

## مدل سازی پویایی های سیستم مدیریت ظرفیت منابع انسانی در خدمات درمانی

### یک مطالعه موردی در بیمارستان تخصصی چشم خاتم الانبیاء مشهد

علی علیزاده زوارم<sup>۱</sup>، علیرضا پویا<sup>۲\*</sup>، زهرا ناجی عظیمی<sup>۳</sup>، علی وفایی نجار<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۸/۳/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۷/۲

#### چکیده:

**زمینه و هدف:** در سازمان های خدماتی نظیر بیمارستان ها، منابع انسانی نقش کلیدی در کیفیت ارائه خدمات دارند. فقدان نگرش سیستمی با لحاظ پویایی های سیستم، برنامه ریزی های منابع انسانی را تا حدودی از واقعیت دور خواهد کرد. در راستای رفع چنین مسأله ای، هدف تحقیق حاضر، مدل سازی پویایی های سیستم مدیریت ظرفیت منابع انسانی در خدمات درمانی بود.

**مواد و روش ها:** مورد مطالعه یکی از درمانگاه های مربوط به بیمارستان تخصصی چشم خاتم الانبیاء مشهد می باشد که به منظور مدل سازی از رویکرد پویایی های سیستم بهره گرفته شد. در فرایند اجرایی، پس از مدل سازی و فرموله کردن در نرم افزار Vensim، به اعتبارسنجی مدل پرداخته شد و با بررسی نتایج شبیه سازی، سیاست های مناسب شناسایی گردید.

**نتایج:** یافته های شبیه سازی نشان داد که وجود شکاف بین ظرفیت خدمت با ظرفیت مطلوب منجر به ایجاد فشار کاری شده و به تبع آن زمان انجام هر خدمت نسبت به زمان استاندارد هر خدمت (۰/۳۳۳ ساعت معادل ۲۰ دقیقه) به عنوان مبنای اصلی کیفیت خدمت کاهش یافته است (برش گوشه های زمانی). برای مقابله با چنین وضعیتی، با استفاده از تحلیل حساسیت، سیاست های مناسب مبتنی بر تغییر نرخ پذیرش بیمار و تغییر منابع انسانی شناسایی شد که منجر به کاهش برش گوشه های زمانی گردید.

**نتیجه گیری:** مدل پیشنهاد شده برای مدیران بیمارستانی این شرایط را فراهم می آورد که بتوانند در شرایط مشابه، با دیدگاهی مبنی بر روابط علی و معلولی با لحاظ پویایی های سیستم، مدیریت مناسبتری بر منابع انسانی خود داشته باشند.

**کلمات کلیدی:** شبیه سازی، پویاشناسی سیستم، منابع انسانی، خدمات درمانی

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری مدیریت (تحقیق در عملیات)، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

<sup>۲</sup> دانشیار، گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، (\* نویسنده مسئول)،

آدرس الکترونیکی: alirezapooya@um.ac.ir

<sup>۳</sup> دانشیار، گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

<sup>۴</sup> استاد، گروه علوم مدیریت و اقتصاد سلامت، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد،

ایران

**مقدمه**

امروزه موضوع بهبود کیفیت به عنوان اصلی‌ترین سلاح رقابتی سازمان‌های خدمات درمانی نظیر بیمارستان‌ها مطرح می‌باشد (۱، ۲). در تشریح مفهوم کیفیت خدمت، برخی از صاحب‌نظران، رویکرد ویژگی محصول یا کیفیت فنی<sup>۱</sup> (استانداردهای عملکرد خدمت) را برای مفهوم‌سازی کیفیت خدمت به کار گرفته‌اند (۳) و در مقابل، برخی دیگر، رویکرد عملیاتی یا کیفیت وظیفه‌ای<sup>۲</sup> (تابعی از مشخصات عملیات یا عملکرد با مواردی نظیر زمان‌های انتظار، نرخ خطاها در فعل و انفعالات و زمان‌های پردازش جهت کنترل فرآیند) را مورد توجه قرار داده‌اند (۴).

گزارشات آماری نشان می‌دهد در حالی که کیفیت اغلب محصولات تولیدی در چند دهه اخیر بهبود یافته است، شاخص رضایت از کیفیت خدمات درمانی (بیمارستان‌ها) در سال ۲۰۱۵ با میزان ۷۴ درصد نسبت به سال ۱۹۹۵ تغییر خاصی نداشته است، این در حالی است که در مقاطع مختلفی از زمان شاهد افت این شاخص و به عبارتی، فرسایش کیفیت خدمات درمانی نیز بوده‌ایم (۵). طبق گفته لاولاک و رایت<sup>۳</sup> (۲۰۰۲)، آن چه که تعیین کننده کیفیت خدمات می‌باشد، شکاف‌های هفت گانه کیفیت می‌باشند که عبارتند از شکاف معلومات، شکاف استانداردها، شکاف تحویل، شکاف ارتباطات داخلی، شکاف ادراک، شکاف تفسیر و شکاف خدمت (۶). نتایج مطالعات مختلف حاکی از این است که مهم‌ترین عامل در تعیین کیفیت خدمات درمانی، هم از دیدگاه بیماران و هم از دیدگاه مدیران بیمارستانی، مسائل مربوط به منابع انسانی ارائه دهنده خدمات است (۷، ۸ و ۹). بر این اساس، بسیاری از محققین، علت افت کیفیت ارائه خدمات در سازمان‌های خدماتی نظیر خدمات درمانی را در مسائل مربوط به ظرفیت خدمت مبتنی بر منابع انسانی ارائه‌دهنده خدمات معرفی کرده‌اند (۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳).

با توجه به اهمیت موضوع ظرفیت خدمت منابع انسانی در سازمان‌های خدماتی انسان محور، تحقیقات مختلفی با رویکرد کیفیت وظیفه‌ای جهت تعیین ظرفیت مناسب خدمت با استفاده از روش‌های کمی انجام گردیده است (۱۴). در ابتدا، بسیاری از محققین از مدل‌های تحلیلی نظیر برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی عدد صحیح، برنامه‌ریزی آرمانی و غیره به تحقیقاتی با اهداف حداکثرسازی بیماران ویزیت شده (۱۵)، تعیین تعداد مناسب پزشکان و کارکنان (۱۶، ۱۷، ۱۸)، تخصیص پرسنل در ساعات کاری مناسب و تعیین تعداد

مناسب پزشکان و پرستاران (۱۹)، زمانبندی پرستاران (۲۰)، حداقل‌سازی بار کاری در تخصیص پرستاران (۲۱)، حداکثرسازی رضایت پرستاران (۲۲)، کاهش زمان برگشت بیمار (۲۳)، تعیین تعداد مناسب نیروی انسانی با حداقل هزینه (۲۴) استفاده گردید. در استفاده از مدل‌های تحلیلی به فرض‌های ساده کننده بسیاری نیاز می‌باشد تا از لحاظ ریاضی کاربردپذیر باشد و معمولاً تحلیل‌گر می‌تواند تنها تعدادی محدود از معیارهای سنجش عملکرد سیستم را در قالب روابط ساده شده محاسبه کند، از طرفی امکان بررسی جواب‌ها در طول زمان نیز در آنها وجود ندارد (۲۵).

با توجه به محدودیت‌های مدل‌های تحلیلی، در شرایطی که پیچیدگی مسأله بالا می‌باشد، مدل‌های شبیه‌سازی با توجه به امکان در نظر گرفتن محدودیت‌های بیشتر و بررسی وضعیت متغیرها در طول زمان، کارایی بیشتری داشته و نتایج منطقی‌تری را فراهم می‌آورند (۲۶). بر این اساس، بسیاری از محققین از رویکرد شبیه‌سازی رویداد گسسته با اهداف کاهش زمان انتظار بیماران (۲۷، ۲۸، ۲۹)، زمانبندی جریان بیمار (۳۰، ۳۱)، کاهش تأخیرها (۳۲، ۳۳، ۳۴)، تعیین سطح مناسب پرسنل اورژانس (۳۵)، برنامه‌ریزی ظرفیت خدمت شبکه اورژانس در شرایط بحران (۳۶). اگرچه مدل‌سازی بر اساس رویکرد شبیه‌سازی رویداد گسسته به منظور تعیین ظرفیت و کاهش زمان‌های تأخیر در مباحثی نظیر برنامه‌ریزی ظرفیت نیروی انسانی مورد توجه بوده است، اما در این رویکرد به سیستم صف یا انباشت خدمت به عنوان یک سیستم ایستا نگاه شده و در طول زمان، سرعت ورود مشتریان و سرعت ارائه خدمات در سیستم ثابت فرض گردیده است. این در حالی است که در سیستم‌های خدماتی که انسان در آن ارائه‌دهنده خدمت است این فرض می‌تواند در حد نسبتاً بالا غیرواقعی باشد.

