خون
فصلنامه پژوهشی
دوره ۱۳ شماره ۳ پاییز ۹۵ (۱۹۶-۱۸۵)

مقاله پژوهشی

طراحی سامانه پگاه فرآورده‌های خونی: سامانه اتلاف گریز مراقبت از خون (هموویژلانس) بر پایه ردفاشگر(RFID)

مرجان سلیمانی[۱]، محمد مهدی سپهری[۲]، توکتم خطیبی[۳]، کریم شمس اسنجان[۴]

چکیده

سابقه و هدف

ارتقاء کیفیت خدمات درمانی، افزایش ایمنی در ارایه خدمات، ایجاد رضایت‌مندی برای بیماران و مراقبت از خون از جمله مواردی است که ضرورت استفاده از فناوری‌های جدید در بحث بهداشت و درمان را بیشتر نمایان می‌کند. فناوری ردفاشگر، یکی از انواع فناوری‌های بی‌سیم است که می‌تواند به افزایش کیفیت خدمات در بیمارستان‌ها کمک شایانی نماید. هدف از این تحقیق، شناسایی هدر رفت‌ها در فرآیند گردش خون در بیمارستان و استفاده از ابزارهای ردیابی برای بهبود گردش محصولات خونی بیمارستان و کاهش هدر رفت خون می‌باشد که می‌توان به عنوان سامانه پگاه(پایش گذر و استفاده هدفمند) از آن یاد کرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش بر پایه نیازی واقعی در محیط بیمارستان شکل گرفته و پژوهشی کاربردی محسوب می‌گردد. در یافتن تاثیر سیستم ردفاشگر بر ارتقاء سطح کیفیت خدمات و بهبود گردش محصولات خونی، استفاده از شبیه‌سازی نسبت به انجام آزمایش واقعی به علت هزینه پایین‌تر ارجحیت دارد. در این تحقیق پس از بررسی وضع موجود و شناسایی هدر رفت‌ها جهت شبیه‌سازی مدل پیشنهادی و سناریوی بهبود که استفاده از ردفاشگر می‌باشد، از شبیه‌سازی پیشامد گسسته و نرم‌افزار ED ۸ استفاده شد.

یافته‌ها

با توجه به نتایج شبیه‌سازی، متوسط کل حجم هدر رفت فرآورده‌های خونی بعد از پیاده‌سازی ردفاشگر(در طول شش ماه) به اندازه ۷۵٪ کاهش داشته است.

نتیجه گیری

سیستم ردفاشگر با کنترل فیزیکی بسته‌های خونی می‌تواند تاثیر به سزایی را در مدیریت موجـودی و ردیـابی لحظه به لحظه و ثبت اطلاعات آن‌ها و در نتیجه افزایش دقت در تزریق خون داشته باشد.

کلمات کلیدی: بانک خون، مراقبت از خون، ردفاشگر RFID ، شبیه‌سازی کامپیوتری

تاریخ دریافت : ۹۴/۵/۱۸
تاریخ پذیرش : ۹۵/۲/۲۲

۱- کارشناس ارشد مهندسی صنایع ـ دانشکده مهندسی صنایع واحد تهران جنوب ـ دانشگاه آزاد اسلامی ـ تهران ـ ایران
۲- مؤلف مسئول: استاد مهندسی سیستم‌های سلامت ـ دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها ـ دانشگاه تربیت مدرس ـ تهران ـ ایران ـ کد پستی: ۱۴۱۱۱۷۱۳۱۱۴و مرکز تحقیقات مدیریت بیمارستانی ـ دانشگاه علوم پزشکی ایران ـ تهران ـ ایران ـ کد پستی: ۱۹۶۹۷۱۴۷۱۳
۳- استادیار مهندسی سیستم‌های سلامت ـ دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها ـ دانشگاه تربیت مدرس ـ تهران ـ ایران
۴- PhD هماتولوژی آزمایشگاهی و طب انتقال خون ـ استادیار مرکز تحقیقات انتقال خون ـ مؤسسه عالی آموزشی و پژوهشی طب انتقال خون ـ تهران ـ ایران

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-04]

مقدمه

دولت الکترونیکی(آموزش، تجارت و سلامت) که سلامت یکی از ارکان مهم آن می‌باشد، به منظور بهینه‌سازی ارایه خدمات در حوزه سلامت، این حوزه بیش از سایر حوزه‌ها نیازمند استفاده از فناوری‌های نوین است تا در این راستا، فرآیندهای داخلی خودکارسازی شده و بتوان در کمترین زمان، بهترین خدمات را به بیماران ارایه داد(۱).

به لحاظ اهمیت ویژه زمان خدمت‌رسانی در بیماران نیازمند خون در بخش‌های مختلف بیمارستانی اعم از اورژانس و اتاق عمل، بانک خون و چرخه محصولات خونی و مراقبت از خون در بیمارستان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در واقع سیستم مراقبت از خون، یک سیستم نظارت کشوری بر سلامت خون و فرآورده‌های آن در تمام مراحل (زنجیره انتقال خون) یعنی از زمان خونگیری از اهداکنندگان تا پی‌گیری عوارض مرتبط در دریافت‌کنندگان خون و فرآورده‌ها، گردآوری و تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به اثرات ناخواسته انتقال خون و اعلام خطر به منظور تصحیح و اقدامات لازم برای جلوگیری از وقوع مجدد آن‌ها است. هم چنین ضرورت قابل ردیابی بودن خون و فرآورده‌ها از اهداکننده تا گیرنده، توصیه شده است. چرخه غلط یا زمان طولانی طی شده جهت انتقال کیسه خون، منجر به آسیب به فرآورده‌های خونی شده و سلامتی دریافت کنندگان را به خطر می‌اندازد(۳، ۲).

در اجرای سیستم مراقبت از خون همان طور که ذکر شد، یکی از الزامات ثبت اطلاعات مربوط به کیسه‌های خون و فرآورده‌ها به منظور قابل ردیابی بودن آن‌ها است.

طبق آن چه سزار در مقاله خود در سال ۲۰۱۴ بیان می‌دارد، بحث‌های مربوط به امنیت خون و هموویژلانس برای اولین بار در سال ۱۹۹۳ در ژاپن مطرح گردید. به گفته وی اگر چه اهدای خون در کشور مورد مطالعه ایشان یعنی برزیل بسیار امن است و از ابزارهای استاندارد استفاده می‌گردد ولی جهت جلوگیری از اهدای پر خطر و ثبت گزارش‌ها، نیاز به اجرای سیستم هموویژلانس در جهت رضایت اهداکننده و گیرنده خون در زنجیره تامین آن، احساس می‌گردد(۴).

