Sci J Iran Blood Transfus Organ 2023;20 (4): 312-327

Original Article

Evaluation of the physical structure and safety conditions of the blood transfusion center's electrification network using the energy tracking and Barrier analysis method

Fallah Tafti M.[1], Haji Beigi B.[1], Mousavi Hosseini K.[1], Karimi Gh.[1]

[1]Blood Transfusion Research Center, High Institute for Research and Education in Transfusion Medicine, Tehran, Iran

Abstract

Background and Objectives

Constant control of electrical panels is effective in ensuring the safety of users. This study was conducted during the years 2022-2023 to evaluate their structure in blood transfusion centers by ETBA method.

Materials and Methods

In this descriptive-analytical study with the ETBA method, the performance and quality of the grounding system, capacitor bank, connections, the location of the panels, the arrangement structure of the components, and their cleanliness and safety in the centers of Kermanshah, Hamadan, Ilam, Sanandaj, Arak, Karaj, Semnan, Bandar Abbas, Sari and Yazd were investigated. The obtained information was analyzed statistically with SPSS 25 software.

Results

The results showed 74.3% electrical panels with unprincipled volume and distribution of connections, 72.4% due to the selection of inappropriate location and distance from tools and devices, deployment in users' traffic area without provision of fence and safety devices, 70.5% not equipped with warning devices, 43.3% non-standard arrangement, 51.4% insufficient cleaning, 66.3% not having an active earth connection, and 60.3% not having a capacitor bank did not have reliable electrical safety.

Conclusions

Based on these results, the regular and continuous establishment and implementation of the medical equipment maintenance management system can be a fundamental and effective factor in identifying risks and the pertinent degree of risks and damages in the process of activity.

Key words: Electric Power Supplies, Blood Transfusion, Safety

Received: 4 Oct 2023
Accepted: 4 Nov 2023

Correspondence: Fallah Tafti M., PhD in Medical Engineering. Assisstant 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*

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-29]

خون
فصلنامه پژوهشی
دوره ۲۰ شماره ۴ زمستان ۱۴۰۲ (۳۲۷-۳۱۲)

مقاله پژوهشی

بررسی ساختار فیزیکی و شرایط ایمنی شبکه برق‌رسانی مراکز انتقال خون با روش ردیابی انرژی و تحلیل موانع

محمد فلاح تفتی[۱]، بشیر حاجی بیگی[۲]، سید کامران موسوی حسینی[۳]، غریب کریمی[۴]

چکیده

سابقه و هدف

کنترل مستمر تابلوهای برق شبکه برق‌رسانی در تأمین ایمنی کاربران مؤثر است. این مطالعه برای ارزیابی ساختار آن‌ها با روش ردیابی انرژی و تحلیل موانع طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در مراکز انتقال خون انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی ـ تحلیلی برای ارزیابی عملکرد و کیفیت ساختار طراحی، محل استقرار، چینش اجزاء، نظافت و سیستم ارتینگ تابلوهای برق مراکز کرمانشاه، همدان، ایلام، سنندج، اراک، کرج، سمنان، بندرعباس، ساری و یزد از طریق چک لیست‌ها، مشاهده چشمی، مصاحبه حضوری با ۲ مسئول مهندسی پزشکی، ۱۰ تکنسین، ۵ مدیر بخش تأسیسات و ۱۲ مدیر ارشد با روش ردیابی انرژی و تحلیل موانع انجام گرفت و اطلاعات آن‌ها با نرم‌افزار SPSS ۲۵ تجزیه و تحلیل آماری شد.

یافته‌ها

نتایج نشان داد ۷۴/۳٪ تابلوهای برق با حجم و توزیع غیر اصولی اتصالات، ۷۲/۴٪ به دلیل انتخاب محل نامناسب و فاصله با ابزار و دستگاه‌ها، استقرار در محل تردد کاربران با عدم تأمین حصار و وسایل ایمنی، ۷۰/۵٪ عدم تجهیز به ابزار هشداردهنده، ۴۳/۳٪ چینش غیر استاندارد، ۵۱/۴٪ نظافت ناکافی، ۶۶/۳٪ نداشتن اتصال ارت فعال و ۶۰/۳٪ نبود بانک خازن، دارای ایمنی الکتریکی مطمئن نبودند.

نتیجه گیری

استقرار و اجرای منظم و مستمر سیستم مدیریت نگهداری و تجهیزات پزشکی، یک عامل مؤثر در شناسایی خطرها با میزان درجه خطرها و آسیب‌ها در روند فعالیت فرآیندها می‌باشد.

کلمات کلیدی: شبکه برق‌رسانی، انتقال خون، ایمنی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۳

۱- مؤلف مسئول: دکترای مهندسی پزشکی ـ استادیار مرکز تحقیقات انتقال خون ـ مؤسسه عالی آموزشی و پژوهشی طب انتقال خون ـ تهران ـ ایران ـ صندوق پستی: ۱۱۵۷-۱۴۶۶۵
۲- پزشک عمومی ـ مرکز تحقیقات انتقال خون ـ مؤسسه عالی آموزشی و پژوهشی طب انتقال خون ـ تهران ـ ایران
۳- PhD شیمی دارویی ـ استاد مرکز تحقیقات انتقال خون ـ مؤسسه عالی آموزشی و پژوهشی طب انتقال خون ـ تهران ـ ایران
۲- متخصص عفونی ـ دانشیار مرکز تحقیقات انتقال خون ـ مؤسسه عالی آموزشی و پژوهشی طب انتقال خون ـ تهران ـ ایران