همان‌طور که اشاره شد، منابع انسانی در سازمان‌های خدماتی دارای نرخ ارائه خدمت ثابتی در طی زمان نیستند و این موضوع در رویکرد شبیه‌سازی پویاشناسی سیستم مورد توجه قرار می‌گیرد (۳۷، ۳۸). در واقع، پویاشناسی سیستم، علمی است که هدفش تحلیل الگوها یا رفتارهای بازخوردی یا تعاملی در سیستم‌های پیچیده می‌باشد و به مدیران، برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا درک بهتری از رفتار سیستم داشته باشند (۳۹). با توجه به قابلیت‌های رویکرد پویاشناسی سیستم، هدف تحقیق حاضر، مدل‌سازی پویایی‌های سیستم مدیریت ظرفیت منابع انسانی به منظور بهبود کیفیت خدمات درمانی (با تمرکز بر رعایت استانداردهای زمانی خدمت) با استفاده از شبیه‌سازی است که به این منظور از رویکرد پویاشناسی سیستم بهره گرفته شده

<sup>۱</sup> Technical Quality<sup>۲</sup> Functional Quality<sup>۳</sup> Lovelock and Wright

بین متغیرهای مشخص شده در مدل مفهومی در قالب روابط ریاضی است که مبنای آن نمودار انباشت و جریان می باشد. (۲) اعتبارسنجی مدل: اعتبارسنجی مدل، حصول اطمینان از دقت مدل در تعریف روابط و فرموله کردن آن است. به این منظور می توان از آزمون های مختلفی نظیر آزمون های ساختار مدل<sup>۱</sup>، آزمون های رفتار مدل<sup>۲</sup> و آزمون های پیامدهای سیاست<sup>۳</sup> بهره گرفت. در تحقیق حاضر، در ابتدا، با استفاده از نظرات خبرگان سازمانی، ساختار مدل مفهومی مورد تأیید قرار گرفت. سپس، ساختار کلی روابط ریاضی بین متغیرها با استفاده از نرم افزار Vensim DSS V6.4 تأیید شد. رفتار سیستم نیز از طریق آزمون تحلیل حساسیت بر اساس تحلیل "اگر - آنگاه"، مورد ارزیابی قرار گرفت. به این منظور با تغییر پارامترهای مختلف در مدل، رفتار منطقی مدل مورد بررسی و تأیید قرار گرفت.

(۳) اجرای مدل و تدوین سیاست ها: پس از تأیید اعتبار مدل طراحی شده، به شبیه سازی و تحلیل رفتار مدل در دوره ۵ ساله (۶۰ ماه) بر اساس سیاست های مختلف پرداخته شد. به این منظور، دو حالت کلی شامل شامل ثبات روند سیستم و تغییر روند سیستم مدنظر قرار گرفت. در حالت دوم، نتایج شبیه سازی حاصل از اعمال دو سیاست کلی شامل تغییر نرخ ورود بیمار و تغییر ظرفیت خدمت منابع انسانی مورد تحلیل قرار گرفت و راهکارهای مناسب برای بهبود کیفیت مبتنی بر تناسب عرضه و تقاضای خدمت و مقابله با زنجیره برش گوشه ها شناسایی گردید.

### یافته ها

#### مدل سازی و فرموله کردن

بر اساس بررسی ادبیات گذشته و وضعیت درمانگاه مورد مطالعه، فرضیه پویای مسأله با رویکرد پویاشناسی سیستم به شرح ذیل تعریف گردید: "اگر در درمانگاه، میزان انباشت خدمت (تقاضای بیماران) بیش از ظرفیت خدمت منابع انسانی (پزشکان) باشد، موجب ایجاد فشارهای کاری می گردد. سیستم در مواجهه با چنین وضعیتی، چندین عکس العمل را به همراه خواهد داشت. در یکی از این عکس العمل ها، پزشکان از زمان انجام هر خدمت (ویزیت) نسبت به حد استاندارد آن می کاهند که این منجر به افزایش نرخ تکمیل خدمت شده و سطح انباشت خدمت را کاهش می دهد (حلقه متعادل کننده). در اقدامی دیگر، نرخ ورود (پذیرش) بیمار به کلینیک کاهش داده می شود که در این حالت، سطح ظرفیت مطلوب خدمت

است. استفاده از چنین رویکردی در شبیه سازی مدیریت ظرفیت خدمات درمانی مبتنی بر منابع انسانی زمینه ای را برای مدیران بیمارستانی فراهم می آورد تا بتوانند با تحلیل واقع بینانه تری از سیستم، مدیریت بهتری بر ظرفیت خدمت منابع انسانی داشته باشند.

### مواد و روش ها

تحقیق حاضر از نوع مطالعات پویایی شناسی سیستم محسوب می شود. به طور کلی، در مطالعات پویایی شناسی سیستم از روش ترکیبی (کمی-کیفی)، جهت گیری کاربردی و رویکرد استقرائی-قیاسی بهره گرفته می شود (۴۰). همچنین، استراتژی تحقیق از نوع مطالعه موردی است. در این تحقیق، بر پویایی های داخل سیستم خدمات درمانی و بر مهم ترین عامل کیفیت یعنی ظرفیت خدمت منابع انسانی تمرکز گردیده است. در این راستا، آن چه که مدنظر قرار می گیرد، شکاف تحویل (اختلاف بین استانداردها یا حالت های مطلوب مشخص شده برای تحویل خدمت و عملکرد واقعی ارائه دهنده خدمت) در مدل لاولاک و رایت (۲۰۰۲) می باشد و رعایت استاندارد زمانی انجام هر خدمت به عنوان معیار کیفیت خدمت در نظر گرفته شده است. مورد مطالعه، بیمارستان تخصصی چشم خاتم الانبیاء مشهد می باشد که درمانگاه تخصصی چشم (شامل امور عمومی، شبکه و قرنیه) در شیفت صبح که مربوط به پزشکان دستیار می باشد، مدنظر قرار گرفته است که در واقع، هر پزشک دوره تخصصی چهار ساله خود را در این درمانگاه طی می کند. اطلاعات مربوط به بیماران از واحد آمار و اطلاعات مربوط به پزشکان از واحد آموزش بیمارستان دریافت گردیده است (اطلاعات مربوط به سه سال پایانی از ۹۴ تا ۹۶). شبیه سازی بر اساس یک دوره پنج ساله با شروع از سال ۹۷ بر اساس رویکرد پویاشناسی سیستم انجام گرفته است. شبیه سازی در قالب محیط نرم افزاری Vensim DSS V6.4 انجام گرفته است که مراحل فرایند اجرایی تحقیق به شرح ذیل بوده است:

(۱) مدل سازی و فرموله کردن: در مرحله اول از فرایند اجرایی تحقیق، به مدل سازی مسأله (ایجاد مدل مفهومی) و فرموله کردن آن پرداخته شده است. به منظور تدوین مدل مفهومی اولیه با توجه به روابط علی و معلولی شناسایی شده و فرضیه پویا، از بررسی ادبیات موجود استفاده گردیده است و سپس، مدل مفهومی اولیه با محیط مورد مطالعه تطابق داده شده و متناسب با آن و بر اساس نظرات مدیران بیمارستان اصلاح گردیده است. در ادامه به فرموله کردن مدل مفهومی پرداخته شده است. فرموله کردن مدل به مفهوم بیان ارتباطات

