مدلی پویا از زنجیرهٔ تأمین خدمات بخش اورژانس

محسن شفیعی نیک‌آبادی[۱]، محجوبه اکبریان مرزونی[۲]، امیرحکاکی[۳]

۱. نویسندهٔ مسئول: استادیار، مدیریت، گروه مدیریت صنعتی، دانشکدهٔ اقتصاد و مدیریت، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

Email:shafiei@semnan.ac.ir

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

۳. کارشناس ارشد MBA مدیریت سیستم‌های اطلاعاتی، دانشکدهٔ 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 زنجیرهٔ تأمین خدماتی در بیمارستان‌ها کم است، هدف این پژوهش ارائه مدلی پویا از زنجیرهٔ 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 مطالعهٔ مروری، کیفی و کمّی می‌باشد. در بخش مطالعهٔ مروری با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای عوامل مؤثر بر زنجیرهٔ تأمین خدمات بخش اورژانس شناسایی و سپس در بخش کیفی به‌منظور استخراج، تعدیل و تصدیق عوامل شناسایی شده از نظر ۸ نفر از خبرگان به‌صورت مصاحبه هدایت شونده استفاده شده است. در بخش کمّی، جامعهٔ آماری اطلاعات بیماران پذیرفته‌شدهٔ بیمارستان روحانی بابل در بازهٔ زمانی ۵۰۰ ساعت به‌صورت سرشماری کامل معادل ۱۷۸۰ نفر می‌باشد که شامل اطلاعات بیمار، ارزیابی پرستاران، تشخیص بیماری توسط پزشک، داروهای تجویز شده می‌باشد.

یافته‌ها: مدل پویای زنجیرهٔ 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 تقویت‌کنندهٔ اثر شلاق چرمی در عملیات خدمات عمل کند. عامل نوسانات قیمت نیز نمی‌تواند به عنوان عامل مؤثر باشد زیرا انسان، نیاز جدّی به سلامت را حس می‌کند. همچنین، به دلیل طبیعت غیرقابل‌پیش‌بینی نیاز به خدمات اورژانس عامل کمبود عرضه نیز نمی‌تواند برای این بخش مناسب باشد.

کلمات‌کلیدی: زنجیرهٔ تأمین، زنجیرهٔ تأمین خدمات بخش اورژانس، مدل پویا، سیستم‌های پویا، نرم افزار ونسیم

مقدمه

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 زنجیرهٔ تأمین خدمات سلامت که هدف آن خلق حداکثر ارزش برای مشتریان می‌باشد برای بقای سازمان‌های خدماتی درمانی حائز اهمیت است. [۱]

در دههٔ 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 زنجیرهٔ تأمین» شناخته شده بود، ارتقا دهند. [۲]

زنجیرهٔ تأمین یک شبکهٔ مشترک بین تأمین‌کننده، تولیدکننده، توزیع‌کننده و مشتری می‌باشد. [۳ و ۴]

از مهم‌ترین مسائل مطرح در مدیریت زنجیرهٔ تأمین، اثر شلاق چرمی است. [۵]

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

از مهم‌ترین دلایل ایجاد این اثر تعداد واسطه‌های ارتباطی در زنجیرهٔ 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، حمل‌ونقل و نیروی انسانی و در نهایت، ناهماهنگی در میان اعضای زنجیرهٔ 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 زنجیرهٔ 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 زنجیرهٔ 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 زنجیرهٔ تأمین سلامت است را معرفی کردند. آگاهی از مفهوم زنجیرهٔ 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 محسوب می‌شود که در این نظام خدماتی، کیفیت و

ایمنی در مراقبت بیمار از کلیدی‌ترین موارد است. [۱۳]

سازمان‌های خدماتی و صنعتی ایران نیز متناسب با توسعه و تحول سازمان‌های جهانی، نیازمند تغییر و تحول هستند. جایگاه بعضی از آن‌ها مانند بیمارستان‌ها به دلیل اهمیت، تنوع و نوع خدماتی که ارائه می‌دهند و جمعیتی که تحت پوشش دارند باعث توجهات بسیاری گردیده است. در ویژه‌نامهٔ مدیریت زنجیرهٔ تأمین منتشر شده توسط یکی از معتبرترین مجلات، تأکید شده است شکاف بزرگ در ادبیات مربوطه ارائه چارچوب و مدل مناسب برای زنجیره‌های تأمین یکپارچه است. [۱۴]

