

## مدلی پویا از زنجیره تأمین خدمات

## بخش اورژانس

محسن شفیعی نیک‌آبادی<sup>۱</sup>، محجوبه اکبریان مرزونی<sup>۲</sup>،امیرحکاکای<sup>۳</sup>

۱. نویسنده مسئول: استادیار، مدیریت، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

Email: shafiei@semnan.ac.ir

۲. کارشناس ارشد، مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

۳. کارشناس ارشد MBA مدیریت سیستم‌های اطلاعاتی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

دریافت: ۹۶/۳/۳ پذیرش: ۹۶/۷/۱۲

## چکیده

**مقدمه:** با توجه به افزایش اهمیت خدمات در سال‌های اخیر، از آنجایی که نظام مدیریت سلامت نوعی فعالیت خدماتی محسوب می‌شود و آگاهی از مفهوم زنجیره تأمین خدماتی در بیمارستان‌ها کم است، هدف این پژوهش ارائه مدلی پویا از زنجیره تأمین خدمات سلامت بخش اورژانس بیمارستان بر اساس رویکرد پویایی‌های سیستم و تجزیه و تحلیل رفتار آن با توجه به اثر شلاق چرمی می‌باشد.

**روش:** پژوهش حاضر شامل سه بخش مطالعه مروری، کیفی و کمی می‌باشد. در بخش مطالعه مروری با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای عوامل مؤثر بر زنجیره تأمین خدمات بخش اورژانس شناسایی و سپس در بخش کیفی به منظور استخراج، تعدیل و تصدیق عوامل شناسایی شده از نظر ۸ نفر

از خبرگان به صورت مصاحبه هدایت شونده استفاده شده است. در بخش کمی، جامعه آماری اطلاعات بیماران پذیرفته‌شده بیمارستان روحانی بابل در بازه زمانی ۵۰۰ ساعت به صورت سرشماری کامل معادل ۱۷۸۰ نفر می‌باشد که شامل اطلاعات بیمار، ارزیابی پرستاران، تشخیص بیماری توسط پزشک، داروهای تجویز شده می‌باشد.

**یافته‌ها:** مدل پویای زنجیره تأمین خدمات بخش اورژانس براساس رویکرد پویایی‌های سیستم طراحی و با آزمون‌های تأیید ساختار، شرایط حدی و مقایسه با مدل‌های خانواده اعتبارسنجی شده است. با اجرای مدل مشخص گردید هیچ‌کدام از چهار عامل اثر شلاق چرمی علامت‌دهی تقاضا، دسته‌کردن سفارشات، نوسانات قیمت و کمبود عرضه، نمی‌تواند عاملی برای خدمات اورژانس باشد.

**نتیجه‌گیری:** تقاضا و دسته‌کردن سفارشات نمی‌تواند به عنوان عامل تقویت‌کننده اثر شلاق چرمی در عملیات خدمات عمل کند. عامل نوسانات قیمت نیز نمی‌تواند به عنوان عامل مؤثر باشد زیرا انسان، نیاز جدی به سلامت را حس می‌کند. همچنین، به دلیل طبیعت غیرقابل پیش‌بینی نیاز به خدمات اورژانس عامل کمبود عرضه نیز نمی‌تواند برای این بخش مناسب باشد.

**کلمات کلیدی:** زنجیره تأمین، زنجیره تأمین خدمات بخش اورژانس، مدل پویا، سیستم‌های پویا، نرم افزار ونسیم

## مقدمه

حمل و نقل و نیروی انسانی و در نهایت، ناهماهنگی

در میان اعضای زنجیره تأمین مشاهده کرد. [۸]  
چهار عامل اساسی در ایجاد اثر شلاق چرمی عبارتند  
از پیش‌بینی تقاضا، سفارش دسته‌ای، نوسان‌های  
قیمت، سهمیه‌بندی و کمبود. [۹]

از طرفی زنجیره تأمین نقش مهمی را در بازار رقابتی  
و رضایت مشتری بازی می‌کند. [۳]

بخش خدمات به‌طور فزاینده‌ای در جهان اهمیت  
یافته است. هارینگتون‌ها، فرایندهای خدمت را  
به‌عنوان اولین مکانی که همکاری‌های اصلی بهتر از  
دیگران است و کالای ملموس را فراهم می‌کند،  
تعریف می‌کنند. [۱۰]

با توجه به اینکه اخیراً تحقیقات متعددی با نگرش  
کاهش هزینه‌های زنجیره تأمین و بهبود خدمات  
برای مشتریان مطرح بوده است، در ابتدا برای بهبود،  
رویکرد تولید به‌هنگام عنوان شد و پس از آن به  
معرفی سیستم‌های موجودی با حداقل ذخیره  
پرداختند و این اواخر نیز دیگر سیستم‌های کنترل  
موجودی که مربوط به زنجیره تأمین سلامت است  
را معرفی کردند. آگاهی از مفهوم زنجیره تأمین به  
ویژه در بیمارستان‌ها کم است. [۱۱]

سلامت یک بخش از صنایع خدمات است؛ بدین  
معنی که مشتری بخشی از فرایند تولید است که به  
جای رفتن به فروشگاه برای خرید یک محصول  
نهایی، بیمار به جست‌وجوی کمک‌های پزشکی  
می‌رود و پس از آن بخش باقی‌مانده از کل فرایند تا  
زمانی که درمان به پایان رسد انجام می‌شود. [۱۲]

نظام مدیریت سلامت نوعی صنعت خدماتی و  
محسوب می‌شود که در این نظام خدماتی، کیفیت و

امروزه ارتقای کیفیت خدمات بهداشتی و درمانی به  
یکی از مهم‌ترین و چالش‌برانگیزترین اهداف نظام  
سلامت در سراسر دنیا شده است. با توجه به اهمیت  
نقش بیماران به عنوان مشتریان بخش سلامت در  
تعیین کیفیت خدمات، در نظر گرفتن زنجیره تأمین  
خدمات سلامت که هدف آن خلق حداکثر ارزش  
برای مشتریان می‌باشد برای بقای سازمان‌های  
خدماتی درمانی حائز اهمیت است. [۱]

