مقاله پژوهشی

# اولویت‌بندی بیماران کووید-۱۹ جهت بستری در بخش مراقبت‌های ویژه در شرایط کمبود تخت بیمارستانی: یک رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره ترکیبی

سید مهدی حسینی سرخوش*[۱]، مهدیه تقوایی [۲]، سید فرشاد علامه [۳]

[۱] استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه گرمسار، گرمسار، ایران
[۲] متخصص بیماری‌های داخلی، گروه بیماری‌های داخلی، بیمارستان شهدای پاکدشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی، تهران، ایران
[۳] دانشیار، گروه گوارش، مجتمع بیمارستانی امام خمینی (ره)، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران، تهران، ایران

* **نویسنده مسؤول:** سید مهدی حسینی سرخوش
sm.hosseini@fmgarmsar.ac.ir

**ارجاع:** حسینی سرخوش سید مهدی، تقوایی مهدیه، علامه سید فرشاد. اولویت‌بندی بیماران کووید-۱۹ جهت بستری در بخش مراقبت‌های ویژه در شرایط کمبود تخت بیمارستانی: یک رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره ترکیبی. راهبردهای مدیریت در نظام سلامت ۱۴۰۱؛ ۷(۲) ۳۹-۱۲۵.

**تاریخ دریافت:** ۱۴۰۱/۰۱/۲۸
**تاریخ اصلاح نهایی:** ۱۴۰۱/۰۶/۰۷
**تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۱/۰۶/۱۹

## چکیده

**زمینه و هدف:** در زمان شیوع یک بیماری همه‌گیر، منابع از جمله تخت بیمارستان به‌شدت محدود شده و همه بیماران قابل درمان نیستند، درنتیجه جیره‌بندی تخت‌های بیمارستانی اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین، هدف از این مطالعه ارائه روشی برای ارزیابی و اولویت‌بندی بیماران مبتلابه کرونا جهت پذیرش در بخش مراقبت‌های ویژه بود.

**روش پژوهش:** این مطالعه ازنظر روش گردآوری داده‌ها توصیفی-پیمایشی بوده و در مقطع زمانی تابستان ۱۴۰۰ انجام شد. پس از تشکیل پنل خبرگی با حضور ۴ پزشک متخصص، با ترکیب روش‌های تجزیه‌وتحلیل تصمیم چندمعیاره، یک رویکرد ۳ مرحله‌ای برای ارزیابی و اولویت‌بندی بیماران کووید-۱۹ اتخاذ شد. در مرحله اول، معیارها و زیرمعیارهای مؤثر برای اولویت‌بندی بیماران توسط پنل خبرگی و پژوهش‌های مرتبط شناسایی و سلسله‌مراتب معیارها رسم شد. در مرحله دوم، روش بهترین-بدترین فازی برای تعیین وزن معیارها و زیرمعیارها به کار رفت. درنهایت، در مرحله سوم، راه‌حل مصالحه ترکیبی برای اولویت‌بندی ۱۰ بیمار کووید-۱۹ نیازمند، انجام و بحرانی‌ترین بیمار انتخاب شد.

**یافته‌ها:** با توجه به ارزیابی خبرگان، در میان ۱۵ معیار بررسی‌شده، تعداد تنفس، PaO2/FiO2، اختلال هوشیاری، میانگین فشار شریانی و سن به ترتیب به‌عنوان ۵ تا از مهم‌ترین معیارها در اولویت‌بندی بیماران کووید-۱۹ جهت بستری در بخش مراقبت‌های ویژه تعیین شدند. علاوه بر این، ۱۰ بیمار کووید-۱۹ مراجعه‌کننده به بیمارستان شهدای پاکدشت با رویکرد پیشنهادی ارزیابی و اولویت‌بندی شدند.

**نتیجه‌گیری:** روش پیشنهادی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مفید در ارزیابی بیماران کووید-۱۹ جهت پذیرش در بخش مراقبت‌های ویژه و پشتیبانی از تصمیمات حیاتی پزشکان استفاده شود.

**واژه‌های کلیدی:** کووید-۱۹، بخش مراقب‌های ویژه، پاندمی، تخت بیمارستان، تجزیه‌وتحلیل تصمیم



[ Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-17 ]
[ DOR: 20.1001.1.24766879.1401.7.2.4.1 ]
[ DOI: 10.18502/mshsj.v7i2.10677 ]

## مقدمه

شیوع گسترده ویروس کرونا تقاضای بی‌سابقه‌ای برای تخت‌های بخش مراقبت‌های ویژه (Intensive Care Units: ICU) و دستگاه‌های تنفسی بیمارستان‌ها در سراسر جهان ایجاد کرده است. میزان مرگ‌ومیر این بیماری ۲ تا ۷ درصد بوده و تا ۲۰ درصد از بیماران نیاز به بستری شدن دارند؛ ۴ تا ۱۴ درصد از این بیماران تحت مراقبت‌های ویژه و ۶۰ تا ۸۸ درصد تحت حمایت تهاجمی با دستگاه تنفس مصنوعی قرار می‌گیرند (۱،۲). بخش‌های ICU بیمارستان‌ها در ایران نیز مشابه سایر کشورها ازجمله چین، ایتالیا، انگلستان و ایالات‌متحده تحت‌فشار زیادی قرارگرفته‌اند (۳). این فشار بر ICUها، اولویت‌بندی بیماران برای بستری شدن را اجتناب‌ناپذیر نموده است. پزشکان برای اتخاذ این تصمیمات اخلاقی و پیچیده که نتیجه آن می‌تواند مرگ یا زندگی باشد، نیازمند ابزارهای پشتیبانی مناسب، شفاف، قابل‌اعتماد و عملیاتی هستند (۴).

اولویت‌بندی بیماران برای بستری در ICU معمولاً با احتساب انتفاع احتمالی هر بیمار از درمان و بقا، لحاظ نمودن شدت بیماری، وجود بیماری‌های زمینه‌ای و سایر عوامل انجام می‌شود (۵). ازآنجاکه بیماران مبتلابه کووید-۱۹ ممکن است به مدت طولانی به دستگاه تنفس مکانیکی نیاز داشته باشند (میانگین ۱۳ روز در مقابل ۹ روز برای بیماران غیرکووید بستری‌شده در ICU) (۶)، میزان انتفاع بیماران مختلف در صورت پذیرش در ICU باید ارزیابی و مقایسه شود. میزان مرگ‌ومیر بیماران مبتلابه کووید-۱۹ با تهویه تهاجمی زیاد بوده و تقریباً ۲ برابر بیماران مبتلابه ذات‌الریه ویروسی غیرکووید است (۴۰ در مقابل ۲۱) (۶). شروع درمان بیهوده که ممکن است باعث ناراحتی بیشتر بیماران در روزهای پایانی عمر آن‌ها شود، خوشایند نیست؛ از طرف دیگر تصمیم‌گیری و قضاوت در مورد قطع دستگاه تنفسی یک بیمار به نفع بیمار دیگر، باهدف حداکثر سازی تعداد بیماران نجات‌یافته، حتی می‌تواند دشوارتر از این تصمیم است.

با شروع بیماری همه‌گیری کرونا در ایران از اسفند ۱۳۹۸، بلافاصله آشکار شد که فقط ۴/۶ تخت ICU به ازای هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت در کشور وجود دارد که در مقایسه با ۱۰/۶ تخت در کره جنوبی و ۲۲/۸ تخت در عربستان صعودی (۷)، حاکی از فشار شدید بر سیستم سلامت در کشور می‌باشد. شیوع تنها ۰/۶ درصد کووید-۱۹ فراتر از ظرفیت ICUها در ایران است. در چنین شرایطی استفاده مؤثر از ظرفیت تخت‌های ICU بیش‌ازپیش ضرورت پیدا می‌کند. بنابراین در این مطالعه رویکردی پیشنهاد شد که به کمک آن می‌توان بیماران مشکوک به کووید-۱۹ که به بیمارستان مراجعه می‌کنند را ازنظر معیارهای مختلف مورد ارزیابی قرار داده و اولویت آن‌ها را برای بستری شدن در ICU تعیین نمود. برای مواجهه با این نوع تصمیم‌گیری که شامل معیارهای متناقضی است و نتیجه آن می‌تواند مرگ یا زندگی یک بیمار باشد، باید راهکار مناسبی را اتخاذ نمود. علاوه بر این، عدم قطعیت و مبهم بودن نظر خبرگان و متخصصان مشخصه بارز و از مشکلات تصمیم‌گیری در چنین شرایطی می‌باشد (۸). برای غلبه بر مسائل و چالش‌های فوق، در این مطالعه از یک رویکرد ترکیبی و یکپارچه مبتنی بر روش‌های تجزیه‌وتحلیل تصمیم چندمعیاره (Multi-Criteria Decsion Analysis: MCDA) استفاده شد. روش‌های MCDA به‌طور فزاینده‌ای برای مسائل اولویت‌بندی در بخش سلامت و مراقب‌های بهداشتی استفاده می‌شود (۹). این روش‌ها با کاهش جانب‌داری و سوگیری تصمیم‌گیرندگان از طریق اتکا به قضاوت بالینی آن‌ها، منجر به تصمیمات شفاف‌تر و سازگارتر می‌شوند (۱۰).

## روش پژوهش

این مطالعه ازنظر روش گردآوری داده‌ها توصیفی-پیمایشی بوده و در مقطع زمانی تابستان ۱۴۰۰ انجام شد. برای گردآوری اطلاعات بخش توصیفی متناسب با داده‌های موردنیاز از روش کتابخانه‌ای و منابع مرجع در رابطه با موضوع پژوهش استفاده شد. برای گردآوری داده‌های بخش تحلیل از روش مصاحبه با خبرگان بهره برده شد. با توجه به محدودیت دسترسی به پزشکان مشغول در خط مقدم مقابله با کرونا، روش نمونه‌گیری در دسترس و هدفمند به کار گرفته شد. لذا پنل خبرگی با حضور ۴ پزشک، شامل یک متخصص بیماری‌های عفونی، ۲ متخصص بیماری‌های داخلی و یک متخصص بیهوشی از بیمارستان شهدای پاکدشت تشکیل گردید.

