

کاربرد شبیه‌سازی در لجستیک بیمارستان

ندا رسولی^{۱*}، پگاه شایانی‌مهر^۲

دانشگاه خوارزمی تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۷/۱۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۱/۱۵

چکیده

در مدیریت بیمارستان باید به فکر افزایش کیفیت و کاهش هزینه‌ها بود، درحالی‌که محدودیت‌هایی در منابع وجود دارد. برای تخصیص بهینه منابع و مدیریت زمان‌بندی در اجرای بسیاری از فرآیندهای مراقبت-سلامت فناوری‌های جدیدی به نام شبیه‌سازی توسعه یافته است و پیشرفت‌های فراوانی برای ایجاد نمایه‌های واقع‌گرایانه داشته است. این شبیه‌سازی‌ها می‌توانند برای تسهیل درک بهتر موقعیت‌های مختلف و گلوگاه‌های سیستم، آموزش هماهنگی در لجستیک، فرآیندهای تصمیم‌گیری و جنبه‌های طراحی سیستم مراقبت‌های بهداشتی استفاده شوند. در این پژوهش به بررسی انواع مدل‌های شبیه‌سازی و کاربردهای آنها در مدیریت سیستم‌های بیمارستان پرداخته شده و به شرح مدل‌های شبیه‌سازی که می‌تواند برای آموزش افراد در هماهنگی لجستیک عملیاتی که روزانه انجام می‌شود مفید باشد، ارائه شده است. بررسی انواع مختلف مدل‌های شبیه‌سازی در چندین مقاله کاربرد آنها را برای ساختن سناریوهای گوناگون برای حل انواع مسائلی که در مدیریت بیمارستانی وجود دارد را برای جلسات آموزشی نشان می‌دهد. مطالعات گسترده در پژوهش‌های انجام شده شامل شبیه‌سازی لجستیک در زمینه سیستم‌های مراقبت-سلامت نشان‌دهنده رشد استفاده از تکنیک شبیه‌سازی در تنظیمات این سیستم‌ها است.

واژه‌های کلیدی: مدل شبیه‌سازی^۳، سلامت^۴، کیفیت^۵، شبیه‌سازی لجستیک^۶.

۱- مقدمه

تخصیص به موقع و درست منابع و پزشکان، مدیریت زمان‌بندی آنها را بسیار حائز اهمیت بکند. بسیاری از تصمیمات روزمره در مورد نحوه استفاده از منابع برای مراقبت از بیمار توسط افراد و شبکه‌هایی از افراد در زیرمجموعه‌های مختلف انجام می‌شود به این معنی که آنها زمان و اجرای بسیاری از مراحل مراقبت از چندین بیمار را مدیریت می‌کنند. تصمیمات آنها اغلب به قضاوت‌ها متصل می‌شوند که از دیدگاه‌های مختلفی از جمله شرایط پزشکی، منابع موجود و در دسترس و وضعیت فوری ترکیب می‌شوند؛ تصمیمات آنها همچنین برای دریافت اطلاعات برای درک بهتر وضعیت و مدیریت سهام و اهداف رقابتی نیز بستگی دارد [۳]. در مورد اینکه چگونه این اولویت‌بندی‌ها و مهارت‌های هماهنگی آموخته می‌شوند و چگونه افراد در حال انجام آنها مدل‌های ذهنی سیستم خود را ایجاد می‌کنند. از چه اطلاعات و راهبردهایی استفاده می‌کنند و کدام شیوه‌های کاری موفق‌ترین هستند، دانش کمی وجود دارد و بیشتر افرادی که مجموعه این وظایف هماهنگی را دارند باروش‌های غیرسیستمی این کار را انجام می‌دهند [۴]. شبیه‌سازی در مراقبت‌های بهداشتی به‌عنوان روشی برای

کیفیت و ایمنی در مراقبت‌های بهداشتی به تعاملات موفق بین تیم‌های مختلف، افراد و فرآیندهای پشتیبانی برای ایجاد منابع مناسب مانند دارو، تجهیزات پزشکی، اطلاعات و افرادی که در زمان مناسب در دسترس باشند، بستگی دارد [۱،۲]. علاوه بر این در بسیاری از تنظیمات مراقبت‌های بهداشتی، استفاده و تخصیص منابع باید اولویت‌بندی شوند تا امکان استفاده بیمار با بیشترین نیاز به یک منبع از دیدگاه پزشکی فراهم شود. از یک طرف جان انسان‌ها و از طرف دیگر بالا بودن هزینه‌ها باعث می‌شود که

*۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه خوارزمی تهران، نویسنده پاسخگو، پست الکترونیک: rasooli1991@yahoo.com، نشانی: خیابان شهید مفتاح - نرسیده به خیابان انقلاب - پلاک ۴۹ - دانشگاه خوارزمی

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه خوارزمی تهران، پست الکترونیک: pegah.shm1367@gmail.com

- 3- Simulation Modeling
- 4- Healthcare
- 5- Quality
- 6- Logistical Simulations

آموزش افراد و تیم‌ها برای درک بهتر موقعیت جریان بیمار و گلوگاه‌های سیستم شناخته شده است.

برای ایجاد یک شبیه‌سازی معنی‌دار برای آموزش مهارت‌های غیر فنی که در هماهنگی استفاده می‌شوند، [۵] نیاز به شبیه‌سازی چالش‌های لجستیک در یک سیستم است. برای حمایت از این توسعه، مهم است بدانید، چه نوع مشکلات لجستیکی می‌تواند با کدام یک از انواع شبیه‌سازی حل شود. لجستیک یکی از زمینه‌های در حال رشد در مدیریت سلامت است این روند از طریق تأثیرات مختلف اجتماعی هدایت می‌شود، رشد جمعیت و جامعه سالخورده در حال حاضر بر عملکرد سیستم‌های بهداشتی تأثیر می‌گذارد [۶،۷]. درحالی‌که لجستیک مراقبت‌های بهداشتی به روش‌های مختلفی توسط محققان تعریف شده است. زانگ^۱ و همکاران (۲۰۱۸) این مقوله را بدین‌گونه تعریف می‌کنند " اداره کردن عملیاتی برای تحویل مراقبت شامل خدمات پشتیبانی از منشأ تا دریافت‌کننده".

تمرکز بر دریافت‌کننده خدمات مراقبت‌های لجستیکی می‌تواند بیمار محور یا مواد محور باشد. لجستیک بیمار محور مربوط به جریان بیمار در میان سیستم مراقبت - سلامت است در این زمینه کیفیت ایمنی و کارایی خدمات برای بیماران کلیدی هستند. لجستیک مواد محور نیز به‌صورت ذخیره‌سازی و گردش کالاها و مواد مانند محصولات خون و دارو در داخل بیمارستان یا سیستم مراقبت سلامت تعریف می‌شود.