در دهه ۱۹۹۰ میلادی بسیاری از تولیدکنندگان و  
سازمان‌های خدماتی به دنبال این بودند تا با  
تأمین‌کنندگان خود همکاری کنند و وظایف مدیریت  
خرید و تأمین خود را به بخشی از یک مفهوم جدید  
که با عنوان «مدیریت زنجیره تأمین» شناخته شده  
بود، ارتقا دهند. [۲]

زنجیره تأمین یک شبکه مشترک بین تأمین‌کننده،  
تولیدکننده، توزیع‌کننده و مشتری می‌باشد. [۳ و ۴]  
از مهم‌ترین مسائل مطرح در مدیریت زنجیره تأمین،  
اثر شلاق چرمی است. [۵]

اثر شلاق چرمی اشاره به این قانون داد که نوسانات  
تقاضای آخرین سطح مشتری در زنجیره تأمین با  
حرکت در طول مراحل زنجیره تأمین افزایش  
می‌یابد. [۶]

از مهم‌ترین دلایل ایجاد این اثر تعداد واسطه‌های  
ارتباطی در زنجیره تأمین است. [۷]

اثر شلاقی را می‌توان از طریق نشانه‌هایی همچون  
موجودی بیش از حد یا ناکافی، ارائه خدمات ناکافی  
به مشتریان، هزینه‌های زیاد سفارش‌دهی، انبارداری،

## روش تحقيق

اين تحقيق با توجه به هدف از نوع کاربردي و به لحاظ متغير، كمّي و از نظر زمان، مقطعي مي باشد كه به صورت توصيفي با رويکرد پويايي هاي سيستم<sup>۱</sup> انجام شده است. پژوهش حاضر شامل سه بخش مطالعه مروري، كيفي و كمّي مي باشد. در بخش مطالعه مروري با استفاده از مطالعات كتابخانه اي عوامل مؤثر بر زنجيره تأمين خدمات بخش اورژانس شناسايي شده است. در همين خصوص، به منظور جست و جوي اطلاعات از كليدواژه هاي همچون زنجيره تأمين، زنجيره تأمين خدمات، خدمات سلامت و اورژانس استفاده شده است. در بخش كيفي به منظور استخراج، تعديل و تصديق عوامل تأثيرگذار در زنجيره تأمين خدمات سلامت بيمارستاني (بخش اورژانس) از نظر ۸ نفر از خبرگان و متخصصان كه داراي پست هاي مديريتي و عملياتي در بيمارستان روحاني بابل بوده اند به صورت مصاحبه هدايت شونده استفاده شده است و برآيند پاسخ خبرگان به عنوان خروجي اين بخش در نظر گرفته شده است. بخش دوم بخش كمّي است كه به منظور مدل سازي پويايي هاي زنجيره تأمين خدمات سلامت بخش اورژانس بيمارستاني از ابزار «پويايي هاي سيستم» استفاده شده است. پويايي هاي سيستم ابزاري قدرتمند براي مدل سازي و شبیه سازي سيستم هاي پويا مي باشد كه توسط پروفيسور جي فارستر<sup>۲</sup> استاد دانشگاه MIT در دهه ۱۹۵۰ ميلادي معرفي گرديده است. [۱۷، ۱۶، ۱۵]

[۱۴]

ايمني در مراقبت بيمار از كليدي ترين موارد است. [۱۳]

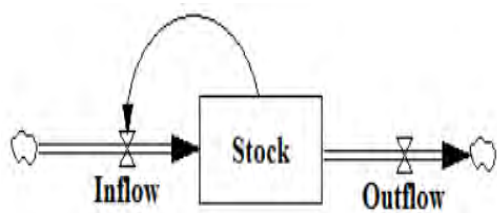
سازمان هاي خدماتي و صنعتي ايران نيز متناسب با توسعه و تحول سازمان هاي جهاني، نيازمند تغيير و تحول هستند. جاگاهه بعضي از آن ها مانند بيمارستان ها به دليل اهميت، تنوع و نوع خدماتي كه ارائه مي دهند و جمعيتي كه تحت پوشش دارند باعث توجهات بسياري گرديده است. در ويژه نامه مديريت زنجيره تأمين منتشر شده توسط يكي از معتبرترين مجلات، تأكيد شده است شكاف بزرگ در ادبيات مربوطه ارائه چارچوب و مدل مناسب براي زنجيره هاي تأمين يکپارچه است. [۱۴]

امروزه اكثر مطالعات انجام شده با هدف مدل سازي خدمات سلامت تنها مدل هاي تحقيق در عمليات سنتي و به طور خاص براي حل مسأله ظرفيت و يا مشكلات موجودي اختصاص داده شده است. همچنين، كارکرد مدل هايي كه تا به امروز ارائه شده، اينگونه است كه بايد تغييرات اعمال شوند و بعد منتظر تأثيرات آن باشيم تا بتوانيم نتايج به دست آمده را تجزيه و تحليل كنيم. در نتيجه، چارچوب ها و مدل هاي پيچيده و كارآمدتري مورد نياز است كه علاوه بر پويايي بتواند در مدل سازي زنجيره تأمين خدمات سلامت با توجه به انتخاب معيارهاي اندازه گيري عملكرد استفاده شود. به همين منظور، اين پژوهش با هدف ارائه مدلي پويا براي زنجيره تأمين خدمات سلامت (بخش اورژانس) با استفاده از رويکرد پويايي هاي سيستم و تجزيه و تحليل رفتار آن با توجه به اثر شلاق چرمي انجام شده است.

<sup>1</sup> system dynamics

<sup>2</sup> J. Forrester

شکل شماره ۱: نمونه‌ای از یک نمودار موجودی - جریان در نرم‌افزار ونسیم



شکل شماره ۱ نمادهای مورد استفاده هر یک از ابزارهای مطرح شده را در نرم‌افزار ونسیم<sup>۵</sup> نشان می‌دهد که یکی از نرم‌افزارهای توسعه مدل‌های سیستم‌های پویا می‌باشد که روشی ساده و منعطف را برای شبیه‌سازی مدل‌ها از طریق حلقه‌های علت و معلولی و نمودارهای موجودی - جریان به وجود می‌آورد.

