

## بازطراحی فرآیند زنجیره تأمین ملزومات مصرفی پزشکی با روش مدیریت فرآیند کسب‌وکار: مطالعه موردی در بیمارستان الزهراء اصفهان

مهسا قجاوند<sup>۱</sup>، مسعود فردوسی<sup>۲\*</sup>، حسین سلیمانی درچه<sup>۳</sup>

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی، دانشکده مدیریت و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.  
 ۲- دکترای تخصصی مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی، استاد، گروه مدیریت خدمات بهداشتی درمانی، مرکز تحقیقات مدیریت و اقتصاد سلامت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.  
 ۳- دکترای حرفه‌ای پزشکی، مرکز آموزشی درمانی الزهراء (س)، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

\* نویسنده مسئول: ایران، اصفهان، خیابان هزار جریب، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، دانشکده مدیریت و اطلاع‌رسانی پزشکی. تلفن: ۰۹۱۳۳۱۴۲۲۹۱.  
 پست الکترونیک: [ferdosi1348@yahoo.com](mailto:ferdosi1348@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۳

### چکیده

**مقدمه:** بیمارستان‌ها در زنجیره تأمین ملزومات مصرفی پزشکی با چالش‌هایی مانند تأخیر در تأمین، هدررفت منابع و پیچیدگی فرآیندها مواجه‌اند. این پژوهش با هدف بهبود و بازطراحی فرآیند زنجیره تأمین ملزومات مصرفی در بیمارستان الزهراء اصفهان، از روش مدیریت فرآیند کسب‌وکار (BPM) استفاده کرده است.

**روش کار:** این پژوهش توصیفی، مقطعی و کاربردی در بیمارستان الزهراء (س) اصفهان در سال ۱۴۰۳ انجام شد. مراحل BPM شامل شناسایی، تحلیل و بازطراحی فرآیندها بود. داده‌های موردنیاز از طریق مشاهده مستقیم فرآیندها، بررسی مستندات مرتبط و انجام ۳۰ مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با صاحبان فرآیند زنجیره تأمین، گردآوری و فرآیندها با نرم‌افزار Bizagi مدل‌سازی شدند. در مرحله‌ی تحلیل نقشه فرآیند کنونی، با تکیه بر اصول BPM، شامل شناسایی گلوگاه‌ها، ساده‌سازی گردش کار و حذف جابجایی‌های غیرضروری، چالش‌های موجود شناسایی شدند. در نهایت، پیشنهادهایی برای بهینه‌سازی فرآیندها و کاهش هدررفت منابع ارائه شد که پس از تأیید مسئولان مرکز، آماده اجرا گردید.

**یافته‌ها:** برای هر دسته از ملزومات مصرفی (هتلینگ، غیرهتلینگ، قابل برنامه‌ریزی و نسخه‌ای)، نقشه فرآیند به تفکیک ترسیم و گلوگاه‌های کلیدی آن‌ها شناسایی شد. در راستای بهبود فرآیندها راهکارهایی مانند کنترل دو مرحله‌ای ملزومات دریافتی، حذف انبارهای واسطه، مکانیزاسیون فعالیت‌ها، استفاده از سامانه‌های اطلاعاتی یکپارچه و شناسنامه‌دار کردن انبار ارتوپدی ارائه شد. در نهایت، سه فرآیند با اصلاحات پیشنهادی بازطراحی گردید.

**نتیجه‌گیری:** زنجیره تأمین ملزومات پزشکی در بیمارستان‌های بزرگ با چالش‌هایی نظیر جابجایی‌های غیرضروری، عدم یکپارچگی سامانه‌های اطلاعاتی و هدررفت منابع مواجه است که منجر به وقفه در ارائه خدمات، نارضایتی صاحبان فرآیند و افزایش هزینه‌ها می‌شود. به‌کارگیری BPM امکان شناسایی گلوگاه‌ها و بازطراحی مسیرهای جریان کار را فراهم می‌کند که می‌تواند به ارتقای کارایی، تسریع در تأمین، افزایش شفافیت و بهبود مدیریت زنجیره تأمین بیمارستانی منجر شود.

**واژگان کلیدی:** زنجیره تأمین، ملزومات مصرفی پزشکی، مدیریت فرآیند کسب‌وکار، بهبود فرآیند، بیمارستان

### مقدمه

طول عمر کوتاه هستند و پس از یک یا چند بار مصرف نیاز به تعویض دارند [۱]، سهم قابل توجهی از هزینه‌های بیمارستانی را به خود اختصاص می‌دهند. بر اساس مطالعات، هزینه تجهیزات و ملزومات مصرفی بیمارستان‌ها حدود ۴۵ درصد از

مدیریت مؤثر زنجیره تأمین ملزومات مصرفی پزشکی یکی از چالش‌های اساسی در مراکز بهداشتی و درمانی به‌ویژه بیمارستان‌ها، به شمار می‌آید. این ملزومات که شامل اقلامی با

مختلف می‌تواند ناکارآمدی‌ها (مانند فعالیت‌های موازی یا تکراری) را آشکار کرده و نقش‌ها و وظایف افراد را شفاف‌تر سازد. بنابراین از این طریق، مشکلات موجود و راه‌حل‌های بالقوه به‌وضوح قابل‌تشخیص می‌شوند [۱۱]. این کار با ایجاد نمودارهای وضع موجود و تحلیل آنها بر اساس داده‌ها و دانش کارکنان انجام می‌شود [۱۲] و درک عمیقی از نحوه اجرای فرآیندها، نقش افراد درگیر و تعاملات میان آنها حاصل می‌شود. در نتیجه، امکان شناسایی چالش‌های موجود، تدوین راهکارهای عملی و اجرای بازطراحی فرآیند را برای بهبود عملکرد بیمارستان فراهم می‌کند.

در این پژوهش، فرآیند زنجیره تأمین ملزومات مصرفی پزشکی در بیمارستان الزهراء اصفهان ترسیم، تحلیل و بازطراحی شده است. این بیمارستان به‌عنوان یک مرکز آموزشی، پژوهشی و درمانی با طیف گسترده‌ای از ملزومات مصرفی سروکار دارد و به همین دلیل، مطالعه فرآیندهای تأمین آن اهمیت ویژه‌ای دارد. هدف این مطالعه، شناسایی گلوگاه‌های موجود در زنجیره تأمین، ارائه راهکارهایی برای بهبود فرآیندهای فعلی و حذف فعالیت‌های غیرضروری است.

### روش کار

پژوهش حاضر مطالعه‌ای توصیفی، مقطعی و کاربردی است که در مرکز آموزشی درمانی الزهراء اصفهان در سال ۱۴۰۳ انجام شد. این پژوهش با هدف تحلیل و بهبود نقشه فرآیند زنجیره تأمین ملزومات مصرفی پزشکی از روش مدیریت فرآیند کسب‌وکار بهره برد. مدیریت فرآیند کسب‌وکار از ۶ مرحله تشکیل شده است که عبارتند از: شناسایی فرآیند، مدل‌سازی فرآیند، تحلیل فرآیند، بازطراحی فرآیند، پیاده‌سازی و در نهایت نظارت و کنترل فرآیند. شناسایی فرآیند یعنی تعیین و محدود کردن فرآیندهای مرتبط با یک موضوع و مشخص کردن ارتباط آنها با یکدیگر برای ایجاد دید کلی. در گام بعد، وضعیت موجود فرآیند مورد نظر به‌صورت بصری نمایش داده می‌شود. سپس فرآیند مدل‌سازی شده، مورد تحلیل قرار می‌گیرد تا ناکارآمدی‌ها، تکرارها و گلوگاه‌ها شناسایی شوند و نسخه بهبود یافته فرآیند بر اساس آن طراحی گردد. بازطراحی فرآیند به‌طور همزمان با تحلیل فرآیند فعلی پیش می‌رود و خروجی آن یک مدل فرآیند مطلوب است. در گام بعد، تغییرات مورد نیاز برای انتقال از فرآیند موجود به فرآیند مطلوب آماده و پیاده‌سازی می‌شوند و اجرای فرآیند به‌طور مستمر با توجه

بودجه عملیاتی آنها را شامل می‌شود [۲]. از این‌رو، مدیریت مؤثر زنجیره تأمین این اقلام می‌تواند تأثیر چشمگیری بر کاهش هزینه‌ها و بهینه‌سازی استفاده از منابع سلامت داشته باشد.

