

## ارزیابی اثر سیستم مدیریت نگهداری پیشگیرانه بر عملکرد تجهیزات پزشکی مراکز انتقال خون ایران (IBTO)

محمد فلاح تفتی<sup>۱</sup>، رضا گلستانی شیشوان<sup>۲</sup>، احسان فلاح تفتی<sup>۳</sup>، غریب کریمی<sup>۴</sup>

### چکیده

#### سابقه و هدف

سیستم مدیریت نگهداری پیشگیرانه، روشی برای افزایش کیفیت عملکرد تجهیزات پزشکی، دقت و صحت نتایج، تأمین ایمنی کاربران و کاهش انواع هزینه‌های تعمیر و جایگزینی تجهیزات است. هدف از مطالعه بررسی اثرات استقرار این سیستم بر چهار دسته از تجهیزات فعال در ۱۰ مرکز انتقال خون ایران بود.

#### واد و روش‌ها

در یک مطالعه مقطعی، با نمونه‌گیری تصادفی برای ۲۹۶ دستگاه فعال در ۴ دسته از تجهیزات پزشکی ۱۰ مرکز انتقال خون انجام گرفت. با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۱۶، اطلاعات به دست آمده بر اساس برنامه‌های سیستم مدیریت نگهداری در فرآیند فعالیت تجهیزات انتخابی بررسی شد. با آزمون  $t$ ، مقدار  $\text{mean} \pm 1 \text{SD}$  عوامل تأثیرگذار بر عملکرد، خرابی‌ها و طول عمر فعالیت دستگاه‌ها به صورت مداخله‌ای مقایسه شد.

#### یافته‌ها

اثر استقرار سیستم مدیریت نگهداری تجهیزات پزشکی با افزایش تعداد عوامل مورد بررسی بر روی چهار نوع تجهیزات از تعداد ۱۲۹۲ عامل در سال ۱۳۹۳ به تعداد ۴۷۵۴ در سال ۱۳۹۸ باعث نتایج قابل توجهی در کاهش میزان خرابی‌ها، تعمیرات و افزایش نظارت مستمر بر کیفیت عملکرد، دقت و صحت دستگاه‌ها گردید. به طوری که میزان خرابی سانتریفیوژها در این مراکز از ۲۲٪ به کمتر از ۸٪ و میزان خرابی یخچال‌های بانک خون از ۱۷٪ به ۳٪ به ترتیب از سال ۱۳۹۳ به ۱۳۹۸ به مقدار معنادار کاهش یافت ( $p \leq 0/05$ ).

#### نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی نشان داد، به کارگیری سیستم مدیریت نگهداری پیشگیرانه به خوبی می‌تواند اثرات قابل توجهی در جلوگیری از بروز اختلال در عملکرد دستگاه‌ها، جلوگیری از خرابی‌ها و افزایش طول عمر فعالیت آن‌ها داشته باشد.

**کلمات کلیدی:** تجهیزات، نگهداری، انتقال خون

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۶

۱- مؤلف مسئول: دکترای مهندسی پزشکی - استادیار مرکز تحقیقات انتقال خون - مؤسسه عالی آموزشی و پژوهشی طب انتقال خون - تهران - ایران - صندوق پستی: ۱۴۶۶۵-۱۱۵۷

۲- مهندس مکانیک - شرکت تحقیقات مهندسی تجهیزات سینا ابتکار ثامن - مشهد - ایران

۳- دانشجوی دکترای مکانیک - دانشگاه آزاد اسلامی تهران جنوب - تهران - ایران

۴- متخصص عفونی - دانشیار مرکز تحقیقات انتقال خون - مؤسسه عالی آموزشی و پژوهشی طب انتقال خون - تهران - ایران

**مقدمه**

پیشرفت‌های حاصل از رشد تکنولوژی و گسترش روز افزون آن‌ها در علوم مختلف باعث شده تا ابزار و تجهیزات پزشکی نیز از پیچیدگی و حساسیت‌های منحصر به فرد برخوردار گردد. به طوری که هر گونه غفلت در ارزیابی دوره‌ای عوامل تأثیر گذار بر فعالیت آن‌ها، منجر به اثرات مخرب بر سلامت و ایمنی کاربران، کاهش دقت نتایج آن‌ها و افزایش هزینه تعمیرات و جایگزینی آن‌ها شود (۱). لذا برای افزایش سطح فعالیت و ایمنی آن‌ها لازم است یک سیستم نگهداری پیشگیرانه کارآمد با هدف استفاده بهینه و مناسب از تجهیزات، صرفه‌جویی در هزینه‌های تعمیر و جایگزینی، افزایش عمر مفید، ایمنی و کیفیت نتایج آن‌ها در مراکز درمانی و خدمات درمانی استقرار یابد (۲).