شبیه‌سازی کامپیوتری نقش مهمی را در حمایت عملیاتی از لجستیک مراقبت‌های بهداشتی ایفا می‌کند. به‌طور کلی شبیه‌سازی می‌تواند در طراحی سیستم‌های پیچیده اجتماعی - فنی مفید باشد [۸] و به‌عنوان یک فناوری نوآورانه برای اضافه کردن ظرفیت تحلیلی، شبیه‌سازی می‌تواند به عنوان یک آزمون متوسط در طراحی مجدد قوانین و ساختار سازمانی، مدیریت فرآیند گردش کار، عملکرد و اجتناب از خطاهای انسانی مورد استفاده قرار گیرد [۹،۱۰]. به‌طور خاص‌تر با توجه به نظر جان^۲ و همکاران شبیه‌سازی می‌تواند مزایایی مانند طراحی مجدد تأثیرگذار یا نوآورانه، درک عمیق‌تری از موانع و انگیزه‌های پذیرش و فراهم آوردن محیطی برای آزمایش تست معیار محصولات قبل از انتشار رسمی فراهم آورد. درحالی‌که تغییر یا بهبود سیستم‌های

واقعی ممکن است گران یا خطرناک باشد و ایجاد تعادل در تخصیص منابع یک مهارت غیرتخصصی برای متخصصان مراقبت‌های بهداشتی است، شبیه‌سازی با ارائه یک راه‌حل برای آموزش افراد برای مواجهه و حل مشکلات در یک محیط مجازی و قانع‌کننده می‌پردازد.

در اواخر دهه ۱۹۹۰، استفاده از شبیه‌سازی رویداد گسسته در مراقبت‌های بهداشتی به‌طور قابل توجهی افزایش یافت. امروزه، بسیاری از انواع چارچوب‌های شبیه‌سازی وجود دارد که شبیه‌سازی رویداد گسسته پویایی سیستم و شبیه‌سازی مبتنی بر عامل ابزار مورد استفاده برای مدل‌سازی تجزیه و تحلیل سیستم‌ها با توجه به منافع کاربران و تصمیم‌گیران برای وظایف خاص مشخص شده‌اند. شبیه‌سازی رویداد گسسته یک ابزار برای ارزیابی کارایی ساختارهای تحویل، پیش‌بینی تغییرات جریان بیمار و بررسی کارایی منابع در کارکنان است [۱۱].

سیستم دینامیک بر تأثیر ساختار و رفتار تمرکز دارد [۱۲] به‌جای پرداختن به سودهای شخصی سیستم دینامیک به‌طور معمول برای مشکلات سطح بالایی مانند تصمیم‌گیری‌های راهبردی، کنترل‌های مدیریتی با تغییرات در سیاست‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۳].

در این پژوهش با تمرکز بر شناسایی، معرفی و کاربردهای شبیه‌سازی در لجستیک مراقبت‌های بهداشتی و تصمیم‌گیری در سطوح مدیریتی پرداخته و به دنبال پاسخ به سؤال در حال حاضر چه نوع مدل‌های شبیه‌سازی در برخورد با مسائل مربوط به سیستم‌های مراقبت - سلامت یا بیمارستان مناسب است، پرداخته می‌شود.

۲- نگاه کلی به مقالات مروری در حوزه شبیه‌سازی سیستم‌های سلامت

جدول (۱) یک نمای کلی از ۳۷ مقاله مروری شامل موضوع بررسی، سال‌های تحت پوشش، تعداد مطالعات شناسایی شده ارائه می‌دهد. از سال ۲۰۱۰ به بعد، افزایش پژوهش‌ها و علاقه به مدل‌سازی شبیه‌سازی سیستم‌های مراقبت - سلامت، موضوع کلیدی است که از نمای کلی بررسی‌های انجام شده قابل مشاهده است.

ستون دوم جدول به بررسی محورها و موضوعات مورد استفاده از مدل‌سازی شبیه‌سازی در مقالات مروری پرداخته شده است. ستون سوم و چهارم جدول (۱) سال‌ها و تعداد پژوهش‌های پوشش داده شده در مطالعات را نشان می‌دهند.

1- Zhang
2- Jun

جدول (۱): شامل ۳۷ مقاله مروری

مقالات مروری	موضوع مرور	بازه زمانی بررسی شده	تعداد مقالات بررسی شده	طبقه‌بندی مقالات براساس ۳ معیار		
				استفاده از برنامه‌های کاربردی SM	استفاده از تکنیک‌های SM	استفاده از نرم‌افزارهای SM
Klein et al [۱۴]	بررسی مدل‌سازی شبیه‌سازی و تصمیم‌گیری در مورد مراقبت‌های بهداشتی	۱۹۹۲-۱۹۸۱	۹۳	✓		
Fone et al [۱۵]	بررسی سیستماتیک از استفاده و ارزش شبیه‌سازی کامپیوتری در سلامت جمعیت و ارائه مراقبت‌های بهداشتی	۱۹۹۹-۱۹۸۰	۱۸۲	✓		
White [۱۶]	بررسی منابع داده‌ها برای شبیه‌سازی جریان‌های بیمار در سیستم‌های تحویل مراقبت‌های بهداشتی	۲۰۰۴-۱۹۹۷	۳۵	✓		
Hoot et al [۱۷]	بازبینی بخش‌های اورژانس، اثرات و راه‌حل‌ها	۲۰۰۷-۱۹۹۷	۹۳	✓		
Sobolev et al [۱۸]	بررسی استفاده از مدل‌سازی شبیه‌سازی کامپیوتری جریان خون در مراقبت‌های جراحی	۲۰۰۷-۱۹۵۷	۳۴	✓		
Jack et al [۱۹]	بررسی مدیریت تقاضا، مدیریت ظرفیت و عملکرد در خدمات بهداشتی	۲۰۰۶-۱۹۸۶	۴۶۳	✓		
Brailsford et al [۲۰]	بررسی روش‌های مدل‌سازی تحقیق عملیاتی در مراقبت‌های بهداشتی	۲۰۰۷-۱۹۵۲	۳۴۲	✓	✓	
Mielczarek et al [۲۱]	بررسی روند اصلی در کاربرد مدل‌سازی شبیه‌سازی در مراقبت‌های بهداشتی	۲۰۰۶-۱۹۹۹	۱۶۸	✓	✓	✓
Paul et al [۲۲]	بررسی مطالعات شبیه‌سازی در مورد بخش‌های اضطراری در بخش مراقبت‌های بهداشتی، مهندسی سیستم، تحقیق عملیاتی و علوم رایانه‌ای.	۲۰۰۶-۱۹۷۰	۴۳	✓		
Mustafee et al [۲۳]	مقالات در زمینه شبیه‌سازی مراقبت‌های بهداشتی	۲۰۰۷-۱۹۷۰	۲۰۱	✓	✓	
Cardoen et al [۲۴]	بررسی تحقیقات عملیاتی در برنامه‌ریزی و زمان‌بندی اتاق عمل	۲۰۰۹-۱۹۵۰	۲۴۷	✓	✓	
Katsaliaki et al [۲۵]	بررسی برنامه‌های شبیه‌سازی در زمینه مراقبت‌های بهداشتی	۲۰۰۷-۱۹۷۰	۲۰۱	✓	✓	✓

