شبیه‌سازی سیستم‌های بهداشتی و درمانی؛ نگرشی خاص به سیستم‌های ارائه خدمات سرپایی

دکتر افسون آیین پرست: * استادیار پژوهش، گروه مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی، پژوهشکده علوم بهداشتی جهاد دانشگاهی
دکتر سید جمال‌الدین طبیبی: استاد، گروه مدیریت خدمات بهداشتی، دانشکده مدیریت و اطلاع رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران
دکتر کامران شهانقی: استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده صنایع، دانشگاه علم و صنعت
دکتر میربهادر آریانژاد: استاد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده صنایع، دانشگاه علم و صنعت

فصلنامه پایش
سال هفتم شماره دوم بهار ۱۳۸۷ صص ۱۶۴-۱۵۳
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۶/۹/۲۷

چکیده

افزایش چشمگیر هزینه‌های بهداشتی و درمانی در طول سی سال گذشته، محققان و صاحبان مشاغل بهداشتی و درمانی را مجبور به بررسی راه‌هایی برای ارتقا کارآیی عملیاتی یا کاهش هزینه‌های این بخش نموده است. سیستم‌های بهداشتی و درمانی در کلیه سطوح از پیچیدگی زیادی برخوردار هستند. تعاملات و پیچیدگی‌های سیستم، پیش بینی عملکرد آن را دشوار یا ناممکن می‌سازد. مدل‌های شبیه‌سازی قادر هستند تا تغییر پذیری، تعاملات و پیچیدگی‌های یک سیستم را نشان دهند. در سال‌های اخیر، کاربرد شبیه‌سازی در بخش بهداشت و درمان به طور فزاینده‌ای گسترش یافته است. با این وجود استفاده از این فن در بخش بهداشت و درمان بسیار کمتر از حوزه‌های صنعتی است. با در نظر گرفتن اهمیت شبیه‌سازی در تصمیم گیری و درک ناکافی از زمینه‌ها و موارد کاربرد این تکنیک در بخش بهداشت و درمان، تلاش گردید یک مطالعه مروری نظام‌مند با هدف شناسایی و طبقه بندی زمینه‌ها و موارد کاربرد شبیه‌سازی در بخش بهداشت و درمان خصوصاً نظام درمان سرپایی انجام گیرد. در این مطالعه، تمامی مقالات موجود در این زمینه به زبان انگلیسی با دسترسی رایگان، بررسی و طبقه بندی گردید. در نظر گرفتن سازمان‌های بهداشتی و درمانی در چارچوب سیستم مشخص می‌نماید که برای دستیابی به خروجی‌های قابل قبول، می‌توان ورودی‌ها و فرآیندهای سیستم را تغییر داد. با توجه به این دیدگاه می‌توان مطالعات انجام گرفته در زمینه شبیه‌سازی سیستم‌های بهداشتی و درمانی را بر اساس اهداف هر مطالعه در سه قالب عمده زیر طبقه بندی کرد:

- تغییر تعداد و ترکیب ورود دریافت کنندگان خدمت یا خدمات
- تغییر تعداد و ترکیب منابع ارائه خدمت یا خدمات
- تغییر فرآیندهای ارائه خدمت یا خدمات

مرور مطالعات انجام گرفته در این زمینه نشان می‌دهد که بهره‌گیری از شبیه‌سازی به منظور تصمیم‌گیری در سیستم‌های بهداشتی و درمانی، منافع بی شماری برای مدیران و تصمیم‌گیران سیستم‌های بهداشتی به ارمغان آورده است. با این وجود پیش از شبیه‌سازی یک سیستم، باید بستر مناسبی به منظور دستیابی به اطلاعات مورد نیاز برای طراحی مدل شبیه‌سازی و زمینه مناسبی برای مشارکت متخصصان شبیه‌سازی و افراد ذی‌نفع در سیستم، شامل تصمیم‌گیران، ارائه دهندگان خدمات و استفاده‌کنندگان خدمات فراهم گردد.

کلیدواژه‌ها: شبیه‌سازی، سیستم‌های بهداشتی و درمانی، درمان سر پایی

* نویسنده پاسخگو: تهران، خیابان انقلاب، خیابان فلسطین جنوبی، خیابان شهید وحید نظری، پلاک ۵۱
تلفن: ۹-۶۶۹۵۱۸۷۷
E-mail: aaeenparast@ihsr.ac.ir

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.16807626.1387.7.2.7.3]

مقدمه

سیستم‌های بهداشتی و درمانی در کلیه سطوح، از پیچیدگی زیادی برخوردار هستند. عوامل مختلف بالینی، سازمانی، اطلاعاتی، تحقیقاتی، آموزشی و پیشرفت‌های حرفه‌ای موجب ایجاد یک سیستم چندگانه با روابط متداخل گردیده است. یک سیستم پیچیده، مجموعه‌ای از عوامل با روابط غیر قطعی است که عملکرد آن به طور کلی قابل پیش بینی نیست. وجود احتمالات و عدم قطعیت در سیستم‌های پیچیده موجب می‌شود برخی مسایل ناشناخته باقی بماند.

در طول سی سال گذشته افزایش چشمگیر هزینه‌های بهداشتی و درمانی، محققان و صاحبان مشاغل بهداشتی و درمانی را مجبور به بررسی راه‌هایی برای ارتقا کارآیی عملیاتی یا کاهش هزینه‌های این بخش نموده است. این تغییرات، یک چالش عمده است که برای مدیریت صحیح آن به یک منطق تصمیم‌گیری مناسب نیاز داریم. مدل‌های شبیه‌سازی، یک ابزار کمکی تصمیم‌گیری هستند که با پویانمایی سیستم بهداشت و درمان، درک ما را از مسأله و راه حل‌های مختلف آن افزایش می‌دهند[۱، ۲].

شبیه‌سازی، تقلیدی از عملکرد فرایند یا سیستم واقعی است. شبیه‌سازی در حقیقت، یک نمونه ساده شده از یک سیستم است که با ارائه یک تحلیل پویا از سیستم، تصویری واقعی از سیستم را به پژوهشگر نشان می‌دهد. مدل‌های شبیه‌سازی، قادر هستند تا تغییرپذیری، تعاملات و پیچیدگی‌های یک سیستم را نشان دهند. بنابراین یک مدل شبیه‌سازی، می‌تواند رفتار چنین سیستم‌هایی را پیش بینی نموده و تأثیر سیاست‌های مختلف را بر عملکرد سیستم بسنجد. در نتیجه این ابزار درک تحلیلگر از روابط سیستم واقعی را بهبود می‌بخشد و توانایی تحلیلگر را در زمینه طراحی یک سیستم جدید یا تغییر سیستم گذشته ارتقا می‌دهد. مزایای غیر قابل انکار شبیه‌سازی به جای تجربه راه حل‌ها در دنیای واقعی عبارت هستند از[۶-۳]:

- صرفه جویی در هزینه و زمان
- کنترل کامل شرایط تجربه

امکان‌پذیر نمودن انجام برخی تجربیات که در دنیای واقعی، اجرای آنها غیر ممکن است.

در سال‌های اخیر، کاربرد شبیه‌سازی در بخش بهداشت و درمان به طور فزاینده‌ای گسترش یافته است. دلیل این مسأله از یک سو موفقیت مطالعات انجام شده با کمک شبیه‌سازی در شناسایی و حل مسایل بهداشت و درمان و از سوی دیگر پیشرفت چشمگیر نرم‌افزارهای شبیه‌سازی است[۲]. با این وجود استفاده از شبیه‌سازی در تصمیم‌گیری‌های بخش بهداشت و درمان مانند سایر حوزه‌های صنعتی، نظامی و پشتیبانی، گسترش نیافته است و بستر مناسبی برای مطالعه و اجرا در این زمینه به چشم می‌خورد [۳، ۱۱-۷].

سازمان‌های ارائه خدمات بهداشتی و درمانی نیز مانند سایر سیستم‌ها از گروهی از اجزاء تشکیل شده‌اند که در راستای تحقق اهدافی معین با هم ارتباط متقابل و منظم دارند. این سازمان‌ها مانند سایر سیستم‌ها، ورودی‌هایی دارند که تحت تأثیر فرآیندهای سیستم قرار گرفته و از سیستم خارج می‌شوند. با این وجود سازمان‌های بهداشتی و درمانی به دلیل ارائه انواع خدماتی که به طور مستقیم با سلامت جسمی و روانی انسان‌ها سر و کار دارند، از ویژگی‌هایی برخوردار هستند که کارکرد و اهداف آنان را به طور بارزی از سایر سیستم‌های خدماتی یا تولیدی، متمایز می‌سازد. اهم این ویژگی‌ها به شرح زیر است[۱۲، ۱۳]:

۱- سیستم‌های بهداشتی و درمانی، ورودی‌های مختلفی دارند، ولی مهم‌ترین ورودی این سیستم‌ها انسان‌ها هستند.