استقرار این سیستم در مراکز درمانی و خدمات درمانی طی سال‌های اخیر، به خوبی باعث رشد، اصلاح روش‌ها، توسعه آموزش‌ها، افزایش کیفیت و بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و جلوگیری از بروز اختلال در فعالیت‌ها، افزایش اطمینان و فرآیندها گردیده است (۳، ۴). به طوری که بر اساس نتایج یک تحقیق، استقرار این سیستم در مراکز درمانی منجر به ۱- افزایش نظارت بر هزینه تعمیر تجهیزات و طول عمر مفید آن‌ها، ۲- تقویت و بهینه‌سازی زیر ساخت‌های فنی، ۳- دسترسی به تجهیزات گران‌قیمت در بخش‌های تخصصی مراکز درمانی و خدمات درمانی گردید (۵). بر اساس نتایج یک گزارش دیگر، استقرار این سیستم در فرآیند فعالیت بیمارستان‌ها موجب استمرار عملکرد دستگاه‌ها بر اساس رعایت توصیه‌های شرکت تولیدکننده یا سازمان‌های استاندارد محلی یا بین‌المللی، پیگیری منظم بازدیدهای دوره‌ای بر حسب زمان‌های تعیین شده و پشتیبانی دستگاه‌ها به وسیله افراد با تجربه و آموزش دیده، کاهش بروز انواع خطاها در دستگاه‌ها در طول زمان استفاده برای بیماران، کاهش انواع خرابی‌ها و هزینه نگهداری و غیره گردیده است (۹-۵). هر چند که تضمین دستیابی به چنین نتایجی در طول زمان استقرار سیستم مدیریت نگهداری، فقط در صورت رعایت موارد زیر در یک شرایط ایده‌آل است (۷):

- پیگیری فرآیند مدیریت نگهداری پیشگیرانه

- مدیریت اقدامات تعمیر و اصلاح تجهیزات
- مدیریت بازرسی‌های دوره‌ای تعیین شده
- مدیریت مفاد قراردادهای خدمات پشتیبانی، مناقصه‌ها، ضمانت‌نامه‌ها و کنترل‌های کیفیت
- مدیریت سیستم‌های حفاظت و ایمنی دستگاه‌ها
- پشتیبانی از فعالیت‌های آموزشی
- مقایسه فعالیت‌ها با استانداردها و SOPها
- نظارت مستمر بر کیفیت عملکرد و دقت دستگاه‌ها، نوع و میزان خرابی‌ها، میزان و کیفیت گارانتی‌ها، سیستم‌های ایمنی و حفاظتی و غیره
- ثبت اطلاعات و بایگانی مستندات دستگاه‌های پزشکی

در گذشته هدف اصلی نظارت بر فرآیندها، غالباً حفظ وضعیت موجود با هدف بهینه کردن دسترسی به تجهیزات با حداقل هزینه‌ها بود (۱۰). در حالی که امروزه پیچیدگی تکنولوژی‌ها در ابزار و تجهیزات، منجر به تغییر دیدگاه‌ها در نظارت و کنترل فرآیندها، افزایش توصیه‌ها بر حفظ ایمنی و حفاظت از کاربران، تدوین استانداردها در افزایش کیفیت محصولات و غیره شده تا بر اساس دیدگاه‌های علمی مهندسی و روش‌های نوین جهانی در قالب نگهداری پیشگیرانه امکان افزایش اثربخشی و بهره‌وری، کیفیت، دقت، ایمنی کاربران به همراه کاهش هزینه‌های تعمیر، آسیب‌های احتمالی دستگاه‌ها، عدم اختلال در فعالیت فرآیندها و غیره فراهم گردد (۱۱). در همین رابطه طی سال‌های گذشته، نظارت بر عملکرد، بخش عمده‌ای از ابزار و تجهیزات مؤثر در فرآیند تولید و نگهداری خون از طریق نیروهای فنی و کنترل کیفی مراکز و در جهت حفظ کیفیت موجود فعالیت تجهیزات انجام می‌گرفت که با معرفی و استقرار سیستم مدیریت نگهداری پیشگیرانه در یکایک مراکز انتقال خون طی سال‌های اخیر و فراگیر شدن آن در همه مراکز، اثرات چشمگیری به دنبال داشت. در این مطالعه اثرات این سیستم مدیریت نگهداری بر روند فعالیت تجهیزات ۱۰ مرکز انتقال خون طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۳ مورد بررسی قرار گرفت، تا میزان اثر بخشی این سیستم بر فرآیند فعالیت آن‌ها مشخص شود.