در ادامه تحقیقات صورت گرفته در ارتباط با هموویژلانس می‌توان به صحبت‌های گونجان و همکارانش در سال ۲۰۱۴ اشاره نمود. ایشان در تائید نیاز به هموویژلانس در جهت ایجاد رضایت و امنیت اهداکننده و مصرف‌کننده و بهبود گردش محصولات خونی توسط استقرار این سیستم، به بسترسازی‌های مناسب جهت پیاده‌سازی و اجرای آزمایشی سیستم مراقبت از خون در یک منطقه کوچک و سپس تعمیم آن به کل کشور اشاره می‌کند(۵).

یکی از انواع فناوری‌های بی‌سیمی که می‌تواند به افزایش کیفیت ارائه خدمات و زنجیره عملیاتی فرآورده‌های خونی در بیمارستان‌ها کمک شایانی نماید، فناوری ردفاشگر RFID می‌باشد. این فناوری، توانسته است ارائه خدمات بیمارستانی را آسان‌تر و کارآمدتر نماید(۷، ۶).

این سیستم به شناسایی اشیا و اجسام به کمک امواج رادیویی می‌پردازد و زمانی که بر چسب بر روی جسم در محدوده عملکرد برچسب‌خوان قرار می‌گیرد، از طریق ایجاد میدان مغناطیسی اطلاعات را توسط آنتن به برچسب‌خوان منتقل می‌کند(۹، ۸).

این فناوری در بیمارستان‌ها توانسته است موجب شناسایی دقیق بیمار و انتقال صحیح اطلاعات وی شود و رضایتمندی بیشتری را برای بیماران فراهم کرده و با بهبود عملکرد، هزینه‌های بیمارستانی را کاهش دهد. اما علی‌رغم این مزایا، ممکن است این فناوری مشکلاتی را هم در بیمارستان ایجاد نماید که برای پیاده‌سازی موفقیت‌آمیز باید به آن توجه نمود(۱۰).

جیانگ و همکاران خطای انتقال خون در ۱۴۰۰۰ مرکز در ایالت متحده را برآورد کرده و پیشنهاد اضافه کردن لایه ردفاشگر به چرخه ایمنی انتقال خون را داده‌اند. یک حسگر اثر انگشت با ردفاشگر برای فعال کردن فرآیند شناسایی اهداکننده خون جهت اطمینان و اعتبار بیشتر ترکیب می‌گردد. بهبود بهره‌وری و کیفیت در فرآیندهای مرکز خون، می‌تواند هزینه سرمایه‌گذاری را در یک دوره ۴ ساله جبران کند(۱۲، ۱۱).

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-04]

گزارش‌ها نشان می‌دهد که تزریق خون اشتباه یکی از خطاهای رایج است که در بسیاری از موارد منجر به مرگ می‌شود و معمولاً برای بیمارانی که می‌بایست تحت عمل جراحی قرار گیرند، رخ می‌دهد. به طور مثال می‌توان از تزریق خون نوع نامناسب یا تحویل خون اشتباه به بیمار و هم چنین شناسایی نادرست گروه خونی در محیط نقل و انتقال خون نام برد(۱۴، ۱۳). در این راستا، بهره‌گیری از فناوری ردفاشگر موجب بالا بردن دقت و جلوگیری از اشتباهات بزرگ می‌شود.

با وجود پتانسیلی که ردفاشگر در بهبود کارآیی بخش‌های مختلف پزشکی و کاهش هدر رفت‌ها و خطاها می‌تواند داشته باشد، از این فناوری در بیمارستان‌های کشورمان به ندرت استفاد شده است که البته دلایل خاص خود را دارد(۱۵، ۱). امیدوار هستیم که این مطالعه بتواند تاثیر مثبت فناوری رد فاشگر(RFID) در تامین اهداف سیستم مراقبت از خون را حداقل در بخش درون بیمارستانی توجیه نماید.

از آن جایی که هر فناوری جدید چالش‌های مربوط به خود را دارد، شناسایی این چالش‌ها می‌تواند سهم به سزایی در بهره‌وری آن داشته باشد، قدم اول در پیاده‌سازی و استفاده از این تکنولوژی جدید و یا هر تکنولوژی جدید دیگر در بخش خدمات، بررسی اثرات آن بر عملکرد است و گام‌های اجرایی و پیاده‌سازی عملیاتی در مراحل بعدی قرار خواهد گرفت(۱۶).

با توجه به این موضوع و درک نیاز بهداشت و درمان به بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در بالابردن سطح خدمات، در این تحقیق به عنوان اصلی‌ترین محور با بهره‌گیری از روش شبیه‌سازی به بررسی اثرات به‌کارگیری فناوری ردفاشگر بر ارتقاء سلامت کیفیت خدمات و کاهش هدر رفت‌های خونی که از اهداف سیستم مراقبت از خون می‌باشد، پرداخته شده است.

در زمینه استفاده از ردفاشگر در مدیریت بانک خون نیز مطالعه‌هایی صورت گرفته است. آدارش و همکارانش در سال ۲۰۱۴ مطالعه‌هایی را در زمینه مدیریت حمل و نقل محصولات خونی و کاهش هدر رفت‌های این محصولات و خطاهای حمل و نقل سنتی در بیمارستان‌های کشور هند انجام داده‌اند. بخشی از این خطاها ناشی از سهل انگاری و خطاهای انسانی می‌باشد. هم چنین در این مقاله ذکر شده است که برای حل این مشکلات نیاز به یک سیستم مدرن و مبتنی بر اتوماسیون می‌باشد که در این بین می‌توان از سیستم ردفاشگر به عنوان یک راه‌کار نام برد(۱۷). آن چه که در این مقاله بر مطالعه‌های پیشین اضافه نموده‌ایم و سعی کردیم جهت دستیابی به نتایج نزدیک به واقعیت از آن استفاده کنیم، شبیه‌سازی جابه‌جایی‌های محصولات خونی با داده‌های واقعی برگرفته از بیمارستان‌های مستقر در ایران می‌باشد.

دیویز و همکارانش در سال ۲۰۰۹ بر روی تاثیر اجرای RFID در زنجیره تامین گلبول قرمز و پلاکت در کشور آمریکا کار کرده‌اند. از نظر آن‌ها این سیستم به ایجاد یک زیر ساخت دقیق برای اهدای خون رگ به رگ و ردیابی محصولات خونی، کاهش خطا و افزایش ایمنی بیماران، و افزایش بهره‌وری و کیفیت در زنجیره عرضه محصول خون کمک خواهد کرد(۱۶).

از این رو هدف اصلی از این تحقیق، شناسایی هدر رفت‌ها در فرآیند گردش خون در بیمارستان با استفاده از ابزارهای ردیابی برای بهبود گردش محصولات خونی بیمارستان و کاهش هدر رفت خون بود که می‌توان از آن به عنوان «سامانه پگاه فرآورده خونی» نام برد. در واقع پگاه مخفف پایش گذر و استفاده هدفمند می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش بر پایه نیازی واقعی و ملموس در محیط بیمارستان شکل گرفته و پژوهشی کاربردی محسوب می‌گردد که با استفاده از نتایج تحقیقات بنیادی به منظور بهبود و به کمال رساندن رفتارها، روش‌ها، ابزارها، وسایل، تولیدات، ساختارها و الگوهای مورد استفاده جوامع انسانی انجام می‌شود. با توجه به این که این تحقیق در محیطی واقعی بررسی گردیده، از نوع میدانی می‌باشد.