با استفاده از پویایی‌های سیستم می‌توان پیچیدگی، رفتار غیرخطی و حلقه‌های بازخوردی که به طور ذاتی در سیستم‌های فیزیکی و غیر فیزیکی موجود می‌باشد را تجزیه و تحلیل کرد. [۱۸]

در سال‌های اخیر مدل‌سازی پویایی‌های سیستم در زمینه‌های مختلفی همچون مسائل اقتصادی، اجتماعی، سیاست‌گذاری دولت‌ها، سلامت و مطالعات شهری و ... استفاده شده است. [۱۹]

پویایی‌های سیستم قادر است رفتارهای پویای سیستم‌ها را با استفاده از نگاهی یکپارچه به سیستم و با تمرکز بر ارتباط میان عناصر سیستم بررسی کند. [۲۰]

مدل‌سازی پویایی‌های سیستم دارای سه ابزار اساسی می‌باشد که بر اساس رابطه علت و معلولی میان عناصر سیستم استفاده می‌شود.

ابزار اول: موجودی‌ها<sup>۳</sup> بیانگر متغیرهایی هستند که حالت تجمعی دارند و با استفاده از یک مستطیل به نشانه نگاه داشتن موجودی در خود نشان داده می‌شود. [۱۶]

ابزار دوم: نرخ یا جریان‌ها<sup>۴</sup> بیانگر فعالیت‌هایی هستند که منجر به افزایش یا کاهش موجودی‌های می‌شوند. [۲۱]

جریان‌ها با استفاده از لوله‌هایی که روی آنها شیرهای کنترلی قرار دارد نشان داده می‌شود. [۱۶]

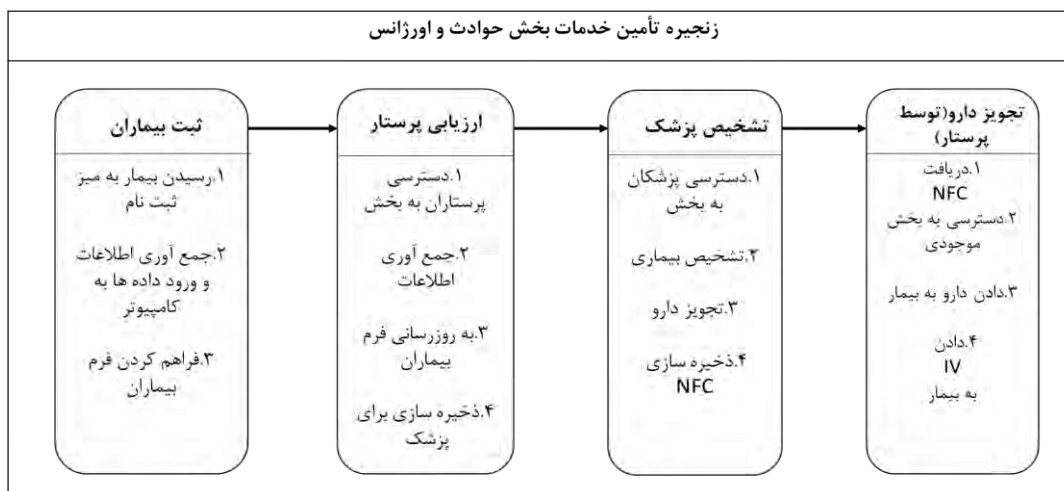
ابزار سوم: ارتباط‌دهنده‌ها که ارتباطات اطلاعاتی میان متغیرهای مدل را با استفاده از فلش‌ها نشان می‌دهند. این اطلاعات می‌تواند شامل مقادیر، ثابت‌ها، روابط ریاضی یا روابط گرافیکی باشد. [۲۱]

<sup>5</sup> VENSIM

<sup>3</sup> stocks

<sup>4</sup> flows

شكل شماره ٢: الگوي بصري بیمارستانها



٢، الگوي بصري از مدل که شامل همه جزئیات وظایف از آنچه باید در همه واحدها انجام شود را ارائه می‌دهد. وظایف جزئی با بعضی از وظایف اصلی در هر واحد یکپارچه است و وظایف اصلی هستند که در مدل سیستم‌های پویای این پژوهش استفاده شده‌اند.

#### مدل زنجیره تأمین خدمات بخش حوادث و اورژانس

مدل پژوهش <sup>٧</sup>ER نامیده می‌شود که زنجیره تأمین خدمات را شبیه‌سازی می‌کند. همان‌طور که در شکل شماره ٢ نشان داده شده است، وقتی بیمار وارد بخش اورژانس می‌شود ابتدا باید ثبت‌نام کند. پس از اتمام پروسه ثبت‌نام، یک پرستار وضعیت بیمار را ارزیابی می‌کند. بعد از ارزیابی پرستار، پزشک بیمار را ویزیت و دارو تجویز می‌کند. در نهایت، داروی موردنیاز از اتاق موجودی توسط پرستار فراهم و به بیمار داده می‌شود. بنابراین مدل ارائه شده شامل چهار گام اصلی است که هر گام سه متغیر اصلی ظرفیت، نرخ فرایند و معوقه (انباشته) را در بر می‌-

جامعه آماری این پژوهش اطلاعات کسب شده از تمامی بیمارانی است که به بخش اورژانس بیمارستان روحانی بابل در بازه زمانی ٥٠٠ ساعت مراجعه کرده‌اند که به صورت سرشماری کامل معادل ١٧٨٠ نفر، به منظور مدل‌سازی شبکه زنجیره تأمین خدمات و به دست آوردن پاسخ درست به رفتار آن با توجه به اثر شلاق چرمی جمع‌آوری شده است. منظور از رفتار، پیش‌بینی مجموعه ظرفیت‌های بیمارستان و واکنش مناسب بخش اورژانس نسبت به تعدد بیماران مراجعه‌کننده و ایجاد سناریوها برای واکنش‌های مناسب نسبت به تعداد و حجم مراجعه‌کنندگان و توانایی ارائه خدمت به بیماران بخش اورژانس می‌باشد. هدف این پژوهش طراحی زنجیره تأمین از یک جامعه بیمارستانی<sup>٦</sup> است. برای تجزیه و تحلیل نمونه، یک زنجیره تأمین خاص از CH انتخاب شده است. مدل بر بخش حوادث بیمارستان متمرکز شده و شامل مراحل درمان بیمار در بخش حوادث و اورژانس می‌باشد. شکل شماره

<sup>7</sup> Emergency Room

<sup>6</sup> community hospital (CH)

تأخیر اسمی متوسط موردنیاز برای تعدیل یک کارمند در موقعیت جدیدش است. ظرفیت هدف نیز تعداد پرسنل مطلوب موردنیاز در هر مرحله است. به طور کلی، در بخش اورژانس سه موقعیت وجود دارد. کار ثبت که توسط منشی‌ها انجام می‌شود، ارزیابی و تجویز دارو توسط پرستار و تشخیص آن توسط پزشک انجام می‌شود. با توجه به عوامل تشکیل‌دهنده و تأثیرگذار در زنجیره تأمین خدمات بخش حوادث و اورژانس، جدول شماره ۱ متغیرهای مورد استفاده در مدل را نشان می‌دهد.