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-29]

مقدمه

گسترش سریع کاربردهای انرژی الکتریسیته و توسعه پیچیدگی تکنولوژی‌ها در صنایع مختلف، زمینه‌ای را فراهم آورد تا حوادث، خطرات و هزینه‌های ناشی از بهره‌گیری آن به وسیله انسان بیش از پیش افزایش یابد (۳-۱). در این رابطه طبق گزارش‌های موجود، تجهیزات الکتریکی هر ساله هزینه‌های مالی و جانی گزافی را به طور مستقیم یا غیر مستقیم به کاربران و کارفرمایان حرف مختلف تحمیل می‌کنند. در ایالات متحده هزینه‌ای که سالانه برای جلوگیری از آسیب‌های مرتبط با کار اختصاص می‌یابد، برابر با ۲۵۰ بیلیون دلار یا ۱/۸ درصد تولید ناخالص ملی است (۴). با این حال سالانه تعداد ۱۹۵۲ نفر از کاربران دچار آسیب‌های غیر کشنده می‌شوند و هر هفته سه نفر جان خود را از دست می‌دهند (۵). در ایران طبق اطلاعات سازمان تأمین اجتماعی، تعداد حوادث ناشی از کار در سال ۱۳۹۴ معادل ۱۸۷۸۶ مورد و منجر به فوت ۱۰۸ حادثه بوده است (۶). البته هر چند که حوادث ناشی از سقوط در بین حوادث مختلف دارای بیشترین آمار فراوانی است، اما حوادث مرگ و میر ناشی از برق‌گرفتگی ۲۵ برابر حوادث دیگر است (۷). به همین دلیل سازمان بین‌المللی ایمنی الکتریکی، مرگ ناشی از برق‌گرفتگی را به عنوان ششمین عامل مرگ و میر اصلی در جهان معرفی کرده است (۸). به طوری که بر اساس یک گزارش، خطر برق گرفتگی هر ساله بیش از ۳۰۰ کشته و ۴۰۰۰ مجروح به همراه دارد که به عنوان شایع‌ترین دلیل مرگ و میر ناشی از حوادث شغلی در ایالات متحده می‌باشد (۹). در ایران نیز بر حسب آمار گزارش شده به وسیله سازمان پزشکی قانونی کشور در سال ۱۳۸۴ ، تعداد ۵۸۹ مرگ در اثر برق‌گرفتگی رخ داده است (۱۰). بر همین اساس فعالیت مراکز درمانی و خدمات درمانی نظیر مراکز انتقال خون که با حجم عظیمی از ابزار، تجهیزات و سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی همراه است و کاربران مختلفی نظیر بیماران، پرستاران، پزشکان و غیره به طور مستقیم یا غیر مستقیم با فعالیت آن‌ها در ارتباط هستند، تضمین ایمنی الکتریکی ابزار، دستگاه‌ها و کاربران در برابر خطرات طبق توصیه سازمان بهداشت جهانی (WHO) الزامی است (۱۲، ۱۱). از این رو بر اساس یک برنامه زمان‌بندی شده بررسی دوره‌ای شرایط ایمنی و مخاطرات شبکه برق‌رسانی به عنوان اولین ملزومات تضمین ایمنی سیستم‌ها، دستگاه‌ها، کاربران و جلوگیری از آسیب‌ها، خطرات، حوادث، خسارات مالی و جانی و غیره بایستی دنبال شود. به همین دلیل از روش ETBA (Energy Tracking and Barrier Analysis) به عنوان روش ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل موانع در جهت شناسایی خطرات و ارزیابی میزان خطر انرژی‌ها استفاده شد. زیرا که این روش، به عنوان یکی از مؤثرترین و کاربردی‌ترین روش‌ها در شناسایی انرژی، نوع انرژی، اهداف بالقوه آسیب‌رسان، تجزیه و تحلیل موانع (سیستم‌های کنترل‌کننده) و هم‌چنین ایمنی سیستم‌ها و ارزیابی خطر حوادث، مدیریت خطرات، پیشگیری و کاهش آسیب‌ها به همراه تجزیه و تحلیل موانع می‌باشد (۱۴، ۱۳). و به خوبی می‌تواند خسارات و خطرات ناشی از حوادثی معرفی شده است در اثر عبور ناخواسته انرژی از حفاظ‌ها با اهداف انسان، تجهیزات و محیط کار را شناسایی کند (۱۵). در این رابطه برای اولین بار بررسی انرژی به عنوان علت بروز حادثه به وسیله جیبز (۱۹۶۱) و مدل‌های انرژی به وسیله مک فالاند (۱۹۶۷) و هیون (۱۹۶۳) معرفی شد (۱۶). استفاده از این روش به عنوان مثال برای مطالعه ارزیابی ایمنی خط تولید گلوکز یا ارزیابی ایمنی طرح در حال ساخت صنایع پتروشیمی در عسلویه به منظور شناسایی و ارزیابی خطرات انرژی و حفاظ‌های به کار رفته در مخازن گاز مایع در صنعت پتروشیمی نشان داد که این روش برای شناسایی و ارزیابی انرژی در انجام اقدامات کنترلی بسیار مؤثر و کارآمد است (۱۷). لذا با توجه به کارآمدی این روش و اهمیت موضوع این مطالعه، از روش ETBA در جهت شناسایی و ارزیابی خطر عوامل مختلفی از قبیل عملکرد و کیفیت سیستم ارتینگ و بانک خازن، ایمنی کابل‌ها و محافظ آن‌ها، محل استقرار و ساختار طراحی و چینش اجزاء و نظاف تابلوها در پایگاه‌های انتقال خون ۱۰ استان استفاده شد تا از این طریق با اطلاعاتی که از وضعیت موجود و میزان پشتیبانی‌ها که در فرآیند شبکه برق‌رسانی این پایگاه‌ها به دست می‌آید، گامی مؤثر در جهت بررسی مراحل مختلف این شبکه در دیگر مراکز

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-29]

انتقال خون فراهم گردد.

