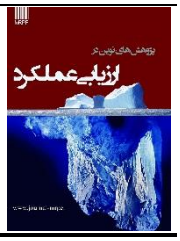
Modern Research in Performance Evaluation

www.journal-mrpe.ir

Mod. Res. Perf. Eval. Vol. 1, No. 4 (2022) 262–274.



Paper Type: Original Article

Evaluation of the Effectiveness of Vaccination against Covid-19 in Controlling the Contagion and Death Rate in Asian Countries Using Data Envelopment Analysis

Maya Jamshidi[1,*], Hadi Shirouyehzad[1]

[1] *Department of Industrial Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran; jamshidi.maya@sin.iaun.ac.ir; hadi.shirouyehzad@gmail.com.*

Citation:

Jamshidi, M., & Shirouyehzad, H. (2022). Evaluation of the effectiveness of vaccination against Covid-19 in controlling the contagion and death rate in Asian countries using data envelopment analysis. *Modern research in performance evaluation, 1*(4), 262-274.

Received: 04/09/2022 Reviewed: 06/10/2022 Revised: 25/10/2022 Accepted: 18/12/2022

Abstract

Purpose: This paper aimed to evaluate the performance of vaccination in Asian countries for managing Covid-19 isease in two areas: control of disease transmission and prevention of deaths (control of death rate) using a two-step Data Envelopment Analysis (DEA).

Methodology: In the first phase, efficiency values are calculated based on the country's population and the number of people who have been fully vaccinated to provide a basis for analysis concerning transmission control (contagion rate). In the second phase of performance evaluation, considering the total number of confirmed infection cases, preventing deaths of people suffering from this disease has been done to evaluate the effectiveness of vaccination in Asian countries.

Findings: The countries are classified into four categories using area charts, and for each category, some suggestions and analyses are presented. The results of this study indicate the vaccination performance in the field of contagion control and death prevention. Once the efficiency situation is determined, the policies and executive actions of efficient countries can be appropriate models for other countries to move towards proper efficiency and improve the situation of the pandemic.

Originality/Value: The approach presented in this paper is to provide insight to measure the effectiveness of vaccination in future pandemic crises.

Keywords: Covid-19, Vaccination, Performance evaluation, Data envelopment analysis.

Corresponding Author: jamshidi.maya@sin.iaun.ac.ir http://dorl.net/dor/20.1001.1.28211960.1401.1.4.4.2

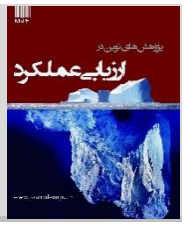
Licensee. **Modern Research in Performance Evaluation**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

Modern Reearch in Performance Evaluation

پژوهش‌های نوین در ارزیابی عملکرد

دوره ۱، شماره (۴)، (۱۴۰۱)، ۲۷۴-۲۶۲

www.journal-mrpe.ir



نوع مقاله: پژوهشی

ارزیابی عملکرد واکسیناسیون علیه بیماری کووید-۱۹ در کنترل سرایت و نرخ فوت در کشورهای آسیایی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها

مایا جمشیدی[۱،*]، هادی شیرویه زاد[۱]

[۱]گروه مهندسی صنایع، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران.

چکیده

هدف: پژوهش حاضر با هدف ارزیابی عملکرد واکسیناسیون در کشورهای آسیایی جهت مدیریت بیماری کووید-۱۹ در دو حوزه کنترل سرایت بیماری و مهار موارد فوت (کنترل نرخ مرگ‌ومیر) با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها در دو فاز انجام گردیده است.

روش‌شناسی پژوهش: در فاز نخست مقادیر کارایی بر اساس جمعیت کشورها و تعداد افرادی که به‌طور کامل واکسینه شده‌اند محاسبه شده است تا مبنایی برای تجزیه‌وتحلیل با توجه به کنترل سرایت (نرخ ابتلا) به بیماری ایجاد گردد. در فاز دوم، ارزیابی عملکرد با در نظر گرفتن تعداد کل موارد ابتلای تایید شده، مهار موارد فوت مبتلایان به این بیماری برای ارزیابی کارایی واکسیناسیون در کشورهای آسیایی انجام گردیده است.

یافته‌ها: کشورها با استفاده از نمودار منطقه‌ای در چهار گروه طبقه‌بندی و برای هر گروه پیشنهادها و تحلیل‌هایی ارایه شده است. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده عملکرد واکسیناسیون انجام‌شده در زمینه کنترل سرایت بیماری و مهار موارد فوت است. با مشخص شدن وضعیت کارایی، سیاست‌ها و اقدامات اجرایی کشورهای کارا می‌تواند الگوهای مناسبی برای سایر کشورها در راستای حرکت به سمت کارایی مناسب و بهبود وضعیت پاندمی باشد.

اصالت/ارزش افزوده علمی: رویکرد بیان‌شده در این مقاله بینشی برای سنجش و ارزیابی کارایی واکسیناسیون در بحران‌های همه‌گیری در آینده را ارایه می‌کند.

کلیدواژه‌ها: کووید-۱۹، واکسیناسیون، ارزیابی کارایی، تحلیل پوششی داده‌ها.

۱- مقدمه

بیماری کروناویروس ۲۰۱۹[۱] یا کووید-۱۹[۲]، که براثر کروناویروس سندرم حاد تنفسی ۲[۳] ایجاد می‌شود، از مارس ۲۰۲۰ به یک بیماری همه‌گیر تبدیل شده، بحران جهانی ایجاد کرده و تاکنون میلیون‌ها نفر را قربانی کرده است [4]. این بیماری و تاثیر اقتصادی آن بسیار نامشخص است. با توجه به این‌که یک شیوع محدود می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی بر اقتصاد جهانی در کوتاه‌مدت تاثیر بگذارد، این امر سیاست‌گذاران را در تدوین یک پاسخ مناسب برای سیاست‌های کلان اقتصادی دچار چالش سختی می‌کند [8]؛ لذا برای توقف این همه‌گیری و کاهش تاثیر آن بر جامعه، اقتصاد و سلامت عمومی و هم‌چنین بازگشت ما به «زندگی عادی»، تولید واکسن‌ها و عوامل

[1] Coronavirus disease 2019
[2] COVID-19
[3] SARS-CoV-2

* نویسنده مسئول

jamshidi.maya@sin.iaun.ac.ir

http://dorl.net/dor/20.1001.1.28211960.1401.1.4.4.2

ضدویروسی علیه کووید-۱۹ یک نیاز مبرم می‌باشد. تا به امروز، پلتفرم‌های مختلفی برای توسعه واکسن ویروس کرونا مورداستفاده قرار گرفته است و واکسن‌های مختلفی تولید و مجوز استفاده اضطراری دریافت کرده‌اند [1].

علی‌رغم این توسعه، با توجه به‌سرعت بی‌سابقه توسعه واکسن و شناسایی گونه‌های جدید کووید-۱۹، نگرانی‌هایی در مورد ایمنی و کارایی این واکسن‌ها ایجاد شده است. الجغفی و همکاران [1] پلتفرم‌های مختلف مورداستفاده برای توسعه واکسن بیماری کرونا ۲۰۱۹ (کووید-۱۹) را بررسی، نقاط قوت و محدودیت‌های آن‌ها را مورد بحث قرار داده‌اند و نگرانی‌های ایمنی عمده و خطرات بالقوه مرتبط با هر نوع واکسن را مشخص نموده‌اند.

