیر صورت گیرد. در پژوهش حاضر، ریسک سرایت و میزان حرکت و ترکیب این دو، به‌عنوان متغیرهای آزمون مدنظر قرار گرفت، در مطالعات بعدی می‌توان، متغیرهای دیگر اثرگذار بر گسترش بیماری و شدت اثر آنها را شناسایی و در مدل وارد کرد. اهمیت کشف این متغیرها، در این است که جعبه ابزار سیاستی خط‌مشی‌گذار را در مواجهه با این‌گونه بحران‌های اپیدمیک گسترش داده و متنوع می‌سازد. در خصوص متغیرهای ساختاری و محیطی مدل نیز می‌توان متغیرهای دیگری را در مدل در نظر گرفت، همچون افراد حساس جامعه، تعداد بیماران خاص، تعداد افراد دارای اضافه وزن، کیفیت درمان، تعیین میزان تحرک افراد بر اساس شغل و هدف جابه‌جایی، مدت زمان لازم برای انتقال ویروس از فرد بیمار به سالم.

References

Abdolhosseinzadeh, M. and Abdolhamid, M. (2020), Presentation of a school of government model through a comparative study of selected schools. *Kybernetes*, 49(12), 2947-2976. https://doi.org/10.1108/K-05-2019-0328

Adhikari, S. P., Meng, S., Wu, Y. J., Mao, Y. P., Ye, R. X., Wang, Q. Z., ... & Zhou, H. (2020). Epidemiology, causes, clinical manifestation and diagnosis, prevention and control of coronavirus disease (COVID-19) during the early outbreak period: a scoping review. *Infectious diseases of poverty*, *9*(1), 1-12.

Agrawal, S., Bhandari, S., Bhattacharjee, A., Deo, A., Dixit, N. M., Harsha, P., ... & Yasodharan, S. (2020). City-Scale Agent-Based Simulators for the Study of Non-Pharmaceutical Interventions in the Context of the COVID-19 Epidemic. *Journal of the Indian Institute of Science*, 1-39.

Battegay, M., Kuehl, R., Tschudin-Sutter, S., Hirsch, H. H., Widmer, A. F., & Neher, R. A. (2020). 2019-novel Coronavirus (2019-nCoV): estimating the case fatality rate–a word of caution. *Swiss medical weekly*, *150*(0506).

Billah, M. A., Miah, M. M., & Khan, M. N. (2020). Reproductive number of coronavirus: A systematic review and meta-analysis based on global level evidence. *PloS one*, 15(11), e0242128.

Campbell, S., Benita, S., Coates, E., Davies, P., & Penn, G. (2007). Analysis for policy: evidence-based policy in practice. *Government Social Research Unit*, HM Treasury.

Chinazzi, M., Davis, J. T., Ajelli, M., Gioannini, C., Litvinova, M., Merler, S., ... & Vespignani, A. (2020). The effect of travel restrictions on the spread of the 2019 novel coronavirus (COVID-19) outbreak. *Science*, *368*(6489), 395-400.

Cuevas, E. (2020). An agent-based model to evaluate the COVID-19 transmission risks in facilities. *Computers in biology and medicine*, *121*, 103827.

Davies (2004) Is evidence-based government possible? Jerry Lee Lecture, presented at the *4th Annual Campbell Collaboration Colloquium*, Washington DC.

Davies, H. T. O., Nutley, S. M. & Smith P. C. (2000). *What works? Evidence-based policy and practice in public services.* Bristol: The Policy Press.

Forman, R., Atun, R., McKee, M., & Mossialos, E. (2020). 12 Lessons learned from the management of the coronavirus pandemic. *Health Policy*, 124(6), 577-580.

Guo, Y. R., Cao, Q. D., Hong, Z. S., Tan, Y. Y., Chen, S. D., Jin, H. J., ... & Yan, Y. (2020). The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak–an update on the status. *Military Medical Research*, *7*(1), 1-10.

He, X., Lau, E. H., Wu, P., Deng, X., Wang, J., Hao, X., ... & Leung, G. M. (2020). Temporal dynamics in viral shedding and transmissibility of COVID-19. *Nature medicine*, *26*(5), 672-675.

Hellewell, J., Abbott, S., Gimma, A., Bosse, N. I., Jarvis, C. I., Russell, T. W., ... & Eggo, R. M. (2020). Feasibility of controlling COVID-19 outbreaks by isolation of cases and contacts. *The Lancet Global Health*, *8*(4), e488-e496.