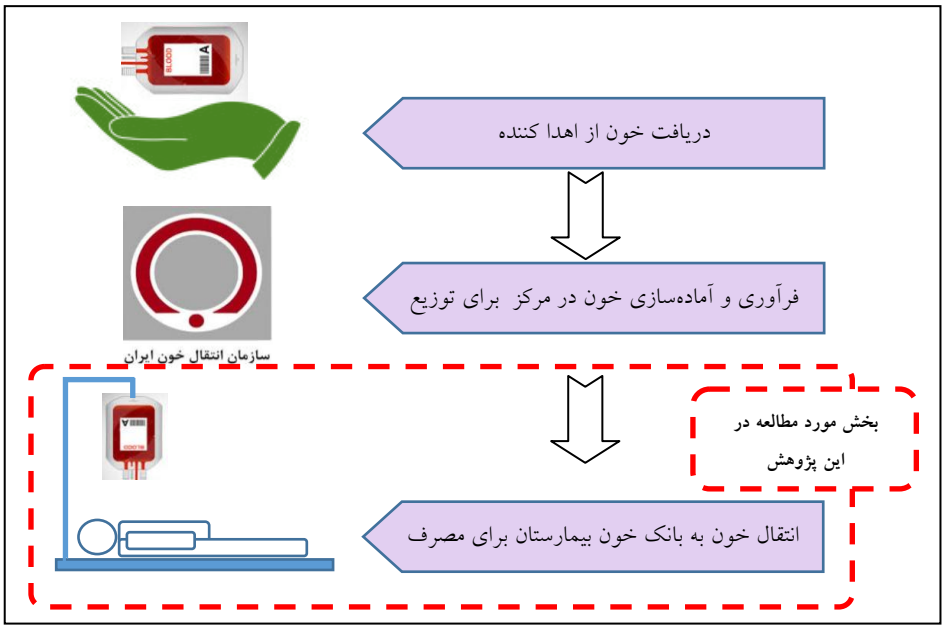
بیمارستان مورد بررسی بیمارستان مستقر در شمال تهران بود که دارای یک بخش بانک خون مستقر در طبقه همکف ساختمان مرکزی است. این بخش زیر نظر آزمایشگاه بیمارستان اداره می‌گردد. بخش بانک خون با ۹

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-04]

بخش از بیمارستان در ارتباط است و آن‌ها را از نظر نیاز به بسته خونی تامین می‌کند. این بخش‌ها شامل ICU ، اورژانس، سینا، دکتر رسولی، قلب، شفا، پیوند، سروش و امید می‌شوند.

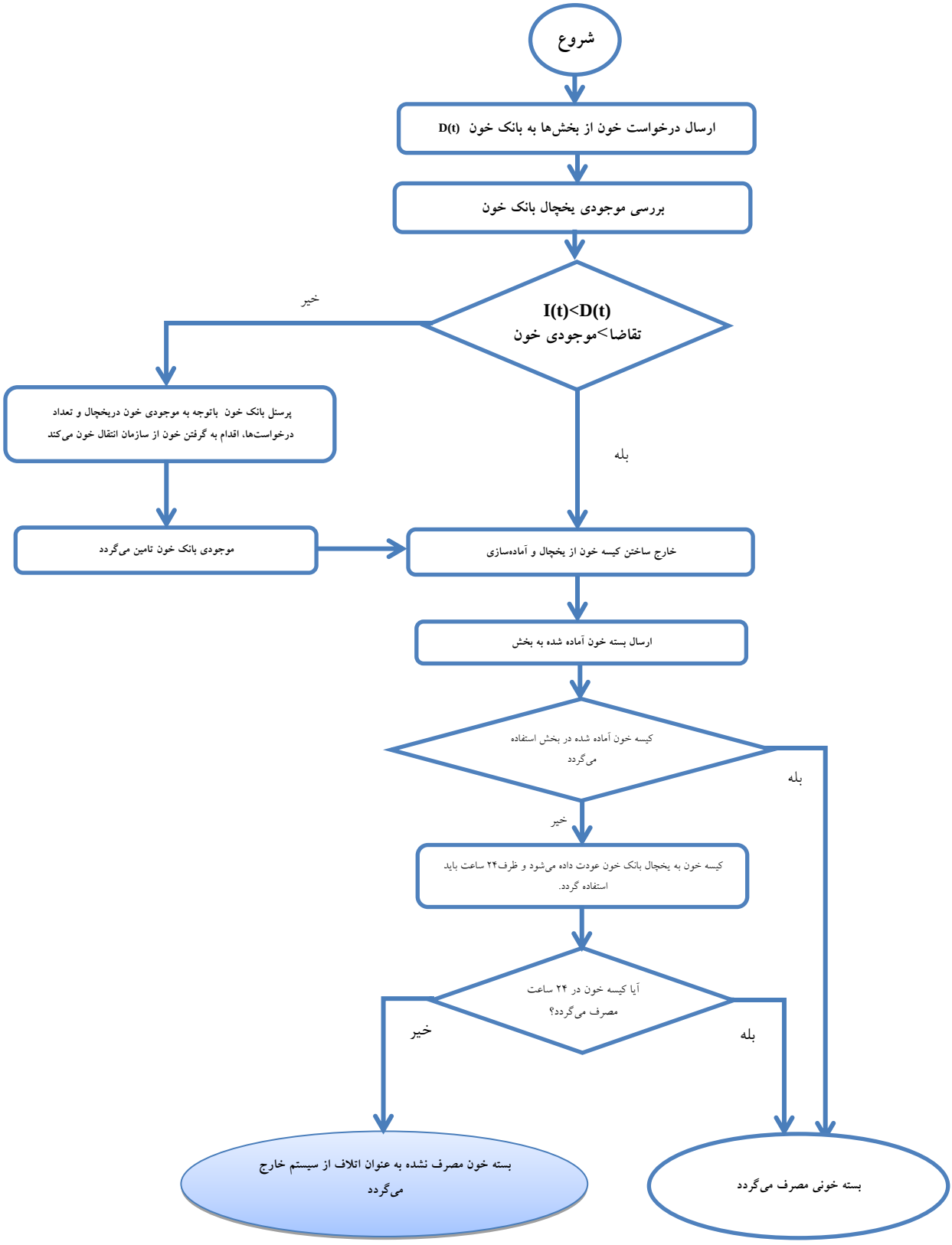
در این مطالعه ابتدا به شناسایی فرآیند گردش محصولات خونی در بیمارستان، به کمک دنبال کردن مسیر جابه‌جایی کیسه‌های خون، مشاهده فرآیندها و کمک گرفتن از سرپرست بانک‌خون و اتاق عمل، اعضای هیئت علمی بیمارستان و واکاوی هدر رفت کیسه خون در بانک خون پرداخته شده است. در مرحله بعد به جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز و نرخ ورود بیماران و درخواست خون از سوی بخش‌ها پرداخته و با وارد کردن داده‌ها در نرم‌افزار ED و ایجاد مدل مجازی، گلوگاه‌های موجود را شناسایی کرده و سپس با اعمال ردفاشگر در سیستم بانک خون، سعی در کاهش هدر رفت‌ها و رفع گلوگاه‌ها می‌شود و در نهایت مدل بعد از اعمال ردفاشگر با قبل از آن مقایسه و تحلیل گردیده است. جهت مقایسه آماری از نرم افزار Minitab استفاده گردید.

