بهینه‌سازی تخصیص تخت بیمارستانی با رویکرد ترکیبی شبیه‌سازی و تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی

سارا متولی حقیقی
استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده برق و کامپیوتر، مجتمع آموزش عالی فنی و مهندسی اسفراین، اسفراین، ایران
s.motevali@esfarayen.ac.ir

علی قربانیان*
استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده برق و کامپیوتر، مجتمع آموزش عالی فنی و مهندسی اسفراین، اسفراین، ایران
a.ghorbanian@esfarayen.ac.ir

چکیده

تخصیص بهینه تخت بیمارستان ازجمله مسائلی است که نقش مهمی در عملکرد مالی و درمانی بیمارستان دارد. در این مقاله با استفاده از رویکرد شبیه‌سازی و در نظر گرفتن سیاست به اشتراک‌گذاری تخت بین بخش‌های مختلف بیمارستان، یک الگوریتم در شش گام توسعه داده شده است. معیارهای در نظر گرفته‌شده شامل: درصد عدم پذیرش بیمار، استفاده از منبع و طول صف در بخش‌های مختلف می‌باشد. با توجه به ماهیت غیرقطعی بودن مسئله، به‌منظور رتبه‌بندی سناریوها از روش دیمتل فازی بهره گرفته شده و بهترین سناریو از مجموع سناریوهای ایجادشده انتخاب شده است. سناریوهای مربوط به سطوح مختلف اشتراک‌گذاری مورد ارزیابی قرار گرفته است و بهترین سناریو و میزان درصد اشتراک‌گذاری تخت به دست آمد. در بهترین سناریو انتخابی میزان چهار معیار اصلی انتخابی به ترتیب برابر با 9,5%، 70%، 19 و 1,2 نفر می‌باشد. مدیران بیمارستان می‌توانند با استفاده از نتایج سناریوهای بهینه عملکرد کلی واحد درمانی را بهبود بخشند.

کلمات کلیدی: بهینه‌سازی، تخصیص منابع، تخت بستری، شبیه‌سازی کامپیوتری، تصمیم‌گیری چند معیاره

* نویسنده مسئول. آدرس پستی: اسفراین- مجتمع آموزش عالی فنی و مهندسی اسفراین- دانشکده برق و کامپوتر - گروه مهندسی صنایع

Optimization Of Hospital Bed Allocation By A Hybrid Simulation-MCDM Approach

S.Motevali, s.motevali@esfarayen.ac.ir
Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Electrical & Computer Engineering ,Esfarayen University of Technology, Esfarayen, Iran

A.Ghorbanian, (corresponding author**),** a.ghorbanian@esfarayen.ac.ir
Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Electrical & Computer Engineering ,Esfarayen University of Technology, Esfarayen, Iran

Abstract

Hospitals are one of the key parts of the health system that is responsible for providing services to patients. The optimal allocation of hospital beds is one of the important issues that play a significant role in the financial and clinical performance of hospitals. Therefore, in this article, an algorithm in six main steps, including data collection, simulation, scenario definition, simulation model execution, calculation of the importance degree of output variables, and ranking of scenarios, has been developed using a computer simulation approach and considering the bed-sharing policy among different hospital departments. The main criteria considered in this study include patient rejection (PR), the percentage of resource utilization (RU), and considering the length of the queue (LQ). Due to the nature of uncertainty in the problem, a fuzzy DEMATEL method has been used for ranking scenarios. Finally, the best scenarios have been identified from the total scenarios considered, which can be taken into account by hospital managers in decision-making to improve the overall performance of their medical unit using optimal scenario assumptions. The presented algorithm has been investigated on a case study and its results have been analyzed and reviewed. The considered case study hospital has two inpatient departments. The first department is designated for triage patients and first-type clinic patients, while the second department is for second-type clinic patients. In the conducted case study, the weights of each decision criterion are 0.33, 0.09, 0.27, and 0.30 respectively. A total of 36 scenarios have been defined for the case study. In the end, based on the developed model, scenario number 20 has been chosen as the best scenario. In this scenario, the percentage of patient rejection for triage is **9,5**%, the resource utilization percentage is 70%, and the average number of people waiting in line for first and second-type clinic patients is 19.73 and 1.27, respectively.

Key Words: **Optimization, Resource Allocation, Hospital Bed, Computer Simulation, Multi-Criteria Decision Making.**

1- مقدمه و مرور ادبیات

بیمارستان‌ها مهم‌ترین واحد از بخش سلامت و مراقبت‌های بهداشتی می‌باشند که با ارائه خدمات بالینی به بیماران، سلامت جامعه را تضمین می‌کنند. ازاین‌رو، برنامه‌ریزی صحیح مدیران در این واحدهای درمانی، افزایش بهره‌وری و استفاده بهینه از منابع، افزایش رضایت‌مندی بیماران، افزایش درآمد بیمارستان و سلامت افراد را به دنبال خواهد داشت. ازجمله چالش‌های مهمی که بیمارستان‌ها با آن روبرو هستند، بحث مربوط به استفاده بهینه از تجهیزات می‌باشد. مدیریت تخت و تخصیص بهینه آن از جمله چالش‌هایی است که مدیران با آن روبرو هستند. یکی از راه‌کارهایی مورداستفاده به‌منظور افزایش بهره‌وری و استفاده بهینه از ظرفیت تخت و افزایش رضایت‌مندی بیماران استفاده مشترک از درصدی از ظرفیت منابع موجود در بخش‌های مختلف می‌باشد. در این مقاله با استفاده از ابزار شبیه‌سازی و تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی به مدل‌سازی سناریوهای مختلف از نحوه تخصیص تخت و سیاست به اشتراک‌گذاری آن در بین بخش‌های مختلف پرداخته‌ایم. در این راستا در ادامه به بررسی ادبیات موضوع پرداخته‌ایم، در بخش دوم تعریف مسئله و ارائه چارچوب پیشنهادی را انجام داده‌ایم، نتایج حاصل از فاز شبیه‌سازی و رتبه‌بندی سناریوها و در نهایت تحلیل نتایج حاصله به ترتیب در بخش‌های چهار و پنج بیان شده است.

مدیریت و برنامه‌ریزی تخت بیمارستانی از دسته مسائل مهمی است که مدیران و تصمیم گیران سیستم سلامت با آن روبرو هستند. بهبود سیاست در این خصوص مطالعات متعددی جهت بهینه‌سازی این موضوع صورت گرفته است که عمده مطالعات بر پایه مدل‌سازی ریاضی و تئوری صف بوده است [1-3]. در همین راستا؛ بهادری و همکاران (2017) به ارائه مدل ریاضی در یک بیمارستان نظامی جهت تخصیص تخت پرداختند که بهینه-سازی هزینه‌های عملیاتی و توسعه تخت‌ها جهت سرویس‌دهی مناسب‌تر بیمارستان از اهداف مدل پیشنهادی آن‌ها بود. در نهایت با بررسی امکان جابه‌جایی تخت‌ها در بین بخش‌های بیمارستان به ارزیابی سناریوهای موجود پرداختند و بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، هزینه‌های عملیاتی با پیاده‌سازی مدل پیشنهادی، کاهش چشمگیری داشته است [4]. در مطالعه دیگری، ژو و همکاران (2022) به بررسی چیدمان تخت‌های بیمارستانی به‌منظور استفاده بهینه از این منبع برای به حداقل رساندن زمان خدمت‌رسانی درمانی به بیمار، بهبود کیفیت خدمات و کاهش هزینه‌های عملیاتی بیمارستان پرداختند [5]. پیش نمازاده و همکاران (2023) به ارائه مدل ریاضی جهت تخصیص بهینه تخت باهدف کاهش طول صف بیماران ارائه دادند که از روش‌های دقیق جهت حل مسئله بهره گرفتند [6]. کرزبور و نهاوندی (2024) یک مدل ریاضی دو هفته برای مکان‌یابی بیمارستان و تخصیص بیماران به بیمارستان در شرایط پاندمیک در نظر گرفتند. تابع هدف اول به حداقل رساندن کمبود تخت درحالی‌که هدف دوم حداقل سازی هزینه‌هایی شامل هزینه‌های ثابت و متغیر تسهیلات،هزینه افزودن تخت‌های قابل‌افزایش به امکانات موجود و هزینه خدمات برای سرویس‌ها و تخت‌های مختلف می‌باشد [7]. حسین زاده و همکاران (2024) روند جریان بیمار را در بیمارستان‌های دولتی با استفاده از شبیه‌سازی سیستم داینامیک برای استفاده مناسب منابع در بخش مراقبت‌های ویژه در دوران پاندمیک کرونا موردبررسی قراردادند. سناریوهای مختلف بر اساس استراتژی‌های ممکن برای مدیریت ظرفیت تخت بیمارستان نیز مورد ارزیابی آن‌ها قرار گرفت [8]. هی و همکاران (2024)، برای بررسی استراتژی‌های مدیریت تخت به‌کارگیری شده در بیمارستان در زمان پاندمیک کرونا و ارزیابی اثربخشی این استراتژی‌ها، شاخص‌هایی مانند طول مدت ماندن در بیمارستان و زمان انتظار را با استفاده از آزمون‌های آماری تجزیه‌وتحلیل کردند [9]. لی و همکاران (2024) به مطالعه مسئله، زمان‌بندی جراحی ، با محدودیت منابع به‌منظور بهینه‌سازی زمان‌بندی و تخصیص مناسب تخت‌های بیمارستانی به بیماران و در اسرع وقت پرداختند. بدین منظور از مدل‌سازی اعداد صحیح مختلط بهره گرفتند [10]. آزاده و همکاران (2013) به بررسی یک مرکز درمانی پرداختند و جهت افزایش سطح کیفیت خدمات درمان از روش شبیه‌سازی و تحلیل پوششی داده استفاده کردند [11].