زنجیره تأمین ملزومات مصرفی پزشکی شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌ها است که اطمینان حاصل می‌کند ملزومات در مقدار، زمان و مکان مناسب به دست کاربران زنجیره تأمین برسد. هدف اصلی مدیریت زنجیره تأمین، کاهش هزینه‌های سازمان، بهبود بهره‌وری و ارتقای سطح خدمات‌رسانی به مشتریان است [۳]. اگر این فرآیند به درستی مدیریت نشود، می‌تواند باعث کمبود ناگهانی ملزومات، افزایش هزینه‌های انبارداری و اتلاف منابع شود. به‌طور خاص، عدم تأمین به‌موقع ملزومات مصرفی پزشکی می‌تواند باعث اختلال و وقفه در ارائه خدمات درمانی و افزایش زمان انتظار بیماران گردد. به‌منظور غلبه بر این چالش‌ها و بهبود فرآیند زنجیره تأمین ملزومات بیمارستانی، استفاده از رویکردهای نوین مدیریتی نظیر مدیریت فرآیند کسب‌وکار و بازطراحی فرآیندها ضروری به نظر می‌رسد [۴].

مدیریت فرآیند کسب‌وکار<sup>۱</sup> رویکردی قدرتمند برای بازطراحی فرآیندها، بهینه‌سازی آنها از طریق ساده‌سازی گردش کار و حذف فعالیت‌های غیرضروری و همچنین استانداردسازی فرآیندهای سازمانی محسوب می‌شود [۵] و رابطه مثبتی با عملکرد سازمانی دارد [۶]. مدیریت فرآیند کسب‌وکار به دنبال توسعه فرآیندهای یک سازمان با حذف فعالیت‌های بدون ارزش افزوده و بهبود روان بودن فرآیندها در انجام وظایف سازمانی است [۷]. مدیران مراکز درمانی می‌توانند مدیریت فرآیند کسب‌وکار را به‌عنوان رویکردی جامع‌تر برای بهبود عملکرد مراکز خود در مقایسه با روش‌های ناب، شش سیگما و مهندسی مجدد فرآیندها در نظر بگیرند. این رویکرد نه‌تنها با سایر روش‌ها تعارضی ندارد، بلکه بسیاری از مفاهیم آنها را نیز در برمی‌گیرد [۸]؛ به همین دلیل در سال‌های اخیر به‌عنوان روشی برای بهینه‌سازی فرآیندهای سازمانی، مورد توجه مراکز درمانی قرار گرفته است.

ترسیم نقشه فرآیند به‌عنوان اولین گام اجرای مدیریت فرآیند کسب‌وکار، یکی از ابزارهای کلیدی برای نمایش فرآیندهای جاری و بهینه‌سازی جریان کار بیمارستان است. این روش به درک بهتر فرآیندهای پیچیده، شناسایی گلوگاه‌ها، حذف هدررفت‌ها و ساده‌سازی عملیات کمک می‌کند [۹، ۱۰]. بر اساس مطالعه جانسون و همکاران، شناخت دقیق فرآیند، زیربنای هرگونه بهبود است و نقشه فرآیند با تجسم مراحل

1. Business Process Management (BPM)

از تهیه مدل پیشنهادی، جلسه بازبینی با ذی‌نفعان کلیدی شامل مسئول انبار مرکزی، مسئول تدارکات، مسئول داروخانه مرکزی، مسئول انبار ارتوپدی اتاق عمل، کارشناسان تجهیزات پزشکی، مسئول امور مالی و مدیران بیمارستان برگزار شد. در این مرحله، اصلاحات پیشنهادی در جلسه‌ای با حضور ذی‌نفعان کلیدی مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به امکان‌سنجی اجرای آن‌ها، به تأیید نهایی صاحبان فرآیند در مرکز الزهرا (س) رسید.

### یافته‌ها

داده‌های حاصل از مصاحبه‌ها نشان داد که ملزومات مصرفی پزشکی در مرکز الزهرا (س) به‌طور کلی در ۲ دسته‌ی پرکاربرد و کم‌کاربرد قرار می‌گیرند و ملزومات پرکاربرد به دو دسته‌ی هتلینگ و غیرهتلینگ و ملزومات کم‌کاربرد نیز به دو دسته‌ی قابل برنامه‌ریزی و غیرقابل برنامه‌ریزی (نسخه‌ای) تقسیم می‌گردند. در این پژوهش، فرآیند زنجیره تأمین هر دسته از ملزومات مصرفی پزشکی شناسایی و در نرم‌افزار Bizagi ترسیم شد. تحلیل نقشه فرآیندها نشان می‌دهد که در قسمت‌هایی از فرآیند جابجایی‌های اضافی دیده می‌شود. منظور از جابجایی اضافی سه دسته جابجایی است:

- جابجایی فیزیکی ملزومات
- جابجایی اسناد مربوط به فرآیند
- جابجایی افراد

جابجایی‌های مذکور بر اساس روش مدیریت فرآیند کسب‌وکار باید به حداقل برسند و فرآیندها روان شوند. برای مثال در جابجایی فیزیکی ملزومات می‌توان با حذف انبارهای واسطه، کمترین جابجایی فیزیکی ملزومات را در زنجیره تأمین تجربه کرد. استفاده از اسناد کاغذی نیز با پیشرفت فناوری منسوخ شده است؛ باید با مکانیزاسیون فعالیت‌های مربوطه به سیستم کاغذی پایان داد و یا به‌کارگیری آن را محدود کرد. جابجایی دسته سوم مربوط به افراد است که معمولاً به دلیل مکانیزه نبودن فعالیت‌ها مجبور به انتقال اسناد یا ملزومات از واحدی به واحد دیگر هستند. در مواردی به دلیل خطاهای انسانی یا نقص در مدارک، این جابجایی‌ها چند بار تکرار می‌شود که منجر به اتلاف وقت نیروی انسانی و خستگی بدون بازده آن‌ها می‌گردد. در ادامه، فرآیند هر دسته از ملزومات مصرفی پزشکی به‌صورت مجزا در نقشه فرآیند خود مورد بررسی قرار می‌گیرند.

به شاخص‌ها و اهداف عملکردی رصد می‌شود [۱۳]. در این پژوهش، چهار مرحله نخست شامل شناسایی، مدل‌سازی، تحلیل و بازطراحی فرآیندها دنبال شد.

اولین مرحله در این مطالعه با توجه به مراحل مدیریت فرآیند کسب‌وکار، شناسایی و ترسیم دقیق وضعیت فعلی فرآیند زنجیره تأمین ملزومات مصرفی پزشکی در مرکز الزهرا (س) بود. برای این منظور، داده‌ها از طریق مشاهده مستقیم فرآیندها، بررسی مستندات مرتبط و مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با صاحبان فرآیند زنجیره تأمین گردآوری شد. جامعه مورد مطالعه شامل بخش‌های بستری (جراحی زنان، جراحی اطفال، ریه و جنرال، مراقبت‌های ویژه قلبی (CCU) و جراحی عروق)، بخش‌های سرپایی (آنژیوگرافی، دی‌کلینیک و درمانگاه)، اتاق عمل (داروخانه اتاق عمل و انبار ارتوپدی) و واحدهای پشتیبانی مانند تدارکات، انبار مرکزی، داروخانه مرکزی، امور مالی و تجهیزات پزشکی بود. نمونه‌گیری به‌صورت هدفمند و با مشورت مدیریت بیمارستان انجام شد. مصاحبه‌ها با هماهنگی قبلی و به‌صورت حضوری در واحدهای درگیر فرآیند انجام گرفت تا علاوه بر مصاحبه با افراد، امکان مشاهده مستقیم جریان فرآیند نیز فراهم شود. در این مرحله برای ترسیم فرآیندهای موجود، اطلاعات مربوط به جریان کار شامل عنوان فعالیت، مالک فعالیت، عامل آغازگر فعالیت (رویداد و واحد مبدأ)، خروجی فعالیت و واحد گیرنده خروجی با استفاده از تحلیل محتوای داده‌های کیفی استخراج و در نرم‌افزار Bizagi Modeler مدل‌سازی شدند. پس از ترسیم نقشه فرآیند اولیه، مجدد مصاحبه‌هایی با نقش‌های کلیدی زنجیره تأمین برای بازبینی و دریافت بازخورد انجام شد. در دور دوم مصاحبه، جزئیات فرآیند تکمیل، داده‌های ثانویه اضافه و قسمت‌هایی از نمودار اولیه اصلاح شد. در نهایت، پس از بررسی افراد کلیدی (مسئول انبار مرکزی، تدارکات، انبار ارتوپدی اتاق عمل، تجهیزات پزشکی و مدیریت بیمارستان) نمودارهای وضع موجود تأیید شد. در مجموع، ۳۰ مصاحبه در سه مرحله انجام شد تا صحت داده‌ها و اعتبار نقشه‌های فرآیند مورد تأیید قرار گیرد.

