جمهوری اسلامی ایران
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

بررسی سناریوهای مختلف درخصوص وضعیت انتشار و انتقال COVID-19

«ما هنوز چیزهای زیادی نمی‌دانیم»

اسفند ۹۸

گردآوری و تدوین:

❖ **دکتر آبتین حیدرزاده**

بورد تخصصی پزشکی اجتماعی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان

❖ **افسانه امیدی مراد**

کارشناس ارشد سیستم‌های اطلاعاتی، مؤسسه هومان همراهان دانش

❖ **زهرا خیری**

دکتری سیاستگذاری و خط مشی گذاری، دانشگاه علوم پزشکی تهران و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

❖ **مریم نظری**

کارشناس ارشد مدیریت خدمات بهداشتی درمانی، مرکز تحقیق و توسعه سیاست‌های دانشگاه علوم پزشکی تهران

❖ **زهرا ترکاشوند**

کارشناس ارشد اقتصاد بهداشت، مؤسسه ملی توسعه تحقیقات علوم پزشکی(نیماد)

❖ **سهیلا خراسانی**

کارشناس ارشد اقتصاد سلامت، مرکز تحقیقات پیشگیری اولیه از بیماری‌های قلب و عروق

❖ **دکتر رضا دهنویه**

دکترای مدیریت خدمات بهداشتی درمانی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

❖ **دکتر سمیه نوری حکمت**

دکترای مدیریت خدمات بهداشتی درمانی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

❖ **دکتر عنایت ا.. همایی راد**

دکتری اقتصاد بهداشت، رییس مرکز تحقیقات عوامل مؤثر بر سلامت دانشگاه علوم پزشکی گیلان

❖ **علی‌رضا علیخانی**

دانشجوی دکتری آینده پژوهی در سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

❖ **آتوسا پورشیخعلی**

دانشجوی دکتری آینده پژوهی در سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

❖ **زهرا زمانی نسب**

دانشجوی دکتری اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

❖ **زهره نجات زادگان**

دانشجوی دکتری آینده پژوهی در سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

❖ **سمیرا عمادی**

کارشناس ارشد مدیریت دولتی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

❖ **علی مسعود**

دانشجوی دکتری سیاست‌گذاری سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

❖ **هاجر شفیعان**

دانشجوی دکتری آموزش پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

❖ **آرزو عزیزی**

دکترای داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

❖ **فخری ابراهیمی**

کارشناس زبان انگلیسی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

❖ **مهدیه نوحی**

کارشناسس زبان انگلیسی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

❖**دکتر سمانه پنجه علی بیک**

دکترای ریاضی کاربردی، مرکز سنجش آموزش پزشکی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتاری در حوزه سیاسی ۱
مقدمه ۵
چکونه دانشمندان شدت طغیان عوامل بیماریز را محاسبه می‌کنند؟ ۵
Nature ۷
سناریوی اول یا خوش‌بینانه، از نقطه اوج بیماری عبور کردیم ۷
سناریوی دوم یا بدترین: به دلیل مداخلات، هنوز به نقطه اوج شیوع بیماری نرسیده‌ایم ۸
Science ۱۰
سناریوی شماره یک: مهار ۱۰
سناریوی شماره ۲ : همه‌گیری ۱۱
BuzzFeed. News ۱۲
سناریوی شماره ۱: ویروس عمدتاً به چین محدود می‌شود ۱۲
سناریوی شماره ۲: نوع دیگری از آنفولانزای فصلی ۱۳
سناریوی شماره ۳: همه‌گیری کشنده جهانی ۱۳
Healthing Care ۱۴
بهترین سناریو : Covid 19 فروکش کند ۱۴
سناریوی شماره ۲: مانند MERS هیچگاه پایان نمی‌یابد اما خطر آن دوره‌ای و کم است ۱۴
سناریوی شماره ۳: مانندH1N1 به صورت فصلی بروز می‌کند ۱۵
بدترین سناریو: انتشار ویروس ادامه می‌یابد ۱۵
مقالات ۱۶
شبیه سازی انتشار ثانویه بالقوه کرونا ویروس جدید در کشور مبدأ با استفاده از مدل SEIR اپیدمیک تصادفی ۱۶
روند و پیش‌بینی شیوع کوید ۱۹ در چین ۱۶
پیگیری و پیش‌بینی اپیدمی کوید ۱۹ در چین ۱۷
پیش‌بینی هوش مصنوعی درباره کوید ۱۹ در چین ۱۷
پیش‌بینی کوتاه مدت اپیدمی کوید ۱۹ در گوانگ گونگ و ژجیانگ چین ۲۳-۱۳ فوریه ۱۸
تحرکات اولیه انتقال و کنترل کویید ۱۹: یک مطالعه ریاضی ۱۸
مدلسازی جمعیت آلوده و روند گسترش کرونا ویروس جدید با در نظر گرفتن سیاست‌های مختلف به وسیله مدل EIR ۲۰
تخمین تعداد موارد جدید کرونا ویروس ۲۰۱۹ در چین ۲۳
مدلسازی و پیش‌بینی بیماری کرونا ویروس در سال ۲۰۱۹ در چین درج اطلاعات مهاجرت انسانی ۲۴
حالت بینی و پیش‌بینی گسترش nCoV2019Novel Coronavirusو ارتباط آن با متغیرهای آب و هوایی در ۳۰ استان چین: مطالعه موردی ۲۵
تجزیه و تحلیل مبتنی بر داده، مدلسازی و پیش‌بینی کرونا ویروس جدید ۲۷
سناریوهای انتقال کرونا ویروس(MERS-CoV) سندرم تنفسی خاورمیانه و چگونگی صحبت کردن به تفکیک سناریوها ۲۹
نتیجه نهایی ۳۱
مراجع ۳۱

پیشگفتاری در حوزه سیاسی

«چین از یک بحران غیر سیاسی و غیر نظامی توانسته است اعتماد عمومی را چه در سطح بین المللی و چه در سطح داخلی افزایش دهد.»

ویروس کووید- ۱۹ و تصمیم گیری‌های سیاستی در چین در هنگام بحران:

شیوع کرونا ویروس در چین در بدترین زمان تجاری این کشور اتفاق افتاد. شاید بتوان گفت سال ۲۰۱۹ برای حزب کمونیست چین (CCP) سال خوبی نبود. آنها با فشار اقتصادی قابل توجهی از جنگ تجاری ایالات متحده و چین، مخالفت بین‌المللی با نقض حقوق بشر در چین در سین کیانگ روبرو شدند. شیوع تب خوکی سبب ویرانی صنعت گوشت خوک چین شد و نا آرامی‌های مدنی طولانی مدت در هنگ کنگ، از جمله دیگر اتفاقاتی بود که در این سال بوقوع پیوست. اگر چه چالش‌های مذکور در این کشور فروکش کرده است؛ اما شروع سال ۲۰۲۰ در این کشور با ورود ویروس کرونا به جامعه چین همگام شد.

در ۲۳ ژانویه سال ۲۰۲۰، رهبری چین دستور داد که ووهان چین قرنطینه شود و حمل و نقل عمومی را به منظور جلوگیری از شیوع ویروس کرونا، که در آن زمان جمعیتی حدود ۶۰۰ نفر را با ۱۷ مرگ آلوده کرده بود، متوقف کرد. در ۱۰ فوریه، تعداد عفونت ها از ۴۰،۰۰۰ فراتر رفت و بیش از ۹۰۰ نفر در این اثر جان باختند. این آمار از شیوع سارس در سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳، بسیار بیشتر بود.

تصمیم‌گیری در مورد بحران در چین مدرن، از دیدگاه تاریخی به عنوان یک تاکتیک متعادل برای جلوگیری از تشدید منفی اوضاع و پیشبرد منافع اصلی توصیف شده است. از نظر شیوع بیماری، این امر به معنای پرداختن به موقعیت برای کاهش نتایج منفی آن (هم بیماری و هم غیر بیماری) و کاهش قرار گرفتن رهبری حزب کمونیست چین، در تیر رس انتقادهای عمومی، در داخل و خارج از کشور است.

این اهداف در حالی که کاملاً منحصر به فرد نیستند، نه تنها قادر خواهند بود علایق و ذینفعان را برجسته کنند، بلکه می‌توانند در شرایط حاد و حساس به زمان، مقابل یکدیگر قرار گیرند. تحلیل‌گران دریافته‌اند که واکنش‌های سیاسی چین تحت فشار، وابسته به برداشت پکن از اوضاع و میزان چالش موجود با دشمنان بالقوه دارد. دشمنان بالقوه از منظر حزب کمونیست شامل وضعیت «محیط داخلی» چین و شور و شوق داخلی برای تصمیم‌گیری حزب، ساختار و پویایی دستگاه تصمیم‌گیری حزب و شخصیت‌های بالقوه رهبری این کشور، بعنوان جانشین هستند.

در تصمیمات دولت چین، تصمیمات حزب مرکزی کمونیست، همواره نقش اساسی داشته است. به عنوان مثال، در آخرین بحران مهم سلامتی چین، یعنی شیوع سارس، رهبری چین با احتیاط و به این امید که بحران توسط ساختارهای موجود برطرف شود، اعتقاد داشتند که اذعان و اعلان عمومی، باعث تضعیف اعتبار حزب کمونیست می‌شود.

دولت چین در حقیقت اقدامات خاصی را برای اطمینان از کنترل دقیق جریان اطلاعات و تحقیقات انجام داد و اجازه نداد اطلاعات و وضعیت سیر بیماری، اطلاع رسانی عمومی شود. توجیه این قضیه نیز جلوگیری از ایجاد جو استرس در مردم بود. هر چند نتیجه این اقدام برکناری وزیر بهداشت ژانگ ونکانگ و شهردار پکن، منگ زوئونگ شد. این امر سبب شد که با گسترش سیر بیماری و افزایش بی اعتمادی عمومی به دولت، سرانجام دولت ناچار اعتراف به شیوع سارس در کشور کرد. آمارهای شیوع سارس در این کشور، ۱۰ برابر بدتر از آنچه بود که قبلاً اعلام گردیده بود.

تحلیل‌ها نشان می‌دهد که چنین واکنش‌های تأخیری و پنهانی از سوی رهبران یا نهادهای حزب کمونیست، اتفاقی منحصر به فرد نیست، به ویژه وقتی در یک پیش زمینه تاریخی یا اقتصادی گسترده تر قرار گیرد. در مورد شیوع سارس، این واکنش در شرایط گسترده‌تر انتقال رهبری ارشد حزب از جیانگ زمین به هو جینتائو، تحول سریع اقتصادی کشور و افزایش ادغام بین المللی صورت گرفت.

در این سیستم، رویدادهای بزرگ سیاسی غالباً منجر به تغییر و تحولات گسترده سیاسی می‌شود که به برکناری دولت‌ها و یا رهبری حزب ختم خواهد شد. در نتیجه، در بحران‌های عمومی یا بهداشت، برای پیشگیری از هدف قرار گرفتن توسط رقبا، افکار عمومی و جریانات سیاسی، رهبران نه تنها تمایل به تصمیم‌گیری‌های پشت صحنه ندارند، بلکه تصمیم‌گیری مبتنی بر اجماع را ترجیح می دهند، بدین معنی که همه ما (مردم، مسئولین و احزاب اوپوزسیون) در تصمیم‌گیری و سیاستگذاری و اتفاقات آتی، شریک هستیم.

در ارتباط با ویروس کرونا، دولت چین در مواجهه با یک بحران بهداشتی از نوآوری ویروس جدید، اقدامات بسیاری را برای کاهش انتشار ویروس و افزایش سطح اطمینان جامعه به کنترل عمومی اوضاع توسط حزب کمونیست بر اوضاع، انجام داده است. همانطور که مایکل سواین اشاره می‌کند، این بحران غیرسیاسی و غیر نظامی، نه تنها باعث کاهش اعتبار حزب نخواهد شد، بلکه با شفاف‌سازی عمومی و همکاری گسترده با جامعه جهانی، به اعتبار داخلی و خارجی حزب کمک کرده و در نهایت اعتماد عمومی را در سطح گسترده‌ای، افزایش می‌دهد.

در اواخر ژانویه، رسانه‌های دولتی، نحوه برخورد شی جینپینگ را در مورد شیوع این بیماری، اعلام کردند و اطمینان دادند که این بیماری همه‌گیر، تحت سرپرستی حزب کمونیست برطرف خواهد شد. رسانه‌های چین به انتشار تصاویر از کارمندان مراقبت‌های بهداشتی و توزیع ماسک‌های ایمن پرداختند، این در حالی بود که کارشناسان خاطرنشان می‌کردند، ماسک‌ها به اندازه روش‌های اساسی بهداشتی، محافظت قابل توجهی از ویروس ندارند. این تصاویر بدون شک در خدمت همان هدفی هستند که در شیوع سارس رخ داده است؛ «بصری بودن سیگنال و اطمینان به مردم که مدیران و مسئولان مراقبت های بهداشتی به سرعت در حال پاسخگویی به بحران هستند». بعدها، بسیاری از رسانه‌های غربی خاطرنشان کردند که رهبری مرکزی با تعجب به «کاستی و نواقص» در برخورد با شیوع بیماری چین اعتراف کرده است.

با این حال، پوشش رسانه‌ای دولتی چین و نیز خدمات ارائه شده آنقدر بود که حتی این اعتراف نیز کمرنگ یا کاملاً نادیده گرفته است.

