Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 7, Issue 2, Summer 2020, Pages: 49-53

Original Article

doi: 10.52547/johe.7.2.49

A Systematic Control Model for Covid-19 Outbreak from a Safety Engineering Perspective

Mostafa Pouyakian

Assistant Professor, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

**** Corresponding Author:*** *Mostafa Pouyakian, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Email: pouyakian@sbmu.ac.ir*

Received: 12/03/2020
Accepted: 02/05/2020

How to Cite this Article:
Pouyakian M. A Systematic Control Model for Covid-19 Outbreak from a Safety Engineering Perspective. *J Occup Hyg Eng*. 2020; 7(2): 49-53. DOI: 10.52547/johe.7.2.49

Abstract

There is a need for a systematic approach to reduce the consequences of the coronavirus disease-2019 (Covid-19) outbreak. The most effective way to prevent this disease is to cut off the virus transmission chain. This study aimed to propose a systematic model for the management of the Covid-19 crisis based on the bow-tie analysis model and the concept of Layers of Protection Analysis from the perspective of safety engineering. In this model, five layers of defense have been introduced to reduce the patient's referral to the hospitals and effectively manage the disease transmission chain. In addition to maintaining the health of citizens, the implementation of this model will improve the health of healthcare workers by reducing the burden of patient admission to hospitals.

Keywords: Bow-tie Analysis; COVID-19; Incident Control Model; Outbreak; Safety Engineering

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/johe.7.2.49]

Copyright © 2020 Journal of Occupational Hygiene Engineering. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

مقاله پژوهشی

doi: 10.52547/johe.7.2.49

یک مدل کنترل سیستمی برای اپیدمی کووید ۱۹ از منظر مهندسی ایمنی

مصطفی پویاکیان

استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

* **نویسنده مسئول:** مصطفی پویاکیان، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. ایمیل: pouyakian@sbmu.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۲/۲۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۲/۱۳

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

کاستن از پیامدهای شیوع بیماری کووید ۱۹ نیازمند نگرش سیستمی است. اثربخش‌ترین روش پیشگیری از این بیماری، قطع زنجیره انتقال ویروس است. در این یادداشت مدلی سیستمی برای مدیریت بحران کووید ۱۹ بر پایه مدل آنالیز پاپیونی و مفهوم آنالیز لایه‌های دفاعی از منظر مهندسی ایمنی ارائه شده است. در این مدل به‌منظور کاهش ورود بیمار به شبکه تشخیص و درمان، پنج لایه دفاعی معرفی شده است تا زنجیره انتقال بیماری به شیوه مؤثری مدیریت شود. اجرای این مدل با کاهش بار ورود بیمار به بیمارستان‌ها علاوه بر حفظ سلامت شهروندان، سلامت شغلی کارکنان حوزه درمان را نیز ارتقا خواهد بخشید.

واژگان کلیدی: اپیدمی؛ آنالیز پاپیونی؛ کووید ۱۹؛ مدل کنترل رویداد؛ مهندسی ایمنی

مقدمه

بیماری کووید ۱۹ در سراسر جهان شیوع پیدا کرده است. پیامدهای حاصل از این بیماری تأثیرات بسیار عمیق و شدیدی را در حوزه‌های اقتصادی، پزشکی، کشاورزی، اجتماعی، فرهنگی، ورزشی، آموزشی، نظامی و امنیتی در سراسر دنیا ازجمله در ایران برجای گذاشته است [۱]. پیشرفت و توسعه فناوری‌ها، همان اندازه که انسان را در ظاهر قدرتمند می‌کند، سیستم‌ها را شکننده می‌سازد. افزایش پیچیدگی سیستم‌ها و به‌بیان‌دیگر پیچیدگی زندگی بشر، او را آسیب‌پذیرتر کرده است. رفتار انسان در سیستم‌ها پیچیده‌تر شده و سرعت جابه‌جایی انسان در کره زمین، سرعت انتشار بیماری‌ها را افزایش داده است. به بیان Woods، پیچیدگی بزرگ‌ترین دشمن ایمنی است [۲].