<sup>1</sup> Tests of Model Structure

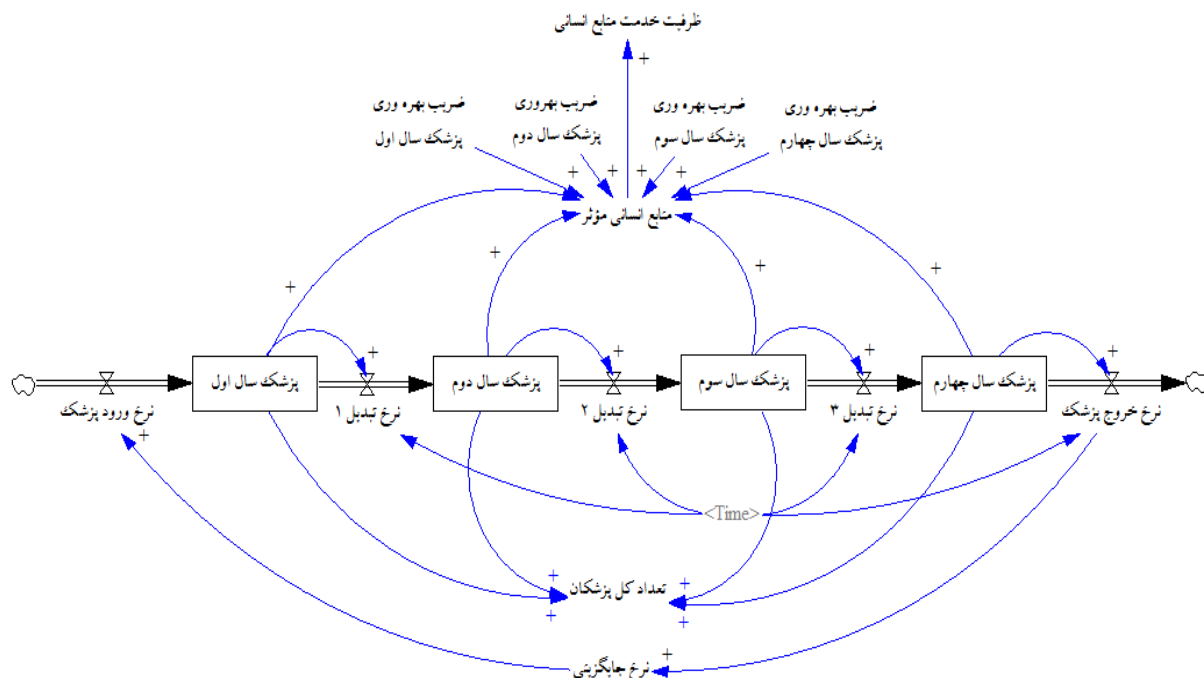
<sup>2</sup> Tests of Model Behavior

<sup>3</sup> Tests of Policy Implications

بود". با توجه به فرضیه پویا به دنبال شناسایی سیاستهای مناسب جهت مقابله با فشارهای کاری و ایجاد زمینه رعایت استانداردهای زمانی انجام هر خدمت می باشیم. بر اساس فرضیه پویا، روند مدل سازی و فرموله کردن در ادامه آورده شده است.

• **زیرسیستم ظرفیت خدمت منابع انسانی:** یکی از زیرسیستم های مورد مطالعه مربوط به سیستم کلی مورد مطالعه، زیرسیستم ظرفیت خدمت منابع انسانی است که در نمودار انباشت و جریان آن در شکل ۱ آورده شده است. جزئیات روابط ریاضی بین متغیرهای این بخش از مدل به شرح ذیل می باشد.

و به تبع آن، شکاف ظرفیت خدمت کاهش یافته و منجر به کاهش فشارهای کاری می گردد (حلقه متعادل کننده). و یا تعداد منابع انسانی (ظرفیت خدمت) افزایش داده می شود که در این حالت، نیز فاصله ظرفیت خدمت از حالت مطلوب آن کاهش یافته و با کمتر شدن شکاف ظرفیت خدمت، فشارهای کاری نیز کاهش خواهند یافت (حلقه متعادل کننده). در کنار چنین حلقه های بازخوردی، بهره وری پزشکان دستیار به عنوان منابع انسانی فعال در درمانگاه، در طی دوره تخصصی چهارساله افزایش یافته و پس از خروج از دوره تخصصی، افراد جدید جایگزین می گردند. بنابراین، ظرفیت خدمت در طی زمان دستخوش تغییرات ناشی از بهره وری پزشکان بوده و بر شکاف ظرفیت خدمت و فشارهای کاری تأثیرگذار خواهد



شکل ۱ - نمودار انباشت و جریان مربوط به زیرسیستم ظرفیت خدمت منابع انسانی

تعداد پزشکان در هر دسته به عنوان متغیر انباشت بر اساس روابط ۲ تا ۵ تعیین می گردد.

پزشک سال اول = INTEG (نرخ ورود پزشک - نرخ تبدیل ۱ , مقدار اولیه)	(۲)
پزشک سال دوم = INTEG (نرخ تبدیل ۱ - نرخ تبدیل ۲ , مقدار اولیه)	(۳)
پزشک سال سوم = INTEG (نرخ تبدیل ۲ - نرخ تبدیل ۳ , مقدار اولیه)	(۴)
پزشک سال چهارم = INTEG (نرخ تبدیل ۳ - نرخ خروج پزشک , مقدار اولیه)	(۵)

با توجه به این که هر یک از پزشکان، دوره تخصصی چهار ساله خود را طی می کنند، کل پزشکان به چهار گروه شامل پزشک سال اول تا پزشک سال چهارم تقسیم بندی شدند (رابطه ۱):

تعداد کل پزشکان = تعداد پزشک سال چهارم + تعداد پزشک سال سوم + تعداد پزشک سال دوم + تعداد پزشک سال اول	(۱)
---	-----

تعداد پزشک سال اول، در هر گامی از زمان شبیه سازی، از انتگرال تفاضل نرخ ورود و نرخ خروج (تبدیل) پزشک در آن گام زمانی به دست می آید. بر این اساس، مقدار هر یک از

باقیمانده گام زمانی شبیه سازی بر عدد ۱۲، صفر باشد (یعنی گام زمانی ضریبی از ۱۲ باشد)، نرخ تبدیل متناسب با تعداد پزشک سال اول بوده و در غیر این صورت، نرخ تبدیل صفر است (رابطه ۸). به عبارتی، در گام های زمانی شبیه سازی با ضرایبی از ۱۲ ماه، پزشکان سال اول به پزشکان سال دوم تبدیل می شوند. برای سایر دسته های پزشکان نیز چنین وضعیتی حاکم می باشد.

$\text{IF THEN ELSE (MODULO (Time, 12) = 0, \text{پزشک سال اول}, 0)$	(۸)
--	-----

پس از خروج پزشک دستیار سال چهارم از سیستم، طبق برنامه ریز های قبلی، پزشک جدید بدون وجود هیچ گونه تأخیری جایگزین می شود. بنابراین طبق روابط ۹ خواهیم داشت:

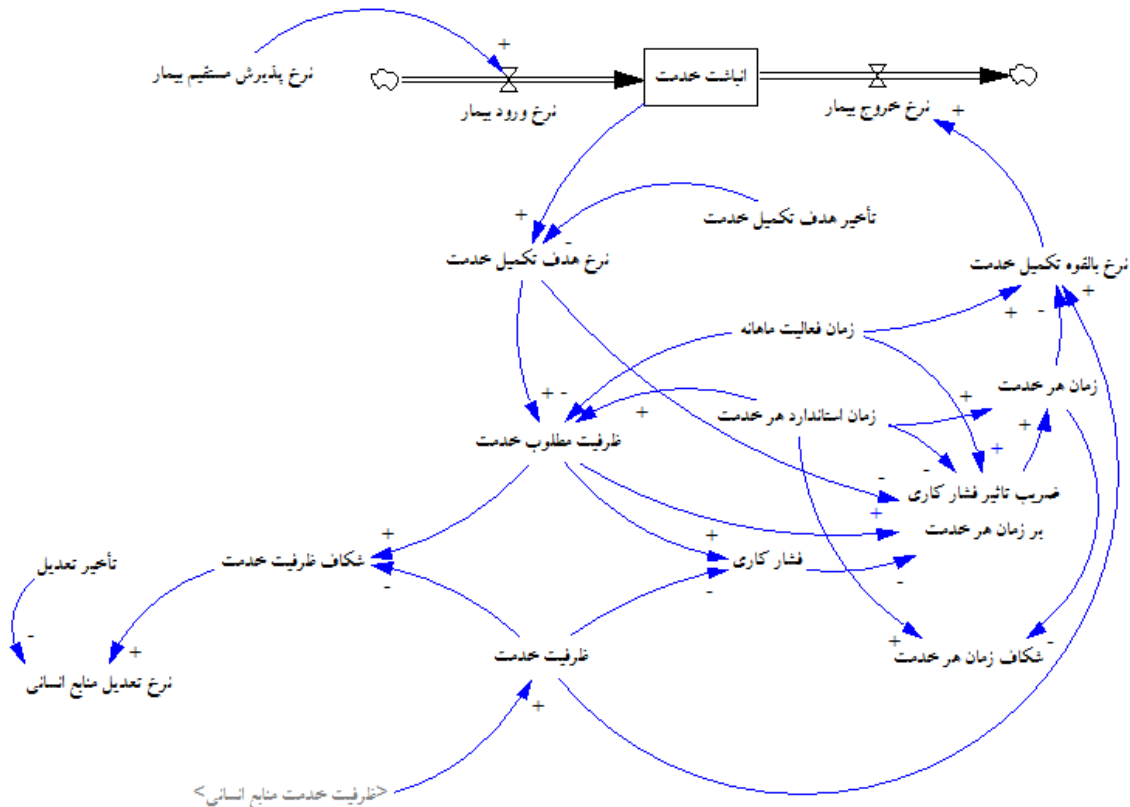
$\text{نرخ خروج پزشک} = \text{نرخ جایگزینی} = \text{نرخ ورود پزشک}$	(۹)
---	-----

• **زیرسیستم خدمت دهی:** این زیرسیستم نشان دهنده وضعیت جریان بیمار و نحوه خدمت دهی توسط منابع انسانی است که در واقع، میزان شکاف ظرفیت خدمت از وضعیت مطلوب آن و اثرات این شکاف را تبیین می نماید. نمودار انباشت و جریان زیرسیستم خدمت دهی در شکل ۲ آورده شده است که روابط ریاضی بین متغیرهای آن در ادامه تشریح می گردد.

