ارائه یک مدل شبیه‌سازی گسسته پیشامد برای بهبود کیفیت خدمات: مطالعه موردی در واحد اورولوژی یک مرکز فوق‌تخصصی کلیه

رضا مختاریان دلوئی

کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران،
m_reza@modares.ac.ir

بختیار استادی*

(نویسنده مسئول) استادیار، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران، bostad@modares.ac.ir

چکیده زمان انتظار برای دریافت خدمات درمانی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های رضایتمندی بیماران محسوب شده که تاثیر قابل توجهی بر اثربخشی و کیفیت خدمات ارائه شده به بیماران دارد. مطالعه شبیه‌سازی برای بهبود جریان بیمار، کاهش زمان انتظار و افزایش رضایت بیماران به عنوان یک ابزار مؤثر به‌کار می‌رود. مطالعه حاضر به بهبود کیفیت خدمات درمانی در یک واحد اورولوژی واقع در یک مرکز فوق‌تخصصی کلیه در تهران، پرداخته است. هدف از این مطالعه کاهش زمان انتظار، نرخ کنسلی بیماران و نیز افزایش کارایی فرایندهای روش سنگ‌شکنی برون‌اندامی (ESWL) بوده است. یک مدل شبیه‌سازی گسسته‌پیشامد با استفاده از نرم‌افزار iGrafx توسعه یافته که از آن به همراه نرم‌افزار MATLAB، جهت تشکیل و ارزیابی سناریوهای بهبود دهنده واحد اورولوژی در سه دسته شامل تغییر زمان‌بندی حضور تکنسین‌ها در طی شیفت‌های کاری، تغییر زمان‌بندی مراجعه بیماران و نیز بررسی عوامل کاهش دهنده نرخ کنسلی بیماران، استفاده شده است. نتایج حاصل نشان دهنده بیش‌ترین تفاوت در به‌کارگیری سناریوهای زمان‌بندی مراجعه بیماران در معیارهای زمان انتظار و طول مدت اقامت به میزان متوسط ۲۳.۳۳ و ۲۲.۸۱ دقیقه نسبت به وضعیت موجود است. علاوه براین، نتایج بررسی عوامل کاهش دهنده نرخ کنسلی بیماران، نشان‌دهنده کاهش در تعداد موارد کنسلی به میزان متوسط ۱.۴۴ مورد در روز می‌باشد. برای هر دسته از سناریوهای پیشنهادی، اعمال تغییرات بر اساس سناریوی برگزیده، بهبود قابل توجهی در معیارهای عملکردی واحد اورولوژی ایجاد نموده که در این میان، تاثیر سناریوهای زمان‌بندی مراجعه بیماران در مقایسه با سایر سناریوها به مراتب بیش‌تر بوده است.

کلمات کلیدی شبیه‌سازی گسسته‌پیشامد، بهبود کیفیت خدمات، روش سنگ‌شکنی برون‌اندامی (ESWL)، واحد اورولوژی.

۱- مقدمه

یکی از شایع‌ترین موارد پاتولوژیک در پزشکی، حضور سنگ در دستگاه‌های ادراری است که به عنوان سنگ‌کلیه شناخته می‌شود [۱] و [۲]. این نوع اختلال بالینی پس از عفونت‌های ادراری و بیماری‌های پروستات، به عنوان سومین و شایع‌ترین بیماری دستگاه ادراری، محسوب می‌شود [۳]. شواهد موجود نشان می‌دهد که شیوع سنگ کلیه در سراسر جهان در حال افزایش است. در کشورهای توسعه یافته این بیماری حدود ۱۵۰۰ الی ۲۰۰۰ نفر را در هر یک ملیون نفر، تحت تاثیر خود قرار می‌دهد [۱]، [۴] و [۵]. در ایران، میزان بروز سنگ‌های کلیوی ۵.۷ درصد در سال ۲۰۰۵، گزارش شده است. این میزان در طی چند سال گذشته افزایش یافته و به حدود ۸ درصد رسیده است که در مقایسه با آمار جهانی از حد اکثر میزان شیوع این بیماری در سایر کشورهای جهان، بیش‌تر است [۶] و [۷]. بررسی اپیدمیولوژیک سنگ‌های کلیه در کشورهای مختلف نشان داده است که این بیماری در مردان شایع‌تر از زنان بوده و با بالا رفتن سن، افزایش می‌یابد. این بیماری بیش‌تر در سنین ۳۰ تا ۵۰ سال و به‌طور کلی در دهه چهارم تا ششم زندگی افراد، رخ می‌دهد، به گونه‌ای که شواهد مختلف نشان می‌دهد که ۵ درصد از زنان و ۱۲ درصد از

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۰۱ / تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۲۴
دوره ۹ / شماره ۳
صفحات: ۲۶۰-۲۴۴

*(Corresponding author) bostadi@modares.ac.ir

مردان در طول زندگی خود حد اقل دارای یک سنگ کلیوی می‌باشند [۱] و [۸]. فاکتورهای بسیاری در تشکیل سنگ‌های کلیه نقش دارند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به عوامل ژنتیکی و محیطی اشاره نمود. تغییرات آب و هوایی، درجه حرارت و میزان رطوبت محیط و رژیم غذایی از مهم‌ترین عوامل محیطی هستند که تاثیر قابل توجهی بر این موضوع دارند [۹] و [۱۰]. سنگ‌های کلیه اغلب با ناراحتی و درد و رنج فراوان برای بیمار همراه بوده که در صورت عدم درمان مناسب و به موقع می‌تواند علاوه بر بروز دردهای شدید و غیر قابل تحمل، منجر به نارسایی کلیه گردد. روش‌های درمانی متعددی مانند سنگ‌شکنی برون‌اندامی (ESWL)، خارج کردن سنگ از راه پوست (PCNL)، سنگ‌شکنی برون‌اندامی (TUL) و لاپاراسکوپی برای درمان سنگ‌های کلیه و حالب در سالیان اخیر، ابداع شده است که روش سنگ‌شکنی برون‌اندامی، یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین این روش‌هاست که در اوایل دهه ۱۹۸۰ توسط چایسی و همکاران معرفی شد و امروزه به عنوان یک روش درمانی سرپایی، مؤثر و غیر تهاجمی برای سنگ‌های ادراری پذیرفته شده است [۱۱]، [۱۲] و [۱۳]. با توجه به میزان موفقیت بالای این روش در درمان سنگ‌های کلیوی، عارضه کم و هزینه پایین آن نسبت به سایر روش‌های درمانی، روش ESWL به عنوان روش انتخابی و اولیه برای درمان سنگ‌های ادراری شناخته می‌شود. از اینرو با توجه به حجم بالای تقاضا برای این روش درمانی، مراکز اورولوژی، اغلب با مشکلات فراوانی در خصوص ارائه این خدمات به صورت با کیفیت و مطلوب، مواجه هستند. ارتقاء کیفیت خدمات در بخش اورولوژی نیازمند شناخت صحیح وضع موجود و بررسی مشکلات این بخش می‌باشد. رضایت بیمار از خدمات درمانی، یکی از مهم‌ترین شاخص‌های اثربخشی و کیفیت خدمات است که می‌تواند تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله زمان صرف شده برای دریافت خدمات درمانی، نحوه ارائه خدمات و شرایط لغو و عدم دریافت درمان، قرار گیرد. عواملی مانند نودسانات در تقاضای بیماران، زمان خدمات و غیره بر عملکرد سیستم‌های زمان‌بندی قرارملاقات، تاثیر گذار بوده و می‌تواند نارضایتی بیمار از خدمات ارائه شده را به همراه داشته باشد. لذا مطالعه فرایندهای درمانی و الگوی مراجعه بیماران و زمان‌بندی حضور پزشکان می‌تواند در طراحی روندهای درمانی و تصمیم‌گیری بهتر در جهت کاهش هزینه‌های بخش اورولوژی و بهبود بهره‌وری منابع و نیز افزایش رضایت بیماران از درمان صورت گرفته، مؤثر باشد. برای این منظور، شبیه‌سازی گسسته‌پیشامد به عنوان یک ابزار تحلیلی مؤثر در مدیریت سیستم‌های بهداشتی و درمانی برای تخصیص بهینه منابع کمیاب، جهت بهبود جریان بیمار، کاهش هزینه خدمات‌درمانی و افزایش رضایت بیماران به‌کار می‌رود. شبیه‌سازی، یک تقلید از چگونگی عملکرد فرایند یا سیستم دنیای واقعی در طول زمان است و می‌تواند جهت پاسخ‌گویی و تجزیه و تحلیل پرسش‌های "چه می‌شود؟" "اگر" در باره‌ی سناریوهای دنیای واقعی مورد استفاده قرار گیرد [۱۴] و [۱۵]. از این‌رو در این مطالعه با استفاده از شبیه‌سازی گسسته‌پیشامد، بهبود کیفیت خدمات درمانی واحد اورولوژی مرکز فوق‌تخصصی کلیه از طریق تعیین مناسب‌ترین زمان‌بندی برای حضور نیروی انسانی، تعیین بهترین زمان‌بندی مراجعه بیماران و بررسی عوامل کاهش‌دهنده نرخ کنسلی بیماران در راستای کاهش زمان انتظار بیماران و افزایش کارایی عملیات و فرایندهای روش سنگ‌شکنی برون‌اندامی، مورد هدف قرار گرفته است. ساختار مقاله به شرح زیر است: در بخش ۲، مطالعات انجام شده در حوزه کاربرد روش‌های شبیه‌سازی گسسته‌پیشامد در بخش بهداشت و درمان مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس نحوه مستندسازی فرایندهای مرتبط با روش سنگ‌شکنی برون‌اندامی و جزئیات مربوط به ساخت مدل شبیه‌سازی در بخش ۳ ارائه می‌گردد و در بخش ۴ نیز نحوه تشکیل سناریوهای مختلف زمان‌بندی و کنسلی بیماران، بیان شده و سپس به تجزیه و تحلیل نتایج اجرای سناریوها و بحث در خصوص آن پرداخته می‌شود. بخش آخر نیز به نتیجه‌گیری، محدودیت‌های پژوهش و ارائه پیشنهادهایی برای تحقیقات آینده، اختصاص یافته است.

۲- کاربرد روش‌های شبیه‌سازی در سلامت

شبیه‌سازی به عنوان تقلیدی از عملکرد یک فرایند در دنیای واقعی و یا یک سیستم در طول زمان تعریف می‌شود [۱۶]. شبیه‌سازی نه تنها می‌تواند به عنوان تصویری از نحوه عملکرد سیستم، مورد استفاده قرار گیرد، بلکه قادر به تست سناریوهای مختلف و انتخاب سناریو مناسب جهت بهبود عملکرد سیستم بدون اجرای فیزیکی آن می‌باشد. با توجه به نیاز مبرم به اثربخشی و کارایی در سیستم‌های سلامت و سهولت استفاده از بسته‌های نرم‌افزاری شبیه‌سازی، کاربرد شبیه‌سازی در حوزه بهداشت و درمان در سالیان اخیر در حال افزایش است [۱۷]. این کاربردها از تصمیم‌هایی که به‌طور مستقیم با مسائل پزشکی همراه هستند تا تصمیم‌هایی که عملیاتی یا مدیریتی هستند را در بر می‌گیرند [۱۸]. اصلی‌ترین هدف از به‌کارگیری مطالعه‌های شبیه‌سازی در حوزه بهداشت و درمان، کاهش زمان انتظار بیماران، طول‌مدت اقامت بیماران، بهبود خدمت‌رسانی به بیماران و استفاده بهتر از منابع بوده است [۱۹]، [۲۰] و [۲۱]. تحقیقات بسیاری بر روی این موضوع‌ها تمرکز داشته‌اند که به برخی از مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌گردد. چن و همکاران (۲۰۱۵) در مورد چگونگی به حداقل