مقالات مروری	موضوع مرور	بازه زمانی بررسی شده	تعداد مقالات بررسی شده	طبقه‌بندی مقالات براساس ۳ معیار		
				استفاده از برنامه‌های کاربردی SM	استفاده از تکنیک‌های SM	استفاده از نرم‌افزارهای SM
Guerriero et al [۲۶]	بررسی تحقیق عملیاتی در مدیریت تالار عمل	۲۰۱۰-۱۹۷۵	۴۸	✓	✓	
Günel et al [۲۷]	بررسی استفاده از شبیه‌سازی رویداد گسسته برای مدل‌سازی عملکرد در مراقبت‌های بهداشتی	۲۰۰۹-۱۹۶۵	۷۵	✓	✓	
Van Sambeek et al [۲۸]	بررسی مدل‌ها برای طراحی و کنترل جریان‌های بیمار در بخش‌ها در فرآیند بیمارستان	۲۰۰۶-۱۹۷۴	۶۸	✓	✓	
Fakhimi et al [۲۹]	بررسی روش‌های تحقیق عملیاتی در بخش بهداشت و درمان انگلستان	۲۰۱۱-۱۹۹۲	۷۰	✓	✓	✓
Hulshof et al [۳۰]	بررسی روش تحقیق عملیاتی و علم مدیریت در برنامه‌ریزی و کنترل ظرفیت منابع در مراقبت‌های بهداشتی	۲۰۱۲-۱۹۵۲	۴۶۲	✓	✓	
Van Lent et al [۳۱]	بررسی رابطه شبیه‌سازی و بهبود در بیمارستان‌ها	۲۰۰۸-۱۹۹۷	۸۹	✓	✓	
Beliën et al [۳۲]	بررسی موجودی و مدیریت زنجیره تأمین محصولات خون	۲۰۱۰-۱۹۶۶	۹۸	✓	✓	
Aboueljinnane et al [۳۳]	بررسی استفاده از شبیه‌سازی برای تجزیه و تحلیل و بهبود خدمات پزشکی اضطراری	۲۰۱۳-۱۹۶۹	۳۱	✓	✓	
Fakhimi et al [۳۴]	بررسی تحقیقات عملیاتی در مراقبت‌های بهداشتی انگلستان	۲۰۱۲-۲۰۰۰	۱۴۲	✓	✓	
Timbie et al [۳۵]	بررسی راهبردهای بهینه‌سازی مدیریت و تخصیص منابع کمیاب در حوادث جمعی	۲۰۱۱-۱۹۹۰	۷۴	✓	✓	
Pomey et al [۳۶]	بررسی فهم عوامل تعیین‌کننده مدیریت زمان انتظار برای کمک به تصمیم‌گیران و مدیران	۲۰۱۱-۱۹۹۰	۴۷	✓	✓	
Verbano et al., 2013 [۳۷]	بررسی ابزارها، شیوه‌ها و دستورالعمل‌ها را برای بهبود کیفیت و ایمنی بیماران در مراقبت‌های بهداشتی	۲۰۱۳-۲۰۰۴	۴۷	✓	✓	

مقالات مروری	موضوع مرور	بازه زمانی بررسی شده	تعداد مقالات بررسی شده	طبقه‌بندی مقالات براساس ۳ معیار		
				استفاده از برنامه‌های کاربردی SM	استفاده از تکنیک‌های SM	استفاده از نرم‌افزارهای SM
Lakshmi et al [۳۸]	بررسی کاربرد نظریه صف در مراقبت‌های بهداشتی	۲۰۱۱-۱۹۵۲	۱۴۱	✓	✓	
Mahdavi et al [۳۹]	بررسی مدل‌های عملیاتی عمومی در مدیریت عملیات خدمات بهداشتی و درمانی	۲۰۱۰-۱۹۹۰	۱۱۶	✓	✓	
Kammoun et Al [۴۰]	بررسی استفاده از شبیه‌سازی رویداد گسسته در مدیریت زنجیره تأمین بیمارستان	۲۰۱۳-۲۰۰۳	۳۳	✓	✓	
Carey et al [۴۱]	بررسی کاربرد علم سیستم و تفکر سیستم در سلامت عمومی	۲۰۱۵-۱۹۹۰	۱۱۷	✓	✓	
Atkinson et al [۴۲]	بررسی استفاده از مدل‌سازی سیستم دینامیک برای سیاست‌های بهداشتی	۲۰۱۳-۱۹۹۹	۶	✓	✓	
Baru et al [۴۳]	بررسی استفاده از تحقیق عملیاتی و مدل‌های شبیه‌سازی در مدیریت تخت بیمارستان	۲۰۱۳-۱۹۹۸	۲۱	✓	✓	✓
Isern et al [۴۴]	بررسی برنامه‌های عامل‌بنیان در حوزه مراقبت‌های بهداشتی	۲۰۱۴-۲۰۰۹	۹۷	✓	✓	
Gul et al [۴۵]	بررسی برنامه‌های شبیه‌سازی بخش اورژانس برای شرایط طبیعی و فاجعه	۲۰۱۳-۱۹۶۸	۱۰۶	✓	✓	✓
Vieira et al [۴۶]	روش‌های تحقیق عملیاتی برای بهینه‌سازی لجستیک در پرستودرمانی	۲۰۱۵-۲۰۰۰	۳۳	✓	✓	
Mielczarek [۴۷]	بررسی کاربرد روش‌های شبیه‌سازی در مراقبت‌های بهداشتی	۲۰۱۲-۱۹۹۹	۲۳۲	✓	✓	
Palmer et al [۴۸]	بررسی روش‌های تحقیق عملیاتی برای مدل‌سازی جریان بیمار	۲۰۱۶-۱۹۸۴	۵۳	✓		
Soh et al [۴۹]	استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی معتبر در خدمات جراحی در بیمارستان‌ها	۲۰۱۳-۲۰۰۲	۲۲	✓	✓	
Mohiuddin et al [۵۰]	بررسی روش‌های شبیه‌سازی و کمک‌های آنها برای تجزیه و تحلیل جریان خون در بخش‌های اورژانس انگلستان	۲۰۱۳-۲۰۰۰	۲۱	✓	✓	✓

علامت اختصاری: SM, simulation modelling

ستون ۵ تا ۷ بررسی‌هایی را برای استخراج داده‌ها براساس سه طبقه انتخابی شامل انواع برنامه‌های کاربردی مورد استفاده برای مدل‌سازی شبیه‌سازی، تکنیک‌های مورد استفاده برای مدل‌سازی شبیه‌سازی و نرم‌افزار مورد استفاده برای مدل‌سازی شبیه‌سازی ارائه می‌دهد.

۳- مروری بر شبیه‌سازی لجستیکی

۳-۱- شبیه‌سازی رویداد گسسته^۱

شبیه‌سازی رویداد گسسته برای مدل‌سازی و تحلیل تمام جنبه‌های مدیریت لجستیک در مراقبت‌های بهداشتی تاکنون مورد استفاده قرار گرفته است. به‌طور خاص مدیریت جریان بیمار و برنامه‌ریزی نیازهای کارکنان از جمله کاربردهای مؤثر این فناوری است. شبیه‌سازی رویداد گسسته یک ابزار مفید برای بهبود جریان بیمار، مدیریت ظرفیت تخت، زمان‌بندی و استفاده از منابع است [۴۳، ۴۴].