مواد و روش‌ها

این بررسی یک مطالعه توصیفی- تحلیلی بود که به منظور ارزیابی و شناسایی عملکرد، کیفیت، ایمنی و میزان پشتیبانی‌ها در فرآیند فعالیت شبکه برق‌رسانی ۱۵ پایگاه انتقال خون ۱۰ استان شامل پایگاه‌های کرمانشاه، همدان، ایلام، سنندج، اراک، البرز، سمنان، بندرعباس، مازندران و یزد طی خرداد ماه سال ۱۴۰۱ تا مرداد ماه سال ۱۴۰۲ برحسب نمونه کاربرگ ETBA انجام گرفت (جدول ۱).

جمع‌آوری اطلاعات در این پژوهش با همکاری ۲ مسئول مهندسی پزشکی، ۱۰ تکنسین یا نیروی فنی مهندسی مسئول، ۵ مدیر بخش تأسیسات به همراه ۱۲ مدیر ارشد و تضمین کیفیت از طریق چک لیست‌های تهیه شده به صورت مشاهده چشمی، مصاحبه حضوری با و بر اساس بندهای توصیه شده در استاندارد IEC60601-1 و با استفاده از ولت‌متر، آمپرمتر، سیم سرپیچ‌دار با لامپ و دستگاه تست چاه انجام گرفت و اطلاعات به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۲۵ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. روش انجام این پژوهش در ۶ مرحله به صورت زیر پی‌گیری شد (۱۸):

۱- آموزش نیروهای فنی و کاربران به صورت مجازی
۲- شناسایی انواع مخاطرات در فرآیند فعالیت تابلو به عنوان بخش اصلی شبکه برق‌رسانی
۳- روش ردیابی موانع و مخاطرات احتمالی
۴- دسته‌بندی و طبقه‌بندی شرایط فنی و خطرات
۵- روش ارزیابی اثرات جانی و مالی خطرات
۶- توصیه‌ها و راه حل‌ها

مرحله اول، بدون شک یکی از ابزارهای اصولی و کلیدی در استقرار، بهره‌برداری، ارائه خدمات و تضمین ایمنی سیستم‌ها و تجهیزات الکتریکی آموزش است. لذا قبل از شروع پژوهش، کلیه آموزش‌های ضروری به صورت مجازی به کاربران و نیروهای ارائه‌دهنده خدمات در بخش تأسیسات ارائه شد، در مرحله دوم اغلب نیاز به تخصص‌ها و توصیه‌های ارائه شده به وسیله تولیدکنندگان یا سازمان‌های تدوین‌کننده استاندارد ملی یا بین‌المللی بود که با مشاوره آن‌ها و بر اساس توصیه‌ها و استانداردها (IEC60601-1)، چک لیست‌های مرتبط تهیه شد (۱۹). در مرحله سوم موانعی نظیر موانع فیزیکی، مکانی، مدیریتی، دستورالعمل‌ها و روش‌های نظارتی و سرپرستی که می‌تواند عاملی در ایجاد و تولید خطرات باشد شناسایی شد و در مرحله چهارم موانع و خطرات دسته‌بندی و طبقه‌بندی و بر اساس نتایج به دست آمده مستندات ضروری تهیه گردید (۲۰). در مرحله پنجم اثرات و خطرات مورد انتظار در هر وضعیت و موقعیت طبق منابع علمی و توصیه‌های ارائه شده ارزیابی و در مرحله ششم نتایج به دست آمده در قالب توصیه‌های ضروری و راه حل‌های عملی ارائه گردید. برای شناسایی انواع انرژی‌ها از چک لیست در جهت بررسی مواردی از قبیل:

۱- شرایط عملکرد و وضعیت فیزیکی یکایک تابلوهای اصلی و فرعی پایگاه‌ها به عنوان مهم‌ترین فرآیند تأمین، تنظیم و انتقال جریان به ابزار، تجهیزات و سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی آن‌ها
۲- وضعیت اتصال سیم ارت به شبکه داخلی و بدنه تابلوهای اصلی و فرعی
۳- تناسب محل استقرار و میزان فضای اطراف آن‌ها
۴- چینش اجزاء و کیفیت اتصالات در داخل تابلو
۵- وضعیت و ایمنی محفظه (از لحاظ قفل و استحکام و نصب عایق پلاستیکی در کف زمین زیر تابلو)
۶- نوع و وضعیت وسایل اطفاء حریق (نوع مواد، حجم کپسول و محل استقرار)
۷- کیفیت و عملکرد سیستم‌های هشدار دهنده و کنترل‌کننده (فیوز، آژیر و ..)
۸- وضعیت عملکرد کلیدها و نشانگرها (علائم نوری و صوتی)
۹- نوع و کیفیت اتصالات و مسیر سیم کشی (برچسب، شماره یا رنگ‌های مشخص شده)
۱۰- اتصال بدنه تابلوها به سیم ارت
۱۱- وضعیت نظافت و شرایط فیزیکی اتصالات و تجهیزات داخل تابلوها
۱۲- روش تست و وضعیت کنترل فاز و بار
۱۳- وضعیت و کیفیت عملکرد بانک خازن و درصد