### مواد و روش‌ها

در این مطالعه مقطعی به صورت تصادفی، مجموعاً ۴۷۵۴ مورد از عوامل فیزیکی، محیطی، کیفی و ایمنی مربوط به ۲۹۶ دستگاه تقسیم شده در ۴ دسته مختلف بخش‌های ۱۰ مرکز انتقال خون نظیر تهیه فرآورده و پخش خون از طریق توزیع پرسشنامه نهایی و مصاحبه حضوری با ۸ مسئول مهندسی پزشکی، ۱۱ تکنسین فنی، ۹ مسئول کنترل کیفی، ۴ تأمین‌کننده تجهیزات و ۱ پیمانکار خدمات پشتیبانی ارزیابی شد (جدول ۱). نتایج به دست آمده به کمک نرم‌افزار SPSS ۱۶ مورد محاسبه آماری قرار گرفت. پرسشنامه نهایی در این مطالعه شامل شش بخش بود که چهار بخش آن در برگرفته عوامل مشترک همه دستگاه‌ها و دو بخش دیگر عوامل اختصاصی مربوط به هر دسته از دستگاه‌ها را پوشش می‌داد. بدین ترتیب که عوامل مشترک حاوی موارد مربوط به وضعیت فیزیکی و محل استقرار دستگاه‌ها، شرایط محیطی و سیستم ایمنی و دو بخش دیگر شامل موارد مربوط به وضعیت کالیبراسیون و سیستم‌های کنترل‌کننده دستگاه‌ها بود (جدول ۲).

جدول ۱: دستگاه‌های بخش تهیه فرآورده و ذخیره برای ارزیابی اثر سیستم مدیریت نگهداری

دستگاه	مارک	عوامل مورد بررسی	تعداد	کل عوامل مورد بررسی
سانتریفیوژ یخچال‌دار	ژوئن و هتیخ	۱۳	۸۴	۱۰۹۲
یخچال بانک خون	دانش پژوهش فجر	۱۸	۱۰۲	۱۸۳۶
فریزر	دانش پژوهش فجر	۱۷	۶۶	۱۱۲۲
بلاست فریزر	سینا ابتکار	۱۶	۴۴	۷۰۴

در این پرسشنامه‌ها سؤالات مربوط به بخش موارد مشترک دستگاه‌ها طبق (ردیف‌های ۱ تا ۴) جدول ۲ شامل ۱- وضعیت فیزیکی اجزای مکانیکی، فلزی، پلاستیکی، نظافت و ... به صورت گزینه‌های خوب، متوسط، نیاز به تعمیر و نیاز به تعویض بود که برای وضعیت مشابه زمان نصب امتیاز ۲۰-۱۷ یا خوب، برای وضعیت نیمه مستهلک با امتیاز ۱۷-۱۵ یا متوسط، برای وضعیت مستهلک و نیمه خراب با امتیاز ۱۵-۱۰ یا نیاز به تعمیر و وضعیت خراب با امتیاز ۹/۹-۰ یا نیاز به تعویض در نظر گرفته شد. ۲- در زمینه شرایط محل استقرار دستگاه از لحاظ تعادل و گردش هوا با هدف بررسی عدم وجود لرزش و صدا در فعالیت دستگاه و هم‌چنین بررسی وجود گردش هوا در اطراف دستگاه بود. ۳- بررسی شرایط محیطی از لحاظ دما و رطوبت محیط انجام شد که چنانچه دمای محیط معادل مقادیر مشخص شده در SOPها یا میزان تغییرات دارای افزایش ده درصدی بود، خوب و بیشتر بد در نظر گرفته شد. ۴- برای بررسی سیستم ایمنی الکتریکی دستگاه‌ها چنانچه مقدار اهم الکتریکی سیستم ارتینگ دستگاه‌ها با استفاده از دستگاه اهم‌متر کمتر از ۲ اهم بود، گزینه خوب با امتیاز ۲۰-۱۵ و بیشتر از ۲ اهم گزینه بد، با امتیاز ۹/۹-۰ بود. در دو بخش موارد اختصاصی طبق (ردیف‌های ۱ و ۲) جدول ۲ برای ۱- شرایط کالیبراسیون چنانچه مقادیر معادل مشخص شده بود یا دارای تغییرات دما با اختلاف کمتر از ۰.۵٪ و دور ۱٪ بود نشان‌دهنده گزینه خوب با امتیاز ۲۰-۱۵ و در غیر این صورت گزینه بد با امتیاز ۹/۹-۰ بود ۲- برای وضعیت سیستم‌های کنترل‌کننده و هشدار دهنده برای تغییرات دما، دور و تغییرات جریان الکتریکی گزینه‌های خوب، متوسط، نیاز به تعمیر و نیاز به تعویض در نظر گرفته شد. ضریب آلفای کرونباخ برای بررسی قابلیت اعتماد یا پایایی پرسشنامه طراحی شده مورد استفاده قرار گرفت.