۲- تعریف اهداف این سازمان‌ها مسأله‌انگیز و پیچیده است.

۳- نیروی انسانی متخصص و حرفه‌ای، نقش مهمی در فرایندهای بهداشتی و درمانی دارد.

۴- سنجش اثربخشی سیستم‌های بهداشتی و درمانی، به دلیل کمبود مقیاس‌های معتبر، مشکل است.

تمامی این عوامل موجب می‌شوند برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری در سیستم‌های بهداشتی و درمانی از حساسیت خاصی برخوردار باشد. به همین منظور شناسایی هر چه بیشتر حیطه‌های کاربرد شبیه‌سازی در بخش بهداشت و درمان و بررسی نتایج مطالعات انجام گرفته در این زمینه، نقش مؤثری در استفاده بهینه از این تکنیک در جهت ارتقا تصمیم‌گیری در بخش بهداشت و درمان خواهد داشت.

مواد و روش کار

در این مطالعه که یک مطالعه مروری است، تلاش گردیده است با کمک موتور جستجوگر گوگل، مقالات رایگان قابل دسترس در زمینه شبیه‌سازی در بخش بهداشت و درمان، جستجو، مطالعه و طبقه بندی شود.

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.16807626.1387.7.2.7.3]

هدف از طبقه بندی، ارائه چارچوبی برای زمینه‌های کاربرد شبیه‌سازی در بخش بهداشت و درمان بود. کلیدواژه‌های مورد استفاده در این مطالعه عبارت بودند از: شبیه‌سازی، مدل شبیه‌سازی، سیستم‌های بهداشتی و درمانی، درمان سرپایی، کلینیک و درمانگاه‌های سرپایی. مقالات موجود به زبان انگلیسی شناسایی و مورد بررسی قرار گرفتند. برای جستجوی مقالات، محدودیت زمانی در نظر گرفته نشد. زیرا آشنایی با روند تاریخی کاربرد شبیه‌سازی در این حیطه نیز مورد توجه پژوهشگران بود.

یافته‌ها

امروزه از شبیه‌سازی برای تصمیم‌گیری در سطوح مختلف نظام بهداشت و درمان، از سطح کلان تا جزئی‌ترین سطح ارائه خدمت استفاده می‌شود. لاگرگرن برخی از حیطه‌های کاربرد شبیه‌سازی در بخش بهداشت و درمان را به شرح زیر بیان می‌کند[۱۴]:

- طراحی سیستم‌های بهداشتی و درمانی
- عملکرد سیستم‌های بهداشتی و درمانی
- تصمیم‌گیری‌های پزشکی
- اپیدمیولوژی

برخی از پژوهشگران، مطالعات شبیه‌سازی در سیستم‌های بهداشتی و درمانی را بر اساس اهداف مطالعات در چهار گروه طبقه‌بندی می‌کنند. این گروه‌ها عبارتند از[۱۱]:

- پیش بینی تقاضا
- تحلیل الگوی عملکرد
- تعیین اندازه و حجم سازمانهای ارائهٔ خدمت
- تنظیم کادر پرستاری

در نظر گرفتن سازمان‌های بهداشتی و درمانی، در چارچوب سیستم، مشخص می‌نماید که برای دستیابی به خروجی‌های قابل قبول باید ورودی‌ها و فرآیندهای سیستم را تغییر داد (نمودار شماره ۱). مطالعات شبیه‌سازی انجام گرفته در سیستم‌های بهداشتی و درمانی از این جنبه در چند گروه قابل طبقه‌بندی هستند[۱۲]:

۱- تغییر ورودی‌های سیستم: الف- تغییر نرخ و ترکیب ورود بیماران، ب- تغییر نرخ و ترکیب منابع

۲- تغییر فرایندهای سیستم

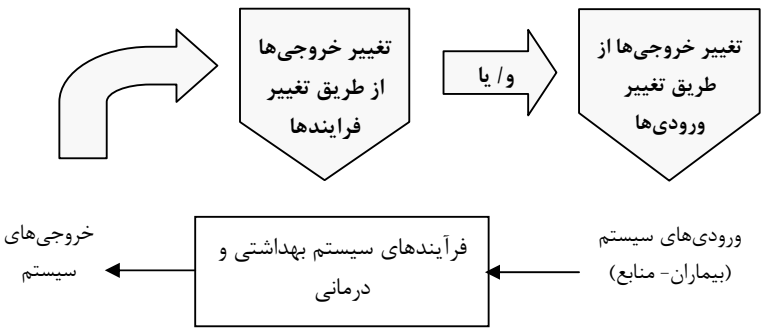
در این مقاله، به دلیل جامعیت دیدگاه سیستمی، برای انسجام و ارائه مقالات جستجو شده در زمینه شبیه‌سازی سیستم بهداشت و درمان، به ویژه سیستم‌های درمان سرپایی، از این شیوه طبقه‌بندی استفاده شده است.

تغییر نرخ و ترکیب ورود بیماران

اکثر مطالعات شبیه‌سازی که بر ورود بیماران و تغییر آن تأکید دارند، برنامه زمان‌بندی بیماران را مورد توجه قرار داده‌اند. سیستم تعیین وقت، ابزاری برای کنترل حرکت بیماران و بهینه سازی عملکرد سیستم ارائه خدمات بهداشتی و درمانی است. زمان‌بندی مناسب ورود بیماران، تأثیر بالقوه‌ای بر افزایش بهره‌وری نیروی انسانی، منابع پزشکی و کاهش زمان انتظار بیماران دارد[۱، ۲، ۹].

در نظر گرفتن درمانگاه سرپایی به عنوان شبکه صف، شرایط بی‌نظیری را برای طراحی سیستم تعیین وقت فراهم می‌کند. ساده‌ترین حالت، زمانی است که همه بیماران دقیقاً سر وقت مراجعه می‌کنند و یک پزشک با زمان ارائه خدمت ثابت به آنان خدمت ارائه می‌دهد. تنظیم وضعیت زمانی که چند پزشک با خدمات گوناگون مشغول خدمت هستند، پیچیده‌تر می‌شود. حضور نامرتب بیماران در درمانگاه، عدم مراجعه بیماران وقت‌دار و مراجعه بیماران بدون وقت قبلی یا بیماران اورژانس موجب بازبینی در برنامه می‌شود[۹].

نمودار شماره ۱- بررسی سیستم‌های بهداشتی و درمانی از دیدگاه نظام‌گرا



[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.16807626.1387.7.2.7.3]

مطالعه فتر و تامپسون(R.B. Fetter and J.D. Thompson)، یکی از نخستین مطالعات شبیه‌سازی انجام گرفته در حیطه درمانگاه‌های سرپایی بود. آنان نرخ بهره‌وری پزشکان را با توجه به زمان انتظار بیماران، با استفاده از متغیرهای ورودی مختلف مانند حجم بیماران، الگوی تأخیر یا زود آمدن بیماران، نرخ مراجعه بیماران بدون وقت، فواصل برنامه‌های ملاقات، زمان ارائه خدمت پزشکان، تعطیلات و زمان ناهار و استراحت میان روز پزشکان مورد بررسی قرار دادند. آنان دریافتند که اگر به جای ۶۰ درصد، ۹۰ درصد از بیماران با وقت قبلی پذیرش و معاینه شوند، در طول یک دوره ۵۰ روزه، ساعات بی‌کاری پزشکان، ۱۶۰ ساعت کاهش می‌یابد. ولی زمان انتظار بیماران ۱۶۰۰ ساعت افزایش می‌یابد[۲].

اسمیت و وارنر(EA. Smith and H.R. Warner) در مطالعه‌ای، دو مدل شبیه‌سازی از الگوی ورود بیماران ارائه نمودند که در یکی از آنها بیماران به طور یکنواخت به سیستم وارد می‌شدند و در دیگری ورود بیماران بسیار متغیر بود. آنان نشان دادند که الگوی ورود یکنواخت می‌تواند میانگین زمان حضور بیماران در درمانگاه را بیش از ۴۰ درصد کاهش دهد(از ۴۰/۶ دقیقه به ۲۴ دقیقه) [۲].