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-29]

اصلاح ضریب توان راکتیو

۱۴- نوع تست و میزان نوسانات جریان ورودی و خروجی شبکه و غیره با هدف ارزیابی میزان کیفیت و ایمنی آن‌ها برحسب برنامه بازدید دوره ای تابلوها انجام گرفت (۲۱) (جدول ۲). در این بررسی هم‌چنین از طریق پرسشنامه‌ها، نتایج مشاهده‌ها، مصاحبه‌ها و بررسی مستندات بر اساس استاندارد MIL-STD882 مخاطرات و سطح ریسک طبقه‌بندی شد (۲۲). سطح ریسک در این طبقه‌بندی به دو دسته شامل فاجعه بار، بحرانی، مرزی و جزئی و هم‌چنین مکرر، محتمل، گاه به گاه و غیر محتمل تقسیم گردید (جدول ۳). در مرحله بعد با انتخاب گزینه‌ها در قالب فاجعه بار، بحرانی، مرزی و جزئی، امتیازاتی به ترتیب ۱۰۰-۸۱ برای وضعیت فاجعه بار، ۸۰-۶۱ برای بحرانی، ۶۰-۴۱ برای وضعیت مرزی و ۴۰-۰ برای ریسک جزئی اعمال شد. معیارهای پیشنهادی در وضعیت فاجعه بار؛ اصلاح فوری، بحرانی؛ اضطراری و رفع مشکل، مرزی؛ نظارت و کنترل و جزئی؛ احتیاط بود. این امتیازبندی برای ارزیابی ریسک بر اساس جدول ۴ به عنوان جدول نمره‌دهی شدت ریسک و ارزیابی حفاظ‌ها طبق استاندارد MIL-STD882B استفاده می‌شود که در آن شدت خطر و احتمال وقوع خطر در آن ترکیب شده و می‌توان به عنوان ابزاری مؤثر برای تخمین سطح ریسک قابل قبول و غیر قابل قبول بهره‌برداری کرد (۲۳).

جدول ۱: نمونه کاربرگ ETBA

نام انرژی	مقدار و نوع انرژی	اهداف/محصول	نحوه اثر	کنترل‌های موجود	سطح ریسک اولیه	کنترل‌های پیشنهادی	سطح ریسک ثانویه

جدول ۲: زمان بازدید دوره‌ای از انواع تابلوها

ردیف	نوع تابلو	تعداد بازدید در سال	موارد مورد بررسی			
			نظافت عمومی	اتصالات	آچار کشی، رگلاژ مکانیکی	مدارهای کنترل
۱	فشار متوسط	۴ بار	✓	✓	✓	هر سال یک بار
۲	فشار ضعیف کشویی/ ثابت	۴ بار	✓	✓	✓	
۳	بانک خازن	۴ بار	✓	✓	✓	
۴	نیمه ایستاده	۴ بار	✓	–	✓	
۵	دیواری روکار/توکار	۴ بار	✓	–	–	
۶	توزیع/روشنایی	۴ بار	✓	–	–	

جدول ۳: ماتریس ریسک طبق MIL-STD882B

شدت اثر / احتمال وقوع	فاجعه بار	بحرانی	مرزی	جزئی
مکرر(A)	1A	2A	3A	4A
محتمل (B)	1B	2B	3B	4B
گاه به گاه (C)	1C	2C	3C	4C
خیلی کم (D)	1D	2D	3D	4D
غیر محتمل (E)	1E	2E	3E	4E

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-29]

جدول ۴: نمره‌دهی شدت ریسک و ارزیابی حفاظ‌ها

وضعیت کنترل‌ها	شدت خطر
سیستم برای اثر بخشی کنترل انرژی وجود دارد سیستم برای کنترل و بهبودی وجود دارد	خسارت برای تجهیزات و آسیب برای انسان جزئی خسارت جزئی است
سیستم برای کنترل وجود دارد اما اثر بخش نیست	خسارات و آسیب جدی است
سیستم برای کنترل وجود دارد اما قابل اعتماد نیست	خسارات جدی و آسیب دیدگی و مصدومیت دائمی است
هیچ سیستمی برای کنترل وجود ندارد	خسارات و مصدومیت فاجعه بار و مرگ حتمی

یافته‌ها

در این مطالعه طبق کاربرگ‌های تکمیل شده با روش ETBA، مجموعا ۷ نوع انرژی و ۲۷ مورد خطر شناسایی شد که تعداد ۳ خطر دارای ریسک فاجعه بار، ۸ مورد بحرانی، ۹ مورد مرزی و ۷ مورد جزئی بودند. به همین دلیل سطح کنترل ها و آموزش‌های مورد نیاز به نیروهای فعال در آن واحدها ارائه شد. مهم‌ترین عوامل با امکان حوادث غیر قابل جبران مربوط به جریان الکتریسته یا انرژی برق و اتصالات مرتبط با آن و فراوانی ریسک‌ها در جدول نشان داده شده است (جداول ۵ و ۶).