رساندن زمان انتظار بیماران و نیز زمان بی‌کاری پزشکان در سیستم‌های زمان‌بندی قرارملاقات، مطالعه نمودند. در مطالعه آن‌ها از یک روش بهینه‌سازی شبیه‌سازی جهت تعیین مناسب‌ترین سیاست زمان‌بندی قرارملاقات، استفاده شده است. مطالعه مذکور بهترین راه‌حل‌های مختلف را برای زمان‌بندی قرارملاقات بر اساس توابع هدف مورد نظر تعیین می‌کند [۲۲]. یوکوچی و همکاران (۲۰۱۲) نیز بر روی سیاست‌های برنامه‌ریزی قرارملاقات بیماران بخش شیمی درمانی سرپایی (OCD) در یک بیمارستان عمومی در ژاپن، متمرکز شدند. در مطالعه آن‌ها بهترین سیاست برنامه‌ریزی قرارملاقات بر اساس خصوصیات فرایندهای پزشکی در OCD با استفاده از روش شبیه‌سازی گسسته‌پیشامد شناسایی شده است [۲۳]. وراوات و همکاران (۲۰۱۳) نیز از روش شبیه‌سازی گسسته پیشامد جهت بررسی عملکرد کلینیک‌های سرپایی استفاده نمودند. محققان جریان بیماران بخش اورتوپدی بیمارستان را مورد بررسی قرار داده و داده‌های مرتبط را جمع‌آوری نموده‌اند. نتایج نشان داده است که برنامه قرارملاقات‌های مختلف برای بیماران تاثیر قابل‌توجهی بر شاخص‌های عملکردی نظیر زمان بیکاری و اضافه‌کاری پزشکان و زمان انتظار بیماران دارد [۲۴]. در مطالعه‌ای دیگر از شبیه‌سازی گسسته پیشامد در یک کلینیک ارتوپدی سرپایی جهت شناسایی و ارزیابی گزینه های بهبود از قبیل بهینه‌سازی سطوح کارکنان و زمانبندی بهتر ورود بیماران، استفاده شده است. تجزیه و تحلیل آماری انجام شده قبل و بعد از اجرا سناریوهای پیشنهادی نشان داده است که با تغییرات در زمانبدی بیماران و تعداد کارکنان کلینیک، زمان انتظار به طور قابل توجهی بهبود یافته و نیز کل زمان حضور بیمار در کلینیک کاهش یافته است [۲۵]. مونیکندام و اسمونیدس (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای که در یک مرکز جراحی در بلژیک انجام گرفته است، با توجه به اهمیت میزان مصرف منابع در روش‌های مختلف جراحی، با استفاده از روش شبیه‌سازی گسسته پیشامد به بررسی تاثیر برنامه‌های زمانبندی مختلف روش‌های جراحی بر مصرف منابع، متوسط هزینه و بهره‌وری اتاق عمل پرداخته‌اند. محققان از شبیه‌سازی گسسته پیشامد جهت مقایسه زمانبندی و میزان مصرف منابع شبیه‌سازی شده برای دو روش جراحی در درمان فیبرلاسیون دهلیزی بهره گرفته‌اند. در این مطالعه سه سناریو زمانبندی ۱. زمانبندی کاملا انعطاف‌پذیر ۲. زمانبندی باز و ۳. زمانبندی بلوک‌شده بر اساس دو معیار زمان اشغال اتاق عمل و زمان در دسترس بودن اتاق عمل برای هر یک از دو روش جراحی مورد بررسی قرار گرفتند [۲۶]. در مطالعه‌ای دیگر فریا و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از روش شبیه‌سازی گسسته پیشامد به مدل‌سازی یک مرکز جراحی بیمارستانی پرداختند. محققان در این مطالعه با استفاده از روش شبیه‌سازی، تاثیر افزایش در تعداد تخت‌های پس از بیهوشی، تغییرات در استراتژی‌های زمانبندی اتاق‌های عمل و افزایش در تعداد اعمال جراحی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج شبیه‌سازی نشان داده است که داشتن یک زمانبندی انعطاف‌پذیر و افزایش در تعداد تخت‌های PAB سبب بهبود قابل توجهی در بهره‌وری مرکز جراحی شده است [۲۷]. در مطالعه‌ای دیگر از شبیه‌سازی برای مدل‌سازی بخش اورژانس استفاده شده است. هدف از مطالعه ارزیابی زمانبندی‌های مختلف برای کارکنان اورژانس شامل پرستاران، تکنسین‌ها و پزشکان جهت کاهش زمان حضور بیمار در سیستم بوده است. در این خصوص پنج برنامه زمانی مختلف با استفاده از طول مدت اقامت بیماران به عنوان شاخص کلیدی عملکرد، مورد بررسی و ارزیابی قرار داده شده است [۲۸]. در مطالعه حاجی‌سرائی و همکاران (۲۰۱۸) نیز از شبیه‌سازی گسسته پیشامد همراه با رویکرد سیستم داینامیک جهت توسعه یک مدل شبیه‌سازی یکپارچه به منظور کاهش زمان انتظار بیماران و بهبود شاخص‌های کلیدی عملکرد بخش اورژانس استفاده شده است. با استفاده از این مدل، تاثیر سناریوهای مختلف بر بهبود عملکرد بخش اورژانس در چهار معیار مدت زمان انتظار، طول مدت اقامت، تعداد بیماران خروجی و تعداد بیمارانی که ملاقات دریافت نکرده‌اند، مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج مطالعه نشان داده است که بهینه‌سازی استراتژی مسیر سریع با استفاده از مدل شبیه‌سازی یکپارچه می‌تواند نقش مهمی در تسهیل جریان بیمار بدون اضافه نمودن هر گونه منبع اضافی داشته باشد. در این مطالعه بکارگیری استراتژی مسیر اصلاح برنامه منابع انسانی نشان می‌دهد که می‌تواند یک بهبود قابل توجهی در سنجه‌های عملکرد اورژانس از طریق اضافه نمودن یک پرستار تریاژ و یا یک پزشک در حالتی‌که مسیر سریع در دسترس است، ایجاد گردد [۱۷]. در مطالعه‌ای دیگر که در بخش اورژانس بیمارستان انجام شده است، با استفاده از شبیه‌سازی گسسته پیشامد، بهبود کیفیت خدمات درمانی از طریق کاهش زمان انتظار بیماران و افزایش کارایی عملیات و فرآیندهای اورژانس، مورد هدف قرار گرفته است. این مطالعه بر بررسی مواردی که منجر به کاهش زمان انتظار بیماران می‌شود، متمرکز بوده و از شبیه‌سازی جهت ارزیابی زمان‌های انتظار در صف، شناسایی تنگناهای فرآیند و ارزیابی سناریوهای بهبود جریان‌های کاری مختلف، استفاده می‌کند. مدل توسعه یافته در این مطالعه قادر به تسهیل جریان‌های بالینی، برنامه‌ریزی تسهیلات و منابع، ارزیابی اثربخشی درمان، مهندسی مجدد فرآیندها و بازسازی فرآیندهای درمان می‌باشد [۲۹]. الرفائی و شراب (۲۰۱۲) مطالعه‌ای را باهدف کاهش زمان انتظار بیماران و بهبود بهره‌وری کارکنان پرستاری در دپارتمان اورژانس بیمارستان انجام دادند. در این مطالعه از شبیه‌سازی گسسته پیشامد و ارزیابی سناریوهای اصلاح برنامه منابع انسانی به منظور کاهش زمان انتظار بیماران و بهبود بهره‌وری پرستاران، استفاده شده است. نتایج

مطالعه نشان می‌دهد که سناریوی " تخصیص مشترک بارکاری" بهترین وضعیت تخصیص نیروی پرستاری را به همراه دارد [۳۰]. تاکو و همکاران (۲۰۱۳) نیز با استفاده از روش شبیه‌سازی گسسته‌پیشامد به بررسی گزینه‌هایی جهت بهبود زمان انتظار بیماران چاقی پرداختند و با تغییراتی که در زمان‌بندی قرارملاقات بیماران و سطوح منابع انسانی انجام دادند، این امر را محقق ساختند. در بررسی آن‌ها، سطح خدمات بهتر در حالتی تعیین شده است که خدمات با ظرفیت منابع شامل دو پزشک و سه جراح ارائه شوند [۳۱]. در مطالعه‌ای دیگر نیز با استفاده از این روش به موضوع کاهش زمان انتظار بیماران و بهبود بهره‌برداری از منابع در یک واحد مراقبت‌های ویژه در یک مرکز سرطان پرداخته شده است. یافته‌های کلیدی این مطالعه اهمیت زمان شروع به کار کلینیک و نیاز به بهبود برنامه‌ریزی بیمار و بهبود بالقوه در تخصیص اتاق‌های معاینه به کلینیک را نشان می‌دهد [۳۲]. موکارزل و همکاران (۲۰۱۳) نیز با استفاده از روش شبیه‌سازی گسسته‌پیشامد در یک کلینیک تخصصی، فرایند پذیرش بیماران را با هدف کاهش زمان انتظار بیماران و کاهش درصد تماس‌های تلفنی دریافت نشده، مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داده است که حد اکثر زمان انتظار و متوسط تعداد افراد منتظر در صف برای چکاب اولیه در حالتی رخ می‌دهد که سه نفر کارمند در کلینیک در دسترس باشند که با افزایش آن به چهار نفر، زمان انتظار به حدود ۲۰ دقیقه و طول صف به شش نفر کاهش می‌یابد [۳۳]. همچنین در پژوهشی دیگر توسط سادولی و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از شبیه‌سازی گسسته‌پیشامد و برنامه‌ریزی ریاضی به زمان‌بندی جراحی بیماران ارتوپدی پرداخته شده است. در این مطالعه یک مدل ریاضی با تابع هدف استفاده از تمام اتاق‌های جراحی و کوتاه‌نمودن بازه‌کاری به منظور ایجاد بهترین تخصیص بیماران به اتاق‌های عمل توسعه یافته است [۳۴]. در مطالعه‌ای دیگر نیز با استفاده از شبیه‌سازی و برنامه‌ریزی ریاضی یک سیستم پشتیبان تصمیم برای عملیات یک واحد اورژانس طراحی شده است. در این مطالعه از شبیه‌سازی همراه با بهینه‌سازی جهت تعیین تعداد بهینه پزشکان، تکنسین آزمایشگاه و پرستاران مورد نیاز با هدف به حد اکثر رساندن تعداد بیماران خروجی و کاهش زمان انتظار بیماران، استفاده شده است. نتایج مطالعه نشان داده است که با استفاده از منابع فعلی بیمارستان، مدل پیشنهادی، توان بیماران خروجی را ۲۸ درصد افزایش و زمان انتظار بیماران را به‌طور متوسط ۴۰ درصد کاهش داده است [۱۴]. باهو و همکاران (۲۰۱۸) نیز با بررسی یک مرکز جراحی قلب و عروق که با مشکلاتی نظیر افزایش زمان انتظار و محدودیت منابع مواجه بود، به شبیه‌سازی گسسته‌پیشامد پرداخته و جهت کاهش زمان انتظار بیماران از طریق تغییرات مختلف در سیستم، پیشنهادهایی را ارائه نموده‌اند. نتایج مطالعه نشان داده است که تنگنای اصلی سیستم، مربوط به استفاده از تخت‌های واحد HDU بوده که افزایش برنامه زمان‌بندی همراه با تسطیح نرخ مراجعه روزانه بیماران، برای آن در نظر گرفته شده است [۳۵]. همان‌طور که مشخص است، شایع‌ترین موضوعات در مطالعه‌های شبیه‌سازی در بخش سلامت، در مورد کاهش زمان انتظار بیماران در صف و طول مدت اقامت بیماران است. به‌طور کلی مدل‌های شبیه‌سازی که برای تحلیل سیستم‌های بهداشت و درمانی استفاده شده‌اند، عمدتا بر دو حوزه متمرکز می‌باشند: (۱) بهینه‌سازی جریان بیماران در بخش‌های مختلف بیمارستان و (۲) تخصیص منابع برای بهبود خدمات. در بهینه‌سازی جریان بیماران در بیمارستان‌ها و سایر مراکز درمانی هدف بهبود حجم خروجی بیماران و کاهش زمان انتظار است و در حوزه دوم هدف بهبود در بهره‌برداری از منابع و نیروی انسانی و تعیین ظرفیت و تعداد مناسب آن‌ها برای ارائه خدمات با کیفیت و با هزینه پایین می‌باشد. با توجه به پژوهش‌های یاد شده، تا کنون مطالعه‌ای در زمینه کاهش زمان انتظار و بهبود فرایندهای بخش سنگ‌شکنی درمان سنگ‌های کلیوی با استفاده از دستگاه سنگ‌شکن برون‌اندامی (ESWL)، انجام نشده است. با توجه به تخصیص منابع بالا به این قسمت از بخش درمان بیماری‌های کلیوی، نیاز است تا جهت برنامه‌ریزی صحیح منابع و بهبود فرایندهای درمانی بیماران این بخش به منظور کاهش هزینه‌های این خدمات، اقدام لازم صورت گیرد. همچنین بررسی مواردی جهت کاهش نرخ کنسلی بیماران این بخش که عاملی مهم در حفظ رضایتمندی بیماران محسوب می‌شود از دیگر جنبه‌های مورد بررسی در این مطالعه است که در تحقیقات دیگر به آن پرداخته نشده است.

۲-۱ تعیین معیارهای کلیدی عملکرد

انتخاب معیارهای کلیدی عملکرد یکی از مهم‌ترین مراحل شبیه‌سازی می‌باشد. در مطالعه حاضر ضمن بررسی معیارهای عملکردی مورد استفاده در پیشینه تحقیق، به انتخاب معیارهای کلیدی عملکرد بر اساس اهداف، مسئله تحقیق و نیز ویژگی‌های مطالعه موردی انجام شده در واحد اورولوژی مرکز فوق‌تخصصی کلیه، پرداخته شده است. بر این اساس معیارهای مورد توجه در این مطالعه عبارت‌اند از: مدت زمان انتظار، طول مدت اقامت، میزان بهره‌برداری از منابع شامل تکنسین‌ها و کارشناس بیهوشی، تعداد بیماران درمان شده، تعداد موارد کنسلی، زمان پایان سرویس‌دهی سیستم.