در مرحله بعد نتایج حاصل از دوره‌های زمانی مختلف مشخص شده در این مطالعه مقایسه شدند. در نهایت نتایج به دست آمده توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ مورد آنالیز آماری قرار گرفتند.

جدول ۲: انتخاب عوامل مختلف برای ارزیابی در سیستم مدیریت نگهداری تجهیزات

موارد	ردیف	عوامل مورد بررسی	تعداد
مشترک	۱	ارزیابی نظافت اواپراتور و کمپرسور، سائیدگی، زنگ زدگی، خوردگی اجرای فلزی و پلاستیکی	۱۰۲
	۲	ارزیابی بالانس سانتریفیوژها و یخچال‌ها و فریزرها و بلاست فریزر	۴۱۸
	۳	ارزیابی شرایط محیطی دما و رطوبت	۴۰
	۴	ارزیابی سیستم ارتینگ دستگاه‌ها و شبکه برق‌رسانی	۶۱۴
اختصاصی	۱	کالیبراسیون پایداری دور، دما، زمان	۹۶۴
	۲	ارزیابی سیستم‌های کنترلی و هشداردهنده	۷۱۷

نتایج به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار (SD) برای متغیرهای کمی و درصد برای متغیرهای طبقه‌بندی شده گزارش شد.

#### یافته‌ها

در این مطالعه با استفاده از اطلاعات سیستم مدیریت نگهداری پیشگیرانه در ۱۰ مرکز انتقال خون، وضعیت موجود تجهیزات فعال آن‌ها طی سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۸ (تیر ۱۳۹۳ تا اردیبهشت ۱۳۹۸) مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی وضعیت ۸۴ سانتریفیوژ یخچال‌دار (۲۸/۴٪)، ۱۰۲ یخچال بانک خون (۳۴/۴٪)، ۶۶ فریزر (۲۲/۳٪) و ۴۴ بلاست فریزر (۱۴/۹٪) مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۳). میانگین زمان فعالیت دستگاه‌های مورد مطالعه ۲۴ سال با دامنه زمانی (۷ تا ۲۴ سال) بود. عمده فعالیت این دستگاه‌ها در دو گروه بروندی به تعداد تقریباً ۲۱۲ (۷۱/۶٪) و دور به تعداد ۸۴ (۲۸/۴٪) قرار داشت.

نتایج این بررسی نشان داد که با گسترش استقرار سیستم مدیریت نگهداری پیشگیرانه در مراکز از سال ۱۳۹۳، تعداد دستگاه‌های تحت پوشش این سیستم به همراه اقدامات مورد بررسی نیز افزایش یافته است که این افزایش باعث گردیده تا اثرات قابل توجهی بر کاهش خرابی‌ها و هم‌چنین عدم بروز اختلال در فعالیت بخش‌ها داشته باشد (جدول ۳ و ۴). به طوری که به دلیل کاهش بروز خرابی دستگاه‌ها، زمینه عدم بروز اختلال در فعالیت فرآیندها، عدم نیاز به تکرار آزمایش‌ها، افزایش ایمنی و هم‌چنین کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری به میزان قابل توجهی فراهم شده است. بدین ترتیب که افزایش گسترش

دامنه اعمال این سیستم بر تعداد دستگاه‌ها طی هر سال، ضمن این که میزان خرابی‌ها در دو نوع از دستگاه‌های سانتریفیوژ یخچال‌دار و یخچال بانک خون را طی دوره ۱۳۹۸-۱۳۹۳ کاهش داده، در نتیجه باعث افزایش کیفیت فعالیت دیگر فرآیندها در اثر عدم بروز خرابی و هم‌چنین عدم ایجاد اختلال در فعالیت آن‌ها گردیده است (جدول ۵ و ۶).