۱- ساختار و اتصالات تابلوها:

تابلو برق به عنوان اصلی‌ترین رکن شبکه برق‌رسانی است و فعالیت ایمن و مؤثر ابزار و دستگاه‌های الکتریکی مستقیماً به کیفیت ساختار تابلو برق بر اساس استانداردهای تدوین شده بستگی دارد. این ساختار علاوه بر حفاظت از تجهیزات و اتصالات در برابر عوامل محیطی و انتقال ایمن انرژی پایدار در شبکه، زمینه جلوگیری از آسیب‌های ناشی از برق‌رفتگی و انفجارهای احتمالی را فراهم می‌آورد. در بررسی وضعیت ساختار تابلوها و اتصالات تابلوها در پایگاه‌های موضوع طرح مشخص شد که ۶۶/۷٪ از تابلوهای اصلی در این پایگاه‌ها به دلیل عدم وجود نیروهای فنی با تجربه، عدم نظارت کافی بر شرایط و کیفیت ابزار و تجهیزات مستقر، عدم تناسب نیروهای فنی انتخاب شده با موضوع فعالیت‌ها و غیره، در شرایط مناسب، ایمنی و استاندارد نیستند. به طوری که وضعیت این تابلوها در بعضی از پایگاه‌ها با وجود استقرار در فضای باز، بدون پوشش، در معرض باد و باران و بدون حفاظ مطمئن و تجهیزات ایمنی کافی و مستهلک در شرایط بحرانی هستند و می‌تواند خطرات و صدمات پیش‌بینی نشده‌ای برای تجهیزات، کاربران و ساختمان آن مراکز به وجود آورند.

اطلاعات این بررسی نشان داد غالب تابلوهای مستقر در مراکز مختلف موضوع این طرح از لحاظ ساختاری در وضعیت بسیار نامناسب و در خطر بالا هستند. اطلاعات وضعیت میزان درصد ریسک ساختار تابلوی پایگاه‌های بابل (۸۹/۲٪)، ملایر(۸۰/۶٪)، دامغان (۷۷/۷٪)، ایلام (۷۳/۲٪)، اردکان (۶۵/۵٪) و غیره در نمودار نشان داده شده است (نمودار ۱).

۲- کیفیت محل استقرار تابلوها:

ایمنی عملکرد تابلوهای برق مراکز مختلف به ویژه در مراکز انتقال خون در گرو انتخاب محل و نوع استقرار، دما و رطوبت مناسب، گردش هوا و فضای کافی، عدم مسیر عبور گرد و خاک، محل ایمن و محصور مجهز به قفل ایمنی، عدم تردد افراد فاقد صلاحیت، مجهز به سیستم اطفاء حریق در کنار تابلو، وجود اتصال سیستم ارتینگ، استاندارد میزان سطح ارتفاع و اطراف محل نصب تابلو، نظافت کامل محل نصب و عدم نگهداری هر نوع مواد و وسایل اضافه به خصوص مواد اشتعال‌زا، نزدیکترین محل با ترانس اصلی، دستورالعمل و چک لیست‌های مرتبط و غیره است. در حالی که با بررسی وضعیت فضا، محل استقرار کیفیت تجهیزات و اتصالات ، ایمنی ساختار و نوع استقرار تابلوهای برق مورد استفاده در پایگاه‌های مورد هدف مشاهده شد که تعداد کثیری از آن‌ها از وضعیت مناسبی برخوردار نیستند.

به طوری که محل استقرار تقریباً ۷۲/۴٪ تابلوهای اصلی و فرعی به دلیل عدم تناسب با حجم اتصالات و قطعات، کهولت، زنگ زدگی، خوردگی، استقرار در فضای باز، فاقد

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-29]

جدول ۵: کاربرگ تکمیل شده با روش ETBA

نام انرژی	مقدار و نوع انرژی	اهداف/ محصول	نحوه اثر	کنترل‌های موجود	سطح ریسک اولیه	کنترل‌های پیشنهادی	سطح ریسک ثانویه
انرژی برق	ساختار کلی تابلوها	انسان	برق‌گرفتگی، پرتاب شدن و مرگ	تجمع اتصالات و قطعات در تابلوها، ساختار قدیمی، مستهلک بودن بدنه و ساختار، عدم حفاظ مناسب همراه با تجهیزات ایمن و عدم اتصال به سیستم ارتینگ مطمئن و چک لیست	۲A	نوسازی، اتصالات مطمئن و استاندارد، سیستم ارتینگ فعال، درب قفل‌دار و به روز رسانی سیستم‌های کنترل کننده و هشدار دهنده، استمرار بازدیدهای دوره‌ای با چک لیست	۲E
		ساختمان	سوختگی، انفجار و آتش‌سوزی		۱B		۳B
	محل استقرار تابلوها	انسان	برق گرفتگی، پرتاب و مرگ	استقرار تابلوها در فضای باز، نا امن و محل تردد کاربران، عدم وجود حصار مطمئن و مجهز به قفل مطمئن، استقرار در کنار دستگاه‌های دیزل ژنراتور و موتورخانه، مستقر در محل فاقد سیستم کنترل رطوبت و دما، مستقر در محل تجمع وسایل‌زائی و اشتعال‌زا و منبع سوخت دیزل ژنراتور	۲B	اصلاح فضا و تابلوها با تجهیزات استاندارد، استقرار تابلوها در محل مجهز به قفل ایمنی و عدم تردد افراد فاقد صلاحیت، اتصال تابلوها به سیستم ارتینگ فعال و مطمئن، استقرار تابلوها در محل کاملاً جدا از نگهداری مواد و وسایل اضافه به خصوص مواد اشتعال‌زا، استقرار در نزدیکترین محل به ترانس اصلی و استفاده از دستورالعمل و چک لیست‌های مرتبط در بازدیدهای دوره‌ای	۲D
		ساختمان	انفجار و آتش‌سوزی		۱B		۴B
	مسیر عبور کابل‌ها	انسان	برق‌گرفتگی، پرتاب و مرگ	انباشتگی و آزاد بودن کابل‌ها در کنار و اطراف تابلوها، رهایی و تجمع کابل‌ها در مسیر تردد افراد و محل نگهداری منبع سوخت ژنراتور، وجود نشتی جریان برق از کابل‌ها و احتمال بروز انواع خسارات و آسیب‌ها، وجود کهولت، آسیب‌دیدگی، طول نامتعارف و انباشتگی کابل‌ها در کنار تابلوها و محل تردد، وجود موانع در تردد و حمل اجسام در حین نقل و انتقال	۱ B	جمع‌آوری کامل کابل‌های اضافی در اطراف تابلوها و محل تردد افراد، جایگزینی کابل‌های موجود با کابل‌های استاندارد و متناسب با نوع مصرف و استفاده از سینی یا داکت‌های مرتبط	۳ E
		ساختمان	انفجار و آتش‌سوزی		۲ B		۴ D