همان‌طور که اشاره شد، یکی از حیاتی‌ترین منابع در مؤسسات بهداشتی و درمانی، تخت‌های بیمارستانی است که تصمیمات نامناسب در خصوص تخصیص آن منجر به عدم استفاده بهینه از تخت‌ها یا نسبت عدم پذیرش بالای بیماران می‌شود [12]. با توجه به اینکه تخصیص مناسب تخت در بیمارستان تحت عواملی همچون عدم قطعیت در زمان بستری بودن بیمار، وضعیت بهبودی بیمار و مسائلی مرتبط به نرخ پذیرش بیمار می‌باشد؛ این مسئله را به یک مسئله پیچیده تبدیل کرده است [13]؛ بنابراین بهره‌گیری از رویکردهایی که بر این عدم قطعیت غلبه کند راه‌گشا خواهد بود. در این راستا، ونگ و همکاران (2020) جهت حل این مسئله یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی اعداد صحیح مختلط، با هدف به حداقل رساندن هزینه‌های وزنی عدم پذیرش بیماران و منتظر نگه‌داشتن آن‌ها، بنا نهاده‌اند [12]. هه و همکاران (2019) به بررسی مروری در خصوص مدل‌هایی که در زمینه مدیریت تخت بیمارستانی مطرح است، پرداخته‌اند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه مروری آن‌ها، مدل‌سازی شبیه‌سازی تکنیک غالبی است که در مدیریت تخت بستری استفاده می‌شود [13]. وو و همکاران (2019) راهکارهایی جهت تخصیص تخت با در نظر گرفتن تعامل بین بخش‌های مجاور

و همچنین اولویت‌های بخش‌های مختلف ارائه دادند تا دسترس نبودن تخت، انتقال از بخش‌های اورژانس به بخش‌های بستری را مختل نکند. بدین منظور از شبیه‌سازی جهت مدل‌سازی بهره گرفتند [14]. همچنین، گوهرانی و همکاران (2021) به تخصیص بهینه تخت‌های بخش مراقبت‌های ویژه مغز و اعصاب با استفاده از شبیه‌سازی و روش‌های طراحی آزمایشات پرداختند. بر اساس نتایج مدل آن‌ها، متوسط زمان انتظار بیماران کاهش و بهره‌وری تخت‌ها افزایش یافته است [15]. پورمحمد و همکاران (2019) به بهینه‌سازی تخصیص تخت‌های بخش اورژانس بیمارستان شهید مدنی تبریز پرداختند. در مطالعه خود از برنامه‌ریزی آرمانی بهره گرفتند که بر اساس نتایج حاصله، زمان استفاده از تخت توسط بیمار، مدت زمان انتظار و تعداد تخت‌های خالی کمینه گردید و استفاده از پتانسیل نیروی انسانی به حداکثر رسید [16]. ترابی پور و همکاران (2016) به برنامه‌ریزی ظرفیت تخت بیمارستانی با استفاده از شبیه‌سازی احتمالی پرداختند. در این راستا از مدل رگرسیون استفاده کردند و عواملی که بر روی مدت زمان در بیمارستان بودن بیمار تأثیر دارند، مورد بررسی قراردادند [17]. ژو و همکاران (2018)، یک مدل برنامه‌ریزی تصادفی چندهدفه را جهت تخصیص ظرفیت بخش‌های بیمارستانی با دو هدف به حداکثر رساندن درآمد و برابری ارائه دادند [18]. هو و همکاران (2021)، به تخصیص تخت بیمارستان در زمان پاندمیک کرونا پرداختند، بدین منظور از رویکرد تئوری صف بهره گرفته و به‌گونه‌ای تخصیص تخت را مدیریت کرده‌اند که انتقال بیماری عفونی کاهش یابد [19]. واشیشتا و همکاران (2023) به بررسی مسئله تخصیص تخت بیمارستانی با استفاده از رویکرد صف در جهت کاهش زمان انتظار پرداختند [20]. باردت و همکاران از رویکرد برنامه‌ریزی پویا به‌منظور ظرفیت بهینه منابع بیمارستان استفاده نموده‌اند [21]. باردت و همکاران نیز به‌منظور شناسایی ظرفیت و تخصیص منابع از یک مدل ریاضی استفاده نموده‌اند [22]. کبیری نائینی و همکاران (2021) به ارائه مدل ریاضی جهت تخصیص بهینه تخت در بیمارستان شهید فقیهی شیراز پرداختند. در مطالعه خود تحت یک مدل صف مارکوفی به دنبال حداکثر رساندن خدمت‌دهی و کاهش عدم پذیرش به‌وسیله تخصیص بهینه تخت بوده‌اند. بر اساس مدل پیشنهادی آن‌ها، زمان انتظار بیماران کاهش و نرخ پذیرش بیماران افزایش یافت [23].

تعداد قابل‌توجه‌ای از مطالعات به علت ماهیت پیچیدگی مسئله از روش‌های ابتکاری و فرابتکاری بهره گرفته‌اند. در همین راستا، تقوی و منعم (2018) با استفاده از بهینه‌سازی و ترکیب الگوریتم‌های ژنتیک و رقابت استعماری به بهینه‌سازی تخصیص تخت‌های بخش مراقبت‌های ویژه بیمارستان شهید فقیهی شیراز پرداختند. در مطالعه خود، جنسیت/سن بیماران، وضعیت پزشکی بیماران و نام پزشک معالج مدنظر قرار گرفت. نتایج حاصل از مطالعه آن‌ها نشان داد که الگوریتم رقابت استعماری نسبت به الگوریتم ژنتیک کارایی بیشتری دارد و الگوریتم ترکیبی از این دو الگوریتم به نسبت الگوریتم استعماری کارایی بالاتری در خصوص تخصیص بهینه تخت دارد [24]. بلسیوگ و گورونسکو (2016) یک مدل ترکیبی با بهره‌گیری از الگوریتم ژنتیک و تئوری صف جهت بهینه‌سازی استفاده از تخت و هزینه‌های مرتبط با آن ارائه دادند [25]. بکر و همکاران (2017) در مورد نحوه تخصیص تخت‌های بستری در بیمارستان به مطالعه پرداختند و به دنبال پاسخ مناسب برای اینکه چگونه تعداد ثابتی از تخت‌های بیمارستانی را در واحدهای مختلف توزیع کنند، بودند. در مطالعه خود بحث انعطاف‌پذیری را مدنظر قراردادند و بر این اساس سیاست‌های مختلف تخصیص تخت را مورد تحلیل قراردادند [26]. ای اولیویرا و همکاران (2020) به برنامه‌ریزی تخت‌های بیمارستانی با استفاده از رویکرد شبیه سازی-بهینه سازی پرداختند و از الگوریتم تکاملی NSGA-II بهره گرفتند [27]. آقاعبداللهیان و بیجاری (2020) با معرفی یک مدل بهینه سازی-شبیه سازی چندهدفه و با بهره‌گیری از رویکردهای فراابتکاری، تعداد تخت بهینه در هر بخش را تعیین کردند که نتایج به‌دست‌آمده حاکی از کمینه شدن هزینه‌ها بود [28]. همچنین ایسرا و رانیا نیز از این رویکرد به‌منظور مدیریت تخت‌های بیمارستانی استفاده نموده‌اند [29]. ون و همکاران (2023) به بررسی و تخصیص تخت بخش مراقبت‌های ویژه برای بیماران اورژانسی، الکتیو و بیمارانی که در حال حاضر بستری هستند، پرداخته‌اند. در این خصوص به ارائه یک مدل بهینه‌سازی دومرحله‌ای باهدف به حداقل رساندن تعداد تخت-های بخش مراقبت‌های ویژه و به حداکثر رساندن استفاده از منابع و تعداد بیماران پذیرش‌شده، با استفاده از رویکرد الگوریتم ژنتیک، پرداختند [30].

اهمیت مسئله تخصیص تخت در بیمارستان غیرقابل‌انکار و چالشی است که بیمارستان‌ها و واحدهای ارائه خدمات بهداشتی-بالینی با آن روبرو هستند، تخصیص تخت به دلیل ظرفیت محدود، نوسانات نرخ ورود بیمار و تعاملات خدماتی بین واحدهای مختلف، یک فرآیند تصمیم‌گیری حیاتی می‌باشد [31]. از این رو اهمیت موضوع بر کسی پوشیده نیست. مدیران مراکز سلامت به لحاظ حساسیت همیشه نیازمند تصمیمات دقیق در این حوزه می‌باشند. با بررسی انجام‌شده بر روی ادبیات موضوع، مشخص گردید؛ عمده مطالعات انجام‌شده در خصوص این مسئله، با استفاده از روش‌ها و مدل‌سازی‌های ریاضی صورت گرفته است و در اکثر مطالعات صورت گرفته اهدافی چون نرخ رد و پذیرش بیمار، زمان انتظار و درصد استفاده از منابع در نظر گرفته شده است. در مطالعه پیش رو، سناریوهایی در خصوص بهینه‌سازی تخصیص تخت مطرح می‌شود که با استفاده از رویکرد شبیه‌سازی و تصمیم‌گیری چندمعیاره، نحوه

تخصیص بهینه را به مدیران ارائه خواهد. رویکرد تلفیقی شبیه‌سازی و دیمتل فازی در عین حال که ماهیت غیرقطعی بودن مسئله را در نظر می‌گیرد، پیچیدگی مدل‌های ریاضی بهینه‌سازی را ندارد.

در ادبیات موضوع به بحث بهینه‌سازی یکپارچه با استفاده از تصمیم-گیری فازی در خصوص این‌گونه مسائل با در نظر گرفتن سیاست به اشتراک‌گذاری تخت بین بخش‌های مختلف بیمارستان پرداخته نشده است. لذا در این مقاله به این موضوع به‌صورت یک سیاست در خصوص استفاده از بهینه از منابع با توجه به ماهیت غیرقطعی بودن مسئله پرداخته شده است. ویژگی‌ها و نوآوری پژوهش پیش‌رو در مقایسه با سایر مطالعات در جدول 1 آورده شده است.