در نیروی‌آ و همکاران با مقایسه مقادیر مختلف پرستاری، تأثیر ظرفیت پرستاری را مورد بررسی قرار داده و قابل اجرا بودن پشتیبانی و حمایت از مدیران سیستم‌های مراقبت - سلامت را در انجام وظایف عملی نشان می‌دهد [۴۵].

دوایریا^۲ و همکاران نیز یک ابزار تصمیم‌گیری مبتنی بر شبیه‌سازی رویداد گسسته برای برنامه‌ریزی راهبردی ظرفیت تخت بیمارستان را ایجاد کردند [۴۶]. این نوع چارچوب شبیه‌سازی مناسب‌ترین تکنیک برای نمایش دادن واقع‌گرایانه فرآیندهای خدمات بهداشتی برای تحلیل سناریوهای "چه می‌شود اگر" و همچنین ارزیابی عملکرد یک سیستم لجستیک هستند.

۳-۲- پویایی‌های سیستم^۴

پویایی‌های سیستم برای شبیه‌سازی سازمانی استفاده می‌شود این چارچوب یک راه‌حل مکانیزم محور در تصمیم‌گیری راهبردی برای خدمات و منابع بهداشتی از منظر جهانی است. به‌طور مثال برای اسفورد^۵ و همکاران به شبیه‌سازی چشم‌انداز جریان بیمار برای شناسایی گلوگاه‌های سیستم پرداختند [۴۹]. همچنین در یک مقاله به بررسی برون‌سپاری لجستیکی [۵۰] و استفاده از شبیه‌سازی پویایی‌های سیستم با تحلیل حساسیت برای ارزیابی و تجزیه و تحلیل پایداری

و عملکرد اقتصادی پرداخته است. مدیران بیمارستانی می‌توانند از شبیه‌سازی سیستم دینامیک برای پیش‌بینی پیچیدگی و شناسایی فرصت‌ها و خطرات سیاست‌ها و کنترل‌های مدیریتی استفاده کنند [۵۸].

۳-۳- شبیه‌سازی عامل‌بنیان^۶

مدل شبیه‌سازی عامل‌بنیان به‌عنوان یک ابزار محاسبات نرم‌افزاری در لجستیک سلامت در نظر گرفته می‌شود. شبیه‌سازی عامل‌بنیان یک راه‌حل برای دانستن درک رفتار توزیع شده و ارائه‌دهندگان خدمات در ارتباط با هم است. عملکرد یک سیستم ممکن است واضح نباشد و رفتار آن مشخص نبوده و قادر به شناسایی متغیرهای کلیدی و ارتباط بین آنها نباشد، ولی درباره چگونگی رفتار عامل‌ها باید دانست که اگر به این روابط دست یافت پس می‌توان به ساختن مدل خود و رفتار آنها پرداخته و ارتباط بین آنها را در یک محیط پویا وارد کرد.

رفتار کلی یک سیستم از رفتارهای همزمان تک تک متغیرها به‌وجود می‌آید. بسیاری از مدل‌های عامل‌بنیان عامل‌ها با یکدیگر در ارتباط هستند، مثلاً در حوزه سلامت، اگر یک بیمارستان در نظر گرفته شود، اگر عامل، بیمار باشد، رابطه بین بیمار با پزشکان، پرستاران، تکنیسین، پذیرش‌گر، مسئولین مالی و اداری بیمارستان و غیره هستند. ما به دنبال این هستیم که عناصر دنیای واقعی کدام هستند، ارتباط بین عناصر دنیای واقعی، فضایی که عناصر دنیای واقعی در آن قرار دارند، شناسایی رویدادهای مهم در عامل‌ها و رفتار عامل‌ها پرداخته و واکنش عامل مورد نظر را نسبت به رویدادهای خارجی، زمان‌بندی داخل مربوط به عامل، ارتباط عامل‌ها با یکدیگر، اطلاعات درون عامل، استخراج نتایج مورد نظر در مدل بسنجد، در نتیجه همه اینها مواردی هستند که ما را به‌صورت ساخت یک مدل عامل‌بنیان هدایت می‌کنند [۵۹]. در این مقاله، یک شبیه‌سازی چند عاملی زنجیره تأمین در صنعت داروسازی توسعه داده شده است. این مدل از ۳۰ تولیدکننده، ۶۰ تأمین‌کننده و ۶۰ توزیع‌کننده آغاز شده است. سه نوع از داروهای خیلی مؤثر، متوسط و کوچک با یک محصول با طول عمر ۱۲ ساله تولید شده توسط تولیدکنندگان منتشر شده است [۶۰]. بخش اورژانس یک مثالی است که در این رابطه می‌توان مطرح کرد. در سیستم‌های بهداشت و درمان شاید حتی بیشتر از

- 1- Discrete-Event Simulation
- 2- DeRienzo
- 3- Devapriya
- 4- System Dynamics
- 5- Brailsford

6- Agent-Based Simulation

دهند [۶۳]. در این زمینه تحقیقاتی شده است که بدین شرح است؛ در این مقاله یک بازی کسب و کار در زنجیره عرضه واحدهای خون از اهداکنندگان به بیماران بررسی شده است. این بازی جریان‌های مواد و اطلاعات را در یک کانال توزیع شده در بیمارستان‌هایی که بیماران نیاز به انتقال خون براساس درخواست پزشک خود در دوره‌های مختلف با توزیع مستقل ارائه شده است، را مدل می‌کنند. این بازی می‌تواند یک ابزار آموزشی مؤثر باشد [۶۴].

تحقیق دیگر، هدف این بازی انتقال جنبه‌های کیفی یک زنجیره عرضه به پیامدهای اقتصادی کمی با ارائه یک تحلیل فرآیند و پیشنهاد راه‌حل‌هایی که به نفع بیمار است را به شیوه‌ای مقرون به صرفه مطرح می‌کند. تلاش برای همگام‌سازی تقاضای خون و عرضه و به حداکثر رساندن ارزش کل زنجیره تأمین است [۶۵]. نکته اصلی در این گونه بازی، ارزش‌گذاری اشیاء و موقعیت‌هاست. این ارزش‌گذاری توسط طرفین انجام شده و این کار به شکلی متفاوت اما هماهنگ با نیازهای بازیکن‌ها انجام می‌شود.