در مطالعه‌ای که در یک درمانگاه سرپایی توسط جیمز سوئیشر (James R. Swisher) و همکارانش انجام گرفت، سیستم تعیین وقت و عملکرد درمانگاه، شبیه‌سازی گردید. آنان بیمارانی را که پراکندگی زمان ارائه خدمت آنان بیشتر بود، در نوبت صبح قرار می‌دادند و بیمارانی را که زمان ارائه خدمت مشخص‌تری داشتند، در نوبت بعدازظهر پذیرش می‌کردند. آنان دریافتند که استفاده از این روش، ساعات اضافه‌کاری پزشکان در پایان ساعات اداری را کاهش می‌دهد. ولی مدت استراحت میان روز پزشکان برای صرف ناهار نیز کاهش پیدا می‌کرد[۹، ۱۵].

نکته جدیدی که به مطالعات اضافه شد و بر پیچیدگی آنها افزود، در نظر گرفتن مراجعه بیماران بدون وقت بود. راه حل این سطح، بررسی میزان مراجعه بیماران بدون وقت در یک درمانگاه سرپایی وابسته به دانشگاه بود. اولین قدم، شناسایی روزهایی از هفته و ساعت‌هایی از روز بود که از نظر آماری این بیماران بیشتر مراجعه می‌کردند. زمان انتظار بیماران بدون وقت تا حد زیادی تحت تأثیر زمان‌بندی درمانگاه قرار داشت. در این مطالعه برای تعیین برنامه تعیین وقت بهینه، از یک شبیه‌سازی مونت کارلو استفاده شد و یک سیستم تعیین وقت پیشنهاد شد که بیشتر وقت‌های قبلی را در ساعات و روزهایی که مراجعه بیماران بدون وقت، کمتر بود قرار می‌داد[۱۶]. در مطالعه دیگری که به منظور یکنواخت کردن میزان تقاضا برای ملاقات با پزشکان انجام گرفت، رایزینگ(E.J. Rising) و همکارانش تعداد وقت‌های قبلی را در روزهایی که بیماران بدون نوبت کمتر مراجعه می‌کردند، افزایش دادند. بررسی نتایج مدل شبیه‌سازی تهیه شده نشان داد که این شیوه ۱۳/۴ درصد از توان عملیاتی سیستم برای ارائه خدمت به بیماران را افزایش داده است و میانگین روزهای اضافه‌کاری درمانگاه را کاهش داده است[۲، ۹].

بلانکوایت و پایک (M. J. Blanco White and M .C. Pike) در پژوهش دیگری، هنگام بررسی تأثیر دسته (Block) اولیه (تعداد بیمارانی که با هم نوبت داده می‌شوند) و فواصل نوبت‌ها، تأخیر پزشکان و بیماران را نیز در نظر گرفتند. آنان دریافتند در دو درمانگاه که تأخیر بیماران با هم تفاوت دارد، یک سیستم تعیین وقت قابل استفاده نیست[۹].

در مطالعه دیگری که توسط کاکس و همکاران (T .F. Cox) در یک درمانگاه تخصصی گوش و حلق و بینی انجام گرفت، مشخص شد که حدود ۲۵ درصد از بیماران، دیرتر از وقت مقرر مراجعه می‌کنند. مقایسه زمان ورود نسبت به زمان تعیین شده برای ملاقات نشان داد که زمان تأخیر بیماران توزیع نمایی دارد. این نتایج در یک شبیه‌سازی مورد استفاده قرار گرفت. محقق بر این عقیده است که راه حل بهینه خاص با توجه به شرایط هر درمانگاه تعیین می‌شود و هیچ راه حل کلی وجود ندارد، با این وجود می‌توان راه حل‌ها را با توجه به نیازهای هر درمانگاه تغییر داد[۱۷].

در بررسی دیگری که توسط کاکس و همکاران در بیمارستان عمومی ماساچوست انجام شد، مشخص گردید زمانی که سیستم تعیین وقت به هر بیمار به نوبت مشخص با زمان منحصر به فرد برای ملاقات با یک دکتر خاص داده می‌شود، رفتار هر گروه از بیماران و پزشکان دقیق‌تر می‌شود و میزان تأخیر و عدم مراجعه آنان نیز کاهش می‌یابد. در این مطالعه بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده از بیمارستان، متغیرهای مؤثر بر میزان عدم مراجعه بیماران به درمانگاه‌های سرپایی مورد بررسی قرار گرفت. آنان دریافتند که هر چه لیست انتظار بیماران طولانی‌تر باشد، میزان عدم مراجعه آنان افزایش می‌یابد[۹].

پژوهشگران علاوه بر بررسی تأثیر سیاست‌های مختلف در برنامه زمان‌بندی بیماران تلاش نمودند با بهره‌گیری از شبیه‌سازی، مدل‌های مناسبی برای طراحی یک سیستم تعیین وقت، متناسب با شرایط یک سیستم سرپایی خاص ارائه دهند. شروع این حرکت

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.16807626.1387.7.2.7.3]

با مطالعه‌ای که توسط بیلی (N. T. J. Bailey) انجام گرفت آغاز گردید. وی در این پژوهش یک مدل ریاضی از فرآیند تشکیل صف یک درمانگاه عمومی ارائه داد که با سیستم تعیین وقت آغاز می‌شد و با معاینه بیمار توسط پزشک پایان می‌یافت. پژوهشگر در مطالعه خود چنین فرض کرد که بیماران، سر وقت مراجعه می‌کنند و علاوه بر آن تمام بیماران وقت قبلی دارند. این مطالعه نشان داد که زمان معاینه، توزیع پارامتریک با میانه ۵ دقیقه دارد. بنابراین یک سیستم تعیین وقت پیشنهاد داد که برای ساعت شروع کار درمانگاه به دو بیمار وقت می‌داد و پس از آن هر پنج دقیقه یک بیمار وارد می‌شد. ظاهراً سیستم تعیین وقت درمانگاه در آن زمان نسبتاً جدید بود و این پژوهشگر اولین کسی بود که از داده‌های آماری برای تعیین برنامه ورود بیماران استفاده کرده بود[۲، ۹، ۱۸].

ویلیامز و همکاران(W.J. Williams) در پژوهشی، از شبیه‌سازی برای تحلیل یک درمانگاه دانشگاهی در جهت ارتقاء تنظیم برنامه بیماران و پزشکان استفاده نمودند. در این مطالعه ارتباط بین بهره‌وری پزشکان و زمان انتظار بیماران در یک درمانگاه سرپایی با استفاده از یک سیستم تعیین وقت با دسته‌های کوچک‌تر(Staggered-block)(ورود هشت بیمار در هر نیم ساعت) به جای سیستم زمان‌بندی با دسته‌های تکی(Single-block) (ورود ۱۶ بیمار در هر ساعت) مورد بررسی قرار دادند. آنان نشان دادند که اگر به جای سیستم دسته‌های تکی، از یک برنامه زمان‌بندی دسته‌های چند گانه (Multi block) استفاده شود، زمان انتظار بیماران بدون هیچ تغییر در بهره‌وری نیروی انسانی کاهش می‌یابد. در نهایت آنان دریافتند که سیستم دسته‌های تکی بیشتر زمان بی‌کاری پزشکان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ولی سیستم دسته‌های کوتاه‌تر بر روی زمان انتظار بیماران تأکید دارد و بدون تغییر در بهره‌وری پزشکان، موجب کاهش زمان انتظار بیماران می‌شود[۲، ۱۰].

در یک پژوهش دیگر که توسط ویسرز و ویجنگارد (J. Vissers and J. Vijengard) انجام گرفت متغیرهای لازم برای شبیه‌سازی سیستم تعیین وقت را به پنج عامل کاهش یافت: میانه زمان مشاوره، ضریب تغییر زمان مشاوره، انحراف معیار تأخیر بیماران، تعداد نوبت‌های داده شده در هر ساعت و میانه شروع زودتر از موعد فعالیت سیستم. شروع زود هنگام سیستم شامل همه عواملی است که خطر زمان بی‌کاری پزشکان را کاهش می‌دهد مانند: حضور زود هنگام بیمار، دسته رزرو (Block- booking) اولیه. این محققان در این مطالعه یک سیستم تعیین وقت مناسب با توجه به این پنج عامل و تعادل بین زمان انتظار و زمان بی‌کاری پزشکان را انتخاب نمودند[۹].