پس از تشکیل پنل خبرگی، یک رویکرد ۳ مرحله‌ای برای



[ Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-17 ]
[ DOR: 20.1001.1.24766879.1401.7.2.4.1 ]
[ DOI: 10.18502/mshsj.v7i2.10677 ]

ارزیابی و اولویت‌بندی بیماران کووید-۱۹ جهت پذیرش در ICU اتخاذ شد. در مرحله اول، معیارها و زیرمعیارهای مؤثر برای اولویت‌بندی بیماران توسط پنل خبرگی و پژوهش‌های مرتبط شناسایی و سلسله‌مراتب معیارها رسم شد. در مرحله دوم، روش بهترین-بدترین فازی (Fuzzy Best-Worst Method: FBWM) برای تعیین وزن معیارها و زیرمعیارها به کار رفت. درنهایت، در مرحله سوم، راه‌حل مصالحه ترکیبی (Combined Compromise Solution, CoCoSo) برای اولویت‌بندی ۱۰ بیمار کووید-۱۹ نیازمند ICU انجام و بحرانی‌ترین بیمار انتخاب شد. این بیماران در مقطع زمانی تیرماه ۱۴۰۰ به بیمارستان شهدای پاکدشت مراجعه نموده و با روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شدند. با عنایت به هدف مطالعه حاضر مبنی بر ارائه روشی برای اولویت‌بندی بیماران، از روش‌های آماری برای نمونه‌گیری استفاده نشده و صرفاً برای ارزیابی و اعتبارسنجی روش پیشنهادی با داده‌های واقعی، این تعداد بیمار به صورت تصادفی انتخاب شده‌اند. لازم به ذکر است، ملاحظات اخلاقی و هدف پژوهش قبل از بهره‌برداری از اطلاعات بیماران به ایشان توضیح داده شد و برمحرمانه‌بودن اطلاعات ایشان تأکید گردید. مشارکت‌کنندگان نیز با آگاهی و رضایت در انجام پژوهش شرکت نمودند. ضمناً این مطالعه در تاریخ ۱۴۰۱/۰۳/۲۹در دانشگاه گرمسار تایید شده است.

روش FBWM

رضایی (۲۰۱۵) روشی مبتنی بر مقایسه زوجی معیارها به نام BWM (Best-Worst Method: BWM) را پیشنهاد کرد (۱۱). در مقایسه با AHP (Analytical Hierarchy Process: AHP) که معروف‌ترین روش MCDA در ارزیابی و رتبه‌بندی گزینه‌ها از طریق مقایسات زوجی می‌باشد، BWM دارای مزیت‌های فراوانی است. هر دو روش از مقایسه‌های زوجی برای تعیین وزن و رتبه‌بندی معیارها استفاده می‌کنند. BWM تنها ۲ بردار برای مقایسه بهترین گزینه با سایر گزینه‌ها و مقایسه سایر گزینه‌ها با بدترین گزینه دارد. این رویکرد منجر به مقایسات زوجی کمتر نسبت به روش AHP شده و در نتیجه نیاز به تلاش و زمان کمتری برای جمع‌آوری داده‌ها، محاسبه و تجزیه‌وتحلیل دارد. علاوه بر این، BWM نتایج قابل‌اعتماد بالاتری را ارائه می‌دهد، زیرا تعداد مقایسه‌ها به دلیل حذف مقایسه‌های اضافی، سازگارتر از AHP است (۱۲). گوئو و ژائو (۲۰۱۷) FBWM را برای کاربرد این روش در محیط عدم‌قطعیت توسعه دادند (۱۳). روش‌های MCDA مبتنی بر مجموعه‌های فازی این توانایی را دارند که ابهام یا عدم‌دقت ذاتی در قضاوت‌های افراد را با کمک متغیرهای زبانی رفع کنند. مراحل FBWM برای تعیین وزن فازی معیارها به شرح زیر است.

مرحله ۱: در این مرحله، تیم خبره مجموعه‌ای از معیارها را شناسایی و ارزیابی می‌کنند. معیارهای تصمیم‌گیری در قالب مجموعه $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ ارائه می‌شود.

مرحله ۲: بهترین و بدترین معیار از دیدگاه هر یک از خبرگان و با توجه به معیارهای ارائه شده در مرحله ۱ مشخص می‌شوند. بهترین معیار و بدترین معیار به ترتیب با $c_B$ و $c_W$ معرفی می‌شوند.

مرحله ۳: در این مرحله، ترجیح بهترین معیار بر سایر معیارها و همچنین ترجیح همه معیارها بر بدترین معیار با استفاده از متغیرهای زبانی توسط پنل خبرگی مطابق جدول ۱ تعیین می‌شود.

جدول ۱: متغیرهای زبانی و شاخص سازگاری

| متغیرهای زبانی | تابع عضویت | شاخص سازگاری |
|---|---|---|
| اهمیت یکسان (EI) | (۱،۱،۱) | ۳/۰۰ |
| اهمیت کم (WI) | (۰/۶۷،۱،۱/۵) | ۳/۸۰ |
| نسبتاً مهم (FI) | (۱/۵،۲،۲/۵) | ۵/۲۹ |
| بسیار مهم (VI) | (۲/۵،۳،۳/۵) | ۶/۶۹ |
| کاملاً مهم (AI) | (۳/۵،۴،۴/۵) | ۸/۰۴ |

[ Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-17 ]
[ DOR: 20.1001.1.24766879.1401.7.2.4.1 ]
[ DOI: 10.18502/mshsj.v7i2.10677 ]
راهبردهای مدیریت در نظام سلامت، سال هفتم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، شماره پیاپی ۲۴

همچنین مجموعه $\tilde{A}_B = \{\tilde{a}_{B1}, \tilde{a}_{B2}, \dots, \tilde{a}_{Bn}\}$ برای تعیین ترجیح فازی بهترین معیار بر سایر معیارها تشکیل می‌شود، که در آن $\tilde{A}_B$ نشان‌دهنده بردار فازی بهترین معیار نسبت به سایر معیارها (BO) است. $\tilde{a}_{Bj} = (l_{Bj}, m_{Bj}, u_{Bj})$ یک عدد فازی مثلثی (Triangular Fuzzy Number, TFN) و نشان‌دهنده عملکرد فازی بهترین معیار $c_B$ نسبت به معیار jام است. از طرف دیگر، تعیین ترجیح فازی سایر معیارها بر معیار بدترین (OW) را می‌توان با استفاده از $\tilde{A}_W = \{\tilde{a}_{1W}, \tilde{a}_{2W}, \dots, \tilde{a}_{nW}\}$ محاسبه کرد که در آن $\tilde{A}_W$ بردار فازی همه معیارها نسبت به بدترین معیار را نشان می‌دهد. $\tilde{a}_{jW} = (l_{jW}, m_{jW}, u_{jW})$ نیز یک TFN و نشان‌دهنده عملکرد فازی معیار jام نسبت به بدترین معیار $c_W$ است.

مرحله ۴: بر اساس اجزای به‌دست‌آمده از بردارهای OW و BO یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی در مدل (۱) ارائه می‌شود. در این مدل، $\tilde{w}_j = (l_j^w, m_j^w, u_j^w)$، $\tilde{w}_B = (l_B^w, m_B^w, u_B^w)$ و $\tilde{w}_W = (l_W^w, m_W^w, u_W^w)$ به ترتیب نمایانگر وزن فازی معیار j، بهترین معیار $c_B$ و بدترین معیار $c_W$ است.

$$\min \xi^k \quad (۱)$$

s.t.

$$\left|\frac{(l_B^w, m_B^w, u_B^w)}{(l_j^w, m_j^w, u_j^w)} - (l_{Bj}, m_{Bj}, u_{Bj})\right| \le (k^*, k^*, k^*)$$

$$\left|\frac{(l_j^w, m_j^w, u_j^w)}{(l_W^w, m_W^w, u_W^w)} - (l_{jW}, m_{jW}, u_{jW})\right| \le (k^*, k^*, k^*)$$

$$\sum_{j=1}^{n} R(\tilde{w}_j) = 1$$

$$l_j^w \le m_j^w \le u_j^w$$

$$l_j^w \ge 0$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

وزن‌های فازی بهینه $\tilde{w}^* = (\tilde{w}_1^*, \tilde{w}_2^*, \dots, \tilde{w}_n^*)$ با حل مدل (۱) به دست می‌آیند. پس از به دست آوردن وزن‌های فازی، رابطه (۲) می‌تواند برای تبدیل وزن فازی هر معیار به وزن قطعی استفاده شود. شاخص سازگاری (Consistency Index, CI) به‌دست‌آمده نباید از حداکثر مقدار قابل‌قبول برای آن تجاوز کند. حداکثر CI قابل‌قبول با توجه به متغیرهای زبانی برای FBWM در جدول ۱ آورده شده است. نسبت سازگاری (Consistency Ratio, CR) را می‌توان با استفاده از معادله $CR = {\xi^{k^*}}/{CI}$ محاسبه کرد که CR کمتر از ۰/۱ قابل‌قبول است (۱۴).

$$R(\tilde{A}) = \frac{l + 4m + u}{6} \quad (۲)$$

روش CoCoSo

این روش که به‌تازگی توسط یزدانی و همکاران (۲۰۱۹) معرفی‌شده، یک الگوریتم قابل‌اعتماد برای ارزیابی گزینه‌ها بر اساس معیارهای مختلف پیشنهاد می‌دهد (۱۵). در یک بازه زمانی کوتاه از معرفی این روش، کاربردهای گسترده‌ای از آن در مسائل مختلف تصمیم‌گیری ارائه شده‌است. CoCoSo قادر به بررسی و تجزیه‌وتحلیل اثرات تغییر نظرات خبرگان بر رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها می‌باشد. این انعطاف‌پذیری، در بسیاری از روش‌های تصمیم‌گیری مشهور از جمله AHP وجود ندارد (۱۶،۱۷). روش ۵ مرحله‌ای CoCoSo به شرح زیر ارائه شده‌است.

مرحله ۱: ماتریس تصمیم‌گیری اولیه را به‌صورت زیر ایجاد می‌شود که در آن $X_{ij}$ ارزیابی گزینه iام $(i = \{1,2,\dots,m\})$ بر اساس معیار jام $(j = \{1,2,\dots,n\})$ است.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} X_{11} & \cdots & X_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{m1} & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (۳)$$

مرحله ۲: با استفاده از معادله (۴) و (۵) به ترتیب برای معیارهای مثبت (سود) و منفی (هزینه) ماتریس تصمیم اولیه نرمال می‌شود که در آن $r_{ij}$ مقدار نرمال شده برای گزینه iام بر اساس معیار jام است.

$$r_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \quad (۴)$$

$$r_{ij} = \frac{\max(X_{ij}) - X_{ij}}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \quad (۵)$$

مرحله ۳: در این مرحله با استفاده از روابط (۶) و (۷) به ترتیب جمع ضرب وزنی ($S_i$) و جمع توان وزنی ($P_i$) محاسبه می‌شود؛ درواقع مقدار $S_i$ برابر با جمع مقادیر ضرب وزن معیارها در ماتریس نرمال برای هر گزینه است و مقدار $P_i$ برابر با جمع مقادیر ماتریس نرمال به توان وزن معیارها است.



[ Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-17 ]
[ DOR: 20.1001.1.24766879.1401.7.2.4.1 ]
[ DOI: 10.18502/mshsj.v7i2.10677 ]

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} W_j . r_{ij} \quad (۶)$$

$$P_i = \prod_{j=1}^{n} (r_{ij})^{W_j} \quad (۷)$$

مرحله ۴: در این مرحله، ارزیابی گزینه‌ها بر اساس ۳ راهبرد توسط روابط (۸)، (۹) و (۱۰) صورت می‌گیرد. رابطه (۸) درواقع میانگین حسابی مقادیر $S_i$ و $P_i$ را بیان می‌کند. در رابطه (۹) جمع بهترین گزینه‌ها در مقادیر $S_i$ و $P_i$ انجام می‌شود. رابطه (۱۰) درواقع تعادلی بین $S_i$ و $P_i$ برقرار می‌کند. در این رابطه $\lambda$ توسط تصمیم‌گیرنده مشخص و به‌منظور انعطاف‌پذیری معمولاً نزدیک به ۰/۵ تعیین می‌شود.

$$k_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum_{i=1}^{m}(P_i + S_i)} \quad (۸)$$

$$k_{ib} = \frac{S_i}{\min(S_i)} + \frac{P_i}{\min(P_i)} \quad (۹)$$

$$k_{ic} = \frac{\lambda S_i + (1-\lambda)P_i}{\lambda . \max(S_i) + (1-\lambda)\max(P_i)} \quad (۱۰)$$

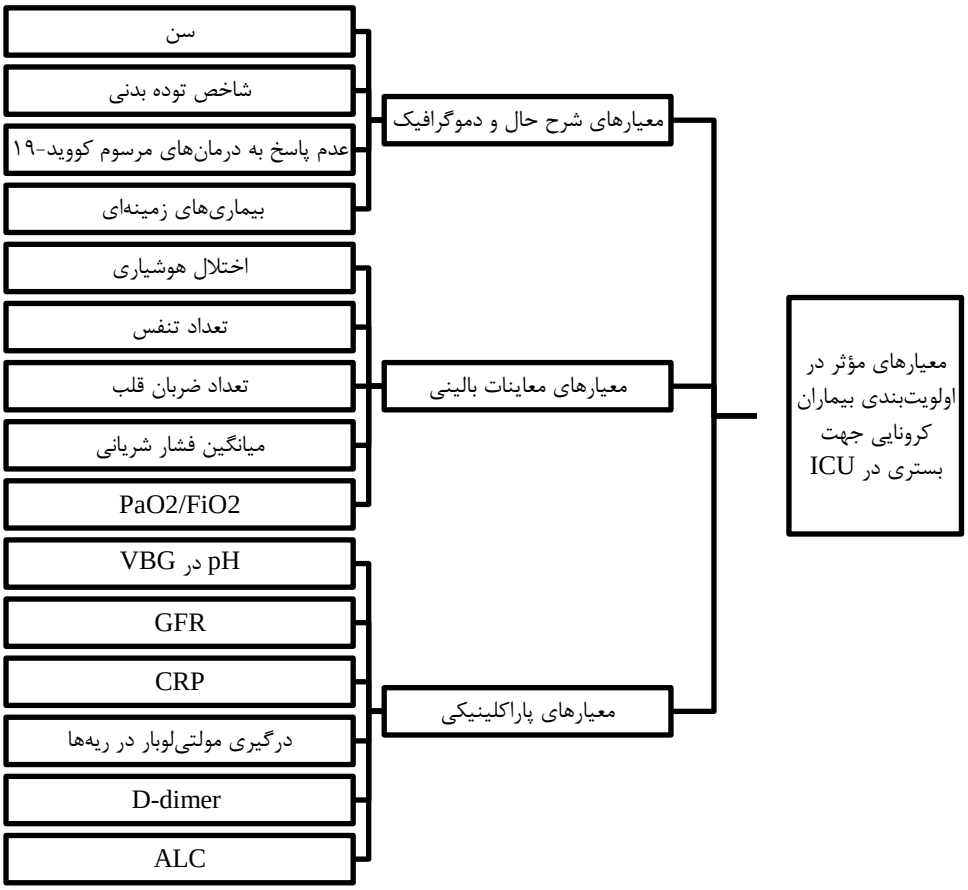
مرحله ۵: ارزیابی نهایی و رتبه‌بندی گزینه‌ها توسط رابطه زیر انجام می‌شود (۱۵):

$$k_i = (k_{ia}k_{ib}k_{ic})^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3}(k_{ia} + k_{ib} + k_{ic}) \quad (۱۱)$$

## یافته‌ها

تعیین سلسله‌مراتب معیارها

در این مرحله، پنل خبرگی ضمن مرور پژوهش‌های مربوطه در ادبیات، ۱۵ معیار مختلف را که باید در پذیرش بیماران کرونایی در ICU لحاظ شود، شناسایی نمودند. به دلیل شباهت و ارتباط زیرمعیارها، تیم خبرگی این معیارها را ذیل ۳ معیار اصلی طبقه‌بندی نمودند. بدین ترتیب سلسله‌مراتب معیارها تعیین و مطابق شکل ۱ ترسیم گردید.




PaO2/FiO2: the ratio of arterial oxygen partial pressure to fractional inspired oxygen; VBG: venous blood gases; GFR: glomerular filtration rate; CRP: C-reactive protein; ALC: absolute lymphocyte count.

شکل ۱: معیارهای مؤثر بر اولویت‌بندی بیماران کرونایی جهت بستری در ICU

[ Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-17 ]
[ DOR: 20.1001.1.24766879.1401.7.2.4.1 ]
[ DOI: 10.18502/mshsj.v7i2.10677 ]

تعیین وزن معیارها

در مرحله دوم رویکرد پیشنهادی، وزن عوامل مؤثر در رتبه‌بندی بیماران کووید-۱۹ برای پذیرش در ICU با استفاده از FBWM تعیین شد. برای انجام این کار، ابتدا بهترین (مهم‌ترین) و بدترین (کم‌اهمیت‌ترین) معیارها /زیرمعیارها و اهمیت آن‌ها نسبت به سایر معیارها/زیرمعیارها (مقایسه زوجی) در قالب عبارت‌های زبانی و مطابق جدول ۲ توسط خبرگان اعلام شد. عبارت‌های زبانی به‌دست‌آمده پس از مقایسه زوجی با استفاده از مقیاس ارائه شده در جدول ۱ به TFN تبدیل شدند. سپس، مدل ریاضی FBWM بر اساس این TFNها ایجاد و با کمک نرم‌افزار LINGO [18] حل شد.

جدول ۲: مقایسات زوجی معیارها و زیرمعیارها با عبارت‌های زبانی

| بردار BO معیارهای اصلی | | | | بردار OW معیارهای اصلی | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| خبره | بهترین | C2 | C3 | بدترین | C1 | C2 | C3 |
| خبره ۱ | C2 | AI | FI | C1 | EI | AI | WI |
| خبره ۲ | C2 | AI | FI | C1 | EI | AI | WI |
| خبره ۳ | C2 | VI | AI | C3 | FI | AI | EI |
| خبره ۴ | C2 | VI | AI | C3 | FI | AI | EI |

| بردار BO زیرمعیارهای شرح‌حال و دموگرافیک | | | | | بردار OW زیرمعیارهای شرح‌حال و دموگرافیک | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| خبره | بهترین | C1.2 | C1.3 | C1.4 | بدترین | C1.2 | C1.3 | C1.4 |
| خبره ۱ | C1.1 | EI | FI | WI | C1.3 | WI | EI | FI |
| خبره ۲ | C1.4 | WI | FI | EI | C1.3 | FI | EI | FI |
| خبره ۳ | C1.1 | EI | FI | WI | C1.3 | WI | EI | FI |
| خبره ۴ | C1.1 | EI | FI | WI | C1.3 | FI | EI | WI |

| بردار BO زیرمعیارهای معاینات بالینی | | | | | | بردار OW زیرمعیارهای معاینات بالینی | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| خبره | بهترین | C2.1 | C2.2 | C2.3 | C2.4 | بدترین | C2.1 | C2.2 | C2.3 | C2.4 | C2.5 |
| خبره ۱ | C2.2 | WI | EI | VI | FI | C2.3 | FI | VI | EI | FI | AI |
| خبره ۲ | C2.5 | FI | EI | VI | FI | C2.3 | WI | VI | EI | FI | VI |
| خبره ۳ | C2.2 | WI | EI | AI | VI | C2.3 | VI | AI | EI | FI | VI |
| خبره ۴ | C2.5 | FI | EI | AI | FI | C2.3 | WI | AI | EI | FI | AI |

| بردار BO زیرمعیارهای پاراکلینیکی | | | | | | | بردار OW زیرمعیارهای پاراکلینیکی | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| خبره | بهترین | C3.1 | C3.2 | C3.3 | C3.4 | C3.5 | C3.6 | بدترین | C3.1 | C3.2 | C3.3 | C3.4 | C3.5 | C3.6 |
| خبره ۱ | C3.4 | EI | WI | FI | EI | FI | FI | C3.5 | FI | WI | EI | FI | FI | EI |
| خبره ۲ | C3.1 | EI | WI | VI | FI | VI | WI | C3.5 | VI | FI | WI | VI | EI | WI |
| خبره ۳ | C3.4 | WI | FI | VI | EI | VI | VI | C3.3 | FI | WI | EI | VI | EI | EI |
| خبره ۴ | C3.1 | EI | FI | VI | WI | VI | VI | C3.3 | VI | FI | WI | VI | WI | WI |

نکته: EI: اهمیت یکسان؛ WI: اهمیت کم؛ FI: نسبتاً مهم؛ VI: بسیار مهم؛ AI: کاملاً مهم.