در مرحله تحلیل فرآیند، چالش‌های فرآیند فعلی با در نظرگرفتن اصول مدیریت فرآیند کسب‌وکار (ساده‌سازی گردش کار، حذف جابجایی‌های اضافی و استانداردسازی فرآیند) مشخص شد و راهکارهایی برای بهبود، تسهیل و بازطراحی فرآیندها توسط تیم پژوهش پیشنهاد گردید. پس

سومین پیشنهاد، مکانیزاسیون درخواست‌ها و تأیید و پیگیری آن‌ها است. در صورتی که پیشنهاد قبلی در بیمارستان الزهرا (س) امکان‌پذیر نباشد، با مکانیزاسیون قسمت‌هایی که با این چالش مواجه هستند (مستطیل بزرگ در نمودار ۲) می‌توان به کاهش جابجایی‌های افراد کمک کرد. البته مکانیزاسیون فعالیت‌ها در سامانه‌های پراکنده و بدون اتصال، کار را همچنان با چالش مواجه می‌کند.

طبق نمودار ۲، درخواست ملزومات غیرهتلینگ در سیستم تعهدی ثبت و از موجودی کسر و در HIS به‌طور جدا اضافه می‌شود. در واقع اسناد مربوط به موجودی ملزومات در دو سامانه به‌طور مجزا جابجا می‌شوند. این عدم یکپارچگی سامانه‌ها، در صورت امکان اتصال این دو نرم‌افزار یا وجود سامانه‌ای جامع و یکپارچه حل خواهد شد. احتمالاً راهکار اول به دلیل تفاوت در ماهیت دو نرم‌افزار امکان‌پذیر نباشد ولی طراحی یک سامانه‌ی جامع یا تکامل HIS بیمارستان می‌تواند راهکار مؤثری باشد.

پیشنهادات مذکور، در نقشه فرآیند ملزومات غیرهتلینگ مطابق با نمودار ۳ نمایش داده شده است. نقشه فرآیند جدید (نمودار ۳) در مقایسه با نقشه فرآیند قبلی (نمودار ۲)، از ساختار ساده‌تری برخوردار است.

### تحلیل نقشه فرآیند زنجیره تأمین ملزومات مصرفی کم‌کاربرد قابل برنامه‌ریزی

فرآیند ملزومات قابل برنامه‌ریزی با چند چالش عمده مواجه است (نمودار ۴). در شروع این فرآیند، نبود سیستم و عدم نظارت سیستمی بر موجودی انبار ارتوپدی اتاق عمل به عنوان مشکل اساسی به چشم می‌آید. در حال حاضر، مسئول انبار ارتوپدی اتاق عمل زمانی که احساس می‌کند اقلام نیاز به خرید دارند، درخواست دستی یا کاغذی را تنظیم می‌کند و آن را به داروخانه‌ی اتاق عمل تحویل می‌دهد. مسئول داروخانه‌ی اتاق عمل نیز بدون توجه به میزان درخواست، درخواست را عیناً در اتوماسیون اداری تنظیم می‌کند. جابجایی مسئول انبار ارتوپدی برای تحویل و تنظیم درخواست در اتوماسیون اداری یک حرکت اضافی در فرآیند محسوب می‌شود. پیشنهاد می‌شود ضمن فراهم کردن سیستم برای مسئول انبار ارتوپدی، برای ایشان حساب کاربری در اتوماسیون اداری ایجاد گردد تا امکان مکاتبه با انبار مرکزی و درخواست مستقیم فراهم شود و در واقع انبار ارتوپدی اتاق عمل شناسنامه‌دار شود. انبار مرکزی نیز پس از خرید به‌طور مستقیم ملزومات را به مسئول انبار

### تحلیل نقشه فرآیند زنجیره تأمین ملزومات مصرفی پزشکی پرکاربرد هتلینگ

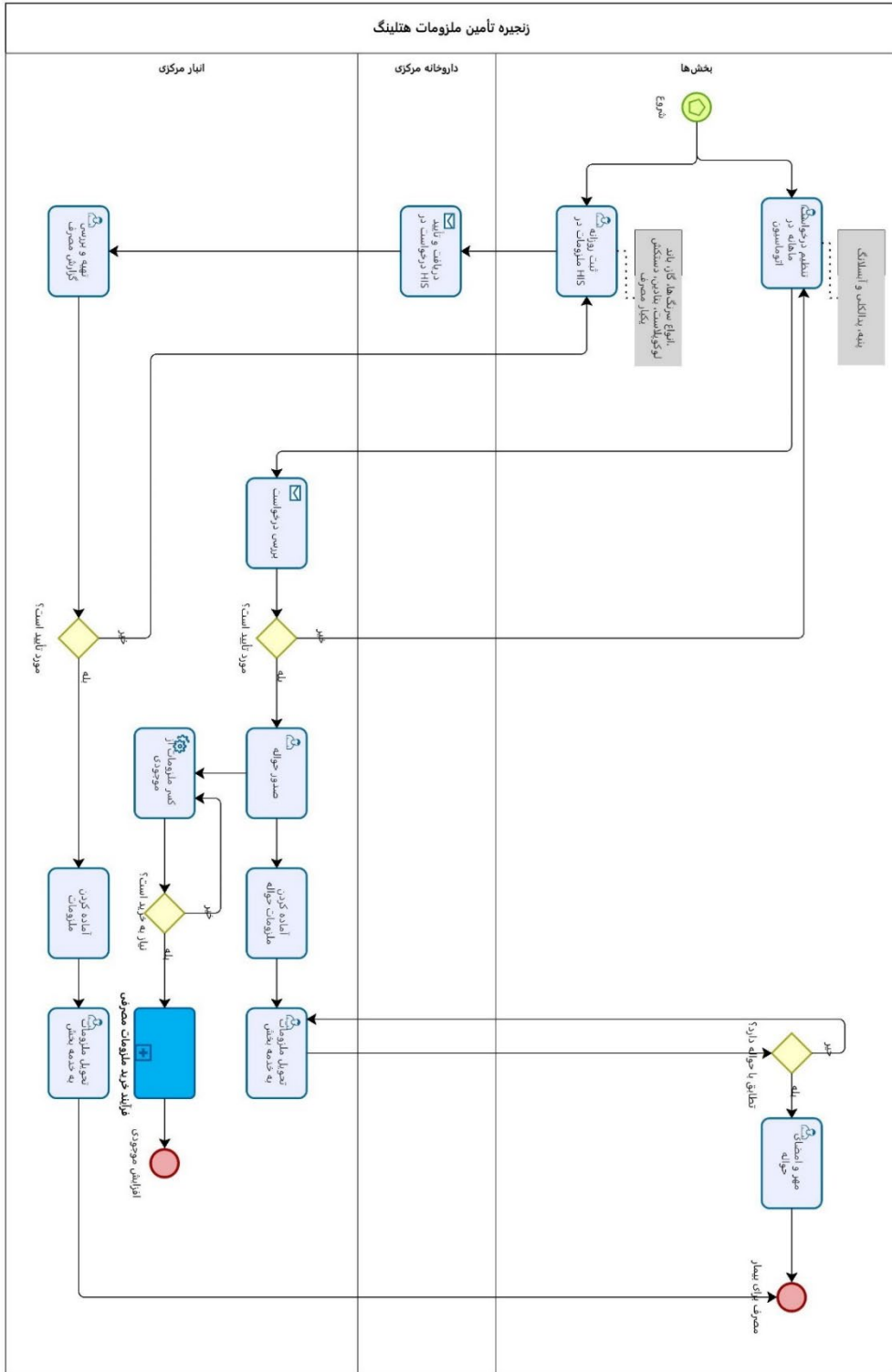
در نقشه فرآیند ملزومات هتلینگ جابجایی اضافی جز در موارد عدم تطابق حواله با ملزومات دریافتی بخش، یافت نشد (نمودار ۱). در این موارد خدمه‌ی بخش به‌منظور اصلاح حواله یا دریافت ملزومات بیشتر با هماهنگی سرپرستار بخش، مجدداً به انبار مرکزی مراجعه می‌کند. لزوم کنترل دو مرحله‌ای توسط انباردار و خدمه بخش این جابجایی را به حداقل می‌رساند.

### تحلیل نقشه فرآیند زنجیره تأمین ملزومات مصرفی همانطور که در نمودار ۲ مشخص شده است، در نقشه فرآیند ملزومات غیرهتلینگ چهار اصلاح مهم پیشنهاد می‌شود.