این امر هدایتگری به سوی الگویی دیگر که در حالات بحران چین دیده می‌شود، یعنی گول زدن مسئولیت رهبری حزب مرکزی خواهد بود. یکی از مفسران ادعا کرده است که حزب کمونیست به طرز حیرت انگیزی تحمل انتقاد را در صحن رسانه‌های اجتماعی و عمومی و با هدف پاسخ به سطح محلی و دولت در سطح استانی داشته و رضایت‌مندی بسیاری از دور شدن سرزنش از چهره‌های اصلی، دارند. این حزب همچنین تلاش‌هایی را برای «اجرای نظم، انضباط و شیوه کار صحیح اعضای حزب و مقامات دولتی»، مقامات سطح پایین را که در مدیریت آنها در موارد ابتلا به عفونت موضعی تلقی نمی شوند، از بین برد. به همین ترتیب، حزب مرکزی از طریق دادگاه عالی اخیراً از مقامات ووهان برای دستگیری پزشکی چینی، لی ولیانگ، در اول ژانویه که سعی در هشدار به مردم از طریق رسانه‌های اجتماعی در شیوع احتمالی ویروس داشت، انتقادی شدید انجام داد. هنگامی که همان پزشک بعداً به علت بیماری عروق کرونر درگذشت و باعث خشم گسترده شد، کمیسیون نظارت ملی اعلام کرد؛ در حال آغاز تحقیقات برای این پرونده است. این موارد از تنش بین دستگاه‌های حزب مرکزی و محلی، منعکس کننده واکنشی ارتباطی در حفظ مشروعیت CCP و لزوم آگاهی کافی از مردم از تهدیدهای سلامتی، است.

در سرزنش نخبگان و متخصصان سطح پایین، حزب اساساً دو خطر را برای مدیریت مؤثر، جلوگیری یا حل چنین بحرانی ایفا می‌کند. اولاً ریسک آن است که، با اجازه تخریب اعتبار رسمی در سطح محلی، دولت به طور بالقوه در حال کاهش تخصص محلی، منطقه‌ای یا تجربه‌ای است که مدیران به جای کاهش ناکارآمدی در جدول آورده‌اند و همانطور که زایسو ژانگ نشان می‌دهد، این امر می‌تواند در طولانی مدت به اعتبار رهبری مرکزی آسیب برساند.

ثانیاً و شاید مهتر از مورد اول، سرزنش سبب دلسردی مقامات سطح پایین و متوسط از ابتکار عمل خواهد شد، بنابراین یک گروه استانی یا کشوری ناکارآمد را القا کند که سیاست‌های کوتاه انگارانه‌اش باعث جلوگیری از آمادگی و انعطاف پذیری گروه خواهد شد. علاوه بر این سناریوی بحران، سیگنالینگ چین حاکی از آن است که این حزب نه تنها نگران ادای حضور در مخاطبان داخلی است، بلکه نسبت به افکار بین‌المللی نیز حساس است. چهره چین - و همچنین درک خود از دیگران - می‌تواند در تصمیم‌گیری حتی در مورد بحرانی که عموماً به عنوان یک بحران ملی شکل می‌گیرد و نه بین المللی مؤثر باشد. چین همچنان نسبت به روابط متقابل خود با قدرت‌های خارجی، به ویژه قدرت‌های بزرگ، بسیار نا مطمئن است. به دلیل نفوذ فزاینده چین در بازارهای جهانی و سیاست‌های منطقه‌ای، اکنون سایر کشورها بیش از آنچه در زمان بحران سارس انجام می شد، مورد بررسی قرار می‌گیرند.

در سراسر زمان شیوع کرونا ویروس، رسانه‌های دولتی چین غالباً منافع و برداشت‌های چین و مؤسسات بین المللی، مانند WHO، را متناسب ترسیم و پوشش می‌دهند.

با این حال، مقالات زیادی در منابع خبری چینی هشدار داده‌اند که انتقاد خارجی از رهبری در مورد رسیدگی به بحران بهداشت، به ضرر تولید خواهد شد یا اینکه محدودیت‌های مسافرتی و تجاری برای چین توسط سایر کشورها مانند آمریکا وجود دارد.

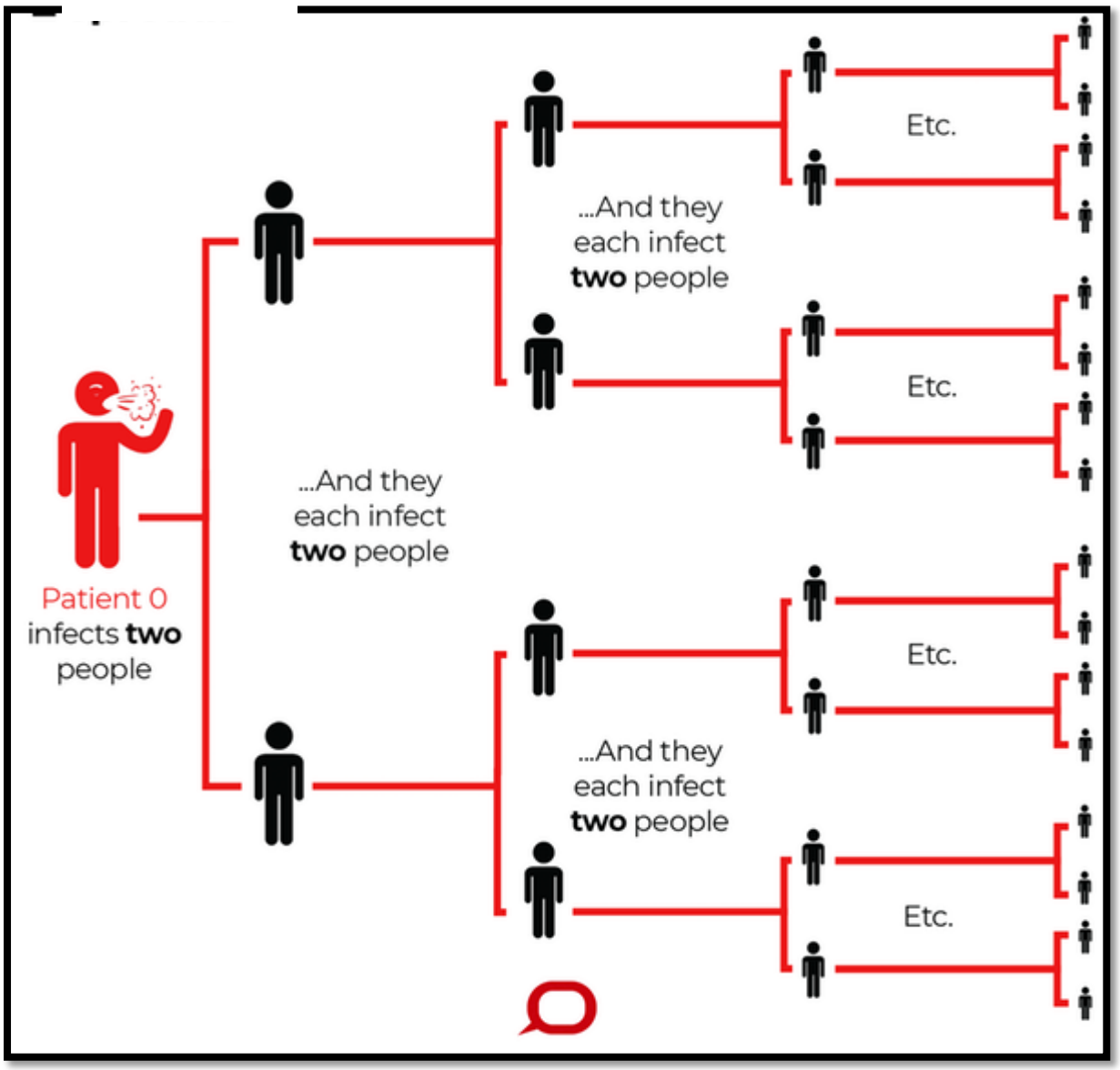
مقاله‌ای در روزنامه مردم ادعا کرده است که ایالات متحده در انتقاد از اقدامات واکنش حزب کمونیست می‌کوشد «امتیاز متقابل از چین» بگیرد. این دیدگاه‌ها خلاف تمامی خط مشی تاریخی این کشور است؛ «که هیچ کس نمی‌تواند به ما زور بگوید» و به نحوی نمایانگر این است که دولت‌های خارجی آمادگی استفاده از آسیب‌پذیری چین را دارند و قدرت‌های سنتی، درصدد جلوگیری از مسیر اجتناب ناپذیر چین، به سوی بزرگی هستند. علاوه براین سایر محققان خاطرنشان می‌کنند، این درک در شرایطی که حزب کمونیست فشارهای قابل توجهی را تجربه می‌کند، حادتر است. با این حال، با در نظر گرفتن دید منفی اخیری که درصد قابل توجهی از جامعه جهانی به نقض حقوق بشر چین در سین کیانگ، اعتراضات هنگ کنگ و تجاوزات پکن علیه سایر کشورها در آسیا و اقیانوس آرام پرداخته است، نباید جای تعجبی در تیر رس بودن مقامات چینی بگذارد.

تاریخچه و مرگ و میر بالای سارس، خود چالش بزرگی در مهار شیوع کرونا ویروس است. بطور مثال، جوامع بین‌الملل سفر و تجارت خود را با چین بطور قابل توجهی کاهش داده‌اند. بطوریکه فشار اقتصادی ناشی از آن، رهبری ارشد حزب را به شدت نگران کرده است. این در حالی است که بسیاری از تعرفه‌های ایالات متحده، با وجود توافق تجاری اخیر در کالاهای چینی، پایین باقی مانده است. مطمئناً چنین نگرانی در مورد بهداشت عمومی برای هر کشوری که دارای جمعیتی متراکم شهری باشد، چالشی مهم خواهد بود. با تمام این اوصاف، کمبود اعتماد در چین، به ویژه در ماه ژانویه و افزایش شیوع کرونا ویروس (همچنین گزارش‌های مقامات فردی که آمادگی لازم در پاسخ دولت را نشان داده‌اند) حاکی از آن است که نظام تاریخی چین نسبتاً پابرجا باقی مانده است!

مقدمه

- **چگونه دانشمندان شدت طغیان عوامل بیماری‌زا مثل ویروس کرونا و قابلیت همه‌گیری آن را محاسبه می‌کنند؟**

عدد تکثیر (R0)[1] شدت طغیان یک بیماری عفونی را توصیف می‌کند. در واقع تخمینR0 مهم‌ترین بخش شناسایی الگوی پاندمی یا همه‌گیری در سطح بزرگ است. تعریف علمی R0 عبارت است از: متوسط تعداد افرادی که یک فرد مبتلا به عفونت، طی دوران عفونت خود می‌تواند آلوده کند. وقتی میزان R0 بالاتر از ۱ باشد به معنی این است که بیماری قابلیت انتشار بالایی دارد. تصویر زیر نحوه انتشار ویروس با R0 معادل ۲ را نشان می‌دهد.



[1] Reproduction Number

دو رویکرد در استفاده از عدد تکثیر وجود دارد:

۱. عدد تکثیر پایه[۲]: این عدد حداکثر قابلیت همه‌گیری پاتوژن را بیان می‌کند. یعنی توصیف کننده این است که اگر فرد مبتلا وارد جمعیت مستعد شود چه اتفاقی می‌افتد.
۲. عدد تکثیر موثر[۳]: این عدد به میزان آسیب‌پذیری جامعه بستگی دارد. درواقع قابلیت انتقال عامل عفونی کمتر از عدد تکثیر پایه است. چرا که عواملی مانند واکسیناسیون در برابر پاتوژن، ابتلای قبلی و افزایش مقاومت بدن در میزان قابلیت انتقال تاثیرگذارند. بنابراین عدد تکثیر موثر طی زمان تغییر می‌کند و به شرایط واقعی جامعه نردیک تر است.

گروه‌های مختلف نسبت به محاسبه R0 برای انتشار کرونا ویروس اقدام کرده‌اند. گروه کالج سلطنتی[۴] R0 را عددی بین ۱.۵ تا ۳.۵ برآورد کرده‌است. محققان دانشگاه چین[۵] R0 را عددی بالاتر از ۴.۰۸ اعلام کرده‌اند. البته این اختلاف عجیب نیست؛ چرا که در حال حاضر در خصوص بسیاری از عوامل تاثیرگذار در میزان R0 (مانند تعداد موارد و بالاخص در مراحل اولیه طغیان) قطعیتی وجود ندارد. برمبنای این تخمین ها، پیش بینی تعداد موارد ابتلا در آینده، مملو از سطح بالایی از عدم قطعیت است و به احتمال زیاد ناصحیح و بی دقت است.

مشکلات اصلی تعیین تعداد موارد عبارتند از:

۱. دوره بیماری‌زایی این پاتوژن هنوز نامشخص است.
۲. محققین نمی‌دانند که چه تعداد از موارد خفیف یا عفونی که علایم را نشان نداده‌اند، توسط نظام مراقبت شناسایی نشده‌اند و در حال انتشار بیماری هستند.
۳. اکثر افرادی که به این ویروس مبتلا شده‌اند بهبود یافته‌اند و احتمالا در برابر ابتلای مجدد ایمن شده‌اند. مشخص نیست که تغییر در میزان مستعد بودن جمعیت چگونه آینده انتشار بیماری را تحت تاثیر قرار خواهد داد. این موضوع بالاخص در ووهان (مرکز اصلی اپیدمی) بسیار حائز اهمیت است.
۴. هیچ کس از پیامدهای آتی اقدامات کنترلی فعلی اطلاعی ندارد. اپیدمیولوژیست‌هایی که میزان R0 را تاکنون محاسبه کرده‌اند هیچ‌گاه درباره تاثیر اقداماتی مانند جداسازی و قرنطینه در نحوه انتشار ویروس در آینده توضیحی نداده‌اند.

[2] basic reproduction number
[3] effective reproduction number
[4] Imperial College group
[5] University of Chinese Academy of Sciences

در ادامه به برخی از سناریوهایی که درخصوص آینده انتشار این ویروس در منابع معتبر منتشر شده‌است اشاره می‌گردد:

Nature

- **زمان اوج شیوع کرونا کی خواهد بود؟**

شیوع ویروس کرونا در چین همچنان ادامه دارد و روزانه هزاران نفر را مبتلا می‌کند. این امر اپیدمیولوژیست‌ها را بر آن داشته تا زمان اوج شیوع این بیماری را تخمین بزنند. برخی معتقدند اوج شیوع زمانیست که تعداد افراد مبتلا در یک روز به بالاترین حد خود برسد که این در هر زمانی ممکن است اتفاق بیفتد. برخی دیگر می‌گویند که زمان اوج شیوع چند ماه بعد است و تا آن زمان این ویروس میلیون ها نفر یا صدها میلیون نفر را آلوده می‌کند.