محاسبات فوق برای تمام معیارها و زیرمعیارها انجام شد. درنتیجه، وزن‌های فازی تمام معیارهای و زیرمعیارها برای هر یک از خبرگان و همچنین وزن فازی نهایی که حاصل میانگین حسابی نظر ۴ خبره می‌باشد، در جدول ۳ ارائه شده‌است. وزن فازی به‌دست‌آمده برای معیارها/زیرمعیارها با استفاده از رابطه (۲) تبدیل به اعداد قطعی و سپس نرمال شدند به‌نحوی‌که مجموع وزن معیارها/زیرمعیارها ۱ شود (جدول ۴). مقادیر محاسبه‌شده وزن‌های محلی هستند. درنهایت وزن کلی معیارها با ضرب هر زیر معیار در وزن معیار اصلی که به آن تعلق دارد محاسبه می‌شود. نتایج حاکی از آن است که معیارهای معاینات بالینی و معیارهای پاراکلینیکی با وزن‌های ۰/۶۰۶ و ۰/۱۹۴ به ترتیب مهم‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین معیار بوده و تعداد تنفس و CRP با وزن‌های ۰/۱۸۷ و ۰/۰۲۰ به ترتیب مهم‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین زیرمعیار در ارزیابی و اولویت‌بندی بیماران کووید-۱۹ جهت بستری در ICU می‌باشند.



[ Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-17 ]
[ DOR: 20.1001.1.24766879.1401.7.2.4.1 ]
[ DOI: 10.18502/mshsj.v7i2.10677 ]

جدول ۳: وزن فازی معیارها و زیرمعیارها و نرخ سازگاری

| وزن معیارهای اصلی | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| خبره | C1 | C2 | C3 | $\xi^*$ | CR | |
| خبره ۱ | (۰/۱۵۵،۰/۱۶۴،۰/۱۹۰) | (۰/۲۱۳،۰/۲۳۷،۰/۲۹۹) | (۰/۲۱۳،۰/۲۳۷،۰/۲۹۹) | ۰/۴۴۹ | ۰/۰۵۷ | |
| خبره ۲ | (۰/۱۵۵،۰/۱۶۴،۰/۱۹۰) | (۰/۵۸۱،۰/۵۸۱،۰/۶۲۷) | (۰/۲۱۳،۰/۲۳۷،۰/۲۹۹) | ۰/۴۴۹ | ۰/۰۰۰ | |
| خبره ۳ | (۰/۱۷۷،۰/۲۳۷،۰/۲۷۷) | (۰/۵۹۴،۰/۶۲۷،۰/۶۲۷) | (۰/۱۲۹،۰/۱۴۴،۰/۱۵۴) | ۰/۳۵۴ | ۰/۰۴۳ | |
| خبره ۴ | (۰/۱۷۷،۰/۲۳۷،۰/۲۷۷) | (۰/۵۹۴،۰/۶۲۷،۰/۶۲۷) | (۰/۱۲۹،۰/۱۴۴،۰/۱۵۴) | ۰/۳۵۴ | ۰/۰۵۷ | |
| $\widetilde{w}_j$ | (۰/۱۶۶،۰/۲۰۰،۰/۲۳۴) | (۰/۵۸۸،۰/۶۰۴،۰/۶۲۷) | (۰/۱۷۱،۰/۱۹۱،۰/۲۲۷) | | | |

| وزن زیرمعیارهای شرح‌حال و دموگرافیک | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| خبره | C1.1 | C1.2 | C1.3 | C1.4 | $\xi^*$ | CR |
| خبره ۱ | (۰/۲۲۰،۰/۳۱۲،۰/۳۱۲) | (۰/۱۳۳،۰/۱۸۴،۰/۱۸۴) | (۰/۱۳۳،۰/۱۸۴،۰/۱۸۴) | (۰/۲۲۰،۰/۳۱۲،۰/۳۱۲) | ۰/۳۰۳ | ۰/۰۵۷ |
| خبره ۲ | (۰/۲۳۴،۰/۲۸۱،۰/۳۵۱) | (۰/۲۳۴،۰/۲۸۱،۰/۳۵۱) | (۰/۱۴۱،۰/۱۴۱،۰/۱۵۶) | (۰/۲۳۴،۰/۲۸۱،۰/۳۵۱) | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ |
| خبره ۳ | (۰/۳۲۲،۰/۳۸۸،۰/۳۸۸) | (۰/۱۳۹،۰/۱۸۴،۰/۱۸۴) | (۰/۱۲۱،۰/۱۴۳،۰/۱۴۶) | (۰/۲۶۰،۰/۳۰۸،۰/۳۳۷) | ۰/۲۸۹ | ۰/۰۴۳ |
| خبره ۴ | (۰/۲۵۳،۰/۲۳۷،۰/۲۹۹) | (۰/۲۷۳،۰/۲۹۹،۰/۳۲۰) | (۰/۱۴۶،۰/۱۷۶،۰/۲۱۱) | (۰/۱۸۱،۰/۲۳۰،۰/۲۶۱) | ۰/۳۰۳ | ۰/۰۵۷ |
| $\widetilde{w}_j$ | (۰/۲۵۷،۰/۳۲۰،۰/۳۴۵) | (۰/۲۰۵،۰/۲۵۱،۰/۲۷۴) | (۰/۱۳۵،۰/۱۶۱،۰/۱۷۴) | (۰/۲۲۴،۰/۲۸۳،۰/۳۱۵) | | |

| وزن زیرمعیارهای معاینات بالینی | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| خبره | C2.1 | C2.2 | C2.3 | C2.4 | C2.5 | $\xi^*$ | CR |
| خبره ۱ | (۰/۱۴۱،۰/۱۹۲،۰/۲۲۶) | (۰/۰۸۹،۰/۰۸۹،۰/۰۸۹) | (۰/۰۸۰،۰/۰۸۹،۰/۰۸۹) | (۰/۱۰۵،۰/۱۵۰،۰/۱۷۴) | (۰/۲۹۹،۰/۳۳۴،۰/۳۳۴) | ۰/۳۲۷ | ۰/۰۴۹ |
| خبره ۲ | (۰/۱۰۲،۰/۱۲۵،۰/۱۵۸) | (۰/۲۹۷،۰/۳۲۰،۰/۳۳۵) | (۰/۰۸۹،۰/۰۹۷،۰/۱۰۶) | (۰/۱۲۹،۰/۱۶۶،۰/۲۳۵) | (۰/۲۸۴،۰/۲۸۴،۰/۲۸۴) | ۰/۲۹۱ | ۰/۰۴۳ |
| خبره ۳ | (۰/۲۲۶،۰/۲۶۵،۰/۲۶۵) | (۰/۲۹۰،۰/۳۳۲،۰/۳۳۲) | (۰/۰۶۷،۰/۰۷۷،۰/۰۷۷) | (۰/۱۰۸،۰/۱۲۹،۰/۱۴۰) | (۰/۱۶۰،۰/۲۱۱،۰/۲۶۵) | ۰/۴۲۷ | ۰/۰۵۳ |
| خبره ۴ | (۰/۱۰۳،۰/۱۱۵،۰/۱۴۷) | (۰/۲۸۸،۰/۳۵۴،۰/۳۵۹) | (۰/۰۷۵،۰/۰۸۰،۰/۰۹۳) | (۰/۱۰۳،۰/۱۸۲،۰/۱۸۲) | (۰/۲۸۲،۰/۲۸۲،۰/۳۰۵) | ۰/۴۴۹ | ۰/۰۵۶ |
| $\widetilde{w}_j$ | (۰/۱۴۳،۰/۱۷۴،۰/۱۹۹) | (۰/۲۷۵،۰/۳۱۴،۰/۳۲۱) | (۰/۰۷۸،۰/۰۸۶،۰/۰۹۱) | (۰/۱۱۰،۰/۱۵۷،۰/۱۸۳) | (۰/۲۵۶،۰/۲۷۸،۰/۲۹۷) | | |

| وزن زیرمعیارهای پاراکلینیکی | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| خبره | C3.1 | C3.2 | C3.3 | C3.4 | C3.5 | C3.6 | $\xi^*$ | CR |
| خبره ۱ | (۰/۲۱۲،۰/۲۷۱،۰/۲۷۵) | (۰/۱۱۸،۰/۱۱۸،۰/۱۲۲) | (۰/۱۱۸،۰/۱۱۸،۰/۱۲۲) | (۰/۱۹۹،۰/۱۹۹،۰/۲۷۶) | (۰/۱۱۸،۰/۱۱۸،۰/۱۶۷) | (۰/۱۱۸،۰/۱۱۸،۰/۱۱۸) | ۰/۳۰۳ | ۰/۰۵۷ |
| خبره ۲ | (۰/۲۴۴،۰/۳۰۷،۰/۳۰۷) | (۰/۱۴۹،۰/۱۹۷،۰/۱۹۹) | (۰/۰۷۶،۰/۰۸۶،۰/۰۹۱) | (۰/۱۰۰،۰/۱۲۰،۰/۱۲۰) | (۰/۰۹۶،۰/۱۲۶،۰/۱۲۶) | (۰/۱۴۹،۰/۱۹۷،۰/۱۹۹) | ۰/۵۶۲ | ۰/۰۸۴ |
| خبره ۳ | (۰/۲۰۴،۰/۲۶۱،۰/۲۶۸) | (۰/۱۱۱،۰/۱۳۹،۰/۱۴۵) | (۰/۰۹۶،۰/۱۱۴،۰/۱۱۶) | (۰/۲۵۶،۰/۳۰۹،۰/۳۰۹) | (۰/۰۹۶،۰/۱۰۰،۰/۱۱۶) | (۰/۰۹۶،۰/۰۹۶،۰/۱۰۱) | ۰/۲۸۹ | ۰/۰۴۳ |
| خبره ۴ | (۰/۲۴۲،۰/۳۰۴،۰/۳۰۴) | (۰/۱۲۲،۰/۱۷۰،۰/۱۸۸) | (۰/۰۸۲،۰/۰۹۵،۰/۰۹۵) | (۰/۲۱۷،۰/۲۶۴،۰/۲۷۷) | (۰/۰۸۲،۰/۰۹۵،۰/۱۰۶) | (۰/۰۸۲،۰/۰۹۵،۰/۱۰۶) | ۰/۲۰۹ | ۰/۰۳۱ |
| $\widetilde{w}_j$ | (۰/۲۲۶،۰/۲۸۶،۰/۲۸۸ | (۰/۱۳۴،۰/۱۶۵،۰/۱۸۶) | (۰/۰۹۳،۰/۱۰۳،۰/۱۰۶) | (۰/۱۹۳،۰/۲۲۳،۰/۲۴۵) | (۰/۰۹۸،۰/۱۱۰،۰/۱۲۹) | (۰/۱۱۱،۰/۱۲۶،۰/۱۳۱) | | |



[ Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-17 ]
[ DOR: 20.1001.1.24766879.1401.7.2.4.1 ]
[ DOI: 10.18502/mshsj.v7i2.10677 ]

جدول ۴: وزن قطعی معیارها و زیرمعیارها

| معیار | وزن معیار | | زیرمعیار | | وزن نسبی زیرمعیار | وزن نهایی زیرمعیار | رتبه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| معیارهای شرح‌حال و دموگرافیک | C1 | ۰/۲۰۰ | سن | C1.1 | ۰/۳۱۴ | ۰/۰۶۳ | ۵ |
| | | | شاخص توده بدنی | C1.2 | ۰/۲۴۸ | ۰/۰۵۰ | ۹ |
| | | | عدم پاسخ به درمان‌های مرسوم کووید-۱۹ | C1.3 | ۰/۱۵۹ | ۰/۰۳۲ | ۱۱ |
| | | | بیماری‌های زمینه‌ای | C1.4 | ۰/۲۷۹ | ۰/۰۵۶ | ۶ |
| معیارهای معاینات بالینی | C2 | ۰/۶۰۶ | اختلال هوشیاری | C2.1 | ۰/۱۷۴ | ۰/۱۰۵ | ۳ |
| | | | تعداد تنفس | C2.2 | ۰/۳۰۹ | ۰/۱۸۷ | ۱ |
| | | | تعداد ضربان قلب | C2.3 | ۰/۰۸۶ | ۰/۰۵۲ | ۸ |
| | | | میانگین فشار شریانی | C2.4 | ۰/۱۵۴ | ۰/۰۹۳ | ۴ |
| | | | PaO2/FiO2 | C2.5 | ۰/۲۷۸ | ۰/۱۶۸ | ۲ |
| معیارهای پاراکلینیکی | C3 | ۰/۱۹۴ | pH در VBG | C3.1 | ۰/۲۷۷ | ۰/۰۵۴ | ۷ |
| | | | GFR | C3.2 | ۰/۱۶۳ | ۰/۰۳۲ | ۱۲ |
| | | | CRP | C3.3 | ۰/۱۰۲ | ۰/۰۲۰ | ۱۵ |
| | | | درگیری مولتی لوبار در ریه‌ها | C3.4 | ۰/۲۲۲ | ۰/۰۴۳ | ۱۰ |
| | | | D-dimer | C3.5 | ۰/۱۱۱ | ۰/۰۲۱ | ۱۴ |
| | | | ALC | C3.6 | ۰/۱۲۵ | ۰/۰۲۴ | ۱۳ |

اولویت‌بندی بیماران

پس از محاسبه وزن معیارها، در این بخش روش CoCoSo برای ارزیابی بیماران کرونایی به کار رفت تا مشخص شود کدام بیمار بیشتر از بقیه به ICU نیاز دارد. برای این منظور ۱۰ بیمار کووید-۱۹ ناشناس که به بیمارستان شهدای پاکدشت مراجعه نموده‌اند، به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. در روش CoCoSo، ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، تشکیل شد. در این جدول، مشخصات بیماران ازنظر معیارهای مختلف آورده شده است. کوچک‌ترین بیمار ۲۵ ساله و مسن‌ترین آن‌ها ۹۰ ساله است. مقادیر معیارهای C1.3، C1.4 و C3.4 به‌صورت باینری و بقیه معیارها دارای مقادیر پیوسته/صحیح هستند. در معیارهای C1.3 و C1.4، بله و خیر به ترتیب با مقادیر ۱۰ و ۱ کمی‌سازی شدند. در معیار C3.4 نیز برای درگیری شدید و درگیری متوسط مولتی‌لوبار در ریه‌ها به ترتیب مقادیر ۱۰ و ۵ لحاظ گردید. در تعیین اولویت بیماران معیارهای C2.1، C2.4، C2.5، C3.1، C3.2 و C3.6 ماهیت منفی (هزینه) و بقیه معیارها ماهیت مثبت (سود) دارند. درنهایت، محاسبات CoCoSo انجام‌شده و امتیاز نهایی هر بیمار تعیین شد (جدول ۶). لازم به ذکر است که مقدار $\lambda$ برای وضعیت متوسط و انتخاب منطقی متخصصان ۰/۵ در نظر گرفته می‌شود. با توجه به نتایج روش CoCoSo، بیمار ۸، بیمار ۹ و بیمار ۷ به ترتیب اولویت ۱ تا ۳ را برای بستری در بخش ICU کسب نمودند.

تحلیل حساسیت

در این بخش، ۲ تحلیل اضافی بر روی نتایج انجام شد. تحلیل اول برای مشاهده تأثیر وزن معیارها بر رتبه‌بندی بیماران استفاده شد؛ تحلیل دوم برای بررسی تأثیر پارامتر $\lambda$ بر روی نتایج صورت گرفت. با توجه به ماهیت پویا و در حال تغییر کووید-۱۹، ارزش معیارها می‌تواند توسط پزشکان به روز و اصلاح شود. برای بررسی این وضعیت، سناریوهای مختلفی برای تغییر وزن معیارها ایجاد شد. علاوه بر رتبه‌بندی اولیه، سناریوهای زیر در تحلیل اول در نظر گرفته شده است.

سناریوی ۱: وزن معیارهای اصلی به طور مساوی در نظر گرفته شده و این وزن در میان زیرمعیارهای مربوطه به‌طور مساوی توزیع می‌شود.



[ Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-17 ]
[ DOR: 20.1001.1.24766879.1401.7.2.4.1 ]
[ DOI: 10.18502/mshsj.v7i2.10677 ]

جدول ۵: مشخصات بیماران در معیارها

| بیماران | C1.1 | C1.2 | C1.3 | C1.4 | C2.1 | C2.2 | C2.3 | C2.4 | C2.5 | C3.1 | C3.2 | C3.3 | C3.4 | C3.5 | C3.6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بیمار ۱ | ۶۵ | ۳۵ | خیر | بله | ۱۴ | ۳۵ | ۱۰۰ | ۹۰ | ۲۰۰ | ۷/۳۰ | ۵۰ | ۱۰۰ | شدید | ۲/۵ | ۷۰۰ |
| بیمار ۲ | ۵۵ | ۴۵ | بله | خیر | ۱۵ | ۴۰ | ۱۲۰ | ۹۰ | ۲۵۰ | ۷/۲۸ | ۷۵ | ۷۵ | متوسط | ۳/۵ | ۱۹۰۰ |
| بیمار ۳ | ۷۵ | ۲۵ | خیر | بله | ۸ | ۱۲ | ۷۵ | ۶۵ | ۲۲۰ | ۷/۲۵ | ۳۰ | ۵۰ | متوسط | ۲ | ۱۹۰۰ |
| بیمار ۴ | ۳۵ | ۳۵ | بله | بله | ۹ | ۳۰ | ۱۲۰ | ۶۵ | ۳۰۰ | ۷/۲۵ | ۳۰ | ۵۰ | متوسط | ۱/۵ | ۲۱۰۰ |
| بیمار ۵ | ۲۵ | ۴۳ | خیر | بله | ۱۴ | ۳۵ | ۱۰۰ | ۷۰ | ۲۰۰ | ۷/۳۰ | ۸۰ | ۱۱۰ | شدید | ۳ | ۱۰۰۰ |
| بیمار ۶ | ۶۶ | ۲۰ | خیر | بله | ۱۴ | ۳۸ | ۱۳۰ | ۶۵ | ۱۶۰ | ۷/۲۰ | ۴۵ | ۸۰ | شدید | ۱/۳ | ۷۵۰ |
| بیمار ۷ | ۹۰ | ۲۳ | خیر | بله | ۹ | ۱۴ | ۸۰ | ۷۵ | ۱۵۰ | ۷/۲۵ | ۴۰ | ۶۵ | شدید | ۱/۵ | ۲۵۰۰ |
| بیمار ۸ | ۶۷ | ۳۵ | بله | بله | ۱۵ | ۳۶ | ۱۱۰ | ۷۰ | ۱۷۵ | ۷/۳۰ | ۶۵ | ۱۰۰ | شدید | ۳/۵ | ۱۵۵۰ |
| بیمار ۹ | ۴۵ | ۳۸ | بله | خیر | ۱۴ | ۳۶ | ۱۰۰ | ۸۰ | ۱۰۰ | ۷/۲۰ | ۸۵ | ۱۲۰ | شدید | ۳ | ۵۰۰ |
| بیمار ۱۰ | ۵۸ | ۳۰ | خیر | خیر | ۱۵ | ۳۰ | ۹۰ | ۷۵ | ۱۸۰ | ۷/۲۵ | ۷۰ | ۸۰ | شدید | ۱/۳ | ۳۱۰۰ |

جدول ۶: نتایج روش CoCoSo برای ارزیابی بیماران

| بیماران | $S_i$ | $P_i$ | $k_{ia}$ | $k_{ib}$ | $k_{ic}$ | $k_i$ | رتبه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بیمار ۱ | ۰/۵۱۲ | ۱۱/۵۳۸ | ۰/۱۰۰ | ۲/۳۹۹ | ۰/۸۷۲ | ۱/۷۱۸ | ۷ |
| بیمار ۲ | ۰/۴۳۹ | ۱۰/۵۶۰ | ۰/۰۹۲ | ۲/۱۲۶ | ۰/۷۹۶ | ۱/۵۴۱ | ۸ |
| بیمار ۳ | ۰/۴۵۶ | ۹/۶۸۵ | ۰/۰۸۴ | ۲/۰۷۵ | ۰/۷۳۴ | ۱/۴۶۹ | ۹ |
| بیمار ۴ | ۰/۵۳۴ | ۱۱/۶۴۸ | ۰/۱۰۲ | ۲/۴۸۲ | ۰/۸۸۲ | ۱/۷۶۱ | ۵ |
| بیمار ۵ | ۰/۵۵۲ | ۱۱/۵۱۷ | ۰/۱۰۱ | ۲/۴۸۹ | ۰/۸۷۳ | ۱/۷۵۶ | ۶ |
| بیمار ۶ | ۰/۶۹۷ | ۱۱/۶۸۵ | ۰/۱۰۳ | ۲/۸۴۵ | ۰/۸۹۶ | ۱/۹۲۲ | ۳ |
| بیمار ۷ | ۰/۵۲۳ | ۱۳/۱۲۵ | ۰/۱۱۴ | ۲/۵۹۰ | ۰/۹۸۷ | ۱/۸۹۳ | ۴ |
| بیمار ۸ | ۰/۶۳۶ | ۱۲/۷۴۹ | ۰/۱۱۱ | ۲/۸۱۴ | ۰/۹۶۸ | ۱/۹۷۰ | ۱ |
| بیمار ۹ | ۰/۶۴۹ | ۱۲/۵۷۱ | ۰/۱۱۰ | ۲/۸۲۵ | ۰/۹۵۶ | ۱/۹۶۵ | ۲ |
| بیمار ۱۰ | ۰/۴۳۰ | ۹/۵۴۷ | ۰/۰۸۳ | ۲/۰۰۰ | ۰/۷۲۲ | ۱/۴۲۸ | ۱۰ |

سناریوی ۲: همه زیرمعیارها وزن مساوی دارند.