از آنجایی که میزان بهره وری پزشکان دوره های مختلف با یکدیگر متفاوت است، طبق نظر تجمیعی پزشکان سرپرست (به عنوان اساتید پزشکان دستیار)، ضریب متوسط بهره وری خاصی برای هر یک از گروه های تعریف شده در نظر گرفته شد که عبارتند از: ضریب ۰/۹ برای پزشک سال چهارم، ۰/۸ برای پزشک سال سوم، ۰/۷ برای پزشک سال دوم و ۰/۶ برای پزشک سال اول. از تجمیع حاصل ضرب تعداد پزشکان در ضریب بهره وری آنها، تعداد منابع انسانی مؤثر محاسبه می شود (رابطه ۶) که در واقع نشان دهنده ظرفیت خدمت منابع انسانی است (رابطه ۷).

$\text{منابع انسانی مؤثر} = (\text{تعداد پزشک سال اول} \times \text{ضریب بهره وری ۱}) + (\text{تعداد پزشک سال دوم} \times \text{ضریب بهره وری ۲}) + (\text{تعداد پزشک سال سوم} \times \text{ضریب بهره وری ۳}) + (\text{تعداد پزشک سال چهارم} \times \text{ضریب بهره وری ۴})$	(۶)
$\text{منابع انسانی مؤثر} = \text{ظرفیت خدمت منابع انسانی}$	(۷)

با توجه به اینکه، طبق برنامه ریزی های مدیریت بیمارستان، جذب پزشکان سال اول به صورت همزمان صورت می گیرد، بنابراین، این دسته از پزشکان بعد از گذشت ۱۲ ماه (یک سال) به دسته پزشکان سال دوم وارد می شوند. این ویژگی در رابطه ۶ نشان داده شده است. طبق رابطه نرخ تبدیل ۱ (تبدیل پزشک سال اول به پزشک سال دوم)، اگر



شکل ۲- نمودار انباشت و جریان مربوط به زیرسیستم خدمت دهی

زمانی که به دلیل عدم تناسب ظرفیت خدمت با تقاضای موجود فشار کاری وجود داشته باشد، پزشکان به ناچار اقدام به کاهش زمان انجام هر خدمت نسبت به زمان استاندارد تعریف شده می نمایند. در رابطه ۱۶، نحوه تأثیرگذاری فشار کاری بر زمان انجام هر خدمت نشان داده شده است. با تعیین میزان تأثیر فشار کاری بر زمان هر خدمت، می توان زمان واقعی انجام هر خدمت را محاسبه نمود که به صورت حاصلضرب زمان استاندارد هر خدمت در عامل تأثیرگذاری فشار کاری بر زمان خدمت محاسبه می شود (رابطه ۱۷).

(۱۶)	ضریب تأثیر فشار کاری بر زمان هر خدمت = (ظرفیت مطلوب خدمت × زمان فعالیت ماهانه) / (فشار کاری × زمان استاندارد هر خدمت × نرخ هدف تکمیل خدمت)
(۱۷)	زمان هر خدمت = زمان استاندارد هر خدمت × ضریب تأثیر فشار کاری بر زمان هر خدمت

نرخ بالقوه تکمیل خدمت نیز بر اساس ظرفیت موجود خدمت، زمان فعالیت روزانه و زمان واقعی هر خدمت به دست می آید (رابطه ۱۸).

(۱۸)	نرخ بالقوه تکمیل خدمت = (ظرفیت خدمت × زمان فعالیت ماهانه) / زمان هر خدمت
------	---

در روابط ۱۹ تا ۲۰ نیز نحوه محاسبه شکاف ظرفیت خدمت و شکاف زمان خدمت، آورده شده است.

(۱۹)	شکاف ظرفیت خدمت = ظرفیت مطلوب خدمت - ظرفیت خدمت
(۲۰)	شکاف زمان هر خدمت = زمان استاندارد هر خدمت - زمان هر خدمت

ارتباط بین زیرسیستم اول و دوم نیز به واسطه ظرفیت خدمت برقرار می گردد. به این صورت که ظرفیت خدمت در زیرسیستم دوم با ظرفیت خدمت منابع انسانی در سیستم اول برابر است. از ظرفی، با وجود شکاف ظرفیت خدمت در زیرسیستم دوم (چه به صورت شکاف مثبت و چه منفی)، تغییر ورود پزشک به زیرسیستم اول با میزان تأخیر ۱۲ ماه انجام می گیرد. به عبارتی، طبق رابطه ۲۱ خواهیم داشت:

(۲۱)	نرخ ورود پزشک = نرخ تعدیل منابع انسانی + نرخ جایگزینی
------	--

مقدار پارامترهایی که در مدل طراحی شده مورد استفاده قرار گرفته اند در قالب جدول ۱ گزارش شده است.

طبق نمودار انباشت و جریان، انباشت خدمت به عنوان یک متغیر سطح یا انباشت در نظر گرفته شده به صورت رابطه انتگرالی بر اساس تفاضل بین نرخ ورود و نرخ خروج بیمار با مقدار اولیه ۶۹۴۵ بیمار تعریف شده است (رابطه ۱۰) که در طی گام های دوره زمانی شبیه سازی مقدار آن تغییر می یابد).

(۱۰)	انباشت خدمت = INTEG (نرخ ورود بیمار - نرخ خروج بیمار، مقدار اولیه)
------	---

نرخ ورود بیمار با نرخ پذیرش بیمار برابر است که این نرخ بیرونی بر اساس داده های گذشته به صورت یک تابع یکنواخت تصادفی با مقادیر حداقل ۵۴۷۲، حداکثر ۱۰۰۸۳ و انحراف معیار ۱۰۲۰ بیمار در ماه در نظر گرفته شده است (رابطه ۱۱). نرخ خروج بیمار نیز برابر است با نرخ بالقوه تکمیل خدمت (رابطه ۱۲).

(۱۱)	نرخ ورود بیمار = نرخ پذیرش بیمار = RANDOM UNIFORM (5472, 10083, 1020)
(۱۲)	نرخ بالقوه تکمیل خدمت = نرخ خروج بیمار

با توجه به اینکه به تمامی بیماران پذیرش شده در یک ماه باید خدمت دهی انجام گیرد، بنابراین، نرخ هدف تکمیل خدمت بر اساس نسبت انباشت خدمت به تأخیر هدف تکمیل خدمت (معادل یک ماه) محاسبه می شود (روابط ۱۳).

(۱۳)	نرخ هدف تکمیل خدمت = انباشت خدمت / تأخیر هدف تکمیل خدمت
------	--

با توجه به نرخ هدف تکمیل خدمت می توان ظرفیت هدف خدمت (تعداد پزشکان مورد نیاز) را نیز بر اساس روابط ۱۴ با زمان فعالیت ماهانه هر پزشک معادل ۱۳۲ ساعت (روزانه ۶ ساعت با فعالیت ۲۲ روز در ماه) و زمان استاندارد هر خدمت (ویزیت) معادل ۰.۳۳۳ ساعت یا ۲۰ دقیقه در نظر گرفته شده است.

(۱۴)	ظرفیت مطلوب خدمت = نرخ هدف تکمیل خدمت × زمان استاندارد هر خدمت / زمان فعالیت ماهانه
------	--

فشار کاری بر اساس نسبت ظرفیت مطلوب خدمت به ظرفیت خدمت (معادل ظرفیت خدمت منابع انسانی که از زیرسیستم اول به دست می آید) محاسبه می گردد (رابطه ۱۵). این رابطه نشان می دهد که اگر فشار کاری معادل عدد یک باشد، ظرفیت خدمت موجود با وضعیت مطلوب برابر است و کمبودی در ظرفیت خدمت وجود ندارد. مقادیر بیشتر از عدد یک برای فشار کاری، بیانگر وجود فشار کاری بالا و کم تر بودن ظرفیت خدمت نسبت به میزان مورد نیاز است.