هوآرنگ و لی(F. Huarng and M .H. Lee) بررسی جامع‌تری در این زمینه انجام دادند. آنان به وسیله شبیه‌سازی، ۵۰ قانون تعیین وقت را تحت شرایط مختلف محیطی مورد بررسی قرار دادند. آنان چند سیستم مختلف دسته‌های انفرادی (Individual-block) با فواصل متغیر مطرح کردند و عملکرد این سیستم‌ها را با قوانین سنتی مورد بررسی قرار دادند. این افراد دریافتند قانونی وجود ندارد که تحت همه شرایط بهترین عملکرد را داشته باشد، بلکه باید برای انتخاب یک سیستم تعیین وقت برای یک درمانگاه مشخص یک بررسی جداگانه انجام داد. در نهایت آنان پیشنهاد دادند که بهترین قانون برای تعیین فواصل نوبت‌ها بر اساس یافته‌های این مطالعه این است که در ساعات اولیه فعالیت مرکز مورد نظر، بیماران بیشتر با فواصل کوتاه‌تر وارد شوند ولی در ساعات آخر، بیماران کمتر با فواصل بیشتر مراجعه کنند[۱۹].

هوآرنگ و لی در مطالعه‌ای دیگر، از شبیه‌سازی برای مدلسازی بخش سرپایی یک بیمارستان محلی در تایوان که از هیچ سیستم تعیین وقت استفاده نمی‌کرد، کمک گرفتند. هدف آنان ارتقاء زمان انتظار و بهره‌وری پزشکان بود. مؤلفان گزارش کردند به دلیل مقاومت نیروی انسانی، امکان اجرای یک سیستم تعیین وقت در دسته‌های انفرادی وجود نداشت. در عوض، آنان توصیه کردند که ساعات کاری پزشکان به منظور هماهنگی بیشتر عرضه و تقاضا افزایش یابد[۹].

در پژوهشی که توسط سوئی و شی (Syi Su and Chung-Liang Shih) با هدف مدیریت سیستم تعیین وقت چندگانه در درمانگاه‌های سرپایی و کاهش زمان انتظار انواع مختلف مراجعین به این مراکز انجام گرفت، پژوهشگران از روش شبیه‌سازی استفاده کرده‌اند و چند برنامه زمان‌بندی را مورد تحلیل قرار دادند. در این مدل چهار راه حل مختلف برای طراحی سیستم تعیین وقت ارائه گردید و برای مقایسه راه حل‌های مختلف از دو شاخص زمان انتظار و توان عملیاتی برای بیماران استفاده شد. این راه حل‌ها شامل روش‌های مختلفی برای زمان‌بندی پذیرش بیماران بدون نوبت و بیماران با وقت قبلی بود. اجرای این سناریوها و مقایسه خروجی‌های مدل نشان داد که مدل «ج» (معاینه بیماران بدون نوبت و دارای وقت قبلی به صورت یک در میان)،

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.16807626.1387.7.2.7.3]

کمترین زمان حضور بیمار در درمانگاه و کمترین زمان انتظار را برای بیماران بدون نوبت در مقایسه با سایر روش‌ها داشت. از سوی دیگر مدل «د» (تعیین وقت قبلی با فواصل زمانی انعطاف پذیر) کمترین زمان حضور بیمار در درمانگاه و زمان انتظار را برای بیمارانی که وقت قبلی داشتند، در مقایسه با سایر روش‌ها داشت. پژوهشگران بیان کردند که یافته‌های این پژوهش در درمانگاه‌هایی که سیستم تعیین وقت چندگانه دارند و با درصد بالایی از مراجعین بدون نوبت مواجه هستند قابل استفاده است[۲۰]. در پژوهش دیگری که به وسیله ابراهیم اردم (Ibrahim H. Erdem)، دمیرل (T. Demirel) و انوت (S. Onut) با هدف طراحی یک سیستم تعیین وقت مؤثر برای یک کلینیک سرپایی انجام گرفته است، پژوهشگران از شبیه‌سازی رایانه‌ای استفاده نمودند. مدل شبیه‌سازی به دو مدل فرعی عمده تقسیم گردید. مدل فرعی اول شامل فرآیند تلفن کردن و تعیین وقت بیماران است. خروجی‌های این مدل فرعی اطلاعاتی در مورد ترکیب درمانگاه‌ها، نیروی انسانی و ویژگی‌های بیمارانی که وقت گرفته‌اند را ارائه می‌دهد. برخی از خروجی‌های مدل فرعی ۱ به عنوان ورودی مدل فرعی ۲ در نظر گرفته شده است. مدل فرعی ۲ رفتار عملیاتی کل سیستم درمانگاه را نشان می‌دهد، به همین علت فرآیند حرکت بیماران و عملکرد سیستم را نمایان می‌سازد. در این مطالعه بر اساس مدل شبیه‌سازی، خروجی‌ها و پویانمایی سیستم، پیشنهاداتی در زمینه تغییر درمانگاه به سطوح مدیریت درمانگاه ارائه شد. در این گزارشات، نیازمندی‌های مالی و تسهیلات مورد نیاز برای تخصیص منابع و نیروی انسانی مورد نیاز برای اجرای تغییرات نیز گنجانده شده بود[۱۰]. در پژوهش دیگری که به وسیله منیگ گو، واگنرو وست (Ming Guo, Michael Wagner and Constance) با هدف زمان‌بندی درمانگاه سرپایی در سال ۲۰۰۴ انجام گرفت، یک چارچوب شبیه‌سازی برای ارزیابی و بهینه‌سازی قوانین زمان‌بندی بیماران ارائه گردید. مدل شبیه‌سازی برنامه زمان‌بندی بیماران از چهار جزء تشکیل شده بود: تقاضای خارجی برای تعیین وقت، تنظیم برنامه نیروی کار، منطق مسیر حرکت بیماران و الگوریتم زمان‌بندی بیماران. تقاضا بر اساس تماس‌های تلفنی بیماران متقاضی تعیین وقت، تعیین می‌شود. ویژگی‌های اصلی که بیماران به وسیله آنها توصیف می‌شوند عبارتند از گروه تشخیصی، ترجیح آنها برای مراجعه به یک ارائه‌دهنده خاص، روند پی‌گیری آنان و احتمال عدم مراجعه بیمار. در این پژوهش بیماران بر اساس ویژگی‌های مختلف خود در ۹ گروه تعیین وقت، طبقه‌بندی شدند. سپس مسیر حرکت و توالی تعیین وقت هر یک از این گروه‌ها تعیین شد. هدف مطالعه ایجاد یک مدل شبیه‌سازی واقع‌گرایانه بود. به این منظور از داده‌های تاریخی دو سال گذشته بخش چشم پزشکی استفاده شد. در مدل مذکور، برای مقایسه راه حل‌هایی مختلف از چند شاخص مختلف عملکردی استفاده شد که عبارت بودند از زمان انتظار بیماران برای تعیین وقت، عملکرد درمانگاه در روزهای مختلف و نرخ بهره‌وری پزشکان برای هر گروه تعیین وقت. در نهایت راه حل‌های مختلف بر اساس این معیارها مورد مقایسه قرار گرفت و بهترین راه حل پیشنهاد گردید[۲۱]. برایان جون (Brian Jun)و همکاران در پژوهش دیگری یک مدل شبیه‌سازی برای حمایت از طراحی و توسعه شبکه پزشکان کوئستون (Queston) آزمایش، ساخته و اجرا نمودند. در مدل شبیه‌سازی عملکرد درمانگاه کوئستون و مرکز اطلاعات کوئستون گنجانده شده است. هدف اصلی این مطالعه شبیه‌سازی، طراحی یک وضعیت بهینه برای مواجهه بیمار ـ پزشک بود. به این منظور باید توان عملیاتی برای بیمار افزایش و هزینه بیماران کاهش یابد. مدلساز با همکاری چند پزشک متخصص، یک مدل درمانگاه فرضی طراحی نمود. در این مدل فضاها، گروه‌های مختلف نیروی انسانی و انواع گوناگون مراجعه کنندگان نیز معرفی و دسته بندی شدند. محققان برای طراحی مدل شبیه‌سازی یک فلوچارت از مسیر حرکت بیماران در درمانگاه تهیه کردند. سپس توزیع زمان‌های ارائه خدمت برای ارائه‌دهندگان مختلف و گروه‌های متفاوت مراجعان مورد بررسی قرار گرفت. در این مدل علاوه بر حرکت بیماران، حضور همراهان آنان نیز گنجانده شده بود. همراهان اگر چه از خدمات پزشکی استفاده نمی‌کنند، با این وجود فضای اتاق انتظار را اشغال می‌کنند و عدم توجه به آنان موجب طراحی نامناسب حجم اتاق انتظار می‌شود. آزمایش مدل کوئستون نشان داد که محیط درمانگاه، حساسیت زیادی به ترکیب بیماران و برنامه زمان‌بندی آنان دارد. بررسی مدل نشان داد که تحت شرایطی خاص، کاهش نیروی انسانی، تأثیر منفی بر توان عملیاتی برای بیماران یا افزایش اضافه کاری نیروی انسانی ندارد. تغییر ترکیب بیماران نیز بر بهره‌وری پزشکان و میزان ساعات اضافه‌کاری درمانگاه مؤثر است. آخرین آزمایش مدل به بررسی تأثیر تغییر برنامه زمان‌بندی گروه بیماران مزمن بود نتایج نشان داد که توزیع مناسب این بیماران در بین شیفت صبح و بعدازظهر موجب کاهش ساعات اضافه کاری درمانگاه می‌شود[۲].