زیرا طبق اطلاعات به دست آمده در مصاحبه‌های شفاهی، خرابی دستگاه‌ها با وجود محدودیت تعداد دستگاه‌ها باعث می‌شد تا از یک طرف موجب فشار کاری بر نیروها و دیگر دستگاه‌های موجود و از طرف دیگر بروز اختلال در دیگر فعالیت‌های برنامه‌ریزی شده و اعلام نتایج گردد که استمرار و افزایش استقرار این سیستم نگهداری در مراکز توانست با اعمال بازدیدهای دوره‌ای برنامه‌ریزی شده و نظارت و کنترل عوامل مؤثر در فرآیند فعالیت دستگاه‌ها، زمینه کاهش خرابی‌ها، عدم بروز اختلال در روند فعالیت‌ها و افزایش رضایتمندی نیروها در اثر کاهش اختلالات را به وجود آورد. در همین راستا اطلاعات جدول ۵ نشان می‌دهد که با افزایش تعداد دستگاه‌ها و گسترش اقدامات نگهداری پیشگیرانه، میزان خرابی و تعویض قطعات در آن‌ها نسبت به سال قبل از آن نیز کاهش یافته است. به طوری که طبق همین اطلاعات، با اعمال اقدامات پیشگیرانه به تعداد ۷۳ مورد بر روی ۱۲ دستگاه در سال ۱۳۹۳، میزان خرابی دستگاه‌ها ۴/۲ درصد بود که با افزایش این اعمال، اقدامات پیشگیرانه از طریق اصلاح فرم‌ها و پرسشنامه‌ها به تعداد ۱۰۹۲ بر روی ۸۴ دستگاه در سال ۱۳۹۸، این میزان خرابی به ۷ درصد رسیده

درصد بود که با افزایش اقدامات در سال ۱۳۹۸ به ۱۸۳۶ مورد بر روی ۱۰۲ دستگاه این میزان خرابی به ۴/۲ درصد رسید (جدول ۶). با افزایش تعداد یخچال‌ها به حدود ۲/۵ برابر، میزان خرابی‌ها فقط ۴/۲ درصد بوده و این اختلاف معنادار است ( $p \leq 0.05$ ).

است. با وجود افزایش ۷ برابری دستگاه‌ها، میزان خرابی‌ها در سال ۱۳۹۸ به کمتر از دو برابر کاهش یافت. به همین ترتیب برای یخچال بانک خون با اعمال اقدامات پیشگیرانه به تعداد ۵۳۳ مورد بر روی ۴۱ دستگاه در سال ۱۳۹۳، میزان خرابی دستگاه‌ها و تعویض قطعات ۲/۲

جدول ۳: تعداد اقدامات نگهداری پیشگیرانه با اصلاحات در سال ۱۳۹۸

سال	دستگاه	مارک	عوامل مورد ارزیابی	تعداد دستگاه	تعداد اقدامات
سال ۱۳۹۸	سانتریفیوژ یخچالدار	ژوئن و هتیک	۱۳	۸۴	۱۰۹۲
	یخچال بانک خون	دانش پژوهش فجر	۱۸	۱۰۲	۱۸۳۶
	فریزر	دانش پژوهش فجر	۱۷	۶۶	۱۱۲۲
	بلاست فریزر	سینا ابتکار	۱۶	۴۴	۷۰۴
سال ۱۳۹۷	سانتریفیوژ یخچالدار	ژوئن و هتیک	۱۱	۸۴	۹۲۴
	یخچال بانک خون	دانش پژوهش فجر	۱۸	۱۰۱	۱۸۱۸
	فریزر	دانش پژوهش فجر	۱۵	۶۵	۹۷۵
	بلاست فریزر	سینا ابتکار	۱۵	۴۰	۶۰۰
سال ۱۳۹۶	سانتریفیوژ یخچالدار	ژوئن و هتیک	۱۱	۷۸	۸۵۸
	یخچال بانک خون	دانش پژوهش فجر	۱۸	۶۳	۱۱۳۴
	فریزر	دانش پژوهش فجر	۱۵	۵۵	۸۲۵
	بلاست فریزر	سینا ابتکار	۱۴	۲۷	۳۷۸
سال ۱۳۹۵	سانتریفیوژ یخچالدار	ژوئن و هتیک	۱۱	۷۵	۸۲۵
	یخچال بانک خون	دانش پژوهش فجر	۱۸	۴۱	۷۳۸
	فریزر	دانش پژوهش فجر	۱۵	۳۴	۵۱۰
	بلاست فریزر	سینا ابتکار	۱۴	۲۰	۲۸۰
سال ۱۳۹۴	سانتریفیوژ یخچالدار	ژوئن و هتیک	۷	۷۵	۵۲۵
	یخچال بانک خون	دانش پژوهش فجر	۱۵	۲۶	۳۹۰
	فریزر	دانش پژوهش فجر	۱۵	۱۳	۱۹۵
	بلاست فریزر	سینا ابتکار	۱۳	۲۰	۲۶۰
سال ۱۳۹۳	سانتریفیوژ یخچالدار	ژوئن و هتیک	۷	۷۵	۵۲۵
	یخچال بانک خون	دانش پژوهش فجر	۱۳	۲۶	۳۳۸
	فریزر	دانش پژوهش فجر	۱۳	۱۳	۱۶۹
	بلاست فریزر	سینا ابتکار	۱۳	۲۰	۲۶۰