اولین مورد مربوط به اصالت‌سنجی ملزومات غیرهتلینگ است. طبق شیوه نامه «پیاده سازی طرح اصالت سنجی، نسخه نویسی و نسخه پیچی الکترونیک دارو و تجهیزات و ملزومات پزشکی در بستر HIS مراکز درمانی»، ابطال UID (بارکد روی برچسب اصالت) ملزومات باید بر بالین بیمار انجام شود و در همان نقطه برای بیمار هزینه شوند [۱۴]؛ ولی در حال حاضر به دلیل زیرساخت نامناسب و از آن مهم‌تر کمبود نیروی پرستاری، امکان ابطال UID همزمان با مصرف برای بیمار وجود ندارد. بدیهی است که با فراهم کردن شرایط از جمله ارتقای سامانه‌های مربوط به اصالت‌سنجی با قابلیت پردازش سریع‌تر و الزام اجرای آن توسط کارکنان، برخی از چالش‌های کنونی از جمله کسورات بیمه‌ای و عدم امکان پایش مصرف تا نقطه نهایی حل می‌شود.

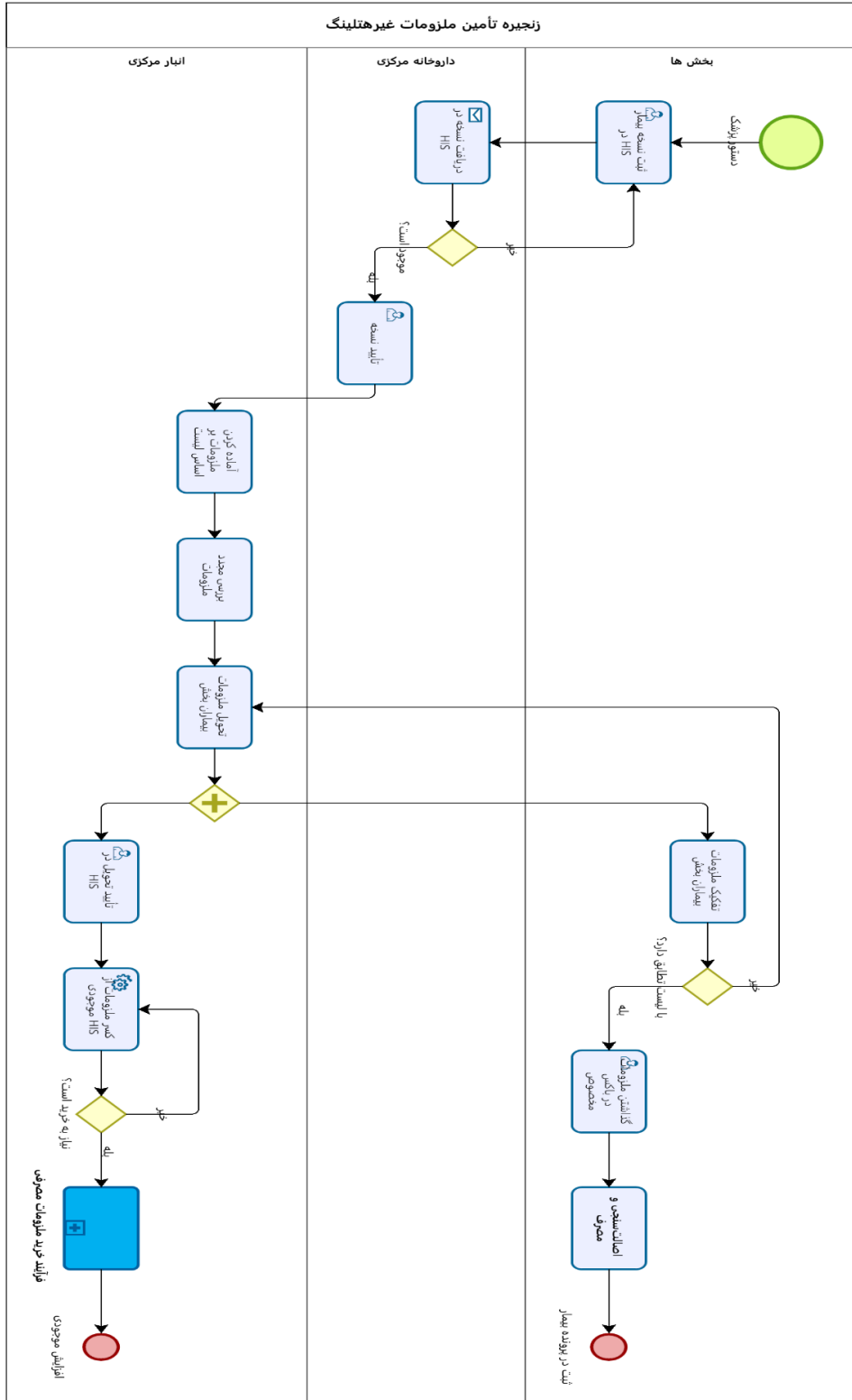
دومین پیشنهاد این است که همانند اقلام هتلینگ توزیع ملزومات از قسمتی که انبارش اصلی وجود دارد، انجام شود. در حال حاضر انبار تجهیزات پزشکی زیر نظر انبار مرکزی است و اقلام غیرهتلینگ را با حواله به داروخانه مرکزی تحویل می‌دهد. این انتقال موجودی، در برگیرنده مجموعه‌ای از جابجایی‌ها است که باعث اتلاف وقت و انرژی کارکنان درگیر فرآیند می‌شود. پیشنهاد می‌شود داروخانه پس از تأیید نسخه‌ی بیمار در سامانه اطلاعات بیمارستانی<sup>۲</sup>، درخواست را به‌طور سیستمی به انبار ارسال کند و در انبار، نسخه‌ها توسط کارکنان داروخانه پیچیده شوند. با این انتقال، مراحل مربوط به تنظیم درخواست در صورت کاهش موجودی داروخانه مرکزی و پیگیری‌های مربوط به تأییدها، ثبت در سامانه و مراحل مربوط به حواله حذف خواهد شد.

## 2. Hospital Information System (HIS)



نمودار ۱- فرآیند زنجیره تأمین ملزومات مصرفی پزشکی هتلینگ





نمودار ۳- فرآیند زنجیره تأمین ملزومات مصرفی پزشکی غیرهتلینگ پیشنهادی



است. این موضوع باعث می‌شود که فرآیند زمان‌بر باشد و واحد تدارکات زمان زیادی را صرف تهیه ملزومات و اسناد جهت پرداخت به شرکت تجهیزات پزشکی کند. پیشنهاد می‌شود فعالیت‌های مذکور در سامانه‌های فعلی بیمارستان یا نرم‌افزار پیشنهادی مکانیزه شود و دستورالعمل روشنی برای انجام گام‌های مختلف در اختیار کاربران درگیر فرآیند قرار گیرد. در حال حاضر، با توجه به اینکه سامانه‌های موجود در بیمارستان امکان ثبت و استفاده برای این دسته از ملزومات را دارند، بنظر می‌رسد مقاومت‌هایی برای مکانیزاسیون تأمین این دسته از ملزومات وجود دارد که با در نظر گرفتن قیمت بالا و حضور افراد خارج از سازمان در مسیر این فرآیند، اهمیت این مکانیزاسیون در پایش و کنترل‌های بعدی آن بیش از پیش احساس می‌شود. عمده این پایش‌ها باید در زمان درخواست ملزومات (تجویز نسخه) و انتخاب شرکت تأمین‌کننده آن صورت گیرد زیرا در این دسته از ملزومات، تدارک و مصرف قبل از فرآیند رسمی خرید صورت می‌گیرد. در این صورت مراحل اداری خرید را (بعد از مصرف) می‌توان تا حد امکان خلاصه و تسهیل کرد. در نمودار ۷ با حذف جابجایی‌های اضافی و فعالیت‌های کم‌ارزش، فرآیند زنجیره تأمین ملزومات نسخه‌ای روان‌تر شده است.