یکی از مهم‌ترین معیارهایی که در این مطالعه به آن توجه شده است، تعداد کنسلی‌های مشاهده شده در روز می‌باشد. این معیار برابر تعداد بیمارانی است که به دلایل مختلف بدون دریافت خدمت مجبور به ترک سیستم شده‌اند. در مطالعه حاضر به جهت این‌که امکان لغو فعالیت‌های درمانی برای بیمار در مراحل مختلف درمان وجود دارد، از این معیار جهت ارزیابی وضعیت موجود و نیز بررسی تاثیر سناریوهای پیشنهادی بر نرخ کنسلی بیماران، استفاده شده است. معیار زمان پایان سرویس‌دهی به بیماران نیز از دیگر معیارهای مورد توجه می‌باشد. زمان پایان به کار سیستم مورد مطالعه در این مقاله بر اساس اتمام فعالیت‌های درمانی در مورد آخرین بیمار پذیرش شده تعیین می‌گردد که این زمان با توجه به عوامل مختلفی مانند ظرفیت و توان هر تکنسین و با توجه به نوع و شرایط بیمار، متفاوت خواهد بود.

۳- مدل شبیه‌سازی

۳-۱ توصیف سیستم مورد مطالعه

مطالعه حاضر در بخش اورولوژی مرکز فوق‌تخصصی کلیه، انجام شده است. داده‌های مورد نیاز برای این مطالعه در فاصله زمانی مهرماه ۱۳۹۶ لغایت خردادماه ۱۳۹۷ جمع‌آوری شده است. بخش مذکور دارای شش نیروی انسانی شامل سه تکنسین سنگ‌شکنی برای شیفت‌های کاری مختلف، کارشناس بیهوشی، منشی و خدماتی می‌باشد. این بخش دارای دو شیفت‌کاری برای تکنسین‌ها شامل شیفت اول از ساعت ۶ صبح الی ۱۲ ظهر و شیفت دوم از ساعت ۱۲ ظهر تا زمان اتمام سرویس‌دهی به آخرین بیمار پذیرش شده، است که تکنسین‌های مختلف بر اساس یک برنامه زمان‌بندی از پیش تعیین شده مطابق با جدول۱ در شیفت‌ها و روزهای مختلف هفته حضور پیدا می‌کنند.

۳-۲ مدل‌سازی مفهومی سیستم

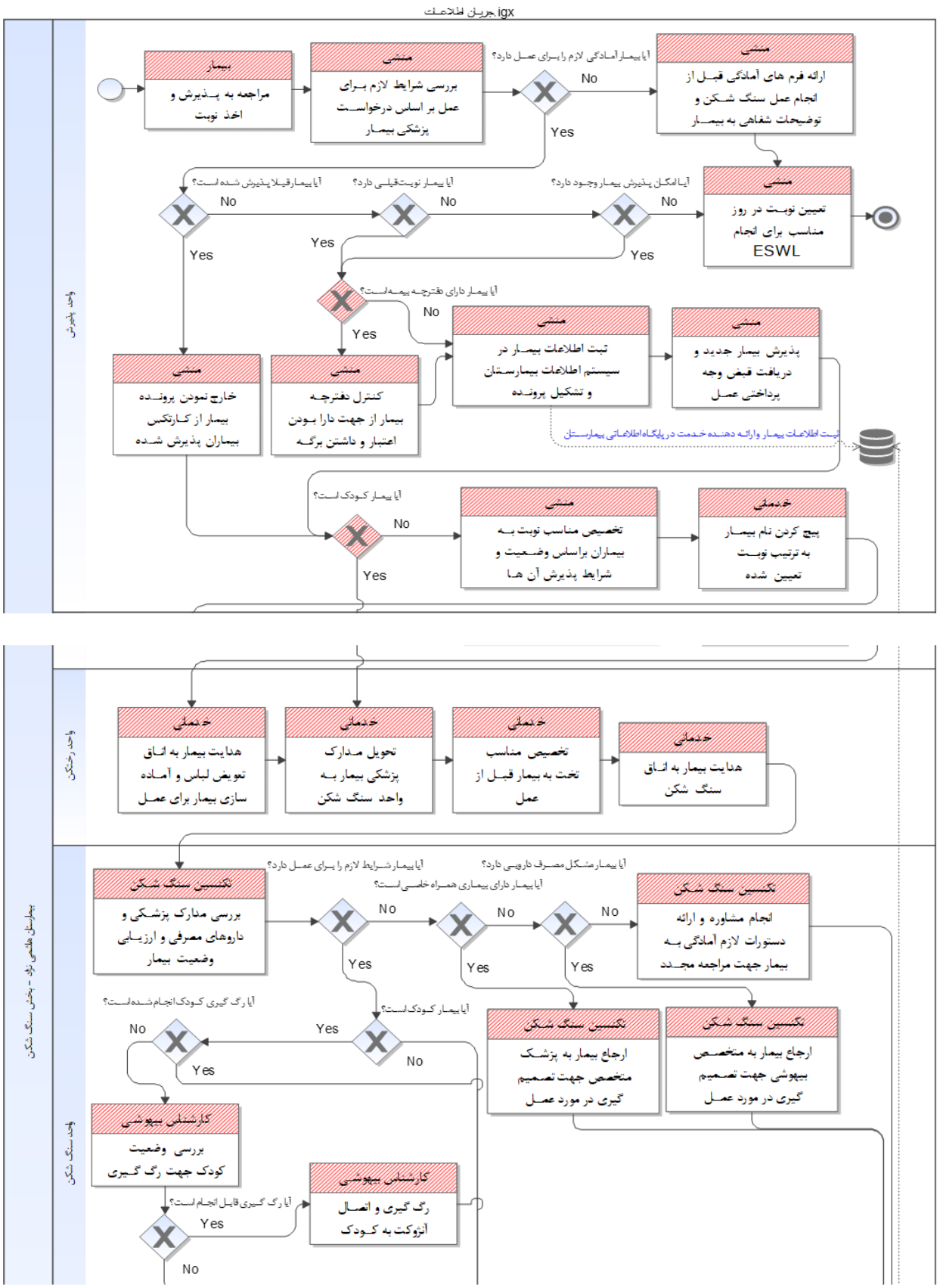
جهت تشکیل مدل مفهومی سیستم، ابتدا حرکت بیمار و خدمات مرتبط با آن که با استفاده از اطلاعات، فلوچارت‌ها، کارکنان واحد و مشاهده‌های شخصی به دست آمد، شناسایی شد و سپس وضعیت ورود بیمار و فرایند درمانی مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه، مدل‌سازی سیستم منطبق با استاندارد BPMNII و با استفاده از نرم افزار iGrafx انجام شده است. شکل ۱ مدل مفهومی سیستم تحت بررسی را نشان می‌دهد.

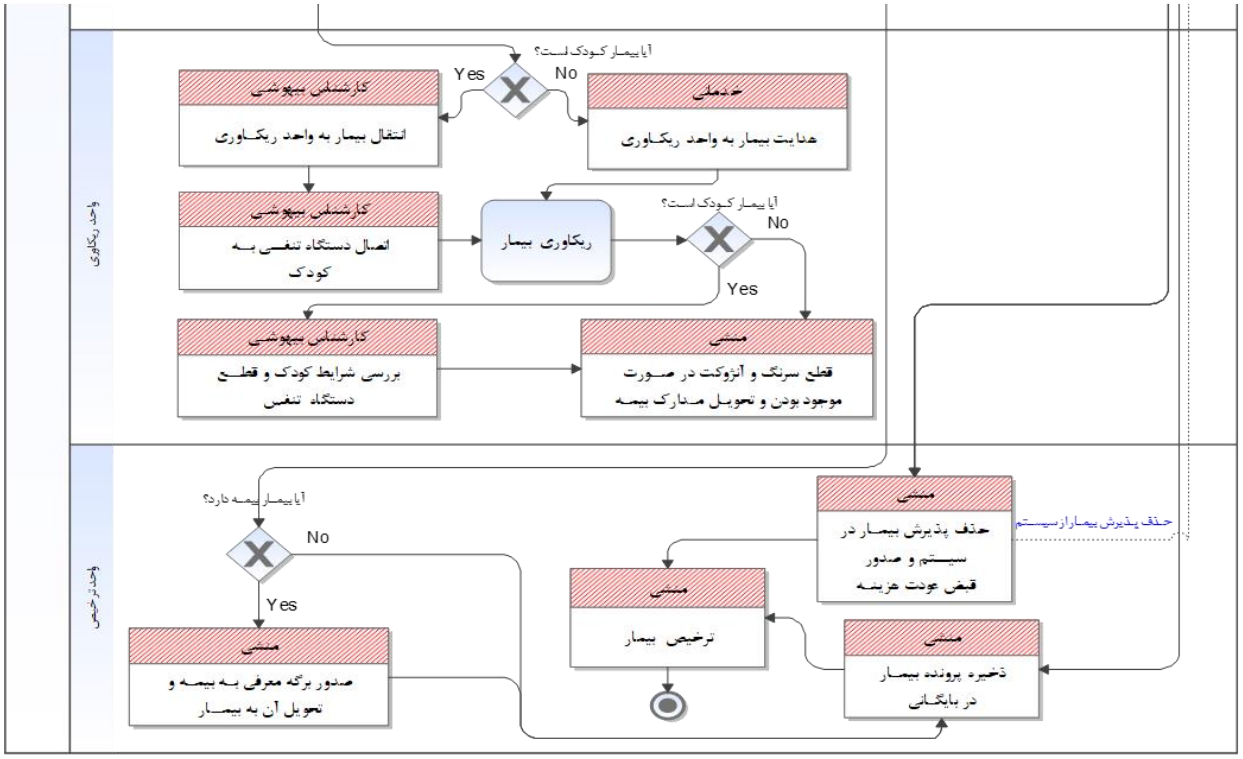
۳-۳ جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها

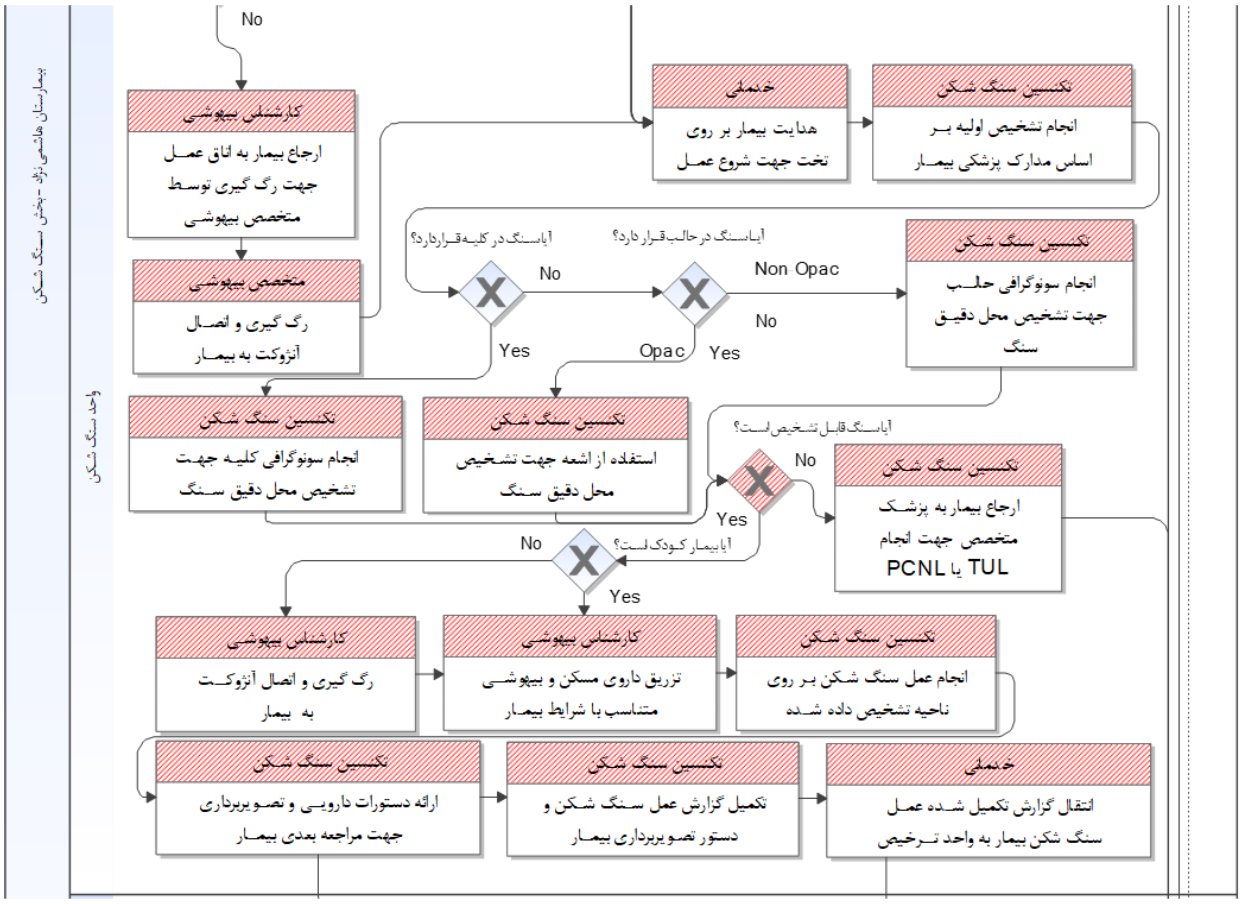
پس از مدل‌سازی مفهومی سیستم، اطلاعات زمانی مربوط به تکمیل فعالیت‌های درمانی و همچنین منابع مورد استفاده توسط این فعالیت‌ها جمع‌آوری گردید. اطلاعات مربوط به زمان تکمیل فعالیت‌ها از طریق روش زمانسنجی توسط کرنومتر در فرم‌های مخصوص ثبت گردید. سایر اطلاعات در مورد زمان ورود بیماران و یا نحوه ورود بیمار نیز از طریق سیستم اطلاعات بیمارستان جمع‌آوری شد. همچنین توزیع‌های آماری مرتبط با زمان تکمیل فعالیت‌ها از طریق نرم‌افزار Input Analyzer تعیین و با استفاده از آزمون‌های آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای این منظور از رگرسیون و رابطه همبستگی جهت بررسی میزان همبستگی میان روزهای مختلف هفته استفاده شد. جدول۲ میزان همبستگی میان نرخ ورود بیماران در روزهای مختلف هفته را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان می‌دهد که همبستگی چندانی میان روزهای مختلف هفته وجود نداشته و داده‌های ورودی کاملا مستقل از یکدیگر می‌باشند.