(۱۵)	فشار کاری = ظرفیت مطلوب خدمت / ظرفیت خدمت
------	---

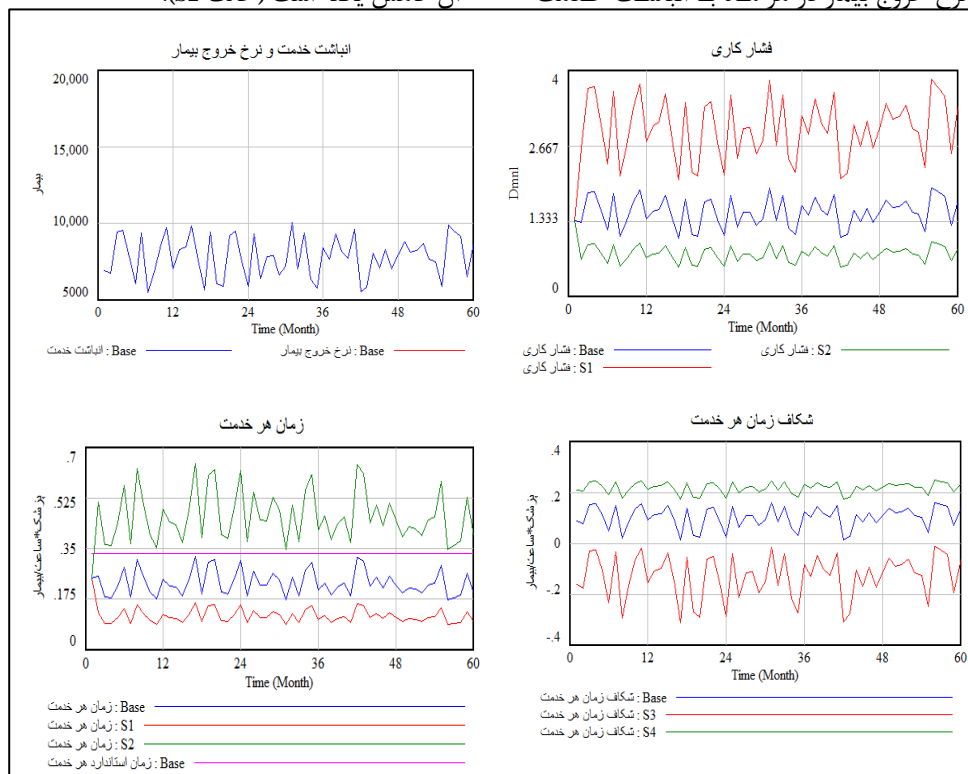
جدول ۱. پارامترهای مدل

پارامتر	مقدار
نرخ پذیرش بیمار	RANDOM UNIFORM (5472, 10083, 1020)
تأخیر هدف تکمیل خدمت	یک ماه
زمان فعالیت ماهانه	۱۳۲ ساعت
زمان استاندارد هر خدمت	۰/۳۳۳ ساعت معادل ۲۰ دقیقه
ضریب بهره وری	۰/۹ (پزشک سال چهارم)، ۰/۸ (پزشک سال سوم)، ۰/۷ (پزشک سال دوم)، ۰/۶ (پزشک سال اول)
مقدار اولیه پزشکان	۵، ۴، ۵ و ۳ پزشک به ترتیب برای سال اول تا چهارم
مقدار اولیه انباشت خدمت	۶۹۴۵ بیمار
بازه زمانی شبیه سازی	۱ تا ۶۰ ماه (معادل ۵ سال)
گام زمانی	۱ ماه

## اعتبارسنجی مدل

دارد (مطابق شکل اول در سمت چپ). در سایر حالت های آزمون مدل، بر اساس وضعیت Base (وضعیت فعلی سیستم)، S1 (افزایش ۲ برابر نرخ ورود بیمار) و S2 (کاهش نرخ ورود بیمار در کلینیک ۱ به نصف)، S3 (افزایش ۲ برابری ظرفیت خدمت و S4 (کاهش ظرفیت خدمت به میزان نصف)، رفتار سیستم مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نتایج تحلیل حساسیت (نمودار فشار کاری)، همان طور که انتظار میرفت، فشار کاری سیستم با افزایش نرخ ورود بیمار، افزایش یافته است (حالت S1) و با کاهش نرخ ورود بیمار نیز سطح فشار کاری در آن کاهش یافته است (حالت S2).

به منظور اعتبارسنجی مدل، در ابتدا ساختار مفهومی مدل توسط نظرات مدیران بیمارستان مورد مطالعه مورد تأیید قرار گرفت. سپس، ساختار کلی روابط ریاضی بین متغیرها با استفاده از نرم افزار Vensim DSS V6.4 تأیید گردید. رفتار سیستم نیز از طریق آزمون تحلیل حساسیت مورد ارزیابی و تأیید قرار گرفت. در شکل ۳، نمونه هایی از نتایج تحلیل حساسیت آورده شده است. از آنجایی که باید مدل به گونه ای طراحی می شد که تمامی بیماران انباشت شده در هر ماه، در همان ماه خدمت دهی شده و از سیستم خارج می شدند، نتایج تحلیل حساسیت نشان از انطباق کامل نرخ خروج بیمار در هر ماه با انباشت خدمت



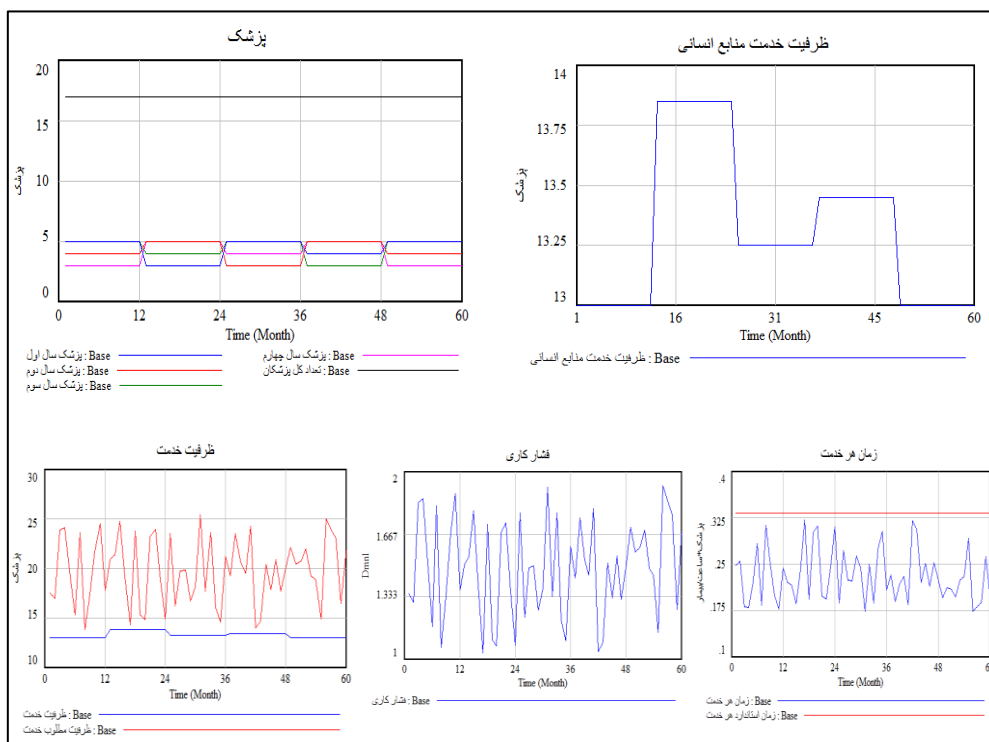
شکل ۳ - تغییرات رفتار سیستم بر اساس تحلیل حساسیت

### اجرای مدل و تدوین سیاست ها

شبیه سازی مدل طراحی شده در دوره ۶۰ روزه (۵ ساله) بر اساس دو حالت کلی شامل ثبات روند سیستم و تغییر روند سیستم انجام گرفت و رفتار سیستم در هر یک از این حالت ها مورد تحلیل قرار گرفت. در ادامه به جزئیات این حالت ها پرداخته شده است.

حالت اول) ثبات روند سیستم: در این حالت، فرض بر این است که سیستم مورد مطالعه، بدون اعمال سیاستی خاص و مانند روند گذشته خود فعالیت نماید. نتایج حاصل از شبیه سازی بر اساس این حالت، در شکل ۴ آورده شده است.

از طرفی، مطابق انتظارات، با افزایش و کاهش نرخ ورود بیمار، زمان انجام کار به ترتیب کاهش و افزایش یافته است که این نشان دهنده رابطه معکوس بین نرخ ورود بیمار و رعایت استانداردهای زمانی می باشد (نمودار زمان هر خدمت). همچنین، طبق نمودار تحلیل حساسیت شکاف زمان هر خدمت، مشخص گردید که با افزایش ظرفیت خدمت منابع انسانی (حالت S3)، شکاف زمانی هر خدمت نسبت به حالت فعلی یا پایه (Base)، کاهش یافته است، این در حالی است که با کاهش ظرفیت خدمت منابع انسانی (حالت S4)، شکاف زمانی هر خدمت بیشتر از حالت پایه بوده است. تمامی نتایج فوق، حاکی از تغییر رفتار سیستم بر اساس انتظارات و در نتیجه تأیید رفتار بر اساس مدل طراحی شده است.