روش‌های شبیه‌سازی به منظور مشاهده رفتارهای پویای یک سیستم و بهینه‌سازی عملکرد سیستم‌ها توسعه یافته‌اند. در واقع یکی از روش‌هایی که برای شناخت وضع موجود و بهبود عملکرد سیستم‌ها به کار می‌رود، شبیه‌سازی است. این روش یکی از پر قدرت‌ترین و مفیدترین ابزارهای تحلیل عملکرد فرآیندهای پیچیده سیستم‌ها است. در یافتن تاثیر رد فاشگر بر ارتقا سطح کیفیت خدمات و کاهش هدر رفت‌ها در گردش محصولات خونی، استفاده از شبیه‌سازی نسبت به انجام آزمایش واقعی به علت هزینه پایین‌تر ارجحیت دارد. برای شبیه‌سازی مدل گردش جریان خون از نرم‌افزار ED (Enterprise Dynamic) استفاده شده است. از بین روش‌های شبیه‌سازی، شبیه‌سازی گسسته پیشامد یک روش تحلیلی و قابل استفاده در مدلسازی و زیر مجموعه تحقیق در عملیات است که به کاربران نهایی مانند مدیران بیمارستان، این اجازه را می‌دهد تا بازدهی سیستم‌های مراقبت از سلامت را ارزیابی نموده و سؤالاتی به صورت «چه شود- اگر» را مطرح نمایند. در واقع شبیه سازی سیستم‌های گسسته پیشامد عبارت است از مدلسازی سیستم‌هایی که متغیر حالت آن‌ها تنها در مجموعه‌ای از مقاطع گسسته زمان تغییر می‌کند. به طور مجازی تغییراتی را در سیستم اعمال کرده و نتایج را ببینند و در نهایت بتوانند یک سیستم جدید و مطلوب طراحی کنند. روش شبیه‌سازی ED نیز ، شبیه‌سازی گسسته پیشامد می‌باشد (۱۸، ۱۹).



شکل ۱ : مسیر گذر خون از اهدا تا مصرف

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-04]



شکل ۲: نمودار جریان فرآیند درخواست و جابه‌جایی بسته خون

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-04]

به طور کلی خون پس از دریافت از اهداکننده به مرکز انتقال خون جهت آماده‌سازی برای توزیع ارسال می‌گردد و مرکز انتقال خون بر اساس اعلام نیاز بیمارستان‌ها، بسته‌های خون را در اختیارشان قرار می‌دهد. قسمتی که در این پژوهش مورد مطالعه قرار گرفته است، بررسی مسیر گردش خون پس از انتقال به بانک خون بیمارستان بود (شکل‌های ۱ و ۲).

برای تفسیر بهتر عملکرد یک فرآیند از نمودار جریان فرآیند استفاده می‌گردد. فرآیند گردش محصولات خونی در بیمارستان، به وسیله مشاهده و ردیابی کیسه‌های خون در بین بانک خون و بخش‌ها به طور کامل شناسایی شده و در نهایت نگاشت جریان فرآیند استخراج و ترسیم گردید.

در ابتدا درخواست بسته خونی از بانک خون توسط بخش ارسال می‌گردد، در صورتی که بانک خون آن نوع فرآورده خونی را موجود نداشته باشد، طی دو بار در روز از مرکز انتقال خون درخواست می‌کند. فرآورده مورد نظر پس از ارسال از مرکز انتقال خون در یخچال‌های مخصوصی که در بانک خون بیمارستان موجود است ذخیره می‌شوند. طبق درخواست بخش، فرآورده خونی آماده‌سازی شده و به بخش منتقل می‌شود. در صورتی که در بخش بنا به هر دلیلی از جمله عدم انطباق استفاده نگردد، به عنوان بسته خونی بازگشتی به یخچال بانک خون برگردانده می‌شود. این بسته‌های خونی لازم است تا ۲۴ ساعت مصرف گردند، در غیر این صورت باید به عنوان هدر رفت دور ریخته شوند(شکل ۲).

داده‌های ورودی مدل شبیه سازی شامل سه بخش اصلی است:

۱- توزیع ورود بیماران به بخش های مختلف بیمارستان؛ فرآیند ورود پواسون: فرض می‌شود که مراجعه بیماران به بخش‌ها طبق فرآیند پواسون انجام شده و زمان بین دو ورود بیماران از توزیع نمایی برخوردار است. این فرض در بسیاری از سیستم‌های تولیدی و خدماتی برای توزیع ورود نهاده‌های مدل شبیه‌سازی از خارج از سیستم به داخل آن، منطقی و پذیرفتنی است(۲۰). با توجه به تعداد مراجعان به هر بخش در طول یک ماه، اطلاعات در جدول جمع‌آوری شد(جدول ۱).

جدول ۱: توزیع ورود بیماران

بخش	تعداد مراجعان به بخش	توزیع زمان بین دو ورود بیماران (ساعت)
ICU بخش	۳۵	۲۰/۵۷
بخش امید	۱۳۲	۵/۴۵
اورژانس	۲۸	۲۵/۷۱
پیوند	۱۸	۴۰/۰۰
دکتر رسولی	۴۵	۱۶/۰۰
سروش	۱۰۰	۷/۲۰
سینا	۱۰	۷۲/۰۰
شفا	۸۰	۹/۰۰
قلب	۲	۳۶۰/۰۰

۲- توزیع مصرف فرآورده‌های خونی در هر بخش؛ توزیع تجربی با توجه به الگوهای مصرف: به عنوان نمونه برای بخش «امید»، الگوهای مختلف مصرف، طبقه‌بندی شده‌اند و تواتر مشاهده در رکوردهای داده شمارش شده است. در این بخش برای ۱ ماه از تعداد ۱۳۲ رکورد داده استفاده شده است. احتمال رخداد هر الگوی مصرف با توجه به کل تعداد رکوردهای داده و تواتر آن به دست آمده است.