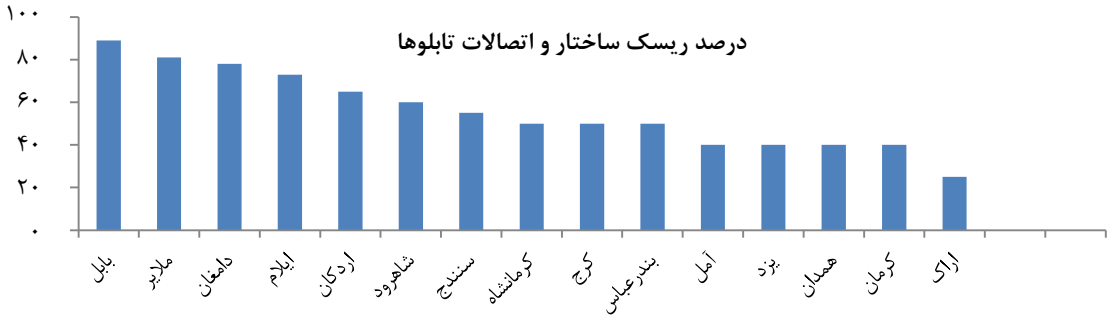
[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-29]

	بانک خازن	تجهیزات	نوسانات، خرابی تجهیزات	وجود نوسانات، افزایش خرابی ابزار و تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی و هزینه‌های تعمیرات و برق مصرفی	۲ B	تنظیم و ثابت نگه‌داشتن ولتاژ، اصلاح ضریب توان برق و کاهش خرابی دستگاه‌ها و هزینه‌های تعمیر تجهیزات و برق مصرفی	۳C
	سیستم ارتینگ	انسان	برق‌گرفتگی، مرگ و پرتاب شدن	افزایش ناگهانی ولتاژ، نوسانات، اتصال کوتاه در شبکه و تجهیزات، وقوع خطا در نتایج خروجی تجهیزات الکترونیکی، ایجاد آسیب و صدمات به مدارک و قطعات الکتریکی و الکترونیکی دستگاه‌ها، عدم ثبات و استمرار ولتاژ در شبکه برق‌رسانی، افزایش هزینه‌های خرابی، تعمیر و جایگزینی ابزار و دستگاه‌های الکتریکی و الکترونیکی و جلوگیری از پدیده رزونانس	۲ A	استقرار سیستم ارتینگ فعال و مطمئن در همه مراکز، استقرار بازدیدهای دوره منظم و برنامه‌ریزی شده، به کارگیری نیروهای آموزش دیده و با تجربه، تست اتصال سیستم ارتینگ به همه ابزار و دستگاه‌های الکتریکی، تست مقاومت چاه ارت از طریق چک لیست دستورالعمل‌های تدوین شده، ارزیابی هزینه‌های خرابی و تعمیر تجهیزات	۳ B
		تجهیزات	نوسانات و خرابی تجهیزات		۲ B		۴ B
		ساختمان	انفجار و آتش‌سوزی		۳ B		۳ D
	نظافت تابلوها	انسان	برق گرفتگی	تولید حرارت در اتصالات و قطعات تابلوها، بروز اتصال کوتاه و ایجاد جرقه و احتمال آتش‌سوزی تابلوها، ایجاد خطا در نتایج خروجی تابلوها، آسیب رساندن و ایجاد صدمات به مدارات و قطعات الکتریکی و الکترونیکی تابلوها	۲ D	به کارگیری نیروهای آموزش دیده و باتجربه و برنامه بازدیدهای دوره ای منظم و مستمر	۴ D
		تجهیزات	خرابی تجهیزات، نوسانات و قطعی برق		۳ B		۳ E
	چینش قطعات و اتصالات	انسان	برق گرفتگی، پرتاب شدن	عدم استفاده از طراحی استاندارد و مرتبط، عدم استفاده از کابل‌ها و اتصالات، شینه‌ها، ترمینال‌های ورودی و خروجی مناسب، عدم رعایت نوع چینش، نوع اتصال همراه با تراکم ابزار و اتصالات و سیم‌ها در تابلوها، عدم امکان نظافت و گرد گیری، عدم بازدیدهای دوره‌ای	۲ C	اصلاح فضای تابلوها برحسب میزان اتصالات، ترمیم مسیر کابل‌ها و چینش قطعات، کاهش تراکم ابزار و اتصالات با اصلاح طراحی و به روز رسانی چینش در تابلوها جهت جلوگیری از گرم شدن کلیدها، ریست نشدن کلیدها، تولید بوی دود و سوختگی و امکان دسترسی نیروها به قطعات و اتصالات در حین نظافت و بازدیدهای دوره‌ای	۳ D
		تجهیزات	خرابی تجهیزات، نوسانات		۴ B		۴ D
		ساختمان	انفجار، آتش‌سوزی		۳ B		۳ D