سناریوی ۳: فقط زیرمعیارهای شرح حال و دموگرافیک در نظر گرفته شده و وزن‌دهی می‌شوند.

سناریوی ۴: فقط زیرمعیارهای معاینات بالینی در نظر گرفته شده و وزن‌دهی می‌شوند.

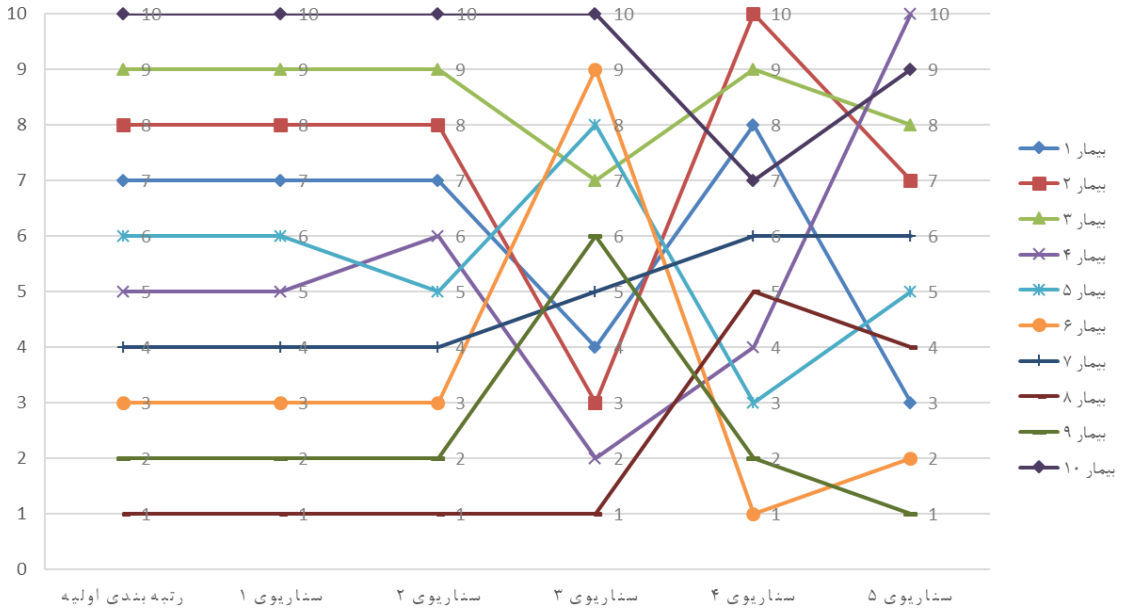
سناریوی ۵: فقط زیرمعیارهای پاراکلینیکی در نظر گرفته شده و وزن‌دهی می‌شوند.

با استفاده از وزن‌های معیارها در هر سناریو، مراحل روش CoCoSo مجدداً مانند بخش قبل انجام می‌شود. ۵ رتبه‌بندی جدید برای بیماران به دست آمده که نتایج آن در شکل ۲ در مقایسه با رتبه‌بندی اولیه نشان داده شده است. لازم به ذکر است در این رتبه‌بندی، رتبه اول به معنای بدحال‌ترین بیمار بوده و اولین فردی است که در ICU تحت درمان قرار می‌گیرد. همان‌طور که مشاهده می‌شود که تغییر وزن معیارها بر اولویت‌بندی بیماران در صف انتظار ICU تأثیر می‌گذارد. هیچ بیماری وجود ندارد که رتبه آن در تمام سناریوها تغییر نکرده باشد. با این حال، رتبه برخی از بیماران تغییرات و نوسان کمتری نسبت به سایرین دارد. به عبارت دیگر، ثبات و استحکام رتبه برخی از بیماران مانند بیمار ۸ و بیمار ۱۰ بالاتر است. به عنوان مثال، بیمار ۸ علاوه بر رتبه‌بندی اولیه، در ۳ سناریو در رتبه اول قرار دارد. این بدان معناست که وضعیت بیمار ۸ در مقایسه با سایر بیماران می‌تواند اضطراری و اورژانسی لحاظ شود. بیمار ۱۰ در رتبه‌بندی اولیه و ۳ سناریوی دیگر رتبه دهم، در سناریوی ۴ رتبه هفتم و در سناریوی ۵



[ Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-17 ]
[ DOR: 20.1001.1.24766879.1401.7.2.4.1 ]
[ DOI: 10.18502/mshsj.v7i2.10677 ]

رتبه نهم را کسب نموده است؛ یعنی وضعیت سلامتی بیمار ۳ بهتر از بقیه به نظر می‌رسد. جالب‌ترین وضعیت در بیمار ۶ رخ می‌دهد؛ در حالی که بیمار ۶ در سناریوی ۳ رتبه نهم را دارد، در سناریو ۴ رتبه اول را دارد. اگر معیارهای معاینات بالینی در نظر گرفته شود، بیمار ۶ نسبت به سایر بیماران نیاز بیشتری به ICU دارد؛ با این حال، اگر معیارهای شرح حال و دموگرافیک غالب باشد، شرایط اورژانسی برای بیمار ۶ وجود ندارد.

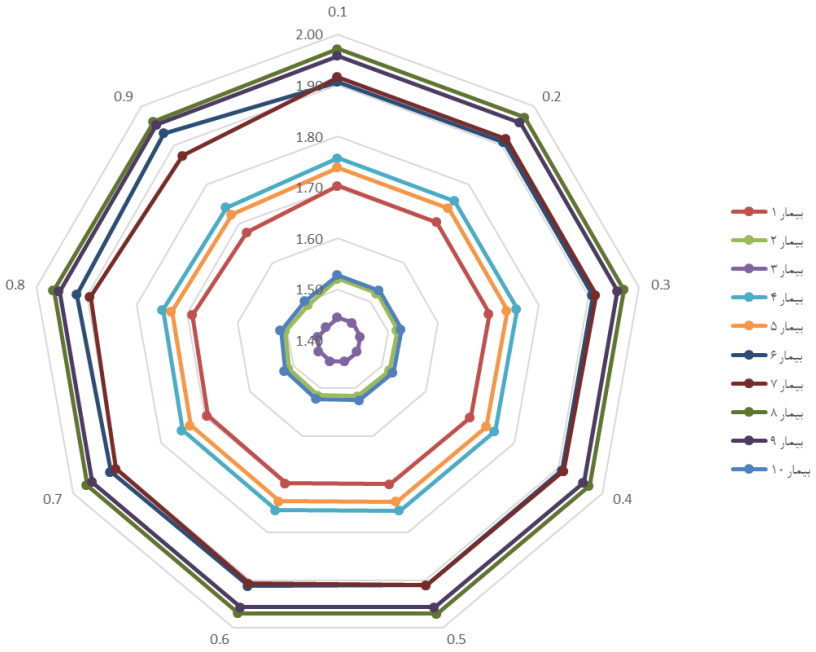



شکل ۲: رتبه‌بندی بیماران براساس سناریوهای مختلف

در تحلیل دوم، برای ارزیابی قابلیت اطمینان نتایج به‌دست آمده از CoCoSo، تحلیل حساسیت بر روی مقادیر مختلف پارامتر λ انجام شد. در رتبه‌بندی اولیه، مقدار ۰/۵ برای پارامتر λ لحاظ گردید. با توجه به احتمال تأثیر تغییرات بر نتایج اولویت‌بندی بیماران، تحلیل حساسیت بر روی مقادیر مختلف این پارامتر حائز اهمیت است. بنابراین مقادیر ۰/۱ تا ۰/۹ برای پارامتر λ در نظر گرفته شده و محاسبات CoCoSo مجدداً اجرا گردید. شکل ۴ نشان می‌دهد که با تغییر پارامتر λ، تغییر قابل‌توجهی در امتیاز بیماران رخ نداده و نتایج به‌دست آمده قابل‌اتکا می‌باشند. به عنوان مثال، امتیاز بیمار ۸ در اثر تغییر پارامتر λ تغییر تقریباً ثابت بوده و این بیمار همچنان بالاترین اولویت را برای بهره‌مندی از ICU برخوردار است. بیمار ۳ نیز کمترین امتیاز را داشته و این امتیاز با تغییر پارامتر λ تغییر محسوسی نداشته و در نتیجه پایین‌ترین اولویت را در میان سایر بیماران برای استفاده از ICU دارد.



[ Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-17 ]
[ DOR: 20.1001.1.24766879.1401.7.2.4.1 ]
[ DOI: 10.18502/mshsj.v7i2.10677 ]




شکل ۳: تغییر امتیاز بیماران در اثر تغییر پارامتر λ

## بحث

با شیوع گسترده کووید-۱۹ در سراسر جهان در اوایل سال ۲۰۲۰، یک چارچوب اولویت‌بندی ساده توسط وایت و لو (۲۰۲۰) با اقتباس از چارچوب‌های قبلی ارائه شد که توسط بسیاری از ICUها در ایالات‌متحده به کار گرفته شد (۱۸). طبق این چارچوب، اولویت‌بندی بیماران بر اساس احتمال انتفاع آن‌ها و از طریق نمره ارزیابی پیاپی نقص عضو (SOFA) (۱۹) و پیش‌آگهی برای بقا در کوتاه‌مدت تعیین می‌شود. هر دو معیار مذکور دارای ۴ سطح هستند که وزن و اهمیت نسبی یکسانی دارند. بنابراین، بیماران با توجه به نمره خود از امتیاز ۱ تا ۸ اولویت‌بندی می‌شوند. کارکنان مراقبت‌های بهداشتی درگیر با کرونا اولویت بیشتری دریافت می‌کنند و درصورتی‌که بیماران اولویت یکسانی داشتند، بیماران جوان‌تر انتخاب می‌شوند (۱۸).