با توجه به این‌که کووید-۱۹ به‌عنوان یک تهدید بهداشت عمومی همه‌گیر ظاهر شده است، محققان در حال حاضر به دنبال معرفی واکسنی برای مقابله با آن هستند. بااین‌حال، توزیع سریع جغرافیایی، مطالعات بالینی پیشنهادی، فقدان واکسن و داروی مناسب و آزمایش‌های تشخیصی خاص چالش‌های قابل‌تصور برای مبارزه با این همه‌گیری می‌باشند. با استفاده از استراتژی‌ها و تاکتیک‌های کنترل واکنش در یک شیوع اولیه بهداشت عمومی، می‌توان شیوع کووید-۱۹ را کاهش داد. همه این استراتژی‌ها به همه‌گیری فعلی کمک می‌کند اما ما هم‌چنین به یک پاسخ استراتژیک مهم‌تری نیاز داریم تا بتوانیم زمانی که همه‌گیری بدتر می‌شود، تعامل حرفه‌ای‌تری داشته باشیم و تلاش‌های بیشتری در کشورهای درحال‌توسعه (کشورهای با درآمد کم و متوسط) برای اطمینان از این‌که حداقل الزامات در اسرع وقت برآورده می‌شود، انجام دهیم [6].

طبق تحقیقات انجام‌شده مدت‌زمان ایمنی ارایه‌شده توسط واکسن‌های کووید-۱۹ در ایالات‌متحده نامشخص است. این‌که آیا افزایش عفونت‌های پس از واکسیناسیون در طول تابستان ۲۰۲۱ ناشی از کاهش ایمنی در طول زمان بوده است یا پیدایش نوع دلتا و یا هر دو مورد، ناشناخته است. داده‌های مربوط به واکسیناسیون مرتبط با کووید-۱۹ و پیامدهای آن طی یک دوره ۹ ماهه (۱۱ دسامبر ۲۰۲۰ تا ۸ سپتامبر ۲۰۲۱) برای تقریبا ۱۰٫۶ میلیون نفر از ساکنان کارولینای شمالی با پیوند دادن داده‌های سیستم مراقبت کووید-۱۹ کارولینای شمالی استخراج گردید. از یک مدل رگرسیون برای تخمین اثربخشی واکسن‌های فایزر، مدرنا و جانسون و جانسون-جانسن در کاهش خطرات فعلی کووید-۱۹ استفاده شد. بستری شدن در بیمارستان و مرگ، به‌عنوان تابعی از زمان سپری‌شده از واکسیناسیون در نظر گرفته شد. هر سه واکسن کووید-۱۹ در کاهش خطرات بستری شدن در بیمارستان و مرگ اثربخشی پایداری داشتند. هم‌چنین کاهش ایمنی و ظهور واریانت دلتا در طول زمان منجر به کاهش محافظت در برابر عفونت شده‌اند [7].

از طرفی تلاش‌های تک‌تک کشورها برای مبارزه با همه‌گیری کووید-۱۹ ممکن است به‌طور قابل‌توجهی متفاوت باشد [10]. در یک مطالعه، شیرویه‌زاد و همکاران [9] کارایی ۲۹ کشور در مدیریت بیماری کووید-۱۹ را با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی و با استفاده از نمودار منطقه‌ای طبقه‌بندی کرده‌اند. اشتپانک و همکاران [10] کارایی مدیریت همه‌گیری کووید-۱۹ را در کشورهای منتخب اروپایی با استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها در سری‌های زمانی هفتگی برای تابستان ۲۰۲۱ مقایسه کرده‌اند. برای ارزیابی سرایت کووید-۱۹ در کشورهای منتخب، نسبتی از افراد کاملا واکسینه‌شده، تعداد نسبی بیماران بستری در بیمارستان و تعداد تکثیر را به‌عنوان شاخصی از میزان انتقال فعلی همه‌گیری کووید-۱۹ در منطقه در نظر گرفته‌اند. با استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها در سری‌های زمانی، کشورهایی را با بالاترین بازدهی بلندمدت که ممکن است نمونه‌ای برای کشورهای دیگر باشند، شناسایی کرده‌اند. بنابراین، نتایج به‌دست‌آمده نسبتا گویا هستند و جنبه ارتباط مدل‌ها را در سری‌های زمانی پیشنهاد می‌کنند [10].

با توجه به این موضوع که ارزیابی کارایی واکسیناسیون از جهات مختلف قابل‌توجه است، می‌توان گفت یک شاخص عملکرد واکسیناسیون تاثیر آن در میزان شیوع بیماری و میزان مرگ‌ومیر است؛ بنابراین پژوهش حاضر باهدف ارزیابی عملکرد واکسیناسیون در کشورهای آسیایی در مدیریت بیماری کووید-۱۹ در دو حوزه کنترل سرایت بیماری و مهار موارد فوت (نرخ مرگ‌ومیر) انجام گردیده است.

در این پژوهش کشورهای آسیایی به‌عنوان جمعیت تحت بررسی انتخاب شده‌اند. مقادیر کارایی بر اساس جمعیت کشورها و تعداد افرادی که به‌طور کامل واکسینه شده‌اند در فاز اول محاسبه شده تا مبنایی برای تجزیه‌وتحلیل با توجه به کنترل سرایت (نرخ ابتلا) بیماری ایجاد گردد. در فاز دوم با در نظر گرفتن تعداد کل موارد ابتلا، میزان مرگ‌ومیر برای ارزیابی کارایی واکسیناسیون در کشورهای آسیایی انجام گردیده است. کشورها نیز با استفاده از نمودار منطقه‌ای در چهار گروه طبقه‌بندی و برای هر گروه پیشنهادها و تحلیل‌هایی ارایه شده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهنده عملکرد واکسیناسیون انجام‌شده در زمینه کنترل سرایت و مهار موارد فوت است. در بخش بعدی این مقاله

(بخش دوم) مطالب تحقیق مورد بحث قرار می‌گیرد. بخش سوم روش تحقیق را ارایه می‌دهد. در بخش چهارم، نتایج به‌کارگیری مدل بیان می‌شود و درنهایت، بخش پنجم مقاله را به پایان می‌رساند.

۱-۱- مبانی نظری

به‌طورکلی روش‌های مختلف ارزیابی کارایی به دو دسته روش‌های پارامتری و روش‌های ناپارامتری تقسیم می‌شوند. تحلیل پوششی داده‌ها[1] یکی از روش‌های ناپارامتری قابل‌اعتماد برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری[2] است. در سال ۱۹۵۷ فارل [13] یک روش اندازه‌گیری کارایی را با یک ورودی و یک خروجی پیشنهاد کرد. سپس چارنز و همکاران [2] در سال ۱۹۷۸ دیدگاه فارل را توسعه دادند و مدلی ارایه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیری با چندین ورودی و چندین خروجی را دارد. واحدهای قابل‌مقایسه به‌عنوان واحدهای تصمیم‌گیری نامیده می‌شوند که برای تبدیل ورودی‌ها به خروجی استفاده می‌گردند. در این روش هیچ فرضی برای تعیین تابع تولید صورت نمی‌گیرد. در این روش منحنی مرزهای کارا از یک سری نقاط تعیین‌شده با برنامه‌ریزی خطی ایجاد می‌شود؛ درواقع یک تابع مرزی احاطه‌کننده عوامل داخلی و خارجی با استفاده از اطلاعات ورودی و خروجی واقعی *DMUs* ساخته می‌شود. روش برنامه‌ریزی خطی بعد از اجرای بهینه‌سازی مشخص می‌کند که آیا واحد تصمیم‌گیری موردنظر روی مرز کارایی قرار گرفته است یا خارج از آن قرار دارد. این مرز خطی است که نه‌تنها کاراترین واحدها را تعیین می‌کند، بلکه مبنایی را برای تجزیه‌وتحلیل واحدهای ناکارا فراهم می‌کند. بدین‌وسیله واحدهای کارا و ناکارا از یکدیگر تفکیک می‌شوند. مزیت تحلیل پوششی داده‌ها این است که «مرز کارایی» را می‌توان تعمیم داد و به‌عنوان مدلی برای سازمان‌های مشابه استفاده کرد [2]، [5]. این روش در حین اندازه‌گیری کارایی نوع بازده نسبت به مقیاس را نیز ارایه می‌دهد. با پیشرفت و تکامل روش مذکور، در حال حاضر *DEA* یکی از حوزه‌های فعال تحقیقاتی در اندازه‌گیری کارایی است و به‌طور چشمگیری مورد استقبال پژوهشگران جهان قرار گرفته است.