۳-۴ توسعه مدل شبیه‌سازی واحد اورولوژی

پس از شناسایی فرایندهای سیستم و جمع‌آوری داده‌های مرتبط، به ساخت مدل شبیه‌سازی کامپیوتری پرداخته شد. جهت مدل‌سازی کامپیوتری از نرم‌افزار شبیه‌سازی iGrafx استفاده شده است. در این قسمت جهت درک بهتر روند مدل‌سازی، مدل کامپیوتری در سه قسمت ورود، فرآیند درمان و ترخیص، توضیح داده می‌شود.


جریان اطلاعات igx
واحد پذیرش
بیمار
مراجعه به پذیرش و اخذ نوبت
منشی
بررسی شرایط لازم برای عمل بر اساس درخواست پزشکی بیمار
آیا بیمار آمادگی لازم را برای عمل دارد؟
No
Yes
منشی
ارائه فرم های آمادگی قبل از انجام عمل سنگ شکن و توضیحات شفاهی به بیمار
آیا بیمار قبلا پذیرش شده است؟
آیا بیمار نوبت قبلی دارد؟
آیا امکان پذیرش بیمار وجود دارد؟
منشی
تعیین نوبت در روز مناسب برای انجام ESWL
آیا بیمار دارای دفترچه بیمه است؟
منشی
خارج نمودن پرونده بیمار از کارتکس بیماران پذیرش شده
منشی
کنترل دفترچه بیمار از جهت دارا بودن اعتبار و داشتن برگه
منشی
ثبت اطلاعات بیمار در سیستم اطلاعات بیمارستان و تشکیل پرونده
منشی
پذیرش بیمار جدید و دریافت قبض وجه پرداختی عمل
ثبت اطلاعات بیمار و ارائه دهنده خدمت در پایگاه اطلاعاتی بیمارستان
آیا بیمار کودک است؟
منشی
تخصیص مناسب نوبت به بیماران براساس وضعیت و شرایط پذیرش آن ها
خدماتی
پیج کردن نام بیمار به ترتیب نوبت تعیین شده
واحد رختکن
خدماتی
هدایت بیمار به اتاق تعویض لباس و آماده سازی بیمار برای عمل
خدماتی
تحویل مدارک پزشکی بیمار به واحد سنگ شکن
خدماتی
تخصیص مناسب تخت به بیمار قبل از عمل
خدماتی
هدایت بیمار به اتاق سنگ شکن
بیمارستان طالقانی نژاد - بخش سنگ شکن
نگسین سنگ شکن
بررسی مدارک پزشکی و داروهای مصرفی و ارزیابی وضعیت بیمار
آیا بیمار شرایط لازم را برای عمل دارد؟
آیا بیمار مشکل مصرف دارویی دارد؟
آیا بیمار دارای بیماری همراه خاصی است؟
نگسین سنگ شکن
انجام مشاوره و ارائه دستورات لازم آمادگی به بیمار جهت مراجعه مجدد
آیا بیمار کودک است؟
آیا رگ گیری کودک انجام شده است؟
نگسین سنگ شکن
ارجاع بیمار به پزشک متخصص جهت تصمیم گیری در مورد عمل
نگسین سنگ شکن
ارجاع بیمار به متخصص بیهوشی جهت تصمیم گیری در مورد عمل
واحد سنگ شکن
کارشناس بیهوشی
بررسی وضعیت کودک جهت رگ گیری
کارشناس بیهوشی
رگ گیری و اتصال انژوکت به کودک
آیا رگ گیری قابل انجام است؟
Yes
No


واحد ریکاوری
واحد ترخیص
آیا بیمار کودک است؟
Yes
No
کارشناس پیراپزشکی
انتقال بیمار به واحد ریکاوری
حمیلی
هدایت بیمار به واحد ریکاوری
کارشناس پیراپزشکی
اتصال دستگاه تنفسی به کودک
ریکاوری بیمار
آیا بیمار کودک است؟
No
Yes
کارشناس پیراپزشکی
بررسی شرایط کودک و قطع دستگاه تنفس
منشی
قطع سرنگ و آنژوکت در صورت موجود بودن و تحویل مدارک بیمه
منشی
حذف پذیرش بیمار در سیستم و صدور قبض عودت هزینه
حذف پذیرش بیمار از سیستم
آیا بیمار بیمه دارد؟
No
Yes
منشی
صدور برگه معرفی به بیمه و تحویل آن به بیمار
منشی
ترخیص بیمار
منشی
ذخیره پرونده بیمار در بایگانی


بیمارستان هاشمی نژاد - بخش سنگ شکن
واحد سنگ شکن
No
کارشناس پیراپزشکی
ارجاع بیمار به اتاق عمل جهت رگ گیری توسط متخصص بیهوشی
حمیلی
هدایت بیمار بر روی تخت جهت شروع عمل
تکنسین سنگ شکن
انجام تشخیص اولیه بر اساس مدارک پزشکی بیمار
متخصص بیهوشی
رگ گیری و اتصال آنژوکت به بیمار
آیا سنگ در کلیه قرار دارد؟
No
Yes
آیا سنگ در حالب قرار دارد؟
Non Opac
No
Opac
Yes
تکنسین سنگ شکن
انجام سونوگرافی حالب جهت تشخیص محل دقیق سنگ
تکنسین سنگ شکن
انجام سونوگرافی کلیه جهت تشخیص محل دقیق سنگ
تکنسین سنگ شکن
استفاده از اشعه جهت تشخیص محل دقیق سنگ
آیا سنگ قابل تشخیص است؟
No
Yes
تکنسین سنگ شکن
ارجاع بیمار به پزشک متخصص جهت انجام TUL یا PCNL
No
آیا بیمار کودک است؟
Yes
کارشناس پیراپزشکی
رگ گیری و اتصال آنژوکت به بیمار
کارشناس پیراپزشکی
تزریق داروی مسکن و بیهوشی متناسب با شرایط بیمار
تکنسین سنگ شکن
انجام عمل سنگ شکن بر روی ناحیه تشخیص داده شده
تکنسین سنگ شکن
ارائه دستورات دارویی و تصویربرداری جهت مراجعه بعدی بیمار
تکنسین سنگ شکن
تکمیل گزارش عمل سنگ شکن و دستور تصویربرداری بیمار
حمیلی
انتقال گزارش تکمیل شده عمل سنگ شکن بیمار به واحد ترخیص

جدول ۱: برنامه زمان‌بندی تکنسین‌های سنگ‌شکنی در روزهای مختلف هفته

نام	شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه‌شنبه	چهارشنبه	پنج‌شنبه
تکنسین ۱	شیفت ۱و۲	-	-	شیفت ۲	-	-
تکنسین ۲	-	شیفت ۱	شیفت ۱	شیفت ۱	شیفت ۱و۲	شیفت ۱و۲
تکنسین ۳	-	شیفت ۲	شیفت ۲	-	-	-

جدول ۲: میزان همبستگی میان ورود بیماران در روزهای مختلف هفته

روز هفته	شنبه	یک‌شنبه	دوشنبه	سه‌شنبه	چهارشنبه	پنج‌شنبه
شنبه	۱	۰.۱۱۵۴۵۳	۰.۱۲۰۴۴۱	۰.۰۹۰۰۷۶	۰.۱۳۲۰۸۸	۰.۳۰۶۶۸
یک‌شنبه	۰.۱۱۵۴۵۳	۱	۰.۰۴۶۳۲	-۰.۰۰۲۵۹	۰.۰۵۴۲۰۷	-۰.۰۷۹۷۳
دوشنبه	۰.۱۲۰۴۴۱	۰.۰۴۶۳۲	۱	۰.۰۰۸۲۸۵	۰.۰۲۰۲۰۷	-۰.۰۰۵۶۱
سه‌شنبه	۰.۰۹۰۰۷۶	-۰.۰۰۲۵۹	۰.۰۰۸۲۸۵	۱	-۰.۰۴۷۸	۰.۰۳۹۵۳۹
چهارشنبه	۰.۱۳۲۰۸۸	۰.۰۵۴۲۰۷	۰.۰۲۰۲۰۷	-۰.۰۴۷۸	۱	۰.۱۰۴۳۲۴
پنج‌شنبه	۰.۳۰۶۶۸	-۰.۰۷۹۷۳	-۰.۰۰۵۶۱	۰.۰۳۹۵۳۹	۰.۱۰۴۳۲۴	۱

ورود بیماران: بیماران هنگام ورود به دو صورت سرپایی یا بستری وارد می‌شوند که بیماران سرپایی به دو نوع بزرگسال و کودک تقسیم‌بندی می‌شوند. پس از ورود بیماران، مشخصات، وضعیت و سابقه بیماری آن‌ها توسط منشی بخش ارزیابی شده و در صورتی که بیمار آمادگی لازم را برای عمل داشته باشد بر اساس نوع بیمار، اولویت‌بندی آن صورت گرفته و در نوبت عمل قرار می‌گیرد. در این وضعیت بیماران کودک از اولویت بیش‌تری نسبت به سایر بیماران برخوردار خواهند بود.

فرایند درمانی: پس از مشخص شدن نوع بیمار، در صورت وجود حد اقل یک تخت خالی در اتاق ریکاوری، بیمار به قسمت بعدی فرایند انتقال داده می‌شود. در این مدل صف انتظار بیماران بسته به نوع بیمار و شرایط آن‌ها، متفاوت در نظر گرفته شده است. به اینصورت که بیمار کودک تنها در صورتی که حد اقل یک تخت خالی در ریکاوری موجود باشد و تایم فعلی سیستم از ساعت ۸ عبور کرده باشد، می‌تواند تخت را اشغال کرده و تا زمان ورود به اتاق سنگ‌شکن و شروع فرایند معاینه و درمان، در همان وضعیت باقی بماند. برای سایر بیماران (بزرگسال و بستری) این وضعیت تنها در صورت رخ دادن یکی از این شرایط، امکان‌پذیر خواهد بود. درحالتی که حد اقل یک تخت خالی وجود داشته و ۱. تایم فعلی سیستم در وضعیت قبل از ساعت ۸ قرار داشته باشد یا ۲. بیمار کودکی در صف انتظار تخت وجود نداشته باشد. پس از تخصیص تخت، درصورت عدم مشغول بودن نکنسین و کارشناس بیهوشی، بیمار به اتاق معاینه و درمان هدایت می‌گردد. لازم به ذکر است که تنها برای بیماران بزرگسال جهت تعویض لباس، همزمان با تخصیص تخت، انتقال به رختکن صورت گرفته و سپس بیمار به مراحل بعدی انتقال می‌یابد. در این مدل بیمار پس از خارج شدن از حالت انتظار با توجه به تایم فعلی سیستم، تحت درمان توسط یکی از تکنسین‌های ۲،۱ و یا ۳ قرار می‌گیرد. پس از طی این مراحل و نیز ارائه دستورات لازم بعد از عمل به همراه‌بیمار توسط تکنسین مربوط به آن، بیمار توسط نیروی خدماتی موجود به ریکاوری انتقال داده می‌شود.