تایرل و همکاران (۲۰۲۱) به‌طور نظام‌مند ۸ دستورالعمل دیگر را برای اولویت‌بندی بستری بیماران کووید-۱۹ در ICU بررسی کردند. این دستورالعمل‌ها عمدتاً بر اساس احتمال زنده ماندن بیماران و باهدف حداکثر سازی تعداد افراد نجات‌یافته طراحی‌شده بودند. تایرل و همکاران (۲۰۲۱) به این نتیجه رسیدند که فقدان شواهد و دستورالعمل‌های منسجم و باکیفیت برای تخصیص منابع در طول شیوع کرونا وجود دارد (۲۰). روش‌های دیگری برای ارزیابی بیماران کرونایی جهت پذیرش در ICU توسعه‌یافته‌اند که هر یک نقاط قوت و ضعف خود رادارند. پروتکل تریاژ پیشنهادشده توسط ماوِس و همکاران (۲۰۲۰) شامل یک ابزار پیش‌بینی مرگ‌ومیر است، اما ابزار خاصی را برای به‌کارگیری آن در عمل توصیه نمی‌کند (۲۱). اگرچه الگوریتم اسپرانگ و همکاران (۲۰۲۰) به دلیل سادگی اجرا نسبتاً آسان است (۲۲)، اما این عیب را دارد که بیماران را فقط در ۴ گروه و بر اساس پیش‌بینی سال‌های عمر بیماران و سپس اصل اولین خدمت به اولین مراجعه‌کننده اولویت‌بندی می‌کند (۴). لِکلرک و همکاران (۲۰۲۰) مسیر جداگانه‌ای برای ارزیابی بیماران بر اساس میزان فشار کاری در ICUها پیشنهاد کردند. در این طرح اگرچه ممکن است برخی از بیماران بر اساس امتیاز ضعف بالینی، شرح‌حال و شرایط حاد حذف شوند، اما اولویت‌بندی آن‌ها همچنان بر اساس نمره SOFA یا قرار گرفتن در معرض ویروس به دلایل شرایط شغلی می‌باشد (۲۳).

برخلاف پروتکل‌های تریاژ برای اولویت‌بندی پذیرش در ICUها که در سراسر جهان موردبحث و نقد قرارگرفته است (۴،۱۸)، هیچ توصیه صریحی برای تعیین اولویت بیماران



[ Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-17 ]
[ DOR: 20.1001.1.24766879.1401.7.2.4.1 ]
[ DOI: 10.18502/mshsj.v7i2.10677 ]

کووید-۱۹ جهت بستری شدن در بیمارستان در شرایط کمبود تخت ارائه نشده است. کیفیت چنین تصمیمات اولویت‌بندی هنگامی‌که نیاز است معیارهای متعددی در کنار هم موردبررسی قرار گیرند، با استفاده از روش‌های ساختاریافته MCDA می‌تواند ارتقا و بهبود یابد. روش‌های MCDA به‌طور گسترده‌ای درزمینه‌های دیگر مورداستفاده قرارگرفته و اخیراً ادبیات روبه‌رشدی درزمینه به‌کارگیری آن‌ها در حوزه سیستم‌های سلامت و مراقبت‌های بهداشتی درحال‌توسعه می‌باشد (۳۰-۲۴). به‌عنوان نمونه تکنیک AHP برای ارزیابی عملکرد ICUها (۲۴)؛ اولویت‌بندی تجهیزات پزشکی ICUها (۲۵) و انتخاب بهترین روش درمانی برای سرطان سینه (۲۶) مورداستفاده قرارگرفته است. یکی از مطالعات اخیر و مرتبط با تحقیق حاضر توسط دِناردو و همکاران (۲۰۲۰) در ایتالیا انجام‌شده‌است. آن‌ها از نرم‌افزار PAPRIKA برای اولویت‌بندی ۱۱ معیار ارزیابی بیماران کرونایی غیر اورژانسی جهت پذیرش در ICU در شرایط کمبود منابع استفاده نمودند (۳۱). بااین‌حال مطالعه حاضر معیارها و زیرمعیارهای جامع‌تر و عملیاتی‌تر نسبت به این مطالعه را شناسایی نموده و از یک رویکرد ترکیبی و یکپارچه شامل ۲ روش MCDA برای وزن دهی معیارها و زیرمعیارها و تعیین اولویت بیماران بهره می‌گیرد. بنابراین طبق بررسی صورت گرفته و دانش نویسندگان، این پژوهش، اولین مطالعه مبتنی بر رویکرد یکپارچه و مدرن MCDA با ترکیب روش‌های FBWM و CoCoSo برای تعیین اهمیت معیارها و رتبه‌بندی بیماران کووید-۱۹ جهت پذیرش در ICU و پشتیبانی و هدایت از تصمیم‌های حیاتی در این زمینه است.

اگرچه روش‌های دیگری نیز برای اولویت‌بندی پذیرش بیماران کرونایی در ICU در دسترس می‌باشد، اما این روش‌ها صرفاً بر روی عوامل بالینی مانند امتیاز SOFA و پیش‌آگهی برای بقای کوتاه‌مدت تمرکز می‌کنند و به‌اندازه کافی همه عوامل بالینی مرتبط را در نظر نمی‌گیرند. علاوه بر این، اعتبار مساوی بودن اوزان نیز مورد بحث است. عواملی مانند شاخص توده بدنی، بیماری‌های زمینه‌ای و تعداد تنفس به‌وضوح بر نتایج اولویت‌بندی تأثیر می‌گذارند و بنابراین باید برای ارزیابی انتفاع احتمالی بیماران لحاظ شده و وزن آن‌ها به‌دقت تعیین شود. این ملاحظات اضافی به دلیل اتخاذ روش FBWM که برای تعیین وزن معیارها و زیرمعیارها استفاده می‌شود، تا حد زیادی پوشش داده شد.

معیارها و وزن آن‌ها برای ارزیابی بیماران کووید-۱۹ جهت پذیرش در ICU را می‌توان از دیدگاه‌های مختلف تعیین کرد. بنابراین، تیم خبرگی را می‌توان به بخش‌های مختلف مانند پرستاران، کارکنان اداری، پرسنل پشتیبانی و غیره گسترش داد. علاوه بر این، وزن خبرگان می‌تواند با توجه به تجربه، مهارت‌ها و بخش‌ها برای تحقیقات آتی متفاوت باشد.

با توجه به نتایج تحلیل حساسیت اگرچه نتایج روش CoCoSo دارای استحکام و قابل اتکا می‌باشد، بااین‌حال می‌توان رویکردهای مختلف MCDA را نیز برای ارزیابی بیماران در مطالعات آتی به کاربرد. برای کاهش زمان محاسبه و ارائه یک فرآیند تصمیم‌گیری پویا، توسعه یک سیستم پشتیبان تصمیم نیز می‌تواند یکی دیگر از موضوعات تحقیقات در آینده باشد.

## نتیجه‌گیری

گسترش سریع کرونا در سراسر جهان سیستم‌های خدمات بهداشتی در کشورها را تحت‌فشار قرار داده و منجر به چالش‌های عمده‌ای ازجمله افزایش محدودیت‌های خدمات درمانی و کمبود تخت‌های ICU برای بیماران بدحال شده است. بنابراین، علاوه‌بر تریاژهای موجود برای اولویت‌بندی پذیرش بیماران عمومی در ICU، راهکارهایی مبتنی بر تحلیل‌های علمی نیز باید ایجاد شود تا در شرایط اضطراری یا محدودیت منابع تعیین نماید کدام بیمار کرونایی برای پذیرش در ICU در اولویت می‌باشد. با توجه به معیارهای متناقضی که در پذیرش بیماران در ICU تأثیر می‌گذارد، رویکردهای MCDA برای چنین زمینه‌ای مناسب است. برای پوشش این شکاف در حوزه کاربرد و ادبیات تحقیق، ۲ رویکرد مختلف MCDA به نام‌های FBWM و CoCoSo در این مطالعه استفاده شدند. روش FBWM برای تعیین وزن و درجه اهمیت معیارهای شناسایی‌شده در شرایط عدم قطعیت انتخاب‌شده است؛ روش CoCoSo نیز برای تعیین این‌که کدام بیمار بیشترین انتفاع را از درمان ICU می‌برد، استفاده شد. رویکرد پیشنهادی با اولویت‌بندی ۱۰ بیمار، مورد آزمایش قرار گرفت.

## سپاسگزاری

نویسندگان لازم می‌دانند از راهنمایی‌ها و مشورت‌های پزشکان بخش بیماری‌های داخلی و عفونی بیمارستان شهدای



[ Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-17 ]
[ DOR: 20.1001.1.24766879.1401.7.2.4.1 ]
[ DOI: 10.18502/mshsj.v7i2.10677 ]

پاکدشت قدردانی نمایند.

**مشارکت نویسندگان**

طراحی پژوهش: س م. ح س، ، س ف. ع

جمع‌آوری داده‌ها: س م. ح س، م. ت

تحلیل داده‌ها: س م. ح س

نگارش و اصلاح مقاله: س م. ح س، م. ت، س ف. ع

**سازمان حمایت‌کننده**

این مقاله حاصل طرح پژوهشی با عنوان «اولویت‌بندی بیماران کووید-۱۹ جهت بستری در بخش مراقبت‌های ویژه در شرایط کمبود تخت بیمارستانی: یک رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره ترکیبی» و شماره ۱۶۵۱/۱۱/۴۰۱ می باشد که با حمایت دانشگاه گرمسار انجام شده است.

**تعارض منافع**

هیچگونه تعارض منافعی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

## References

1)Richardson S, Hirsch JS, Narasimhan M, Crawford JM, McGinn T, Davidson KW, et al. Presenting characteristics, comorbidities, and outcomes among 5700 patients hospitalized with COVID-19 in the New York City area. Jama 2020; 323(20): 2052–9. doi: 10.1001/jama.2020.6775.

2)Yang X, Yu Y, Xu J, Shu H, Liu H, Wu Y, et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. Lancet Respir Med 2020; 8(5): 475–81. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30079-5.

3)Rosenbaum L. Facing Covid-19 in Italy—ethics, logistics, and therapeutics on the epidemic's front line. N Engl J Med 2020; 382(20): 1873–5. doi: 10.1056/NEJMp2005492.

4)Emanuel EJ, Persad G, Upshur R, Thome B, Parker M, Glickman A, et al. Fair allocation of scarce medical resources in the time of Covid-19. N Engl J Med 2020; 382(21): 2049-55. doi: 10.1056/NEJMsb2005114.