شکل ۴ - نتایج شبیه سازی در حالت ثبات روند سیستم

همان طور که مشاهده می شود در طول دوره شبیه سازی، همواره تعداد پزشکان ۱۷ نفر است، در حالی که تعداد پزشکان در دسته های مختلف پزشک سال اول تا پزشک سال چهارم در دوره شبیه سازی در انتهای بازه های زمانی ۱۲ ماهه (یک ساله) در حال تغییر می باشد و با توجه به اینکه ضرایب بهره‌وری هر یک از دسته های پزشکان متفاوت در نظر گرفته شده است، در بازه هایی از دوره شبیه سازی، ظرفیت خدمت منابع انسانی افزایش یافته و در بازه هایی نیز کاهش داشته است. به طوری که در دوره شبیه سازی ۵ ساله، بیشترین

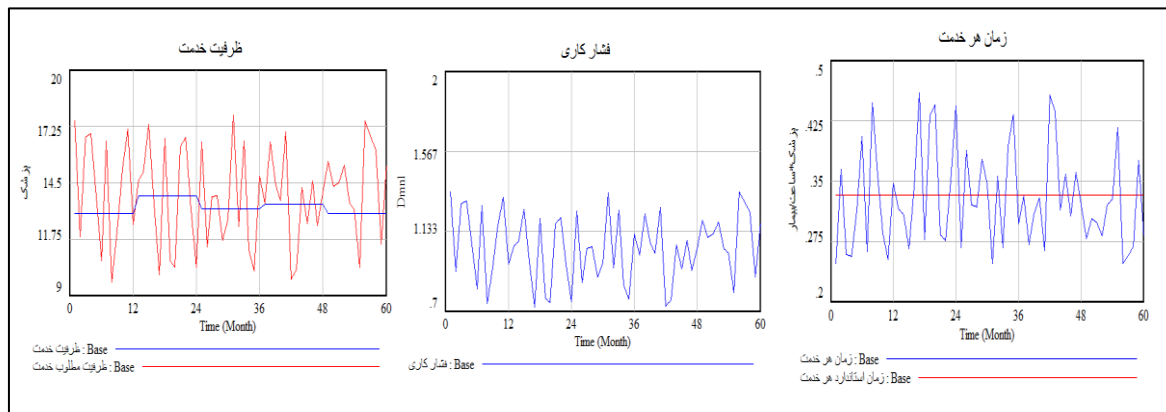
همان طور که مشاهده می شود در طول دوره شبیه سازی، همواره تعداد پزشکان ۱۷ نفر است، در حالی که تعداد پزشکان در دسته های مختلف پزشک سال اول تا پزشک سال چهارم در دوره شبیه سازی در انتهای بازه های زمانی ۱۲ ماهه (یک ساله) در حال تغییر می باشد و با توجه به اینکه ضرایب بهره‌وری هر یک از دسته های پزشکان متفاوت در نظر گرفته شده است، در بازه هایی از دوره شبیه سازی، ظرفیت خدمت منابع انسانی افزایش یافته و در بازه هایی نیز کاهش داشته است. به طوری که در دوره شبیه سازی ۵ ساله، بیشترین

تغییر در نرخ ورود یا پذیرش بیمار در درمانگاه است. همان طور که در نمودارهای شکل ۵ مشاهده می شود، بر اساس تحلیل حساسیت مربوط به متغیر فشار کاری نسبت به پارامتر نرخ ورود بیمار، مشخص گردید که اگر نرخ ورود بیمار به میزان ۳۰ درصد کاهش یابد، فشار کاری در اطراف عدد یک نوسان پیدا می کند (با مقدار متوسطی معادل عدد یک) و این به مفهوم از بین رفتن فشار کاری و شکاف ظرفیت خدمت منابع انسانی است، به طوری که زمان هر خدمت در حدود عدد زمان استاندارد خدمت (۰/۳۳۳ ساعت معادل ۲۰ دقیقه) نوسان می یابد (با مقدار متوسطی معادل عدد ۰/۳۳۳).

نسبت به زمان استاندارد خدمت کاهش یابد که در نمودار آخر چنین روندی کاملاً بارز می باشد.

حالت دوم) تغییر روند سیستم: همان طور که در حالت اول مشخص گردید، در صورت وجود ثبات در روند فعلی سیستم مورد مطالعه، فشار کاری بالا بوده و استانداردهای زمانی خدمت رعایت نمی گردد. در حالت دوم، هدف مقابله با این وضعیت ناخوشایند پیش آمده می باشد. به این منظور دو سیاست به شرح ذیل اعمال گردیده است:

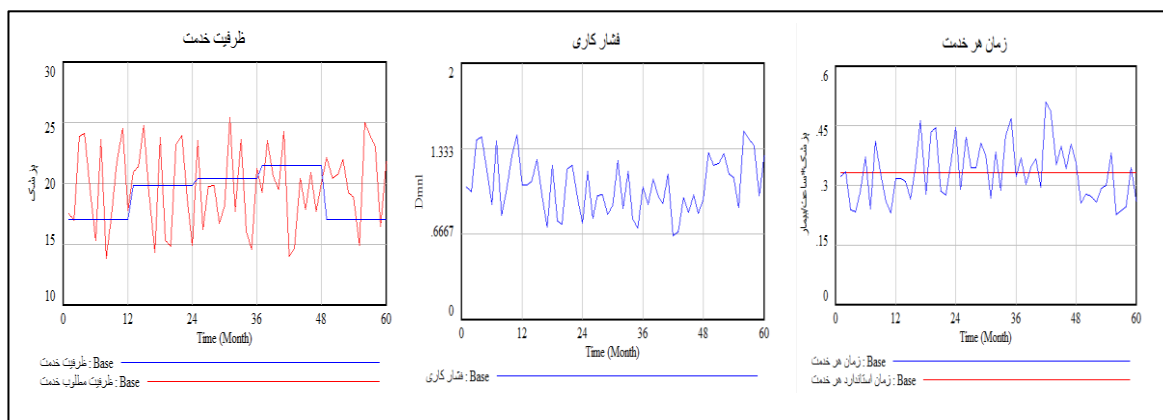
سیاست ۱- تعدیل نرخ ورود بیمار: سیاست اول برای مقابله با فشارهای کاری و رعایت نشدن استانداردهای زمانی خدمت،



شکل ۵ - نتایج شبیه سازی در حالت تعدیل نرخ ورود بیمار

خدمت از بین می رود (متوسط شکاف ظرفیت معادل صفر خواهد شد) و فشار کاری در حدود عدد یک نوسان پیدا می کند (با مقدار متوسط ۱) و این نشان از تناسب ظرفیت خدمت با وضعیت مطلوب آن است. همچنین، با اعمال این سیاست، زمان هر خدمت نیز در اطراف زمان استاندارد خدمت نوسان می یابد (با مقدار متوسط ۰/۳۳۳ ساعت معادل ۲۰ دقیقه).

سیاست ۲- تعدیل ظرفیت خدمت: سیاست دوم برای مقابله با رفتارهای ناخوشایند سیستم، تعدیل ظرفیت خدمت منابع انسانی با توجه به نرخ ورود بیمار به سیستم می باشد. با توجه به کمبود ظرفیت خدمت (تعداد پزشکان)، در سیاست دوم بر اساس نتایج تحلیل حساسیت مشخص گردید که اگر تعداد ۷ پزشک دیگر وارد سیستم گردد، متوسط شکاف ظرفیت



شکل ۶ - نتایج شبیه سازی در حالت تعدیل ظرفیت خدمت

## بحث و نتیجه گیری

فرض گردیده است. این در حالی است که در سیستم‌های خدماتی که انسان در آن ارائه‌دهنده خدمت است، در طول زمان با توجه به انباشت خدمت و همچنین فشارهای کاری (سیستم خدمت‌دهی تحت فشار خدمت)، خدمت‌دهندگان در سرعت ارائه خدمات و زمانی که برای هر مشتری صرف می‌کنند، تغییر می‌دهند. استفاده از رویکرد شبیه‌سازی پویاشناسی سیستم با تمرکز بر رفتارهای بازخوردی و علت و معلولی می‌تواند چنین مسأله‌ای را مترفع سازد که در این تحقیق، بر این رویکرد تمرکز گردیده است.