مقامات بهداشت عمومی می خواهند زمان دقیق اوج را بدانند و اینکه چه تعداد آلوده خواهند شد تا آن‌ها بتوانند بیمارستان‌ها را آماده کنند و همینطور می‌خواهند بدانند که چه زمانی مناسب لغو محدودیت‌ها و تعطیلی‌هاست.

برخی محققان هشدار می‌دهند که پیش‌بینی دقیق دشوار است به ویژه وقتی که داده‌های مورد استفاده در مدل‌ها ناقص هستند. برایان لابوس[6] که در زمینهٔ نظارت بر بیماری در دانشگاه نوادا، لاس وگاس فعالیت دارد، می‌گوید: «اگر هر هفته در پیش‌بینی‌های خود تجدید نظر کنید و بگویید که شیوع بیماری در یک یا دو هفته به اوج خود می‌رسد، بالاخره زمانی حدستان درست از آب خواهد در آمد».

سناریوی اول یا خوش بینانه: از نقطهٔ اوج بیماری، عبورکرده‌ایم

در ۱۱ فوریه، ژونگ نانشان[7]، یک پزشک برجستهٔ چینی که سرپرست گروهی از متخصصان در کنترل شیوع بیماری است، گفت که احتمال دارد تا انتهای ماه فوریه، ویروس کرونا به اوج خود برسد. ژونگ که به کشف ویروس SARS مشهور است، گفت که اوضاع با اقدامات کنترلی دولت مانند محدودیت سفر و تعطیلات طولانی بهبود یافته است، اگرچه او اعتراف کرد که دوران سختی برای ووهان بود.

تاکنون وجود این ویروس در بیش از ۷۰،۰۰۰ نفر تأیید شده و این بیماری، اکنون با نام COVID-19 در چین شناخته شده است. اما بسیاری از دانشمندان تصور می‌کنند که تعداد افراد مبتلا، بیش ازتعدادی است که در گزارش‌ها اعلام شده است. آن‌ها گمان می‌کنند که در چین آزمایش‌های تشخیصی و کارکنان مراقبت‌های بهداشتی به میزان کافی برای تأیید همهٔ موارد وجود ندارد. همچنین برخی دانشمندان این

[6] Brian Labus
[7] Zhong Nanshan

مسأله را مورد پرسش قرار می‌دهند که آیا ژونگ با توجه به تأثیر شیوع این ویروس بر اقتصاد و جامعه، فقط سعی در اطمینان دادن به مردم دارد یا اظهارات او حقیقت دارد.

حداقل یک مدل با برآورد ژونگ مطابقت دارد. محققان دانشکدهٔ «Hygiene and Tropical Medicine» لندن پیش‌بینی می‌کنند که اوج ممکن است هم اکنون در هر زمان، رخ دهد. سباستین فانک[8] -متخصص آماری که بیماری‌های عفونی را مدل‌سازی می‌کند و در انجام بررسی همکاری کرده است، می‌گوید: «این پیش‌بینی بر اساس تخمین استوار است که قبل از اعمال محدودیت سفر در ۲۳ ژانویه، یک فرد آلوده در ووهان به طور متوسط بین ۱.۵ تا ۴.۵ نفر دیگر را آلوده کرده است». فانک تخمین می‌زند که در زمان اوج، حدود یک میلیون نفر، برابر با ۱۰درصد از جمعیت ووهان آلوده خواهند شد.

فانک نتایج تجزیه و تحلیلی که توسط همکارانش مورد بازبینی قرار نگرفته است، در تاریخ ۱۲ فوریه در وب سایت مؤسسهٔ خود قرار داد. اما او می‌گوید که از زمان انجام این کار، کاهش تعداد موارد جدید و مرگ و میر در ووهان نشان می‌دهد که احتمالا شیوع بیماری به اوج خود رسیده است (بیش از ۱۴۰۰۰ مورد جدید در تاریخ ۱۳ فوریه گزارش شده است، اما این کاهش ممکن است ناشی از تغییر روش مقامات در نحوهٔ تشخیص بیماران باشد و نمی‌توان آن را معیار واقعی در نظر گرفت).

سناریوی دوم یا بدترین: به دلیل مداخلات، هنوز به نقطهٔ اوج شیوع بیماری نرسیده‌ایم.

نیروشی نیشیورا[9]، اپیدمیولوژیست دانشگاه هوکایدو در ساپورو، ژاپن می‌گوید برخی از محققان چنین تخمین‌هایی را بیش از حد، خوش‌بینانه می‌دانند. مردم در اکثر شهرهای چین، بعد از یک دورهٔ طولانی تعطیل عمومی، هفتهٔ گذشته به سر کارهای خود برگشتند و با این کار، زمینهٔ دور جدیدی از انتقال این ویروس را فراهم کردند.

نیشیورا می‌گوید از مدلی بهره گرفته است که تخمین می‌زند، اوج شیوع این ویروس در بین اواخر مارس و اواخر می میلادی خواهد بود، در این بازهٔ زمانی، به گفتهٔ وی، ۲.۳ میلیون مورد ابتلا به این ویروس تنها در یک روز تشخیص داده خواهند شد. درمجموع، وی تخمین می‌زند که ۵۵۰ تا ۶۵۰ میلیون نفر در کل چین به این ویروس آلوده شوند که تقریباً برابر است با ۴۰ درصد از کل جمعیت این کشور. نیشیورا می‌گوید که نیمی از این افراد علائم این بیماری را بروز خواهند داد.

نیشیورا بیان می‌دارد که وی مقاله‌ای دارد که در آن، توصیف این مدل و تخمین‌ها در سرور medRxiv در مرحلهٔ پیش از چاپ قرار دارند. به گفته وی به منظور ارائه چنین تخمینی، گروه او توان بالقوهٔ انتقال این ویروس جدید را در نظر گرفته‌اند. هرچند، این مدل فرض می‌کند که هر فردی در جمعیت مشخص‌شده، مستعد آلودگی به این ویروس است. گروه وی تخمین می‌زند که R0 برابر است با ۱.۵ تا ۲ است.

---

[8] Sebastian Funk
[9] Hiroshi Nishiura

نیشیورا می‌گوید مدل وی چشم انداز نسبتاً ساده‌ای را نشان می‌دهد، زیرا بر این فرض استوار است که هر فرد در جمیعت، مستعد بیماری است. همچنین این ایده را منعکس می‌کند که بسیاری از افراد آلوده شده، از خود نشانه‌های قطعی بیماری را بروز می‌دهند و یا اینکه به‌قدر کافی بیمار نشده‌اند تا به دنبال روند درمان پزشکی بروند. اگر چنین حالتی پیش بیاید، عدد کنونی از موارد گزارش‌شده به‌طور قابل‌توجهی، تعداد افراد آلوده‌شده را کمتر از حد واقعی نشان داده است.

گابریل لئونگ[10]، یک اپیدمیولوژیست در دانشگاه هنگ‌کنگ بیان می‌دارد که تخمین‌های ارائه شده توسط نیشیورا محتمل هستند. جامعه هیچ مصونیتی در مقابل SARS-CoV-2 که همان ویروس مولد، COVID-19 است ندارد. درنتیجه این بیماری همه‌گیر به همین روند رو به افزایش خود ادامه خواهد داد. لئونگ بیان می‌دارد، درحالی‌که این تخمین‌ها بیش‌از حد به نظر می‌رسند، هنوز واضح نیست که این ویروس تا چه حدی مرگبار است. در آخرین محاسبات از میزان مرگ‌ومیر که در مقاله ژونگ[11] در نهم فوریه ارائه شد، بیان گردید که در هر ۱۰۰ مورد از این بیماری، ۱.۳۶ مرگ گزارش می‌شود. ولی این عدد احتمالاً بسیار زیاد است زیرا محققان مواردی که شرایط نه‌چندان حادی نداشتند را مدنظر قرار ندادند (در خارج از چین در هر ۵۰۰ مورد، دو مورد مرگ گزارش شده است).

لئونگ بیان می‌دارد که همچنین مشخص نیست که معیارهای کنترلی در صورت وجود مانند منع سفر و یا در قرنطینه نگه‌داشتن افراد، تأثیری بر روی زمان‌بندی و یا شدت اوج شیوع این ویروس دارد. نیشیورا و فانک[12] بیان می‌دارند که مدل آن‌ها این معیارها را در نظر نگرفته است، زیرا کارایی آن‌ها هنوز به‌طور کامل مشخص نشده‌اند.

بسیاری از دانشمندان اظهار می‌دارند که معیارهای کنترلی نمی‌توانند به‌طورکلی تعداد افراد آلوده شده به این ویروس را کاهش دهند، ولی می‌توانند به اوج رسیدن شیوع این بیماری همه‌گیر را طولانی‌تر کنند که به گفتهٔ لئونگ، این کار با آهسته‌تر کردن انتقال ویروس روی می‌دهد.

بنا بر گفتهٔ لئونگ، کاستن از تعداد افرادی که در زمان اوج شیوع به این ویروس آلوده می‌شوند، بسیار مهم است. اگر هر فردی در آن زمان، آلوده به این ویروس شود، به گفتهٔ لئونگ، جامعه به بن‌بست می‌رسد، خدمات سلامتی فشار خُردکننده‌ای را تحمل می‌کند و مردم می‌میرند.

[10] Gabriel Leung
[11] Zhong
[12] Nishiura and Funk

با اطلاعات محدودی که تاکنون وجود دارد، محققین تلاش می‌کنند تا مسیر انتشار این ویروس در آینده را پیش‌بینی کنند. در این شرایط انواع سناریوها و شواهد تأییدکننده یا ردکننده آن‌ها بسیار با اهمیت هستند، چرا که منجر به برنامه‌ریزی بهتر می‌شوند. این سناریوها را می‌توان در دو گروه اصلی قرارداد؛ یا جهان می‌تواند آن را کنترل کند و یا اینکه یک همه‌گیری بزرگ، در شرف وقوع است.

سناریوی شماره یک: مهار (containment)

خوش‌بینانه ترین سناریو، روشی است که در آن nCoV-2019 بیش‌تر در چین محدود می‌شود، جایی‌که تاکنون ۹۹٪ مورد تأیید شده رخ داده است. (تا ۴ فوریه، دوازده کشور دیگر مجموعا ۱۹۵ مورد را گزارش کرده بودند) "بدیهی است که گسترش وسیعی در داخل چین وجود داشته است، اما [در جای دیگر]، هیچ مدرکی مبنی بر وجود هرگونه انتقال قابل توجهی از انسان به انسان، وجود ندارد." رابین تامپسون، اپیدمیولوژیست دانشگاه آکسفورد بیان کرده است:" احتمالاً این خطر به اندازه بعضی از مدل‌ها، زیاد[13] پیش بینی نشده است.

اگر هیچ کشور دیگری شاهد انتقال پایدار نباشد؛ قرنطینه‌ها و اقدامات دیگری که در چین انجام شده است، تعداد عفونت‌ها را در آنجا کاهش می‌دهد و خطر شیوع آن به تدریج کاهش می‌یابد و ممکن است ویروس سرانجام از بین برود. این اتفاق با شیوع شدید سندرم تنفسی حاد (SARS) که در سال ۲۰۰۳ رخ داد و پس از کم‌تر از ۹۰۰۰ مورد پایان یافت.

مدیر کل Tedros Adhanom Gbrebreesus در یک کنفرانس خبری؛ خواستار اتخاذ جهانی توصیه‌ای بود که تیم وی در شیوع فعلی ابولا انجام داده بودند؛« با این بیماری مبارزه کنید و سعی کنید آن را از به دست آوردن جای پایی در جای دیگر حفظ کنید. همچنین بر روی مرکز زمینی[14] متمرکز شوید.». «اگر شما چندین مرکز داشته باشید دچار آشفتگی می‌شوید.»

آن‌ها همچنین گمان می‌کنند که وضعیت جوی (آب‌وهوایی) ممکن است، کمک کننده باشد. آنفلوانزا به طور معمول فقط در ماه‌های زمستان گسترش می‌یابد و در زمان‌های مختلف به شمال و جنوب چین می‌رسد. اگر این مسئله در ارتباط با nCoV-۲۰۱۹ صحیح باشد، گسترش آن ممکن است در عرض چند ماه در نیمکره شمالی کند شود. جوزف وو، مدرس دانشگاه هونگ کنگ ، بیان کرده است: «این یک علامت سؤال بزرگی است که ما در حال حاضر می‌خواهیم آن را ارزیابی کنیم».

آیا مهار این ویروس واقع بینانه است؟ موفقیت تا حدی بستگی به این دارد که آیا افراد آلوده که علائم ندارند می‌توانند ویروس را گسترش دهند. آلیساندرو وسپینیانی، یک مدل‌ساز بیماری‌های عفونی در دانشگاه شمال شرقی می‌گوید: «یافتن افراد بدون علامت و جداسازی آن‌ها دشوار است، بنابراین اگر

[13] -high
[14] -epicenter

بتوانند بیماری را گسترش دهند، متوقف کردن nCoV-۲۰۱۹ در چین بسیار دشوار خواهد بود. اما اگر انتقال بدون علامت نادر باشد، جداسازی و رعایت فاصله اجتماعی می‌تواند تأثیر بزرگی داشته باشد.»
تاکنون گرفتن پاسخ این سؤال دشوار بوده است. به نظر می‌رسد برخی از داده‌های چین از انتقال بدون علامت پشتیبانی می‌کنند اما هیچ کدام واضح نیستند.
محققان خاطرنشان کردند که برخی از بیمارانی که مورد مطالعه قرار گرفته‌اند ویروس را پخش کرده‌اند حتی اگر علائم آن‌ها خفیف بوده است. کریستین دروستن، ویروس شناس از بیمارستان دانشگاه Charité در برلین گفت: این بیماری تقریباً به اندازه انتقال بدون علامت بد و خطرناک است: بیماران با علائم خفیف بعید است که به دنبال مراقبت های پزشکی باشند و حتی ممکن است در خانه نباشند و به ویروس فرصت‌های گسترده ای را برای انتقال وسیع ارائه دهند.