5)Warrillow S, Austin D, Cheung W, Close E, Holley A, Horgan B, et al. ANZICS guiding principles for complex decision making during the COVID-19 pandemic. Crit Care Resusc 2020; 22(2): 98–102.

6)Intensive Care National Audit and Research Centre. ICNARC report on COVID-19 in critical care. Available from URL: https://icnarc.org/Our-Audit/Audits/Cmp/Reports. Last accesse: may 15, 2021.

7)Phua J, Faruq MO, Kulkarni AP, Redjeki IS, Detleuxay K, Mendsaikhan N, et al. Critical care bed capacity in Asian countries and regions. Crit Care Med 2020; 48(5): 654–62. doi: 10.1097/CCM. 0000000000004222.

8)Dotoli M, Epicoco N, Falagario M, Sciancalepore F. A cross-efficiency fuzzy data envelopment analysis technique for performance evaluation of decision making units under uncertainty. Comput Ind Eng 2015; 79: 103–14. doi:10.1016/j.cie.2014.10.026.

9)Thokala P, Devlin N, Marsh K, Baltussen R, Boysen M, Kalo Z, et al. Multiple criteria decision analysis for health care decision making—an introduction: report 1 of the ISPOR MCDA emerging good practices task force. Value Health 2016; 19(1): 1–13. doi: 10.1016/j.jval.2015.12.003.

10) Pereira MA, Machete IF, Ferreira DC, Marques RC. Using multi-criteria decision analysis to rank European health systems: the beveridgian financing case. Socio-Econ Plan Sci 2020; 72: 100913. doi: 10.1016/j.seps.2020.100913.

11) Rezaei J. Best-worst multi-criteria decision-making method. Omega 2015; 53: 49–57. doi:10.1016/j.omega.2014.11.009.

12) Ahmad N, Hasan MG, Barbhuiya RK. Identification and prioritization of strategies to tackle COVID-19 outbreak: a group-BWM based MCDM approach. Appl Soft Comput 2021; 111: 107642. doi:10.1016/j.asoc.2021.107642.

13) Guo S, Zhao H. Fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method and its applications. Knowledge-Based Syst 2017; 121: 23–31. doi:10.1016/j.knosys.2017.01.010.

14) Ahmad WNKW, Rezaei J, Sadaghiani S, Tavasszy LA. Evaluation of the external forces affecting the sustainability of oil and gas supply chain using best worst method. J Clean Prod 2017; 153: 242–52. doi:10.1016/j.jclepro.2017.03.166.

15) Yazdani M, Zarate P, Zavadskas EK, Turskis Z. A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problem. Manag Decis 2019; 57(9): 2501-19. doi:10.1108/MD-05-2017-0458.

16) Erceg Ž, Starčević V, Pamučar D, Mitrović G, Stević Ž, Žikić S. A new model for stock management in order to rationalize costs: ABC-FUCOM-interval rough CoCoSo model. Symmetry 2019; 11(12):1527. doi:10.3390/sym11121527.

17) Kharwar PK, Verma RK, Singh A. Neural network modeling and combined compromise solution (CoCoSo) method for optimization of drilling performances in polymer nanocomposites. J

[ Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-17 ]

[ DOR: 20.1001.1.24766879.1401.7.2.4.1 ]
[ DOI: 10.18502/mshsj.v7i2.10677 ]

Thermoplast Compos Mater 2020. doi: 10.1177/0892705720939165.
18) White DB, Lo B. A framework for rationing ventilators and critical care beds during the COVID-19 pandemic. Jama 2020; 323(18):1773–4. doi:10.1001/jama.2020.5046.
19) Raschke RA, Agarwal S, Rangan P, Heise CW, Curry SC. Discriminant accuracy of the SOFA score for determining the probable mortality of patients with COVID-19 pneumonia requiring mechanical ventilation. JAMA 2021; 325(14): 1469–70. doi:10.1001/jama.2021.1545.
20) Tyrrell CSB, Mytton OT, Gentry SV, Thomas-Meyer M, Allen JLY, Narula AA, et al. Managing intensive care admissions when there are not enough beds during the COVID-19 pandemic: a systematic review. Thorax 2021; 76(3): 302–12. doi: 10.1136/thoraxjnl-2020-215518.
21) Maves RC, Downar J, Dichter JR, Hick JL, Devereaux A, Geiling JA, et al. Triage of scarce critical care resources in COVID-19 an implementation guide for regional allocation: an expert panel report of the task force for mass critical care and the American College of Chest Physicians. Chest 2020; 158(1): 212–25. doi: 10.1016/j.chest.2020.03.063.
22) Sprung CL, Joynt GM, Christian MD, Truog RD, Rello J, Nates JL. Adult ICU triage during the coronavirus disease 2019 pandemic: who will live and who will die? recommendations to improve survival. Crit Care Med 2020; 48(8): 1196-202. doi: 10.1097/CCM.0000000000004410.
23) Leclerc T, Donat N, Donat A, Pasquier P, Libert N, Schaeffer E, et al. Prioritisation of ICU treatments for critically ill patients in a COVID-19 pandemic with scarce resources. Anaesth Crit Care Pain Med 2020; 39(3): 333–9. doi: 10.1016/j.accpm.2020.05.008.
24) Sir E, Sir Batur GD. Evaluating treatment modalities in chronic pain treatment by the multi-criteria decision making procedure. BMC Med Inform Decis Mak 2019; 19(191): 1-9. doi: 10.1186/s12911-019-0925-6.
25) Faisal M, Sharawi A. Prioritize medical equipment replacement using analytical hierarchy process. IOSR J Electr Electron Eng 2015; 10(3): 55–63. doi: 10.9790/1676-10325563.
26) Akdag HC, Alemdar C, Aydin E. A MCDM model design for HER2+ breast cancer treatment technique using AHP method. PONTE Int J Sci Res 2019; 75(1): 162-170. doi: 10.21506/j.ponte.2019.1.13.
27) Lopez D, Gunasekaran M. Assessment of vaccination strategies using fuzzy multi-criteria decision making. Proceedings of the 5th international conference on fuzzy and neuro computing (FANCCO-2015); 2015 Dec 17-19; Hyderabad, India. Springer Cham; 2015: 195–208. doi:10.1007/978-3-319-27212-2_16.
28) Jokar M, Ardan Sh, Khalesi N. Designing a method of performance evaluation for physicians and nurses of heart failure clinic based on the analytic network process. Q J Nurs Manag 2020; 8(4): 54–65.[Persian]
29) Fei L, Lu J, Feng Y. An extended best-worst multi-criteria decision-making method by belief functions and its applications in hospital service evaluation. Comput Ind Eng 2020; 142: 106355. doi: 10.1016/j.cie.2020.106355.
30) Klamer S, Van Goethem N, Thomas D, Duysburgh E, Braeye T, Quoilin S. Prioritisation for future surveillance, prevention and control of 98 communicable diseases in Belgium: a 2018 multi-criteria decision analysis study. BMC Public Health 2021; 21(1): 1–18. doi: 10.1186/s12889-020-09566-9.
31) De Nardo P, Gentilotti E, Mazzaferri F, Cremonini E, Hansen P, Goossens H, et al. Multi-criteria decision analysis to prioritize hospital admission of patients affected by COVID-19 in low-resource settings with hospital-bed shortage. Int J Infect Dis 2020; 98: 494–500. doi:10.1016/j.ijid.2020.06.082.

[ Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-17 ]
[ DOR: 20.1001.1.24766879.1401.7.2.4.1 ]
[ DOI: 10.18502/mshsj.v7i2.10677 ]

Manage Strat Health Syst

Research Article

# Prioritization of COVID-19 Patients for Admission in the Intensive Care Unit in the Context of Hospital Bed Shortages: An Integrated Multi-criteria Decision Making Approach

Seyyed Mahdi Hosseini Sarkhosh [1*], Mahdieh Taghvaei [2], Seyyed Farshad Allameh [3]

[1] Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, School of Engineering, University of Garmsar, Garmsar, Iran
[2] Internal Medicine Specialist, Department of Internal Medicine, Shohadaye Pakdasht Hospital, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[3] Associate Professor, Department of Gastroenterology, Imam Khomeini Hospital Complex, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

*** Corresponding Author:** Seyyed Mahdi Hosseini Sarkhosh
sm.hosseini@fmgarmsar.ac.ir

**Citation:** Hosseini Sarkhosh SM, Taghvaei M, Allameh SF. Prioritization of COVID-19 Patients for Admission in the Intensive Care Unit in the Context of Hospital Bed Shortages: An Integrated Multi-criteria Decision Making Approach. Manage Strat Health Syst 2022; 7(2): 125-39.

**Received:** April 17, 2022
**Revised:** August 29, 2022
**Accepted:** September 10, 2022

**Funding:** This study has been supported by University of Garmsar (NO 1651/11/401).

**Competing Interests**: The authors have declared that no competing interest exist.

## A B S T R A C T

**Background:** When an epidemic occurs, resources, including hospital beds, are severely limited and not all patients can be treated; so, hospital bed rationing is inevitable. Therefore, the aim of this study is to provide a method for evaluating and prioritizing patients with COVID-19 for admission to the intensive care unit.

**Methods:** This was a descriptive-survey study in terms of data collection method conducted in the summer of 2021. Following the formation of an expert panel with 4 specialists, a three-stage approach to evaluating and prioritizing COVID-19 patients was adopted by combining multi-criteria decision analysis methods. In the first stage, effective criteria and sub-criteria for patients' prioritization were identified by a panel of experts and related studies, and the hierarchy of criteria was drawn. In the second stage, the Fuzzy best-worst method was used to determine the weight of criteria and sub-criteria. Finally, in the third stage, a combined compromise solution method was performed to prioritize 10 patients in need of COVID-19 and the most critical patient was selected.

**Results:** According to the experts, among the 15 criteria studied, respiratory rate, PaO2/FiO2, impaired consciousness, mean arterial pressure and age were identified as 5 of the most important criteria in prioritizing COVID-19 patients for intensive care unit admission. In addition, 10 COVID-19 patients referred to Shohadaye Pakdasht Hospital were evaluated and prioritized with the proposed approach.

**Conclusion:** The proposed method can be used as a useful tool in the evaluation of COVID-19 patients for admission to the intensive care unit and to support the vital decisions of physicians.

**Key words:** COVID-19, Intensive Cares Unit, Pandemic, Hospital beds, Decision analysis

[ Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-17 ]

[ DOR: 20.1001.1.24766879.1401.7.2.4.1 ]
[ DOI: 10.18502/mshsj.v7i2.10677 ]