همچنین در مطالعه پیش رو از مفهوم مهندسی تاب‌آوری جهت ساخت سناریوها بهره گرفته شده است. به‌گونه‌ای که سیستمی تاب آور است که در نهایت، نه تنها نرخ عدم پذیرش بیمار را کمینه کند، بلکه با استفاده درست از منابع، مدت زمان انتظار و در سیستم ماندن بیمار را نیز کاهش دهد؛ که این مهم با در نظر گرفتن سناریوهای مختلف در نظر گرفته می‌شود و امتیاز تاب‌آوری هر سناریو با بهره‌گیری از روش دیمتل فازی محاسبه می‌گردد.

جدول 1: ویژگی‌های پژوهش انجام‌شده در مقایسه با مطالعات پیشین

مطالعات و تحقیقات	ویژگی‌های مطالعه انجام‌شده					
	به اشتراک‌گذاری تخت بین بخش‌های مختلف	بهینه سازی یکپارچه	در نظر گرفتن عدم قطعیت	تصمیم-گیری چند معیاره	در نظر گرفتن ارتباط بین متغیرها	بکارگیری شبیه سازی کامپیوتری
مطالعه پیش رو	✓	✓	✓	✓	✓	✓
بهادری و همکاران (2017)	-	✓	-	-	-	-
ژو و همکاران (2022)	-	-	-	-	-	✓
پیش نمازاده و همکاران (2023)	✓	✓	-	-	-	-
کبیری نائینی و همکاران (2021)	-	✓	-	-	-	-
ون و همکاران (2023)	-	✓	-	-	-	-
آزاده و همکاران (2013)	-	✓	-	✓	-	✓

همان‌طور که در جدول 1، به آن اشاره شده است، در مطالعه پیش رو، با استفاده از روش شبیه سازی کامپیوتری و دیمتل فازی به‌عنوان یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره علاوه بر این که برهم‌کنش معیارها بر روی یکدیگر را در شرایط عدم قطعیت در نظر می‌گیرد، پیچیدگی مدل‌های ریاضی بهینه‌سازی را ندارد. همچنین با استفاده از سیاست به اشتراک‌گذاری تخت بین بخش‌های مختلف، به بهینه-سازی یکپارچه با در نظر گرفتن نرخ عدم پذیرش از تریاژ، درصد استفاده از منابع، میانگین تعداد انتظار بیمار می‌پردازد.

2- تعریف مسئله

افزایش بهره‌وری و استفاده بهینه از منابع، افزایش رضایت‌مندی بیماران، افزایش درآمد بیمارستان همگی از اهداف مدیران شبکه بهداشت و درمان می‌باشد. بیمارستان‌های خصوصی معمولاً با دو طیف از بیماران روبرو می‌باشند. طیف اول بیماران معمولاً بیمارانی هستند که دارای اولویت درمانی بالایی می‌باشند. درواقع این بیماران صرفاً به‌منظور درمان یک بیماری نیاز به بستری شدن در واحدهای درمانی را دارند. این بیماران با اولویت بالایی از تریاژ بیمارستان و با اولویت کمتری از کلینیک بیمارستان به‌منظور بستری وارد بخش بستری بیمارستان می‌شوند. بیماران واردشده از تریاژ با توجه به اولویت بالای بستری شدن درصورتی‌که منابع لازم جهت بستری شدن فراهم نباشد به واحدهای درمانی نزدیک‌تر انتقال داده می‌شوند. اما بیماران معرفی‌شده از کلینیک در صف انتظار به‌منظور بستری شدن در بخش بستری قرار می‌گیرند. نوع دوم بیماران معمولاً بیمارانی می‌باشند که درمان هدف اصلی آن‌ها نمی‌باشد، به‌عنوان‌مثال جراحی‌های مربوط به زیبایی.

در بیمارستان‌ها بخش‌های بستری در نظر گرفته‌شده برای بیماران مختلف با توجه به نوع بیماران با یکدیگر متفاوت می‌باشد. یکی از راه‌کارهایی مورداستفاده به‌منظور افزایش بهره‌وری و استفاده بهینه از منابع و افزایش رضایت‌مندی بیماران استفاده مشترک از درصدی از ظرفیت منابع موجود در بخش‌های مختلف می‌باشد. به اشتراک‌گذاری درصدی از ظرفیت بستری یک بخش ممکن است باعث افزایش رضایت‌مندی بیماران بخش‌های دیگر و همچنین باعث استفاده بهینه از منابع گردد. اما از طرفی می‌تواند باعث افزایش زمان انتظار برای بستری شدن بیماران همان بخش و درنتیجه کاهش رضایت و کاهش درآمد بیمارستان نیز گردد. متغیرهای تصمیم در این مسئله درصدی از ظرفیت منابع هر بخش (تخت) می‌باشد که به بخش دیگری اختصاص داده خواهد شد که جهت ساخت سناریوهای

مختلف استفاده شده است، در مطالعه‌ای از پیش نمازاده و همکاران (2023) نیز بحث اشتراک گذاری تخت در نظر گرفته شده است. متغیرهای پاسخ در مسئله نیز درصد استفاده از منابع، میزان رضایت بیماران و درآمد بیمارستان در نظر گرفته‌شده است. باید در نظر داشت متغیرهای پاسخ در نظر گرفته‌شده می‌تواند به شکل‌های مختلف بیان گردد. در این پژوهش به‌منظور ارزیابی متغیر رضایت بیماران، شاخص زمان انتظار/تعداد بیمار در نظر گرفته شده است؛ در این خصوص می‌توان به مطالعات واشیشتا و همکاران (2023) و کبیری نائینی و همکاران (2021) اشاره کرد. در خصوص متغیر درآمد نیز تعداد بیماران پذیرش‌شده(ون و همکاران (2023) یا به عبارتی نرخ پذیرش/عدم پذیرش بیمار در نظر گرفته شده است.

1-2 چارچوب پیشنهادی

روش تحقیق پژوهش پیش‌رو از منظر هدف، یک پژوهش کاربردی محسوب می‌شود. با استفاده از علم شبیه‌سازی و تصمیم-گیری چند معیاره به بهینه سازی یک سیستم سلامت پرداخته شده است. همچنین از منظر روش گردآوری داده از دسته مطالعات موردی محسوب می‌شود که بر اساس یک واحد درمانی واقعی اعتبارسنجی شده است.

مسئله موردنظر دارای پارامترهای احتمالی نسبتاً زیادی می‌باشد، لذا بهره‌گیری از یک مدل بهینه ریاضی از پیچیدگی بالایی برخوردار خواهد بود و دستیابی به جواب دقیق را دشوار خواهد کرد. از این رو، برای حل این مسئله یک رویکرد ترکیبی شبیه‌سازی کامپیوتری همراه با تصمیم‌گیری چندهدفه فازی ارائه‌شده است. رویکرد پیشنهادی شامل گام‌های زیر می‌باشد، که به‌صورت شماتیک در شکل 1 نمایش داده شده است.

• **گام اول:** جمع‌آوری داده. با توجه به اینکه یکی از مراحل اصلی مدل پیشنهادی، شبیه‌سازی می‌باشد، جمع‌آوری اطلاعات لازم جهت اجرای مدل شبیه‌سازی، اولین گام می‌باشد که جمع‌آوری دقیق این اطلاعات نقش مهمی در نتایج شبیه‌سازی و همچنین تصمیم‌گیری نهایی دارد.

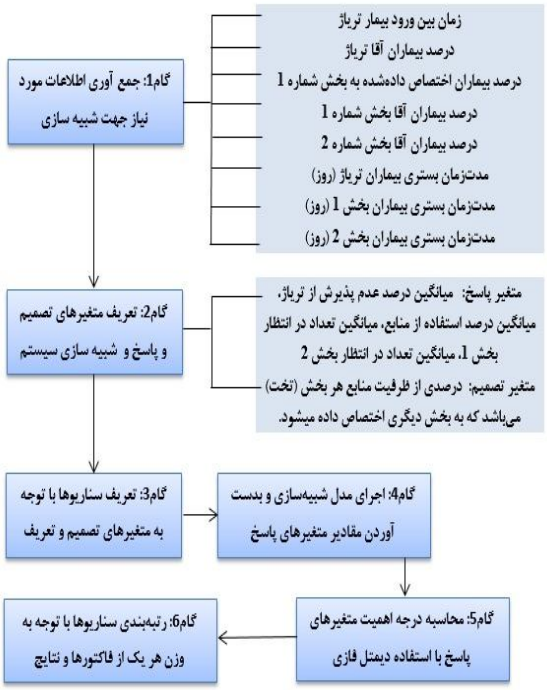
• **گام دوم:** شبیه‌سازی، در این گام با توجه به اطلاعات جمع‌آوری‌شده، تعریف متغیرهای تصمیم و متغیرهای پاسخ مدل شبیه‌سازی با استفاده از نرم افزار ارنا[1] ایجاد می‌گردد.

• **گام سوم:** تعریف سناریوها، در این مرحله با توجه به متغیرهای تصمیم و تعریف سطوح مشخص برای هرکدام چندین سناریو منطقی برای حل مدل ایجاد می‌گردد.

• **گام چهارم:** اجرای مدل شبیه‌سازی: در این مرحله با توجه به سناریوهای ایجادشده مدل شبیه‌سازی چندین بار برای هر یک از سناریوها اجرا و نتایج مربوط به متغیرهای تصمیم برای هر سناریو ثبت می‌گردد.

• **گام پنجم:** محاسبه درجه اهمیت متغیرهای خروجی شبیه‌سازی، در این گام با استفاده از روش دیمتل فازی وزن هر یک از متغیرهای خروجی مشخص می‌گردد.

• **گام ششم:** رتبه‌بندی سناریوها، در این گام با توجه به وزن هر یک از فاکتورها و نتایج شبیه‌سازی برای هر سناریو رتبه نهایی انجام می‌پذیرد.