سناریوی شماره دو: همه‌گیری (pandemic)

براساس آنچه که تاکنون مشاهده شده است، بسیاری از محققان گمان می‌کنند که احتمالاً برای مهار ویروس خیلی دیر است. Aavitsland می‌گوید: «با گسترش ویروس در چین، خطر انتقال به سایر کشورها افزایش می‌یابد و دیر یا زود شاهد گسترش ویروس در کشور دیگری خواهیم بود». تاکنون انتقال پایدار در خارج از چین وجود نداشته است اما ایشان انتظار تغییر این رویه را دارند!
اگر ویروس به صورت همه‌گیر در همه نقاط دنیا گسترش یابد، چند سؤال پرسیده خواهد شد: چند درصد از جمعیت آلوده می‌شوند و از این تعداد، چه میزان بیمار خواهند شد یا می‌میرند؟ در موارد شدیدتر، تقاضاهای سنگین‌تری در مورد سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی وجود دارد و باعث ترس بیش‌تر و اختلال در زندگی روزمره می‌شوند. یک بیماری همه‌گیر کشنده ممکن است جهان را وادار کند تا در صورت دسترسی، در مورد دسترسی عادلانه به داروها یا واکسن‌ها تصمیم‌گیری واضحی انجام دهد.
Aavitsland می‌گوید ممکن است این امر منجر به محدودیت‌های گسترده در سفرهای داخلی شود، که در حال حاضر در چین اعمال می‌شوند. اگر از طرف دیگر، nCoV-۲۰۱۹ شبیه سرماخوردگی یا آنفولانزای خفیف باشد، شیوع ویروس کم‌تر نگران کننده خواهد بود. ممنوعیت سفر موجود احتمالاً برداشته می‌شود.
درک میزان شدت و میزان مرگ و میر موردی با هر پاتوژن(عامل بیماری‌زا) جدید یک چالش است. هنگامی‌که یک نوع جدید آنفلوانزا در سال ۲۰۰۹ ظهور کرد- و باعث ایجاد بیماری همه‌گیر شد- بسیاری نگران بودند که ممکن است بیماری شیب تندی داشته باشد. ماه‌ها طول کشید تا ثابت شود که ویروس جدید از حدود ۱۰.۰۰۰ بیمار، باعث مرگ تنها یک نفر شده است.
مطالعات انجام شده در چین هم چنین مواردی را نشان داده است که علائم کمی دارند. لیپسچ بیان کرده است: آنچه از دست رفته است؛ انجام یک مطالعه بزرگ در چین است.
اگر در واقع nCoV-۲۰۱۹ همه‌گیر شود، بشریت ممکن است به طور نامحدود با آن درگیر شود. بعد از گسترش وسیع، ویروس ممکن است در جمعیت انسان مانند همه چهار کرونا‌ویروس دیگر که باعث

سرماخوردگی می‌شوند، بومی(آندمی) شود وگاهی اوقات باعث شیوع جدیدی می‌شود. این‌که تا چه حد مرگ و بیماری را در پی دارد؛ حدس افراد است.

دانشمندان اطلاعات را با سرعت جمع‌آوری و به اشتراک گذاشته اند؛ وسپینانی می‌گوید: «هر روز که می‌گذرد، بیشتر می‌دانیم و هر روز که می‌گذرد، می‌توانیم الگوی بهتری انجام دهیم. متأسفانه، این جانور با سرعت زیادی در حال حرکت است.»

BuzzFeed.News

سناریوی شماره یک: ویرس عمدتاً به چین محدود می‌شود

مبنای این سناریو براساس اقداماتی است که دولت چین جهت مهار بیماری از طریق قرنطینه‌سازی شهر و ایزوله‌کردن بلوک‌های مسکونی از یکدیگر انجام داده است. در حمایت از سناریوی مهار، مایک رایان[۱۵]، مدیر اجرایی برنامهٔ فوریت‌های سلامتی WHO، خاطرنشان کرد «علی رغم آنکه گزارش‌های مربوط به بیماری به طور پیوسته در استان مبدا افزایش یافته، در استان‌های خارج از آن، چنین شتابی را مشاهده نمی‌کنیم. همچنین شتاب در هنگ کنگ، ماکائو و تایوان نیز به همان اندازه نیست. من فکر می‌کنم ما در خارج از ووهان، وضعیت نسبتاً پایداری را شاهد هستیم».

اصلی‌ترین مسئله در بحث موفقیت مهار در چین - جایی که شیوع مرگبار توسط قرنطینه‌ها و بستری شدن در بیمارستان کاهش یافته- مربوط به این است که آیا انتقال ویروس توسط افراد بدون علائم نیز موجب بیماری می‌شود. همچنین الساندرو وسپینیانی[۱۶]، یک متخصص بیماری‌های عفونی در دانشگاه Northeastern گفت: «برخی موارد ممکن است از قرنطینه فرار کنند و شیوع بیماری را افزایش دهند و این امر محدودکردن بیماری به چین را بسیار دشوار کرده است».

براساس گزارش پزشکی مجلهٔ NewEngland، یک زن چینی که برای کار به آلمان سفر کرده بود، در یک جلسهٔ کاری، چهار آلمانی را آلوده و در بازگشت به خانه، علائم را احساس کرد. براین اساس، کاخ سفید، قرنطینهٔ مسافران چینی و افرادی که به ووهان سفر کرده بودند را در دستور کار قرار داد. اما مطالعهٔ پروندهٔ پزشکی این زن نشان داد که وی زمانی که در آلمان بود، تب و علائم دیگری داشت اما به منظور حضور در جلسات تجاری، آن‌ها را با دارو سرکوب کرد.

با وجود اینکه دانشمندان چینی اطمینان دارند که عفونت‌های بدون علامت اتفاق می‌افتد؛ برخی این نوع عفونت‌ها را عامل تأثیرگذار شیوع نمی‌دانند زیرا بر این عقیده‌اند که چهار ویروس کرونا در حال حاضر بین مردم بومی متداول است، این ویروس‌ها موجب ۱۰ تا ۳۰ درصد از سرماخوردگی‌ها، ذات‌الریه و خطرناک‌تر از آن‌ها مرس و سارس می‌شود.

---

[15] Mike Ryan
[16] Alessandro Vespignani

سناریوی ۲: نوعی دیگر از آنفولانزای فصلی

براساس این سناریو، اگر coronavirus موفق به انتشار در خارج از چین شود، لزوما فاجعه‌بار نیست. ممکن است که مشخص شود این ویروس نیز رفتار فصلی دارد و مانند آنفولانزا در زمستان طغیان می‌کند. این الگو حداقل در تاثیرات دو مورد از ویروس‌های کرونای متداول و شناخته‌شده روی افراد مشاهده شده است. این همان اتفاقی است که در همه‌گیری آنفولانزای اسپانیا در سال ۱۹۱۸ طی دو موج فصلی در جهان رخ داد. Fauci گفته است که در صورتی که این بیماری به شکلی که پیش‌بینی شده مجدداً رخ دهد ما واقعاً نیازمند واکسن برای آن هستیم و در حال حاضر چندین واکسن در حال تولید هستند. اولین دوز واکسن coronavirus جدید، احتمالاً ابتدا به ارائه‌دهندگان خدمات بهداشتی و بعد از آن، سالمندان و افرادی که دارای خطرات سلامتی نظیر بیماری ریه هستند، می‌رسد.

اگرچه بیماری H1N1، زمانی شناسایی و برای واکسیناسیون عمومی علیه آن اقدام شد که از مکزیکوسیتی وارد مرزهای آمریکا شده بود، بیماری کرونا پیش از پخش شدن در سراسر جهان شناسایی شد و این پنجرهٔ فرصت را برای جهانیان ایجاد کرد که بتوانند برای کند کردن آن مداخله کنند. این کاهش سرعت انتشار، برای CDC این فرصت را ایجاد کرد که یک آزمایش تشخیصی جدید برای کروناویروس انجام دهد که این آزمایش، اخیرا توسط FDA تصویب شد.

سناریوی ۳: همه‌گیری کشندهٔ جهانی

بدترین حالت این است که موارد نسبتاً معدودی که در ده‌ها کشور مشاهده می‌شوند، در ماه‌های آینده با پیامدهای کشنده در سراسر جهان طغیان کنند. این اتفاق در سال ۱۹۵۷ رخ داد، هنگامی که یک بیماری همه‌گیر آنفلوانزا ۱.۱ میلیون نفر و در سال ۱۹۶۸ حدود ۱ میلیون نفر را به قتل رساند.

Fisman از دانشگاه تورنتو بر این عقیده است که ژنتیک ویروس نشان می‌دهد که چندین بار در بدن بیماران انسانی، تکثیر کرده و تعداد بیماران آن در حال افزایش است. احتمالا این بیماری از نوامبر آغاز شده است. وی و همکارانش در یک مطالعهٔ مقدماتی اظهار کردند که تعداد بیماران در تاریخ ۳۱ ژانویه احتمالاً تنها ۵۹ درصد موارد واقعی را گزارش می‌کند، این یافته به ۵۰۰۰ بیمار گزارش نشده اشاره می‌کند که هر یک از آن‌ها منبع احتمالی عفونت‌های بیشتر است. این اعداد نشان می‌دهد که ممنوعیت‌های مسافرتی داخلی در چین نتوانسته است میزانی که یک بیمار به طور متوسط بیمار دیگری را آلوده می‌کند (R0) را به زیر ۱ برساند (نقطه‌ای که شیوع در آن به اوج می‌رسد و شروع به کاهش می‌کند). این بدان معناست که coronavirus جدید ممکن است، در حال حاضر تلاش‌های مهارکننده را پشت سر گذاشته باشد و حتی به شکل بدتر از آنچه در استان مبدأ مشاهده شد، درآمده باشد، جایی که برخی از اخبار منتشر شده حاکی از مرگ سالمندان است، بدون این که توسط بیمارستان‌ها آزمایش شوند.

در این حالت، کشندگی واقعی ویروس که هنوز هم یک سؤال غیرقابل حل است، اهمیت بیشتری به خود می‌گیرد. براساس تعداد پرونده‌های فعلی، میزان مرگ و میر در حدود ۲درصد برای nCoV-۲۰۱۹

تخمین زده شده است که به اندازهٔSARS کشنده نیست (دارای میزان مرگ و میر ۹درصد) اما هنوز هم وحشتناک است.

در آنفولانزای اسپانیا در سال ۱۹۱۸، میزان مرگ و میر ۲/۵ درصد بود و جوانان را طعمه می‌کرد، در عوضCoronavirus جدید به ویژه برای افراد بالای ۶۵ سال یا افرادی که دارای بیماری زمینه‌ای مانند دیابت هستند، بسیار خطرناک به نظر می‌رسد.

به احتمال زیاد، میزان مرگ و میر کروناویروس جدید به دلیل موارد خفیف گزارش نشده، بسیار کمتر از ۲ درصد است.

ماریا ون کرکوو[۱۷] از WHO در یک نشست خبری گفت: بر اساس ۱۷۰۰۰ پروندهٔ مورد تأیید چین، حدود ۸۲ درصد موارد مربوط به CCV۲۰۱۹ خفیف، ۱۵درصد شدید و ۳ درصد بحرانی هستند. اما وی هشدار داد که آزمایش خون برای تشخیص آنتی‌بادی‌های ویروس از نمونهٔ وسیعی از مردم چین لازم است تا میزان واقعی شیوع این بیماری را نشان دهد. وی در ادامه بیان کرد که نگرانی در مورد همهٔ پیش‌بینی‌های اولیه این است که تمایل به مطابقت با نتیجه ندارند و انتظارات خودش با ادامهٔ شیوع بدتر شده است. او اذعان کرد «ما هنوز چیزهای زیادی نمی‌دانیم».

Healthing.ca

Covid-19 همچنان در حال گسترش است و کاری از دست ما ساخته نیست! اما به آینده نگاه کنیم تا ببینیم بالاخره این ویروس کی متوقف می‌شود. برمبنای نظر محققین این ویروس به ۴ مدل مختلف امکان دارد به مسیر خود ادامه دهد.

بهترین سناریو: Covid-19 فروکش می‌کند

در سال ۲۰۰۳ ویروس سارس بیش از ۲۴ کشور را درگیر کرد و حدود ۶ ماه طول کشید. با وجود اینکه موج‌های مختلفی از عفونت وجود داشت، این ویروس انتقال فرد به فرد نداشت بنابراین ارایه دهندگان خدمات سلامت عمومی قادر بودند آن را متوقف کنند. بعد از سال ۲۰۰۳ حتی یک مورد سارس، دیگر مشاهده نشد.

درهر حال، این سناریو ممکن است برای Covid-19 محتمل نباشد چرا که میزان سرایت‌پذیری آن بیشتر از سارس به نظر می‌رسد. با وجود اقدامات کنترلی شدید چین تعداد موارد ابتلا در حال گسترش است.

سناریوی شماره ۲: مانند MERS هیچ‌گاه پایان نمی پذیرد اما خطر آن دوره‌ای و کم است

در سال ۲۰۱۲ برای اولین بار MERS معرفی شد. این کرونا ویروس هنوز در برخی از افراد مشاهده می‌شود (بیشتر آن‌ها در تماس با ناقل حیوانی شتر بوده‌اند). میزان مرگ و میر ناشی از MERS حدود ۳۵ درصد است که بسیار بالاتر از سارس است. بنابراین میزان کشندگی ویروس بسیار بالا است. با این وجود

[17] Maria Van Kerkhove

این ویروس به راحتی از انسان به انسان منتقل نمی‌شود و معمولا محدود به خانوار و یا مراکز مراقبت‌های سلامتی است. همچنین میزان سرایت MERS بسیار بالاتر از سارس است.