امروزه اکثر مطالعات انجام‌شده با هدف مدل‌سازی خدمات سلامت تنها مدل‌های تحقیق در عملیات سنتی و به‌طور خاص برای حل مسأله ظرفیت و یا مشکلات موجودی اختصاص داده شده است. همچنین، کارکرد مدل‌هایی که تا به امروز ارائه شده، اینگونه است که باید تغییرات اعمال شوند و بعد منتظر تأثیرات آن باشیم تا بتوانیم نتایج به‌دست آمده را تجزیه و تحلیل کنیم. در نتیجه، چارچوب‌ها و مدل‌های پیچیده و کارآمدتری موردنیاز است که علاوه بر پویایی بتواند در مدل‌سازی زنجیرهٔ تأمین خدمات سلامت با توجه به انتخاب معیارهای اندازه‌گیری عملکرد استفاده شود. به همین منظور، این پژوهش با هدف ارائه مدلی پویا برای زنجیرهٔ تأمین خدمات سلامت (بخش اورژانس) با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستم و تجزیه و تحلیل رفتار آن با توجه به اثر شلاق چرمی انجام شده است.

روش تحقیق

این تحقیق با توجه به هدف از نوع کاربردی و به لحاظ متغیر، کمّی و از نظر زمان، مقطعی می‌باشد که به‌صورت توصیفی با رویکرد پویایی‌های سیستم[1] انجام شده است. پژوهش حاضر شامل سه بخش مطالعهٔ مروری، کیفی و کمّی می‌باشد. در بخش مطالعهٔ مروری با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای عوامل مؤثر بر زنجیرهٔ تأمین خدمات بخش اورژانس شناسایی شده است. در همین خصوص، به‌منظور جست‌وجوی اطلاعات از کلیدواژه‌هایی همچون زنجیرهٔ تأمین، زنجیرهٔ تأمین خدمات، خدمات سلامت و اورژانس استفاده شده است. در بخش کیفی به منظور استخراج، تعدیل و تصدیق عوامل تأثیرگذار در زنجیرهٔ تأمین خدمات سلامت بیمارستانی (بخش اورژانس) از نظر ۸ نفر از خبرگان و متخصصان که دارای پست‌های مدیریتی و عملیاتی در بیمارستان روحانی بابل بوده‌اند به‌صورت مصاحبهٔ هدایت‌شونده استفاده شده است و برآیند پاسخ خبرگان به عنوان خروجی این بخش در نظر گرفته شده است. بخش دوم بخش کمّی است که به‌منظور مدل‌سازی پویایی‌های زنجیرهٔ تأمین خدمات سلامت بخش اورژانس بیمارستانی از ابزار «پویایی‌های سیستم» استفاده شده است. پویایی‌های سیستم ابزاری قدرتمند برای مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌های پویا می‌باشد که توسط پروفسور جی فارستر[2] استاد دانشگاه MIT در دههٔ ۱۹۵۰ میلادی معرفی گردیده است. [۱۷، ۱۶، ۱۵، ۱۴]

[1] system dynamics
[2] J. Forrester

با استفاده از پویایی‌های سیستم می‌توان پیچیدگی، رفتار غیرخطی و حلقه‌های بازخوردی که به‌طور 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 علّت و معلولی میان عناصر سیستم استفاده می‌شود.