گیرد. معوقه به معنای تعداد بیمارانی است که در صف انتظار به سر می‌برند. متوسط تأخیر خدمت به معنی تأخیر اسمی متوسط موردنیاز برای فراهم کردن خدمت به بیمار می‌باشد. ظرفیت، همان گنجایش در کار می‌باشد که تعداد بیمارانی که توسط پرسنل در هر مرحله از ساعت خدمت دهی می‌شوند را نشان می‌دهد. ظرفیت در کار توسط نرخ چرخش تغییر می‌کند. نرخ چرخش می‌تواند نرخ استخدام و اخراج و همچنین تغییرات موقعیت پرسنل در ER باشد. زمان تعدیل ظرفیت، همان

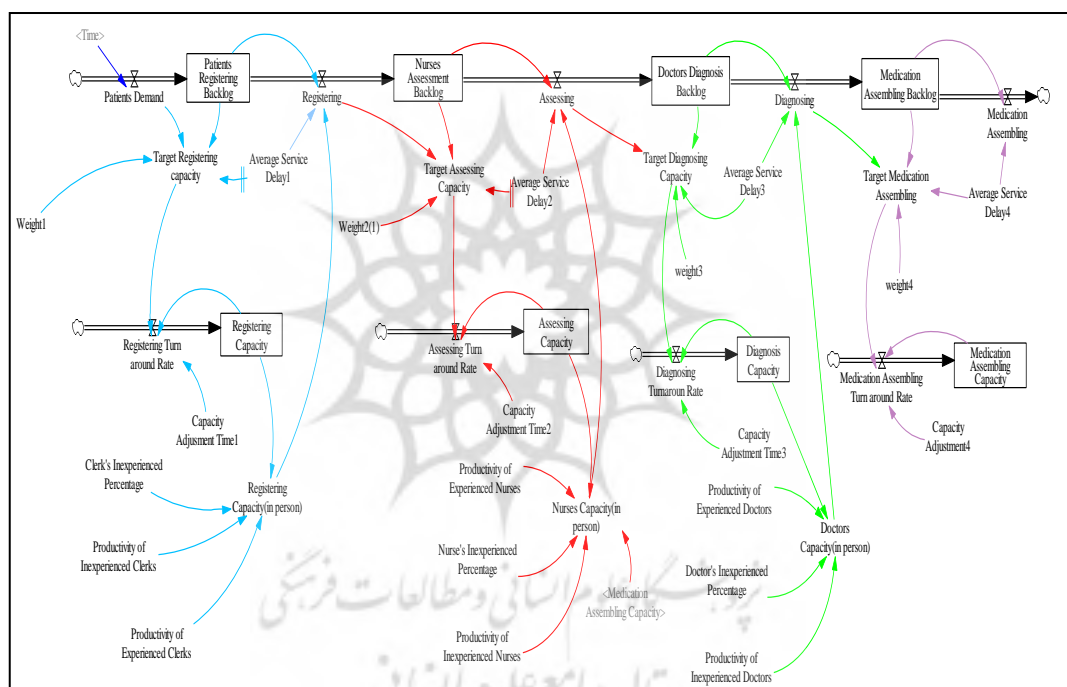
جدول شماره ۱: متغیرهای مورد استفاده در مدل

نام متغیر	متغیر در مدل	نام متغیر	متغیر در مدل
تقاضای بیماران	patients demand	نرخ چرخش ارزیابی	assessing turn around rate
مجموع بیماران ثبت شده	patients registering backlog	میزان بهره‌وری از پرستار باتجربه	productivity of experienced nurses
نرخ ثبت نام	registering rate	میزان بهره‌وری از پرستار بی‌تجربه	productivity of inexperienced nurses
متوسط تأخیر خدمت دهی	average service delay	درصد پرستاران بی‌تجربه	nurses inexperienced percentage
وزن نسبی تقاضای آخرین بیمار	weight	ظرفیت پرستاران (هر فرد)	nurses capacity (in person)
ظرفیت ثبت نام هدف	target registering capacity	نرخ چرخش تجویز دارو	medication assembling turn around rate
نرخ چرخش ثبت نام	registering turn around rate	ظرفیت تجویز دارو	medication assembling capacity
مجموع ظرفیت ثبت نام	registering capacity	مجموع تشخیص پزشکان	doctors diagnosis backlog
زمان تعدیل ظرفیت	capacity adjustment time	ظرفیت تشخیص هدف	target diagnosing capacity
درصد پرسنل بی‌تجربه	percentage	نرخ تشخیص	diagnosing rate
میزان بهره‌وری پرسنل با تجربه	productivity of experienced clerks	ظرفیت تشخیص	diagnosis capacity
میزان بهره‌وری پرسنل بی‌تجربه	productivity of inexperienced clerks	مجموع تجویز داروها	medication assembling backlog
ظرفیت ثبت نام (هر فرد)	registering capacity (in person)	ظرفیت تجویز داروی هدف	target medication assembling
مجموع ارزیابی پرستاران	nurses assessment backlog	نرخ چرخش تجویز دارو	medication assembling turn around rate
نرخ ارزیابی	assessing rate	نرخ تجویز دارو	medication assembling rate
ظرفیت ارزیابی هدف	target assessing capacity		