مدل‌های پایه‌ای *DEA* به دو دسته *CCR* و *BCC* تقسیم می‌شوند. مدل *CCR* اولین بار توسط چارنز و همکاران [2] در سال ۱۹۷۸ پیشنهاد شد که نام آن از حروف اول اسامی آن‌ها اقتباس شده است. مدل *CCR* شامل بازدهی ثابت در مقیاس[3] است. با توجه به این نکته که در بسیاری از موارد بازده به مقیاس متغیر است، بنکر و همکاران [14] در سال ۱۹۸٤، *CCR* را توسعه دادند و بازده متفاوتی را به مقیاس در نظر گرفتند و بنابراین *BCC* را معرفی کردند که نام آن نیز از حروف اول اسامی آن‌ها گرفته شده است. در مدل *BCC* فرض بر بازدهی متغیر نسبت به مقیاس[4] می‌باشد. فرض *CCR* تنها در صورتی قابل‌اعمال است که کلیه واحدهای موردبررسی در مقیاس بهینه عمل کنند و استفاده از این فرض برای زمانی که تمامی واحدها بهینه عمل نمی‌کنند، مقادیر محاسبه شده فنی را دچار اختلال می‌کند. هرکدام از این دو مدل را می‌توان در دو دیدگاه ورودی و خروجی محور موردبررسی قرار داد. مدل‌های ورودی محور، مدل‌هایی هستند که با ثابت نگه‌داشتن خروجی‌ها، ورودی‌ها کاهش می‌یابند. مدل‌های خروجی محور، مدل‌هایی هستند که با ثابت نگه‌داشتن ورودی‌ها، خروجی‌ها افزایش می‌یابند. هرکدام از این دو مدل را نیز می‌توان از دو طریق حل نمود. مدل اولیه که معمولا به‌صورت حداکثر سازی است به مدل مضربی و مدل ثانویه که معمولا به‌صورت حداقل سازی است به مدل پوششی معروف است [3].

مدل پوششی *BCC* ورودی‌محور به‌صورت زیر می‌باشد [3]. متغیر متناظر با محدودیت اول مساله اولیه با θ متغیرهای متناظر با سایر محدودیت‌ها با λj به نمایش گذاشته شده است.

$$Min\ \theta,$$
$$s.t.$$
$$\theta xip - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_i \geq 0, \quad i = 1,$$

$$\theta xip - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_i \geq 0, \quad i = 1,2,\dots,m,$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \geq yrp, \quad r = 1,2,\dots,s,$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1,$$
$$\lambda j \geq 0 \quad for\ all\ j,$$

θ آزاد در علامت.

[1] Data Envelopment Analysis (DEA)
[2] Decision Making Unit (DMU)
[3] Constant returns to scale
[4] Variable returns to scale

در این مدل s، m و n به ترتیب معرف ترتیب معرف تعداد خروجی‌ها، ورودی‌ها و واحدهای تصمیم‌گیری است. λj وزن $DMU\ jth$ و θ مقدار کارایی نسبی واحد تصمیم‌گیری تحت ارزیابی را نشان می‌دهد. DMU با مقدار کارایی ۱ کارا در نظر گرفته می‌شود، در غیر این صورت ناکارا است.

اگرچه در DEA خروجی بیشتر نسبت به ورودی کمتر، ملاک کارا بودن واحد است، اما باید توجه داشت که واحدهای تصمیم‌گیری همواره به دنبال افزایش خروجی و کاهش ورودی نیستند؛ چراکه خروجی‌ها و ورودی‌ها می‌تواند مطلوب یا نامطلوب باشد. تحت این شرایط، تولید بیشتر خروجی مطلوب و تولید کمتر خروجی نامطلوب نسبت به مقدار مصرف کمتر ورودی، موجب کارا شدن واحدهای تصمیم‌گیری خواهد شد.

۲- روش پژوهش

در این بخش داده‌ها و روش انجام این پژوهش توضیح داده شده است.

۲-۱- داده‌ها و منابع

واکسن‌های کووید-۱۹ یک مداخله دارویی اولیه در برابر این بیماری و اقدامی حیاتی برای پایان دادن به این همه‌گیری می‌باشند. تاکنون تلاش‌های بسیاری برای توسعه و تلقیح مردم با این واکسن‌ها انجام شده است بنابراین بررسی اثربخشی واکسیناسیون در برابر کووید-۱۹ امری ضروری است.

در این مقاله، ۴۲ کشور آسیایی به‌عنوان جمعیت تحت بررسی انتخاب می‌شوند. عامل مهمی که می‌تواند در کنترل همه‌گیری نقش داشته باشد، بررسی جمعیت هر کشور در کنار تعداد افرادی که به‌طور کامل واکسینه شده‌اند، می‌باشد. هم‌چنین برای ارزیابی کارایی واکسیناسیون در کنترل سرایت و مرگ‌ومیر، از تعداد کل موارد تاییدشده و فوتی کووید-۱۹ استفاده شده است. داده‌ها به‌صورت مستقیم از سازمان بهداشت جهانی[1] [11] و *Worldometer* [12] دریافت شده است. در اینجا داده‌های کل واکسیناسیون‌ها، تعداد موارد ابتلا و مرگ‌ومیر در هر کشور در یک بازه زمانی خاص موردبررسی قرار می‌گیرد؛ تلقیح واکسن کووید-۱۹ در این کشورها حداکثر در دسامبر ۲۰۲۰ آغاز شده و اطلاعات انجام واکسیناسیون تا نوامبر ۲۰۲۱ مورداستفاده قرار گرفته است [7]. با توجه به این موضوع که ایمنی قابل‌قبول دو هفته بعد از تزریق دز دوم واکسن کرونا ایجاد می‌شود؛ تعداد افرادی که به‌طور کامل واکسینه شده‌اند، جمعیت موردمطالعه را تشکیل می‌دهند.

۲-۲- روش و متدولوژی

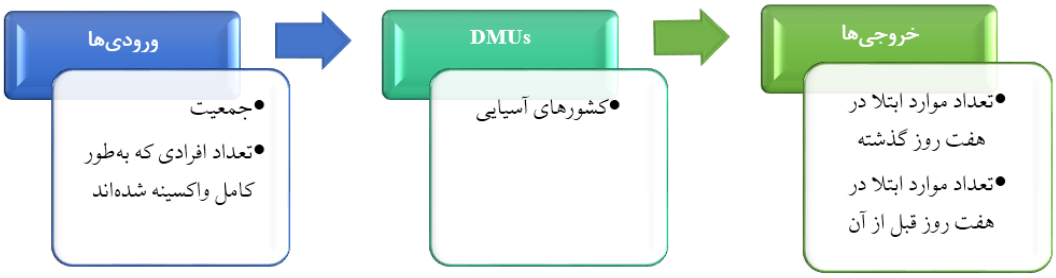
در این مقاله با در نظر گرفتن نظرات خبرگان حوزه و پژوهش‌های مشابه استپانک و همکاران [10] و شیرویه‌زاد و همکاران [9]، از DEA برای تجزیه‌وتحلیل ارزیابی واکسیناسیون انجام شده در مورد همه‌گیری کووید-۱۹ استفاده شده است. با توجه به داده‌های مذکور در بخش ۲-۱ و پژوهش‌های مشابه مورداشاره در این بخش متغیرهای ورودی و خروجی تعیین و در ادامه مدل مناسب DEA جهت محاسبه کارایی واکسیناسیون انتخاب می‌شود. مراحل انجام پژوهش در ادامه شرح داده شده است.