با توجه به مدل شبیه‌سازی در بیمارستان مورد مطالعه، تصمیم‌گیرندگان مربوطه می‌توانند از آن برای مدیریت بهتر ظرفیت خدمت منابع انسانی خود جهت بهبود کیفیت ارائه خدمات استفاده نمایند. بر اساس نتایج شبیه‌سازی، افزایش فشارهای کاری در درمانگاه‌ها منجر به فرسایش کیفیت در سیستم مورد مطالعه گردیده است. در این حالت، اگرچه ممکن است منابع انسانی با برش گوشه‌های زمانی انجام خدمت، خود را با شرایط موجود تقاضای خدمت وفق دهند و برخی از بیماران نیز از بالا بودن سرعت ارائه خدمات خشنود گردند، اما نباید این موضوع مورد غفلت قرار گیرد که کاهش زمان انجام هر خدمت (ویزیت) نسبت به حالت استاندارد آن باعث می‌شود اصول مربوط به ویزیت بیماران به طور کامل رعایت نگردد و همچنین، از ارتباطات کلامی بین خدمت‌دهنده و خدمت‌گیرنده کاسته شود. از طرفی، فشارهای کاری بالا با استرس‌ها و خستگی‌هایی که در زمان انجام کار به همراه دارند باعث افزایش احتمال بروز خطاهای کاری می‌گردند. بنابراین، پیشنهاد می‌گردد که تا حد ممکن از تحمیل فشارهای کاری زیاد بر منابع انسانی جلوگیری شود. مدل طراحی شده با انجام تغییرات در مقدار پارامترها قابلیت استفاده در حالت‌های مختلف پیش‌آمده در آینده برای زنجیره خدمات درمانی مورد مطالعه را دارا می‌باشد. بنابراین، پیشنهاد می‌گردد بیمارستان مدل را به صورت دوره‌های منظم با تغییر پارامترها برای درمانگاه‌های خود اجرا کند و از نتایج حاصل از سیاست‌های جدید برای پیش‌بینی آینده بهره‌برد. اگرچه تحقیق حاضر در یک بیمارستان خاص به عنوان مطالعه موردی انجام گرفته است، اما مدل طراحی شده، با تغییرات جزئی قابلیت استفاده برای درمانگاه‌ها و بیمارستان‌ها و به طور سیستم‌های خدماتی را دارد. در اعمال سیاست‌های پیشنهادی بایستی به این نکته مهم نیز توجه داشت زمانی که یک سیستم خدماتی برای مدتی در یک شرایط پر فشار فعالیت می‌کند، منابع انسانی فعال در آن خود را با شرایط موجود وفق می‌دهند و به عبارتی، به وضعیتی که در آن، به

در واحدهای خدمات درمانی که ارتباط بین منابع انسانی به عنوان ارائه‌دهنده خدمت و بیمار به عنوان دریافت‌کننده خدمت بیشتر است، کیفیت ارائه خدمت تا حدود زیادی به منابع انسانی بستگی دارد. مدیریت نامناسب ظرفیت خدمت منابع انسانی، سیستم را وارد فضایی می‌کند که در آن منابع انسانی ناچار به بروز عکس‌العمل‌هایی نظیر کاهش زمان ارائه خدمت نسبت به استاندارد تعیین شده است که فرسایش کیفیت را به همراه خواهد داشت (۲). در این راستا، در تحقیق حاضر به مدل‌سازی پویایی‌های سیستم مدیریت ظرفیت منابع انسانی در خدمات درمانی پرداخته شد که در آن، رعایت استانداردهای زمانی به عنوان مبنای کیفیت ارائه خدمات درمانی مدنظر قرار گرفت. به این منظور، در یک درمانگاه از بیمارستان تخصصی چشم به مدل‌سازی و فرموله کردن سیستم مدیریت ظرفیت خدمت مبتنی بر پزشکان دستیار با دوره تخصصی چهار ساله پرداخته شد. پس از تأیید اعتبار مدل، به اجرای مدل و شناسایی سیاست‌های مناسب با استفاده از تحلیل حساسیت در دو حالت، ثبات روند سیستم و تغییر روند سیستم پرداخته شد. تحلیل رفتار سیستم در حالت ثبات روند گذشته نشان داد که در درمانگاه مورد مطالعه با ادامه روند فعلی، سیستم با یک وضعیت پرفشار مواجه شده که این منجر به کاهش زمان هر خدمت نسبت به استاندارد تعریف شده برای آن خواهد شد. بر این اساس، در حالت دوم به منظور مقابله با این رفتارهای ناخوشایند، روند سیستم با تمرکز بر تعدیل نرخ ورود بیمار و تعدیل ظرفیت خدمت تغییر داده شد. طبق نتایج شبیه‌سازی مشخص گردید که اگر مدیریت درمانگاه اقدام به کاهش نرخ ورود بیمار به میزان ۳۰ درصد نماید و یا به تعداد پزشکان فعلی ۷ نفر دیگر اضافه نماید، فشارهای کاری سیستم در طول زمان از بین رفته و امکان رعایت زمان‌های استاندارد هر خدمت فراهم شده است. همانند تحقیق حاضر، تحقیقات مختلفی با استفاده از روش‌های کمی جهت مدیریت بهتر ظرفیت خدمت منابع انسانی انجام گردیده است. در این راستا، برخی از این مطالعات از روش‌های تحلیلی بهره‌گرفته‌اند (۱۵؛ ۱۶؛ ۱۹؛ ۲۰؛ ۲۱؛ ۲۲؛ ۲۳) که در این مطالعات، روش‌های تحلیلی، فقط توانایی محاسبه تعداد محدودی از معیارهای سنجش عملکرد سیستم را دارا می‌باشند و از طرفی امکان بررسی جواب‌ها در طول زمان نیز در آنها وجود ندارد. برخی دیگر از محققین نیز از رویکرد شبیه‌سازی رویداد گسسته در این راستا بهره‌جسته‌اند (۲۷؛ ۳۰؛ ۳۲؛ ۳۵؛ ۳۶). در رویکرد رویداد گسسته به انباشت خدمت به عنوان یک سیستم ایستا نگاه شده و در طول زمان، سرعت ورود مشتریان و سرعت ارائه خدمات در سیستم ثابت

مدل طراحی شده لحاظ گردند. همچنین، پیشنهاد می شود در تحقیقات آتی پویایی های سیستم خدمات درمانی در قالب واحدهای داخلی با ارتباطات زنجیره ای به صورت سری و موازی نیز مدنظر قرار گیرند.

### تشکر و قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از رساله دکتری در رشته مدیریت (تحقیق در عملیات) دانشگاه فردوسی مشهد می باشد. از معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد، معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد و همچنین، ریاست، مدیریت و پرسنل بیمارستان تخصصی چشم خاتم الانبیاء مشهد به خاطر حمایت های انجام شده جهت انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می نمایم.

ناچار زمان هر خدمت کمتر از میزان استاندارد است، عادت می کنند. در چنین سیستمی، با ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای خدمت نیز ممکن است بر حسب عادت، منابع انسانی زمان هر خدمت را مانند روند گذشته مدنظر قرار دهند. برای گرفتار نشدن در چنین دامی، مدیران بیمارستانی لازم است قبل از اعمال سیاست ها، به توجیه منابع انسانی پرداخته و با اعمال سازوکارهای نظارتی، زمینه را برای تغییر عملکرد سیستم فراهم نمایند. در طراحی مدل پیشنهادی، مبنای سنجش کیفیت، رعایت استانداردهای زمانی در ارائه خدمات با تمرکز بر ظرفیت خدمت منابع انسانی (پزشک) فعال در سیستم مورد مطالعه بوده است. پیشنهاد می گردد در تحقیقات آتی، متغیر خطاهای کاری که خود منجر به دوباره کاری ها در سیستم می شود، و متغیر تجربه منابع انسانی که بر ظرفیت خدمت منابع انسانی تأثیرگذار خواهد بود نیز در