واحد زمانی مورد استفاده در مدل، ساعت می‌باشد. مدل برای بازه زمانی ۵۰۰ ساعت شبیه‌سازی شده است. مهم‌ترین سؤال در این مرحله این است که تحت شرایط موجود، اثر شلاق چرمی چگونه رخ خواهد داد؟ از آنجا که مدل برای بازه زمانی ۵۰۰ ساعت شبیه‌سازی شده است و معادله تقاضای بیمار به صورت نرمال تصادفی در بحث معادلات ذکر شده است، برای درک مناسب‌تر اثر شلاق چرمی (در صورت وجود) یک پالس به تقاضای بیماران در زمان ۷۰ وارد می‌کنیم. مدت زمان انتخاب پالس ۸۰ ساعت است. پالس به حداقل، حداکثر و میانگین مقادیر نرمال تصادفی اضافه شده است. بنابراین فرمول تقاضای بیمار در هنگام بررسی اثر شلاق چرمی به صورت زیر است:

$$\text{RANDOM NORMAL } (1+\text{PULSE } (70, 80), 5+\text{PULSE } (70, 80), 2.5+\text{PULSE } (70, 80), 0.5, 0)$$

شکل شماره ۳ مدل ER را نشان می‌دهد. این مدل بر اساس مدل آندرسون و همکاران<sup>۸</sup> طراحی شده است. [۲۲]



شکل شماره ۳. مدل زنجیره تأمین خدمات ER

مهم‌ترین روابط ریاضی متغیرهای مدل به شرح زیر است:

$B_i(t)$  = stage I backlog at time t. We assume that  $B_i(t) \geq 0$  for  $t \geq 0$

$C_i(t)$  = stage I capacity at time t. We assume that  $C_i(t) \geq 0$  for  $t \geq 0$ .

Note  $C_0(t)$  equals end-customer demand at time t.

$P_i(t) = \text{IF} [(B_i(t) > 0), C_i(t)], \text{Else } [\min (P_{i-1}(t), C_i(t))]$

Turnaround rate  $\tau_i = (\text{Target Capacity } \tau_i - C_i(t)) / \text{Capacity Adjustment Time } \tau_i$

Target Capacity  $\tau_i$  = the desired capacity of stage i.

Target Capacity  $\tau_i = \text{Weight } \tau_{i,1} * C_0(t) + \text{Weight } \tau_{i,1} * P_{i-1}(t) + (1 - \text{Weight } \tau_{i,1}) * (B_i(t) / \text{Average Service Delay } \tau_i)$

Capacity Adjustment Time  $\tau_i$  = the average nominal delay required to adjust capacity at stage i. we assume Capacity Adjustment Time  $\tau_i > 0$ .

<sup>8</sup>Anderson et al

Average Service Delay  $i$  = the average nominal delay required to serve a patient at stage  $i$ .  
we assume Average Service Delay  $i > 0$ .

Weight  $i,1(2)$  = the relative weight of the end-customer demand in the target capacity decision.  
We assume  $0 < W_{\text{eght } i,1} < 1$ .

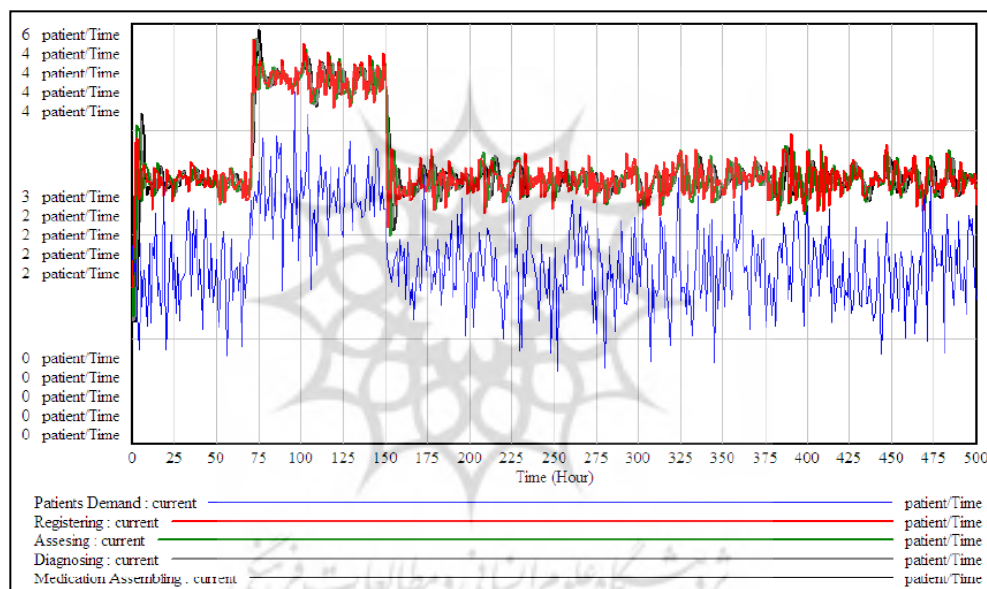
Patients Demand = RANDOM NORMAL ({min}, {max}, {mean}, {stdev}, {seed})

Capacity  $i$  (in person) =  $((C_i(t) * \text{Employees Inexperienced Percentage}) / \text{Productivity of Inexperienced employees}) + ((C_i(t) * (1 - \text{Employees Inexperienced percentage})) / \text{Productivity of Experienced Employees})$

Turnaround rate  $i$  (in person) =  $((\text{Turnaround rate } i * \text{Employees Inexperienced Percentage}) / \text{Productivity of Inexperienced Employees}) + ((\text{Turnaround rate } i * (1 - \text{Employees Inexperienced Percentage})) / \text{Productivity of Experienced Employees})$

## یافته‌ها

پس از اجرای مدل طراحی شده (شکل شماره ۳)، شکل شماره ۴ تقاضای بیماران که نرخ پردازش را برای هر چهار مرحله در ER صورت گرفته است را نشان می‌دهد. در این شکل تأخیر فاز، که تأخیر از یک مرحله به مرحله دیگر را نشان می‌دهد به وضوح قابل رؤیت است.