ترخیص بیمار: در انتهای فرایند پس از اتمام عمل سنگ‌شکنی، بیمار به اتاق ریکاوری هدایت می‌گردد و تا زمان رفع علائم بیهوشی در آن وضعیت باقی می‌ماند. توزیع زمانی ریکاوری، بسته به نوع بیمار متفاوت می‌باشد. بیماران بستری به ریکاوری نیاز ندارند و تنها در مواردی به جهت انتظار برای انتقال به بخش، مدت زمان کوتاهی را در ریکاوری قرار می‌گیرند. بیماران کودک به جهت شرایط خاص آن‌ها، معمولا مدت زمان بیش‌تری را در ریکاوری سپری می‌کنند.

۳-۵ صحت‌سنجی و معتبرسازی مدل شبیه‌سازی

پس از ساخت و اجرای اولیه مدل شبیه‌سازی، صحه‌گذاری و معتبرسازی مدل با استفاده از روش‌های مختلف صورت گرفت. در طول روند توسعه مدل شبیه‌سازی یعنی مرحله شناسایی سیستم و مدل‌سازی مفهومی، دائما با افراد حاضر در مجموعه، جریان بیمار مورد بررسی قرار گرفت. همچنین خروجی‌هایی که در مدل مشاهده شد با نتایج واقعی، مورد مقایسه قرار گرفت. جدول۳ نتایج حاصل از مدل شبیه‌سازی را در مقایسه با نتایج واقعی نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تفاوت معناداری بین نتایج

مدل شبیه‌سازی شده و نتایج واقعی وجود ندارد. از دیگر مواردی که در اعتبارسنجی مدل انجام شد، تغییر نرخ ورود بیماران بود. به‌طور نمونه فاصله بین ورود بیماران افزایش یافت، با این تغییر به‌طور بدیهی انتظار می‌رفت، حجم

روز هفته	شنبه		یک‌شنبه		دوشنبه	
معیار عملکردی	شبیه‌سازی	واقعی	شبیه‌سازی	واقعی	شبیه‌سازی	واقعی
متوسط تعداد بیمار خروجی	۱۹.۶۴	۱۹.۶۲	۲۱.۰۸	۲۰.۱۵	۱۹.۴۸	۱۹.۳
متوسط تعداد کنسلی در روز	۲.۸	۲.۶۷	۲.۷۲	۲.۳۳	۳.۱۶	۳
متوسط زمان انتظار	۱۰۳.۷۹	۹۹.۷۹	۱۱۴.۳	۱۱۶.۲	۹۲.۲	۹۰.۰۳
متوسط طول مدت اقامت	۱۵۷.۱۴	۱۵۵.۴۵	۱۷۲.۳	۱۷۵.۶۴	۱۴۷.۵۹	۱۴۵.۷۵
روز هفته	سه‌شنبه		چهارشنبه		پنج‌شنبه	
معیار عملکردی	شبیه‌سازی	واقعی	شبیه‌سازی	واقعی	شبیه‌سازی	واقعی
متوسط تعداد بیمار خروجی	۲۰.۳۶	۲۰	۱۹.۷۲	۱۹.۹	۱۶.۷۶	۱۵.۷۵
متوسط تعداد کنسلی در روز	۲.۴۴	۲.۷۵	۲.۸	۲.۲	۲	۲
متوسط زمان انتظار	۸۶.۵۹	۸۱.۲۲	۹۳.۶۵	۸۸.۳۸	۹۱.۳۲	۹۵.۴۷
متوسط طول مدت اقامت	۱۴۱.۸۲	۱۳۸.۰۳	۱۴۸	۱۴۱.۱۹	۱۳۹.۱۲	۱۴۶.۸۹

جدول ۳: مقایسه نتایج مدل شبیه‌سازی شده با داده‌های واقعی

جدول ۴: تغییرات ایجاد شده در نتایج مدل شبیه‌سازی بر اثر تغییر در نرخ ورود بیماران (۲) نسبت به وضعیت فعلی (۱)

معیار عملکردی	تغییر	شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنج شنبه
متوسط تعداد بیمار	(۱)	۱۹.۶۴	۲۱.۰۸	۱۹.۴۸	۲۰.۳۶	۱۹.۷۲	۱۶.۷۶
خروجی	(۲)	۱۱.۸۸	۱۱.۹۲	۱۱.۹۲	۱۱.۹۶	۱۲	۸.۲۸
متوسط زمان انتظار	(۱)	۱۰۳.۷۹	۱۱۴.۳	۹۲.۲	۸۶.۵۹	۹۳.۶۵	۹۱.۳۲
	(۲)	۱۰.۰۳	۱۰.۹۹	۱۰.۱	۱۱.۰۴	۱۱.۱	۱۴.۷
متوسط طول مدت اقامت	(۱)	۱۵۷.۱۴	۱۷۲.۳	۱۴۷.۵۹	۱۴۱.۸۲	۱۴۸	۱۳۹.۱۲
	(۲)	۶۲.۴۸	۶۳.۹۹	۶۳.۹۹	۶۴.۱۲	۶۴.۵۳	۶۵.۶۳
میزان بهره‌گیری از بیهوشی	(۱)	۰.۹۱۹۷	۰.۹۴۳۵	۰.۸۹۵۶	۰.۹۳۲۴	۰.۹۳۱۷	۰.۹۴۱۲
	(۲)	۰.۶۹۸۹	۰.۷۰۳۳	۰.۷۰۳۳	۰.۷۰۳	۰.۷۰۷۷	۰.۷۳۵۸
متوسط زمان پایان سرویس	(۱)	۶۶۴.۲۹	۷۱۵.۸۳	۶۹۶.۳۸	۶۷۶.۰۹	۶۶۹	۵۶۸.۵۳
دهی	(۲)	۵۵۲.۸۴	۵۶۰.۷	۵۶۰.۷	۵۵۸.۵۵	۵۵۶.۲۴	۳۸۶.۴۶

بیماران خروجی، زمان انتظار و درصد بهره‌برداری از منابع کاهش یابد. جدول۴ نتایج حاصل از این تغییرها را نشان می‌دهد.

۴- آزمایش‌ها و نتایج

۴-۱ تشکیل سناریوهای بهبود دهنده فرایند سنگ‌شکنی برون‌اندامی

پس از توسعه مدل شبیه‌سازی، بر مبنای نتایج حاصل از شبیه‌سازی و نظرهای خبرگان، سناریوهای بهبود دهنده واحد اورولوژی جهت بهبود کیفیت فرایندهای سنگ‌شکنی برون‌اندامی، کاهش زمان انتظار بیماران و نیز بهبود بهره‌وری منابع، تعیین شد. سناریوهای پیشنهادی در مطالعه حاضر در سه دسته شامل تغییر زمان‌بندی حضور تکنسین‌ها در طی شیفت‌ها و روزهای مختلف کاری، تغییر زمان‌بندی مراجعه بیماران در روزهای مختلف و نیز بررسی عوامل کاهش دهنده نرخ کنسلی بیماران در مراحل پذیرش و معاینه قرار گرفته‌اند.

در سناریوهای دسته اول، تخصیص مناسب تکنسین‌ها به شیفت‌ها و روزهای مختلف هفته، مورد بررسی قرار گرفت. به این صورت که ابتدا روزهای هفته بر اساس نرخ ازدحام، اولویت‌بندی شده و سپس به بررسی توان هر تکنسین در روزهای مختلف هفته پرداخته شد. هدف از این کار تخصیص تکنسین با توان بیش‌تر به روزهای شلوغ‌تر جهت کنترل و بهبود معیارهای عملکردی سیستم، بود. جهت بررسی ترافیک روزهای هفته چندین تست بر اساس

شاخص‌های مختلفی همچون متوسط تعداد بیماران خروجی در ۱۴، ۱۶، ۲۴ و ۴۸ ساعت کاری با سقف ورودی باز، فراوانی مربوط به تعداد روزهای دارای زمان پایان سرویس بیش‌تر از ساعت ۱۹، ۱۸:۴۵، ۱۸:۳۰، ۱۸، ۱۷:۳۰ و ۱۷ با حد اکثر ۲۵ بیمار ورودی، متوسط زمان انتظار بیماران و متوسط زمان کل حضور بیماران با سقف حد اکثر ۲۵ بیمار ورودی، در ۵۰ تکرار شبیه‌سازی صورت گرفت. با بررسی این موارد روز یکشنبه به عنوان شلوغ‌ترین و روز پنج‌شنبه به عنوان خلوت‌ترین روز کاری تعیین شد. اولویت سایر ایام هفته عبارت بودند از: روز یکشنبه، شنبه، چهارشنبه، دوشنبه، سه‌شنبه، پنج‌شنبه.

جدول ۵ : زمان‌بندی حضور شیفت‌ها و سناریوهای تکنسین‌ها در روزهای مختلف هفته

سناریو		شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنج شنبه
سناریو۱	شیفت۱	۱	۲	۲	۲	۳	۲
	شیفت۲	۱	۱	۲	۲	۳	۲
سناریو۲	شیفت۱	۱	۲	۲	۳	۲	۲
	شیفت۲	۱	۱	۲	۳	۲	۲
سناریو۳	شیفت۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲
	شیفت۲	۱	۱	۲	۳	۳	۲
سناریو۴	شیفت۱	۱	۲	۲	۲	۳	۲
	شیفت۲	۱	۲	۱	۲	۳	۲
سناریو۵	شیفت۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲
	شیفت۲	۱	۲	۱	۳	۳	۲
سناریو۶	شیفت۱	۱	۲	۲	۳	۲	۲
	شیفت۲	۱	۲	۱	۳	۲	۲
سناریو۷	شیفت۱	۱	۲	۲	۱	۲	۲
	شیفت۲	۱	۲	۲	۳	۳	۲
سناریو۸	شیفت۱	۱	۲	۲	۲	۳	۲
	شیفت۲	۱	۲	۲	۱	۳	۲
سناریو۹	شیفت۱	۱	۲	۲	۲	۱	۲
	شیفت۲	۱	۲	۲	۳	۳	۲
سناریو۱۰	شیفت۱	۱	۲	۲	۲	۳	۲
	شیفت۲	۱	۲	۲	۳	۱	۲
سناریو۱۱	شیفت۱	۱	۲	۲	۳	۲	۲
	شیفت۲	۱	۲	۲	۱	۳	۲
سناریو۱۲	شیفت۱	۱	۲	۲	۳	۲	۲
	شیفت۲	۱	۲	۲	۳	۱	۲

توان هر تکنسین نیز در شیفت‌ها و روزهای هفته بر اساس شاخص‌هایی مشابه موارد فوق، ارزیابی شد. با بررسی این موارد به ترتیب تکنسین اول و سپس تکنسین دوم و سوم بهترین عملکرد را در شاخص‌های مختلف کسب نمودند. بر اساس مجموعه این نتایج، بهترین حالت‌های موجود برای حضور هر تکنسین در روزهای مختلف هفته، شناسایی شد. در گام بعد بر اساس حالت‌های مذکور و نیز بر اساس محدودیت تایم حضور تکنسین‌ها در روزهای مختلف هفته و نیز با توجه به بررسی توان هر تکنسین در روزهای مختلف هفته، حالت‌های ممکن برای حضور تکنسین‌ها در شیفت‌ها و روزهای هفته، تعیین شد. محدودیت تایم حضور تکنسین‌ها در ایام هفته به اینصورت است که برای تکنسین اول امکان حضور در سه شیفت‌کاری و تکنسین سوم امکان حضور در دو شیفت‌کاری وجود دارد. همچنین برای تکنسین دوم امکان حضور در شیفت‌های عصر در صورت عدم حضور در شیفت صبح، وجود ندارد. بر اساس موارد بیان شده کلیه حالت‌های ممکن شامل ۱۲ برنامه زمانی مختلف برای حضور تکنسین‌ها در شیفت‌ها و روزهای مختلف هفته با استفاده از نرم‌افزار Matlab مشخص گردید که در جدول۵ ارائه شده است.

در سناریوهای دسته دوم به تعیین بهترین زمان‌بندی برای پذیرش و مراجعه بیماران پرداخته شد. در این دسته، مجموعا ۲۱ سناریو برای نرخ ورود بیماران درنظر گرفته شد. هر سناریو شامل یک توزیع زمانی یکنواخت بین ۰ تا ۳۰ دقیقه به فواصل ۵ الی ۳۰ دقیقه بود. بر این اساس کلیه حالت‌های ممکن برای ورود بیماران بررسی شد. جدول۶ نشان‌دهنده این دسته از سناریوهای پیشنهادی می‌باشد.