### بحث

روش مدیریت فرآیند کسب‌وکار در تحلیل و بهبود نقشه فرآیند، شامل مجموعه‌ای از مراحل و ابزارها برای شناسایی، بررسی، تحلیل و بهینه‌سازی جریان کار و فرآیندهای سازمانی است. یارمحمدیان و همکارانش در مطالعه‌ای موردی مشابه با مطالعه حاضر، روش مدیریت فرآیند کسب‌وکار را در ۴ مرحله شامل شناسایی، مستندسازی، تحلیل و اندازه‌گیری و بهبود فرآیندها در بیمارستان آموزشی قائم در شهر مشهد ایران اجرا کردند. یافته‌های این پژوهش نشان‌دهنده بهبود قابل توجه در فرآیندهای منتخب بود [۱۵]. در مطالعه‌ی دمیچ و همکاران نیز ثابت شد که مدیریت فرآیند کسب‌وکار رویکرد مناسبی برای بهبود اجرای فرآیندهای مراقبت‌های بهداشتی است. در مطالعه‌ی مذکور، اجرای مدیریت فرآیند کسب‌وکار با استفاده از جداولی بر مبنای فعالیت‌های فرآیند و ورودی و خروجی آن و هم‌چنین زمان مربوط به آن فعالیت انجام شد که مشابه با مراحل ترسیم نقشه فرآیند در نرم‌افزار Bizagi در مطالعه‌ی حاضر بود [۱۶]. مطالعه‌ی مروری فریرا و همکاران نشان داد که ارتقای روش مدیریت فرآیند کسب‌وکار در بخش بهداشت

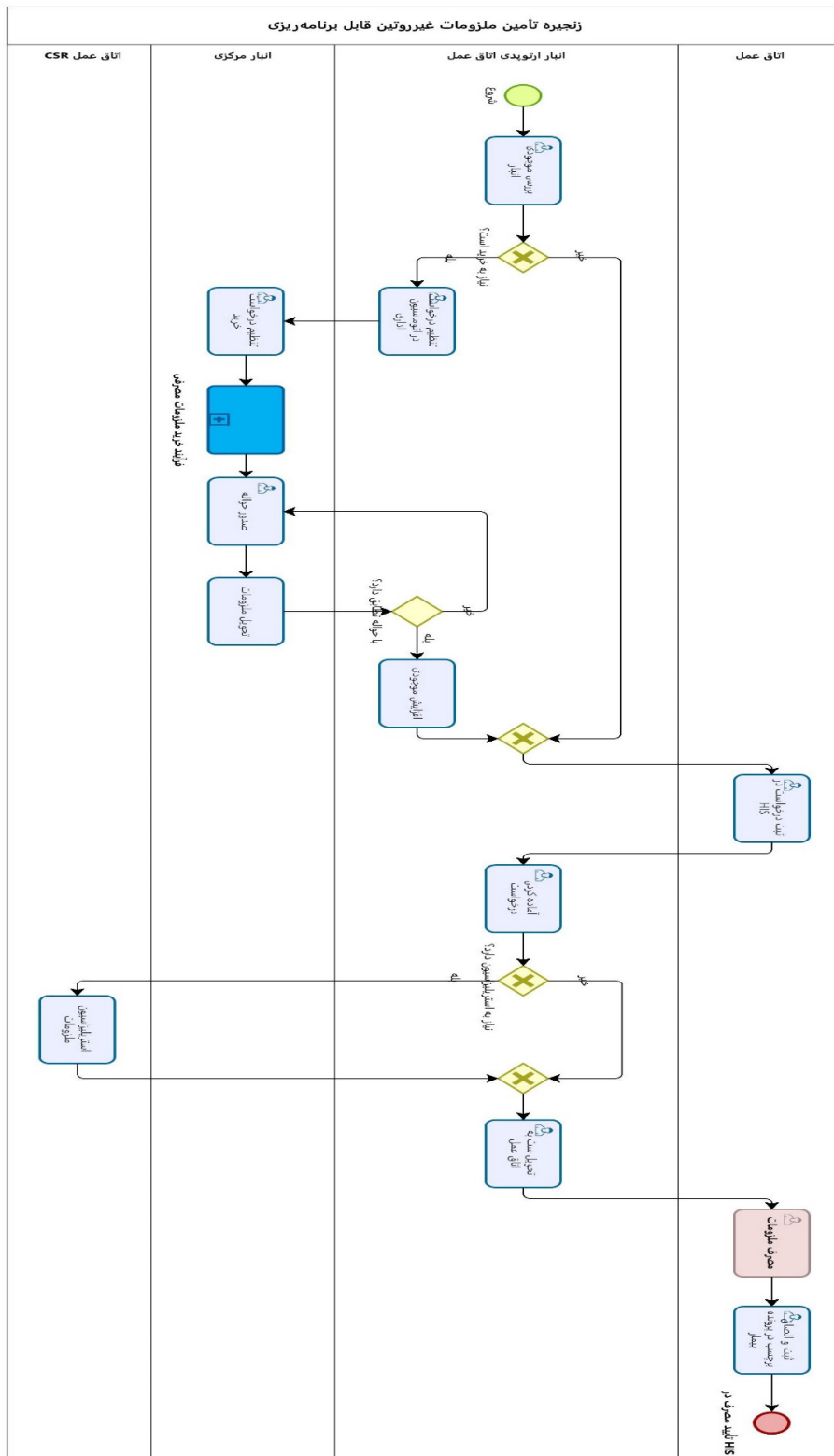
ارتوپدی تحویل دهد و داروخانه‌ی اتاق عمل درگیر این فرآیند نشود؛ در واقع تحویل ملزومات به داروخانه نیز جابجایی فیزیکی اضافی تلقی می‌شود و قابل حذف است.

موضوع مهم دیگر در چالش‌های این فرآیند، بحث مکانیزه نبودن برخی از فعالیت‌ها است. تنظیم درخواست کاغذی توسط مسئول انبار، درخواست شفاهی جراح برای ملزومات مورد نیاز برای عمل بیمار و بررسی گزارش کاغذی ثبت در HIS و بایگانی آن مواردی است که فرآیند را با مشکل مواجه می‌کنند. درخواست جراح با توجه به برنامه‌ی اتاق عمل باید قبل از عمل در HIS ثبت شود و مسئول انبار با بررسی سامانه، ملزومات مورد نیاز را فراهم کند؛ البته در فرآیند اصلاح شده باید برای اعمال اورژانسی و موارد تصادفی استثنا قائل شد. سیرکولر اتاق عمل نیز بعد از مصرف ملزومات درخواستی، می‌تواند به راحتی مصرف ملزومات دریافتی را در HIS تأیید کند و به این صورت فعالیت ثبت در HIS توسط داروپار حذف گردد. علاوه بر این، با توجه به اینکه دریافت ملزومات مبتنی بر درخواست در سامانه و تأیید مسئول انبار ارتوپدی بوده است، دیگر نیازی به بررسی گزارش ثبت در HIS نیست. مکانیزه شدن این فعالیت‌ها از خطای عدم تطابق موجودی فیزیکی انبار و موجودی HIS ملزومات ارتوپدی اتاق عمل جلوگیری می‌کند. در نمودار ۵ تغییرات پیشنهادی اعمال و فرآیند ساده‌تر نمایش داده شده است.