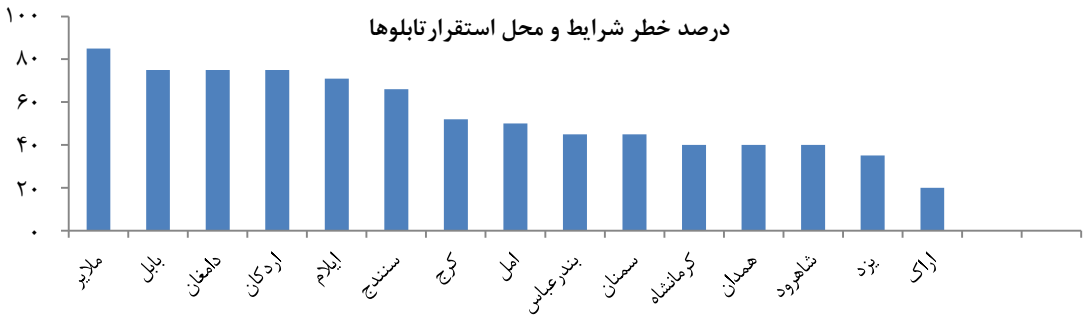
[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-29]

جدول ۶: فراوانی ریسک‌های شناسایی شده

کد ارزیابی	۴E	۴D	۴C	۴B	۴A	۳E	۳D	۳C	۳B	۳A	۲E	۲D	۲C	۲B	۲A	۱E	۱D	۱C	۱B	۱A	مجموع خطرات
فراوانی	۰	۳	۰	۳	۰	۰	۳	۱	۵	۰	۰	۲	۱	۴	۲	۰	۰	۰	۳	۰	۲۷



نمودار ۱: وضعیت میزان درصد ریسک ساختار تابلوها



نمودار ۲: درصد خطر شرایط استقرار تابلو برق

درب و قفل ایمنی، عدم وجود حصار، عدم وجود سیستم کنترل رطوبت و دما، تجمع سیم و کابل در اطراف آن‌ها، مجهز نبودن به سیستم اعلام هشدار، استقرار در محل تردد افراد و غیره در شرایط بحرانی قرار داشتند و جایگزینی و اصلاح آن‌ها یک نیاز ضروری است.

این وضعیت به ویژه در پایگاه‌های قدیمی و فاقد نیروی با تجربه نظیر ایلام، ملایر، بابل، دامغان، سنندج و اردکان قابل توجه بود.

در این بررسی بیشترین مشکل ناشی از ریسک بالا با توجه به اطلاعات ارائه شده در نمودار ۲ متعلق به پایگاه‌های ملایر ۸۵/۲٪ ، بابل ۷۴/۹٪ ، دامغان ۷۵/۵٪ ، اردکان ۷۴/۹٪ ایلام ۷۱/۴٪ ، سنندج ۶۵/۷٪ بود (نمودار ۲).

۳- مسیر عبور اتصالات و کابل‌ها:

نوع کابل‌های مورد استفاده در بخش ورودی و خروجی تابلوها معمولاً از نوع تک رشته‌ای و دارای وزن سنگینی هستند. یکی از موارد مورد اشاره در رهاسازی وزن زیاد آن‌ها در بالا و پایین تابلوها است که می‌تواند عاملی برای ایجاد فشار غیر قابل تحمل برروی تابلوها و در نتیجه

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-29]

فراهم آوردن آسیب‌ها و خطرات مختلف برای تابلو و فضای محل استقرار با هزینه‌های مالی و جانی شود. استفاده از داکت و سینی به شدت موجب کاهش وزن زیاد آن‌ها بر روی تابلو و حوادث جانبی می‌گردد. موضوع دوم انباشتگی و رهاسازی کابل‌ها است که موجب انباشتگی حرارت ناشی از حرکت جریان در داخل کابل‌ها می‌گردد و ضمن ایجاد نشتی جریان منجر به خشکی، آسیب دیدگی، زخمی شدن، کهولت زودرس و خسارت‌های مالی و جانی در اثر تردد یا گیر کردن اجسام در حین نقل و انتقال و در نتیجه موجب برق‌گرفتگی، آتش سوزی، انفجار و غیره می‌گردد. داکت یا سینی یکی از ابزارهای تائید شده در جهت جلوگیری از وقوع چنین حوادثی است. در این راستا با بررسی وضعیت و کیفیت کابل‌ها و اتصالات تابلوها مشاهده شد که تجمع، بهم ریختگی، رهاسازی در محل تردد به خصوص آویزان بودن کابل‌ها در همه پایگاه‌های موضوع طرح شایع است (شکل ۱). بر این اساس و برحسب اطلاعات ارائه شده در نمودار ۳ وجود درصد میزان ریسک‌های مختلف در پایگاه‌های بابل ۹۴/۸٪ ، اردکان ۹۱/۶٪ ، کرمانشاه ۸۸/۱٪ ، دامغان ۸۰/۸٪ ، سنندج ۷۸/۲٪ ، ملایر ۷۳٪ ، ایلام ۶۸/۳٪ ، همدان ۶۲/۶٪ ، آمل ۴۷/۳٪ ، شاهرود ۴۴/۷٪ ، بندرعباس ۴۲/۵٪ ، سمنان ۴۰/۸٪ ، کرج ۳۷/۲٪ ، یزد ۲۲/۹٪ و اراک ۱۹/۵٪ به دلیل عدم وجود نیروی با تجربه و آموزش دیده است (نمودار ۳). به همین دلیل نیاز جدی در اصلاح این وضعیت جهت جلوگیری از خطرات انسانی و ساختمان می‌باشد.