جدول ۲: احتمال عدم مصرف(مغایرت) برای هر بسته از فرآورده خونی

فرآورده/بخش	F.F.P (درصد)	کراس‌مچ (درصد)	کرایو (درصد)
ICU	۷/۱۴	۲۶/۴۳	۶/۵۷
امید	۱/۵۲	۴۲/۸۰	۶/۰۶
اورژانس	۷/۱۴	۴۴/۶۴	۱۳/۹۳
پیوند	۵۰/۰۰	۸۰/۵۶	۵/۵۶
دکتر رسولی	۱۰/۰۰	۳۳/۸۹	۱۲/۷۵
سروش	۰/۰۰	۵۸/۵۲	۰/۰۰
سینا	۰/۰۰	۵۵/۰۰	۰/۰۰
شفا	۳/۴۴	۳۰/۶۳	۵/۵۰
قلب	۰/۰۰	۵۰/۰۰	۵۰/۰۰

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-04]

۳- توزیع مغایرت برای هر بسته از فرآورده‌های خونی در هر بخش(توزیع برنولی): احتمال این که یک بسته فرآورده خونی در هر بخش مصرف نشود و تبدیل به مغایرت گردد، محاسبه می‌شود. طریقه محاسبه به این شکل است که مجموع هر ستون تقسیم بر حاصل ضرب تعداد رکوردهای داده(ردیف‌ها) در بیشینه مغایرت ممکن می‌شود(جدول ۲).

همان طور که ملاحظه گردید، جهت اجرای شبیه‌سازی ۹ بخش و ۳ نوع فرآورده خونی از جمله FFP ، Cross Match و Cryo در نظر گرفته شده‌اند.

صحه‌گذاری مدل مجازی: یکی از داده‌های مهم از ورودی‌های مدل شبیه‌سازی، احتمال رخداد مغایرت برای هر بسته خونی است. این احتمالات می‌تواند به ازای ضریب افزایشی یا کاهشی، نرخ مغایرت را تغییر دهد. برای این منظور فرض شده است که این ضریب با نماد α نمایش داده می‌شود. بدین ترتیب با کمتر شدن این ضریب، انتظار داریم که نتایج به سمت کاهش تلفات فرآورده‌های خونی تمایل داشته باشد. روند مشاهده شده در نمودار مطابق با روند مورد انتظار می‌باشد و در نتیجه مدل شبیه سازی از صحت کارکرد لازم برخوردار است.

تصدیق مدل مجازی: جهت اعتبارسنجی نتایج به دست آمده از مدل شبیه‌سازی، قبل از اعمال سناریوهای پیشنهادی، از برآورد تعداد بسته‌های دریافتی از مرکز انتقال خون استفاده شده است(جدول ۳).

جدول ۳: نتایج شبیه‌سازی برای شاخص کل حجم تلفات کلیه فرآورده‌های خونی در شش ماه

ماکزیمم	مینیمم	حد بالا (95%)	حد پایین (95%)	انحراف معیار	متوسط
۱۴۸۷	۵۱۵	۱۲۹۷/۲۲	۷۴۹/۵۸	۳۸۲/۶۳	۱۰۲۳/۴

با توجه به این که شبیه‌سازی برای مدت ۶ ماه انجام شده است، مقادیر در عدد ۶ ضرب شده و مبنای مقایسه با نتایج شبیه‌سازی خواهد بود. جهت معتبر بودن نتایج شبیه‌سازی، باید مقادیر واقعی خون دریافتی از مرکز انتقال خون، در فاصله اطمینان به دست آمده از خروجی نرم‌افزار قرار بگیرد که با مقایسه نتایج شبیه‌سازی و داده‌های واقعی، نشان می‌دهد برای هر چهار فرآورده خونی، مقادیر واقعی در فاصله اطمینان ۹۵٪ از خروجی شبیه‌سازی قرار دارند. در نتیجه مدل شبیه‌سازی از اعتبار لازم برای انجام سناریوهای پیشنهادی برخوردار است.

در جهت تحلیل خروجی شبیه‌سازی، شاخص‌های زیر در نظر گرفته شده‌اند:

- متوسط حجم و درصد تلفات به تفکیک فرآورده خونی
- کل حجم تلفات
- متوسط ورودی بسته های خونی از مرکز انتقال خون

یافته‌ها

در این قسمت به اجرای برنامه شبیه‌سازی و گرفتن خروجی از شاخص‌ها پرداخته شد. جهت گرفتن خروجی و مشاهده نتایج مدلسازی از منوی experiment wizard در یک دوره شش ماهه استفاده شده است.

نتایج شبیه‌سازی برای شاخص‌های متوسط حجم و درصد تلفات به تفکیک فرآورده خونی و کل حجم تلفات در جداول ۳، ۴ و ۵ آورده شده است.

با توجه به مقادیر آمده در جدول ۳ و ۴ ، میزان هدر رفت کیسه‌های خونی قابل توجه می‌باشد که این هدر رفت ناشی از عدم مغایرت و بازگشت بسته‌های خونی از بخش‌ها و یا سهل‌انگاری پرسنل بانک خون در جهت بررسی تاریخ مصرف بسته‌های خونی می‌باشد.

با توجه به این که از سیستم ردفاشگر می‌توان جهت ردیابی محصولات از جمله بسته‌های خونی و نگهداری اطلاعات آن‌ها استفاده نمود، سناریوی بهبود را در جهت اعمال ردفاشگر در سیستم گردش محصولات خونی و بررسی نتایج حاصله قرار دادیم.

سیستم ردفاشگر به طرق مختلف می‌تواند به کار گرفته شود، که شاید تشریح این موضوع خارج از بحث این تحقیق باشد. در کل با اتصال برچسب‌های ردفاشگر بر روی بسته‌های خونی و قرار دادن برچسب‌خوان‌هایی در مسیر گردش محصولات خونی، می‌توان به طور سیستماتیک جابه‌جایی محصولات خونی را ردیابی نمود.

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-04]

جدول ۴: نتایج شبیه‌سازی برای شاخص حجم و درصد تلفات به تفکیک فرآورده‌های خونی

FFP						
حجم تلفات در ۶ ماه	متوسط	انحراف معیار	حد پایین (٪۹۵)	حد بالا (٪۹۵)	حداقل	حداکثر
Wastage	۵۵/۸	۲۳/۳۸	۳۹/۰۷	۷۲/۵۳	۰	۸۱
FFP						
درصد تلفات	متوسط	انحراف معیار	حد پایین (٪۹۵)	حد بالا (٪۹۵)	حداقل	حداکثر
Percentage of Blood wastel	۰/۲	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۳۱	۰	۰/۵۹
Cross Match						
حجم تلفات در ۶ ماه	متوسط	انحراف معیار	حد پایین (٪۹۵)	حد بالا (٪۹۵)	حداقل	حداکثر
Wastage	۸۱۲/۵	۳۸۹/۷۷	۵۳۳/۵۷	۱۰۹۱/۴۳	۳۴۳	۱۲۷۳
Cryo						
درصد تلفات	متوسط	انحراف معیار	حد پایین (٪۹۵)	حد بالا (٪۹۵)	حداقل	حداکثر
Percentage of Blood waste2	۰/۵۱	۰/۲۱	۰/۳۶	۰/۶۶	۰/۳۶	۰/۹۴
Cryo						
درصد تلفات	متوسط	انحراف معیار	حد پایین (٪۹۵)	حد بالا (٪۹۵)	حداقل	حداکثر
Percentage of Blood waste4	۰/۲۱	۰/۳۲	−۰/۰۲	۰/۴۴	۰/۰۳	۰/۹۲