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.16807626.1387.7.2.7.3]

برنامه ریزی و دسترسی منابع

اکثر مطالعات شبیه‌سازی که برای تنظیم عملکرد درمانگاه‌های سرپایی انجام گرفته است، برنامه زمان‌بندی بیماران را مورد توجه قرار داده‌اند، ولی برخی از مطالعات به جنبه مخالف قضیه توجه کرده‌اند. در حقیقت برخی از سیستم‌ها که نمی‌توانند نرخ ورودی‌های خود را تغییر دهند، باید منابع خود را طبق نرخ ورودی‌ها تنظیم کنند. مطالعات شبیه‌سازی مختلفی برای تعیین حجم نیروی انسانی و سایر منابع مورد نیاز در واحدهای مختلف ارائه خدمات بهداشتی و درمانی انجام گرفته است.

در یک مطالعه شبیه‌سازی که به وسیله بدری و هولینگز ورث (M. Badria and J. Hollingsworth)، در بخش اورژانس بیمارستان رشید در امارات متحده عربی انجام گرفت، تأثیر استراتژی‌های مختلف برنامه‌ریزی نیروی انسانی و تغییر الگوی تقاضای بیماران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که حذف یک یا چند پزشک در هر نوبت کاری، تأثیر منفی بر عملکرد بخش اورژانس نمی‌گذارد. به شرط آن که بخش اورژانس به بیماران غیر اورژانسی خدمت ارائه نکند[۲۲].

گونزالز (M. Gonzalez) و همکاران در پژوهشی، یک مدل شبیه‌سازی از یک بخش اورژانس تهیه کردند. پژوهشگران با تغییر تعداد نیروی انسانی، نرخ ورود و زمان ارائه خدمات تجهیزات تشخیصی، هشت سناریوی مختلف را شبیه‌سازی و اجرا کردند. آنان در پایان مطالعه توصیه کردند که نرخ ورود بیماران نباید از ۱۲ بیمار در ساعت تجاوز نماید. علاوه بر آن توصیه نمودند که سرمایه‌گذاری در منابع انسانی مؤثرتر از خرید تجهیزات جدید است[۲۳].

البته باید توجه داشت که این نتایج بر اساس وضعیت اولیه سیستم مورد بررسی ارائه شده است و در همه شرایط قابل اجرا نیست. به همین دلیل در برخی مطالعات شبیه‌سازی پیشنهاد شده است که کاهش در نیروی انسانی در صورت خرید تجهیزات بهتر موجب افزایش کارآیی مرکز می‌شود[۲].

در مطالعه دیگری جیمز سوئیشر و همکارانش یک مدل شبیه‌سازی از یک درمانگاه سرپایی طراحی کردند. شاخص‌های خروجی مانند توان عملیاتی برای بیماران، زمان انتظار بیماران، بهره‌وری نیروی انسانی و میانگین تأخیر و اضافه‌کاری درمانگاه برای سناریوهای مختلف، که ترکیبی از تعداد اتاق‌های معاینه و تعداد کارکنان مختلف بود، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی نشان داد که اضافه کردن یک کارمند ستادی اثر قابل ملاحظه‌ای بر شاخص‌های خروجی دارد[۱۵].

در مطالعه دیگری که توسط لیزا پاتویواتسیری (Lisa Patvivatsiri) با هدف تعیین یک استراتژی مناسب برای تعیین کادر پرستاری مورد نیاز بخش‌های آی‌سی‌یو و سی‌سی‌یو بیمارستان یورک (York Hospital) در پنسیلوانیا انجام گرفت، تلاش گردید تا با اصلاح تعداد و ترکیب پرستاران، زمان انتظار بیماران در یک محدوده قابل قبول نگه داشته شود. به این منظور، فعالیت بخش اورژانس بیمارستان یورک شبیه‌سازی گردید. پس از طراحی مدل، تأثیر استراتژی‌های مختلف نیروی انسانی بر سیستم، مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت بهترین طرح نیروی انسانی بر اساس خروجی‌های مدل شبیه‌سازی و ارزیابی زمان انتظار بیماران انتخاب گردید. در این مطالعه بیماران از نظر وخیم بودن بیماری به ۵ گروه تقسیم شدند و زمان انتظار بیماران برای هر پنج گروه محاسبه گردید. در نهایت با بررسی طرح‌های مختلف مشخص شد که گلوگاه سیستم محوطه تریاژ است و با اضافه کردن یک پرستار تریاژ، زمان انتظار بیماران در گروه‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب ۱۹/۲۷، ۱۹/۳۶، ۳۹/۳۷، ۴۸/۵۵ و ۴۶/۴۶ درصد کاهش می‌یابد[۲۴]. در پژوهش دیگری که به وسیله کوتز و میشالیز (L. T. G. Coats and S. Michalis) با هدف مدلسازی مسیر حرکت بیماران در یک بخش اورژانس و سوانح و نیز کاهش زمان انتظار بیماران انجام گرفت، مسیر حرکت بیماران در بخش اورژانس مورد بررسی قرار گرفت و دیاگرام آن ترسیم شد. الگوی ورود بیماران و تعداد اولویت‌های هر گروه از مستندات گذشته استخراج شد. زمان هر فعالیت بر اساس فعالیت نیروی انسانی بخش اورژانس به دست آمد. با استفاده از شبیه‌سازی وقایع گسسته، یک مدل از زمان جریان حرکت واقعی بیماران تهیه شد. این مدل با استفاده از داده‌های زمان انتظار بیماران اعتبارسنجی شد و برای نشان دادن زمان انتظار واقعی بهینه گردید. سپس دو الگوی مختلف زمان‌بندی شیفت کار مورد استفاده قرار گرفت. در الگوی اول، زمان شروع شیفت سه ساعت زودتر از زمان فعلی و در الگوی دوم زمان شروع شیفت سه ساعت دیرتر از زمان فعلی در نظر گرفته شد. مدل با ایجاد این تغییرات اجرا گردید و نتایج این تغییرات در زمان انتظار بیماران ثبت شد. نتایج نشان داد که شروع زودتر شیفت کاری، موجب کاهش زمان انتظار بیماران می‌شود، زیرا این الگو بیشتر از سایرین با زمان ورود بیماران مطابقت داشت[۲۵].

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.16807626.1387.7.2.7.3]

پدرام سندی (Pedram Sendi) و همکاران در پژوهش دیگری که با هدف بهینه‌سازی عملکرد یک بخش سرپایی فرضی انجام گرفت، ترکیب بهینه نیروی انسانی مورد نیاز این بخش را به وسیله شبیه‌سازی گسسته اندازه‌گیری نمودند. در این درمانگاه دستیاران پزشکی، تحت نظارت پزشکان ارشد فعالیت می‌کنند و مرکز، همزمان وظایف آموزش و ارائه خدمت را انجام می‌دهد. مدل طراحی شده، ارتباط متقابل بین دستیاران و پزشک ارشد را در یک درمانگاه فرضی نشان می‌دهد. دستیاران نوآموز، زمان بیشتری را با پزشک ارشد می‌گذرانند و دستیاران باتجربه به زمان کمتری نیاز دارند. دستیار در زمان معاینه بیمار ممکن است از پزشک ارشد کمک بخواهد. زمانی که تمام پزشکان ارشد مشغول هستند، دستیاری که به توصیه‌های تخصصی نیاز دارد، باید صبر کند تا یک پزشک ارشد کار خود را به پایان برساند. پژوهشگران در این مدل فرض کرده‌اند که دستیاران باتجربه برای درمان ۱/۳ بیماران از پزشک ارشد کمک می‌گیرند. دستیاران، پس از معاینه یک بیمار با یک وقفه بیمار بعدی را می‌بینند. این وقفه برای کسب آمادگی به منظور پذیرش بیمار بعدی است. این وقفه برای دستیاران نوآموز بیشتر است. در مطالعه، دو حالت برای ترکیب دستیاران و ده حالت برای پزشکان ارشد در نظر گرفته شده بود. نتایج شبیه‌سازی نشان داد که در یک واحد درمان سرپایی، برای دستیابی به حداقل سطح عملکرد (۴۳-۴۲ بیمار در ۵ ساعت) به ازای هر ۱۰ دستیار، حداقل ۲ پزشک ارشد باید حضور داشته باشند. اگر تعداد پزشکان ارشد به ۳ نفر افزایش یابد، عملکرد بخش سرپایی به تبعیت از آن افزایش خواهد یافت (۵۶-۴۹ بیمار در ۵ ساعت). افزایش تعداد پزشکان ارشد به ۴ نفر، عملکرد بخش سرپایی را زیاد تحت تأثیر قرار نمی‌دهد (۵۷-۵۰ بیمار در هر دوره ۵ ساعته). البته پژوهشگران عقیده داشتند این مدل، تعداد پزشکان را کمتر از حد نیاز برآورد می کند. زیرا در مدل برای پزشک فقط وظیفه ارائه خدمات بالینی در نظر گرفته شده است، ولی پزشکان ارشد در واقع، فعالیت‌های آموزش و پژوهش را نیز در این مراکز بر عهده دارند[۲۶].