مقامات سازمان ملل میزان خسارت اقتصادی ناشی از شیوع این بیماری در سال ۲۰۲۰ را یک تریلیون دلار برای دنیا برآورد کرده‌اند که به معنای ازدست‌رفتن میلیون‌ها کسب‌وکار و شغل و کند یا حتی منفی‌شدن رشد اقتصادی دنیاست [۳]. اپیدمی کووید ۱۹ مشکلی با پوسته پزشکی و هسته سیستمی است؛ بنابراین، واگذاری حل مشکل بر عهده نظام پزشکی و درمانی به‌تنهایی مسئله را حل نمی‌کند. در مقابل، بهره‌گیری از تخصص‌های مختلف با رویکرد سیستمی خواهد توانست سد محکم‌تری را در برابر شیوع این بیماری و آسیب‌های ناشی از آن ایجاد کند [۴].

از منظر بهداشت حرفه‌ای می‌توان گفت که این پاندمی اثرات بزرگی را در سلامت شغلی کارگران و کارمندان برجای گذاشته است. برای نمونه، افزایش ساعات کار کادرهای درمانی و عوارض مرتبط با کار بیش‌ازحد توان مانند خستگی مفرط و مزمن، افزایش خطاهای پزشکی، افزایش تخلفات درمانی و نیز افزایش بیش‌ازحد معمول تماس کادرهای درمانی با بیماران ازجمله آثار شغلی این اپیدمی است. این پیامدها با کاهش تاب‌آوری (Resiliance) نظام درمان کشور در مقابل یک بیماری، آن را بسیار شکننده می‌کند؛ بنابراین، با ادامه وضع موجود با جمعیتی از پزشکان، رزیدنت‌ها، پرستاران، بهیاران، کارشناسان تشخیص طبی، کارشناسان بهداشت حرفه‌ای و محیط و عمومی، نیروهای خدماتی و اداری بیمارستان‌ها در معرض فرسودگی شغلی (Job burnout) روبه‌رو خواهیم بود. ازدست‌رفتن پزشک و پرستارِ متخصص، ظرفیت و توان نظام درمانی را کاهش می‌دهد [۵]. هدف این مقاله ارائه مدلی سیستمی بر مبنای الگوهای رایج در مهندسی ایمنی صنعتی برای مدیریت بحران شیوع بیماری کووید ۱۹است.

مدل سیستمی مدیریت اپیدمی کووید ۱۹

نرخ مرگ‌ومیر (Mortality rate) بیماری ناشی از کووید ۱۹ حدود ۳ تا ۴ درصد برآورد می‌شود. از این نظر ویروس عامل این بیماری نسبت به ویروس‌های مشابه خطرناک‌تر

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/johe.7.2.49]