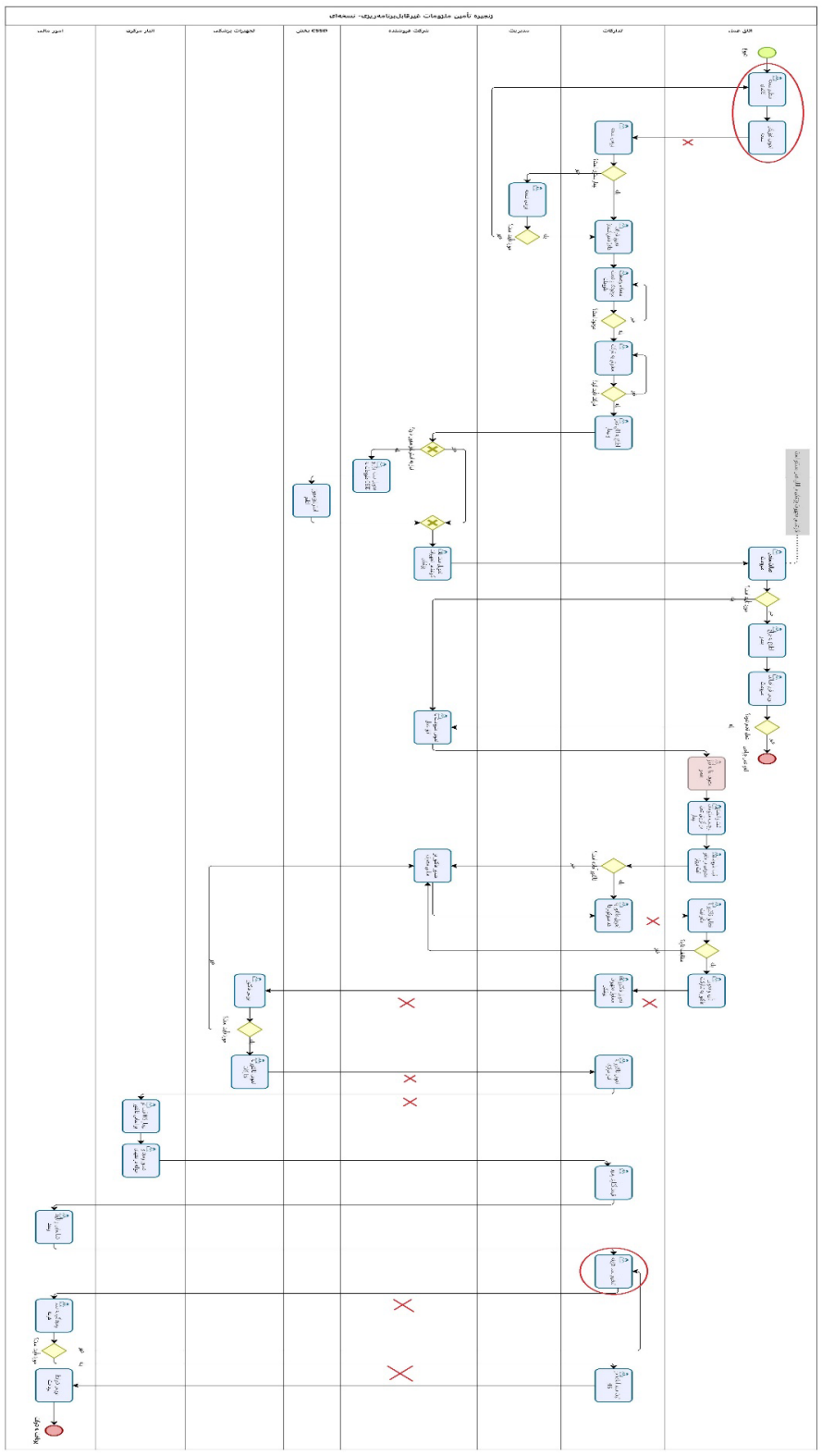
### تحلیل نقشه فرآیند زنجیره تأمین ملزومات مصرفی کم‌کاربرد غیرقابل برنامه‌ریزی (نسخه‌ای)

تحلیل نمودار ۶ نشان می‌دهد که چالش اساسی این فرآیند، مکانیزه نبودن اغلب فعالیت‌های مربوط به تأمین ملزومات نسخه‌ای و جابجایی افراد به‌ویژه کارپرداز یا مسئول تدارکات بین واحدهای مختلف است. در ابتدای فرآیند، نسخه به‌طور کاغذی توسط رزیدنت یا همراه بیمار یا بیمار به تدارکات منتقل و در صورت بستری نبودن بیمار، نسخه به واحد مدیریت به‌منظور اخذ تأیید تأمین ملزومات مورد نظر، جابجا می‌شود. مکانیزاسیون نسخه می‌تواند این جابجایی‌ها را حذف کند.

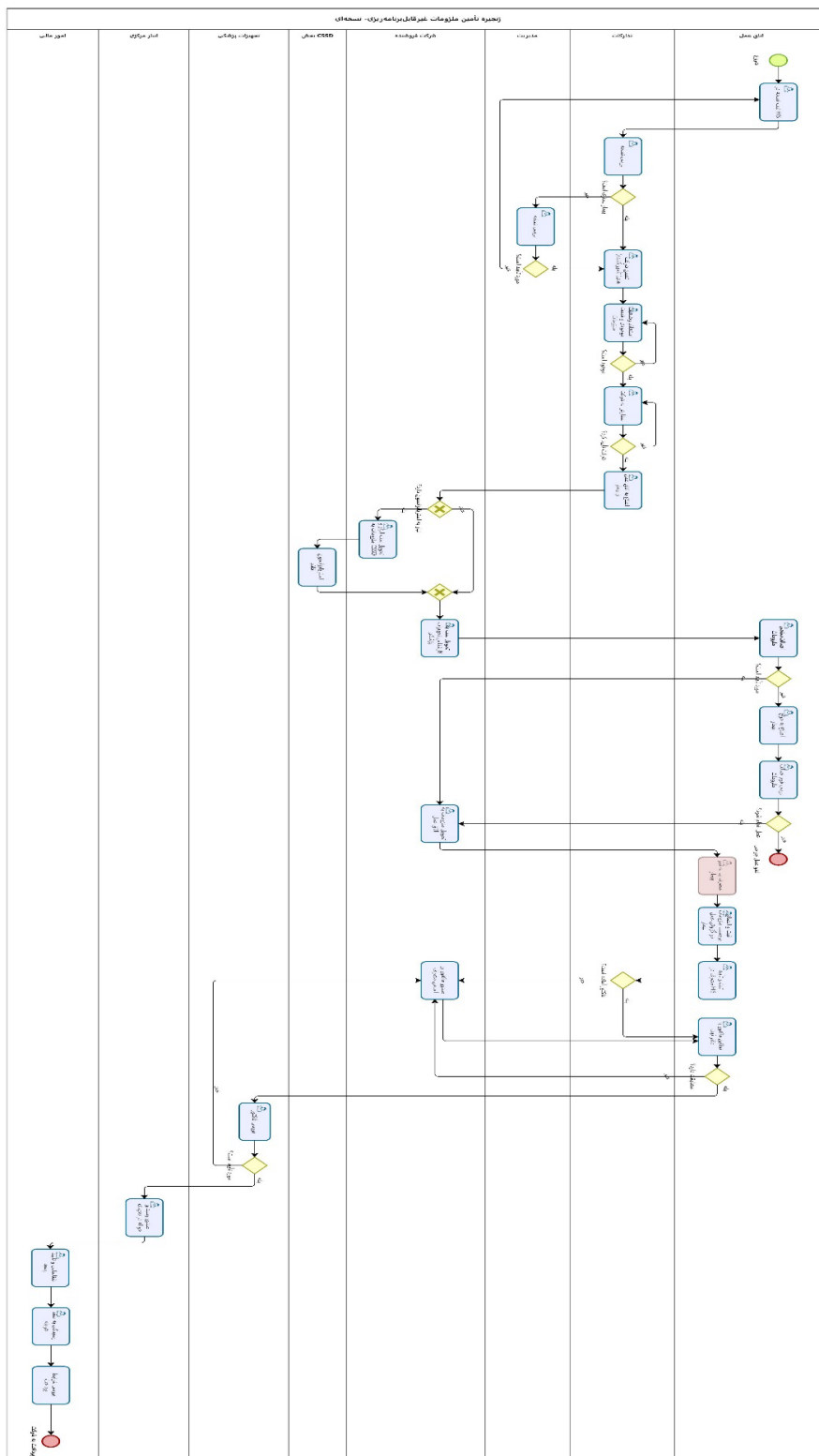
در قسمت‌های انتهایی این فرآیند نیز اسناد مربوط به خرید (فاکتور و سند هزینه) به‌طور فیزیکی برای رسیدگی و اخذ تأیید افراد کلیدی توسط مسئول تدارکات بین افراد و واحدهای مختلف بیمارستان جابجا می‌شود. خطوط مربوط به جابجایی‌های اضافی در نمودار ۶ با ضربدر مشخص شده



نمودار ۵- فرآیند زنجیره تأمین ملزومات مصرفی کم‌کاربرد قابل برنامه‌ریزی پیشنهادی



نمودار ۶- فرآیند زنجیره تأمین ملزومات مصرفی کم کاربرد نسخه‌ای



نمودار ۷- فرآیند زنجیره تأمین ملزومات مصرفی کم کاربرد نسخه‌ای پیشنهادی

طریق مصاحبه و ترسیم نمودارهای وضع موجود با استفاده از نرم‌افزار Bizagi انجام شد [۱۲]. مطالعه‌ی سوارز نیز به همین شکل نمودارها را با Bizagi ترسیم کرد و سه سناریو را برای کاهش مدت زمان بستری در بیمارستان‌ها و مراکز درمانی لیسبون پرتغال پیشنهاد کرد [۲۴]. اصول مدیریت فرآیند کسب‌وکار در ارائه خدمات می‌تواند تأثیر مثبتی بر متغیر زمان بدون کاهش کیفیت داشته باشد و متوسط طول اقامت بیمار در بخش‌هایی نظیر اورژانس را کاهش دهد [۲۵].