۴-۴- مدل‌سازی ترکیبی^۲

مدل‌سازی ترکیبی از انواع مختلف تکنیک‌های مدل‌سازی شبیه‌سازی شده است. بیشتر تحقیقات انجام شده ترکیب شبیه‌سازی پیشامد گسسته و پویایی سیستم هستند. سه رویکرد مدل‌سازی، براساس سه دیدگاه متفاوت است که مدل‌سازی می‌تواند به‌هنگام مدل‌سازی دنیای واقعی از آنها استفاده کند. رویکرد سیستم‌های پویا به سیستم (انبار-جریان)، را پیشنهاد می‌دهد. رویکرد گسسته پیشامد یک رویکرد فرآیندگراست. در این رویکرد، پویایی سیستم به شکل انجام عملیات‌های متوالی بر نهاده‌ها را نشان می‌دهد. در رویکرد عامل بنیان، مدل‌ساز سیستم را به شکل مجموعه‌ای از عناصر در ارتباط با یکدیگر و با محیط نمایش می‌دهد. نکته‌ای که باید به آن توجه کرد این است که نام عناصر مدل در همه رویکردها، مانند نمودارهای حالت، نهاده‌ها، خدمت‌دهنده‌ها و شکل‌ها ثابت است و با توجه به موضوع می‌توان از ترکیب این روش‌ها به بررسی تحقیق مورد نظر پرداخت [۵۹]. شبیه‌سازی پیشامد گسسته برجسته‌ترین پارادایم شبیه‌سازی در رویکرد مدل‌ساز بنیان است و هدف از این تحقیقات بهبود زنجیره تأمین داخلی بیمارستان برای کاهش هزینه‌ها بوده است. شبیه‌سازی مدل‌ساز بنیان به‌عنوان

سیستم‌های تولید، نیاز به هدایت، تماس و تعامل انسان باشد که اهمیت توجه به رفتار انسان را نشان می‌دهد. معیارهای عملکرد در مراقبت‌های بهداشتی مورد توجه قرار گرفته و به‌عنوان راهی برای نظارت بر سطح عملکرد و کیفیت مراقبت در نظر گرفته می‌شود.

عاملی که مربوط به زمان انتظار برای درمان پذیرش در بیمارستان اغلب مورد توجه قرار می‌گیرد. با استفاده از مدل عامل بنیان به درک اینکه چرا برخی از بیماران در حال انتظار بخش اورژانس را ترک می‌کنند یا چگونه پیاده‌سازی سیستم پیگیری سریع درباره سطح خدمات توسط بیمار تأثیر می‌گذارد. به‌طور کلی طرح این مدل نشان‌دهنده تعامل عامل در هر مرحله از مسیر است.

رفتار عامل توسط دو نوع قانون تعریف می‌شود: قوانین اصلی که نشان‌دهنده آن هستند، شناخت عامل نامیده می‌شود و قوانین سازنده که قوانین اصلی را اصلاح می‌کند. در این تحقیق با استفاده از یک طرح عامل بنیان محیطی - قانونی (ERA)^۱ نشان می‌دهد که بازیگران اصلی که همان بیماران، پرستاران، پزشکان و مدیران هستند هر کدام وظایف اساسی را انجام می‌دهند. پرستاران، بیماران را با توجه به وضعیت بیمار اولویت‌دهی کرده و آنها را ارزیابی می‌کنند. به همراه پزشکان، پرستاران نیز ممکن است نیاز به ویزیت چندین بیمار در یک دوره زمانی داشته باشند. پزشکان بستگی به عواملی چون، شرایط بیمار، زمان در روز، زمان بیمار در سیستم، مقررات داخلی و استانداردهای تحمیل شده توسط گروه و نگرش‌های شخصی ارزیابی می‌کنند. سپس دکتر یک بیمار را انتخاب می‌کند [۶۱]. در نهایت مدل‌های عامل بنیان این امکان را فراهم می‌کنند که بدون گیر افتادن در پیچیدگی‌های ریاضی، محققان ایده‌های خود را تبدیل به مدل کرده و آزمایش‌ها و تحلیل‌هایی بر روی عامل‌هایی که در محیط با هم کار می‌کنند انجام دهد. به واسطه مدل‌سازی عامل بنیان محقق می‌تواند به روشنی فرآیندهای تصمیم‌گیری شبیه‌سازی شده عامل‌ها را در سطح خرد توصیف کند [۶۲].

۴-۳- بازی‌ها و شبیه‌سازی مشارکتی^۲

بازی‌ها و شبیه‌سازی مشارکتی رسانه‌های حیاتی هستند که یادگیری تجربی را تسهیل می‌کند. استفاده از چنین رسانه‌هایی قادر می‌سازد تا مهارت‌ها کارگروهی را توسعه

3- Hybrid Modeling

1- Environment-Rules-Agents
2- Game and Participatory Simulation

یک ابزار چند منظوره است زیرا این روش عامل شی گراست که توسط بازیگران متعدد لجستیک سلامت اجرا می‌شود. با توجه به اهداف آموزشی، شبیه‌سازی عامل بنیان و بازی‌های مناسب برای آموزش مذاکره و هماهنگی در لجستیک هستند، درحالی‌که شبیه‌سازی پیشامد گسسته و پویایی سیستم می‌تواند برای کاهش عدم قطعیت فرآیندهای تصمیم‌گیری انجام شود. مزایای شبیه‌سازی مشارکتی مطابق با ساختار تحویل سیستم مورد بررسی به‌عنوان مراقبت‌های سلامتی توسط محققان هستند. شبیه‌سازی پیشامد گسسته آماده‌سازی تکنولوژی دارد [۶۶].

۴-۵- دسته‌بندی انواع کاربردهای شبیه‌سازی

برنامه‌های شبیه‌سازی طبق جدول (۲) با اهداف گوناگونی در مطالعات به‌کار رفته‌اند. به‌طور کلی اهداف مورد استفاده را به چهار دسته زیر تقسیم‌بندی کرده و سپس پژوهش‌هایی در این خصوص ارائه می‌شود.

۱- عملیات مراقبت‌های بهداشتی و طراحی سیستم: استفاده از مدل‌سازی شبیه‌سازی برای مدیریت منابع یا طراحی سیستم با هدف بهینه‌سازی جریان خدمات بهداشتی (به‌عنوان مثال کاهش صف یا زمان انتظار در بخش‌های مراقبت‌های بهداشتی) یا پیش‌بینی نیاز منابع (مثلاً پیش‌بینی تعداد تخت‌های مورد نیاز تقاضای بیمار انتظار می‌رود)

۲- برنامه‌های کاربردی تصمیم‌گیری پزشکی: استفاده از مدل‌سازی شبیه‌سازی برای دستیابی به اطلاعات مربوط به تأثیرات کوتاه‌مدت یا بلندمدت یک برنامه خاص برای تصمیم‌گیری مؤثر (از جمله استفاده از تجزیه و تحلیل هزینه بهره‌وری برای انتخاب مداخله یا سیاست‌ها)

۳- مدل‌سازی بیماری‌های عفونی: استفاده از مدل‌سازی شبیه‌سازی برای پیش‌بینی میزان شیوع اپیدمی‌ها، ارزیابی عواقب اقتصادی یا برآورد منابع آتی مورد نیاز برای درمان تعداد رو به رشد جمعیت آلوده (به‌عنوان مثال هزینه‌های مورد نیاز برای مدیریت بیماری آنفولانزا)

۴- سایر مطالعات: مطالعات شبیه‌سازی برای برنامه‌ریزی رویدادهای تلفات جرمی (مانند حملات تروریستی) یا بازبینی (به‌عنوان مثال بررسی توسعه، بهبود یا مقایسه تکنیک‌های شبیه‌سازی به‌عنوان یک مطالعه امکان‌سنجی)

۵- تکنیک‌های شبیه‌سازی شده

تکنیک‌های شبیه‌سازی استفاده شده: از ۳۷ مقاله بررسی شده ۱۵ مورد به جزئیات روش‌های استفاده شده برای مدل‌های

شبیه‌سازی خود اشاره کرده‌اند که در جدول (۳) نتایج روش‌های شبیه‌سازی مورد استفاده در مطالعات شناسایی شده، آمده است. تکنیک شبیه‌سازی رویداد گسسته DES بیشترین استفاده را دارد و شبیه‌سازی سیستم‌های داینامیک و شبیه‌سازی مبتنی بر عامل به ترتیب مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

۶- نرم‌افزارهای مورد استفاده برای مدل‌سازی شبیه‌سازی

شش مقاله در مورد نرم‌افزارهای مورد استفاده برای توسعه مدل بحث و گفتگو کرده‌اند. جدول (۴) نتایجی از ابزارهای شبیه‌سازی مورد استفاده برای مدل‌سازی که با تقسیم‌بندی تکنیک‌ها DES, SD, ABS ارائه شده‌اند را نشان می‌دهد و طیف گسترده‌ای از نرم‌افزارهای موجود در این حوزه معرفی شده‌اند.