۲-۲-۱- گام اول: تعیین شاخص‌های ورودی و خروجی مدل تحلیل پوششی داده‌ها در فاز اول

در فاز اول، مدل DEA با در نظر گرفتن دو ورودی "جمعیت کشور" و "افرادی که به‌طور کامل واکسینه شده‌اند" و دو خروجی "موارد ابتلا در هفت روز گذشته و هفت روز قبل از آن" حل می‌شود (**شکل ۱**). با توجه به این‌که افرادی که به‌طور کامل واکسینه شده‌اند بخشی از جمعیت کشور را تشکیل می‌دهند، می‌توان بیان نمود ورودی‌های این فاز به‌نوعی با یکدیگر همپوشانی دارند. در این مرحله، $DMUs$ کارا، کشورهایی هستند که در یک بازه زمانی معین تعداد موارد ابتلای کمتری نسبت به سایر کشورها داشته‌اند. به‌عبارت‌دیگر، در $DMUs$ کارا

[1] World Health Organization (WHO)

(کشورها) تلقیح واکسن عملکرد بهتری در کنترل سرایت نشان داده است. یافته‌ها همراه با جدول، نمودار و شکل با ارایه آمار و ارقام در سند ذکر می‌گردند.



شکل ۱- فاز اول: ارزیابی کارایی واکسیناسیون در کنترل سرایت.

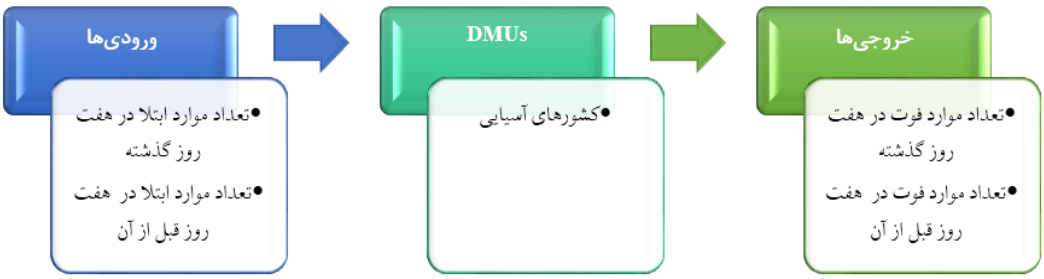
Figure 1- First phase: evaluation of the effectiveness of vaccination in controlling the spread.

لازم به ذکر است که تعداد موارد ابتلا (تایید شده) در هفت روز گذشته و هفت روز قبل از آن، خروجی‌های نامطلوب می‌باشند. با توجه به این‌که بازگشت به مقیاس در این مدل متغیر است، از *BCC* استفاده می‌شود. راه‌حلی برای این مدل، کارایی واکسیناسیون در کنترل سرایت را برای هر کشور ارایه می‌دهد.

۲-۲-۲- گام دوم: تعیین شاخص‌های ورودی و خروجی مدل تحلیل پوششی داده‌ها در فاز دوم

در فاز دوم، مدل *DEA* دارای دو ورودی "تعداد موارد ابتلا در هفت روز گذشته و هفت روز قبل از آن" و دو خروجی "تعداد موارد فوت در هفت روز گذشته و هفت روز قبل از آن" می‌باشد (**شکل ۲**). در این مرحله، *DMUs* کارا کشورهایی هستند که در یک بازه زمانی معین نسبت به سایر کشورها، تعداد نسبتا کمتری موارد فوت داشته‌اند. به‌عبارت‌دیگر، *DMUs* (کشورها) کارا در این مرحله، آن‌هایی هستند که در تلقیح واکسن برای پیشگیری از مرگ‌ومیر کارا بوده‌اند.

لازم به ذکر است که تعداد موارد فوت در هفت روز گذشته و هفت روز قبل از آن در این مدل خروجی نامطلوب است. مشابه مدل مرحله قبل، ازآنجایی‌که بازگشت به مقیاس در این مدل متغیر است، از *BCC* استفاده می‌شود. علاوه‌براین، راه‌حلی برای این مدل، ناکارایی واکسیناسیون را برای هر کشور نشان می‌دهد.



شکل ۲- فاز دوم: ارزیابی کارایی واکسیناسیون در کنترل مرگ‌ومیر.

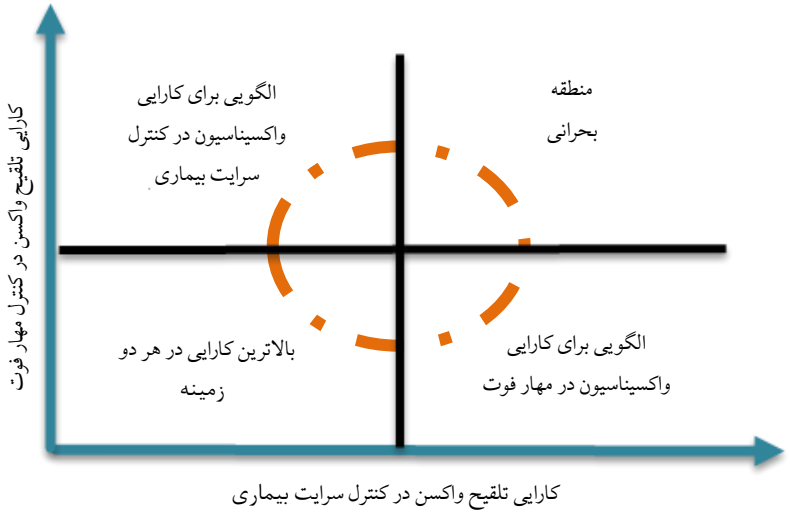
Figure 2- The second phase: evaluation of the effectiveness of vaccination in controlling mortality.

۳-۲-۲- گام سوم: تحلیل نتایج و طبقه‌بندی

با داشتن اعداد کارایی در مرحله اول و دوم، علاوه‌بر تحلیل کارایی مرسوم برای هر کشور، می‌توان معیارهایی برای پیشگیری از مرگ‌ومیر و کنترل سرایت با استفاده از تلقیح واکسن ارایه کرد. در این مطالعه، *DMU* (کشور) که در فاز اول کارا شناخته شده، علی‌رغم تلقیح واکسن در مقایسه با سایر کشورها، موفق به کنترل سرایت این بیماری نشده است. در فاز دوم با توجه به تعداد کل موارد ابتلای تایید شده نسبت به سایر کشورها در پیشگیری از مرگ و تسریع بهبودی ناکارا بوده است.

در ادامه کشورهای آسیایی در زمینه ارزیابی تلقیح واکسن در کنترل سرایت و فوت مطابق **شکل ۳** طبقه‌بندی شده‌اند. محور افقی و محور عمودی به ترتیب نشان‌دهنده عدم کارایی در سرایت بیماری و کاهش مرگ‌ومیر هستند. مقادیر میانگین کل بازده برای تقسیم نمودار به چهار

ناحیه استفاده می‌شود. کشورها بر اساس عدد بازده محاسبه شده در فاز اول و دوم *DEA* در این نمودار قرار می‌گیرند. هم‌چنین **شکل ۳** توضیحاتی را برای *DMU* (کشور) در هر یک از چهار ناحیه نمودار ارایه می‌دهد.



شکل ۳- طبقه‌بندی کشورهای آسیایی در زمینه ارزیابی تلقیح واکسن در کنترل سرایت بیماری و مهار فوت.
Figure 3- Classification of Asian countries in the field of evaluation of vaccine inoculation in disease control and death control.