شکل شماره ۴. تقاضا و نرخ پردازش ER

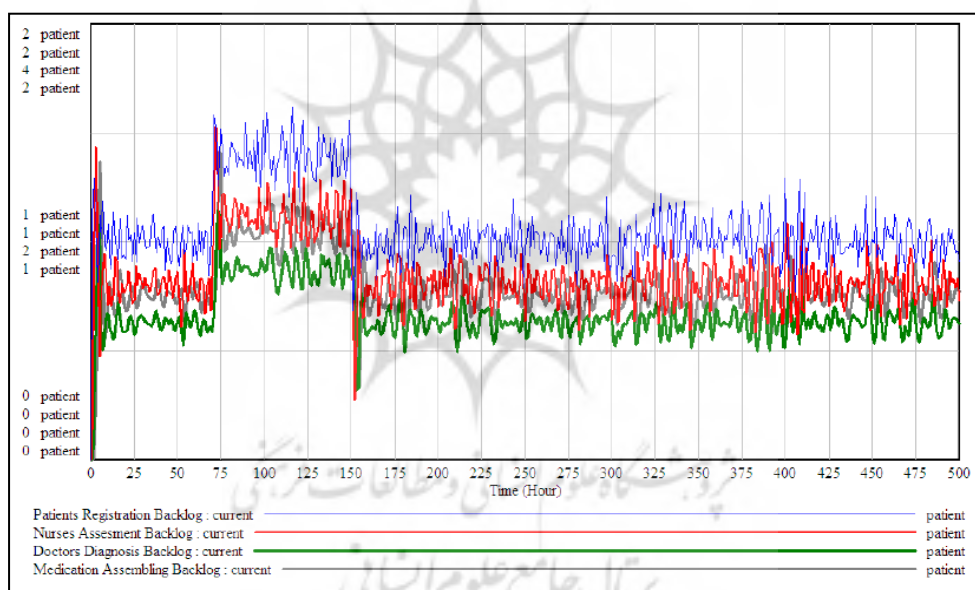
همچنین، این اتفاق ممکن است مطابق با شکل شماره ۵ برای حجم کارهای معوقه نیز بیافتد. با این حال، با نگاه به واریانس نرخ پردازش و معوقه‌ها، متوجه نامشخص بودن اثر شلاق چرمی می‌شویم.

این پدیده را می‌توان با استفاده از چهار علت ریشه‌ای عمده برای وجود اثر شلاق چرمی در زنجیره تأمین، بیان شده توسط لی و همکاران<sup>۹</sup> بررسی کرد [۲۳] که عبارتند از علامت‌دهی تقاضا، دسته‌کردن سفارشات، نوسانات قیمت و کمبود عرضه. با توجه به ناملموس بودن طبیعت خدمات و این حقیقت که موجودی کالای تمام‌شده نمی‌تواند به عنوان یک ذخیره مقابل نوسانات عمل کند، بعید است که سیگنال‌های تقاضا، عامل ریشه‌ای مهمی برای تقویت تأثیرات در سراسر زنجیره تأمین خدمات باشد. در نمونه مورد بررسی، در میان چهار مرحله از ER هیچ واحد مخصوصی برای پیش‌بینی تقاضا وجود ندارد. همان تعداد از بیماران که وارد بخش اورژانس می‌شوند به واحد

<sup>۹</sup> Lee et al



ترياز مي روند تا ثبت نام كنند و از ساير مراحل عبور داده شوند. به علت ناملموس بودن خدمات، دسته كردن سفارشات نيز نمي تواند به عنوان يك عامل تقويت كننده اثر شلاق چرمي در عمليات خدمات عمل كند. نوسانات قيمت، ممكن است به عنوان يك عامل ريشه اي در بعضي از زنجيره هاي تامين خدمات به شمار رود، اما در اين نمونه نيز اين عامل نمي تواند قطعاً مؤثر باشد. انسان ها وقتي در موقعيت خاص قرار مي گيرند و نياز به سلامت را حس مي كنند به اورژانس رجوع مي كنند. آنها نمي توانند خدمات ER را از قبل در قيمت هاي نوساني خريداري كنند. در واقع، خدمات ER قيمت تخفيفي براي جذب مشتريان در دوره هايي كه تقاضا كم است، ارائه نمي دهد. عمليات خدمات، هيچ نمونه بارزي از بازي هاي كمبود ارائه نمي دهد؛ اما هنگامي كه مشتريان خدمات خاصي را مي خردند ممكن است فعاليت هاي سهميه بندي براي آنها اعمال شود. با اين وجود، به دليل طبيعت غيرقابل پيش بيني نياز خدمات ER اين عامل نيز براي اين بخش مناسب نيست. بنابراين، هيچ كدام از چهار عامل ريشه اي اثر شلاق چرمي نمي تواند عملي براي خدمات بخش اورژانس باشد. به همين علت، بين همه مراحل در ER سطح خوبي مشاهده مي شود.



شكل شماره 5: معوقه هاي ER

## بحث و نتيجه گيري

در اين پژوهش، مدلي با استفاده از رويکرد پويابي هاي سيستم براي زنجيره تامين خدمات مربوط به يك جامعه بيمارستاني طراحي شده است. بينش اصلي اين است كه ممكن است اثر شلاق چرمي در زنجيره تامين خدمات بخش اورژانس و حوادث رخ ندهد كه اين موضوع وابسته به سياست هاي مديریتی در هر مرحله از زنجيره تامين

مي باشد. پژوهش حاضر شامل سه بخش مطالعه مروري، كيفي و كمّي مي باشد. در بخش مطالعه مروري با استفاده از مطالعات كتابخانه اي عوامل مؤثر بر زنجيره تامين خدمات بخش اورژانس شناسايي و سپس در بخش كيفي به منظور استخراج، تعديل و تصديق عوامل شناسايي شده از نظر 8 نفر از خبرگان به صورت مصاحبه هدايت شونده استفاده شده است. در بخش كمّي، جامعه آماري اطلاعات

رزتی و همکاران<sup>۳</sup> مشکلات مدیریت اقلام موجود در انبار را در زنجیره تأمین مراقبت‌های بهداشتی و درمانی با استفاده از مدل‌های مرسوم GPO که مبتنی بر زنجیره ارزش سلامت سازمان‌ها است، تحلیل کردند. [۲۵]

ریوارد رویر و همکاران<sup>۴</sup> اهداف اساسی یک بیمارستان مثل پیدا کردن نرخ تعادل جدید را منطبق بر یک ورژن ترکیبی از سیستم‌های کاهش موجودی انجام دادند. [۲۶]