شکل 1: فلوچارت چارچوب پیشنهادی مسئله

3- مطالعه موردی

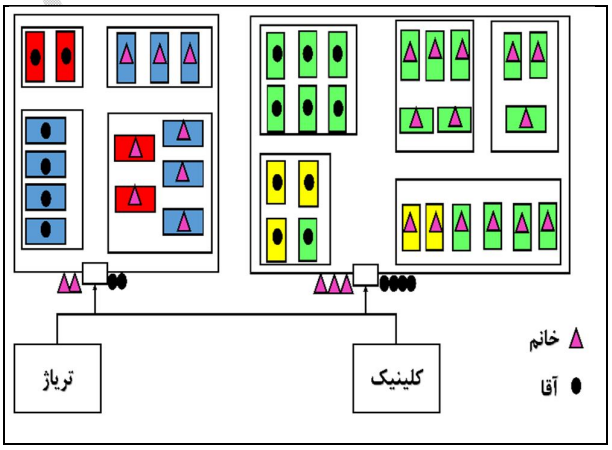
به‌منظور درک بهتر مسئله یک مورد مطالعاتی برای این منظور در نظر گرفته‌شده است. مورد مطالعاتی یکی از مراکز درمانی و خدماتی شهر مشهد در استان خراسان رضوی می‌باشد. در مورد مطالعاتی در نظر گرفته‌شده بیمارستان دارای دو بخش بستری می‌باشد. بخش شماره یک برای بیماران تریاژ[2] و بیماران نوع اول[3] کلینیک در نظر گرفته‌شده است، بخش دوم بستری نیز برای بیماران

[1] Arena

[2] بیمارانی که از اورژانس بستری می‌شوند

[3] بیمارانی که با وقت قبلی از کلینیک با اولویت بالای درمان مراجعه می‌کنند

نوع دوم کلینیک در نظر گرفته‌شده است. در بخش شماره 1 درمجموع 21 تخت (11 تخت برای آقایان و 10 تخت برای بانوان) در 4 اتاق در نظر گرفته است. همچنین در بخش شماره 2 نیز 24 تخت (10 تخت برای آقایان و 14 تخت برای بانوان) در 5 اتاق در نظر گرفته‌شده است. در بخش شماره 1 دو اتاق برای آقایان و دو اتاق نیز برای بانوان اختصاص داده‌شده است. همچنین در بخش شماره 2 نیز دو اتاق برای آقایان و 3 اتاق برای بانوان اختصاص داده‌شده است. در این مسئله دو متغیر تصمیم در نظر گرفته‌شده است. متغیر اول درصدی از بخش شماره 1 که برای بیماران بخش تریاژ در نظر گرفته می‌شود، متغیر دوم نیز مقداری از بخش شماره 2 که به‌صورت مشترک با بخش اول مورداستفاده قرار می‌گیرد. برای مدل 4 متغیر پاسخ در نظر گرفته‌شده است که عبارت‌اند از: درصدی از بیماران تریاژ که به مراکز دیگر انتقال داده می‌شوند، میزان استفاده از منابع، میانگین تعداد انتظار برای بستری شدن بیماران بخش 1 و میانگین تعداد انتظار برای بستری شدن بیماران بخش 2. شکل 2 شماتیک مورد مطالعاتی را نمایش می‌دهد. در شکل 2، رنگ قرمز مقدار متغیر شماره یک و رنگ زرد متغیر شماره دو را نمایش می‌دهد. یکی از نکات و محدودیت‌های موجود در مدل جنسیت می‌باشد. درواقع اتاق‌ها یا به بانوان یا آقایان تعلق دارد و قابلیت استفاده به‌صورت هم‌زمان را ندارد. همچنین از قبل جنسیت مربوط به هر اتاق مشخص‌شده است.



شکل 2: مورد مطالعاتی به‌صورت شماتیک

با توجه به مدل ارائه‌شده مسئله، دارای دو متغیر اصلی هست. متغیر اول درصدی از بخش شماره 1 که برای بیماران بخش تریاژ در نظر گرفته می‌شود، متغیر دوم نیز مقداری از بخش شماره 2 که به‌صورت مشترک با بخش اول مورداستفاده قرار می‌گیرد. برای هر متغیر 6 حالت 0، 20، 40، 60 و 80 و 100 درصد نظر گرفته‌شده است. درمجموع برای دو متغیر 36 سناریو با توجه به 6 حالت معرفی‌شده به وجود آمده است. لازم به ذکر است که با توجه به اینکه منابع موجود از قبل به بانوان یا آقایان تخصیص داده‌شده است. درصد متغیرها برای هر دو در سناریوهای مختلف یکسان در نظر گرفته‌شده است. به‌عنوان‌مثال اگر مقدار متغیر شماره 1 برابر با 20 درصد می‌باشد، این مقدار هم برای منابع آقایان و هم منابع خانم‌ها در نظر گرفته می‌شود. جدول 2 سناریوهای ایجادشده را نمایش می‌دهد. با توجه به مقدار هر متغیر تعداد منابع برای آقایان و خانم‌ها در بخش‌های مختلف مشخص‌شده است. در این جدول ستون شماره یک شماره سناریو را نمایش می‌دهد. ستون‌های شماره 2 و 3 به ترتیب مقدار متغیر شماره 1 و شماره 2 را نمایش می‌دهد. با توجه به اینکه تعداد اتاق یک متغیر عدد صحیح می‌باشد با استفاده از متغیر شماره 1 و 2 که به‌صورت درصد می‌باشند و تعداد اتاق‌های موجود برای آقایان و بانوان در هر بخش تعداد اتاق‌های به اشتراک گذاشته‌شده برای هر بخش به ترتیب برای آقایان و بانوان مشخص می‌گردد. در واقع چهار ستون آخر از ضرب مقدار هر متغیر در تعداد اتاق‌های موجود برای هر جنسیت به دست آمده است که در مدل شبیه‌سازی‌شده استفاده می‌گردد.

جدول 2: سناریوهای مختلف جهت بهینه‌سازی

سناریو	متغیر 1	متغیر 2	بخش شماره 1		بخش شماره 2	
			آقا	خانم	آقا	خانم
1	%0	%0	-	-	-	-
2	%0	%20	-	-	2	3
3	%0	%40	-	-	4	6
4	%0	%60	-	-	6	8
5	%0	%80	-	-	8	11

سناریو	متغیر 1	متغیر 2	بخش شماره 1		بخش شماره 2	
			آقا	خانم	آقا	خانم
6	%0	%100	-	-	10	14
7	%20	%0	2	2	-	-
8	%20	%20	2	2	2	3
9	%20	%40	2	2	4	6
10	%20	%60	2	2	6	8
11	%20	%80	2	2	8	11
12	%20	%100	2	2	10	14
13	%40	%0	4	4	-	-
14	%40	%20	4	4	2	3
15	%40	%40	4	4	4	6
16	%40	%60	4	4	6	8
17	%40	%80	4	4	8	11
18	%40	%100	4	4	10	14
19	%60	%0	6	7	-	-
20	%60	%20	6	7	2	3
21	%60	%40	6	7	4	6
22	%60	%60	6	7	6	8
23	%60	%80	6	7	8	11
24	%60	%100	6	7	10	14
25	%80	%0	8	9	-	-
26	%80	%20	8	9	2	3
27	%80	%40	8	9	4	6
28	%80	%60	8	9	6	8
29	%80	%80	8	9	8	11
30	%80	%100	8	9	10	14
31	%100	%0	10	11	-	-
32	%100	%20	10	11	2	3
33	%100	%40	10	11	4	6
34	%100	%60	10	11	6	8
35	%100	%80	10	11	8	11
36	%100	%100	10	11	10	14

4- نتایج محاسباتی

در این بخش ابتدا مدل شبیه‌سازی انجام‌شده به‌صورت دقیق توضیح داده‌شده است، در ادامه نتایج شبیه‌سازی مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه این بخش بهترین سناریو با توجه به نتایج شبیه‌سازی و اوزان هر یک از معیارها مشخص شده است.

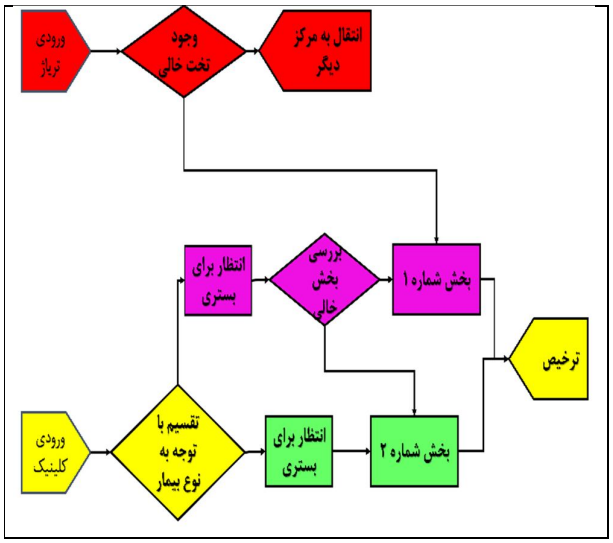
4-1 شبیه‌سازی کامپیوتری

به‌منظور شبیه‌سازی مدل از نرم‌افزار ارنا[4] استفاده‌شده است.

[4] Arena

نرم‌افزار ارنا یکی از قوی‌ترین نرم‌افزارها در حوزه شبیه‌سازی کامپیوتری می باشد. از این نرم‌افزار به‌صورت قابل توجه ای در شبیه‌سازی مسائل تولیدی [32]، زنجیره تأمین [33]، مدیریت موجودی [34]، ترافیک [35] و به‌خصوص حوزه درمان استفاده شده است [36-38].

درمجموع از 173 ماژول مختلف به‌منظور شبیه‌سازی استفاده‌شده است. مدت‌زمان شبیه‌سازی 365 روز و همچنین 20 روز نیز به‌منظور وارم‌آپ[1] در نظر گرفته‌شده است. مدل برای هر سناریو 20 بار اجراشده است و نتایج مربوط به متوسط 20 تکرار گزارش‌شده است. شکل 3 طرح کلی شبیه‌سازی را نمایش می‌دهد.