۳- یافته‌های پژوهش

در این مقاله، ۴۲ کشور آسیایی که تلقیح دو دوز واکسن کووید-۱۹ تا نوامبر ۲۰۲۱ در آن‌ها انجام شده و اطلاعات لازم این کشورها در دسترس می‌باشد، به‌عنوان جمعیت تحت بررسی انتخاب می‌شوند. کشورهای موردمطالعه در **جدول ۱** ارایه شده‌اند.

برای ارزیابی واکسیناسیون در فاز اول، جمعیت کشورها و تعداد افرادی که به‌طور کامل واکسینه شده‌اند به‌عنوان ورودی و تعداد افراد مبتلا به‌عنوان خروجی در نظر گرفته شده است. راه‌حل با در نظر گرفتن بازده متغیر به مقیاس با استفاده از مدل *BCC* به دست می‌آید. ازآنجایی‌که تعداد موارد تاییدشده یک خروجی نامطلوب است، به‌عنوان ورودی در فاز دوم در نظر گرفته می‌شود؛ بنابراین، مدل با در نظر گرفتن دو ورودی "جمعیت کشور" و "افرادی که به‌طور کامل واکسینه شده‌اند" و دو خروجی "موارد ابتلا در هفت روز گذشته و هفت روز قبل از آن" حل شده است.

جدول ۱- داده‌های فاز اول حل مدل DEA.
Table 1- The data of the first phase of solving the DEA model.

شماره	کشور	ورودی‌ها		خروجی‌ها	
		جمعیت کشور	افرادی که به‌طور کامل واکسینه شده‌اند	موارد ابتلا در هفت روز گذشته	موارد ابتلا در هفت روز قبل از آن
1	افغانستان	40159632	3499948	332	344
2	ارمنستان	2971038	322786	3856	5112
3	آذربایجان	10267726	4324858	11809	13121
4	بحرین	1784517	1155518	196	166
5	بنگلادش	166997084	35414244	1696	1587
6	بوتان	783557	564142	8	7
7	برونئی	443371	295458	445	376
8	کامبوج	17044266	13233183	220	331
9	چین	1447145245	1014891521	164	204
10	قبرس	1219724	574761	1362	2416
11	گرجستان	3978387	885698	26393	28155
12	هندوستان	1399087302	412951566	61931	71365
13	اندونزی	277591391	90520201	2524	2557
14	ایران	85504572	44610761	31444	39720

جدول ۱- ادامه.

Table 1- Continued.

شماره	کشور	ورودی‌ها جمعیت کشور	 افرادی که به‌طور کامل واکسینه شده‌اند	خروجی‌ها موارد ابتلا در هفت روز گذشته	 موارد ابتلا در هفت روز قبل از آن
15	عراق	41490144	4468867	5203	5172
16	اسراییل	9326000	6023688	1595	3254
17	ژاپن	125931373	96059314	739	999
18	اردن	10345598	3714822	28456	22726
19	قزاقستان	19092532	7926608	6264	7329
20	قرقیزستان	6675479	806123	415	492
21	لائوس	7423978	3099003	9358	7968
22	لبنان	6782411	1758195	8683	6669
23	مالزی	32949075	24939160	37215	40292
24	مالدیو	553923	362326	739	885
25	مغولستان	3352493	2147026	3558	4534
26	میانمار	54922975	10478302	3639	4660
27	نپال	29873223	7990190	1859	2053
28	عمان	5288961	2309408	27	63
29	پاکستان	226918495	49588177	2317	2236
30	فیلیپین	111631712	32991268	5841	8905
31	جمهوری کره	51331289	40493353	25471	19965
32	عربستان سعودی	35575968	22324888	216	257
33	سنگاپور	5915068	4635560	10195	14985
34	سریلانکا	21539591	13721117	5894	5283
35	سوریه	18097600	732224	753	937
36	تاجیکستان	9838510	2411511	0	4
37	تایلند	70046474	39202716	42232	46171
38	تیمور شرقی	1353728	431739	3	10
39	ترکیه	85615390	50750190	174501	163388
40	ازبکستان	34151101	9399937	1497	1651
41	ویتنام	98570511	38648926	88089	69717
42	یمن	30748591	353822	32	37

مدل *BCC* برای به دست آوردن نتایجی که در **جدول ۲** نشان داده شده، استفاده شده است. در این فاز، *DMUs* کارا، کشورهایی هستند که در یک بازه زمانی معین تعداد موارد ابتلای کمتری نسبت به سایر کشورها داشته‌اند. به‌عبارت‌دیگر، در *DMUs* کارا (کشورها) تلقیح واکسن عملکرد بهتری در کنترل سرایت نشان داده است. کشورها با کارایی یک در اینجا وضعیت بحرانی دارند. با توجه به **جدول ۲**، مشخص است که کشورهای ارمنستان، برونئی، گرجستان و ترکیه نسبت به سایر کشورها عملکرد مناسبی در زمینه کنترل سرایت با تلقیح واکسن نداشته‌اند.

در فاز دوم، مدل *DEA* دارای دو ورودی "تعداد موارد ابتلا در هفت روز گذشته و هفت روز قبل از آن" و دو خروجی "تعداد موارد فوت در هفت روز گذشته و هفت روز قبل از آن" می‌باشد و با در نظر گرفتن بازده به مقیاس متغیر با استفاده از مدل *BCC* انجام می‌شود. در این فاز، *DMUs* کارا کشورهایی هستند که در یک بازه زمانی معین نسبت به سایر کشورها، تعداد نسبتا کمتری موارد مرگ‌ومیر داشته‌اند. به‌عبارت‌دیگر، *DMUs* (کشورها) کارا در این فاز، کشورهایی می‌باشند که در تلقیح واکسن جهت پیشگیری از مرگ‌ومیر عملکرد مطلوبی داشته‌اند. اطلاعات مربوط به ۴۲ کشور در **جدول ۳** و نتایج در **جدول ٤** ارایه شده است.

جدول ۲- نتایج فاز اول.

Table 2- The results of the first phase.

شماره	کشور	کارایی مرحله اول	شماره	کشور	کارایی مرحله اول
1	افغانستان	0.08442	22	لبنان	0.27087
2	ارمنستان	1.00000	23	مالزی	0.34311
3	آذربایجان	0.20114	24	مالدیو	0.91735
4	بحرین	0.25569	25	مغولستان	0.29008
5	بنگلادش	0.00863	26	میانمار	0.03374
6	بوتان	0.56584	27	نپال	0.03936
7	برونئی	1.00000	28	عمان	0.12794
8	کامبوج	0.02601	29	پاکستان	0.00644
9	چین	0.00031	30	فیلیپین	0.01436
10	قبرس	0.58849	31	جمهوری کره	0.07506
11	گرجستان	1.00000	32	عربستان سعودی	0.01323
12	هندوستان	0.04073	33	سنگاپور	0.38925
13	اندونزی	0.00371	34	سریلانکا	0.05505
14	ایران	0.12818	35	سوریه	0.40793
15	عراق	0.07976	36	تاجیکستان	0.12252
16	اسراییل	0.08681	37	تایلند	0.21206
17	ژاپن	0.00415	38	تیمور شرقی	0.68434
18	اردن	0.49446	39	ترکیه	1.00000
19	قزاقستان	0.06957	40	ازبکستان	0.03261
20	قرقیزستان	0.36735	41	ویتنام	0.56036
21	لائوس	0.22328	42	یمن	0.83505

جدول ۳- داده‌های فاز دوم حل مدل DEA.

Table 3- Data of the second phase of solving the DEA model.