در این مطالعه با تحلیل نقشه‌های فرآیند زنجیره تأمین ملزومات مصرفی بیمارستان الزهرا (س) و با بهره‌گیری از اصول مدیریت فرآیند کسب‌وکار یعنی کاهش فعالیت‌های کم‌ارزش، کنترل جریان فرآیند و کاهش هدررفت، راهکارهایی جهت بهبود جریان کار و افزایش کارایی فرآیند پیشنهاد گردید. با توجه به اینکه این پژوهش به صورت موردی در بیمارستان الزهرا (س) انجام شده است، تعمیم نتایج به سایر بیمارستان‌ها با ساختار، اندازه و منابع متفاوت، باید با احتیاط انجام شود. چنین ساختاری، فرآیندهای کاری و نرم‌افزارهای مورد استفاده لزوماً در سایر مراکز مشابه نیست.

### نتیجه‌گیری

نظام سلامت در سال‌های اخیر تلاش کرده است که با انجام اقدامات اصلاحی در مراکز بهداشتی و درمانی و ساده‌سازی جریان فرآیندهای موجود، هزینه‌ها را کاهش و کیفیت خدمات را افزایش دهد. با این حال، نتایج این پژوهش نشان داد که فرآیند زنجیره تأمین ملزومات مصرفی پزشکی در این بیمارستان به عنوان یک بیمارستان بزرگ منطقه‌ای، همچنان با چالش‌هایی از جمله جابجایی‌های غیر ضروری، عدم یکپارچگی سامانه‌های اطلاعاتی، هدررفت منابع و ناهماهنگی در مدیریت موجودی مواجه است. این مسائل منجر به وقفه در ارائه خدمات، نارضایتی صاحبان فرآیند و افزایش هزینه‌ها می‌شود.

به‌منظور رفع این مشکلات، رویکرد مدیریت فرآیند کسب‌وکار به کار گرفته شد تا فرآیندهای موجود، تحلیل و گلوگاه‌های کلیدی شناسایی شوند. یافته‌های این مطالعه منجر به ارائه مجموعه‌ای از راهکارهای پیشنهادی شد که شامل کنترل دو مرحله‌ای ملزومات دریافتی، اصالت‌سنجی در نقطه‌ی مصرف، حذف انبارهای واسطه، مکانیزاسیون فعالیت‌ها و حذف سیستم کاغذی، به‌کارگیری سامانه‌های اطلاعاتی یکپارچه و شناسنامه‌دار کردن انبار ارتوپدی اتاق عمل و اتوماسیون موجودی آن بودند.

و درمان می‌تواند منجر به کاهش مدت زمان بستری، افزایش رضایت بیمار، افزایش کارایی و ایمنی بیمار، کاهش زمان اطلاع‌رسانی عفونت، کمک به تغییر سازمانی، درک فرآیندهای سر به سر، افزایش انگیزه، درک اهمیت برخی تحولات برای ایمنی بیمار، بهبود شاخص‌های کیفیت در بخش اورژانس و بهبود تمرکز سازمان بر فرآیندهای سطح بالا شود [۱۷]. البته تصمیم‌گیرندگان باید قبل از آغاز استقرار سیستم‌های مدیریت فرآیند کسب‌وکار، به پیش‌نیازهایی مانند الزامات قانونی و فرهنگی و محدودیت‌هایی مانند محدودیت بودجه توجه کنند [۱۸] و بدانند که موفقیت این رویکرد، مستلزم مشارکت فعال مدیریت ارشد، برنامه‌ریزی دقیق مراحل اجرا و همکاری تیمی قوی برای مدیریت تغییرات گسترده است [۱۹]. به‌طور کلی بررسی‌ها نشان می‌دهد که به‌کارگیری رویکرد مدیریت فرآیند کسب‌وکار در نظام سلامت برای تحلیل و بازطراحی فرآیندها نسبتاً جدید است [۲۰] و در مقایسه با سایر روش‌ها، از جمله تفکر ناب، کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. با این حال، مطالعات محدودی که در این زمینه انجام شده است، تأثیر مثبت این رویکرد را نشان داده‌اند.

نقشه فرآیند یکی از ابزارهای اساسی در مدیریت فرآیند کسب‌وکار است که به صورت تصویری، جریان فعالیت‌ها، تصمیم‌گیری‌ها و ارتباطات بین آن‌ها را در یک فرآیند مشخص نشان می‌دهد. نقشه فرآیند وضع موجود، داده‌هایی را برای بازطراحی جریان‌های کاری، بهینه‌سازی فرآیندها و جلوگیری از اتلاف منابع و زمان فراهم می‌کند [۲۱]. بر اساس مطالعه‌ی آنتوناسی و همکاران، ترسیم نقشه فرآیند هشت مزیت کلیدی دارد که عبارتند از: ایجاد درکی مشترک از واقعیت، شناسایی فرصت‌های بهبود، مشارکت ذی‌نفعان در پروژه‌های بهبود کیفیت، تعریف اهداف پروژه، نظارت بر پیشرفت پروژه، یادگیری، افزایش همدلی بین صاحبان فرآیند و سادگی روش [۲۲]. بوتیجیج و همکارانش نیز معتقدند نقشه‌برداری فرآیندهای کسب‌وکار نه‌تنها به استانداردسازی فرآیندهای نظام سلامت کمک می‌کند، بلکه باعث کاهش تنوع در کیفیت ارائه خدمات و خطاهای پزشکی می‌شود [۴]. رسولی و همکارانش نیز در یکی از بیمارستان‌های تهران نشان دادند که تأثیر مداخله مدیریت فرآیند کسب‌وکار در بهبود مراقبت از بیمار و بهینه‌سازی کارایی عملیاتی می‌تواند بسیار گسترده باشد [۲۳].

در مطالعه مارکوس و همکارانش همانند مطالعه حاضر، شناسایی فرآیندهای فعلی و موجودیت‌های (بازیگران فرآیند، سیستم‌ها و اسناد) درگیر در غربالگری سرطان پستان از

## کاربرد در تصمیم‌های مرتبط با سیاستگذاری در نظام سلامت

این مقاله با شناسایی چالش‌های موجود در نقشه فرآیند زنجیره تأمین ملزومات پزشکی و ارائه پیشنهادات بهینه‌سازی مبتنی بر روش مدیریت فرآیند کسب‌وکار، تأثیر بسزایی در سیاست‌گذاری سلامت خواهد داشت. یافته‌های پژوهش، سیاست‌گذاران را در تدوین راهبردهای مؤثر برای کاهش هدررفت منابع، افزایش کارایی و بهبود کیفیت خدمات درمانی یاری می‌رساند. تأکید مطالعه بر یکپارچه‌سازی سامانه‌های اطلاعاتی و مکانیزاسیون فرآیندها، الگویی برای سیاست‌گذاری در سطح ملی و سایر مراکز درمانی ارائه می‌دهد.

### تشکر و قدردانی

این پژوهش بخشی از پایان‌نامه‌ی مقطع ارشد با عنوان ارتقای فرآیند زنجیره تأمین ملزومات مصرفی پزشکی در مرکز آموزشی درمانی الزهرا (س) (اصفهان - ۱۴۰۲) است و دارای کد اخلاق با شماره IR.MUI.NUREMA.REC.1402.173 است. نویسندگان این مقاله لازم می‌دانند از همکاری صمیمانه کلیه مسئولان و کارشناسان مرکز آموزشی درمانی الزهرا (س) اصفهان تشکر و قدردانی کنند.

در این پژوهش، چهار فرآیند زنجیره تأمین به‌طور مجزا شناسایی شد که برای یکی از آن‌ها اصلاحات جزئی و برای سه مورد دیگر اصلاحات کلی همراه با بازطراحی نقشه فرآیند ارائه گردید. اجرای این پیشنهادات می‌تواند منجر به کاهش تأخیر در تأمین ملزومات، بهینه‌سازی استفاده از منابع موجود، افزایش شفافیت و دقت در زنجیره تأمین و در نهایت ارتقای کارایی سیستم شود. البته اجرای این تغییرات ممکن است با موانعی از جمله مقاومت کارکنان در برابر تغییر، هزینه‌های پیاده‌سازی سامانه‌های مکانیزه و چالش‌های فنی مواجه باشد. برای مثال در کشور ما، محدودیت‌های قانونی، به‌ویژه در زمینه‌ی حذف کامل مستندات کاغذی، چالشی اساسی در مسیر مکانیزاسیون فرآیندها محسوب می‌شود.

بر این اساس، پیشنهاد می‌شود که بیمارستان‌ها با استقرار سیستم‌های مدیریت فرآیند کسب‌وکار، تدوین دستورالعمل‌های اجرایی مناسب و آموزش مستمر کارکنان، فرآیندهای خود را بهبود بخشند. همچنین، موفقیت این تغییرات مستلزم همکاری و مشارکت فعال تمامی ذی‌نفعان از جمله مدیران، کاربران و تأمین‌کنندگان ملزومات پزشکی است. در نهایت، انجام مطالعات مشابه در سایر بیمارستان‌ها می‌تواند به تعمیم‌پذیری یافته‌ها و بهبود کلی زنجیره تأمین ملزومات پزشکی در سطح کشور کمک شایانی کند.