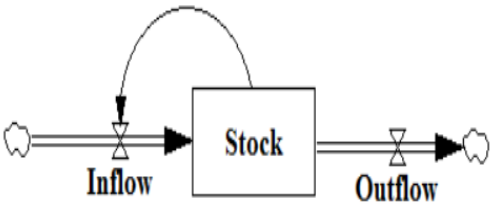
ابزار اول: موجودی‌ها[3] بیانگر متغیرهایی هستند که حالت تجمعی دارند و با استفاده از یک مستطیل به نشانهٔ نگه‌داشتن موجودی در خود نشان داده می‌شود. [۱۶]

ابزار دوم: نرخ یا جریان‌ها[4] 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]

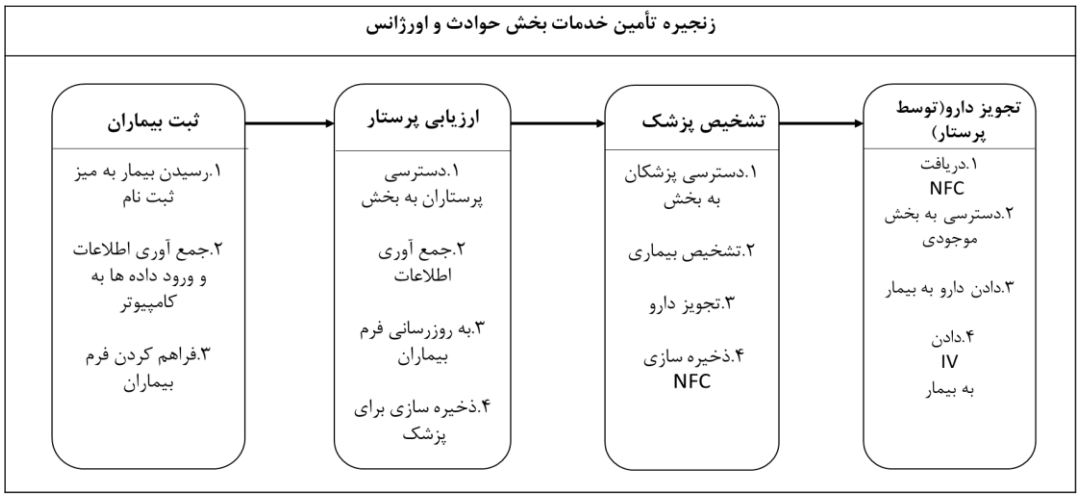
شکل شمارهٔ ۱: نمونه‌ای از یک نمودار موجودی- جریان در نرم‌افزار ونسیم



شکل شمارهٔ ۱ نمادهای مورداستفادهٔ هر یک از ابزارهای مطرح‌شده را در نرم‌افزار ونسیم[5] نشان می‌دهد که یکی از نرم‌افزارهای توسعهٔ مدل‌های سیستم‌های پویا می‌باشد که روشی ساده و منعطف را برای شبیه‌سازی مدل‌ها از طریق حلقه‌های علّت و معلولی و نمودارهای موجودی- جریان به‌وجود می‌آورد.

[3] stocks
[4] flows
[5] VENSIM

شکل شمارهٔ ۲: الگوی بصری بیمارستان‌ها



جامعهٔ آماری این پژوهش اطلاعات کسب شده از تمامی بیمارانی است که به بخش اورژانس بیمارستان روحانی بابل در بازهٔ زمانی ۵۰۰ ساعت مراجعه کرده‌اند که به‌صورت سرشماری کامل معادل ۱۷۸۰ نفر، به منظور مدل‌سازی شبکهٔ زنجیرهٔ تأمین خدمات و به‌دست 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 زنجیرهٔ تأمین از یک جامعهٔ بیمارستانی[6] است. برای تجزیه و تحلیل نمونه، یک زنجیرهٔ 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 شمارهٔ ۲، الگوی بصری از مدل که شامل همه جزئیات وظایف از آنچه باید در همهٔ 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 زنجیرهٔ تأمین خدمات بخش حوادث و اورژانس

مدل پژوهش ER[7] نامیده می‌شود که زنجیرهٔ تأمین خدمات را شبیه‌سازی می‌کند. همان‌طور که در شکل شمارهٔ ۲ نشان داده شده است، وقتی بیمار وارد بخش اورژانس می‌شود ابتدا باید ثبت‌نام کند. پس از اتمام پروسهٔ 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-

[6] community hospital (CH)

[7] Emergency Room

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 تأخیر اسمی متوسط موردنیاز برای تعدیل یک کارمند در موقعیت جدیدش است. ظرفیت هدف نیز تعداد پرسنل مطلوب موردنیاز در هر مرحله است. به‌طور 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 زنجیرهٔ تأمین خدمات بخش حوادث و اورژانس، جدول شمارهٔ ۱ متغیرهای مورداستفاده در مدل را نشان می‌دهد.