Hibbing J. R., and Theiss-Morse, E. (1995). *Congress as Public Enemy: Public Attitudes Towards American Political Institutions*. New York: Cambridge University Press.

Hibbing J. R., and Theiss-Morse, E. (2002), *Stealth Democracy: America's Beliefs about How Govennment Should Work*. New York: Cambridge University Press.

Hu, Z., Song, C., Xu, C., Jin, G., Chen, Y., Xu, X., ... & Shen, H. (2020). Clinical characteristics of 24 asymptomatic infections with COVID-19 screened among close contacts in Nanjing, China. *Science China Life Sciences*, *63*(5), 706-711.

Lauer, S. A., Grantz, K. H., Bi, Q., Jones, F. K., Zheng, Q., Meredith, H. R., ... & Lessler, J. (2020). The incubation period of coronavirus disease 2019 (COVID-19) from publicly reported confirmed cases: estimation and application. *Annals of internal medicine*, *172*(9), 577-582.

Mahmood, I., Arabnejad, H., Suleimenova, D., Sassoon, I., Marshan, A., Serrano-Rico, A., ... & Groen, D. (2020). FACS: a geospatial agent-based simulator for analysing COVID-19 spread and public health measures on local regions. *Journal of Simulation*, 1-19.

Makarov, V. L., Bakhtizin, A. R., Sushko, E. D., & Ageeva, A. F. (2020). COVID-19 Epidemic Modeling–Advantages of an Agent-Based Approach. *Ekonomicheskie i Sotsialnye Peremeny*, *13*(4), 58-73.

Ohadian Moghadam, S. O., & Afshar, D. (2020). A review on coronavirus disease 2019 (COVID-19) in pediatric patients. *Archives of Pediatric Infectious Diseases*, *8*(3), 1-9.

Nicola, M., Alsafi, Z., Sohrabi, C., Kerwan, A., Al-Jabir, A., Iosifidis, C., ... & Agha, R. (2020). The socio-economic implications of the coronavirus and COVID-19 pandemic: a review. *International journal of surgery*, 78, 185-193.

Pawson, R. (2006). *Evidence-based policy: A realist perspective. London: SAGE Performance and Innovation Unit (2000). Adding it up: improving analysis and modelling in Central Government.* London: Performance and Innovation Unit.

Pourezzat, A.A., Mollaee, A., Firouzabadi, M. (2008), Building the future: Undertaking proactive strategy for national outlook. *Futures*, 40(10), 887-892, ISSN 0016-3287, https://doi.org/10.1016/j.futures.2008.07.024.

Report of the WHO–China joint mission on coronavirus disease 2019 (COVID-19); 2020; https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf

Rockett, R. J., Arnott, A., Lam, C., Sadsad, R., Timms, V., Gray, K. A., ... & Sintchenko, V. (2020). Revealing COVID-19 transmission in Australia by SARS-CoV-2 genome sequencing and agent-based modeling. *Nature medicine*, 26(9), 1398-1404.

Sanderson, I. (2002). Evaluation, policy learning and evidence-based policy making. *Public Administration*, 80(1), 1-22.

Shereen, M. A., Khan, S., Kazmi, A., Bashir, N., & Siddique, R. (2020). COVID-19 infection: Origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses. *Journal of advanced research*, *24*, 91-98.

Silva, P. C., Batista, P. V., Lima, H. S., Alves, M. A., Guimarães, F. G., & Silva, R. C. (2020). COVID-ABS: An agent-based model of COVID-19 epidemic to simulate health and economic effects of social distancing interventions. *Chaos, Solitons & Fractals*, *139*, 110088.

Spinelli, A., & Pellino, G. (2020). COVID-19 pandemic: perspectives on an unfolding crisis. *Journal of British Surgery*, 107(7), 785-787.

Wang, C., Pan, R., Wan, X., Tan, Y., Xu, L., Ho, C. S., & Ho, R. C. (2020). Immediate psychological responses and associated factors during the initial stage of the 2019 coronavirus disease (COVID-19) epidemic among the general population in China. *International journal of environmental research and public health*, *17*(5), 1729.

Wu, Z., & McGoogan, J. M. (2020). Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: summary of a report of 72 314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *Jama*, *323*(13), 1239-1242.