مارک ونگ (Mark Weng) و علی هوشمند در سال ۱۹۹۹ پژوهشی انجام دادند. در این مطالعه پژوهشگران عملکرد یک درمانگاه سرپایی را با هدف بررسی چند شاخص عملکردی که از مطالعات موجود استخراج شده بود، شبیه‌سازی کردند. درمانگاه مورد نظر یک درمانگاه سرپایی وابسته به یک بیمارستان محلی (Local Hospital) بود. مراجعین این بیمارستان به دو گروه عمده خدمات اورژانس و خدمات حاد تقسیم بندی می‌شدند و اکثر بیماران اورژانس به بخش خدمات اورژانس بیمارستان فرستاده می‌شدند. علاوه بر آن بیماران از جنبه دیگر نیز به دو دسته بیماران جدید و موارد پی‌گیری تقسیم می‌شدند. فلوچارت مسیر حرکت بیماران طراحی شد. اطلاعات جمع‌آوری شده به وسیله مهندسان در یک دوره دو ماهه برای شبیه‌سازی مدل مورد استفاده قرار گرفت. این اطلاعات شامل زمان ورود، مسیر حرکت و زمان حرکت بیمار در قسمت‌های مختلف درمانگاه بود.

در راستای طراحی مدل، اطلاعاتی نیز در زمینه هزینه‌های انجام شده برای معاینه و درمان بیماران مراجعه کننده در سال مالی ۱۹۹۸ (۱۶۱۸۸نفر) از مدارک مربوطه جمع‌آوری گردید. پژوهشگران پیش از شروع مدلسازی، لیستی از فرضیات مدلسازی تهیه کردند و در اختیار گروه مدیریت قرار دادند. برای مدلسازی ابتدا توزیع متغیرهای ورودی که عبارت بودند از زمان‌های ارائه خدمت در ایستگاه‌های مختلف، تعیین گردید. یک مدل فرعی نیز برای نشان دادن مسیر مالی در سیستم طراحی شد که هزینه هر ساعت ارائه خدمت را برای خدمات گوناگون برآورد می‌کرد. گروه مدیریت مایل بودند توان عملیاتی برای بیماران به حداکثر برسد و کل زمان حضور آنان در سیستم کاهش یابد. محققان نیز برای دستیابی به این منظور با تغییر ترکیب و تعداد دستیاران، سه سناریوی مختلف را اجرا و نتایج آن را با هم مقایسه کردند. در سناریوی اول فقط ۸ دستیار سال دوم، در سناریوی دوم فقط ۶ دستیار سال دوم و در سناریوی سوم فقط ۸ دستیار سال اول در نظر گرفته شده بود. از هر سناریو ۶۰ نسخه شبیه‌سازی اجرا شد. بررسی‌های آماری نشان داد سناریوی دوم بهتر از بقیه است. بررسی شاخص‌های مدل مالی نیز نشان داد که استفاده از ۶ دستیار سال دوم و ۲ دستیار پزشک به نحو مطلوبی اهداف مطالعه را تأمین می‌کند[۲۷].

در پژوهش دیگری که به وسیله سما البلی و پلانیاپا کریشنان (Sema Elbeyli and Palaniappa Krishnan) درسال ۲۰۰۰ انجام گرفت، یک مدل شبیه‌سازی از مسیر حرکت کلی بیماران بستری در یک بیمارستان در ناحیه ساحل شرقی ارائه گردید. مسیر حرکت بیماران در بخش اورژانس و سایر قسمت‌های بیمارستان طراحی گردید. این مطالعه بر تعیین گلوگاه‌های مسیرحرکت بیماران سرپایی مانند جراحی، آی‌سی‌یو و ... متمرکز شده است. گلوگاه‌ها عامل طولانی شدن زمان انتظار بیماران پذیرفته شده در

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.16807626.1387.7.2.7.3]

اورژانس هستند. در این مطالعه اورژانس و سایر بخش‌های بیمارستان به عنوان مکان و بیماران به عنوان موجودیت در نظر گرفته شده‌اند. سپس مسیر حرکت بیماران در بخش اورژانس و سایر قسمت‌های بیمارستان طراحی گردید.

داده‌های مورد نیاز برای طراحی مدل با استفاده از پایگاه داده‌های سیستم اطلاعاتی بیمارستان تعیین گردید. پس از این مرحله فعالیت مدلسازی آغاز گردید. برای تعیین روایی و اعتبار مدل پویانمایی رایانه‌ای، مسیر حرکت بیماران و رفتار مدل به مسؤولین واحدها ارائه شد و مورد بحث قرار گرفت. مدل شبیه‌سازی ده نسخه اجرا شد. شاخص عملکرد و میانگین زمان انتظار بیماران اورژانس برای بستری در بخش‌ها به دست آمده از اجرای مدل با نتایج واقعی به دست آمده از داده‌ها مقایسه شد که هیستوگرام هر دو داده شکل مشابهی داشت. برای ارزیابی تأثیر دسترسی به تخت در میانگین زمان انتظار بیماران اورژانس برای پذیرش در بخش‌های بستری، سناریوهای مختلفی اجرا شد و نتایج هر یک از این سناریوها با مدل اولیه مقایسه گردید. نتایج مطالعه نشان داد که اضافه کردن ۱۰ تخت به بخش‌های اورژانس و ۴۹ تخت به بخش‌های داخلی، جراحی، ارتوپدی و انکولوژی بیشتر از سایر سناریوها موجب کاهش شاخص عملکرد مورد نظر می‌شود[۲۸].

فرآیندهای ارائه خدمت

در برخی از مطالعات تلاش گردیده است بدون تغییر در ورودی‌های سیستم ارائه خدمت و تنها با تغییر فرآیندهای ارائه خدمت، خروجی‌های سیستم را به سطح مطلوب نزدیک‌تر سازند. از جمله این مطالعات، پژوهش‌هایی است که با هدف تغییر قوانین و مسیر حرکت بیماران انجام گرفته است. شبیه‌سازی با فراهم آوردن امکان آزمایش راه حل‌های مختلف، شرایط بی‌نظیری را برای این گونه مطالعات فراهم می‌کند[۲]. در مطالعه‌ای گارسیا (M. L. Garsia) و همکاران، تأثیر استفاده از یک مسیر سریع‌السیر برای کاهش زمان انتظار بیمارانی که اولویت کمتری دارند و به بخش اورژانس مراجعه می‌کنند را مورد بررسی قرار دادند. اولویت بندی بیماران بخش اورژانس بر اساس میزان وخامت وضع بیماران انجام می‌گیرد. به همین دلیل بیمارانی که دچار صدمات جزئی شده‌اند، باید مدت بسیار طولانی برای دریافت خدمات منتظر بمانند، لذا طراحی یک مسیر جداگانه با حداقل منابع برای این بیماران زمان انتظار بیماران را تا حد زیادی کاهش خواهد داد[۲۹]. کرتلند (A. Kirtaland) و همکاران در مطالعه‌ای دیگر، یازده متغیر را برای ارتقاء جریان حرکت بیماران در یک بخش اورژانس مورد بررسی قرار دادند. پژوهشگران در نهایت سه متغیر را انتخاب نمودند که استفاده همزمان از آنها موجب کاهش ۳۸ دقیقه‌ای در زمان انتظار بیماران می‌شد. این متغیرها عبارت بودند از:

- استفاده از مسیر سریع‌السیر برای درمان‌های جزئی
- قراردادن بیماران در محوطه درمان به جای فرستادن آنها به اتاق انتظار
- استفاده از روش بیمارستانی Point-of care lab testing [۳۰].