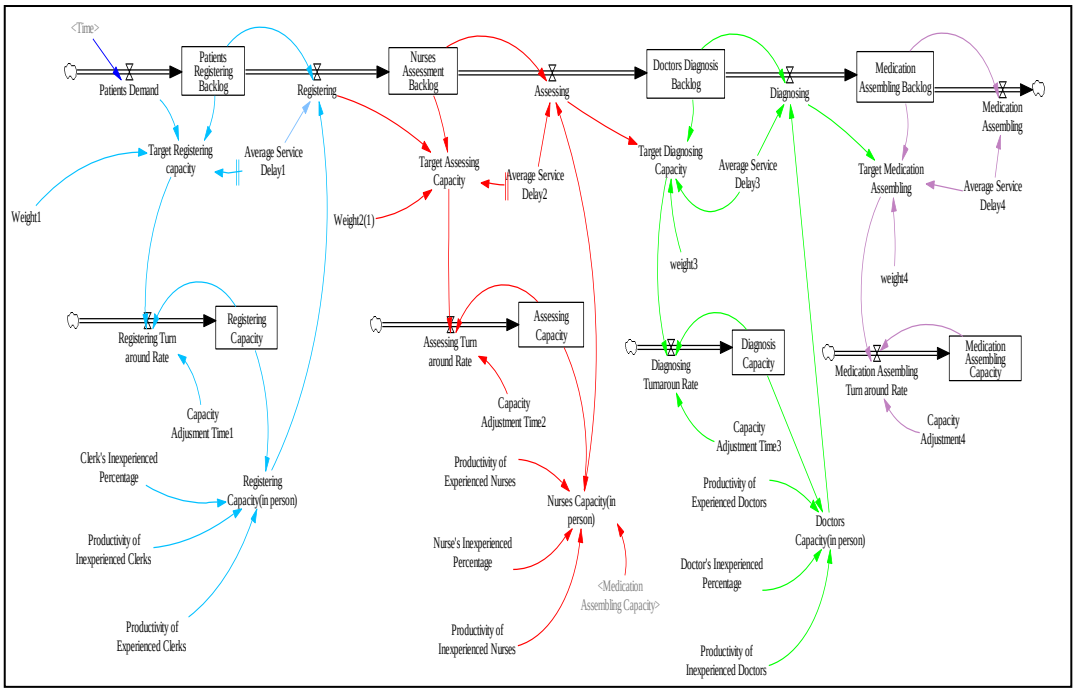
جدول شمارهٔ۱: متغیرهای مورد استفاده در مدل

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 خدمت‌دهی	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	clerk’s inexperienced 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 بازهٔ 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 بازهٔ زمانی ۵۰۰ ساعت شبیه‌سازی شده است و معادلهٔ تقاضای بیمار به‌صورت نرمال تصادفی در مبحث 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 به‌صورت زیر است:

RANDOM NORMAL (1+PULSE (70, 80), 5+ PULSE (70, 80), 2.5+PULSE (70, 80), 0.5, 0)

شکل شمارهٔ ۳ مدل ER را نشان می‌دهد. این مدل بر اساس مدل آندرسون و همکاران[۸] طراحی شده است. [۲۲]



شکل شمارهٔ ۳. مدل زنجیرهٔ 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) ≥0 for t ≥0

C_i (t) = stage I capacity at time t. We assume that C_i (t) ≥0 for t ≥0.
Note C_0 (t) equals end-customer demand at time t.

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

Turnaround rate $_i$ = (Target Capacity $_i$ - Ci (t)) / Capacity Adjustment Time $_i$

Target Capacity $_i$ = the desired capacity of stage i.