۷- بحث و نتایج

پیشرفت‌های دیجیتالی جنبه‌های بسیاری از تعامل انسان و فناوری را در خدمات سلامتی تغییر خواهد داد. شکاف دانشی بین مراقبت‌های سلامتی و روش‌های فعلی برای آزمایش وجود دارد. مدل‌های شبیه‌سازی عمدتاً با پیشامد گسسته قابل درک است. قوانین سختگیرانه و قوانین مرتبط با زمینه پزشکی شبیه‌سازی به‌خصوص برای رسیدگی به مسائل در این زمینه وجود دارد. با روند افزایش جمعیت، مراقبت‌های سلامتی دیجیتال شده نیز در جامعه رو به رشد است. در حال حاضر ارائه مراقبت‌های سلامتی با شبیه‌سازی عامل بنیان و شبیه‌سازی مشارکتی می‌تواند مهندسی جامع برای دستیابی به پیشرفت‌های کیفی و امنی را پشتیبانی کند. پس این روش‌ها، روش‌های امیدوارکننده‌ای برای مدیریت بهتر در حوزه لجستیک سلامت است.

در این پژوهش به بررسی انواع کاربردهای شبیه‌سازی در لجستیک سلامت و استفاده از آن در مدیریت سیستم‌های سلامت، لجستیک و زنجیره تأمین بیمارستان پرداخته شد. مطالعات مورد بررسی نشان می‌دهد که اجرای شبیه‌سازی در سلامت می‌تواند آموزش و توسعه داده شود. همچنین به بررسی و توضیح لجستیک سلامت با استفاده از شبیه‌سازی به کمک تکنیک‌های شبیه‌سازی شامل، پیشامد گسسته، پویایی‌های سیستم، مدل عامل‌بنیان، بازی و شبیه‌سازی مشارکتی پرداخته شد. ابزارهای شبیه‌سازی لجستیک نیز برای مدل‌سازی سیستم‌های سلامت بیمارستان معرفی گردید.

جدول (۲): طبقه‌بندی مقالات براساس کاربرد

طبقه‌بندی	تعداد مطالعات شناسایی شده														
	[۴۷]	[۱۴]	[۱۵]	[۱۹]	[۲۱]	[۲۲،۳۰]	[۲۷]	[۲۹]	[۳۲]	[۳۴]	[۳۵]	[۴۱]	[۴۲]	[۴۴]	[۴۵]
	n=۲۳۲	n=۹۳	n=۱۸۲	n=۴۶۳	n=۱۶۸	n=۲۰۱	n=۷۵	n=۷۰	n=۹۸	n=۱۴۲	n=۷۴	n=۱۱۷	n=۶	n=۹۷	n=۱۰۶
۱	۱۰۹	۲۹	۹۴	۱۶	۸۸	۱۷	۴۸	۱۵	۱۳	۲۰	-	۳	۳	۹	۱۰۱
۲	۹۰	۱۶	۸۱	۱	۴۱	۸۲	۱	۳۴	۱۲	۲۳	-	۵	۳	۲	-
۳	-	۵	۷	-	۱۴	۱۰۲	-	-	۱	-	۱۳	۵	-	۱۰	-
۴	۳۳	۴۳	-	-	۱۳	-	۲۶	۵	۲	۲۵	۷	-	-	-	۵
مجموع	۲۳۲	۹۳	۱۸۲	۱۷	۱۵۶	۲۰۱	۷۵	۵۴	۲۸	۶۸	۲۰	۱۳	۶	۲۱	۱۰۶

جدول (۳): ارائه مقالات براساس تکنیک‌های شبیه‌سازی

تکنیک‌های شبیه‌سازی	تعداد مطالعات شناسایی شده														
	[۱۸]	[۲۰]	[۲۱]	[۲۳،۲۵]	[۲۴]	[۲۹]	[۳۴]	[۴۲]	[۴۳]	[۴۴]	[۴۵]	[۴۷]	[۴۹]	[۵۰]	
	n=۳۴	n=۳۴۲	n=۱۶۸	n=۲۰۱	n=۲۴۷	n=۷۰	n=۱۴۲	n=۶	n=۲۱	n=۹۷	n=۱۰۶	n=۲۳۲	n=۲۲	n=۲۱	
۲ Discrete-event simulation (DES)	۲۶	۳۷	۱۱۸	۴۰	۲۹	۱۸	۳۱	-	۱۲	-	۱۰۱	۱۳۶	۱۹	۱۹	
۲ System-dynamics simulation (SD)	۳	۶	۲۳	۱۷	۸	۱	۴	۶	۱	-	-	۳۹	۲	۲	
۳ Agent-based simulation (ABS)	-	-	-	۲	-	-	-	-	-	۲۹	۵	۱۱	۱	-	
۴ Hybrid simulation model (e.g.DES+SD)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

جدول (۴): ارائه مقالات براساس ابزار حل مدل‌های شبیه‌سازی

ابزارهای شبیه‌سازی		تعداد مطالعات شناسایی شده					
		[۲۱] n=۱۶۸	[۲۵] n=۲۰۱	[۲۹] n=۷۰	[۴۳] n=۲۱	[۴۵] n=۱۰۶	[۵۰] n=۲۱
DES							
۱	ARENA	۲۸	۶	۱	۱	۳۳	۲
۲	Programming Language (Delphi, C++, Visual Basic (VB), SLAM, Bordland,PASCAL,GPSS/H,FORTRAN IV, SIMSCRIPT II.5, JAVA)	۲۵	۹	۱	۲	۴	۱
۳	SIMUL8	۵	۳	۲	-	۱۰	۱۰
۴	MedModel (Promodel)	۹	-	-	۱	۱۱	۱
۵	ExtendSim	۳	۱	-	-	۵	-
۶	Microsaint	۴	-	۵	۲	۲	۲
۷	Compound	۴	-	-	-	-	-
۸	Automod	-	۲	-	-	۱	-
۹	SIGMA	-	۲	۱	-	-	-
۱۰	Service (Promodel)	-	۱	-	-	۱	-
۱۱	SIMAN	-	۱	-	-	۲	-
۱۲	AnyLogic	-	-	۱	-	۱	-
۱۳	Witness	-	-	-	۱	۱	-
۱۴	Microsoft Excel	-	-	۱	-	-	-
۱۵	ANOVA (Spreadsheet)	-	-	۱	-	-	-
۱۶	STOCHSIM	-	-	۱	۱	-	-
۱۷	Simio, Flexsim, Edsim	-	-	-	-	۳	-
۱۸	Visual SLAM, Process Model, eM-Plant	-	-	-	-	۱	-
۱۹	C PROGRAM; MODSIM; INSIGHT; StateCharts; @Risk & excel; Visual Simulation Environment (Orca Computer) simulation language	-	۱	-	-	-	-
SD							
۱	VENSIM	۴	۵	-	-	-	-
۲	Ithink/Stella	۵	۴	۱	-	-	۲
۳	DYNAMO	-	۱	-	-	-	-
۴	Programming Language (Delphi, C++ and VB)	۶	-	-	-	-	-
ABS							
۱	NetLogo	-	-	-	-	۲	-
۲	REDsim	-	-	-	-	۱	-
۳	Repast simphony	-	-	-	-	-	۱
مجموع		۹۴	۶۸	۱۵	۸	۸۲	۱۹