سناریوهای دسته سوم، در مورد بررسی عوامل کاهش دهنده نرخ کنسلی بیماران است. امکان کنسلی بیماران در دو مرحله از فرایند درمانی (پذیرش، معاینه) وجود دارد. عوامل کنسلی در این مراحل مربوط به عدم آگاهی بیمار از آمادگی‌های قبل از عمل سنگ‌شکن می‌باشد. مواردی از قبیل مشکلات مصرف داروهایی مانند آسپرین، سرماخوردگی و تب‌ولرز، فقدان آزمایش‌های کافی، بیماری‌های همراه مانند بیماری‌های تنفسی، قلبی‌وعروقی، فشارخون بالا، عفونت و غیره منجر به لغو فرایند درمانی در مراحل پذیرش و معاینه می‌گردد. از این جهت کنترل این موضوع از طریق آگاه‌سازی بیمار قبل از عمل می‌تواند کمک شایانی به کاهش نرخ کنسلی بیماران نماید. لازم به ذکر است که اطلاعات مذکور از طریق بررسی مشاهدات ثبت‌شده در مورد علل کنسلی بیمار در طی مراحل درمانی، به دست آمد که پس از اظهارنظر کارشناسان مرتبط در مورد آن‌ها، مهم‌ترین عوامل کنسلی شناسایی و عدم آگاهی بیمار از این عوامل به عنوان اصلی‌ترین و مهم‌ترین عامل کنسلی بیمار، تعیین گردید.

جدول ۶ : سناریوهای زمان‌بندی ورود بیماران

نام سناریو	توزیع احتمالی	نام سناریو	توزیع احتمالی
۱	UNIF(۰,۱۵)	۱۲	UNIF(۲۰,۲۵)
۲	UNIF(۱۵,۳۰)	۱۳	UNIF(۲۵,۳۰)
۳	UNIF(۰,۳۰)	۱۴	UNIF(۰,۲۵)
۴	UNIF(۰,۲۰)	۱۵	UNIF(۵,۱۵)
۵	UNIF(۰,۱۰)	۱۶	UNIF(۵,۲۰)
۶	UNIF(۱۰,۲۰)	۱۷	UNIF(۵,۲۵)
۷	UNIF(۲۰,۳۰)	۱۸	UNIF(۵,۳۰)
۸	UNIF(۰,۵)	۱۹	UNIF(۱۰,۲۵)
۹	UNIF(۵,۱۰)	۲۰	UNIF(۱۰,۳۰)
۱۰	UNIF(۱۰,۱۵)	۲۱	UNIF(۱۵,۲۵)
۱۱	UNIF(۱۵,۲۰)		

۴-۲ نتایج ارزیابی سناریوهای بهبود دهنده فرایند سنگ‌شکنی برون‌اندامی

در این قسمت، هر دسته از سناریوهای مختلف که در مرحله قبل به آن اشاره گردید، با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی اجرا شده و بر اساس معیارهای تعیین شده در بخش دوم مطالعه حاضر، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. جدول۷ نمونه‌ای از نتایج حاصل از اجرای سناریوهای شماره ۳ و ۲ را در مورد زمان‌بندی حضور تکنسین‌ها و مراجعه بیماران، نشان می‌دهد. جهت رتبه‌بندی سناریوها بر اساس معیارهای عملکردی، از نرم‌افزار Matlab بهره گرفته شد. بدیهی است که در تمامی معیارها اعم از معیارهایی نظیر زمان انتظار که کم‌ترین مقدار به عنوان حالت مطلوب است و نیز معیارهای دیگری نظیر تعداد بیماران خروجی که بیش‌ترین مقدار به عنوان حالت مطلوب می‌باشد، ارقام کم‌تر نشان‌دهنده وضعیت بالاتر و ارقام بیش‌تر نشان‌دهنده وضعیت پایین‌تر آن سناریو در جدول ارزیابی در مقایسه با سایر سناریوها است. جدول۸ نمونه‌ای از نتایج حاصل از ارزیابی سناریوهای زمان‌بندی حضور تکنسین‌ها را برای روز سه‌شنبه نشان می‌دهد. بر اساس نتایج رتبه‌بندی، در روز یک‌شنبه، سناریوهای ۱الی۳ دارای نتایج مشابه بوده و نسبت به سایر سناریوها در بهترین وضعیت از دیدگاه زمان انتظار، تعداد بیماران درمان شده و درصد بهره‌وری منابع، قرار دارند. البته لازم به ذکر است که در رتبه‌بندی صورت گرفته سناریوهای ۴و۱۲ دارای زمان انتظار کم‌تری می‌باشند، اما در سایر معیارها از عملکرد پایین‌تری برخوردار بوده و همچنین تفاوت بسیار کمی در معیار

زمان انتظار برای این سناریوها در مقایسه با سناریوهای ۱الی۳ وجود دارد. از این جهت سناریوهای ۱الی۳ به عنوان سناریوهای برگزیده برای روی یکشنبه در نظر گرفته می‌شود. بر اساس تحلیل مشابه در روز دوشنبه سناریوهای ۱الی۳ و ۷الی۱۲ و در روز سه‌شنبه سناریوهای ۳،۹و۱۰ و در روز چهارشنبه سناریوهای ۳،۵،۷و۱۱ دارای نتایج مشابه بوده و از بهترین وضعیت برخوردارند. بر اساس جمع‌بندی نتایج این چهار روز سناریوی ۳ بهترین نتایج را در معیارهای عملکردی مختلف دارد. از این جهت سناریوی شماره ۳ به عنوان برنامه زمان‌بندی جدید برای حضور تکنسین‌ها در شیفت‌ها و روزهای هفته، تعیین شد. سناریوی مذکور درجدول۹ ارائه شده است.

در رتبه‌بندی سناریوهای زمان‌بندی مراجعه بیماران نیز از روش مشابه ارزیابی سناریوهای دسته اول استفاده شده است. با توجه به حضور تکنسین‌های مختلف در روزهای هفته و نیز متفاوت بودن ظرفیت و توان هر تکنسین، توزیع‌های زمانی پیشنهادی برای ورود بیماران در هر روز به صورت جداگانه مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج رتبه‌بندی، برای روز شنبه بهترین سناریوها از دیدگاه معیارهای مورد بررسی از جمله تعداد بیماران درمان شده و زمان انتظار، سناریوهای شماره ۲،۱۲و۲۰ می‌باشد. همان‌طور که قبلا بیان شد، معیارهای زمان انتظار و تعداد بیماران خروجی در نقطه مقابل یکدیگر قرار دارند. به‌طور مثال افزایش تعداد بیماران خروجی با افزایش زمان انتظار برای بیماران همراه است. از این جهت سناریوای انتخاب می‌گردد که در تمامی معیارها در وضعیت نسبتا مناسب و مطلوبی قرار داشته باشد. سناریوهای ۲،۱۲و۲۰ دارای چنین وضعیتی می‌باشند. این سناریوها از لحاظ زمان انتظار و همچنین از منظر تعداد بیماران خروجی و سایر معیارها در وضعیت مناسب‌تری نسبت به سایر سناریوها قرار دارند. در انتخاب میان این سناریوها باید گفت از آن‌جایی که کاهش زمان انتظار بیماران از اهمیت بیش‌تری برخوردار است، سناریو ۲ به عنوان بهترین نرخ ورودی بیماران برای روز شنبه تعیین می‌گردد. برای روز یکشنبه نیز وضعیت مشابهی وجود دارد. سناریوهای ۲۰و۲۱ بهترین سناریو از لحاظ معیارهای عملکردی می‌باشند که با توجه به اهمیت بیش‌تر معیار زمان انتظار، سناریو ۲۰ انتخاب می‌گردد.

جدول ۷ : نتایج حاصل از ارزیابی سناریوی ۳ (الف) زمان‌بندی حضور نیروی انسانی و سناریوی ۲ (ب) زمان‌بندی مراجعه بیماران

معیار کلیدی عملکرد	سناریو	شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنج شنبه
متوسط تعداد بیمار خروجی	(الف)	۱۹.۶۴	۲۱.۱۶	۱۹.۸۸	۲۰.۴۴	۲۰	۱۶.۷۶
	(ب)	۲۰.۲۸	۲۰.۶۸	۲۰.۶۸	۲۰.۵۲	۲۰.۶	۱۴.۰۴
متوسط تعداد کنسلی در روز	(الف)	۲.۸	۲.۶	۳.۰۴	۲.۶۴	۲.۶۴	۲
	(ب)	۲.۸	۲.۴۸	۲.۴۸	۲.۶۴	۲.۴۴	۱.۶
متوسط زمان انتظار	(الف)	۱۰۳.۷۹	۱۱۰.۶۹	۹۱.۰۹	۸۹.۱۶	۹۶.۸۵	۹۱.۳۲
	(ب)	۵۹.۶۴	۷۰.۰۶	۷۰.۰۶	۶۸.۳۹	۶۸.۰۸	۴۳.۵۶
متوسط طول مدت اقامت	(الف)	۱۵۷.۱۴	۱۶۷.۷۱	۱۴۵.۵۶	۱۴۴.۷۸	۱۵۲.۲۴	۱۳۹.۱۲
	(ب)	۱۱۳.۲۸	۱۲۶.۷۵	۱۲۶.۷۵	۱۲۳.۸۲	۱۲۴.۴۹	۸۷.۳۸
میزان بهره‌گیری از بیهوشی	(الف)	۰.۹۱۹۷	۰.۹۴۶۸	۰.۹۰۰۲	۰.۹۳۱۵	۰.۹۳۱۸	۰.۹۴۱۲
	(ب)	۰.۹۳۵۹	۰.۹۵۱۷	۰.۹۵۱۷	۰.۹۴۹۵	۰.۹۳۸۵	۰.۹۳۶۷
میزان بهره‌گیری از تخت	(الف)	۰.۸۸۵۷	۰.۹۱۴۸	۰.۸۴۵۵	۰.۸۹۰۲	۰.۸۸۵۹	۰.۸۹۶۶
	(ب)	۰.۸۷۲۶	۰.۸۸۶۹	۰.۸۸۶۹	۰.۸۸۹۵	۰.۸۸۲۵	۰.۸۴۲۸
میزان بهره‌گیری از تکنسین شیفت۱	(الف)	۰.۹۳۳۱	۰.۹۵۰۸	۰.۹۱۲۵	۰.۹۳۰۵	۰.۹۴۲۸	۰.۹۵۴۷
	(ب)	۰.۹۴۴۸	۰.۹۵۰۹	۰.۹۵۰۹	۰.۹۴۹۵	۰.۹۵۱۳	۰.۹۱۴۷
میزان بهره‌گیری از تکنسین شیفت۲	(الف)		۰.۹۳۱۲	۰.۹۲۲۶	۰.۹۳۶۵	۰.۹۲۳۷	
	(ب)		۰.۹۳۵۳	۰.۹۳۵۳	۰.۹۳۳۵	۰.۹۲۱۵	
متوسط زمان پایان سرویس دهی	(الف)	۶۶۴.۲۹	۶۹۳.۸۲	۶۹۱.۸۱	۶۹۷.۱۵	۶۸۸.۸۱	۵۶۸.۵۳
	(ب)	۶۷۲.۹	۶۸۸.۴	۶۸۸.۴	۶۷۶.۳۲	۶۸۵.۱۳	۴۸۲.۰۱

جدول ۸ : نتایج حاصل از ارزیابی سناریوهای زمان‌بندی حضور تکنسین‌ها در روز سه‌شنبه

سناریو	معیار۱	معیار۲	معیار۳	معیار۴	معیار۵	معیار۶	معیار۷	معیار۸	معیار۹
(۰)	۴	۲	۲	۲	۳	۳	۵	۱	۱
(۱)	۲	۱	۱	۱	۵	۴	۶	۳	۲
(۲)	۵	۴	۶	۶	۲	۵	۲	۵	۵
(۳)	۳	۳	۳	۳	۴	۲	۴	۲	۳

(۴)	۲	۱	۱	۵	۴	۶	۳	۲
(۵)	۳	۳	۳	۴	۲	۴	۲	۳
(۶)	۵	۴	۶	۲	۵	۲	۵	۵
(۷)	۱	۵	۴	۱	۱	۳	۴	۴
(۸)	۴	۲	۲	۳	۳	۵	۱	۱
(۹)	۳	۳	۳	۴	۲	۴	۲	۳
(۱۰)	۳	۳	۳	۴	۲	۴	۲	۳
(۱۱)	۵	۳	۵	۶	۶	۱	۶	۶