Target Capacity $_i$ = Weight $_{i.1}$ * C_0 (t) + Weight $_{i.1}$ * P_{i-1} (t) + (1- Weight $_{i.1}$)*
(Bi (t) / Average Service Delay $_i$)

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

[8] 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 that $0 \leq$ Weight $_{i.1} \leq 1$.

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

Capacity i (in person) = ((C_i (t)*Employees Inexperienced Percentage) / Productivity of Inexperienced employees) + ((C_i (t)*(1- Employees Inexperienced percentage)) / Productivity of Inexperienced Employees)

Turnaround rate $_i$ (in person) = ((Turnaround rate $_i$ * Employees Inexperienced Percentage) / Productivity of Inexperienced Employees) + ((Turnaround rate $_i$ * (1- Employees Inexperienced Percentage)) / Productivity of Inexperienced Employees

یافته‌ها

پس از اجرای مدل طراحی‌شده (شکل شمارهٔ ۳)، شکل شمارهٔ 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 مرحلهٔ دیگر را نشان می‌دهد به وضوح قابل‌رؤیت است.

شکل شمارهٔ ۴. تقاضا و نرخ پردازش ER

همچنین، این اتفاق ممکن است مطابق با شکل شمارهٔ 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 زنجیرهٔ تأمین، بیان‌شده توسط لی و همکاران[9] 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 زنجیرهٔ تأمین خدمات باشد. در نمونهٔ موردبررسی، درمیان چهار مرحله از ER هیچ واحد مخصوصی برای پیش‌بینی تقاضا وجود ندارد. همان تعداد از بیماران که وارد بخش اورژانس می‌شوند به واحد

[9] Lee et al

تریاژ می‌روند تا ثبت‌نام کنند و از سایر مراحل عبور داده شوند. به علت ناملموس بودن خدمات، دسته‌کردن سفارشات نیز نمی‌تواند به عنوان یک عامل تقویت‌کننده اثر شلاق چرمی در عملیات خدمات عمل کند. نوسانات قیمت، ممکن است به عنوان یک عامل ریشه‌ای در بعضی از زنجیره‌های تأمین خدمات به شمار رود، اما در این نمونه نیز این عامل نمی‌تواند قطعاً مؤثر باشد. انسان‌ها وقتی در موقعیت خاص قرار می‌گیرند و نیاز به سلامت را حس می‌کنند به اورژانس رجوع می‌کنند. آنها نمی‌توانند خدمات ER را از قبل در قیمت‌های نوسانی خریداری کنند. در واقع، خدمات ER قیمت تخفیفی برای جذب مشتریان در دوره‌هایی که تقاضا کم است، ارائه نمی‌دهد. عملیات خدمات، هیچ نمونهٔ بارزی از بازی‌های کمبود ارائه نمی‌دهد؛ اما هنگامی که مشتریان خدمات خاصی را می‌خرند ممکن است فعالیت‌های سهمیه‌بندی برای آنها اعمال شود. با این وجود، به‌دلیل طبیعت غیرقابل‌پیش‌بینی نیاز خدمات ER این عامل نیز برای این بخش مناسب نیست. بنابراین، هیچ‌کدام از چهار عامل ریشه‌ای اثر شلاق چرمی نمی‌تواند عاملی برای خدمات بخش اورژانس باشد. به همین علت، بین همهٔ مراحل در ER سطح خوبی مشاهده می‌شود.

شکل شمارهٔ ۵: معوقه‌های ER

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، مدلی با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستم برای زنجیرهٔ تأمین خدمات مربوط به یک جامعهٔ بیمارستانی طراحی شده‌است. بینش اصلی این است که ممکن است اثر شلاق چرمی در زنجیرهٔ تأمین خدمات بخش اورژانس و حوادث رخ ندهد که این موضوع وابسته به سیاست‌های مدیریتی در هر مرحله از زنجیرهٔ تأمین می‌باشد. پژوهش حاضر شامل سه بخش مطالعهٔ مروری، کیفی و کمّی می‌باشد. در بخش مطالعهٔ مروری با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای عوامل مؤثر بر زنجیرهٔ تأمین خدمات بخش اورژانس شناسایی و سپس در بخش کیفی به منظور استخراج، تعدیل و تصدیق عوامل شناسایی‌شده از نظر ۸ نفر از خبرگان به‌صورت مصاحبه هدایت‌شونده استفاده شده است. در بخش کمّی، جامعهٔ آماری اطلاعات