کاربرد شبیه‌سازی در اجسیتیک بیمارستان

Making", Medical Decision Making.13(4):347-354, 1993.

[15] Fone D, Hollinghurst S, Temple M, Round A, Lester N, Weightman A, Roberts K, Coyle E, Bevan G, Palmer S., "Systematic review of the use and value of computer simulation modelling in population health and health care delivery", Journal of Public Health. 25(4):325-335, 2003.

[16] White K., "A survey of data resources for simulating patient flows in healthcare delivery systems", In: Simulation Conference, Proceedings of the Winter. IEEE. pp.926-934, 2005, <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=1574341>. Accessed 31 Dec 2014.

[17] Hoot N, Aronsky D., "Systematic Review of Emergency Department Crowding: Causes, Effects, and Solutions", Annals of Emergency Medicine. 52(2):126-136.e1, 2008.

[18] Sobolev B, Sanchez V, Vasilakis C., "Systematic Review of the Use of Computer Simulation Modeling of Patient Flow in Surgical Care", J Med Syst. 35(1):1-16, 2009.

[19] Jack E, Powers T., "A review and synthesis of demand management, capacity management and performance in health-care services", International Journal of Management Reviews.11(2):149-174, 2009.

[20] Brailsford S, Harper P, Patel B, Pitt M., "An analysis of the academic literature on simulation and modelling in health care", Journal of Simulation. 3(3):130-140, 2009.

[21] Mielczarek B, Uziako-Mydlkowska J., "Application of computer simulation modeling in the health care sector: a survey", SIMULATION. 88(2):197-216, 2010.

[22] Paul S, Reddy M, DeFlicht C., "A Systematic Review of Simulation Studies Investigating Emergency Department Overcrowding", SIMULATION. 86(8-9):559-571, 2010.

[23] Mustafee N, Katsaliaki K, Taylor S., "Profiling Literature in Healthcare Simulation", SIMULATION. 86(8-9):543-558, 2010.

[24] Cardoen B, Demeulemeester E, Belien J., "Operating room planning and scheduling: A literature review", European Journal of Operational Research. 201(3):921-932, 2010.

[25] Katsaliaki K, Mustafee N., "Applications of simulation within the healthcare context", Journal of the Operational Research Society. 62(8):1431-1451, 2010.

[26] Guerriero F, Guido R., "Operational research in the management of the operating theatre: a

[1] Klein G, Feltovich PJ, Bradshaw JM, Woods DD, "Common ground and coordination in joint activity. In: Rouse WB, Boff KR, editors", Organizational simulation. New Jersey: Wiley, p. 139-84.2005.

[2] Vincent C, Amalberti R., "Safety strategies in hospitals. In: Safer healthcare", Cham: Springer International Publishing. p. 73-91.

[3] Macrae C, Draycott T., "Delivering high reliability in maternity care: in situ simulation as a source of organisational resilience", Saf Sci. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.10.019>.

[4] Zhang et al., "Advances in Simulation A systematic literature review of simulation models for non-technical skill training in healthcare logistics", 2018, <https://doi.org/10.1186/s41077-018-0072-7>.

[5] Dieckmann P, Zeltner LG, Helsø A-M., "Hand-it-on", an innovative simulation on the relation of non-technical skills to healthcare. Adv Simul.;1:30. 2016.

[6] Ulmanen P, Szebehely M., "From the state to the family or to the market? Consequences of reduced residential eldercare in Sweden: from the state to the family", Int J Soc Welf.;24:81-92. 2015.

[7] Hagihara A, Hasegawa M, Hinohara Y, Abe T, Motoi M., "The aging population and future demand for emergency ambulances in Japan", Intern Emerg Med.;8:431-7. 2013.

[8] Kriz WC., "Creating effective learning environments and learning organizations through gaming simulation design", Simul Gaming.;34:495-511. 2003.

[9] Kriz WC., "Types of gaming simulation applications", Simul Gaming.;48:3-7, 2017.

[10] Meijer S., "The power of sponges: comparing high-tech and low-tech gaming for innovation", Simul Gaming.46:512-35, 2015.

[11] Jun JB, Jacobson SH, Swisher JR., "Application of discrete-event simulation in health care clinics: a survey", J Oper Res Soc.50:109-23, 1999.

[12] Brailsford SC., "System dynamics: what's in it for healthcare simulation modelers", In: Proceedings of the winter simulation conference. p.1478-83, 2008.

[13] Koelling P, Schwandt MJ., "Health systems: a dynamic system-benefits from system dynamics", In: Proceedings of the winter simulation conference.p. 1321-7, 2005.

[14] Klein R, Dittus R, Roberts S, Wilson J., "Simulation Modeling and Health-care Decision

Clinical Risk Management. 9:427-441, 2013.

[38] Lakshmi C, Sivakumar A., *"Application of queueing theory in health care: A literaturereview"*, Operations Research for Health Care. 2(1-2):25-39, 2013.

[39] Mahdavi M, Malmström T, Van De Klundert J, Elkhuisen S, Vissers J., *"Generic operational models in health service operations management: A systematic review"*, Socio-Economic Planning Sciences. 47(4):271-280, 2013.

[40] Kammoun A, Loukil T, Hachicha W., *"The use of discrete event simulation in hospital supply chain management"*, In: Advanced Logistics and Transport (ICALT). IEEE. 2014:143-148. DOI: 10.1109/ICAdLT.2014.6864108.

[41] Carey G, Malbon E, Carey N, Joyce A, Crammond B, Carey A., *"Systems science and systems thinking for public health: a systematic review of the field"*, BMJ Open. 5(12):e009002, 2015.

[42] Atkinson J, Wells R, Page A, Dominello A, Haines M, Wilson A., *"Applications of system dynamics modelling to support health policy"*, Public Health Research & Practice. 25(3), 2015.

[43] Baru R, Cudney E, Guardiola I., *"Systematic Review of Operations Research and Simulation Methods for Bed Management"*, Industrial and Systems Engineering Research Conference. ResearchGate. p. 298-306, 2015.