شکل 3: طرح کلی شبیه‌سازی مسئله

همان‌گونه که قبلاً بیان‌شده در مورد مطالعاتی انتخاب‌شده بیماران از دو طریق ترياژ و کلینیک وارد بخش بستری می‌شوند. نرخ ورود بیماران، جنسیت بیماران، نوع بیمار و مدت‌زمان بستری پارامترهای احتمالی مدل می‌باشند. جدول 3 اطلاعات مربوط به این پارامترها را نمایش می‌دهد. زمان کار کلینیک 8 صبح الی 6 بعد از ظهر در نظر گرفته‌شده است. نرخ ورود بیماران از کلینیک برای بستری بسته به زمان روز بین 1 نفر تا 2 نفر در ساعت می‌باشد. مدت زمان بستری برای همه بیماران یک تابع مثلثی با سه پارامتر می‌باشد.

جدول 3: اطلاعات ورودی جهت اجرای مدل شبیه‌سازی

متغیر	مقدار	متغیر	مقدار
زمان بین ورود بیمار ترياژ	نمایی با میانگین 8,5 ساعت	زمان ورود بیمار کلینیک	نمایی (برنامه زمانی)
درصد بیماران آقا ترياژ	55	درصد بیماران خانم ترياژ	45
درصد بیماران اختصاص داده‌شده به بخش شماره 1	45	درصد بیماران اختصاص داده‌شده به بخش شماره 2	55
درصد بیماران آقا بخش شماره 1	65	درصد بیماران خانم بخش شماره 1	35
درصد بیماران آقا بخش شماره 2	30	درصد بیماران خانم بخش شماره 2	70
مدت‌زمان بستری بیماران ترياژ (روز)	Tr(2,3,4)		
مدت‌زمان بستری بیماران بخش 1 (روز)	Tr(2,3,5)		
مدت‌زمان بستری بیماران بخش 2 (روز)	Tr(2,4,5)		

درنهایت، مطابق گام‌های مدل ارائه‌شده در این قسمت مدل شبیه‌سازی‌شده برای هر 36 سناریو اجراشده است. جدول 4 نتایج حاصل را نمایش می‌دهد.

جدول 4: نتایج حاصل از اجرای شبیه‌سازی

[1] Warm up

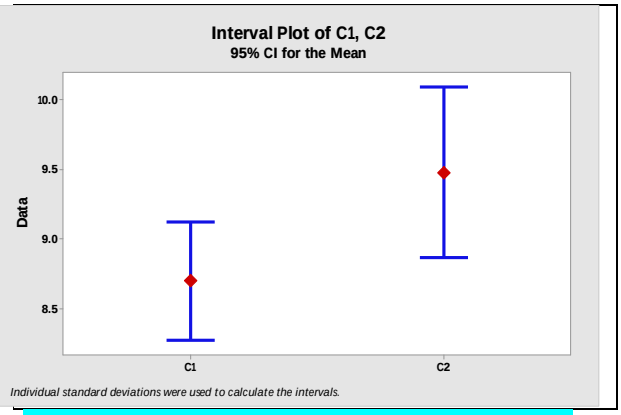
سناریو	میانگین درصد عدم پذیرش از تریاژ	میانگین درصد استفاده از منابع	میانگین تعداد در انتظار بخش 1	میانگین تعداد در انتظار بخش 2
1	%100	54.%90	0.11	0.19
2	%100	55.%10	0.03	1.27
3	%100	51.%10	0.01	43.59
4	%100	47.%10	0.00	100.30
5	%100	37.%90	0.00	223.68
6	%100	23.%10	0.00	350.73
7	62.%50	61.%20	0.41	0.19
8	62.%50	61.%80	0.10	1.27
9	62.%50	57.%90	0.03	43.59
10	62.%50	53.%80	0.01	100.30
11	62.%50	44.%70	0.00	223.68
12	62.%50	29.%90	0.00	350.73
13	32.%60	65.%40	3.18	0.19
14	32.%60	66.%70	0.40	1.27
15	32.%60	63.%00	0.10	43.59
16	32.%60	58.%80	0.03	100.30
17	32.%60	49.%60	0.01	223.68
18	32.%60	34.%80	0.00	350.73
19	9.%50	64.%00	75.70	0.19
20	9.%50	69.%80	19.74	1.27
21	9.%50	68.%10	0.88	43.59
22	9.%50	63.%50	0.19	100.30
23	9.%50	54.%10	0.06	223.68
24	9.%50	39.%20	0.02	350.73
25	2.%40	58.%50	174.40	0.19
26	2.%40	67.%70	74.28	1.27
27	2.%40	69.%10	19.71	43.59
28	2.%40	65.%70	0.88	100.30
29	2.%40	56.%20	0.19	223.68
30	2.%40	41.%10	0.06	350.73
31	0.%40	51.%30	286.19	0.19
32	0.%40	63.%50	147.33	1.27
33	0.%40	66.%20	74.07	43.59
34	0.%40	65.%60	19.71	100.30
35	0.%40	57.%30	0.88	223.68
36	0.%40	42.%30	0.19	350.73

با توجه به اطلاعات جدول 4، می‌توان مشاهده نمود که متغیرهای پاسخ با یکدیگر در تناقض می‌باشند. درواقع انتخاب

سناریو بهتر به‌راحتی امکان‌پذیر نمی‌باشد. به‌عنوان نمونه سناریو شماره یک میانگین تعداد بیماران در صف در دو بخش 1 و 2 به ترتیب 0,11 و 0,19 می‌باشد که بسیار خوب است اما در این سناریو درصد عدم پذیرش برابر با 100 و استفاده از منابع نیز برابر با 54 درصد می‌باشد که نتایج خوبی برای این دو معیار نمی‌باشد. به‌عنوان یک نمونه دیگر در سناریوی 25 که درصد عدم پذیرش و میانگین بیماران در صف دوم در حالت خوبی قرار دارند و به ترتیب برابر با 2,5 درصد و 0,19 می‌باشند اما دو معیار دیگر یعنی استفاده از منابع و همچنین میانگین بیماران در صف اول در وضعیت خوبی قرار ندارند. به‌طورکلی این مورد را می‌توان در همه سناریوها با درجه کمتر و بیشتر مشاهده نمود. از این‌رو به‌کارگیری رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره ضروری به نظر می‌رسد.

4-1-1 اعتبار سنجی مدل

به‌منظور اعتبار سنجی مدل شبیه‌سازی‌شده میانگین زمانی که هر نفر در سیستم بوده است در نظر گرفته شده است. این زمان شامل ورود به کلینیک یا اورژانس تا زمان ترخیص می‌باشد. برای این منظور میانگین زمان بیماران در یک سال اخیر مورد مطالعاتی در نظر گرفته شده است. باید توجه داشت در حال حاضر در مرکز درمانی سیستم پیشنهادی اشتراک گذاری تخت وجود ندارد به همین سبب صرفاً به‌منظور اعتبار سنجی مدل شبیه‌سازی‌شده سیستم موجود در مورد مطالعاتی شبیه‌سازی‌شده و نتایج آن مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. برای بررسی دقیق‌تر برای هر دو حالت اطلاعات موجود و اطلاعات شبیه سازی شده یک فاصله اطمینان 95 درصدی تشکیل شده است. شکل 4 این دو فاصله اطمینان را نمایش می‌دهد. با توجه به شکل مشاهده می‌گردد که میانگین زمان انتظار در دو حالت اختلاف معناداری با یکدیگر ندارند و درواقع می‌توان ادعا کرد خروجی مدل شبیه سازی قابل‌اعتماد می‌باشد. بااین‌وجود مشاهده می‌گردد که میانگین زمان در حالت واقعی کمتر از یک روز بیشتر از زمان شبیه سازی می‌باشد. دلیل این مورد را می‌توان مسائل ناخواسته در دنیای واقعی بیان نمود. درواقع در مدل شبیه‌سازی‌شده به سبب امکان‌پذیر نبودن بعضی از جزئیات حذف می‌گردد و همین امر باعث اختلاف این زمان‌ها می‌باشد.



شکل 4: فاصله اطمینان برای میانگین زمان انتظار در سیستم برای دو حالت واقعی و شبیه‌سازی‌شده

4-2 تحلیل نتایج شبیه‌سازی

با توجه به اطلاعات جدول 4 می‌توان مشاهده نمود که درصد عدم پذیرش بیماران از تریاژ کاملاً به مقدار متغیر شماره 1 بستگی دارد. درواقع هر چه مقدار این متغیر بیشتر گردد و قسمتی بیشتری از بخش شماره 1 به تریاژ تعلق گیرد باعث کاهش این فاکتور خروجی می‌گردد. با توجه به اطلاعات موجود در جدول 2 و جدول 4 مشاهده می‌گردد که در 36 سناریو معرفی‌شده به ترتیب شماره مقدار متغیر شماره 1 از مقدار صفر تا صد درصد افزایش داشته است و در همین حال مقدار معیار عدم پذیرش روندی کاملاً معکوس داشته است و 100% تا 0,4% در حال کاهش می‌باشد. از طرفی اما افزایش بیش از اندازه این متغیر کمبود منابع استفاده‌شده در بخش شماره 1 برای بیماران نوع اول کلینیک را به همراه خواهد داشت و نتیجه این امر افزایش زمان انتظار بیماران نوع دوم کلینیک می‌باشد. با توجه به نتایج همچنین می‌توان مشاهده نمود که مقدار متغیر دوم هیچ ارتباط معناداری با درصد عدم پذیرش بیماران تریاژ ندارد. میانگین تعداد بیماران نوع دوم کلینیک در صف نیز صرفاً با متغیر دوم در ارتباط می‌باشد. هر چه مقدار این متغیر افزایش هست میانگین طول صف این نوع بیماران نیز افزایش می‌باشد. با افزایش این متغیر تعداد منابع اختصاص داده‌شده به بیماران کاهش می‌یابد و به طبع این باعث افزایش طول صف و زمان انتظار این نوع بیماران می‌گردد؛ اما طول صف بیماران نوع اول کلینیک هم‌زمان به متغیر اول و دوم بستگی دارد. هر چه میزان متغیر نوع اول کم و متغیر نوع دوم افزایش داشته باشد، طول صف این نوع بیماران کاهش می‌یابد. در این حالت منابع کمتری به بیماران تریاژ تخصیص می‌یابد و از طرفی قسمتی از منابع بخش دوم نیز به این بیماران تخصیص پیدا می‌کند، این امر باعث افزایش منابع اختصاصی به این نوع بیماران گشته و به طبع طول صف و زمان انتظار این بیماران کاهش خواهد داشت. برعکس هر چه این دو متغیر مقادیر برعکس را اختیار کنند طول صف و زمان

انتظار این نوع بیماران افزایش می‌یابد. درصد استفاده از منابع متغیر خروجی می‌باشد که نمی‌توان به‌راحتی تحلیل کرد. درواقع این متغیر با توجه متغیر 1 و 2 رفتار مشخصی ندارد. اما تا حدودی زیادی می‌توان گفت هر چه مقدار متغیر شماره یک افزایش داشته و مقدار متغیر شماره 2 کاهش داشته باشد میزان استفاده از منابع بهتر می‌باشد.