## References

- Mohammadian M, Yaghoubi M, Jarrahi MA, Babaei M, Bahadori M, Teymourzadeh E. Evaluating the performance of medical equipment supply chain management in military hospitals: A case study. *Journal of Military Medicine*. 2021;23(2):75-89. (in Persian)
- Malmir B, Dehghani S, Jahantigh FF, Najjartabar M, editors. A new model for supply chain quality management of hospital medical equipment through game theory. *Proceedings of the 6th international conference on information systems, logistics and supply chain, ILS; 2016 June 1-4; Bordeaux, France*.
- Tuncel G, Alpan G. Risk assessment and management for supply chain networks: A case study. *Computers in industry*. 2010;61(3):250-9.
- Buttigieg SC, Dey PK, Gauci D. Business process management in health care: current challenges and future prospects. *Innovation and Entrepreneurship in Health*. 2016:1-13.
- De Ramon Fernandez A, Ruiz Fernandez D, Sabuco Garcia Y. Business Process Management for optimizing clinical processes: A systematic literature review. *Health informatics journal*. 2020;26(2):1305-20.
- Pradabwong J, Braziotis C, Tannock JD, Pawar KS. Business process management and supply chain collaboration: effects on performance and competitiveness. *Supply Chain Management: An International Journal*. 2017;22(2):107-21.
- Kujansivu P, Lönnqvist A. Business process management as a tool for intellectual capital management. *Knowledge and Process Management*. 2008;15(3):159-69.
- Hassan MM. An application of business process management to health care facilities. *The health care manager*. 2017;36(2):147-63.
- Jabbar S, Lahboube F, Souissi N, Roudies O. Optimization of the HIS process mapping of the Military Instruction Hospital Mohammed V. *Sante Publique*. 2017;29(3):371-81.
- de Bucourt M, Busse R, Güttler F, Reinhold T, Vollnberg B, Kentenich M, et al. Process mapping of PTA and

- stent placement in a university hospital interventional radiology department. *Insights into imaging*. 2012;3:329-36.
11. Johnson JK, Farnan JM, Barach P, Hesselink G, Wollersheim H, Pijnenborg L, et al. Searching for the missing pieces between the hospital and primary care: mapping the patient process during care transitions. *BMJ Quality & Safety*. 2012;21(Suppl 1):i97-i105.
  12. Terras Marques I, Santos C, Santos V, editors. Process modelling (BPM) in healthcare—breast cancer screening. In: *Universal Access in Human-Computer Interaction Design Approaches and Supporting Technologies*. Proceedings of the 14th International Conference, UAHCI 2020, Part I; 2020 Jul 19–24; Copenhagen, Denmark. Springer; 2020: 98-109.
  13. Dumas M, La Rosa M, Mendling J, Reijers HA. *Fundamentals of business process management*. Heidelberg: Springer; 2013 Jan.
  14. Ministry of Health and Medical Education (Iran). *Guideline for Implementation of Drug and Medical Equipment Authentication, Electronic Prescription, and Dispensing in HIS*. Isfahan: Food and Drug Administration, Isfahan University of Medical Sciences; 2022 Apr [accessed 2025 Feb 17]. Available from: <https://bit.ly/3YzUKXW>. (in Persian)
  15. Yarmohammadian MH, Ebrahimipour H, Doosty F. Improvement of hospital processes through business process management in Qaem Teaching Hospital: A work in progress. *Journal of education and health promotion*. 2014;3.
  16. Damij N, Damij T, Jelenc F. Healthcare process analysis and improvement at Department of abdominal surgery—University Medical Centre Ljubljana. *Slovenian Medical Journal*. 2015;84(1):26-37.
  17. Ferreira GSA, Silva UR, Costa AL, Pádua SIDdD. The promotion of BPM and lean in the health sector: main results. *Business Process Management Journal*. 2018;24(2):400-24.
  18. Doosty F, Rasi V, Yarmohammadian M, Sadeghpour M. Identification of Prerequisites for the Deployment of Business Process Management Practices in Iran's Hospitals. *Health Management & Information Science*. 2019;6(2):47-55.
  19. Achadi A, editor. *Factors Associated with Business Process in Hospital: A Systematic Review*. The International Conference on Public Health Proceeding; 2023 October 24-24; Surakarta, Indonesia.
  20. Nuzzi A, Latorre V, Semisa D, Scozzi B. Improving the mental health care process in response to Covid-19 pandemic: The case of a penitentiary mental health division. *Plos one*. 2023;18(10):e0293492.
  21. Sasaki KM, da Silva Neres TG, da Silva ET, Zeredo JLL. Use of a modelling tool to optimise the organisation of the demand for Primary Oral Health Care in the Brazilian Unified Health System. *Oral Health & Preventive Dentistry*. 2024;22:b4836027.
  22. Antonacci G, Reed JE, Lennox L, Barlow J. The use of process mapping in healthcare quality improvement projects. *Health services management research*. 2018;31(2):74-84.
  23. Rasooli N, Jolai F, Sepehri MM, Tehranian A. BPM application in clinical process improvement: a women'hospital case study. *Business Process Management Journal*. 2024;30(3):986-1011.
  24. Soares PFG. *Hospitalization time reduction in Internal Medicine wards with BPM [Master's thesis]*. Lisbon (Portugal): ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa; 2023.
  25. Pereira R, Lapão LV, Bianchi IS, Amaral D. Improving emergency department through business process redesign: an empirical study. *Australasian Journal of Information Systems*. 2020;24.

# Redesigning the Supply Chain Process of Medical Consumables through Business Process Management: A Case Study at Al-Zahra Hospital

Mahsa Ghojavand<sup>1</sup>, Masoud Ferdosi<sup>2\*</sup>, Hossein Soleimani Dorche<sup>3</sup>

1- M.Sc. Student in Health Services Management, School of Management and Medical Information Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

2- Professor of Health Services Management, Health Management and Economics Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

3- M.D. Al-Zahra Medical Training Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

## Abstract

**Introduction:** Hospitals face challenges in the supply chain of medical consumables, such as supply delays, resource wastage, and process complexity. This study employs the Business Process Management (BPM) approach to improve and redesign the supply chain process for medical consumables at Al-Zahra Hospital in Isfahan.

**Methods:** This descriptive, cross-sectional, and applied study was conducted at Al-Zahra Hospital in Isfahan in 2024. The BPM stages include process identification, analysis, and redesign. The required data were collected through direct observation of processes, a review of relevant documentation, and the execution of 30 semi-structured interviews with supply chain process owners. The processes were modeled using Bizagi software. During the analysis phase of the current process map, existing challenges were identified by applying BPM principles, including bottleneck identification, workflow simplification, and the elimination of unnecessary movements. Finally, optimization proposals were developed to enhance efficiency and reduce waste. After approval by hospital officials, these proposals were prepared for implementation.

**Results:** For each category of medical consumables—hoteling, non-hoteling, programmable, and prescription items—separate process maps were developed, and key bottlenecks were identified. To improve the processes, several solutions were proposed, including a two-stage verification of received supplies, the elimination of intermediary warehouses, automation of activities, the utilization of integrated information systems, and the implementation of an inventory tracking system for the orthopedic warehouse. Ultimately, three processes were redesigned to incorporate the proposed modifications.

**Conclusion:** The supply chain of medical consumables in large hospitals faces challenges such as unnecessary movements, a lack of information system integration, and resource waste, leading to service delivery disruptions, process owner dissatisfaction, and increased costs. Implementing BPM enables the identification of bottlenecks and the redesign of workflow pathways, which can lead to enhanced efficiency, expedited procurement, increased transparency, and improved management of the hospital supply chain.

**Keywords:** Supply Chain, Medical Consumables, BPM, Process Improvement, Hospital

## Please cite this article as follows:

Ghojavand M, Ferdosi M, Soleimani Dorche H. Redesigning the Supply Chain Process of Medical Consumables through Business Process Management: A Case Study at Al-Zahra Hospital. *Hakim Health Sys.* 2023; 26(3): 253-268.

\*Corresponding Author: Hezar Jerib Avenue, Isfahan University of Medical Sciences, School of Management and Medical Information Sciences, Isfahan, Iran Tel.: +989133142291, E-mail: [ferdosi1348@yahoo.com](mailto:ferdosi1348@yahoo.com)

Copyright © 2023 Tehran University of Medical Sciences. Published by National Institute of Health research (NIHR). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>. Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.