[44] Isern D, Moreno A., *"A Systematic Literature Review of Agents Applied in Healthcare"*, Journal of Medical Systems. 40(2):19, 2015.

[45] Gul M, Guneri A., *"A comprehensive review of emergency department simulation applications for normal and disaster conditions"*, Computers & Industrial Engineering. 83:327-344, 2015.

[46] Vieira B, Hans E, Van Vliet-Vroegindeweyj C, Van de Kamer J, van Harten W., *"Operations research for resource planning and -use in radiotherapy: a literature review"*, BMC Medical Informatics and Decision Making.16(1):3-11.39,2016.

[47] Mielczarek B., *"Review of modelling approaches for healthcare simulation"*, Operations Research and Decisions. 26(1):55-72, 2016.

[48] Palmer R, Fulop N, Utley M., *"A systematic literature review of operational research methods for modelling patient flow and outcomes within community healthcare and other settings"*, Health Systems. 6(15):1 21, 2017.

[49] Soh K ,Walker C, O' Sullivan M., *"A Literature Review on Validated Simulations of the Surgical Services"*, Journal of Medical Systems.

survey", Health Care Manag Sci.14(1):89-114, 2010.

[27] Günal M, Pidd M., *"Discrete event simulation for performance modelling in health care: a review of the literature"*, Journal of Simulation. 4(1):42-51, 2010.

[28] Van Sambeek J, Cornelissen F, Bakker P, Krabbendam J., *"Models as instruments for optimizing hospital processes: a systematic review"*, International Journal of Health Care Quality Assurance. 23(4):356-377, 2010.

[29] Fakhimi M, Mustafee N., *"Application of Operations Research within the UK Healthcare Context"*, Operational Research Society Simulation Workshop. The Operational Research Society; 2012 p.66 82 FakhimiMustafee.pdf. Accessed 22 April 2017

[30] Hulshof P, Kortbeek N, Boucherie R, Hans E, Bakker P., *"Taxonomic classification of planning decisions in health care: a structured review of the state of the art in OR/MS"*, Health Systems.1(2):129-175, 2012.

[31] Van Lent W, VanBerkel P, Van Harten W., *"A review on the relation between simulation and improvement in hospitals"*, BMC Med Inform Decis Making.12(18):1-8, 2012.

[32] Beliën J, Forcé H., *"Supply chain management of blood products: A literature review"*, European Journal of Operational Research. 217(1):1-16, 2012.

[33] Aboueljineane L, Sahin E, Jemai Z., *"A review on simulation models applied to emergency medical service operations"*, Computers & Industrial Engineering. 66(4):734-750, 2013.

[34] Fakhimi M, Probert J., *"Operations research within UK healthcare: a review"*, Journal of Ent Info Management. 26(1/2):21-49, 2013.

[35] Timbie J, Ringel J, Fox D, Pillemer F, Waxman D, Moore M, Hansen C, Knebel A, Ricciardi R, Kellermann A., *"Systematic Review of Strategies to Manage and Allocate Scarce Resources During Mass Casualty Events"*, Annals of Emergency Medicine. 61(6):677-689.e101, 2013.

[36] Pomey M, Forest P, Sanmartin C, DeCoster C, Clavel N, Warren E, Drew M, Noseworthy T., *"Toward systematic reviews to understand the determinants of wait time management success to help decision-makers and managers better manage wait times"*, Implementation Science. 8(1):61, 2013.

[37] Verbano C, Crema M., *"Guidelines for overcoming hospital managerial challenges: a systematic literature review"*, Therapeutics and

[۶۲] ماسوله، الف. امیری، س. "مدل‌سازی عامل محور"، جامعه‌شناسی و علوم اجتماعی: دومین کنفرانس ملی، ۱۶-۱۳۹۳، ۱.

[63] Zhang, C., Grandits, T., Härenstam, K. P., Hauge, J. B., & Meijer, S., "A systematic literature review of simulation models for non-technical skill training in healthcare logistics", 1–16, 2018.

[64] Mustafee N, Katsaliaki K., "The blood supply game", In: Proceedings of the winter simulation conference. p. 327–38, 2010.

[65] Katsaliaki, K., Mustafee, N., & Kumar, S., "Expert Systems with Applications A game-based approach towards facilitating decision making for perishable products: An example of blood supply chain", *EXPERT SYSTEMS WITH APPLICATIONS*, 41(9), 4043–4059. eswa.2013.12.038, 2014.

[66] Brailsford SC, Desai SM, Viana J., "Towards the holy grail: combining system dynamics and discrete-event simulation in healthcare", In: Proceedings of the winter simulation conference. p. 2293–303, 2010.

41(4), 2017.

[50] Mohiuddin S, Busby J, Savovi? J, Richards A, Northstone K, Hollingworth W et al., "Patient flow within UK emergency departments: a systematic review of the use of computer simulation modelling methods", *BMJ Open*. 7(5):1-14, 2017.

[51] Schaefer JJ, Vanderbilt AA, Cason CL, Bauman EB, Glavin RJ, Lee FW, et al., "Literature review: instructional design and pedagogy science in healthcare simulation", *Simul Healthc*. 6:30–41, 2011.

[52] Nestel D, Groom J, Eikeland-Husebø S, O'Donnell JM., "Simulation for learning and teaching procedural skills: the state of the science", *Simul Healthc*. 6:10–3, 2011.

[53] DeRienzo CM, Shaw RJ, Meanor P, Lada E, Ferranti J, Tanaka D., "A discrete event simulation tool to support and predict hospital and clinic staffing", *Health Informatics J*. 23:124–33, 2016.

[54] Devapriya P, Strömblad CTB, Bailey MD, Frazier S, Bulger J, Kemberling ST, et al., "StratBAM: a discrete-event simulation model to support strategic hospital bed capacity decisions", *J Med Syst*. 39:130, 2015.

[55] Vasilakis C, Sobolev BG, Kuramoto L, Levy AR., "A simulation study of scheduling clinic appointments in surgical care: individual surgeon versus pooled lists", *J Oper Res Soc*. 58:20211, 2007.

[56] Jørgensen P, Jacobsen P, Poulsen JH., "Identifying the potential of changes to blood sample logistics using simulation", *Scand J Clin Lab Invest*. 73:279–85, 2013.

[57] Brailsford SC, Lattimer VA, Tarnaras P, Turnbull JC., "Emergency and ondemand health care: modelling a large complex system", *J Oper Res Soc*. 55:34–42, 2004.

[58] Azzi A, Persona A, Sgarbossa F, Bonin M., "Drug inventory management and distribution: moutsourcing logistics to third-party providers", *Strateg Outsourcing Int J*. 6:48–64, 2013.

[59] I. Grigoryev., "AnyLogic in Three Days: Modeling and Simulation Textbook", The AnyLogic Company, 2014.

[60] Jetly, G., Rossetti, C. L., & Handfield, R., "A multi-agent simulation of the pharmaceutical supply chain", 6(4), 215–226. jos.2011.26, 2012.

[61] Escudero-marin, P., "USING ABMS TO SIMULATE EMERGENCY DEPARTMENTS", 1239–1250, 2011.