جدول ۴: تعداد اقدامات نگهداری پیشگیرانه با اصلاحات طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۸

سال	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸
تعداد دستگاه	۱۳۴	۱۳۴	۱۷۰	۲۲۳	۲۹۰	۲۹۶
تعداد اقدامات	۱۲۹۲	۱۳۷۰	۲۳۵۳	۳۱۹۵	۴۳۱۷	۴۷۵۴

جدول ۵: درصد کاهش خرابی سانتریفیوژهای یخچالدار تحت سیستم مدیریت نگهداری و اصلاح در سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۸

سال	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸
تعداد دستگاه	۱۲	۲۷	۳۳	۵۷	۷۱	۸۴
تعداد اقدامات	۷۳	۲۰۸	۳۶۷	۸۶۷	۱۰۳۹	۱۰۹۲
تعداد خرابی	۴/۲	۸/۳	۹/۲	۱۳/۱	۸/۵	۷

جدول ۶: درصد کاهش خرابی یخچال‌های بانک خون با استفاده از سیستم مدیریت نگهداری و اصلاح در سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۸

سال	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸
تعداد دستگاه	۴۱	۴۳	۶۹	۸۱	۹۲	۱۰۲
تعداد اقدامات	۵۳۳	۵۵۹	۱۰۳۵	۱۱۳۴	۱۵۵۶	۱۸۳۶
تعداد خرابی	۲/۲	۲/۷	۳/۴	۴/۲	۴/۵	۴/۲

قطعات، انواع تنظیمات، ارزیابی سیستم‌های کنترل و غیره انجام گیرد. این اقدامات هم‌زمان با جلوگیری از بروز هر نوع اختلال در فعالیت دستگاه‌ها باعث تضمین دقت، صحت و کیفیت نتایج و عملکرد دستگاه‌ها نیز خواهد شد. به عنوان مثال تا قبل از استقرار این سیستم، اقدامات پیشگیرانه به صورت محدود و یا به صورت نامنظم انجام می‌گرفت. در حالی که با استقرار فراگیر این سیستم، باعث به وجود آمدن یک نظم خاص در استمرار بازدیدهای دوره‌ای گردید. تا جایی که این بازدیدها بر اساس میزان عملکرد یا طول عمر فعالیت دستگاه‌ها تعریف شد. به عنوان مثال سانتریفیوژهای مارک ژوئن ساخت فرانسه که دارای طول عمر فعالیت بین ۱۷-۱۲ سال هستند، با رعایت دستورالعمل کاری شرکت سازنده، بازدیدهای دوره‌ای یک بار در سال تعریف شده است که با تدوین SOP جدید بر حسب این افزایش طول عمر فعالیت آن‌ها، بازدیدهای دوره‌ای برای تعدادی از این دستگاه‌ها ۳ و حتی برای تعدادی دیگر ۴ بار تعریف شد. بر همین

بر اساس نتایجی که در بررسی بلاست فریزرها به دست آمده نشان می‌دهد که با توجه به استقرار سیستم مدیریت نگهداری و در نتیجه نظارت مستمر طی بازدیدهای دوره‌ای بر این نوع دستگاه‌ها، امکان اختلال در فعالیت آن‌ها در سال ۱۳۹۸ بر اثر کاهش میزان خرابی‌ها نسبت به سال‌های قبل به دست آمد. بدین ترتیب که بر اساس اطلاعات جدول ۳، با وجود افزایش تعداد تحت مدیریت سیستم نگهداری با افزایش اعمال اقدامات نظارتی طی بازدیدهای دوره‌ای، خرابی آن‌ها به کمتر از ۶/۳ درصد کاهش یافت، در صورتی که میزان خرابی آن‌ها در بدو شروع استقرار این سیستم بیش از ۷/۷ درصد بود که این اختلاف قابل توجه است و نیاز به ارزیابی اقدامات پیشگیرانه دارد.