جدول ۵: نتایج شبیه‌سازی برای شاخص حجم ورودی فرآورده‌های خونی از مرکز انتقال خون

FFP					
متوسط	انحراف معیار	حد پایین (٪۹۵)	حد بالا (٪۹۵)	حداقل	حداکثر
۶۰/۸	۷/۶۴	۵۵/۳۳	۶۶/۲۷	۴۷	۷۲
Cross Match					
متوسط	انحراف معیار	حد پایین (٪۹۵)	حد بالا (٪۹۵)	حداقل	حداکثر
۶۵۰/۴	۲۷/۵۳	۶۳۰/۷	۶۷۰/۱	۶۲۳	۷۱۷
Cryo					
متوسط	انحراف معیار	حد پایین (٪۹۵)	حد بالا (٪۹۵)	حداقل	حداکثر
۶۱۶	۲۵/۰۵	۵۹۸/۰۸	۶۳۳/۹۲	۵۷۳	۶۵۱

جدول ۶: نتایج شبیه‌سازی برای شاخص کل حجم تلفات کلیه فرآورده‌های خونی در شش ماه پس از اعمال RFID

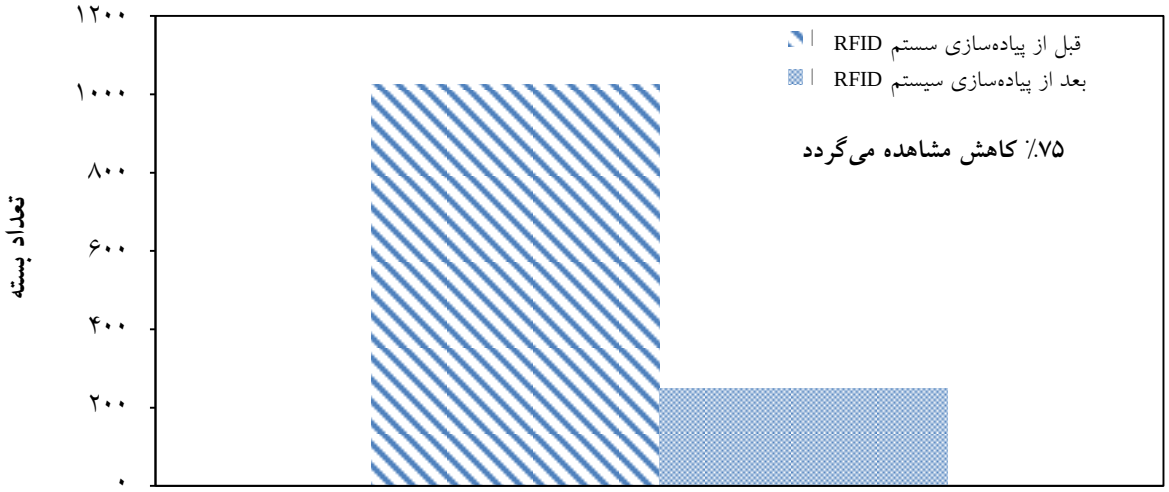
متوسط	انحراف معیار	حد پایین (٪۹۵)	حد بالا (٪۹۵)	حداقل	حداکثر
۲۴۹/۲	۲۱۷/۰۵	۹۳/۸۷	۴۰۴/۵۳	۸۹	۸۰۵

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-04]

از این رو در حالتی که تاریخ بسته‌های خونی روبه انقراض می‌باشد و یا در حالتی که این بسته‌ها به دلیل خارج شدن از یخچال لازم است سریع‌تر مصرف گردند، با استفاده از سیستم ردفاشگر می‌توان مدیریت نمود.

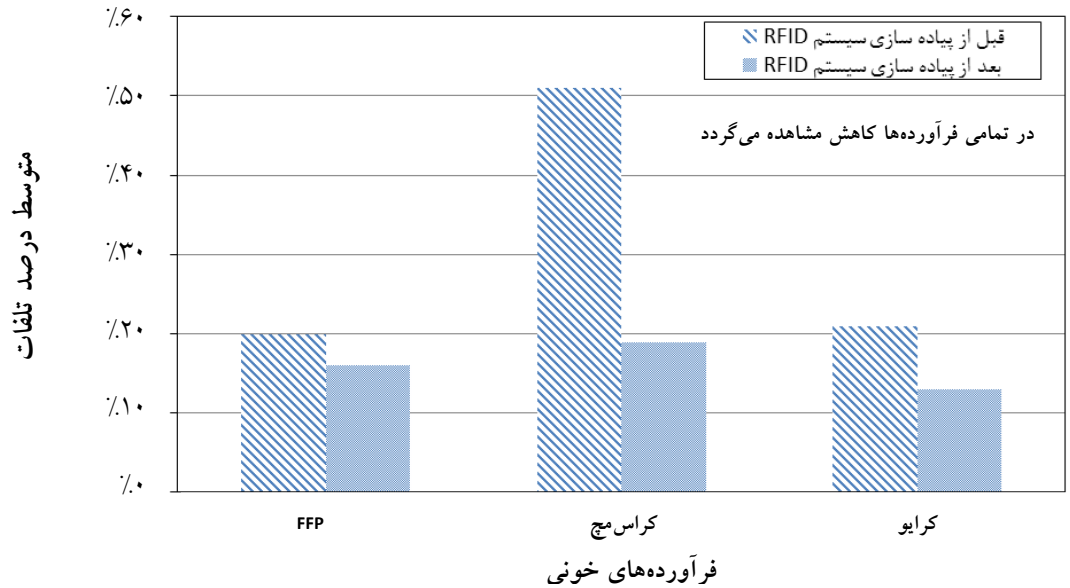
یکی از اقداماتی که در جهت مدل‌سازی تاثیر سامانه ردفاشگر بر عملکرد و منطق مدل شبیه‌سازی، صورت گرفته است، بدین صورت است که نظم صف و سیاست برداشت بسته‌ها از بانک خون از حالت تصادفی به حالت نظم FIFO (Firstin First out) و نیز نظم اولویت با توجه به برچسب تعریف شده برای بسته های بازگشتی، تغییر یافته است.