ادواردز(R. Edwards) و همکاران در مطالعه دیگری نتایج شبیه‌سازی در دو درمانگاه با سیستم‌های صف بندی مختلف را مورد بررسی قرار دادند: پردازش سریال و پردازش نیمه موازی. در پردازش سریال، بیماران در یک صف به انتظار می‌ایستادند، ولی در پردازش نیمه موازی، بیماران به صف‌های کوتاه‌تری هدایت می‌شدند. آنان نشان دادند که در حالت نیمه موازی، زمان انتظار بیماران تا ۳۰ درصد کاهش می‌یابد[۳۱].

پاردو و کاگنتا (J. Pardue and A. Cognetta) در مطالعه دیگری از شبیه‌سازی برای تغییر فرآیند درمان بیماران استفاده نمودند. هدف مطالعه، تغییر روش درمان سرطان پوست در یک درمانگاه بود. برای شبیه‌سازی این مدل، از نرم‌افزار Slam استفاده شد. نتایج مدل نشان داد که اگر سه مرحله از کل چهار مرحله درمان در یک ویزیت انجام شود، هزینه کار کاهش خواهد یافت و رضایت بیماران نیز افزایش می‌یابد[۳۲].

مطالعه دیگری در سال ۲۰۰۵ به وسیله کای آبی و همکاران (Kay Aaby)، با هدف شبیه‌سازی درمانگاه واکسیناسیون گروهی جامعه طراحی و اجرا گردید. واکسیناسیون گروهی جامعه در موارد بروز اپیدمی در جامعه که اکثر جمعیت نیاز به واکسیناسیون دارند ضرورت می‌یابد. شاخص‌هایی مانند ظرفیت هر درمانگاه و مدت زمان انجام واکسیناسیون هر بیمار بر عملکرد کلی واکسیناسیون و کل تعداد پذیرفته شده در روز مؤثر است. برای طراحی مدل عملیات واکسیناسیون به طور آزمایشی با حضور ۱۵۲ نفر از کارکنان بهداشتی و درمانی به عنوان ارائه دهندگان خدمت و حدود ۵۳۰ نفر از کارکنان بهداشتی و درمانی و خانواده‌های آنان به همراه تعدادی سالمند، کودک و معلولین حرکتی به عنوان گیرندگان خدمات از ساعت ۱۲/۵ تا ۳ بعدازظهر اجرا شد. مسیر حرکت

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.16807626.1387.7.2.7.3]

بیماران برای دریافت واکسن بر اساس این سیستم آزمایشی طراحی گردید و داده‌های مورد نیاز برای طراحی مدل شبیه‌سازی جمع‌آوری گردید. در این مطالعه برای شبیه‌سازی از نرم‌افزار Arena استفاده شده است. مدل برای نشان دادن حرکت بیماران در کلینیک از پویانمایی استفاده نموده است. برای تعیین اعتبار فرآیند مدل شبیه‌سازی، توزیع زمان‌های ارائه خدمت به دست آمده از مدل با نتایج واقعی مقایسه شد و نتایج بررسی این دو گروه داده‌ها نشان داد که شاخص‌ها و زمان انتظار سیستم اصلی و مدل شبیه‌سازی مشابه هستند. پس از طراحی مدل، سناریوهای مختلفی به منظور افزایش ظرفیت درمانگاه طراحی گردید. دو سناریوی انتخاب شده که موجب تغییر جریان فعلی مسیر حرکت بیماران شد، عبارت بودند از: استفاده از سیستم سالن اجتماعات برای افزایش ظرفیت کلاس‌ها و ادغام کردن دو مرحله غربالگری و واکسیناسیون و انتقال نیروی انسانی بخش واکسیناسیون به واحد غربالگری[۳۳].

بحث و نتیجه گیری

در این مقاله مستندات و پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه شبیه‌سازی سیستم‌های بهداشتی و درمانی خصوصاً سیستم‌های درمان سرپایی مورد بررسی قرار گرفته است. به منظور جمع‌بندی و طبقه‌بندی مقالات از دیدگاه سیستمی بهره گرفته شده است. در این دیدگاه، تمامی مطالعات شبیه‌سازی بر اساس کانون ایجاد تغییر در سیستم به سه گروه عمده طبقه‌بندی می‌شوند که عبارتند از: تغییر در الگو و ترکیب ورود گیرندگان خدمت، تغییر در ترکیب و تعداد منابع ارائه خدمت و تغییر در فرآیندهای ارائه خدمت. نکته قابل توجهی که نقش مهمی در شکل‌گیری و روند فعالیت مطالعات شبیه‌سازی بر عهده دارد، هدف مطالعه شبیه‌سازی است. هدف این‌گونه مطالعات از تعیین وضع موجود سیستم تا مقایسه تأثیر سیاست‌های مختلف بر عملکرد سیستم متفاوت است. در اکثر مطالعات، تلاش گردیده است از شبیه‌سازی به عنوان ابزاری برای ایجاد تغییر و ارتقاء عملکرد سیستم مورد بررسی استفاده گردد. در جهانی که تلاش در جهت ارتقاء عملکرد سیستم‌ها بسیار مورد توجه قرار دارد، استفاده از شبیه‌سازی می‌تواند نقطه عطفی در روش‌های معمول ارتقا عملکرد سیستم که از رویکردهای کیفی استفاده می‌کنند باشد. تکنیک شبیه‌سازی شواهد کمّی قابل مقایسه‌ای را ارائه می‌دهد که منجر به انتخاب آگاهانه یک رویکرد از بین مجموعه‌ای از روش‌های ارتقاء سیستم می‌شود. یکی از اهداف پژوهشگران از طراحی مدل شبیه‌سازی مقایسه تأثیر سیاست‌های مختلف بر عملکرد سیستم است. این مقایسه بر پایه معیارها و شاخص‌هایی که در مطالعه تعریف شده است صورت می‌گیرد. در هر مطالعه معیارها به گونه‌ای طراحی شده است تا اهداف پژوهش تأمین گردد. در مطالعات مورد بررسی با توجه به اهداف پژوهش، معیارهای مختلفی به این منظور در نظر گرفته شده بود که عبارت بودند از: زمان انتظار بیماران، طول صف، آمد و شد بیماران (Patients throughput)، بهره‌وری نیروی انسانی و سایر منابع، زمان بی‌کاری نیروی انسانی و سایر منابع و ساعات اضافه‌کاری مرکز ارائه خدمت برای پاسخگویی به بیماران پذیرش شده. بررسی شاخص‌های مورد استفاده در این مطالعات حاکی از آن بود که این شاخص‌ها از مطالعات انجام گرفته در بخش‌های صنعتی به بخش بهداشت و درمان تسرّی پیدا کرده است و خاص بخش بهداشت و درمان نیستند. به نظر می‌رسد انجام مطالعاتی برای شناسایی شاخص‌ها و استانداردهای بخش‌های مختلف نظام ارائه خدمات بهداشتی و درمانی و تلاش در جهت طبقه‌بندی این شاخص‌ها و طراحی شاخص‌های مرکب با استفاده از چند شاخص عملکرد و توجه به دقت و تعادل شاخص‌ها نقش مؤثری در بهبود اثربخشی نتایج مطالعات شبیه‌سازی در بخش بهداشت و درمان ایفا خواهد کرد. جمع‌آوری داده‌ها بخش مهمی از یک مطالعه شبیه‌سازی است. زیرا روش و دقت جمع‌آوری داده‌ها بر اعتبار مطالعه و نتایج به‌دست آمده از شبیه‌سازی تأثیر زیادی دارد. پژوهشگران در مطالعات خود برای جمع‌آوری داده‌ها از تکنیک‌هایی مانند مشاهده، مصاحبه با افراد خبره، چک لیست، مرور مستندات و بهره‌گیری از داده‌های موجود در سیستم اطلاعات مراکز بهره گرفته بودند. با وجود محسنات بهره‌گیری از داده‌های واقعی برای طراحی مطالعات شبیه‌سازی، برخی از پژوهشگران به دلیل هزینه و زمان مورد نیاز برای دسترسی به داده‌های سیستم، مشکلات دسترسی و اهداف مطالعه از داده‌های تخمینی استفاده کرده بودند. این مسأله با وجود آن که از اعتبار نتایج مطالعه می‌کاهد، ولی نشان می‌دهد که پژوهشگران باید در ابتدای مطالعه برآورد اولیه‌ای از هزینه‌های جمع‌آوری اطلاعات داشته باشند و با توجه به اهداف مطالعه میزان دقت داده‌های مورد نیاز را تعیین نمایند. زیرا جمع‌آوری داده‌ها یکی از اجزاء پرهزینه و وقت‌گیر مطالعه شبیه‌سازی است. عدم وجود یا ضعف طراحی سیستم‌های اطلاعاتی مناسب در سیستم‌های