بیماران پذیرفته‌شده بیمارستان روحانی بابل در بازهٔ زمانی ۵۰۰ ساعت به‌صورت 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 علّی اصلی مدل، نمودار موجودی – جریان مدل ترسیم گردیده است. برای شبیه‌سازی سیستم موردمطالعه از نرم افزار ونسیم که نرم‌افزاری توانمند در زمینه مدل-سازی سیستم‌های پویا است، استفاده شده است. با توجه به گفته‌های استرمن[1] هیچ دلیلی بر صحت مطلقی 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 آزمون ها، 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 زنجیرهٔ تأمین استفاده شود. در واقع گابوئر[2] 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 زنجیرهٔ تأمین داروخانه با استفاده از مدل ارزیابی بازخورد ارائه داد. [۲۴]

رزتی و همکاران[3] مشکلات مدیریت اقلام موجود در انبار را در زنجیرهٔ تأمین مراقبت‌های بهداشتی و درمانی با استفاده از مدل‌های مرسوم GPO که مبتنی بر زنجیرهٔ ارزش سلامت سازمان‌ها است، تحلیل کردند. [۲۵]

ریوارد رویر و همکاران[4] اهداف اساسی یک بیمارستان مثل پیدا کردن نرخ تعادل جدید را منطبق بر یک ورژن ترکیبی از سیستم‌های کاهش موجودی انجام دادند. [۲۶]

مدل ارائه‌شده در این پژوهش، مدلی پویا و وابسته به زمان است که اثر تغییرات روی مدل را نشان می‌دهد؛ اما در مدل‌های ارائه‌شده 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 مشاهده‌شده از این تغییر میزان تقاضا در ورود بیماران، نتایج نشان می‌دهد که نوسان نرخ پردازش و معوقه‌ها برای هر چهار مرحله در زنجیرهٔ 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 بیان‌شده توسط لی و همکاران بررسی شده است. باتوجه به ناملموس بودن خدمات، عامل سیگنال تقاضا و دسته کردن سفارشات نمی‌تواند به عنوان عامل تقویت-

[1] Sterman
[2] Gebauer
[3] Rossetti et al
[4] Rivard-Royer et al

کنندهٔ اثر شلاق چرمی در عملیات خدمات عمل کند. عامل نوسانات قیمت نیز نمی‌تواند به عنوان یک عامل مؤثر باشد؛ زیرا انسان نیاز جدّی 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 غیرقابل‌پیش‌بینی نیاز به خدمات اورژانس، عامل بازی‌های کمبود نیز نمی‌تواند برای این بخش مناسب باشد. باید متذکر شد که زنجیرهٔ تأمینی که در این پژوهش مدل‌سازی شده است، مربوط به زنجیرهٔ تأمین خدمات کوچک است، و فقط وظایفی را که در اطراف بخش اورژانس بیمارستان اتفاق می‌افتد ارائه می‌دهد. این احتمال وجود دارد برای مشاهدهٔ بهتر اثر شلاق چرمی در زنجیرهٔ تأمین خدمات سلامت، باید زنجیره‌ها را کلی‌تر مدل‌سازی کرد. این پژوهش می‌تواند نقطهٔ شروع برای مطرح کردن رویکرد پویایی سیستم در حوزهٔ شرکت‌های کوچک و متوسط خدماتی فرض شود.

پیشنهادها

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

۱) زنجیرهٔ 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، زنجیرهٔ 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 همهٔ متخصصانی که در تکمیل این پژوهش همکاری داشته‌اند، به ویژه مسئولان و پرسنل بیمارستان روحانی بابل تقدیر و تشکر نمایند.

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.org3aaf/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