به عنوان نمونه تاثیر این سیستم بر کل حجم تلفات محاسبه شده است(جدول ۶). هم چنین نمودارهای ۱، ۲ و ۳ مقایسه حجم کلی تلفات و حجم تلفات به تفکیک فرآورده‌ها و نهایتاً متوسط ورودی بسته‌های خونی از مرکز انتقال خون، قبل و بعد از اجرای سیستم ردفاشگر را نشان داده‌اند(نمودارهای ۳-۱).



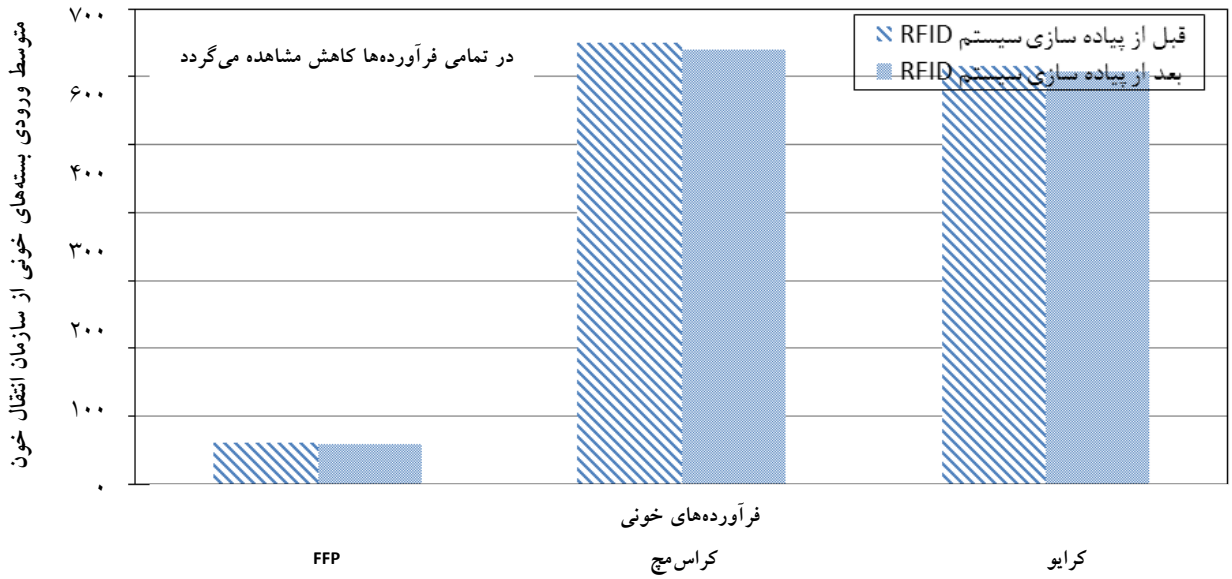
کل حجم تلفات کلیه فرآورده‌های خونی در ۶ ماه

نمودار ۱ : متوسط کل حجم هدر رفت فرآورده‌های خونی قبل و بعد از پیاده‌سازی ردفاشگر(در طول ۶ ماه)



نمودار ۲ : متوسط درصد تلفات فرآورده‌های خونی قبل و بعد از پیاده‌سازی ردفاشگر (در طول شش ماه)

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-04]



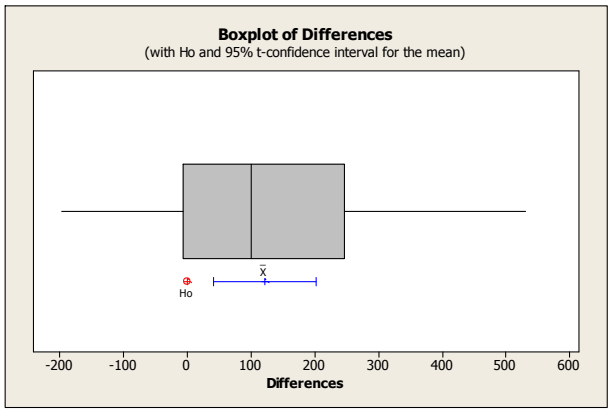
نمودار ۳ : متوسط ورودی بسته‌های خونی از مرکز انتقال خون قبل و بعد از پیاده‌سازی ردفاشگر(در طول ۶ ماه)

بحث

نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که متوسط کل حجم هدر رفت فرآورده‌های خونی بعد از پیاده‌سازی ردفاشگر (در طول شش ماه)، به اندازه ۷۵٪ کاهش داشته است. هم چنین متوسط درصد تلفات بعد از پیاده‌سازی ردفاشگر (در طول شش ماه) برای فرآورده‌های پلاسمای تازه منجمد، واحدهای خونی کراس‌مچ شده و کرایو پرسیپیتیت به ترتیب به میزان ۲۰٪ ، ۶۲/۷٪ و ۳۸/۱٪ کاهش داشته است. یکی از مهم‌ترین نتایج حاصل شده از پیاده‌سازی ردفاشگر همین موضوع می‌باشد، که در واقع هدف اصلی تحقیق یعنی مراقبت از خون را پوشش می‌دهد(نمودار ۳).

آزمایش آماری اختلاف میانگین‌ها نشان می‌دهد که با ۹۵٪ اطمینان، اختلاف معناداری بین میانگین کل هدر رفت قبل و بعد از RFID وجود دارد. در واقع با احتمال حداقل ۹۵٪ فرض صفر رد می‌شود و بهبود ایجاد شده بعد از سیستم RFID معنادار است(نمودار ۳).

با توجه به نتایج متوسط ورودی بسته‌های خونی از مرکز انتقال خون بعد از پیاده‌سازی ردفاشگر(در طول شش ماه) برای فرآورده‌های پلاسمای تازه منجمد، واحدهای خونی کراس‌مچ شده و کرایو پرسیپیتیت به ترتیب به میزان ۴/۴٪، ۱/۶٪ و ۱/۳٪ کاهش داشته است که این کاهش در جهت صرفه‌جویی و ذخیره فرآورده‌های خونی به عنوان یک سرمایه انسانی بسیار با ارزش می‌باشد(نمودار ۴).



نمودار ۴ : نتیجه آزمون t-test

نتیجه‌گیری

در این پژوهش به منظور بهبود کیفیت خدمات و جلوگیری از هدر رفت بسته‌های خونی و مراقبت از خون، بر روی گلوگاه‌های موجود در مسیر گردش محصولات خونی که سبب هدر رفت کیسه‌های خونی می‌گردند، تمرکز گردید که دستاوردهای زیر را به همراه داشت:

- مدل‌سازی مسیر گردش محصولات خونی در بیمارستان توسط شبیه‌سازی گسسته پیشامد
- شناسایی انواع هدر رفت‌های موجود در بانک خون

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-04]

– شبیه‌سازی سناریوی بهبود
– نمایش تاثیر سیستم ردفاشگر بر کاهش هدر رفت‌ها، به طوری که متوسط کل حجم هدر رفت فرآورده‌های خونی بعد از پیاده‌سازی RFID (در طول شش ماه) به اندازه ۷۵٪ کاهش داشته است.