3-4 رتبه‌بندی سناریوها

جهت رتبه‌بندی سناریوهای شبیه‌سازی با در نظر گرفتن چهار معیار درصد عدم پذیرش از تریاژ، درصد استفاده از منابع، میانگین تعداد انتظار بخش 1 و میانگین تعداد انتظار بخش 2، از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره بهره خواهیم گرفت. جهت اولویت‌بندی و شناسایی معیارهای تخصیص تخت از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره بهره گرفته می‌شود که می‌توان به مطالعه نجیبی و همکاران (2023) که از تکنیک دیمتل و تحلیل شبکه‌ای بهره گرفتند، اشاره کرد [39]. تکنیک دیمتل از روش‌های تصمیم-گیری چندمعیاره؛ در شناسایی فاکتورهای مؤثر بر عملکرد سیستم در حوزه سلامت بسیار مورد استفاده قرار گرفته است که می‌توان به مطالعات شیه و همکاران (2010)، سی و همکاران (2017)، روی و همکاران (2018)، جیانگ و همکاران (2020) اشاره کرد [40-43]. روش دیمتل که بر پایه تئوری گراف می‌باشد در بین سال‌های 1972 و 1976 میلادی برای حل مسائل پیچیده مورد استفاده قرار می‌گرفته است. با بهره‌گیری از این روش وابستگی و ارتباط بین معیارها و همچنین درجه اهمیت هر معیار (وزن معیار) قابل‌شناسایی خواهد بود. از این رو در این مطالعه، با توجه به وجود عدم قطعیت در نظرسنجی از خبرگان و همچنین اثر متقابل فاکتورها بر یکدیگر، جهت انتخاب سناریو بهینه و تعیین درجه اهمیت هر چهار معیار از روش دیمتل فازی استفاده خواهد شد. براین اساس متغیرهای زبانی جهت بررسی اثر متقابل معیارها مطابق جدول 5 در نظر گرفته شده است.

جدول 5: متغیرهای زبانی اثر متقابل معیارها [44] (ژو و همکاران، 2011)

متغیر زبانی	عدد فازی متناظر
بی تاثیر(N)	(0 ،۰،۰,۲۵)
تاثیر بسیار کم(VL)	(0 ،۰,۲۵،۰,۵)
تاثیر کم(L)	(0,25 ،۰,۵،۰,۷۵)
تاثیر زیاد(H)	(0,5 ،۰,۷۵،۱)
تاثیر خیلی زیاد(VH)	(0,75 ،۱،۱)

گام‌های روش دیمتل فازی به شرح زیر می‌باشد:

گام 1: محاسبه ماتریس مستقیم: از کارشناسان در خصوص درجه تأثیرگذاری شاخص i بر شاخص j نظرسنجی می‌شود و ماتریس مقایسه زوجی تأثیرات را برای هر کارشناس مشخص می‌کنیم. درجه تأثیرگذاری را به‌صورت عبارت زبانی مطابق جدول 4، متغیرهای زبانی اثر متقابل معیارها [39] (ژو و همکاران، 2011) در نظر می-گیریم.

بر این اساس، ماتریس مستقیم $\tilde{X}^{(k)}$ (1) برای کارشناس kام تشکیل می‌شود.

$$\tilde{X}^{(k)} = \begin{bmatrix} 0 & \tilde{x}_{12}^{(k)} & . & . & . & \tilde{x}_{1n}^{(k)} \\ \tilde{x}_{21}^{(k)} & 0 & . & . & . & \tilde{x}_{2n}^{(k)} \\ . & . & . & & & . \\ . & . & & . & & . \\ . & . & & & . & . \\ \tilde{x}_{n1}^{(k)} & \tilde{x}_{n2}^{(k)} & . & . & . & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

پس از تشکیل ماتریس $\tilde{X}^{(k)}$ برای هر کارشناس، ماتریس میانگین تأثیرات محاسبه می‌گردد، بنابراین $\tilde{X}$ به‌عنوان ماتریس میانگین به دست می‌آید.

گام 2: در این گام ماتریس به دست آمده در گام قبل را نرمالایز خواهیم کرد بدین منظور که جمع شدت اثر سطری هر ماتریس $\tilde{X}$ را طبق فرمول (2) به دست آورده و مطابق فرمول (3) و (4) ماتریس استانداردشده $\tilde{Z}$ را محاسبه می‌کنیم. که فرض بر این است که حداقل برای یک معیار مثل i داشته باشیم $s > \sum_j x_{ij}^u$.

$$\sum_{j=1}^{n} \tilde{x}_{ij} = \left(\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{l}, \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{m}, \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{u}\right) \quad (2)$$

$$s = \max_{1 \le i \le n} \left\{ \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{u} \right\} \quad (3)$$

$$\tilde{z}_{ij} = \frac{\tilde{x}_{ij}}{s} \quad (4)$$

گام 3: محاسبه ماتریس رابطه‌ی کلی که از فرمول (5) به دست می-آید. و درنهایت ماتریس دفازی شده و قطعی را بر اساس فرمول (6) به دست می‌آوریم.

$$\tilde{T} = \tilde{Z}(I - \tilde{Z})^{-1} \quad (5)$$

$$t_{ij} = defuzzy(\tilde{t}_{ij}) = \frac{t_{ij}^{l} + 4t_{ij}^{m} + t_{ij}^{u}}{6} \quad (6)$$

گام 4: محاسبه وزن هر یک از فاکتورها : پس از محاسبه ماتریس دفازی کلی T در گام 3، D_i که بیانگر مجموع عناصر سطر iام ماتریس کلی و R_i بیانگر مجموع عناصر ستونی iام می‌باشد که به ترتیب نشان‌دهنده مجموع تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم عامل i بر

سایر عوامل و مجموع تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم سایر عوامل بر عامل i می‌باشد. با توجه به مطالعه ژو[1] و همکاران (2018) اهمیت هر فاکتور به‌صورت معادله (6) قابل‌محاسبه خواهد بود و در نهایت وزنه‌ای به‌دست‌آمده را نرمالایز خواهیم کرد.

$$w_i = \left[(D_i - R_i)^2 + (D_i + R_i)^2\right]^{1/2} \quad (6)$$

در نهایت با استفاده از روش ارائه‌شده در مطالعه ژو و همکاران [45] (2018) به محاسبه وزن هر معیار پرداخته شد که شکل 5، نمودار درصد وزن هر معیار را نشان می‌دهد.

شکل 5: وزن معیارهای مسئله (درجه اهمیت)

سپس جهت انتخاب سناریو بهینه با توجه به نتایج شبیه‌سازی و اوزان به‌دست‌آمده امتیاز مجموع وزنی هر سناریو محاسبه شده است. لازم به ذکر است، هر 4 معیار موردنظر ابتدا همسو و نرمالایز شده و سپس با استفاده از اوزان به‌دست‌آمده، مجموع وزنی هر سناریو محاسبه و رتبه‌بندی انجام شده است. جدول 6، رتبه‌بندی سناریوها را نشان می‌دهد.

جدول 6: رتبه‌بندی سناریوهای شبیه‌سازی‌شده

سناریو	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
امتیاز	0.363	0.364	0.408	0.465	0.589	0.727	0.225	0.225	0.269	0.326	0.450	0.588
رتبه	26	27	30	32	35	36	18	17	21	23	31	34
سناریو	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
امتیاز	0.120	0.115	0.159	0.216	0.340	0.478	0.114	0.050	0.072	0.129	0.253	0.392
رتبه	10	9	13	15	24	33	7	1	3	11	20	29
سناریو	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**
امتیاز	0.195	0.083	0.064	0.101	0.226	0.365	0.310	0.154	0.115	0.113	0.217	0.356
رتبه	14	4	2	5	19	28	22	12	8	6	16	25

با توجه به نتایج حاصل از رتبه‌بندی، سناریوهای شماره 20 و 27 از مجموع 36 سناریو در نظر گرفته‌شده به ترتیب در اولویت 1 و 2 قرار می‌گیرند. بنابراین با تنظیم درصد به اشتراک‌گذاری مربوط به سناریو 20 (رتبه یک) می‌توان به‌طور هم‌زمان هر 4 معیار در نظر گرفته شده را بهینه کرد. جدول 7 تعداد سه سناریو که دارای بهترین امتیاز بوده و سه سناریو که دارای کم‌ترین امتیاز بوده‌اند را نمایش می‌دهد. با توجه به اطلاعات جدول 6 سناریو 20 دارای امتیاز 0,05 می باشد که کمینه مقدار در بین 36 سناریو می باشد. همچنین سناریوهای 27 و 21 که به ترتیب دارای امتیاز نهایی 0,064 و 0,072 در رتبه‌های دوم و سوم قرار می‌گیرند. از طرف دیگر بیشترین امتیاز نهایی محاسبه شده برابر با 0,727 می باشد که مربوط به سناریو شماره 6 می باشد. درنتیجه این سناریو به‌عنوان بدترین حالت ممکن انتخاب می‌گردد. همچنین دو سناریو شماره 5 و 12 که به ترتیب دارای امتیاز 0,589 و 0,588 می‌باشند در رده دوم و سوم بدترین سناریوها قرار می‌گیرند.