معیار کلیدی عملکرد	شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنج شنبه
متوسط تعداد بیمار خروجی	۲۱.۶۸	۲۲.۷۲	۲۱.۵۲	۲۲.۶۴	۲۲.۵۶	۱۷.۳۲
متوسط تعداد کنسلی در روز	۱.۰۸	۱.۲۴	۱.۶۸	۱.۱۲	۱.۰۴	۱.۱۲
متوسط زمان انتظار	۱۳۱	۱۳۸.۰۷	۱۲۲.۷۶	۱۲۱.۵	۱۱۸.۳	۹۵.۹۷
متوسط طول مدت اقامت	۱۸۹.۹۲	۱۹۹.۲	۱۸۰.۷۱	۱۸۱.۸۲	۱۷۷.۰۶	۱۴۴.۶۵
میزان بهره‌گیری از بیهوشی	۰.۹۲۸۹	۰.۹۵۱۸	۰.۹۱۷	۰.۹۴۲۴	۰.۹۵۲۴	۰.۹۴۳۶
میزان بهره‌گیری از تخت	۰.۸۹۶۹	۰.۹۲۳۸	۰.۸۷۳	۰.۹۱۳۱	۰.۹۱۷۷	۰.۹۱۰۱
میزان بهره‌گیری از تکنسین شیفت۱	۰.۹۳۶۴	۰.۹۵۷۹	۰.۹۳۴	۰.۹۴۶۱	۰.۹۵۷۵	۰.۹۵۸۸
میزان بهره‌گیری از تکنسین شیفت۲		۰.۹۳۴۴	۰.۹۲۳	۰.۹۳۵۹	۰.۹۳۴	
متوسط زمان پایان سرویس دهی	۷۱۸.۸۷	۷۵۷.۲۸	۷۴۹.۶۸	۷۴۴.۶۲	۷۳۹.۳۳	۵۷۸.۳۸

جدول ۹: سناریو برگزیده زمان‌بندی حضور تکنسین‌ها در روزهای مختلف هفته

به طریق مشابه نیز، سناریوهای ۲،۱۲و۲ به عنوان بهترین سناریوها برای زمان‌بندی بیماران در روزهای دوشنبه، سه‌شنبه و چهارشنبه، تعیین شد. برای روز پنج‌شنبه این نتایج به سبب متفاوت بودن ساعت پایان پذیرش بیماران با سایر روزهای هفته، متفاوت است.

جدول ۱۰: سناریوهای برگزیده زمان‌بندی مراجعه بیماران در روزهای مختلف هفته

روز هفته	توزیع احتمالی	روز هفته	توزیع احتمالی
شنبه	UNIF(۱۵،۳۰)	سه‌شنبه	UNIF(۲۰،۲۵)
یک‌شنبه	UNIF(۱۰،۳۰)	چهارشنبه	UNIF(۱۵،۳۰)
دوشنبه	UNIF(۱۵،۳۰)	پنج‌شنبه	UNIF(۱۰،۲۵)

جدول ۱۱: نتایج حاصل از بررسی عوامل کاهش دهنده نرخ کنسلی بیماران

سناریوهای ۱۱،۱۸و۱۹ بهترین سناریوها از لحاظ معیارهای عملکردی می‌باشند که با توجه به اهمیت بیش‌تر معیار زمان انتظار، سناریو ۱۹ انتخاب می‌گردد. جدول۱۰ بهترین توزیع‌های زمانی را برای زمان‌بندی مراجعه بیماران در روزهای مختلف هفته نشان می‌دهد.

روز هفته	شنبه	یک‌شنبه	دوشنبه	سه‌شنبه	چهارشنبه	پنج‌شنبه
شیفت۱	تکنسین۱	تکنسین۲	تکنسین۲	تکنسین۲	تکنسین۲	تکنسین۲
شیفت۲	تکنسین۲	تکنسین۱	تکنسین۲	تکنسین۳	تکنسین۳	تکنسین۲

در مورد سناریوی دسته سوم، افزایش آگاهی بیمار از طریق مواردی نظیر تماس تلفنی در هنگام تعیین قرارملاقات، اطلاع‌رسانی وضعیت قبل از عمل به بیماران از طریق سایت اینترنتی بیمارستان و ارسال پیامک، مشاوره بیمار در زمان انتظار قبل از عمل، تکمیل پرسشنامه در مورد سوابق و وضعیت بیماری، موارد مصرف دارویی و غیره از مجموعه اقداماتی بود که درجهت

کاهش نرخ کنسلی بیماران، مورد بررسی قرار گرفت. جدول۱۱ نتایج حاصل از بررسی این موارد را در کاهش نرخ کنسلی بیماران نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کنترل نرخ کنسلی بیماران از طریق آگاه‌سازی بیمار قبل از عمل منجر به کاهش تعداد موارد کنسلی و بهبود وضعیت سیستم، شده است.

۴-۳ بحث در مورد نتایج

این مطالعه با هدف بهبود کیفیت فرایند سنگ‌شکنی برون‌اندامی با استفاده از روش شبیه‌سازی گسسته‌پیشامد در واحد اورولوژی مرکز فوق‌تخصصی کلیه انجام شده است. برای این منظور، سناریوهای مختلفی در سه دسته شامل تغییر زمان‌بندی حضور تکنسین‌ها در طی شیفت‌ها و روزهای مختلف کاری، تغییر زمان‌بندی مراجعه بیماران در روزهای مختلف و نیز بررسی عوامل کاهش‌دهنده نرخ کنسلی بیماران در مراحل پذیرش و معاینه، مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. جهت ارزیابی سناریوهای زمان‌بندی حضور تکنسین‌ها و مراجعه بیماران، مدل شبیه‌سازی سیستم مورد مطالعه برای هر سناریو اجرا شده و سپس نتایج سناریوها در کنار یکدیگر بر اساس معیارهای عملکردی مختلف، مورد بررسی قرار گرفته است. پس از ارزیابی تاثیر هر سناریو توسط معیارهای عملکردی، بهترین سناریو برای هر روز هفته تعیین شده و از مجموع این بررسی‌ها، بهترین برنامه زمان‌بندی که شامل مطلوب‌ترین نتایج ممکن در روزهای مختلف هفته است، تعیین گردیده است. جدول۱۲ تفاوت حاصل از اعمال تغییرات سناریوی برگزیده زمان‌بندی حضور تکنسین‌ها را در مقایسه با وضعیت فعلی سیستم مورد مطالعه، نشان می‌دهد. بدیهی است که ارقام منفی در معیارهایی نظیر تعداد کنسلی و زمان انتظار نشان‌دهنده بهبود وضعیت سیستم بر اثر اعمال تغییر جدید در آن معیار عملکردی است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، انتخاب سناریوی جدید زمان‌بندی حضور تکنسین‌ها سبب کاهش زمان انتظار و طول مدت اقامت بیماران شده و درصد بهره‌وری منابع و متوسط تعداد بیماران خروجی سیستم را افزایش داده است. لازم به ذکر است که در روزهای سه‌شنبه و چهارشنبه، زمان انتظار تا حدودی افزایش پیدا کرده که بیش‌تر بر اثر نرخ ورود متفاوت بیماران، افزایش حجم بیماران خروجی و توان تکنسین‌های حاضر در این روزها می‌باشد. در روزهای یک‌شنبه و دوشنبه اثر این مورد با حضور تکنسینی با مهارت بیش‌تر در این روزها و نیز توزیع مناسب‌تر بیماران مرتفع

جدول ۱۲: تفاوت‌های حاصل از اعمال تغییرات سناریوی برگزیده زمان‌بندی نیروی انسانی در مقایسه با وضعیت فعلی سیستم

معیار کلیدی عملکرد	شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنج شنبه
متوسط تعداد بیمار خروجی	۰	۰.۰۸	۰.۴	۰.۰۸	۰.۲۸	۰
متوسط تعداد کنسلی در روز	۰	-۰.۱۲	-۰.۱۲	۰.۲	-۰.۱۶	۰
متوسط زمان انتظار	۰	-۳.۶۱	-۱.۱۱	۲.۵۷	۳.۲	۰
متوسط طول مدت اقامت	۰	-۴.۵۹	-۲.۰۳	۲.۹۷	۴.۲۴	۰
میزان بهره‌گیری از بیهوشی	۰	۰.۰۰۳۴	۰.۰۰۴۷	-۰.۰۰۰۸	۰.۰۰۰۲	۰
میزان بهره‌گیری از تخت	۰	۰.۰۰۳۲	۰.۰۰۹۴	۰.۰۰۰۵	-۰.۰۰۱۶	۰
میزان بهره‌گیری از تکنسین شیفت۱	۰	-۰.۰۰۴۲	۰.۰۰۱۳	۰.۰۰۲۸	۰.۰۰۲۲	۰
میزان بهره‌گیری از تکنسین شیفت۲		۰.۰۰۵۵	۰.۰۰۲۹	-۰.۰۰۱۶	-۰.۰۰۰۱	
متوسط زمان پایان سرویس دهی	۰	-۲۲.۰۱	-۴.۵۷	۲۱.۰۶	۱۹.۸۲	۰

جدول ۱۳: تفاوت‌های حاصل از سناریوهای برگزیده زمان‌بندی ورود بیماران در مقایسه با وضعیت فعلی سیستم

معیار کلیدی عملکرد	شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنج شنبه
متوسط تعداد بیمار خروجی	۰.۶۴	۰.۸	۱.۲	۰.۰۴	۰.۸۸	۰.۶۸
متوسط تعداد کنسلی در روز	۰	-۰.۱۶	-۰.۶۸	۰.۳۲	-۰.۳۶	۰.۴۴
متوسط زمان انتظار	-۴۴.۱۵	-۲۰.۷۱	-۲۲.۱۴	-۱۸.۳۱	-۲۵.۵۸	-۹.۰۸
متوسط طول مدت اقامت	-۴۳.۸۵	-۱۹.۴۱	-۲۰.۸۳	-۱۹.۷۷	-۲۳.۵۱	-۹.۴۷
میزان بهره‌گیری از تکنسین	۰.۰۱۶۱	۰.۰۰۷۲	۰.۰۵۶۱	۰.۰۱۷	۰.۰۰۶۸	-۰.۰۰۰۰۴۶
میزان بهره‌گیری از تخت	-۰.۰۱۳۱	-۰.۰۱۷۳	۰.۰۵۰۸	۰.۰۰۶۹	-۰.۰۰۵	۰.۰۰۰۷۵
میزان بهره‌گیری از تکنسین ۱	۰.۰۱۱۷	۰.۰۰۰۵	۰.۰۳۹۷	۰.۰۲۸۱	۰.۰۱۰۶	-۰.۰۰۵۶
میزان بهره‌گیری از تکنسین ۲		۰.۰۰۷۶	۰.۰۱۵۶	-۰.۰۱۱۶	-۰.۰۰۲۲	
متوسط زمان پایان سرویس دهی	۸.۶۱	۱۲.۴۲	-۷.۹۷	-۵.۳۱	۱۶.۱۳	۱۸.۸۹

جدول ۱۴: تفاوت‌های حاصل از شناسایی و کنترل عوامل کنسلی بیماران در مقایسه با وضعیت فعلی سیستم

معیار کلیدی عملکرد	شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنج شنبه
متوسط تعداد بیمار خروجی	۲.۰۴	۱.۶۴	۲.۰۴	۲.۲۸	۲.۸۴	۰.۵۶
متوسط تعداد کنسلی در روز	-۱.۷۲	-۱.۴۸	-۱.۴۸	-۱.۳۲	-۱.۷۶	-۰.۸۸
متوسط زمان انتظار	۲۷.۲	۲۳.۷۶	۳۰.۵۸	۳۴.۹۱	۲۴.۶۴	۴.۶۵
متوسط طول مدت اقامت	۳۲.۷۸	۲۶.۹	۳۳.۱۳	۴۰.۰۱	۲۹.۰۶	۵.۵۳
میزان بهره‌گیری از بیهوشی	۰.۰۰۹۲	۰.۰۰۸۴	۰.۰۲۱۵	۰.۰۱۰۱	۰.۰۲۱	۰.۰۰۵۱
میزان بهره‌گیری از تخت	۰.۰۱۱۲	۰.۰۱۲۱	۰.۰۳۷	۰.۰۲۳۴	۰.۰۳۰۲	۰.۰۱۳۵
میزان بهره‌گیری از تکنسین شیفت۱	۰.۰۰۳۳	۰.۰۰۲۹	۰.۰۲۲۷	۰.۰۱۸۴	۰.۰۱۶۹	۰.۰۰۴
میزان بهره‌گیری از تکنسین شیفت۲		۰.۰۰۸۷	۰.۰۰۳۳	-۰.۰۰۲۲	۰.۰۱۰۲	
متوسط زمان پایان سرویس دهی	۵۴.۵۸	۴۱.۴۴	۵۳.۳۱	۶۸.۵۳	۷۰.۳۳	۹.۸۴

گردیده و بهبود بیش‌تری از به‌کارگیری سناریو برگزیده برای روزهای مذکور حاصل شده است، به‌طوری که در این روزها حتی با وجود افزایش در تعداد بیماران درمان شده، متوسط زمان انتظار و زمان پایان سرویس‌دهی، کاهش یافته است. در جدول۱۳ نیز تفاوت‌های حاصل از اعمال تغییرات سناریوهای برگزیده زمان‌بندی مراجعه بیماران در مقایسه با وضعیت فعلی سیستم مورد مطالعه، نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، انتخاب سناریوی‌های جدید در هر روز سبب کاهش زمان انتظار و طول مدت اقامت بیماران شده و درصد بهره‌برداری از منابع و متوسط تعداد بیماران خروجی سیستم را افزایش داده است.