افزایش عوامل مورد بررسی در اقدامات پیشگیرانه باعث شد تا نظارت بر اجزای دستگاه‌های مستمر و قبل از این که منجر به خرابی حاد و از کار افتادن دستگاه گردد اصلاحات لازم از قبیل نظافت، روغنکاری، تعویض

و صحت نتایج خروجی آن‌ها و تضمین‌کننده افزایش ایمنی کاربران و دستگاه‌ها در فرآیند فعالیت‌ها و غیره به دلیل استقرار نظارت مستمر و برنامه‌ریزی شده بر فعالیت آن‌ها می‌باشد. به طوری که نتیجه یک پژوهش بر این امر اشاره دارد که، مدیریت صحیح تجهیزات پزشکی نظیر نگهداری منظم، می‌تواند ابزار مطمئنی در ارائه سرویس مستمر، خدمات اثربخش، ایمنی مداوم و افزایش طول عمر تجهیزات داشته باشد (۱۵). یک مطالعه دیگر در همین رابطه، اشاره دارد که پس از استقرار سیستم نگهداری تجهیزات، هزینه‌های مربوط به فعالیت تجهیزات پزشکی ۳۶ درصد کاهش یافت و در تأیید این مطالعه هاسپر در انگلستان گزارش کرده است که با ایجاد این واحد نگهداری میزان ۵۰۰۰۰۰۰ پوند طی هفت سال در یکی از بیمارستان‌های عمومی صرفه‌جویی شده است (۱۶). لذا بر اساس این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که با استقرار سیستم نگهداری تجهیزات علاوه بر افزایش کیفیت اثربخشی تجهیزات، هزینه‌های مرتبط نیز به میزان قابل توجهی کاهش خواهد یافت.

#### نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده در این بررسی بر اساس کد اخلاق IR.TMI.REC.1397.038 نشان داد که استقرار سیستم نگهداری پیشگیرانه در مراکز انتقال خون می‌تواند اثرات قابل توجهی در کاهش خرابی‌ها و بروز اختلال در فعالیت دستگاه‌ها، کاهش هزینه‌ها و همچنین افزایش طول عمر دستگاه‌ها به میزان قابل قبولی داشته باشد.

اساس میزان خرابی این نوع دستگاه‌ها به میزان قابل توجهی کاهش یافت. به طوری که میزان خرابی یا بروز اختلال در فعالیت این دستگاه‌ها در سال‌های ۱۳۹۳ و قبل از آن حدود ۳۰٪ بود، در حالی که این میزان خرابی با منظم شدن بازدیدهای دوره‌ای و کنترل فعالیت اجزای آن‌ها از طریق سیستم مدیریت نگهداری مطابق اطلاعات ارائه شده در جدول ۴ به کمتر از ۸٪ کاهش یافت.

#### بحث

تجهیزات پزشکی دارای نقش بسیار مهمی در فرآیندهای تشخیص، درمان و آموزش پزشکی هستند و استقرار سیستم مدیریت نگهداری تجهیزات پزشکی، عاملی تعیین‌کننده در نوع عملکرد و میزان دقت و صحت ابزار و دستگاه‌ها، نحوه نصب و راه‌اندازی، میزان اطمینان در ایمنی و حفاظت، افزایش طول عمر و کاهش هزینه‌های تعمیر و جایگزینی آن‌ها و غیره می‌باشد (۱۳)، (۱۲). لذا به کارگیری الگوی نگهداری پیشگیرانه (PM)؛ Preventive maintenance در مدیریت نگهداشت تجهیزات پزشکی با اتکا به اصلاحاتی که در سایر ابعاد این سیستم از قبیل اصلاح روش‌های سرویس و تعمیرات، ارزیابی فرآیندها با استفاده از کالیبراسیون و بازدیدهای دوره‌ای دستگاه‌ها و غیره به وجود می‌آید، می‌تواند موجب افزایش بهره‌وری تجهیزات پزشکی گردد (۱۴). نتایج به دست آمده در این مطالعه نیز نشان داد که استقرار سیستم مدیریت نگهداری تجهیزات به عنوان یکی از جامع‌ترین روش‌ها، دارای فواید قابل توجهی در استمرار فعالیت ابزار و دستگاه‌ها، کاهش خرابی‌ها، پایداری دقت