جدول 7: بهترین و بدترین سناریوها

[1] Zhou

	سناریو	متغیر 1	متغیر 2	متغیرهای تصمیم				متغیرهای پاسخ			
				تعداد متغیر 1		تعداد متغیر 2					
				مرد	زن	مرد	زن	درصد عدم پذیرش	درصد استفاده از منابع	میانگین تعداد در انتظار بخش 1	میانگین تعداد در انتظار بخش 2
بهترین	20	60%	20%	7	6	2	3	9.%50	69.%80	19.736	1.27
	27	80%	40%	9	8	4	6	2.%40	69.%10	19.711	43.586
	21	%60	%40	7	6	4	6	9.%50	68.%10	0.883	43.586
بدترین	12	%20	%100	2	2	10	14	62.%50	29.%90	0	350.729
	5	%0	%80	0	0	8	11	%100	%37,90	0	223,683
	6	%0	%100	0	0	10	14	%100	23.%10	0	350.729

1-3-4 تحلیل نتایج سناریوها

سناریو 20 به‌عنوان بهترین سناریو انتخاب‌شده است. در این سناریو به ترتیب 60 و 20 درصد از منابع به اشتراک گذاشته شده‌اند. در این سناریو متغیر پاسخ درصد عدم پذیرش رقمی نزدیک به 10 درصد می‌باشد که در میان نتایج حاصله رتبه دوم را داشته است، از طرفی درصد استفاده از منابع نیز برابر با 70 درصد می‌باشد که رتبه اول را در میان این متغیر نیز به خود اختصاص داده است. میانگین تعداد افراد در صف در این سناریو برای هر دو بخش نیز عددی معقول می‌باشد. در سناریو 27 می‌توان از درصد پایین‌تر عدم پذیرش استفاده نمود اما در مقابل تعداد افراد در صف بخش شماره 2 نسبتاً قابل‌توجه خواهد بود. در سناریو 21 نیز می‌توان به درصد عدم پذیرش 10 رسید اما در مقابل میانگین زمان انتظار در بخش دوم به‌صورت قابل‌ملاحظه‌ای افزایش خواهد داشت همچنین درصد استفاده از منابع مقدار اندکی افزایش می‌یابد. باید توجه داشت در بین سه سناریو با بهترین رتبه سناریو اول دارای کمترین مقدار اشتراک‌گذاری منابع می‌باشد. سه سناریو 12، 5 و 6 به‌عنوان بدترین سناریوها انتخاب شده‌اند. در این سه سناریو می توان دید که در سه متغیر پاسخ درصد عدم پذیرش، درصد استفاده از منابع و طول صف بخش 2 نتایج بسیار ضعیف می‌باشند و تنها معیار مثبت طول صف بخش دوم می‌باشد. در این سناریوها صرفاً اشتراک‌گذاری مربوط به بخش دوم می‌باشد و این مسئله سبب افزایش عدم پذیرش بیماران تریاژ شده است. از طرفی با توجه به اینکه تقریباً بخش عظیمی از منابع بخش دوم نیز به بیماران نوع اول کلینیک اختصاص داده شده است و تعداد بیماران مراجعه‌کننده کمتر از منابع می‌باشد درصد استفاده از منابع افت شدیدی داشته است. همچنین این امر باعث افزایش شدید زمان انتظار بیماران در نوع دوم کلینیک شده است.

5- نتیجه‌گیری

یکی از چالش‌هایی که مدیران بیمارستان‌ها با آن روبرو هستند، مسئله تخصیص تخت بیمارستانی می‌باشد. کمبود تخت یا تخصیص نامناسب آن سلامت و جان بیماران را تحت تأثیر قرار خواهد داد. سیاست اشتراک‌گذاری تخت بین بخش‌ها می‌تواند رویکرد کارآمدی جهت غلبه بر کمبود این منبع شود. در این مقاله با توسعه یک الگوریتم در شش گام اصلی بر مبنای سیاست اشتراک‌گذاری تخت بین بخش‌ها و اجرای شبیه‌سازی کامپیوتری و دیمتل فازی، سناریوهایی رو به مدیران و تصمیم گیران این حوزه معرفی کردیم که نه تنها روند درمان را بهبود می‌بخشند، بلکه از نقطه نظر مسائل اقتصادی و اجتماعی نیز کارا می‌باشند. یکی از معیارهای انتخاب سناریو بهینه، درصد عدم پذیرش بیمار و درصد استفاده از منبع در نظر گرفته شد که می‌تواند بیانگر مسائل اقتصادی و مالی مهم باشد. همچنین، معیار طول صف که در تصمیم‌گیری مد نظر قرار داده شده است می‌تواند بر روی رضایتمندی بیمار مؤثر واقع شود؛ بنابراین، نتایج این مطالعه می‌تواند به‌عنوان راهنمایی جهت استفاده مدیران در تصمیم‌گیری‌های تخصیص بهینه تخت بیمارستانی قرار گیرد. الگوریتم توسعه داده‌شده روی یک مورد مطالعاتی انجام شده است. در مورد مطالعاتی انجام‌شده وزن هر یک از معیارهای تصمیم به ترتیب برابر با 0,33، 0,09، 0,27 و 0,30 می‌باشد. در انتها با توجه به مدل توسعه داده‌شده سناریو شماره 20 به‌عنوان بهترین سناریو انتخاب شده است. در این سناریو مقدار عدم پذیرش بیماران تریاژ برابر با 10 درصد، درصد استفاده از منابع برابر با 70 و میانگین افراد منتظر در صف برای بیماران نوع اول و دوم کلینیک برابر با 19,71 و 1,27 نفر می‌باشد.

بهینه سازی منابع بیمارستانی یکی از دغدغه‌های مدیران و تصمیم‌گیران حوزه سلامت می‌باشد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه پیشرو، بحث بهینه‌سازی تخصیص تخت بیمارستانی با در نظر گرفتن سیاست اشتراک‌گذاری می‌تواند قابل‌حل باشد. همچنین با اجرای سیاست‌های در نظر گرفته شده در این پژوهش، اشتراک-گذاری تخت، مدیران و تصمیم‌گیران حوزه سلامت می‌توانند یک سیستم تاب آور در شرایط بحران را به وجود آوردند که علاوه بر افزایش رضایت بیمار مباحث مالی و هزینه را نیز بهینه خواهد کرد. همچنین، نه تنها نرخ عدم پذیرش بیمار با اجرای این سیاست کمینه می‌گردد، بلکه با استفاده درست از منابع، مدت زمان انتظار و در سیستم ماندن بیمار نیز کاهش می‌یابد.

مراجع

[۱] J. Wu, B. Chen, D. Wu, J. Wang, X. Peng, and X. Xu, 2020, "Optimization of Markov queuing model in hospital bed resource allocation," *Journal of healthcare engineering*, vol. 2020, doi: https://doi.org/10.1155/2020/6630885.

[۲] S. Khalili, M. Ghodoosi ,and J. Hasanpour, 2018, "The optimal number of hospital beds under uncertainty: a costs management approach," *Journal of optimization in industrial engineering*, vol. 11, no. 2, pp. 129-138, Art no., doi: https://doi.org/10.2139/ssrn.2461169.

[۳] R. Rathore, 2023, "A Study of bed occupancy management in the healthcare system using the M/M/C Queue and probability," *International Journal for Global Academic & Scientific Research*, vol. 2, no. 1, pp. 01-06, Art no., doi: https://doi.org/10.55938/ijgasr.v2i1.3.٦

[٤] M. Bahadori, E. Teymourzadeh, and R. Kazemi, 2017, "Mathematical modeling for bed allocation in a military hospital," *Journal of Military Medicine*, vol. 19, no. 4, pp. 390-399, Art no., doi: http://eprints.bmsu.ac.ir/id/eprint/211.

[٥] Q. Xue, Y. Fan, J. Wang, Y. Kuang, and Y. Chen, 2022, "An Optimization Model and Computer Simulation for Allocation Planning of Hospital Bed Resources," *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2022, doi: https://doi.org/10.1155/2022/3469641.

[٦] M. Pishnamazzadeh ,M. M. Sepehri, and B. Ostadi, 2023, "Inpatient bed management considering collaboration strategy to enhance hospital resilience," *Journal of Industrial and Systems Engineering*, vol. 15, no. 2, pp. 1-19, Art no., doi: https://doi.org/10.17226/12864.

[۷] M .Korzebor and N. Nahavandi, 2024, "A bed allocation model for pandemic situation considering general demand: A case study of Iran," *Risk Analysis*.

[۸] S. Hosseinzadeh, S. Ketabi, A. Atighehchian, and R. Nazari, 2024, "Hospital bed capacity management during the COVID-19 outbreak using system dynamics: A case study in Amol public hospitals, Iran," *International Journal of Healthcare Management*, vol. 17, no. 1, pp. 63-75, Art no.

[۹] Y. He, A. Zhou, Z. Zeng, L. Ma, and Y. Wei, 2024, "Bed Management Strategies in Hospital during the COVID-19 Pandemic".

[۱۰] Z. Li, H. Yu, and Z. Zhou, 2024, "Scheduling of elective operations with coordinated utilization of hospital beds and operating rooms," *Journal of Combinatorial Optimization*, vol. 47, no. 5, p. 75, Art no.

[۱۱] A. Azadeh, M. Sepahi, and S. M. Haghighi, 2013, "An integrated simulation-DEA approach to improve quality care of medical centres," *International Journal of Process Management and Benchmarking*, vol. 3, no. 3, pp. 352-370, Art no.

[۱۲] X. Wang, X .Gong, N. Geng, Z. Jiang, and L. Zhou, 2020, "Metamodel-based simulation optimisation for bed allocation," *International Journal of Production Research*, vol. 58, no. 20, pp. 6315-6335, Art no., doi: https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1677962.