مدل ارائه شده در این پژوهش، مدلی پویا و وابسته به زمان است که اثر تغییرات روی مدل را نشان می‌دهد؛ اما در مدل‌های ارائه شده باید تغییرات اعمال شوند و بعد منتظر تأثیرات آن باشیم. به همین دلیل مدل پیشنهادی این پژوهش نسبت به مدل‌های قبلی دارای برتری است. در نهایت، پژوهشگران به تجزیه و تحلیل اثر شلاق چرمی پرداخته اند. برای بررسی این اثر، یک پالس به تقاضای بیماران در طول مدت ۸۰ ساعت اضافه شده است. با توجه به نمودارهای مشاهده شده از این تغییر میزان تقاضا در ورود بیماران، نتایج نشان می‌دهد که نوسان نرخ پردازش و معوقه‌ها برای هر چهار مرحله در زنجیره تأمین خدمات بخش اورژانس و حوادث از حالت نرمالی پیروی می‌کند و وقوع اثر شلاق چرمی در آن نامشخص است. در ادامه، این پدیده با استفاده از چهار علت ریشه‌ای عمده اثر شلاق چرمی بیان شده توسط لی و همکاران بررسی شده است. با توجه به ناملموس بودن خدمات، عامل سیگنال تقاضا و دسته کردن سفارشات نمی‌تواند به عنوان عامل تقویت-

بیماران پذیرفته شده بیمارستان روحانی بابل در بازه زمانی ۵۰۰ ساعت به صورت سرشماری کامل معادل ۱۷۸۰ نفر می‌باشد که شامل اطلاعات بیمار، ارزیابی پرستاران، تشخیص بیماری توسط پزشک، داروهای تجویز شده می‌باشد. سپس با توجه به حلقه‌های علی اصلی مدل، نمودار موجودی - جریان مدل ترسیم گردیده است. برای شبیه‌سازی سیستم مورد مطالعه از نرم افزار ونسیم که نرم‌افزاری توانمند در زمینه مدل-سازی سیستم‌های پویا است، استفاده شده است. با توجه به گفته‌های استرمن<sup>۱</sup> هیچ دلیلی بر صحت مطلقه که مدل بر اساس آن، واقعیت را بازنمایی کند وجود ندارد. [۱۹]

اما آزمون‌هایی برای تست مدل انجام شده است تا اعتبار آن را سنجیده شود. از جمله این آزمون‌ها، آزمون تأیید ساختار، آزمون شرایط حدی و آزمون مقایسه با مدل‌های خانواده می‌باشد. مشخصاً پژوهش‌هایی که تاکنون در مورد مدل‌سازی خدمات سلامت انجام یافته به عنوان مدل‌های تحقیق در عملیات سنتی بطور خاص برای حل مسئله ظرفیت و یا مشکلات موجودی اختصاص داده شده است. بنابراین به مدل‌های پیچیده‌تر و کارآمدتری نیاز است که بتواند در مدل‌سازی زنجیره تأمین استفاده شود. در واقع گابوئر<sup>۲</sup> شیوه‌های مدیریت قوی برای موقعیت داروخانه به عنوان ارائه دهندگان مراقبت‌های بهداشتی را در کار خود قرار داد و یک چارچوب برای تغییر وضعیت سلامت ارائه خدمت زنجیره تأمین داروخانه با استفاده از مدل ارزیابی بازخورد ارائه داد. [۲۴]

<sup>3</sup> Rossetti et al

<sup>4</sup> Rivard-Royer et al

<sup>1</sup> Sterman

<sup>2</sup> Gebauer

۱) زنجیره تأمین خدماتی که مدل‌سازی شده، کوچک است و فقط وظایف بخش اورژانس را شامل می‌شود. بهتر است برای مشاهده و نتایج بهتر، زنجیره‌های تأمین بزرگ‌تری مدل‌سازی شوند، مثلاً، زنجیره تأمین خدمات درگیر با شرکت‌های بیمه.

۲) در این پژوهش تأثیر خطای تحویل دارو بر اثر شلاق چرمی در نظر گرفته نشده است؛ به همین منظور، در پژوهش‌های آتی می‌تواند روابط میان خطای تحویل دارو و معوقه‌ها و ظرفیت‌های متغیر را تحلیل کند.

۳) بررسی تأثیر زمان تعدیل ظرفیت بر معوقه‌ها و ظرفیت‌های متنوع در خدمات سلامت.

۴) پژوهش حاضر در بخش حوادث بیمارستان انجام شده، پژوهشگران می‌توانند این کار را در صنایع خدماتی دیگر انجام دهند.

### سپاسگزاری

این پژوهش حاصل تلاش پژوهشگران در سال ۱۳۹۴ در دانشگاه سمنان است و پژوهشگران بر خود وظیفه می‌دانند که از همه متخصصانی که در تکمیل این پژوهش همکاری داشته‌اند، به ویژه مسئولان و پرسنل بیمارستان روحانی بابل تقدیر و تشکر نمایند.

کننده اثر شلاق چرمی در عملیات خدمات عمل کند. عامل نوسانات قیمت نیز نمی‌تواند به عنوان یک عامل مؤثر باشد؛ زیرا انسان نیاز جدی به سلامت را حس می‌کند و آنگاه به مرکز درمانی رجوع می‌کند و نمی‌تواند خدمات بخش اورژانس و حوادث را از قبل، در قیمت‌های نوسانی خریداری کند. همچنین به دلیل طبیعت غیرقابل پیش‌بینی نیاز به خدمات اورژانس، عامل بازی‌های کمبود نیز نمی‌تواند برای این بخش مناسب باشد. باید متذکر شد که زنجیره تأمینی که در این پژوهش مدل‌سازی شده است، مربوط به زنجیره تأمین خدمات کوچک است، و فقط وظایفی را که در اطراف بخش اورژانس بیمارستان اتفاق می‌افتد ارائه می‌دهد. این احتمال وجود دارد برای مشاهده بهتر اثر شلاق چرمی در زنجیره تأمین خدمات سلامت، باید زنجیره‌ها را کلی‌تر مدل‌سازی کرد. این پژوهش می‌تواند نقطه شروع برای مطرح کردن رویکرد پویایی سیستم در حوزه شرکت‌های کوچک و متوسط خدماتی فرض شود.