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.16807626.1387.7.2.7.3]

بهداشتی و درمانی به مشکلات موجود در این زمینه دامن می‌زنند. به همین دلیل تلاش در جهت استقرار یک سیستم اطلاعاتی مناسب و یکپارچه، نقش مؤثری در سهولت اجرا و افزایش دقت نتایج مطالعات شبیه‌سازی ایفا می‌کند. اکثر مطالعات شبیه‌سازی انجام گرفته در بخش بهداشت و درمان در یک سیستم خاص صورت گرفته است و قابلیت تعمیم به سیستم‌های دیگر را ندارد. با وجود آن که این نکته یکی از ویژگی‌های مطالعات شبیه‌سازی است، ولی انجام مطالعاتی برای شناسایی حیطه گسترده‌تری از عوامل مؤثر بر سیستم‌های بهداشتی و درمانی و تلاش برای طبقه‌بندی سیستم‌های ارائه خدمت، نقش مهمی در افزایش قدرت تعمیم مطالعات انجام گرفته خواهد داشت. نکته بسیار مهم در طراحی مطالعات علاوه بر توجه به ساختار مطالعه شبیه‌سازی، توجه به قابلیت اجرای نتایج پژوهش است. در مطالعات انجام گرفته تلاش گردیده بود با سهیم کردن مدیران و ارائه دهندگان خدمات در مطالعه، این مسأله رفع شود. با بررسی مقالات منتشر شده در این زمینه مشخص گردید که مشارکت افراد ذی‌نفع در مطالعه، نه تنها قابلیت پذیرش نتایج طرح را افزایش می‌دهد، بلکه به طراحی یک ساختار منطقی برای مطالعه و دقت داده‌های مورد استفاده و در نتیجه دستیابی به نتایج دقیق‌تر کمک می‌کند. در این راستا پیشنهاد می‌گردد زمینه‌های مشارکت و نحوه حضور افراد ذی‌نفع (مدیران، تصمیم‌گیران و ارائه‌دهندگان خدمات سیستم مورد نظر) در بیان مسأله و طراحی مطالعه شبیه‌سازی پیش از شروع مطالعه به طور کامل شناسایی و مورد توجه قرار گیرد.

امروزه علی‌رغم مطالعات انجام شده در زمینه شبیه‌سازی بخش بهداشت و درمان در سایر کشورها، پژوهش‌های قابل توجهی در این زمینه در داخل کشور صورت نگرفته است. با توجه به اختلافات موجود در سیستم‌های بهداشت و درمان در کشورهای گوناگون، انجام مطالعات مشابه در کشور ضروری به نظر می‌رسد.

منابع

1- Taylor S, Kuljis J. Simulation in Healthcare Management: Modeling an Outpatient Clinic. Winter Simulation Conference, 2003

2- Jun HJ. A Visual Simulation Life-Cycle of the Queston Physician Network, Jacobson SH, Balci O .Virginia Polytechnic Institute and State University, 1999

3- Eldabi T, Paul RJ. A proposed Approach for Modeling Healthcare Systems for Understanding. Winter Simulation Conference, 2001

۴- بنکس جری، کارسن جان، شبیه‌سازی سیستم‌های گسسته ـ پیشامد، ترجمه محلوجی هاشم، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ۱۳۷۶

5- ProModel User Manual, http: //www.ProModel.com

6- Robinson S. Simulation: the practice of model development and use. John Wiley & Sons, 2004

7- Vissers JM. Healthcare management modeling: a process perspective. Health Care Management Science 1998; 1: 77-85

8- Barnes CD, Joaquin LQ, Benson C, McGuiness D. Success Stories in Simulation in Health Care. Winter Simulation Conference, 1997

9- Tugha C, Emre V. Outpatient Scheduling in Health Care: A Review of literature. Production and Operations Management, winter 2003

10- Erdem HI, Demirel T, Onut S. An Efficient Appointment System Design for Outpatient Clinic Using Computer Simulation. http:// www .scs .org / Scsarchive /get doc. cfmid =1781

11- Sanchez SM, Ferrin DM, Ogazon T, Sepúlveda JA. Emerging Issues in Health Care Simulation.Winter Simulation Conference, 2000

۱۲- استونر جیمز ای اف آر، ادوارد فری من، دانیل آر گیلبرت، مدیریت، ترجمه پارسائیان علی، اعرابی سید محمد، انتشارات دفتر پژوهشهای فرهنگی، تهران، ۱۳۷۹

۱۳- آصف زاده سعید، مدیریت و برنامه ریزی بهداشت و درمان، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۶۹

14- Lagergren M. What is the role of contribution of models to management and research in the health services? A view from Europe. European Journal of Operational Research 1998; 105: 257-66

15- Swisher JR, Jun B, Jacobson SH, Balci O. Simulation of the Queston Physician Network. Winter Simulation Conference, 1997

16- Myles S. Queuing Theory Applied to Outpatient Waiting Lists, 2002. Http: // WebPages. accs. Ttu. edu / stmyles / ie5312 / queueing litsurvey

17- Cox TF, Birchall JF, Wong H. Optimising the queuing system for an ear, nose and throat outpatient clinic. Journal of Applied Statistics 1985; 12: 113-26

18- Bailey NTJ. A study of queues and appointment systems in hospital outpatient departments, with special reference to waiting times. Journal of Royal State Society 1952; 14: 85-199

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.16807626.1387.7.2.7.3]

19- Huarng F, Lee MH. Using simulation in outpatient queues: a case study. International Journal of Health Care Quality Assurance 1996; 9: 21-25

20- Su SYI, Shih Chung-Liang. Managing a mixed-registration type appointment system in outpatient clinics. International Journal of Medical Informatics 2003; 70: 31-40

21- Guo M, Wagner M,West C. Outpatient Clinic Scheduling: A Simulation Approach. Winter Simulation Conference, 2004

22- Badri M, Hollingsworth J. A simulation model for scheduling in the emergency room. International Journal of Operations and Production Management 1993; 13: 13-24

23- Gonzalez BG, Perez PB. Evaluation of alternative functional designs in an emergency department by means of simulation. Simulation 1994; 63: 20-28

24- Patvivatsiri L. A simulation-Based Approach for Optimal Nurse Scheduling in an Emergency Department. Koelling CP, Taaffe MR, Fraticell. BMP. Virginia Polytechnic Institute and State University, 2003

25- Coats TJ, Michalis S. Mathematical modeling of patient flow through an accident and emergency department. Emergency Medicine Journal 2001; 18: 190-92

26- Sendi P, Maiwen JA, Battegay M. Optimising the performance of an outpatient setting. Swiss Medical Weekly 2004; 134: 44-49

27- Weng ML, Houshmand AA. Health Care Simulation: A Case Study at a Local Clinic, Winter Simulation Conference 1999

28- Elbeyli S, Krishnan P. In – Patient Flow Analysis Using Pro Model Simulation Package. FREC Staff Paper, University of Delaware, Nov 2000. http://www. Udel. Edu/FREC /PUBS/SPOO -02.Pdf

29- Garcia ML, Centeno MA, Rivera C, De Cario N. Reducing Time in an Emergency Room Via a Fast-Track. Winter Simulation Conference, 1995

30- Kirtland A, lockwood J, Poisker K, Stamp L,Wolf P . Simulating an Emergency Department is as Much Fun As. Winter Simulation Conference, 1995

31- Edwards R, Clague J, Barlow J, Clark M, Reed P, Rada R. Operations research survey and computer simulation of waiting time in two medical outpatient clinic structures. Health Care Analysis 1994; 2: 164-69

32- Pardue J, Cognetta A. A system Analysis and Model of Real- Time Skin Cancer Treatment", Winter Simulation Conference, 1995

33- Aaby K, Herrmann JW, Jordan C, Treadwell M, Wood K. Improving Mass Vaccination Clinic Operations. http: //www . isr. Umd. edu / labs / CIM /projects clinic / ICHss, 2005

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.16807626.1387.7.2.7.3]