#### References:

- Hosseini SM. Systematic planning of maintenance system in industries and services. Tehran: Industrial Management Organization; 2005; p. 644. [Persian]
- Elhamnia R, Zare Fallah Doost A, Hassanzadeh Moghadam Abatari M, Basiri M. Study of the importance of the role of medical equipment engineering unit in hospitals and equipment maintenance management. Dr. Heshmat Hospital, Rasht 2010; 43(1): 1-32. [Article in Farsi]
- Kirkland DL. Turning Productivity into Profit. Journal of Micro service Management 1985; 18: 9-18.
- Al-Fadel HO. Clinical engineering productivity improvement. Journal of Clinical Engineering 1986; 11(5): 355-9.
- Ogembo-Kachieng'a M, Ogara WO. Strategic management of technology in public health sector in Kenya and South Africa. East Afr Med J 2004; 81(6): 279-86.
- Ali M, Mohamad Nasbi Bin Wan Mohamad W. Audit assessment of the facilities maintenance management in a public hospital in Malaysia. Journal of Facilities Management 2009; 7(2): 142-58.
- Fallah Tafti M. Practical manual for medical equipment maintenance management. 1<sup>st</sup> ed. Tehran: IBTO Publication; 2011. p. 213-58. [Persian]
- Ginsburg G. Human factors engineering: a tool for medical device evaluation in hospital procurement decision-making. J Biomed Inform 2005; 38(3): 213-9.

- 9- Lenel A, Temple-Bird C, Kawohl W, Kaur M. How to Organize a System of Healthcare Technology Management. USA: World Health Organization; 2009. p. 65.
- 10- Jafari M. Study of maintenance system in the power plants of Yazd Power Generation Management Company. Management Research and Training Institute; 2005. p. 1-8. [Farsi]
- 11- Nouri Alireza, Saei Ali. Chicken risk management based on equipment status. Metanir 2008; p. 1-7. [Farsi]
- 12- Installation and Operation Manual. Blood Bank Refrigerator. Revco company. USA; 2005; p. 1-24.
- 13- Fallah Tafti M., Teymouri Naghadeh H. and Razjoo F., "Study of the status of blood bank refrigerators in blood transfusion centers under the temperature conditions of each region and the amount of Maintenance. Blood Journal 2012; 9(4): 273-80. [Article in Farsi]
- 14- Ahmad Amerion, Shahram Tofighi, Ruhollah Zaboli, Ahmad Moslemi and Engineer Alireza Soleimani, "Study of management of medical equipment maintenance in selected hospitals of Tehran University of Medical Sciences 2003; 23(2): 17-24. [Article in Farsi]
- 15- David Mutia , John Kihui and Stephen Maranga; "Maintenance Management of Medical Equipment in Hospitals. Industrial Engineering Letters 2012; 2(3): 9-19. [Article in Farsi]
- 16- Mutia D, Kihui J, Maranga S. Maintenance Management of Medical Equipment in Hospitals. Industrial Engineering Letters 2012; 2(3): 9-20.



*Original Article*

## Evaluation of the effect of preventive maintenance management system on the activity of medical equipment of Iranian Blood Transfusion Centers (IBTO)

Fallah Tafti M.<sup>1</sup>, Golestani Shishvan R.<sup>2</sup>, Fallah Tafti E.<sup>3</sup>, Karimi Gh.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Blood Transfusion Research Center, High Institute for Research and Education in Transfusion Medicine, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Samen Sina Ebtakar Medical Equipment, Mashhad, Iran

<sup>3</sup>South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

### Abstract

#### *Background and Objectives*

Preventive maintenance management is a well-known method to increase the quality of medical equipment performance in medical centers as well as provide safety and reduce costs. In this regard, the effects of this system were investigated in 10 blood transfusion centers in Iran.

#### *Materials and Methods*

In this cross-sectional study, the random sampling was done on 296 active devices as categorized in four types of medical equipment in ten blood centers. By the use of SPSS 16, the data achieved from the programs of the maintenance management system in the process of the operation of the selected devices were evaluated. By the use of t-test, the mean  $\pm$  1 SD measures of the factors effective on the performance, dysfunctions, and lifetime span of devices were evaluated intervention-based.

#### *Results*

The establishment of the preventive management system of medical devices as evaluating four types of medical devices and being increased to incorporate 4754 factors in 2019 as compared to 1292 factors in 2014 improved various conditions such as maintenance process, productivity, effective use of resources and facilities, reduced challenges and problems, increased the effectiveness and satisfaction of users, reduced breakdowns and cost repairs. For example, the failure rate of centrifuges in these centers has been reduced significantly from 22% to 8% and the failure rate of blood bank refrigerators from 17% to 3% during the years 2014 to 2019.

#### *Conclusions*

The results of this study showed that the use of this system can have significant effects in preventing dysfunction and increasing their lifespan.

**Key words:** Equipment, Maintenance, Blood Transfusion

Received: 29 Dec 2020

Accepted: 16 May 2021

*Correspondence:* Fallah Tafti M., PhD in Medical Engineering, Assistant Professor of Blood Transfusion Research Center, High Institute for Research and Education in Transfusion Medicine. P.O.Box: 14665-1157, Tehran, Iran. Tel: (+9821) 82052176; Fax: (+9821) 82052176 E-mail: m.falah@ibto.ir