### پیشنهادها

با توجه به محدودیت‌های موجود و مضامین انجام‌شده با خبرگان پیشنهادهای زیر برای استفاده در مطالعات آینده توصیه می‌شود:

## References

1. Tan KC, Kannan VR, Handfield RB, Ghosh S. Supply chain management: an empirical study of its impact on performance. *International journal of operations & production Management* 1999; 19(10):1034-1052.
2. Sanei M, Mahmoodirad A, Niroomand S. Two-Stage Supply Chain Network Design Problem with Interval Data. *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy* 2016; 5:74-84.
3. Sadigh AN, Fallah H, Nahavandi N. A multi-objective supply chain model integrated with location of distribution centers and supplier selection decisions. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 2013; 69(1-4):225-35.
4. Samuel C, Gonapa K, Chaudhary PK, Mishra A. Supply chain dynamics in healthcare services. *International journal of health care quality assurance* 2010; 23(7):631-42.
5. Razavi Haji Agha H, Akrami H, Olfat L. Investigating the Effect of Combination of Prediction Methods on the Effect of Whip Leather in multi-level supply chains. *Management Improvement* 2013; 6(4): 96-113. [In Persian]
6. Xu R, Xiaoli R, Xiaoming S, Gang L. The Analysis of Bullwhip Effect in Supply Chain Based on Strategic Alliance. *IFIP International Federation for Information Processing* 2007; 251: 452-458.
7. Dominguez R, Cannella S, Framinan JM. The impact of the supply chain structure on bullwhip effect. *Applied Mathematical Modelling* 2015; 39(23): 7309-7325.
8. Bani Hashem A, Haji Molana M. Sensitivity analysis of the bullwhip effect in the four-level supply chain using the Moving Average Method to Estimate Demand. *Journal of Industrial Management* 2017; 9(1): 43-58. [In Persian]
9. Lee HL, Padmanabhan V. The bullwhip effect in supply chain. *Sloan Management Review* 1997; 38(3): 93-102.
10. Mustaffa NH, Potter A. Healthcare supply chain management in Malaysia: a case study. *Supply Chain Management: An International Journal* 2009; 14(3): 234-243.
11. Aronsson H, Abrahamsson M, Spens K. Developing lean and agile health care supply chains. *Supply Chain Management: An International Journal* 2011; 16(3): 176-183.
12. Dobrzykowski D, Saboori Deilami V, Hong P, Kim SC. A structured analysis of operations and supply chain management research in healthcare (1982–2011). *International Journal of Production Economics* 2014; 147(2014): 514-530.
13. Fitzsimmons JA, Fitzsimmons MJ. *Service management: operations, strategy and information technology*. 3rd ed. Singapore: McGraw-Hill companies; 2006.
14. Ding Z, Yi G, Tam VW, Huang T. A system dynamics-based environmental performance simulation of construction waste reduction management in China. *Waste Management* 2016; 51: 130-141.
15. Gao W, Hong B, Swaney DP, Howarth RW, Guo H. A system dynamics model for managing regional N inputs from human activities. *Ecological Modeling* 2016; 322: 82-91.
16. Shepherd SP. A review of system dynamics models applied in transportation. *Transportmetrica B: Transport Dynamics* 2014; 2(2): 83-105.
17. Minami N, Madnick S. *Using systems analysis to improve traffic safety*. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge 2010.
18. Forrester JW. *System dynamics, systems thinking, and soft or*. *System dynamics review* 1994; 10(2-3): 245-256.
19. Sterman JD. *Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. New York: McGraw-Hill; 2000.
20. Yuan H, Wang J. A system dynamics model for determining the waste

- disposal-charging fee in construction. *European Journal of Operational Research* 2014; 237(3): 988-996.
21. Kumar SN, Umadevi G. Application of System Dynamic Simulation Modeling in Road Safety. *Proceedings of the third International Conference on Road Safety and Simulation 2011, Indiana, EUA.*
  22. Anderson EG, Morrice DJ, Lundeen G. The physics of capacity and backlog management in service and custom manufacturing supply chains. *System Dynamics Review* 2005; 21(3): 217-247.
  23. Lee HL, Padmanabhan P, Whang S. Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect. *Management Science* 1997; 43(4): 516-558.
  24. Gebauer H, Robust management practices for positioning pharmacies as healthcare service providers. *European Management Journal* 2008; 26: 175-187.
  25. Rossetti MD, Marek D, Prabho SH, Bhonsle A, Sharp S, Liu Y. *Inventory Management Issues in Healthcare Supply Chains* 2008. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/3aaf/c7c59614075672f6e6de42b0e76b57ba8b94.pdf>
  26. Rivard-Royer H, Landry S, Beaulieu M. Hybrid stockless: a case study. *International Journal of Operations & Production Management* 2002; 22(4): 412-424.

## **A dynamic model of supply chain in emergency services**

**Corresponding author: Mohsen Shafiei Nikabadi**, Assistant Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Economics and Management, Semnan University, Semnan, Iran **Email:** shafiei@semnan.ac.ir

**Mahjoubeh Akbarian Marzuni**, MA in Industrial Management, Faculty of Economics and Management, Semnan University, Semnan, Iran

**Amir Hakaki**, MA in MBA, Faculty of Economics and Management, Semnan University, Semnan, Iran

**Received:** May 24, 2017 **Accepted:** November 3, 2017

### **Abstract**

**Background:** Since the importance of service sectors have increased over the last decade and lack of awareness about service supply chain in hospitals, the aim of this study is providing dynamic model for emergency room service supply chain by using system dynamics approach for analyzing behavior of supply chain based on the effect of supply chain bullwhip.

**Method:** The research method is divided by three stages: review, qualitative and quantitative. First stage, extensive literature review has been done to identify effective factors on emergency room services supply chain. Next, to extract and modify the identified factors used open interview from eight experts. Then, to present the dynamic model information of 1780 people such as general information, nurses evaluation, disease diagnosis by doctor, and drug prescription collected from duration of 500 hours.

**Findings:** The dynamic model of emergency room services supply chain drawn based on system dynamics approach and the validity of the model tested by confirmation of structure, limit conditions and comparison with family credit models. After running the model, none of supply chain bullwhip effects (demand, arranging orders, price fluctuations and supply shortages) could not be consider for emergency room services.

**Conclusion:** According to the results, demand and arranging orders could not intensify the effect of supply chain bullwhip during service operation. Since human are sensitive about being healthy, price fluctuation could not effect on supply chain bullwhip. In addition, supply shortages have the same result because the need to emergency room services is unpredictable.

**Keywords:** supply chain, emergency room services supply chain, dynamic model, system dynamics, Vensim software