الان خیلی زود است که درباره میزان سرایت و انتقال Covid-19 نظر دهیم.

سناریوی شماره ۳: مانند H1N1، بصورت فصلی بروز می‌کند

H1N1 یک نوع آنفولانزا است و به خانواده متفاوتی از ویروس‌ها تعلق دارد که به کروناویروس جدید شباهتی ندارد. اولین مورد آن در آگوست ۲۰۰۹ مشاهده شد و تا آگوست ۲۰۱۰ ادامه یافت. سازمان جهانی بهداشت پیش‌بینی کرد که این ویروس به گردش خود به‌صورت فصلی ادامه خواهد داد و افراد نسبت به این نسخه از ویروس ایمن خواهند شد اما این ویروس می‌تواند تغییر شکل دهد.
آن‌ها درست گفته بودند. H1N1 به گونه دیگری از آنفولانزا تغییر کرد که سالانه در همه جا مشاهده می‌شود.
ویروس آنفولانزا بطور مکرر در حال تغییر است و این باعث می‌شود که واکسن آنفولانزا هر سال تغییر کند و افراد بایستی سالانه نسبت به آن ایمن شوند.
این ویروس جدید می تواند مانند ویروس آنفولانزا عمل کند و به یک بیماری فصلی تغییر کند و اگر به مدت طولانی باقی بماند، می‌توانیم برایش واکسن تولید کنیم.

بدترین سناریو: انتشار ویروس ادامه می‌یابد

آخرین سناریو این است که کروناویروس به انتشار خود ادامه می‌دهد. در حال حاضر این ویروس به‌صورت عمده در استان Hubei قرار داد. اگر به کشورهای دیگر سرایت کند، احتمال انتقال انسان به انسان آن به شدت افزایش خواهد یافت.
نیاز است که به این فکر کنیم که‌آیا استراتژی فعلی درخصوص مهار امکانپذیر است یا نه. بسیار مهم است که بتوانیم برای همه سناریوهای محتمل برنامه‌ریزی کنیم تا یک قدم فراتر از ویروس باشیم.

هر آنچه که پیش بیاید بدیهی است که Covid-19 در تاریخ بهداشت عمومی به عنوان یک همه‌گیری ویرانگر ثبت خواهد شد.

مقالات

نتایج بررسی مقالاتی که درخصوص مدل انتشار ویروس منتشر شده‌اند به شرح زیر است:

عنوان مقاله: شبیه سازی انتشار ثانویه بالقوه کرونا ویروس جدید در کشور مبدأ با استفاده از مدل SEIR اپیدمیک تصادفی

- **مرکز انجام دهنده مطالعه:** Kobe City Medical Center (Japan)
- **تاریخ انتشار:** 14 February 2020
- **محل انتشار:** Preprint.org
- **منبع جمع‌آوری داده:** سازمان جهانی بهداشت

✓ **روش:** با استفاده از یک مدل ریاضی و شبیه سازی شده احتمال و ریسک شیوع ثانویه کووید-۱۹ را در خارج از چین، در یک کشور توسعه یافته با سیستم نسبتا خوب گزارشدهی بیماری‌های عفونی، پیش بینی کرده است. سناریو مطالعه ورود یک فرد آلوده به ویروس به یک جمعیت هزار نفری در نظر گرفته شده‌است.

✓ **نتایج:** در بین ۴۵ سناریو که در بدترین آنها بیشترین تعداد موارد ابتلا و بهبود رخ میدهد، نتایج شبیه سازی نشان داد که تعداد کل بیماران بهبود یافته و فوت شده در روز صدم شیوع بیماری ۹۹۷ نفر خواهند بود و تعداد بیماران عفونی علامتدار روزانه ۳۳۵ نفر خواهد بود. در بهترین سناریو شیوع ثانویه رخ نخواهد داد و تعداد بیماران بهبود یافته و فوت شده در روز صدم یک نفر خواهد بود و حداکثر تعداد بیماران عفونی علامتدار نیز ۰.۲ خواهد بود.

با وقوع سناریو بد یک نفر می تواند با ورود به یک اجتماع هزار نفری صدها نفر را مبتلا کند. در نتیجه در خصوص گسترش ثانویه بیماری به عنوان یک اقدام واقع بینانه اخطار می دهد.

با کنترل ورود افراد به کشورهایی که موارد مثبت دیده شده است و بهبود سیستم های هشداردهنده که تشخیص بیماری را در مراحل ابتدایی آن انجام میدهد میتوان شیوع ثانویه بیماری را کاهش داد.

عنوان مقاله: روند و پیش بینی شیوع کووید-۱۹ در چین

- **مرکز انجام دهنده مطالعه:** Northwestern Polytechnical University(China)
- **تاریخ انتشار:** 14 February 2020
- **محل انتشار:** LANCET
- **منبع جمع‌آوری داده:** منبع جمع آوری سایت کمیته سلامت ملی چین بود که داده‌ها تعداد روزانه مبتلایان جدید و کل مبتلایان و موارد روزانه مرگ و میر و تعداد کل مرگ و میر تایید شده است. اطلاعات از ۲۰ ژانویه تا ۱۱ فوریه ۲۰۲۰ جمع آوری شدند.

- ✓ **روش:** از توابع متقارن(symmetrical function h(t)) برای توصیف داده‌های عفونت هـای روزانـه استفاده شد که کلید توصیف و پیش بینی روندهای اپیدمیک است، تـا عملکـرد مناسـب را پیـدا کنیم.

- ✓ **نتایج:** پیش بینی شده است که اپیدمی بیماری در استان هوبئی ۵۰ روز پـس از شـروع بیمـاری یعنی ۱۰ مارچ پایان می یابد و پیش بینی شده است که در این استان اپیدمی بیماری با ۳۹۰۰۰ مورد عفونت پایان می یابد.

عنوان مقاله: پیگیری و پیش بینی اپیدمی کووید-۱۹ در چین

- **مرکز انجام دهنده مطالعه:** Peking University(China)
- **تاریخ انتشار:**18 February 2020
- **محل انتشار:** medRxiv
- **منبع جمع‌آوری داده:** اطلاعات روزانه مربوط به موارد جدید عفونت، افراد فوت شده و بهبود یافتـه از سایت کمیته سلامت ملی چین به دست آورده شد.

✓ **روش:** از مدل SIR ضریب متغیر (vSIR) استفاده شد که می تواند پویایی متغیر اپیدمی‌ها را دریافـت و ضبط کند.

✓ **نتایج:** با کمک مدل (vSIR) تخمین روزانه نرخ شیوع و موارد جدید بیمـاری بـرای ۳۰ منطقـه و ۱۵ شهر بزرگ از جمله ووهان از ۲۱ ژانویه تا ۱۰ فوریه انجام شد.

علی رغم اینکه تعداد کل موارد تایید شده جدید و موارد فوت شده رو بـه افـزایش اسـت، امـا گسـترش کووید-۱۹ طی دو هفته از ۲۷ ژانویه تا ۱۰ فوریه کاهش چشمگیری را نشان داد. این کاهش را می تـوان به اقدامات جدی دولت و مردم که شامل قطع ارتباط شهر ووهان با سایر شهرها، افزایش آگاهی عمومی از شیوع بیماری، محافظت شخصی بالا و میزان بالای قرنطینه ی شخصی در منازل نسبت داد.

پیش بینی شده که در استان هوبئی شیوع بیماری در تاریخ ۲۰ تا ۲۲ فوریه به اوج خود می رسد و اگر نرخ حذف به ۰.۱ افزایش یابد، همه گیری بیماری خارج از هوبئی در ماه می ۲۰۲۰ پایان مـی یابـد و در هوبئی نیز اوایل ژوئن خاتمه می یابد.

عنوان مقاله: پیش بینی هوش مصنوعی درباره ی کووید ۱۹ در چین

- **مرکز انجام دهنده مطالعه:** Fudan University, Shanghai (China)
- **تاریخ انتشار:**February 2020
- **محل انتشار:** Cornell university
- **منبع جمع‌آوری داده:**

Surging News Network, (https://www.thepaper.cn/) and WHO (https://www.who.int/emergencies/diseases/novelcoronavirus-2019/situation-reports)

✓ **روش:** از هوش مصنوعی به عنوان یک روش جایگزین برای مطالعات اپیدمیولوژیک که می تواند انتقال پویای کووید ۱۹ در چین را پیش بینی کند استفاده شد. با استفاده از هوش مصنوعی می توان وسعت، طول دوره و زمان پایان کووید ۱۹ را در چین تخمین زد.

✓ **نتایج:** این مطالعه منحنی ای از موارد تایید شده تجمعی کووید ۱۹ را در سراسر چین از ۲۰ ژانویه تا ۳۰ آوریل ۲۰۲۰ پیش بینی کرده‌است. اگر داده ها قابل اعتماد باشند و انقال ثانویه ای رخ ندهد دقت این پیش بینی بسیار بالا خواهد بود. در ۱۴ فوریه نتایج حاصل از پیش بینی هوش مصنوعی و داده های واقعی در بازه زمانی ۱۹ ژانویه تا ۱۳ فوریه با یکدیگر مقایسه شد که نشان داد نتایج پیش بینی با داده‌های واقعی شیوع بیماری منطبق است. براساس این مدل پیش بینی تعداد موارد جدید مبتلا به ۳۹۰۸ نفر می رسد و در ۲۳ آوریل به صفر نفر می‌رسد. همچنین نتایج نشان داد تعداد موارد تایید شده‌ی تجمیعی بالقوه در ۳ ژوئن ۲۰۲۰ در چین به ۷۰.۷۵۷ نفر برسد. روش‌های الهام گرفته از هوش مصنوهی ابزاری قدرتمند برای برنامه ریزی بهداشت عمومی و سیاستگذاری هستند.

عنوان مقاله: پیش بینی کوتاه مدت اپیدمی کووید ۱۹ در گوانگ گونگ و ژجیانگ چین:۲۳-۱۳ فوریه

- **مرکز انجام دهنده مطالعه:** Fudan University, Shanghai (China)
- **تاریخ انتشار:** 22 February 2020
- **محل انتشار:** Journal of Clinical Medicine
- **منبع جمع‌آوری داده:** کمیته سلامت ملی چین

✓ **روش:** از سه مدل پدیدار شناختی که در زمان شیوع عفونت های قبلی، از جمله بیماری های تنفسی مانند سندرم حاد تنفسی(سارس) و پاندمیک آنفولانزا و شیوع فصلی به کار برده شده بود استفاده شد. مدل رشد لجستیک تعمیم یافته(GLM) و مدل ریچادرز، مدل رشد لجستیک ساده را با اضافه کردن پارامترهای مقیاس تعمیم می دهند. همچنین از یک مدل sub-epidemic نیز استفاده شد. اطلاعات در بازه زمانی ۲۲ ژانویه تا ۱۳ فوریه جمع آوری شده‌است.

✓ **نتایج:** نتایج پیش بینی پنج روزه و ده روزه در تاریخ ۱۳ فوریه تولید شد. این مدل پیش بینی کرد که ۶۵-۸۱ مورد جدید در شهر گوانگ گونگ به موارد قبلی اضافه می گردد و در شهر ژجیانگ۳۵۴-۴۴ مورد جدید اضافه می‌گردد.

عنوان مقاله: تحرکات اولیه انتقال و کنترل کووید۱۹: یک مطالعه مدلسازی ریاضی

- **مرکز انجام دهنده مطالعه:** medRxiv
- **تاریخ انتشار:** February 18, 2020
- **محل انتشار:** Centre for Mathematical Modelling of Infectious Diseases, London School of Hygiene & Tropical Medicine, London
- **منبع جمع‌آوری داده:** کمیته سلامت ملی چین

✓ **روش:** در این مطالعه محققان یک مدل انتقال تصادفی را با داده های کووید ۱۹ در ووهان چین و موارد بین المللی که از ووهان سفر کرده بودند را ترکیب کردند تا بتوانند تخمین بزنند که چگونه انتقال بیماری در دوره ی ژانویه و فوریه ۲۰۲۰ تغییر کرده است. براساس این تخمین محققان می توانند احتمال اینکه موارد جدید می توانند در دیگر نقاط شیوع پیدا کنند را محاسبه کنند.

✓ **نتایج:** نتایج مطالعه تخمین زده است که نرخ تعداد موارد جدید روزانه از ۲.۳۵ در هفته قبل از ایجاد محدودیت‌های مسافرتی که در ۲۳ ژانویه اعلام گردید به ۱.۰۵ در هفته پس از آن کاهش یافته است. براساس تخمین های مطالعه، محققان محاسبه کردند که در موقعیت هایی با پناسیل انتقال مشابه در شهر ووهان، در اوایل ژانویه، حداقل در چهار مورد که به صورت مستقل از هم گزارش شده اند، بیش از ۵۰٪ شانس ابتدا به بیماری در آن جمعیت وجود دارد. نتایج این مطالعه نشان داد که انتقال کووید ۱۹ احتمالا در اواخر ژانویه که مصادف با اقدامات کنترلی بوده است، کاهش یافته و احتمالا بسیاری از زنجیره های انتقال بیماری نتوانسته‌اند ایجاد شود، اما در نهایت ممکن است شیوع جدیدی ایجاد شود.