### References

- Wong A, Sohal A. Service quality and customer loyalty perspectives on two levels of retail relationships. *Journal of Service Marketing*. 2003; 17(5): 495-513.
- Sterman J, Oliva R, Linderman K, Bendoly E. System dynamics perspectives and modeling opportunities for research in operations management. *Journal of Operations Management*. 2015; 39: 1-5.
- Sohail MS. Service quality in hospitals: More favorable than you might think. *Managing Service Quality*. 2003; 13(3): 197-206.
- Chaker M, Al-Azzab N. Patient satisfaction in Qatar orthopedic and sports medicine hospital (ASPITAR). *International Journal of Business and Social Science*. 2011; 2(7): 69-78.
- ACSI: American Customer Satisfaction Index. Available in < <http://www.theacsi.org>>.
- Lovelock CH, Wright LK. Principles of service marketing and management. (2rd Ed.). London: Prentice Hall, Inc. 2002.
- Handayani PW, Hidayanto AN, Sandhyaduhita PI, Kasiyah A, Ayuningtyas D. Strategic hospital services quality analysis in Indonesia. *Expert Systems with Applications*. 2015; 42(6): 3067-3078.
- Sasaki H. The rise of service employment and its impact on aggregate productivity growth. *Structural Change and Economic Dynamics*. 2007; 18(4): 438-59.
- Lupo, T. A fuzzy framework to evaluate service quality in the healthcare industry: An empirical case of public hospital service evaluation in Sicily. *Applied Soft Computing*. 2016; 40(1): 468-478.
- Oliva R, Sterman JD. Cutting corners and working overtime: quality erosion in the service industry. *Management Science*. 2001; 47(7): 894-914.
- Oliva R, Sterman JD. Death spirals and virtuous cycles: human resource dynamics in knowledge-based services. *Handbook of Service Science*. New York: Springer. 2010.
- Oliva R, Bean M. Developing operational understanding of service quality through a simulation environment. *International Journal of Service Industry Management*. 2008; 19(2):160-175.
- Kc D, Staats BR, Gino F. Learning from my success and from others' failure: Evidence from minimally invasive cardiac surgery. *Management Science*. 2013; 59(11): 2435-2449.
- Mora AM, Walker D. Quality improvement strategies in accountable care organization hospitals. *Quality Management Health Care*. 2016; 25(1): 8-12.
- Willemain TR, Moore GT. Planning a medical practice using paramedical personnel. *Health Services Research*. 1994; 9: 53-61.
- Smith KR, Over AM, Hansen MF, Golladay FL, Davenport EJ. Analytic framework and measurement strategy for investigating optimal staffing in medical practice. *Operations Research*. 1976; 24(5): 815-841.
- Saremi M. Designing bivariate models of human resources planning using Markov chains and goal linear and nonlinear planning. Ph.D. thesis, Faculty of Humanities, Tarbiat Modarres University. 1995. (In Persian).
- Sahraei R. Prediction of internal supply of human resources in organizations using the Markov chain model. Master's dissertation, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabatabaei University, 2008. (In Persian).
- Kwak NK, Lee C. A linear goal programming model for human resource allocation in a health-care organization. *Journal of Medical Systems*. 1997; 21(3): 129-140.
- Jaumard B, Semet F, Vovor T. A generalized linear programming model for nurse scheduling. *European Journal of Operational Research*. 1998; 107(1): 1-18.
- Punnakitikashem P, Rosenberger JM, Behan DB. Stochastic programming for nurse assignment. *Computational Optimization and Applications*. 2008; 40(3): 321-349.
- Mobasher A. Nurse scheduling optimization in a general clinic and an operating suite. PhD thesis, Houston: University of Houston. 2011.

23. Lin CC, Kang JR, Liu WY. A mathematical model for nurse scheduling with different preference ranks. *Future Information Technology*, 2015; 329: 11-17.
24. Bandak M. Human resource planning based on linear planning pattern in Pars Noor Co. Master's dissertation, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabatabaiee University. 2009. (In Persian).
25. Banks J, Carson JS, Nelson BL, Nicol DM. *Discrete-Event system simulation*, (4rd Edition), Prentice Hall. 2005.
26. Borshchev A, Filippov A. From system dynamics and discrete event to practical agent based modeling: reasons, techniques, tools. The 22nd international conference of the system dynamics society, England, Oxford, July 25-29; 2004.
27. Duguay C, Chetouane F. Modeling and improving emergency department systems using discrete event simulation. *Simulation*, 2007; 83(4):311-320.
28. Zare Mehrjerdi Y, Safaei Nik F. Improving the waiting time for patients referred to the emergency department using discrete-event simulation. *Sadooghi Yazd*. 2011; 19(3): 302-312. (In Persian).
29. Ajmi S, Ketabi S, Bagherian H. Reducing the waiting time for patients in the emergency department of Ayatollah Kashani hospital in Isfahan using simulation model. *Health Management*. 2013; 16(51): 84-94. (In Persian).
30. Rohleder TR, Lewkonja P, Bischak DP, Hendijani R. Using simulation modeling to improve patient flow at an outpatient orthopedic clinic. *Health Care Management Science*. 2011; 14(2): 135-145.
31. Gharahi A, Kheyrikhah AS, Bagheri A, Ahmadi M. Improvement of the patient management process in the emergency department by simulation and PROMETHEE methods. *Health Information Management*. 2014; 17(57): 11-25, (in Persian).
32. Al-Araidah O, Boran A, Wahsheh A. Reducing delay in healthcare delivery at outpatient clinics using discrete event simulation. *International Journal of Simulation Modelling*. 2012; 11(4):185-195.
33. Modiri M, Anvari N. Providing and ranking the optimal templates to improve customer service policy by queuing systems simulation and MCDM. *Development and transformation Management*. 2013; 12(1): 65-73.
34. Afsahi M, Sepehri, MM, Ameri, A. Patient flow management and capacity planning in heart department", *Hospital*. 2015; 1(52): 9-24. (In Persian).
35. Ghanes K, Jiuni O, Jemai Z, Wargon M, Hellmann R, Thomas V, Koole G. A comprehensive simulation modeling of an emergency department: A case study for simulation optimization of staffing levels. *Proceedings of the winter Simulation Conference, U.S.: Savannah: 2014: 1421-1432*.
36. Gul M, Fuat Guneri A. A discrete event simulation model of an emergency department network for earthquake conditions. *Proceedings of the 6th International Conference of Modeling Simulation and Applied Optimization (ICMSAO), American University of Sharjah, Sharjah, United Arab Emirates: 2015; 1-6*.
37. Acker AV, Haxholdt C, Larsen ER. Long-term and short-term customer reaction: A two-stage queuing approach. *System Dynamics Review*, 2006; 22(4):349-369.
38. Lan CH, Chang CC, Kuo MP. Service system under service pressure by system dynamics model. *ProbStat Forum*. 2010; 3(1): 52-64.
39. Kumar D, Kumar D. Modelling rural healthcare supply chain in India using system dynamics. *12th Global congress on manufacturing and management. Procedia Engineering: 2014; 97:2204 - 2212*.
40. Saunders M, Lewis P, Thornhill, A. *Research methods for business students*, (5rd edition). London: Prentice Hall. 2009.

# Modelling the Dynamics of Human Resources Capacity in Health Care Services

A Case Study of Khatam-al-Anbia Hospital of Mashhad

Alizadeh-Zoeram A<sup>۱</sup>, Pooya A<sup>۲\*</sup>, Naji-Azimi Z<sup>۳</sup>, Vafae-Najar A<sup>۴</sup>

Submitted: 2018.9.24

Accepted: 2019.6.4

## Abstract

**Background:** In service organizations such as hospitals, human resources (HR) play a key role in the quality of service delivery. Lack of a systemic attitude in terms of system dynamics, HR planning have been somewhat distant from reality. In order to solve such a problem, this study aimed to modeling the dynamics of human resources capacity management system in healthcare services.

**Materials and Methods:** This case study is one of the cases at a clinic of Khatam -al-Anbia Eye Hospital of Mashhad which was used to simulate the system dynamics approach. In the implementation process, after modeling and formulating in Vensim software, the model was validated and appropriate policies were identified based on simulation results.

**Results:** The simulation results revealed a gap existence between service capacity and desired capacity led to a work pressure. Consequently, time per service relative to the standard time per service (0.333 hours equivalent to 20 minutes) as the core of service quality has been reduced (cutting corners of time). To counteract such a situation, appropriate policies were identified during the time in a dynamic manner using sensitivity analysis based on changing patient acceptance rates and human resource changes.

**Conclusion:** The proposed model provides the status for hospital managers which allows them to manage appropriate human resources in the same conditions with a viewpoint of causal relationships with respect to system dynamics.

**Keywords:** Simulation, System dynamics, Human resources, Health care services

<sup>1</sup> PhD. Student in Operational Research Management, Faculty of Economics & Administrative Sciences, Ferdowsi University of Mashhad (FUM), Mashhad, Iran.

<sup>2</sup> Associate Professor, Department of Management, Faculty of Economics & Administrative Sciences, Ferdowsi University of Mashhad (FUM), Mashhad, Iran, (\* Corresponding author), Email:alirezapooya@um.ac.ir

<sup>3</sup> Associate Professor, Department of Management, Faculty of Economics & Administrative Sciences, Ferdowsi University of Mashhad (FUM), Mashhad, Iran

<sup>4</sup> Professor, Department of Management and Health Economics, Social Determinants of Health Research Center ,School of Public Health, Mashhad University of Medical Sciences (MUM), Mashhad, Iran