[۱۳] L. He ,S. C. Madathil, A. Oberoi, G. Servis, and M. T. Khasawneh, 2019, "A systematic review of research design and modeling techniques in inpatient bed management," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 127, pp. 451-466, Art no., doi: https://doi.org/10.10/١٦j.cie.2018.10.033.

[۱٤] X. Wu, R. Xu, J. Li, and M. T. Khasawneh, 2019, "A simulation study of bed allocation to reduce blocking probability in emergency departments: A case study in China," *Journal of the Operational Research Society*, vol. 70, no. 8 ,pp. 1376-1390, Art no., doi: https://doi.org/10.1080/01605682.2018.1506430.

[۱٥] R. GOHARANI, S. O. Shafagh, S. Nateghinia, M. HAJIESMAEILI, A. ALIBABAEI, and N. Shafigh, 2021, "Neuro-critical Care Unit Bed Allocation Optimization based on Hybrid Approach :Designing of Experiments and Simulation," doi: https://doi.org/10.5812/archneurosci.64855.

[۱٦] J. Pourmahmoud and E. M. JAFARI, 2019, "Goal programming for optimal allocation of

model for optimizing inpatient bed occupancy and associated costs," *Artificial Intelligence in Medicine*, vol. 68, pp. 59-69, Art no., doi: https://doi.org/10.1016/j.artmed.2016.03.001.

[۲۶] R. Bekker, G. Koole, and D. Roubos, 2017, "Flexible bed allocations for hospital wards," *Health care management science*, vol. 20, pp. 453-466, Art no., doi: https://doi.org/10.1007/s10729-016-9364-4.

[۲۷] B. e Oliveira, J. De Vasconcelos, J. Almeida, and L. Pinto, 2020, "A simulation-optimisation approach for hospital beds allocation," *International Journal of Medical Informatics*, vol. 141, p. 104174, Art no., doi: https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104174.

[۲۸] Z. Aghaabdellahian and M. Bijari, 2020, "Bed management considering bed-blocking and elective patient admissions using simulation optimisation," *International Journal of Simulation and Process Modelling*, vol. 15, no. 3, pp. 278-294, Art no., doi: https://doi.org/10.1504/ijspm.2020.107330.

[۲۹] I. Mohamed and R. Hussein, 2021, "A simulation optimisation approach for managing bed capacity in an intensive care unit," *Journal of Information & Knowledge Management*, vol. 20, no. 01, p. 2150001, Art no., doi: https://doi.org/10.1142/s0219649221500015.

[۳۰] F. Wan, J. Fondrevelle, T. Wang, and A. Duclos, 2023, "Two-stage multi-objective optimization for ICU bed allocation under multiple sources of uncertainty," *Scientific Reports*, vol. 13, no. 1, p. 18925, Art no., doi: https://doi.org/10.1038/s41598-023-45777-x.

[۳۱] X. Wu, J. Li, and C.-H. Chu, 2019, "Modeling multi-stage healthcare systems with service interactions under blocking for bed allocation," *European Journal of Operational Research*, vol. 278, no. 3, pp. 927-941, Art no., doi: https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.05.004.

[۳۲] N. Sundararajan and R. Terkar, 2022, "A roadmap to improving productivity in a fastener manufacturing unit by process optimization using ARENA," *Materials Today: Proceedings*, vol. 62, pp. 1017-1025, Art no., doi: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.265.

[۳۳] B. Bentalha, A. Hmioui, and L. Alla, "The global performance of a service supply chain: a simulation-optimization under arena," in *The Proceedings of the Third International Conference on Smart City Applications*: Springer, pp. 489-502, doi:

hospital beds (case study: emergency department of Shahid Madani hospital in Tabriz)," doi: https://doi.org/10.33140/jcrr.02.01.01.

[۱۷] A. Torabipour, H. Zeraati, A. Mohammad, A. Rashidian, A. A. Sari, and M. R. Sarzaiem, 2016, "Bed capacity planning using stochastic simulation approach in cardiac-surgery department of teaching hospitals, Tehran, Iran," *Iranian journal of public health*, vol. 45, no. 9, p. 1208, Art no., doi: https://ijph.tums.ac.ir/index.php/ijph/article/view/7856.

[۱۸] L. Zhou, N. Geng, Z. Jiang, and X. Wang, 2018, "Multi-objective capacity allocation of hospital wards combining revenue and equity," *Omega*, vol. 81, pp. 220-233, Art no., doi: https://doi.org/10.1016/j.omega.2017.11.005.

[۱۹] J. Hu, G. Hu, J. Cai, L. Xu, and Q. Wang, 2021, "Hospital bed allocation strategy based on queuing theory during the covid-19 epidemic," *Comput Mater Contin*, vol. 66, no. 1, pp. 793-803, Art no., doi: https://doi.org/10.32604/cmc.2020.011110.

[۲۰] T. K. Vashishth, S. Chaudhary, and V. Sharma (2023), "Optimum Utilization of Bed Resources in Hospitals: A Stochastic Approach ",in *Artificial Intelligence-based Healthcare Systems*: Springer, pp. 101-110.

[۲۱] R. L. Burdett, P. Corry, B. Spratt, D. Cook, and P. Yarlagadda, 2023, "A stochastic programming approach to perform hospital capacity assessments," *Plos one*, vol. 18, no. 1 ,۱p. e0287980, Art no., doi: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287980.

[۲۲] R. L. Burdett, P. Corry, P. Yarlagadda, D. Cook, S. Birgan, and S. M. McPhail, 2023, "A mathematical framework for regional hospital case mix planning and capacity appraisal ", *Operations Research Perspectives*, vol. 10, p. 100261, Art no., doi: https://doi.org/10.1016/j.orp.2022.100261.

[۲۳] M. K. Naeini, Z. Elahi, and A. M. Esfandabadi, 2021, "Providing a model for the optimal allocation of hospital beds based on Markov chain approach (case study: Shiraz-Shahid-Faghihi Hospital)," *Quarterly Journal of Management Strategies in Health System*, doi: https://doi.org/10.18502/mshsj.v6i1.6505.

[۲۴] S. Asma and M. Hosein, 2018, "Increasing the efficiency of using CCU beds of hospitals through optimization and combination of genetic algorithm and imperialist competitive," doi: http://jhbmi.ir/article-1-258-en.html.

[۲۵] S. Belciug and F. Gorunescu, 2016, "A hybrid genetic algorithm-queuing multi-compartment

[٤٢] S. Jiang, H. Shi, W. Lin, and H.-C. Liu, 2020, "A large group linguistic Z-DEMATEL approach for identifying key performance indicators in hospital performance management," *Applied Soft Computing*, vol. 86, p. 105900, Art no., doi: https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105900.

[٤٣] J. Roy, K. Adhikary, S. Kar, and D. Pamucar, 2018, "A rough strength relational DEMATEL model for analysing the key success factors of hospital service quality," *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, vol. 1, no. 1, pp. 121-142, Art no., doi: https://doi.org/10.31181/dmame1801121r.

[٤٤] Q. Zhou, W. Huang, and Y. Zhang, 2011, "Identifying critical success factors in emergency management using a fuzzy DEMATEL method," *Safety science*, vol. 49, no. 2, pp. 243-252, Art no., doi: https://doi.org/10.1016/j.ssci.2010.08.005.

[٤٥] F. Zhou, X. Wang, M. K. Lim, Y. He ,and L. Li, 2018, "Sustainable recycling partner selection using fuzzy DEMATEL-AEW-FVIKOR: A case study in small-and-medium enterprises (SMEs)," *Journal of cleaner production*, vol. 196, pp. 489-504, Art no., doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.2.٤٧

https://doi.org/10.1007/978-3-030-66840-2_37, 2020

[٣٤] P. Sridhar, C. Vishnu, and R. Sridharan, 2021, "Simulation of inventory management systems in retail stores: A case study," *Materials Today: Proceedings*, vol. 47, pp. 5130-5134, Art no., doi: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.314.

[٣٥] A. Bakhsh, 2020" ,Traffic simulation modeling for major intersection," *Sakarya University Journal of Science*, vol. 24, no. 1, pp. 37-44, Art no., doi: https://doi.org/10.16984/saufenbilder.490984.

[٣٦] S. Sasanfar, M. Bagherpour, and A. Moatari-Kazerouni, 2021, "Improving emergency departments: Simulation-based optimization of patients waiting time and staff allocation in an Iranian hospital," *International Journal of Healthcare Management*, vol. 14, no. 4, pp. 1449-1456, Art no., doi: https://doi.org/10.1080/20479700.2020١٧٦٥١. .٢١

[٣٧] M. Tavakoli, R. Tavakkoli-Moghaddam, R. Mesbahi, M. Ghanavati-Nejad, and A. Tajally, 2022, "Simulation of the COVID-19 patient flow and investigation of the future patient arrival using a time-series prediction model: a real-case study," *Medical & biological engineering & computing*, vol. 60, no. 4, pp. 969-990, Art no., doi: https://doi.org/10.1007/s11517-022-02525-z.

[٣٨] T.-H. Hejazi, 2021, "State-dependent resource reallocation plan for health care systems: A simulation optimization approach," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 159, p. 107502, Art no., doi: https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107502.

[٣٩] S. M. Najibi *et al.*, 2023, "Identification and prioritization of indicators of hospital bed allocation in Iran," *World Medical & Health Policy*, vol. 15, no. 4, pp. 356-379, Art no., doi: https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-609451/v1.

[٤٠] J.-I. Shieh, H.-H. Wu, and K.-K. Huang, 2010, "A DEMATEL method in identifying key success factors of hospital service quality," *Knowledge-Based Systems*, vol. 23, no. 3, pp. 277-282, Art no., doi: https://doi.org/10.1016/j.knosys.2010.01.013.

[٤١] S.-L. Si, X.-Y. You, H.-C. Liu, and J. Huang, 2017, "Identifying key performance indicators for holistic hospital management with a modified DEMATEL approach," *International journal of environmental research and public health*, vol. 14, no. 8, p. 934, Art no., doi: https://doi.org/10.3390/ijerph14080934.