به کارگیری ابزار شبیه‌سازی و تلفیق آن با بحث‌های بهداشت و درمان و سیستم رد فاشگر به منظور کاهش هدر رفت و ارایه خدمات بهتر در بانک خون صورت گرفته است و ارزش این پژوهش زمانی مشخص می‌شود که با پیاده‌سازی سیستم رد فاشگر در حداقل یکی از بخش‌های پر مصرف خون، کاهش هدر رفت و بهبود خدمات مشاهده گردد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری مدیریت و پرسنل بانک خون بیمارستان مورد بررسی و پایگاه انتقال خون که در پیشبرد این پژوهش ما را یاری نمودند، سپاسگزاریم.

References :

1- Sepehri MM, Mollabagher M. A model for implementating Radio Ferequency Identification Techkoligy in Hospitals. A case study: surgery Wards in Firouzgar Hospital. Journal of Health Administration 2011; 14(44): 33-40. [Article in Farsi]
2- Rezaei N, Maarefdoust Z, Amini Kafiabad S, Mehdizadeh MR, Birjandi F. Evaluation of the blood usage and wastage in Kerman hospitals. Sci J Iran Blood Transfus Organ 2013; 10(3): 213-21. [Article in Farsi]
3- Zolfaghari Anaraki S. The Comprehensive Atlas of Blood Transfusion. Tehran: Zohd Publications; 2012. p. 4 & 339. [Persian]
4- de Almeida C Neto. Tools to implement and improve blood donor hemovigilance in Brazil. Rev Bras Hematol Hemoter 2014; 36(2): 106-7.
5- Sharma G, Nath Kaushik DSK. Haemovigilance: a system to improve safety in blood transfusion process. World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences 2014; 3(6): 1889-98.
6- Fisher J, Monahan T. Tracking the social dimensions of RFID systems in hospitals. Int J Med Inform 2008; 77(3): 176-83.
7- Gupte SC. Automation in Blood Centre: Its impact on Blood Safety. Asian J Transfus Sci 2015; 9(Suppl 1): S6-S10.
8- Ting SL, Kwok SK, Tsang AH, Lee WB. Critical Elements and Lessons Learnt from the Implementation of an RFID-enabled Healthcare Management System in a Medical Organization. J Med Syst 2011; 35(4): 657-69.
9- Zare Ravasan A, Pashaie Soorkali Z. Studying RFID Consumer Acceptance Using TAM: the Case of IUST Students. Iranian Journal of Information Processing & Management 2011; 27(1): 171-88. [Article in Farsi]
10- Vanany I, Shaharoun ABM. Barriers and Critical Success Factors towards RFID Technology Adoption in South-East Asian Healthcare Industry. In: Proceedings of The 9th Asia Pasific Industrial Engineering & Management Systems Conference 2008; p. 148-55.
11- Jiang M, Xing B, Sun Z, Fu P, Chen H, Chen M, *et al*. A dynamic blood information management system based on RFID. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc 2005; 1: 546-9.
12- Yao W, Chu CH, Li Z. The adoption and implementation of RFID technologies in healthcare: a literature review. J Med Syst 2012; 36(6): 3507-25.
13- Abarca A, de la Fuente M, Abril JM, García A, Pérez-Ocón F. Intelligent sensor for tracking and monitoring of blood temperature and hemoderivatives used for transfusions. Sensors and Actuators A: Physical 2009; 152(2): 241-7.
14- Wei Xu, Zhoatong Lian, Xifan Yao. Integrating RFID with blood supply chain: A Technical and business Analysis. IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management 2013; 1087-91.
15- Aguado Correa F, Álvarez Gil MJ, Redin LB. Benefits of connecting RFID and Lean principle in health care. Business Economics Series 2005; 1-13.
16- Davis R, Geiger B, Gutierrez A, Heaser J, Veeramani D.
Tracking blood products in blood centres using radio fr equency identification: a comprehensive assessment. Vox Sang 2009; 97(1): 50-60.
17- Adarsh N, Arpitha J, Danish A, Mahesh Charan N. Effective blood bank management based on RFID in real time systems. International Conference on Embedded Systems; 2014. p. 287-90.
18- Adabi Golzar R. Simulation management decisions. Tadbir 2006; 14(177): 21. [Article in Farsi]
19- Janz BD, Pitts MG, Otondo RF. Information systems and health care II: back to the future with RFID: lessons learned-some old, some new. Communications of the Association for Information Systems 2005; 15: 132-48.
20- Banks J, Carson J, Nelson BL, Nicol D. [Mahlouji H. Discrete-Event System Simulation]. Tehran:Sharif University Publishing; 2005. p. 160-5.

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-04]

Sci J Iran Blood Transfus Organ 2016; 13(3): 185-196

Original Article

Designing an RFID-enabled wasteless system for hemovigilance

Soleymani M.[1], Sepehri M.M.[2,3], Khatibi T.[2], Shams Asenjan K.[4]

[1]Department of Industrial Engineering, South Tehran Branch of Azad University , Tehran, Iran
[2]Faculty of Industrial and Systems Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[3]Hospital Management Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[4]Blood Transfusion Research Center, High Institute for Research & Education in Transfusion Medicine, Tehran, Iran

Abstract

Background and Objectives

The improvement of the quality of health care services, the enhancement of the safety in services, the establishment of patient satisfaction, and hemovigilance are some of the main factors which illustrate the necessity of using new technologies in health care services. RFID is a type of wireless technology which can help to increase the quality of services provided in hospitals. The purpose of this study is to identify waste in the blood use in hospitals, apply tracking tools to improve the use of blood products, and reduce the loss of blood.

Materials and Methods

The research is based on the real and tangible need in the hospital environments and it is an applicable research. To find the impact of RFID system on the improvement of service quality and the reduction of the blood wastage, it was put to a simulation test that was favored over the real test for the reasons of cost effectiveness. In this study, after reviewing the current situation and identifying the causes of blood wastage, "Discrete Event" simulation and Enterprise Dynamic (ED) software were used to simulate the proposed model and improvement scenario (using RFID).

Results

Simulation results show that the average total loss of blood products, after implementation of RFID (over six months), has experienced a decrease rate of about 75%.

Conclusions

RFID system can affect the inventory management, and make real-time tracking and recording of information possible thereby ensuring more accuracy in blood transfusion attempts.

Key words: Blood Banks, Hemovigilance, Radio Frequency Identification, Computer Simulation

Received: 9 Aug 2015
Accepted: 11 May 2016

Correspondence: Sepehri MM., Professor of Healthcare Systems Engineering of Faculty of Industrial and Systems Engineering, Tarbiat Modares University and Hospital Management Research Center, Iran University of Medical Sciences.
Postal Code: 1411713114, Tehran, Iran. Tel: (+9821) 82883379; Fax: (+9821) 82883379
E-mail: *mehdi.Sepehri@modares.ac.ir*

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-04]