شماره	کشور	ورودی‌ها		خروجی‌ها	
		موارد ابتلا در هفت روز گذشته	موارد ابتلا در هفت روز قبل از آن	موارد فوت در هفت هفت روز گذشته	موارد فوت در هفت روز قبل از آن
1	افغانستان	332	344	5	10
2	ارمنستان	3,856	5,112	236	262
3	آذربایجان	11,809	13,121	183	179
4	بحرین	196	166	0	1
5	بنگلادش	1,696	1,587	25	31
6	بوتان	8	7	0	0
7	برونئی	445	376	1	0
8	کامبوج	220	331	31	33
9	چین	164	204	0	0
10	قبرس	1,362	2,416	1	13
11	گرجستان	26,393	28,155	429	523
12	هندوستان	61,931	71,365	2,879	2,256
13	اندونزی	2,524	2,557	69	80
14	ایران	31,444	39,720	673	789
15	عراق	5,203	5,172	128	162
16	اسراییل	1,595	3,254	13	33
17	ژاپن	739	999	11	22
18	اردن	28,456	22,726	190	123
19	قزاقستان	6,264	7,329	116	132
20	قرقیزستان	415	492	18	19
21	لائوس	9,358	7,968	27	33
22	لبنان	8,683	6,669	64	63

جدول ۳- ادامه.

Table 3- Continued.

شماره	کشور	ورودی‌ها موارد ابتلا در هفت روز گذشته	موارد ابتلا در هفت روز قبل از آن	خروجی‌ها موارد فوت در هفت روز گذشته	موارد فوت در هفت روز قبل از آن
23	مالزی	37,215	40,292	307	326
24	مالدیو	739	885	0	1
25	مغولستان	3,558	4,534	50	62
26	میانمار	3,639	4,660	63	96
27	نپال	1,859	2,053	27	19
28	عمان	27	63	0	0
29	پاکستان	2,317	2,236	50	53
30	فیلیپین	5,841	8,905	1,290	1,489
31	جمهوری کره	25,471	19,965	274	171
32	عربستان سعودی	216	257	9	11
33	سنگاپور	10,195	14,985	39	76
34	سریلانکا	5,894	5,283	178	132
35	سوریه	753	937	35	38
36	تاجیکستان	0	4	0	0
37	تایلند	42,232	46,171	320	351
38	تیمور شرقی	3	10	0	0
39	ترکیه	174,501	163,388	1,404	1,511
40	ازبکستان	1,497	1,651	22	19
41	ویتنام	88,089	69,717	1,121	679
42	یمن	32	37	8	15

جدول ۴- نتایج فاز دوم.

Table 4- The results of the second phase.

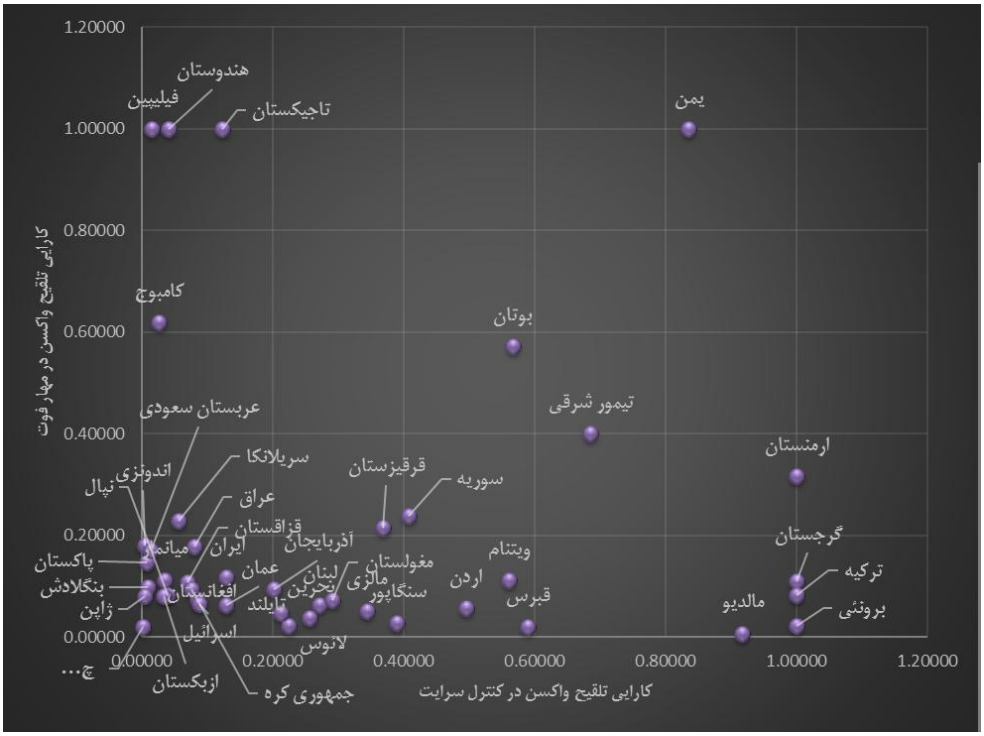
شماره	کشور	کارایی مرحله دوم	شماره	کشور	کارایی مرحله دوم
1	افغانستان	0.07558	22	لبنان	0.06363
2	ارمنستان	0.31576	23	مالزی	0.05225
3	آذربایجان	0.09508	24	مالدیو	0.00701
4	بحرین	0.03735	25	مغولستان	0.07224
5	بنگلادش	0.09741	26	میانمار	0.11251
6	بوتان	0.57143	27	نپال	0.08204
7	برونئی	0.02161	28	عمان	0.06349
8	کامبوج	0.61917	29	پاکستان	0.14648
9	چین	0.01961	30	فیلیپین	1.00000
10	قبرس	0.02036	31	جمهوری کره	0.09401
11	گرجستان	0.10987	32	عربستان سعودی	0.17088
12	هندوستان	1.00000	33	سنگاپور	0.02696
13	اندونزی	0.17949	34	سریلانکا	0.22959
14	ایران	0.11817	35	سوریه	0.23881
15	عراق	0.17815	36	تاجیکستان	1.00000
16	اسراییل	0.06454	37	تایلند	0.04755
17	ژاپن	0.08063	38	تیمور شرقی	0.40000
18	اردن	0.05703	39	ترکیه	0.08193
19	قزاقستان	0.10698	40	ازبکستان	0.08107
20	قرقیزستان	0.21580	41	ویتنام	0.11096
21	لائوس	0.02114	42	یمن	1.00000

نتایج محاسبه کارایی نشان می‌دهد که کشورهای هند، فیلیپین، تاجیکستان و یمن دارای بازده یک هستند. این مورد نشان دهنده این است که کشورهای نامبرده در کنترل مرگ‌ومیر باوجود واکسیناسیون کووید-۱۹ عملکرد ضعیفی نسبت به سایر کشورها داشته‌اند. کشورها نیز بر اساس کارایی تلقیح واکسن در کنترل سرایت بیماری و کاهش فوت با استفاده از نمودار منطقه‌ای در چهار منطقه طبقه‌بندی شده‌اند. نتایج نشان‌دهنده عملکرد واکسیناسیون انجام‌شده در زمینه کنترل سرایت بیماری و موارد فوت است. به‌منظور طبقه‌بندی کشورها، از مقادیر کارایی در گام اول و دوم مطابق **جدول ۵** استفاده شده است. این مقایسه میانگین کارایی برای مرحله اول ۰٫۳۰۱ و برای مرحله دوم ۰٫۲۱۶ است. این مقادیر برای ایجاد چهار ناحیه نشان داده شده در **شکل ٤** استفاده می‌شود.

جدول ۵- مقادیر کارایی مورداستفاده برای ایجاد نمودار منطقه‌ای.

Table 5- Efficiency values used to create regional graph.