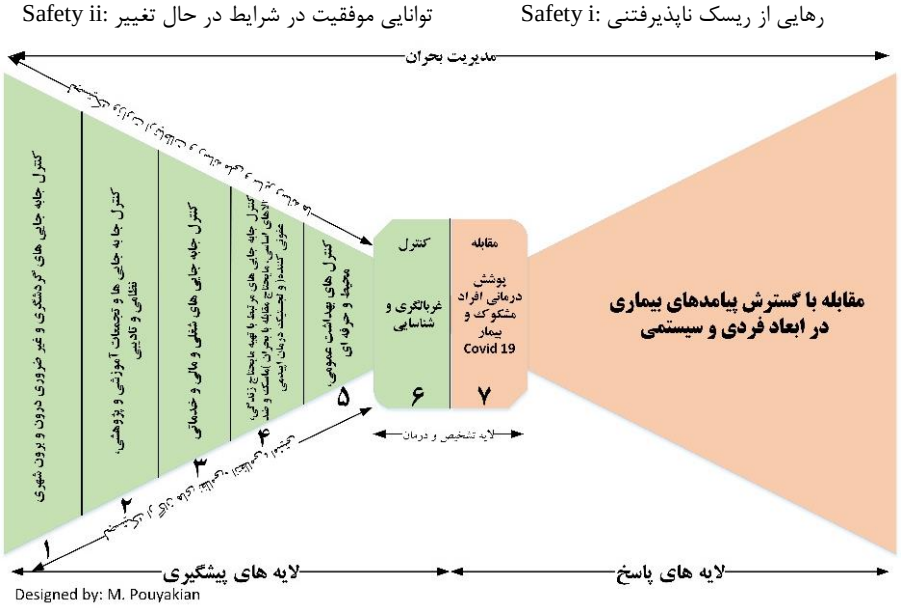
محسوب نمی‌شود [۶]. لیکن احتمال وقوع بیماری (قدرت سرایت در جامعه) چنان زیاد است که ریسک حاصل را نپذیرفتنی کرده است. ایمنی در تعریفِ قدیمیِ خود به‌معنی میزان دوربودن از خطر است (رویکرد واکنشی). ایمنی مدرن به‌معنای توانایی ما برای کسب موفقیت در شرایط ناپایدار است (رویکرد پیشگیرانه). در معنای مدرن، ایمنی به‌معنای تمرکز بر عملکرد ایمن و صحیح سیستم است. Hollnagel برای تسهیل درک این دو برداشت از مفهوم ایمنی، رویکرد پاسخ‌محور را ایمنی I و رویکرد پیشگیری‌محور را ایمنی II نامیده است. حلقه واسط این اقدامات نیز پدیدارشدن حادثه یا بیماری است [۵].

یکی از معروف‌ترین مدل‌ها برای ارزیابی ریسک و چارچوب‌بندی اقدامات کنترلی در ایمنی صنعتی به‌ویژه فرایندهای شیمیایی، مدل پاپیونی (Bow-tie model) و مدل آنالیز لایه‌های حفاظتی (LOPA: Layers Of Protection Analysis) است. در مدل پاپیونی مخروط سمت چپ معرف علل و رویدادهای احتمالی منجر به حادثه است و به معرفی لایه‌های کنترلی می‌پردازد که سیستم برای روبه‌رونشدن با حادثه تمهید کرده است [۷]. مخروط سمت راست نیز به معرفی اقداماتی و لایه‌هایی می‌پردازد که سیستم برای جلوگیری از گسترش پیامدهای حادثه تمهید کرده است. چنین مدل‌هایی می‌توانند در سیستم پیچیده بهداشت و درمان نیز کارآمد باشند [۴].

در این مقاله مدل پاپیونی مدیریت ایمنی برای بحران کووید ۱۹ معرفی شده است. در این مدل پنج لایه حفاظتی به‌عنوان لایه‌های مؤثر در پیشگیری از تولید بیمار، پیش از رسیدن به لایه‌های تشخیص و درمان وجود دارد (شکل ۱). شماره‌گذاری لایه‌های کنترلی به‌معنای فعال‌شدن ترتیبی آن‌ها نیست و از زمان شروع بحران، لایه‌ها هم‌زمان با هم فعال می‌شوند. زمانی این مدل به حداکثر اثربخشی خود خواهد رسید که بالاترین سطح تصمیم‌گیری یا فرماندهی مدیریت اپیدمی، درک درستی از بزرگی و ابعاد مسئله داشته باشد. به این ویژگی آگاهی موقعیتی (Situation awarness) گفته می‌شود. آگاهی موقعیتی به‌معنی درک عناصر محیط در ظرف زمان و مکان، فهم معانی آن‌ها و پیش‌بینی وضعیت آن‌ها در آینده نزدیک است. به‌بیان‌دیگر، ریسک درک شده اپیدمی توسط تصمیم‌گیرندگان ارشد است که تعیین می‌کنند مدل کنترل در چه زمان و با چه ابعادی فعال شود.