عنوان مقاله: مدلسازی جمعیت آلوده و روند گسترش کرونا ویروس جدید با در نظر گرفتن سیاست‌های مختلف بوسیله مدل EIR

THELANCET-D-20-01141

- **نویسندگان:** Hao Xiong1, Huili Yan2

✓ **مدل و روش مورد استفاده:** در این مطالعه، با استفاده از یک مدل مواجهه یافته- شناسایی شده - بهبود یافته (EIR)، فرایند گسترش افراد مبتلا، قبل و بعد از اعمال اقدامات پیشگیرانه بررسی شده است. در این مطالعه، مدل SEIR تعدیل شد و از مدل EIR استفاده گردید. (Exposed – Identified- Recovered)

$$\frac{dE(t)}{dt} = \left(kb - \frac{1}{T_E} \right) E(t) \qquad (1)$$

$$\Delta I(t) = E(t - T_E) \qquad T_E + T_I \geq t \geq T_E + 1 \qquad (2)$$

$$\Delta I(t) = E(t - T_E) - E(t - T_E - T_I) \qquad t > T_E + T_I \qquad (3)$$

$$\Delta R(t) = I(t - T_I) \qquad t \geq T_E + T_I \qquad (4)$$

$$I(t) = \sum_{k=1}^{t-T_E} E(k) = \sum_{k=1}^{t-T_E} e^{\beta'(k-1)} \qquad T_E + T_I \geq t \geq T_E + 1 \qquad (5)$$

$$I(t) = \sum_{i=t-T_E-T_I}^{t-T_E} E(i) = \sum_{i=t-T_E-T_I}^{i-T_E} e^{\left(kb - \frac{1}{T_E}\right)(i-1)} \qquad t > T_E + T_I \qquad (6)$$

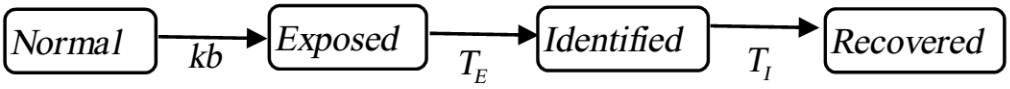


Figure 1: EIR epidemic spreading model

✓ **داده هایی که برای براورد و پیش بینی استفاده شده:**

- مرگ روزانه
- موارد بهبود یافته روزانه
- موارد شناسایی شده
- متوسط تعداد تماس با فرد بیمار (این متغیر به شدت قرنطینه بستگی دارد.)
- درجه و شدت قرنطینه
- زمان شروع اقدامات پیشگیرانه
- دوره کمون

Table 2. Relationship between quarantined rate and the value of *k*

k	5	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0
Quanantined (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

✓ **نتایج مهم:** در سناریوهای مختلف، بسته به درجه و شدت قرنطینه، مدل و تعداد افراد آلوده به شرح زیر متفـاوت خواهد بود،

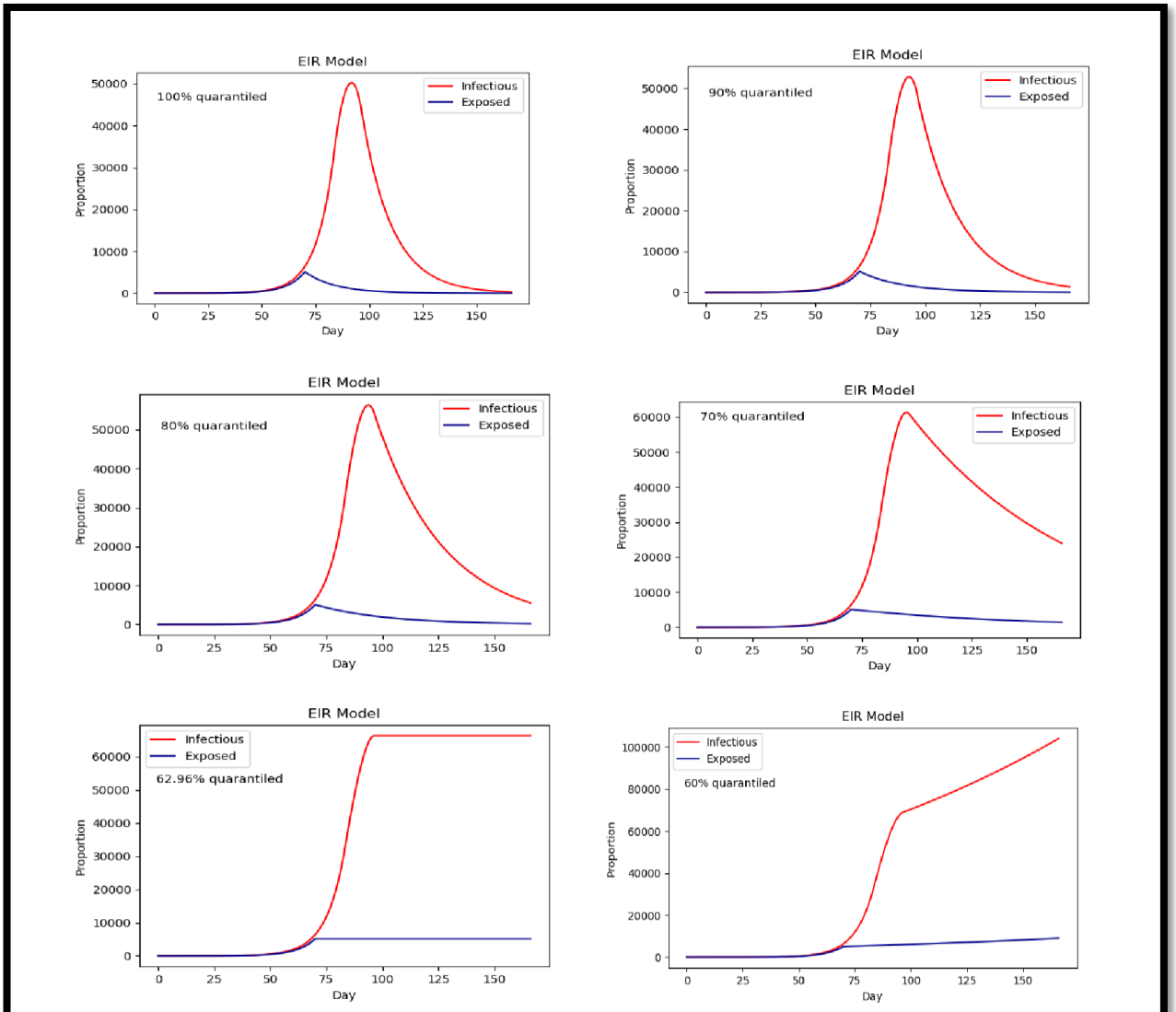


Figure 4 Epidemic spread trend in different policy scenarios

بسته به زمان شروع مداخله مدل و تعداد افراد مبتلا متفاوت خواهند بود.

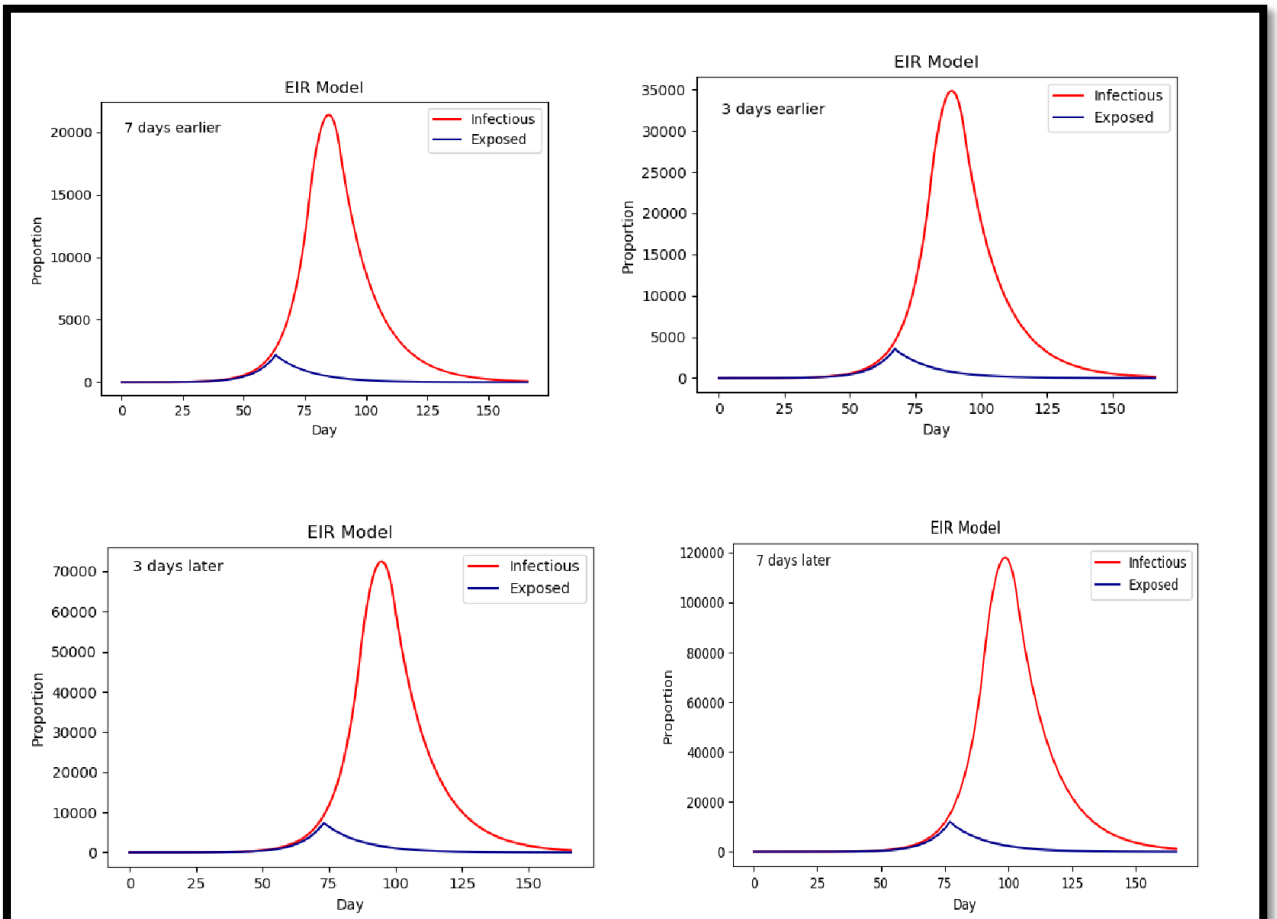


Figure 5 Epidemic spread trend in different policy scenarios

- ✓ **نقاط قوت:** تکنیک های مدل سازی که در این مطالعه استفاده شده مبتنی بر مدل SEIR و سیستم داینامیک است و مدل با آخرین داده‌های رسمی منتشر شده از nCoV-۲۰۱۹ محاسبه شده است. نقطه قوت دیگر این مطالعه این است که شبیه سازی بر اساس سناریوی پایه، به خوبی با داده های رسمی گسترش اپیدمی همخوانی پیدا نموده است.

- ✓ **محدودیت‌ها و نقدهای روش:** اول، ما فرض کردیم که انتقال از nCoV-۲۰۱۹ به طور عمده توسط افراد در معرض قرار گرفته (بدون علائم) اتفاق می‌افند و توانایی انتقال از افراد شناسایی شده (بدون علائم) نادیده گرفته شده است. دوم مدل انتقال ما تا حدودی به چند پارامتر کلیدی حساس بود که از جمله زمان شروع شیوع اپیدمی، دوره در معرض (کمون) و دوره درمان بود و اگر نظیر آنفلونزا در فصل خاصی سرعت انتشارش قوی‌تر باشد، در این صورت پیش بینی و براورد اپیدمیک این مطالعه ممکن است چندان قابل اعتماد نباشد.

عنوان مقاله: تخمین تعداد موارد جدید کروناویروس ۲۰۱۹ در چین

- **نویسندگان :**

Huwen Wang, Zezhou Wang,Yinqiao Dong, Ruijie Chang, Chen Xu, Xiaoyue Yu, Shuxian Zhang, Lhakpa Tsamlag, Meili Shang, Jinyan Huang, Ying Wang, Gang Xu, Tian Shen, Xinxin Zhang, Yong Cai.

✓ **مدل و روش مورد استفاده** : از مدل SEIR دینامیک بیماری‌های عفونی برای پیش بینی روند توسعه اپیدمی چین از تاریخ ۲۶ ژانویه سال ۲۰۲۰ بر اساس داده‌های جمع آوری شده از بانک اطلاعاتی که توسط کمیسیون بهداشت ملی گزارش شده است، استفاده شد.

✓ **داده‌هایی که برای براورد و پیش بینی استفاده شده:** داده‌ها از بانک اطلاعاتی گزارش شده در کمیسیون بهداشت ملی از ۲۵ ژانویه ۲۰۲۰ برای پیش بینی روند توسعه اپیدمی جمع آوری شده است. به سه دلیل داده‌ها در ۲۵ ژانویه جمع آوری شده است:

اول: کمیسیون بهداشت ملی جمهوری خلق چین سیاستی در این روز با تأکید بر اینکه همه جوامع باید علیه اپیدمی بسیج شوند.

دوم: سیاستی که توسط کمیسیون در ۲۴ ژانویه صورت گرفت، به منظور حفاظت در برابر انتقال ویروس از طریق هواپیما، قطار، وسایل حمل و نقل، مترو و غیره

سوم: ۲۵ ژانویه سال ۲۰۲۰ مصادف با پایان رسیدن مهاجرت گسترده داخلی به دلیل جشنواره بهار، به بود محیطی نسبتاً پایدار و بسته برای مدل بکار رفته در این مقاله ایجاد شده بود.

در این مدل، افراد به چهار دسته تقسیم می شوند: مستعد (S) ، در معرض (E) ، عفونی علامتی (I) ، و بهبود یافته (R). اندازه کل جمعیت (N) با استفاده از این فرمول $N = S + E + I + R$ محاسبه شد. فرض بر این بود که افراد آلوده ابتدا به مرحله نهفته (در معرض) می روند که در طی آن عفونت کمی دارند. معادلات دیفرانسیل مدل SEIR به شرح زیر است:

$$dS / dt = - \beta I S$$
$$dE / dt = \beta I S - \sigma E$$
$$dI / dt = \sigma E - \gamma I$$
$$dR / dt = \gamma I$$

که در آن β سرعت انتقال، σ سرعت آلوده و γ سرعت بهبود است.