شماره واحد تصمیم‌گیری	نام واحد تصمیم‌گیری	کارایی مرحله اول	کارایی مرحله دوم
1	افغانستان	0.08442	0.07558
2	ارمنستان	1.00000	0.31576
3	آذربایجان	0.20114	0.09508
4	بحرین	0.25569	0.03735
5	بنگلادش	0.00863	0.09741
6	بوتان	0.56584	0.57143
7	برونئی	1.00000	0.02161
8	کامبوج	0.02601	0.61917
9	چین	0.00031	0.01961
10	قبرس	0.58849	0.02036
11	گرجستان	1.00000	0.10987
12	هندوستان	0.04073	1.00000
13	اندونزی	0.00371	0.17949
14	ایران	0.12818	0.11817
15	عراق	0.07976	0.17815
16	اسراییل	0.08681	0.06454
17	ژاپن	0.00415	0.08063
18	اردن	0.49446	0.05703
19	قزاقستان	0.06957	0.10698
20	قرقیزستان	0.36735	0.21580
21	لائوس	0.22328	0.02114
22	لبنان	0.27087	0.06363
23	مالزی	0.34311	0.05225
24	مالدیو	0.91735	0.00701
25	مغولستان	0.29008	0.07224
26	میانمار	0.03374	0.11251
27	نپال	0.03936	0.08204
28	عمان	0.12794	0.06349
29	پاکستان	0.00644	0.14648
30	فیلیپین	0.01436	1.00000
31	جمهوری کره	0.07506	0.09401
32	عربستان سعودی	0.01323	0.17088
33	سنگاپور	0.38925	0.02696
34	سریلانکا	0.05505	0.22959
35	سوریه	0.40793	0.23881
36	تاجیکستان	0.12252	1.00000
37	تایلند	0.21206	0.04755
38	تیمور شرقی	0.68434	0.40000
39	ترکیه	1.00000	0.08193
40	ازبکستان	0.03261	0.08107
41	ویتنام	0.56036	0.11096
42	یمن	0.83505	1.00000



شکل ۴- نمودار منطقه‌ای جهت طبقه‌بندی کشورهای موردمطالعه.

Figure 4- Regional diagram for the classification of the studied countries.

با تطبیق **شکل ۳** و **شکل ٤**، نتایج طبقه‌بندی ٤٢ کشور آسیایی در زمینه ارزیابی تلقیح واکسن در کنترل سرایت بیماری و فوت به شرح ذیل است:

از این نمودار می‌توان دریافت کشورهای یمن، بوتان، تیمور شرقی و ارمنستان در منطقه ۱ قرار گرفته‌اند که این کشورها با عملکرد ضعیف در هر دو زمینه کنترل سرایت و فوت باوجود تلقیح واکسیناسیون دارای بحرانی‌ترین وضعیت می‌باشند؛ بنابراین در این کشورها تسریع عملکرد برای بهبود وضعیت یک امر الزامی می‌باشد.

از سوی دیگر، کشورهای تاجیکستان، هندوستان، فیلیپین و کامبوج در منطقه ۲ قرار گرفته‌اند. عملکرد آن‌ها در مورد واکسیناسیون در کنترل مرگ‌ومیر ضعیف بوده است. بااین‌حال، می‌توان برای واکسیناسیون در کنترل سرایت به عملکرد این کشورها توجه نمود.

کشورهای برونئی، ترکیه، گرجستان، مالدیو، قبرس، ویتنام، اردن، سنگاپور و مالزی در منطقه ۳ قرار گرفته‌اند. اگرچه این کشورها باوجود واکسیناسیون کارایی ضعیفی در کنترل سرایت داشته‌اند، اما در انجام واکسیناسیون جهت کنترل مرگ‌ومیر نسبتا موفق بوده‌اند. معیارهای مورداستفاده در این کشورها می‌تواند برای درمان نسبی کووید-۱۹ مورداستفاده سایرین قرار گیرد، زیرا آن‌ها علی‌رغم گسترش این بیماری در کشور خود برای کنترل مرگ‌ومیر به یک موفقیت نسبی دست یافته‌اند.

کشورهای سوریه و قرقیزستان در مرز منطقه‌های ۱ و ۳ قرار گرفته‌اند و عملکرد مناسبی در کنترل سرایت بیماری دارند اما در زمینه کنترل فوت باوجود تلقیح واکسیناسیون نیازمند تغییر عملکرد جهت بهبود وضعیت می‌باشند.

کشور سریلانکا در مرز منطقه‌های ۲ و ٤ قرار گرفته است، باوجود تلقیح واکسن در کنترل سرایت می‌بایست دقت عمل مناسب‌تری داشته باشد اما در کنترل فوت عملکرد مطلوبی دارد.

سایر کشورها در منطقه ٤ قرار دارند که نشان می‌دهد واکسیناسیون در این کشورها هم در کنترل سرایت و هم در کنترل مرگ‌ومیر به‌طور موثر عمل کرده‌اند و می‌توانند معیار مناسبی برای سایرین باشند.

۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش، ارزیابی عملکرد واکسیناسیون در ۴۲ کشور آسیایی در دو حوزه کنترل سرایت بیماری و موارد فوت (نرخ مرگ‌ومیر) در زمان فراگیری بیماری کووید-۱۹ با استفاده از روش *DEA* موردبررسی قرار گرفته است. در کشورهای موردمطالعه تلقیح واکسن کووید-۱۹ حداکثر در دسامبر ۲۰۲۰ آغاز شده و با توجه به این موضوع که ایمنی قابل‌قبول دو هفته بعد از تزریق دز دوم واکسن کرونا ایجاد می‌شود؛ اطلاعات مربوطه تا نوامبر ۲۰۲۱ مورداستفاده قرار گرفته است؛ بنابراین تعداد افرادی که به‌طور کامل واکسینه شده‌اند، جمعیت موردبررسی را تشکیل می‌دهند.

این مطالعه در دو فاز انجام شده است. در فاز نخست، مقادیر کارایی بر اساس جمعیت کشورها و تعداد افرادی که به‌طور کامل واکسینه شده‌اند محاسبه شده تا مبنایی برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با توجه به کنترل سرایت بیماری (نرخ ابتلا) ایجاد گردد. در فاز دوم، ارزیابی عملکرد با در نظر گرفتن تعداد کل موارد ابتلای تاییدشده، مهار موارد فوت مبتلایان به این بیماری برای ارزیابی کارایی واکسیناسیون در کنترل نرخ مرگ‌ومیر در کشورهای آسیایی انجام گردیده است. این ارزیابی کارایی می‌تواند در کاهش تعداد موارد مرگ‌ومیر و کاهش سرایت این بیماری به‌صورت نسبی موثر باشد. کشورهای موردمطالعه نیز بر اساس کارایی تلقیح واکسن در کنترل سرایت و کاهش فوت با استفاده از نمودار منطقه‌ای در چهار منطقه طبقه‌بندی شده‌اند. نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهنده عملکرد واکسیناسیون در دو زمینه مذکور در این کشورها می‌باشد.

کشورهای یمن، بوتان، تیمور شرقی و ارمنستان علی‌رغم تلقیح واکسیناسیون دارای بحرانی‌ترین وضعیت با عملکرد ضعیف در هر دو زمینه کنترل سرایت بیماری و مهار فوت هستند و در این کشورها تسریع و تغییر عملکرد برای بهبود وضعیت یک امر الزامی می‌باشد. کشورهای تاجیکستان، هندوستان، فیلیپین و کامبوج بیشترین کارایی را در کنترل سرایت با تلقیح واکسن داشته‌اند. اگرچه کشورهای برونئی، ترکیه، گرجستان، مالدیو، قبرس، ویتنام، اردن، سنگاپور و مالزی باوجود واکسیناسیون کارایی ضعیفی در کنترل سرایت داشته‌اند، اما در انجام واکسیناسیون جهت کنترل مرگ‌ومیر نسبتا موفق بوده‌اند. معیارهای مورداستفاده در این کشورها می‌تواند برای درمان نسبی کووید-۱۹ مورداستفاده سایرین قرار گیرد، زیرا آن‌ها علی‌رغم گسترش این بیماری در کشور خود برای کنترل مرگ‌ومیر به یک موفقیت نسبی دست یافته‌اند. کشورهای سوریه و قرقیزستان عملکرد مناسبی در کنترل سرایت بیماری دارند اما در زمینه کنترل فوت باوجود تلقیح واکسیناسیون نیازمند تغییر عملکرد جهت بهبود وضعیت می‌باشند. کشور سریلانکا باوجود تلقیح واکسن در کنترل سرایت بیماری می‌بایست دقت عمل بهتری داشته باشد اما در مهار فوت عملکرد مطلوبی دارد. سایر کشورهای آسیایی موردمطالعه هم در کنترل سرایت بیماری و هم در کنترل مرگ‌ومیر به‌طور موثر عمل کرده‌اند و می‌توانند در این زمینه‌ها معیار مناسبی برای سایرین باشند.