در هر لایه می‌توان از مجموعه‌ای از اقدامات مهندسی، مدیریتی و فردی برای بهبود عملکرد هر لایه استفاده کرد؛ بنابراین، سه گروه روش‌های کنترلی در پنج لایه دفاعی پیش از لایه‌های تشخیص و درمان، ۱۵ گروه از اقدامات را در دسترس تصمیم‌گیران قرار می‌دهد. هر کدام از این اقدامات با ایجاد مانعی در مسیر گسترش ویروس، زنجیره انتقال ویروس را محدود می‌کند و درنهایت تعداد بیماران واردشده به لایه درمان بسیار محدود می‌شود. بیمارانی که به این لایه می‌رسند، خدمات تشخیصی و درمانی بهتری دریافت خواهند کرد (جدول ۱).

به‌کارگیری اقدامات مهندسی به‌ویژه به‌کارگیری هوش مصنوعی و فناوری اطلاعات می‌تواند با تحلیل کلان‌داده‌ها (Big data) شانس شناسایی الگوی رفتار مردم و الگوی رفتار ویروس و انجام اقدامات پیش‌دستانه را افزایش دهد. لیکن سهولت و کاربردپذیری اجرای کنترل‌های فردی و مدیریتی بسیار بیشتر است. شناسایی اقدامات کنترلی هر لایه بر عهده سازمان‌های دخیل در همان لایه است. در یک سیستم دینامیک (و نه ایستا) لایه‌ها به‌طور دائم در حال ارزیابی اثربخشی اقدامات خود و اتخاذ تصمیم‌های جدیدتر (چرخه دمینگ) (Deming cycle) خواهند بود.



شکل ۱: مدل پاپیونی مدیریت ایمنی برای کنترل بحران کووید ۱۹

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/johe.7.2.49]

جدول ۱: جمع‌بندی مدل سیستمی پیشگیری از اپیدمی کووید ۱۹

لایه پیشگیری	نام لایه	سازمان‌های دخیل در لایه	تخصص‌های دخیل	اقدامات کنترلی سیستمی	جنس اقدامات		
					مهندسی	سازمانی	فردی
اول	کنترل جابه‌جایی‌های گردشگری و غیرضروری درون و برون‌شهری	وزارت راه و شهرسازی، وزارت گردشگری، هواپیمایی کشوری، شهرداری‌ها، راه‌آهن، سازمان تاکسی‌رانی، اتوبوس‌رانی، پایانه‌های حمل‌ونقل	مدیران و مهندسان حمل‌ونقل و ترافیک، مدیران مالی و بازار	اقدامات مربوط به بازطراحی الگوی ترددها و مدیریت مراکز احتمالی تجمعات انسانی			
دوم	کنترل جابه‌جایی‌های شغلی، مالی و خدماتی	وزارت اقتصاد و دارایی، بانک مرکزی، گمرک، تأمین اجتماعی، بیمه مرکزی، وزارت کشور و سایر ارگان‌های دولتی و خصوصی	مدیران اقتصاد بحران	اقدامات مربوط به ایجاد آرامش روانی شهروندان در خصوص همه انواع درآمدها و تعهدات مالی و بانکی			
سوم	کنترل جابه‌جایی‌ها و تجمعات آموزشی، پژوهشی، نظامی و تأدیبی	وزارت آموزش‌وپرورش، وزارت بهداشت، وزارت علوم، سازمان سنجش، سازمان زندان‌ها، پادگان‌ها	قضات، فرماندهان نظامی و مدیران آموزش و تأدیب در بحران	اقدامات مربوط به بازطراحی تقویم آموزشی، آموزش و کنترل افراد از راه دور			
چهارم	کنترل جابه‌جایی‌های مرتبط با تهیه مایحتاج زندگی، کالاهای اساسی، مایحتاج مقابله با بحران (ماسک و ضدعفونی‌کننده) و لجستیک پاسخ درمانی به اپیدمی	وزارت صنعت، معدن و تجارت، وزارت کشاورزی، وزارت نیرو، وزارت نفت و ...	مدیران و مهندسان تولید در بحران	اقدامات مربوط به برنامه‌ریزی مجدد تولید برای شرایط بحرانی و تسریع و تسهیل فرایندهای مربوطه			
پنجم	کنترل‌های بهداشت عمومی، محیط و حرفه‌ای	وزارت بهداشت، استانداری‌ها، شهرداری‌ها، سازمان آتش‌نشانی، هلال‌احمر و ...	متخصصان و مهندسان بهداشت عمومی، محیط و حرفه‌ای	مداخلات فردی، مهندسی و مدیریتی برای تغییر رفتار بهداشتی مردم			
ششم	غربالگری و شناسایی	مطب‌ها، مراکز بهداشت، بیمارستان‌ها، آزمایشگاه‌های تشخیص طبی، پژوهشگاه‌های ویروس‌شناسی	اپیدمیولوژیست‌ها، پزشک تشخیصی و علوم پایه پزشکی	اقدامات تشخیصی اولیه و غربالگری			
هفتم	درمان و مراقبت	بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها	پزشکان، پرستاران، بهیاران	اقدامات درمانی و مراقبتی			