- ✓ **نتایج:** تعداد تخمینی موارد تجمعی در ۳، ۴ و ۵ فوریه سال ۲۰۲۰به اوج می رسد. پیک های مشابه همچنین در استان هوبی ، شهر ووهان و سایر مناطق چین در خارج از استان هوبئی شناسایی شده است. تخمین زده می‌شود اپیدمی کروناویروس جدید سال ۲۰۱۹ بین اوایل ماه مه (R0 = 0.125) و اوایل ماه اوت (R0 = 0.5) فروکش کند. تعداد تخمینی متوسط مرگ و میرها از ۳۴۴ تا ۱۱۴۶ متغیر است.

- ✓ **محدودیت‌ها و نقدهای روش:** از مدل SEIR معمولاً برای تخمین اپیدمی در یک جمعیت بسته استفاده می شود. اگرچه دولت چین تلاش کرد از جابه جایی جمعیت جلوگیری کند ولی ما مطمئن نیستیم که هیچ جابه جایی در جمعیت رخ نداده است.
تخمین تعداد تولید مثل از ۰/۱۲۵ تا۰/۵ بر اساس استراتژی های کنترل این بیماری در مقایسه باکنترل بیماری SARS است، با این حال، این اقدامات ممکن است بر اساس دوره اپیدمی و یا ورود اطلاعات اضافی تغییر کند.
در صورت بروز برخی از عفونت‌ها در مواجهه با حیوانات متعدد، این تخمین‌ها مورد اطمینان نیستند و این داده‌ها در صورت بروز عوامل غیرقابل پیش بینی، ناپایدارند.
- ✓ **نقد:** این مدل صحت جامعی در براورد میزان تجمعی افراد عفونت یافته را در این اپیدمی به ما نخواهند داد و صرفاً در موقعیت‌های اورژانسی، نظیر بروز اپیدمی کرونا ویروس نتایج کمک کننده‌ای در بسیج امکانات را، در اختیار قرار می‌دهد.

عنوان مقاله: مدل سازی و پیش بینی بیماری Coronavirus در سال ۲۰۱۹ در چین درج اطلاعات مهاجرت انسانی

- **نویسندگان:**

Choujun Zhan, Chi K. Tse, Yuxia Fu, Zhikang Lai, Haijun Zhang

- ✓ **مدل و روش مورد استفاده** : این مطالعه داده‌های مهاجرت روزانه بین شهری را با مدل کلاسیک Susceptible-Exposed-Infected-Removed (SEIR) ادغام می‌کند، تا یک مدل جدید مناسب برای توصیف پویایی شیوع اپیدمی بیماری Coronavirus 2019 (COVID-19) در چین بسازد.

- ✓ **داده هایی که برای براورد و پیش بینی استفاده شده:** پژوهشگران داده های مسافرتی روزانه در چین را از Baidu Migration که یک برنامه بزرگ مبتنی بر برنامه تلفن همراه است، این برنامه حرکات کاربران تلفن همراه را ضبط می‌کند. به طور خاص، پژوهشگران داده‌ها را از Baidu Migration برای ۳۶۷ شهر (یا مناطق اداری) در چین در بازه زمانی ۱ ژانویه ۲۰۲۰ تا ۱۳ فوریه ۲۰۲۰ جمع آوری نمودند. این داده‌ها نقاط قوت مهاجرت در شهرها را نشان می‌دهد که این اقدامات، نشانگر میزان ترافیک انسان در داخل و خارج از شهرها و مناطق اداری است که توسط شبکه‌های ورودی و خروجی به تصویر کشیده شده است.

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش، از موارد آلوده و بهبود یافته روزانه و آمار تلفات بر اساس داده‌های رسمی منتشر شده توسط کمیسیون بهداشت ملی چین بوده و داده‌های روزانه مورد استفاده در این مطالعه، از ۲۴ ژانویه سال ۲۰۲۰ تا ۱۶ فوریه ۲۰۲۰ می‌باشد. این داده‌ها شامل تعداد کل تجمعی روزانه موارد تایید شده در هر شهر، تعداد تجمعات روزانه موارد بهبود یافته در هر شهر و تعداد تلفات روزانه در هر شهر می باشد.

داده‌های تاریخی موارد آلوده، بهبود یافته و فوت شده از منبع رسمی، برای مدلسازی استفاده می‌شود. مجموعه پارامترهای مدل با استفاده از یک روش بهینه‌سازی غیرخطی به دست می‌آیند. از این پارامترهای بهینه، برای تخمین پویایی شیوع اپیدمی در هفته‌های آینده، استفاده می‌شود.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که تعداد آلودگی‌ها در اکثر شهرهای چین، از اواسط فوریه تا اوایل مارس ۲۰۲۰ به اوج خود می‌رسد، با حدود ۰.۸٪ ، کمتر از ۰.۱٪ و کمتر از ۰.۰۱٪ جمعیت که به ترتیب در Wuhan، استان Hubei و بقیه چین، آلوده می‌شوند.

- ✓ **محدودیت ها و نقدهای روش:** مدل مورد بررسی توپولوژی شبکه تماس اشخاص را در نظر نمی گیرد. این مورد لازم خواهد بود اگر جزئیات فرایند انتقال، مانند رویدادهای فوق العاده گسترده، قابل دسترسی باشد. با این وجود، این مدل تخمین بسیار معقولی از انتشار تعداد متوسط افراد مواجهه یافته، آلوده و بهبود یافته، علی‌رغم از دست دادن جزئیات نوسانات (به عنوان مثال، افزایش ناگهانی به دلیل یک رویداد فوق العاده گسترده) ارائه می‌دهد.

عنوان مقاله: حال بینی[۱۸] و پیش‌بینی گسترش Novel Coronavirus-nCoV۲۰۱۹ و ارتباط آن با متغیرهای آب و هوایی در ۳۰ استان چین: مطالعه موردی

- **نویسندگان:**

Nadia A AL-Rousan, PhD, Hazem AL. Najjar, PhD

- ✓ **مدل و روش مورد استفاده:** اطلاعات مربوط به استان‌های چین جمع آوری شدند. سپس پیش بینی سری زمانی با استفاده از چندین مدل پیش بینی به منظور پیش بینی میزان مورد تایید مرگ و میر و بهبودی در چین مورد استفاده قرار گرفت. مدل های مورد استفاده شامل Holt Brown، Simple، Auto Regression (ARIMA) بوده است.
- ✓ **داده‌هایی که برای براورد و پیش بینی استفاده شده:** از مجموعه داده های nCoV-۲۰۱۹ از دانشگاه جان هاپکینز استفاده شده است که این داده ها ازسازمان بهداشت جهانی، مرکز کنترل و پیشگیری از بیماری های چین و مرکز اروپایی پیشگیری و کنترل بیماری ها جمع آوری شده است. داده های دوره زمانی ۲۲ ژانویه ، ۲۰۲۰ تا ۴ فوریه ۲۰۲۰ در نظر گرفته شده اند. داده های منتشر شده شامل تعداد مبتلایان تایید شده، تعداد مرگ و میر و موارد بهبود یافته در تمام مناطق آلوده در سطح جهان است.

[۱۸] پیش بینی آب و هوا در یک دوره میان مدت بسیار کوتاه بین ۲ تا ۶ ساعت

داده‌های مربوط به استان های آلوده چین به عنوان اولین کشور آلوده جهان فیلتر و تحلیل شدند. به منظور بررسی تأثیر متغیرهای محیطی و اندازه گیری میزان تاثیر بر انتشار بیماری کروناویروس در کلیه استانهای چین، داده های اندازه گیری از وب سرویس سیستم پیش بینی جهانی (GFS)که توسط مرکز ملی پیش بینی محیط زیست(NCEP) تهیه شده‌اند، مورد استفاده قرار گرفته است. این وب سایت داده‌های سری زمانی را، برای چندین داده از یک ماه پیش تا سه روز آینده ارائه می‌دهد.

- ✓ **یافته‌ها:** با بررسی تأثیر شرایط آب و هوایی بر گسترش کروناویروس، مشخص شد که وضعیت هوا تاثیر شدیدی در اکثر استان‌های چین داشته است. میزان دما و موج های رادیویی کوتاه برد بیشترین تاثیر را از میان متغیرها داشته اند و تعداد موارد تأیید شده بیشترین تاثیر را از متغیرهای آب و هوایی داشته‌اند. همچنین، این مطالعه تعداد موارد تأیید شده، فوت و بهبودی را تا اول سپتامبر سال ۲۰۲۰ تخمین زده است. این مطالعه نشان می‌دهد که تعداد موارد تأیید شده و مرگ سریعتر از موارد بهبود یافته در حال رشد است. نرخ رشد بر اساس شرایط آب و هوایی از استان به استان دیگر متفاوت است. رشد در برخی استان‌ها بصورت خطی است، در حالی که برخی از استان‌ها، دارای رشد نمایی هستند.

کشور چین و استان‌های آن بالاترین سطح آلودگی به بیماری اپیدمی nCoV – ۲۰۱۹Coronavirus را داشته است. شیوع این بیماری در چین سریعتر از سایر کشورها در سطح جهان بوده است. اگرچه شیوع بیماری در شهرهای چین متمرکز است، اما اندازه موارد آلوده در شهرهای مختلف چین متفاوت است که این شهرها در وضعیت متغیرهای محیطی و جغرافیایی با هم متفاوت هستند. مطالعه عوامل مختلف محیطی و اثر آن بر میزان مرگ و میر، موارد تأیید شده و بهبود یافته می‌تواند در کاهش سرعت بیماری، کمک کننده باشد. تحلیل داده‌های ۳۰ استان چین نشان می‌دهد که تغییرات جغرافیایی و آب و هوایی بر میزان مرگ و میر، ابتلا و بهبودی موثر است.

- ✓ **یافته اصلی مقاله:** فارغ از تغییرات آب و هوایی و محیطی که بر میزان مرگ و میر، ابتلا و بهبودی موثر است، با فرض عدم پیدا شدن واکسن این ویروس، پیش بینی می شود که نرخ رشد مبتلایان و مرگ و میرها بیش از میزان بهبودی ها افزایش یابد. این به این معنی است که نسبت تعداد افراد بهبود یافته به مجموع فوتی ها و مبتلایان رفته رفته کمتر خواهد شد. این مسئله هشدار بزرگی برای تمامی دولت‌مردان در سراسر دنیا است که لازم است تا برنامه مشخصی برای کنترل این بیماری داشته باشند و به تمامی پیچیدگی های این مسئله توجه داشته باشند. همچنین توجه به تغییرات جغرافیایی و محیطی و نحوه اثرگذاری آن بر میزان مرگ و میر، ابتلا و بهبود، به سیاست گذاران و تصمیم گیران در خصوص درک رفتار این ویروس کمک خواهد کرد.

بر اساس سناریو خوش بینانه تا ابتدای سپتامبر ۲۰۲۰ تعداد مرگ و میر به ۱.۶ میلیون نفر در ۳۰ استان چین و طبق سناریو بدبینانه ۵میلیون نفر خواهد بود.

- ✓ **توصیه مورد تأکید مقاله** : نتیجه این مطالعه نشان می‌دهد که باید تلاش‌های بیشتری از طرف دولت‌ها و سازمان‌های بین المللی انجام شود تا ویروس به سایر کشورها نفوذ پیدا نکرده و کنترل شود. این امر می تواند با افزایش تعداد کارمندان و بیمارستان های پزشکی در هوبئی و سایر استان‌ها برای مهار موارد آینده، جداسازی تمامی موارد مشکوک، متوقف کردن هرگونه تماس مستقیم با خانواده بیماران، بازگشت به تاریخچه هر بیمار برای درک روش عفونت، ترکیب تاریخچه پزشکی بیماران مبتلا و وضعیت فعلی تشخیصی آنها برای استخراج اطلاعات مهم در مورد ویروس، انجام گیرد.
- ✓ **محدودیت ها و نقدهای روش** : تنها تأثیر متغیرهای محیطی و جغرافیایی بر میزان موارد تأیید شده، مرگ و میر و بهبودی در نظر گرفته شده است و این در حالی است که الگوی حمل و نقل، متغیرهای دموگرافیک، سبک زندگی و ... را نیز می‌توان در نظر گرفت و شاید تفاوت در میزان متغیرها تنها به دلیل تفاوت در متغیرهای محیطی و جغرافیایی نباشد.

نام مقاله: تجزیه و تحلیل مبتنی بر داده‌ها، مدلسازی و پیش بینی کرناویروس جدید

- **نویسندگان:**

Cleo Anastassopoulou, Lucia Russo, Athanasios Tsakris, Constantinos Siettos

- **هدف مطالعه:** هدف این مطالعه، تجزیه و تحلیل سری زمانی بر روی داده های اپیدمیولوژیک عمومی از استان هوبی شهر ووهان می باشد. در این مطالعه پارامترهای اصلی اپیدمیولوژیک و میزان آلودگی، بهبودی و مرگ و میر افراد تخمین زده شده و یک پیش بینی سه هفته‌ای از گسترش بیماری ارائه می شود.
- **جامعه پژوهش (کشور، استان، گروه مورد مطالعه و ....)**: داده‌های در دسترس عموم و از موارد تایید شده روزانه شامل افراد آلوده شده به ویروس کرنا، بهبود یافته و مرگ و میر در شهر ووهان در استان هوبی کشور چین می باشد که از یازدهم ژانویه تا ۱۰ فوریه ۲۰۲۰گزارش شده است.
- **داده های مورد استفاده و منابع جمع آوری داده‌ها**: داده های اپیدمیولوژیک عمومی از استان هوبی شهر ووهان که برگرفته از WHO، CDC، ECDC، NHC وDXY می‌باشند، در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفتند.
- **روش تحلیل داده‌ها**: ابتدا تجزیه و تحلیل سری زمانی بر روی داده ها صورت گرفت و سپس از مدل SIRD برای تخمین میزان آلودگی استفاده شد. بر اساس داده های منتشر شده، سعی شده است میانگین مقادیر پارامترهای اصلی اپیدمیولوژیکی، یعنی تعداد اصلی تولید مثلR0 ، عفونت، ریکاوری و میزان مرگ و میر، همراه با فاصله اطمینان ۹۰٪ تخمین زده شود.