در سناریوهای دسته سوم عوامل مربوط به کنسلی بیماران مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه از طریق بررسی مشاهدات ثبت شده در مورد علل کنسلی بیمار در طی مراحل درمانی و اظهارنظر کارشناسان مرتبط در مورد آن‌ها، مهم‌ترین موارد کنسلی بیمار شناسایی و عدم آگاهی بیمار از این عوامل به عنوان اصلی‌ترین و مهم‌ترین عامل کنسلی بیمار، تعیین گردید. همچنین افزایش آگاهی بیمار از طریق موارد مختلف مورد بررسی قرار گرفت. جدول۱۴ نیز میزان تفاوت حاصل شده از بررسی عوامل کاهش دهنده نرخ کنسلی بیماران را در مقایسه با وضعیت فعلی سیستم مورد مطالعه در معیارهای عملکردی برای روزهای مختلف هفته، نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کنترل نرخ کنسلی بیماران از طریق آگاه‌سازی بیمار قبل از عمل منجر به کاهش تعداد کنسلی‌ها شده و نیز سبب افزایش حجم خروجی بیماران روزانه و بهره‌وری منابع و بهبود وضعیت سیستم، گردیده است. لازم به ذکر است که نسبت به وضعیت فعلی، زمان انتظار تا حدودی افزایش پیدا کرده که بر اثر افزایش حجم بیماران خروجی می‌باشد. قطعا این مورد نیز با بررسی سناریوهای دسته اول و دوم، بهبود خواهد یافت، چرا که در نتایج زیر تنها عامل کنسلی درنظر گرفته شده و تغییر زمان‌بندی تکنسین‌ها و بیماران مدنظر نبوده است.

۵- جمع‌بندی و پیشنهادها

در مطالعه حاضر به بهبود کیفیت خدمات درمانی در یک واحد اورولوژی واقع در یک مرکز فوق‌تخصصی کلیه در تهران، پرداخته شده است. هدف از این مطالعه کاهش زمان انتظار، کاهش نرخ کنسلی بیماران، افزایش بهره‌وری منابع و نیز افزایش کارایی فرایندهای روش سنگ‌شکنی برون‌اندامی است که از طریق ارزیابی سناریوهایی در سه دسته شامل تعیین مناسب‌ترین زمان‌بندی برای حضور نیروی انسانی در طی شیفت‌های کاری، تعیین بهترین زمان‌بندی مراجعه بیماران و بررسی عوامل کاهش دهنده نرخ کنسلی بیماران، با بهره‌گیری از روش شبیه‌سازی گسسته‌پیشامد، مورد بررسی قرار گرفته است. برای هر دسته، سناریوهای ممکن بر اساس بررسی نتایج حاصل از تکرارهای مکرر مدل شبیه‌سازی و نیز شرایط و محدودیت‌های موجود، تعیین شده است. در این مطالعه از نرم‌افزار iGrafx جهت ساخت مدل شبیه‌سازی سیستم مورد مطالعه بهره گرفته شده است. در این مقاله سعی شده تا با مروری بر مطالعات و تحقیق‌های انجام شده در زمینه کاربرد روش‌های شبیه‌سازی در حوزه بهداشت و درمان، مناسب‌ترین معیارها بر اساس اهداف، مسئله تحقیق و نیز ویژگی‌های مورد مطالعاتی انجام شده، تعیین گردد تا جهت ارزیابی سناریوهای بهبود دهنده عملکرد سیستم، مورد استفاده قرار گیرد. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که با انتخاب هر دسته از سناریوهای پیشنهاد شده و اعمال تغییرات در سیستم بر اساس آن، بهبود قابل توجهی در زمان انتظار، نرخ کنسلی بیماران، میزان بهره‌برداری از منابع و به‌طور کلی بهره‌وری سیستم ایجاد شده که تاثیر سناریوهای مراجعه بیماران بر این معیارها به مراتب بیش‌تر از سایر سناریو ها

بوده است. نتایج مطالعه نشان دهنده بیشترین کاهش در زمان انتظار و طول مدت اقامت به میزان متوسط ۲۳.۳۳ و ۲۲.۸۱ دقیقه می‌باشد که در اثر اعمال سناریوهای تغییر زمانبندی مراجعات بیماران حاصل شده است. همچنین در اثر بکارگیری سناریوهای کنترل کننده عوامل کنسلی بیماران، تعداد موارد کنسلی به طور متوسط به تعداد ۱.۴۴ مورد در روز کاهش یافته و نیز سبب بهبود بهره‌وری منابع و افزایش تعداد بیماران درمان شده به متوسط تعداد ۱.۹ مورد در روز گردید، اما نسبت به وضعیت فعلی، بر اثر افزایش تعداد بیماران درمان شده، زمان انتظار تا حدودی افزایش پیدا کرد که پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات آتی این مورد نیز با بررسی تغییرات حاصل از بکارگیری سناریوهای ترکیبی از زمان‌بندی تکنسین‌ها و بیماران با سناریوهای کنترل کننده عوامل کنسلی بیماران، در نظر گرفته شود و تاثیر سناریوبی جدید بر بهبود معیارهای عملکرد سیستم بررسی گردد. همچنین در این مطالعه جهت تغییر زمان‌بندی مراجعه بیماران از یک توزیع زمانی برای کل بازه زمانی هر روز هفته، استفاده شد. استفاده از الگوهای دیگر ورود بیماران نظیر الگوهای چند بخشی که توزیع ورود در ساعت‌های مختلف روز متفاوت باشد، نیز برای تحقیق‌های آتی پیشنهاد می‌گردد.

۶- مراجع

[1] Junuzovic, D., et al., *Evaluation of extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL): efficacy in treatment of urinary system stones.* Acta Informatica Medica, 2014. **22**(5): p. 309.

[2] Babenko, A., et al., *About the formation of patients' flow in multi-type hospital.* Problemy sotsial'noi gigieny, zdravookhraneniia i istorii meditsiny, 2012(6): p. 35-38.

[3] Tanagho, E. and J. McAninch, *Smith's general urology*. 2007: McGraw-Hill Prof Med/Tech.

[4] Tiselius, H.G., *Epidemiology and medical management of stone disease.* BJU international, 2003. **91**(8): p. 758-767.

[5] Li, L., et al., *Clinical analysis of 41 children's urinary calculus and acute renal failure.* Zhonghua er ke za zhi= Chinese journal of pediatrics, 2013. **51**(4): p. 295-297.

[6] Safarinejad, M.R., *Adult urolithiasis in a population-based study in Iran: prevalence, incidence, and associated risk factors.* Urological research, 2007. **35**(2): p. 73-82.

[7] Rizvi, S., et al., *The management of stone disease.* BJU international, 2002. **89**: p. 62-68.

[8] Stamatelou, K.K., et al., *Time trends in reported prevalence of kidney stones in the United States: 1976–1994.* Kidney international, 2003. **63**(5): p. 1817-1823.

[9] Romero, V., H. Akpinar, and D.G. Assimos, *Kidney stones: a global picture of prevalence, incidence, and associated risk factors.* Reviews in urology, 2010. **12**(2-3): p. e86.

[10] Moe, O.W., *Kidney stones: pathophysiology and medical management.* The lancet, 2006. **367**(9507): p. 333-344.

[11] Ghalayini, I.F., M.A. Al-Ghazo, and Y.S. Khader, *Evaluation of emergency extracorporeal shock wave lithotripsy for obstructing ureteral stones.* International braz j urol, 2008. **34**(4): p. 433-442.

[12] D'Addessi, A., et al., *Complications of extracorporeal shock wave lithotripsy for urinary stones: to know and to manage them—a review.* The Scientific World Journal, 2012. **2012**.

[13] Chaussy, C., et al., *Extracorporeal shock-wave lithotripsy (ESWL) for treatment of urolithiasis.* Urology, 1984. **23**(5): p. 59-66.

[14] Ahmed, M.A. and T.M. Alkhamis, *Simulation optimization for an emergency department healthcare unit in Kuwait.* European journal of operational research, 2009. **198**(3): p. 936-942.

[15] Zeng, Z., et al., *A simulation study to improve quality of care in the emergency department of a community hospital.* Journal of emergency Nursing, 2012. **38**(4): p. 322-328.

[16] Robinson, S., et al., *SimLean: Utilising simulation in the implementation of lean in healthcare.* European Journal of Operational Research, 2012. **219**(1): p. 188-197.

[17] Hajjarsaraei, H., B. Shirazi, and J. Rezaeian, *Scenario-based analysis of fast track strategy optimization on emergency department using integrated safety simulation.* Safety science, 2018. **107**: p. 9-21.

[18] Eldabi, T., R.J. Paul, and T. Young, *Simulation modelling in healthcare: reviewing legacies and investigating futures.* Journal of the Operational Research Society, 2007. **58**(2): p. 262-270.

[19] Jacobson, S.H., S.N. Hall, and J.R. Swisher, *Discrete-event simulation of health care systems*,

in *Patient flow: Reducing delay in healthcare delivery*. 2006, Springer. p. 211-252.

[20] Almagooshi, S., *Simulation modelling in healthcare: Challenges and trends.* Procedia Manufacturing, 2015. **3**: p. 301-307.

[21] Takakuwa, S. and H. Shiozaki. *Functional analysis for operating emergency department of a general hospital*. in *Simulation Conference, 2004. Proceedings of the 2004 Winter*. 2004. IEEE.

[22] Chen, P.-S., et al., *Scheduling patients' appointments: Allocation of healthcare service using simulation optimization.* Journal of healthcare engineering, 2015. **6**(2): p. 259-280.

[23] Yokouchi, M., et al. *Operations analysis and appointment scheduling for an outpatient chemotherapy department*. in *Proceedings of the Winter Simulation Conference*. 2012. Winter Simulation Conference.

[24] Weerawat, W., J. Pichitlamken, and P. Subsombat, *A generic discrete-event simulation model for outpatient clinics in a large public hospital.* Journal of healthcare engineering, 2013. **4**(2): p. 285-305.

[25] Rohleder, T.R., et al., *Using simulation modeling to improve patient flow at an outpatient orthopedic clinic.* Health care management science, 2011. **14**(2): p. 135-145.

[26] Monnickendam, G. and C. De Asmundis, *Why the distribution matters: Using discrete event simulation to demonstrate the impact of the distribution of procedure times on hospital operating room utilisation and average procedure cost.* Operations research for health care, 2018. **16**: p. 20-28.

[27] Ferreira, R.B., et al., *Optimizing patient flow in a large hospital surgical centre by means of discrete-event computer simulation models.* Journal of evaluation in clinical practice, 2008. **14**(6): p. 1031-1037.

[28] Evans, G.W., E. Unger, and T.B. Gor. *A simulation model for evaluating personnel schedules in a hospital emergency department*. in *Simulation Conference, 1996. Proceedings. Winter*. 1996 .IEEE.

[29] Wong, S., et al. *A simulation study to achieve healthcare service quality improvement in accident & emergency department (AED)*. in *Quality and Reliability (ICQR), 2011 IEEE International Conference on*. 2011. IEEE.

[30] Ostadi, B., Mokhtarian Daloie, R., and Sepehri, M. M. (2018). "A Combined Modelling of Fuzzy Logic and Time-Driven Activity-Based Costing (TDABC) for Hospital Services Costing Under Uncertainty", *Journal of Biomedical Informatics*, **89**(1), PP. 11-28.

[31] Tako, A.A., et al., *Improving patient waiting times: a simulation study of an obesity care service.* BMJ Qual Saf, 2013: p. bmjqs-201-۳ .۰۰۲۱۰۷

[32] Santibáñez, P., et al., *Reducing patient wait times and improving resource utilization at British Columbia Cancer Agency's ambulatory care unit through simulation.* Health care management science, 2009. **12**(4): p. 392.

[33] Mocarzel, B., et al .*Modeling and simulation of patient admission services in a multi-specialty outpatient clinic*. in *Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference: Simulation: Making Decisions in a Complex World*. 2013. IEEE Press.

[34] Saadouli, H., et al., *A stochastic optimization and simulation approach for scheduling operating rooms and recovery beds in an orthopedic surgery department.* Computers & Industrial Engineering, 2015. **80**: p. 72-79.

[35] Bahou, N., et al., *Modeling the critical care pathway for cardiothoracic surgery.* Health care management science, 2018. **21**(2): p. 192-203.