نتیجه‌گیری

کارآمدی مدل کنترل وابسته به ارزیابی سؤالاتی ازاین‌دست است که هر لایه چه عمقی از دفاع را برای ما ایجاد می‌کند؟ هماهنگی هر لایه با لایه دیگر چقدر است؟ و چه اقداماتی برای حفاظت از کارکنان درمانی و مراقبتی انجام شده است که با بیماران بدحال در تماس نزدیک هستند؟ در حوزه بهداشت حرفه‌ای و ایمنی هم باید به لزوم دیده‌بانی علمی، جمع‌آوری داده و شناسایی نیازهای فعلی و آتی جامعه در خصوص حفاظت از نیروی کار در شرایط اپیدمی توجه شود. شیوه‌های سنجش آلاینده‌های هوابرد بیولوژیک، حدود تماس شغلی، ایمنی زیستی، وسایل حفاظت فردی، ایمنی رفتاری در اپیدمی، بیماری‌های روانی ناشی از کار و

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/johe.7.2.49]

مواردی مانند این باید در صدر تحقیقات پژوهشگران رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

نویسنده مقاله از نظرات ارزشمند داورانی که نسخه اولیه این مقاله را با دقت نظر بررسی کردند، سپاسگزاری می‌نماید. همچنین از نظرات و حمایت پروفسور ایرج محمدفام در بهبود متن مقاله سپاسگزاری می‌گردد.

تضاد منافع

تضاد منافعی گزارش نمی‌شود.

ملاحظات اخلاقی

ضوابط عمومی اخلاق در پژوهش در نگارش مقاله رعایت شده است.

سهم نویسندگان

تمام سهم نگارش این مقاله به دکتر مصطفی پویاکیان به‌عنوان تنها نویسنده متعلق است.

حمایت مالی

پژوهش منتهی به نگارش این مقاله، تحت حمایت مالی هیچ سازمانی نبوده است.

REFERENCES

1. Pan X, Ojcius DM, Gao T, Li Z, Pan C, Pan C. Lessons learned from the 2019-nCoV epidemic on prevention of future infectious diseases. *Microbes Infect*. 2020;**22**(2):86-91. PMID: 32088333 DOI: 10.1016/j.micinf.2020.02.004
2. Woods DD, Dekker S, Cook R, Johannesen L, Sarter N. Behind human error. London: Routledge; 2010.
3. Coronavirus update: COVID-19 likely to cost economy $1 trillion during 2020, says UN trade agency. UN News. Available at: URL: https://news.un.org/en/story/2020/03/1059011; 2020.
4. McLeod RW. Designing for human reliability: human factors engineering in the oil, gas, and process industries. Texas: Gulf Professional Publishing; 2015.
5. Hollnagel E, Wears RL, Braithwaite J. From safety-I to safety-II: a white paper. The resilient health care net. Australia: Macquarie University; 2015.
6. World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) situation report. Geneva: World Health Organization; 2020.
7. Markowski AS, Kotynia A. "Bow-tie" model in layer of protection analysis. *Proc Saf Environ Protec*. 2011; **89**(4):205-13. DOI: 10.1016/j.psep.2011.04.005

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.52547/johe.7.2.49]