روش‌شناسی این مطالعه از روش دو مرحله‌ای پیروی می‌کند. در این مطالعه با استفاده از دو سناریوی مختلف، نتایج بدست آمده است.

با استفاده از داده‌های مربوط به بیماران قطعی، برآوردی از R0 برای بازه زمانی ۱۱ تا ۱۶ ژانویه انجام شد تا فرضیه S=N که شرط لازم برای محاسبه R0 است، ثابت شود. علاوه بر این، با استفاده از رویکرد پنجره

رولی یک روز مورد در بازه زمانی ۱۱ الی ۱۶ ژانویه، یک برآورد سریع و کلی از کل دوره مورد بررسی بدست آمد. سپس، از مدلSIRD برای ارائه تخمین میزان آلودگی استفاده شده است و در آخر، پیش‌بینی بینی آزمایشی، برای تکامل شیوع بر اساس هر دو سناریو تا پایان فوریه ارائه داده شد.

- ✓ **محدودیت:** تعداد افراد آلوده و به تبع آن تعداد بهبود یافته‌ها، احتمالاً بسیار بیشتر از آماری است که در گزارشات رسمی اعلام شده است.
- ✓ **یافته‌ها:** در این مطالعه، بر اساس داده‌های اپیدمیولوژیک عمومی (WHO، CDC، ECDC، NHC و DXY) در دسترس از استان هوبی از ۱۱ ژانویه تا ۱۰ فوریه ۲۰۲۰ ، پارامترهای اصلی اپیدمیولوژیک تخمین و میزان آلودگی، بهبودی و مرگ و میر افراد ارائه شد.

از آنجا که به نظر می رسد تعداد افراد آلوده بویژه افرادی که دوره های بدون علامت یا خفیف دارند بسیار بیشتر از آمار رسمی اعلام شده است، محاسبات تحت سناریوی دوم تکرار شده است که بیست برابر به تعداد موارد آلوده به عفونت و چهل برابر به تعداد بهبود یافته اضافه کرده و تعداد کشته ها را بدون تغییر می گذارد. محاسبات و تجزیه و تحلیل بر اساس میانگین مدل (حساس-آلوده-بهبود-مرده) SIRD انجام شد. بنابراین، بر اساس شبیه سازی‌های SIRD، میانگین تخمین زده شده در هر دو سناریو ۲.۵ گزارش شد و بر اساس پارامترهای تخمین زده شده از هر دو سناریو، پیش‌بینی‌های سه هفته‌ای آزمایشی از تکامل شیوع بیماری، ارائه شد.

این پیش بینی ها با توجه به شیوع فعلی در حال گسترش بیماری کرونا در چین ، نوعی احتیاط را نشان می دهد. براساس شمارش های رسمی برای موارد تایید شده ، شبیه سازی ها نشان می دهد که تعداد جمعیت آلوده از ۸۰،۰۰۰ (به عنوان یک مرز پایین) فراتر خواهد رفت و می تواند تا ۲۹ فوریه به ۱۶۰،۰۰۰ (با حد بالایی ۳۳۰،۰۰۰) برسد. با توجه به تعداد کشته ها ، شبیه سازی ها پیش بینی می کنندکه براساس اطلاعات تا ۱۰ فوریه و برآورد تعداد واقعی افراد آلوده و بهبود یافته در جمعیت، تعداد کشتگان ممکن است تا ۲۹ فوریه از ۷۰۰۰ نفر فراتر رود. با این حال، تجزیه و تحلیل‌ها نشان دهنده کاهش چشمگیر مرگ و میر است.

- ✓ **نتیجه گیری:** در دنیای دیجیتالی امروز، داده‌ها و اطلاعات جدیدی درباره کرونا ویروس جدید با سرعتی بی‌سابقه در دسترس قرار می‌گیرد. ما تأکید می‌کنیم عدم اطمینان از اطلاعات رسمی موجود، به ویژه مربوط به تعداد پایه اولین موارد آلوده، ممکن است منجر به نتایج مبهم و پیش بینی‌های نادرست شود. COVID-19، عمدتا از طریق شخص به شخص و قطرات تنفسی منتقل می‌شود. این ویروس حداقل بیش از یک ماه و نیم قبل از پراکندگی، گسترش یافته بود.

احتمالاً تعداد افراد بدون علامت و با تظاهرات بالینی خفیف که به بیمارستان‌ها برای معالجه مراجعه نکرده‌اند، ممکن است قابل توجه باشد. این موارد، که احتمالاً نمایانگر بخش عمده‌ای از عفونت‌های COVID-19 است، بخصوص در فصل آنفولانزا ناشناخته مانده‌اند و با آنفولانزا اشتباه گرفته می‌شوند. عدم گزارش این موارد خفیف یا بدون علامت به ناچار محاسبات دوره‌های بیماری‌های شدید و میزان مرگ و میر را مخدوش می‌کند و واقعیت اپیدمیولوژیک را، تحریف می‌کند.

عامل مهم دیگری که باید مورد توجه قرار گیرد «معیارهای تشخیصی بالینی» است که برای تعیین وضعیت عفونت و تأیید بیماری استفاده می‌شود. در کنار این معیارهای تشخیصی بالینی، بایدآزمایش مثبت PCR نیز وجود داشته باشد. البته حساسیت آزمایش اسید نوکلئیک برای این ویروس جدید حدود ۳۰-۵۰ است و در نتیجه اغلب منجر به نتیجه منفی کاذب، به ویژه در اوایل دوره بیماری می‌شود.
در این مرحله باید روشن و تأکید شود که پیش بینی‌های فوق به هیچ وجه نباید به عنوان پیش بینی‌های واقعی برای تکامل اپیدمی در نظر گرفته شود، زیرا آنها بر اساس دانش ناقص از ویژگی‌های این بیماری همه‌گیر، است.

عنوان مقاله: سناریوهای انتقال کرونا ویروس(MERS-CoV) سندرم تنفسی خاورمیانه و چگونگی صحبت کردن، به تفکیک سناریوها از یگدیکر

- ✓ **نویسندگان**

S. Cauchemez, V. Kerkhove, S. Riley, C. A. Donnelly, C. Fraser, and N. M. Ferguson, MRC Centre for Outbreak Analysis and Modelling, Department of Infectious Disease Epidemiology, Imperial College London, London, United Kingdom

- ✓ **مدل و روش مورد استفاده:** نویسندگان این مقاله در پی ارزیابی این موضوع می‌باشند که آیا ویروس کرونا قادر به ایجاد اپیدمی گسترده در انسان هست و یا خیر؟ و سناریوهای انتقال احتمالی MERS-CoV و پیامدهای آن را ارزیابی و کنترل ریسک را مرور می‌کند.
همچنین به این مسئله میپردازند که چگونه داده‌های موجود، تحقیقات و تحلیل های آینده ممکن است در کاهش عدم اطمینان و پالایش ارزیابی ریسک بهداشت عمومی کمک کند و رویکردهای تحلیلی را ارائه می دهد که امکان ارزیابی قوی ای از ویژگی‌های اپیدمیولوژیکی را فراهم می‌آورد.
سرانجام ، داده های کافی در مورد موارد آینده، جمع آوری میشود تا ارزیابی دقیقی از ویژگی‌های انتقال و شدت MERS-CoV، و تهدیدی که ممکن است برای سلامت عمومی ایجاد کند، فراهم شود.

- ✓ **داده‌هایی که برای براورد و پیش بینی استفاده شده:**

نیاز به داده های ضروری

- ❖ **لیست داده‌های موارد تایید شده**

۱. پایدار بودن اپیدمی در اثر انتقال انسان به انسان

❖ **شناسایی چگونگی قرار گرفتن در معرض انتقال (نحوه انتقال)**

۱. تماس مستقیم ، تماس از طریق مواد غذایی آلوده
۲. طبقه بندی منبع انتقال انسان به انسان
۳. رزیابی میزان انتقال محلی در کشورهایی که موارد ویروس از خارج وارد شده است.
۴. نظارت بر نسبت موارد شناسایی شده با نظارت روتین با سابقه مسافرت به سایر کشورهای آسیب دیده.
۵. تماس با حیوانات

❖ **جمع آوری اطلاعات انتقال انسان به انسان از طریق:**

۱. بررسی های اپیدمی گروههای موارداانسانی: از جمله ردیابی تماس باافرادخانوادگی ، افراد جامعه و محل کار ، با آزمایش ویروس شناسی و سیستم ایمنی.
۲. ارزیابی میزان آلودگی انسان به ویروس در افرادی که با موارد تایید شده تماس داشتند.
۳. انجام آزمایش ویرولوژی و سرولوژیکی برای شناسایی عفونتهای ثانویه.
۴. برآورد میزان مرگ ومیر نسبت به موارد مبتلای تحت مراقبت
۵. ثبت نتایج بالینی
۶. مطالعات سرووپیدمیولوژیک به منظور فراهم آوردن امکان شناسایی بهتر طیف بیماری و محاسبه نسبت عفونتهای بدون علامت یا تحت بالینی

❖ **داده های میزان جمعیت**

۱. انجام ارزیابی های سرولوژیکی در جوامع آسیب دیده برای ارزیابی شیوع عفونت

✓ **نتیجه:** سه سناویو همراه با مفاهیم مختلف ارزیابی و کنترل خطر

۱. خوش بینانه تری سناریو: هیچ تهدیدی در مقیاس بزرگ وجود ندارد. تنها شناسایی راههایی برای محدود کردن تماس انسانی انجام شود.
۲. تعداد عفونتهای حیوان به انسان کم است. شدت بیماری بالا است.
۳. اجرای سریع اقدامات کنترل عفونت هنگام تشخیص موارد ویروس و محدود کردن تماس افراد و انتقال انسان به انسان

✓ **نقاط قوت:** جمع آوری دادهها و اطلاعات کافی برای موارد مشابه در آینده به منظور تامین ارزیابی مشخصات و ویژگیهای انتقال و شدت ویروس که تهدیدی برای سلامت عمومی است.

✓ **محدودیت ها و نقدهای روش :** موردی گزارش نشده است.

نتیجه‌گیری نهایی:

در مطالعه حاضر، به بررسی جنبه‌های مختلف انتقال ویروس کووید-۱۹ در کشورهای مختلف دنیا و سناریوهای مختلف شیوع آن پرداخته شد. خوشبینانه‌ترین و بدبینانه‌ترین سناریوها را دسته بندی کرده و وضعیت کشورها را بر اساس این سناریو، جمع بندی شد. نهایتاً به مرور مطالعاتی پرداخته شد که الگوهای اپیدمیولوژیک شیوع ویروس کووید -۱۹ در آنها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. یافته‌های بعضی از مطالعات نشان داده است که به طور میانگین، اگر چین سیاست فعلی مهار بیماری را ادامه دهد و اتفاق خاصی در شیوع و کنترل بیماری رخ ندهد، با توجه به روندهای فعلی خواهد توانست موارد جدید ابتلا به بیماری را حدوداً تا می ۲۰۲۰ کنترل کند. تعدادی دیگری از مطالعات نیز بر شیوع بیشتر و عدم کنترل بیماری تاکید داشته‌اند. نتایج این مطالعات بسیار متفاوت و میزان پیش‌بینی شیوع بیماری بسیار متناقض بیان شده است. این اتفاق در حالی رخ داده است که اطلاعات آماری به صورت روزانه با دسترسی آزاد در اختیار عموم قرار گرفته‌اند اما آنچه که واضح است، با وجود گذشت دو ماه از شیوع بیماری در چین و دسترسی به داده‌های شیوع ویروس، هنوز اطلاعات و داده‌ها برای بررسی دقیق و جامع بیماری کافی نبوده و این باعث شده بسیاری از تصمیم گیری‌ها و یافته‌ها بر اساس حدس و گمان باشند، بطوریکه حتی در مطالعات علمی مواردی مانند سیر انتقال و نحوه انتقال، نتایج متناقضی داشته‌اند. برای شناسایی بهتر وضعیت نیازمند داده‌های شفاف، دقیق و اطلاعات آماری به روزتر است تا بتوان به نتیجه‌ای درست‌تر در ارتباط با این بیماری پرداخت.

Refrences:

1. K. Iwata and C. Miyakoshi, A Simulation on Potential Secondary Spread of Novel Coronavirus in an Exported Country Using a Stochastic Epidemic SEIR Model, doi: 10.20944/preprints202002.0179.v1
2. Q. Li, W. Feng, Trend and forecasting of the COVID-19 outbreak in China, arXiv:2002.05866
3. H. Sun et.al, Tracking and Predicting COVID-19 Epidemic in China Mainland, medRxiv preprint doi: https://doi.org/10.1101/2020.02.17.20024257.
4. Z. Hu , Q. Ge , Li. Jin, and M. Xiong, Artificial Intelligence Forecasting of Covid-19 in China, https://arxiv.org/abs/2002.07112
5. K. Roosa et. Al, Short-term Forecasts of the COVID-19 Epidemic in Guangdong and Zhejiang, China: February 13–23, 2020 J. Clin. Med. doi:10.3390/jcm9020596.
6. Adam J Kucharski et.al , Early dynamics of transmission and control of COVID-19: a mathematical modelling study, doi: https://doi.org/10.1101/2020.01.31.20019901
7. H. Xiong, H.Yan, Simulating infected population and spread trend of 2019-nCov under different policy by EIR model.
8. H. Wang et.al, Phase-adjust estimation of the number of CoronaViruse Disease 2019 cases inWuhan,China

9. C. Zhan et.al, Modeling an predication of 2019 Coronavirus Disease Spreading in China Incorporating Human Migration Data.
10. N. Al-Rousan, H. Al-NajjarNowcasting and Forecasting the Spreading of Novel Coronavirus 2019-nCoV and its Association With Weather Variables in 30 Chinese Provinces: A Case Study
11. C. Anastassopoulou, L. Russo, A. Tsakris, C. Siettos, Data-based analysis, Modeling and Forecasting of the novel Coronavirus (2019-NCoV) out break
12. S. Cauchemez et.al, Transmission scenarios for Middle East Repiratory Cornavirus (MERS-CoV) and how to te tell them apart.