به کمک این نتایج می‌توان راهکارهای بهبود عملکرد کشورها در زمینه کنترل سرایت بیماری و مرگ‌ومیر ناشی از کووید-۱۹ را باوجود واکسیناسیون برای کشورهایی با کارایی نامناسب تعیین نمود؛ بنابراین، مطالعه و بررسی سیاست‌ها و اقدامات انجام شده پس از تلقیح واکسن در کشورهایی با کارایی مناسب در مواجهه با بیماری کووید-۱۹ به‌عنوان یک الگوی نتیجه‌بخش، می‌تواند به سیاست‌گذاران حوزه سلامت در سایر کشورها برای برنامه‌ریزی مناسب کمک نماید.

لازم به ذکر است این مطالعه از چند جهت دارای محدودیت است؛ زیرا همه افراد حتی پس از تزریق دو دز واکسن کرونا، هم‌چنان بایستی تمام پروتکل‌های بهداشتی اعم از استفاده از ماسک، حضور نیافتن در تجمعات، رعایت فاصله‌گذاری اجتماعی و شست‌وشوی مرتب دست‌ها با آب و صابون را حتما رعایت نمایند. هم‌چنین دولت‌ها ممکن است قرنطینه را لغو کرده یا محدودیت‌های سفر را پس از شروع واکسیناسیون صادر نکرده باشند. موارد ذکرشده و نظایر آن‌ها در بررسی کارایی واکسیناسیون تاثیرگذار می‌باشد اما به دلیل این‌که سنجش آن‌ها میسر نبوده در این مقاله تمامی این محدودیت‌ها در کشورهای موردمطالعه یکسان فرض شده است. نتایج به‌دست‌آمده بر اساس داده‌های جمع‌آوری‌شده در دوره مذکور می‌باشد؛ بنابراین تعمیم نتایج به دوره‌های زمانی دیگر بایستی با دقت بیشتری انجام گردد. انتخاب شاخص‌ها نیز بر نتایج مدل تاثیر می‌گذارد؛ بنابراین، مجموعه متفاوتی از شاخص‌ها ممکن است به مجموعه‌ای متفاوت از نتایج و تحلیل‌ها منجر شود.

این مطالعه بینش‌های مختلفی را جهت انجام تحقیقات در آینده ارایه می‌دهد. ارزیابی عملکرد واکسیناسیون در کنترل شیوع بیماری می‌تواند برای کشورهای دیگر نیز در شرایط مشابه انجام شود. با توجه به این‌که حتی با واکسیناسیون در مقیاس گسترده، مداخلات غیردارویی مانند فاصله‌گذاری اجتماعی، هم‌چنان برای مهار انتقال کووید-۱۹ امری لازم و ضروری است؛ بنابراین برای کسب نتایج بهتر

می‌توان شاخص‌های جامع‌تری ازجمله جنبه غیردارویی واکسیناسیون را نیز در این مدل گنجاند. هم‌چنین این تجزیه‌وتحلیل می‌تواند برای دوره‌های زمانی مختلف انجام شود تا عملکرد کشورها دقیق‌تر و مطلوب‌تر موردبررسی قرار گیرد. از طرفی پذیرش و تردید در دریافت واکسن کووید- ۱۹ اهمیت بالایی برای سلامت عمومی جامعه دارد. درک عوامل تعیین‌کننده اصلی و تاثیرگذار بر ترجیحات و خواسته‌های جامعه، می‌تواند به توسعه استراتژی‌های بهبود برنامه واکسیناسیون کمک نماید. لازم به ذکر است تفاوت در مدیریت کووید-۱۹ و کارایی واکسیناسیون، ناشی از برخی تفاوت‌ها در زیرساخت‌های شبکه بهداشت، سیاست‌های اجرایی دولت‌ها، مدیریت‌های بحران، اعتماد مردم به حاکمیت و نحوه اطلاع‌رسانی به عموم مردم در کشورهای منتخب می‌باشد.

منابع مالی

بودجه یا کمک هزینه تحقیق در طی مطالعه مذکور دریافت نشده است.

تعارض با منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضادی در منافع در مورد انتشار این نسخه وجود ندارد، همه نویسندگان، نسخه نهایی ارسال‌شده را مشاهده و تایید کرده‌اند. نویسندگان تضمین می‌کنند که مقاله، اثر اصلی آن‌ها بوده، قبلا چاپ نشده و در حال حاضر تحت انتشار نمی‌باشد.

منابع

[1] Al-Jighefee, H. T., Najjar, H., Ahmed, M. N., Qush, A., Awwad, S., & Kamareddine, L. (2021). COVID-19 vaccine platforms: challenges and safety contemplations. *Vaccines*, *9*(10), 1196. https://doi.org/10.3390/vaccines9101196

[2] Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, *2*(6), 429-444.

[3] Dellnitz, A., Kleine, A., & Rödder, W. (2018). CCR or BCC: what if we are in the wrong model? *Journal of business economics*, *88*, 831-850.

[4] Hawlader, M. D. H., Rahman, M. L., Nazir, A., Ara, T., Haque, M. M. A., Saha, S., ... & Nabi, M. H. (2022). COVID-19 vaccine acceptance in South Asia: a multi-country study. *International journal of infectious diseases*, *114*, 1-10.

[5] Iqbal Ali, A., & Lerme, C. S. (1997). Comparative advantage and disadvantage in DEA. *Annals of operations research*, *73*(0), 215-232.

[6] Jebril, N. (2020). World health organization declared a pandemic public health menace: a systematic review of the coronavirus disease 2019 "COVID-19". *International journal of psychosocial rehabilitation*, *24*(9), 2784-2795.

[7] Lin, D. Y., Gu, Y., Wheeler, B., Young, H., Holloway, S., Sunny, S. K., ... & Zeng, D. (2022). Effectiveness of Covid-19 vaccines over a 9-month period in North Carolina. *New England journal of medicine*, *386*(10), 933-941.

[8] McKibbin, W., & Fernando, R. (2021). The global macroeconomic impacts of COVID-19: seven scenarios. *Asian economic papers*, *20*(2), 1-30.

[9] Shirouyehzad, H., Jouzdani, J., & Khodadadi Karimvand, M. (2020). Fight against COVID-19: a global efficiency evaluation based on contagion control and medical treatment. *Journal of applied research on industrial engineering*, *7*(2), 109-120.

[10] Štěpánek, L., Habarta, F., Malá, I., & Marek, L. (2021). Data envelopment analysis models connected in time series: a case study evaluating COVID-19 pandemic management in some European countries. *2021 international conference on e-health and bioengineering (EHB)* (pp. 1-5). IEEE.

[11] World Health Organization. (2021). *WHO coronavirus (COVID-19) dashboard*. https://covid19.who.int/info/

[12] Worldometer. (2021). *Worldometer*. https://www.worldometers.info/coronavirus/weekly-trends/#weekly_table

[13] Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the royal statistical society*, *120*, 253-290.

[14] Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, *30*(9), 1078-1092.