۴- *بانک خازن:*

برای اصلاح ضریب توان مصرفی و ارتقاء توان برق تا ۹۶٪ ، لازم است از یک تابلوی بانک خازنی متناسب با مصرف در جهت مقابله با بالا رفتن جریان، کاهش ولتاژ، افزایش واکنش‌پذیری (Reactive)، افزایش تلفات مسی و عوارض اقتصادی و هم‌چنین کاهش هزینه برق مصرفی برای مصرف‌کننده استفاده شود. به عبارت دیگر بانک خازن به عنوان یکی از پر مصرف‌ترین و مؤثرترین ابزار در جهت جبران افت ولتاژ، تنظیم ولتاژ، ثابت نگه داشتن ولتاژ، اصلاح ضریب توان برق، کاهش سطح مقطع سیم‌ها، مقابله با اثرات منفی سلف، کنترل توان راکتیو و به خصوص کاهش هزینه‌های برق مصرفی تا ۵۰٪ و غیره در هر پایگاه می‌باشد (شکل ۲).

طی این بررسی مشخص شد با وجود نوسانات جریان برق احتمالی در اکثر استان‌ها، نیاز جدی به اتصال برق ورودی به تابلو بانک خازن در جهت جلوگیری از انواع آسیب‌ها به یکایک ابزار و دستگاه‌ها و سیستم‌ها می‌باشد که بر این اساس حدود ۶۰/۳٪ پایگاه‌های موضوع طرح از قبیل بندرعباس، ایلام، ملایر، شاهرود، دامغان، اردکان، یزد، آمل و بابل فاقد تابلو بانک خازن و پایگاه‌های دیگر نظیر کرج، سنندج، همدان، سمنان و کرمانشاه علی‌رغم برخورداری از بانک خازن، فعال نبوده یا در بازدیدهای دوره‌ای عملکرد آن‌ها چک نمی‌شد. در این میان فقط در پایگاه اراک با توجه به وجود نیروی کاردان این امر انجام می‌گرفت.

الف

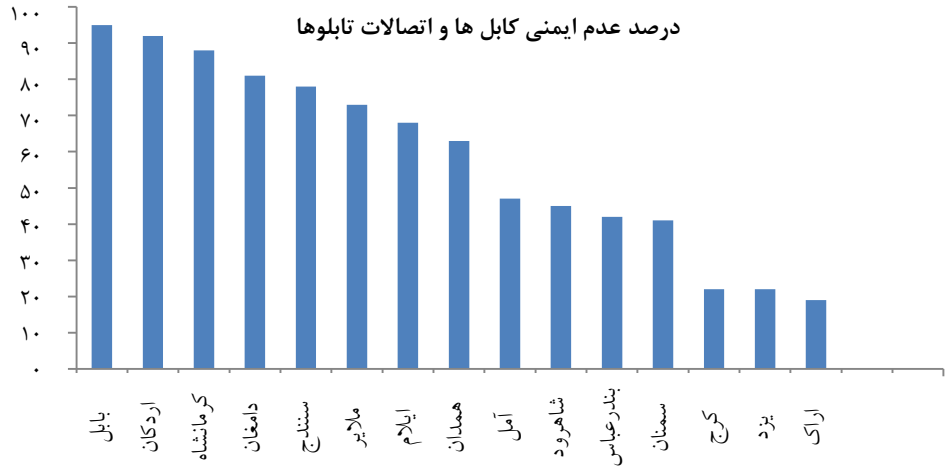


ب

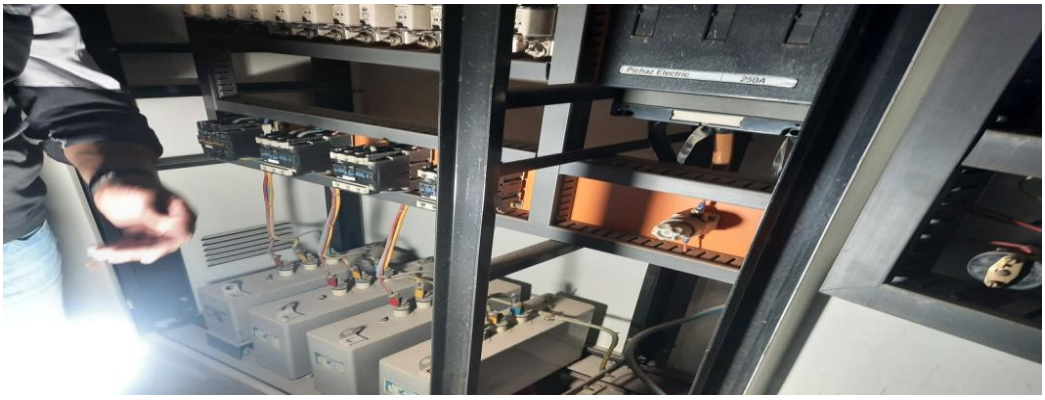


شکل ۱: الف) یک نمونه از نحوه اتصال کابل‌ها ب) یک نمونه از نحوه تجمع و عبور کابل‌ها

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-29]



نمودار ۳: وضعیت کابل کشی نامناسب



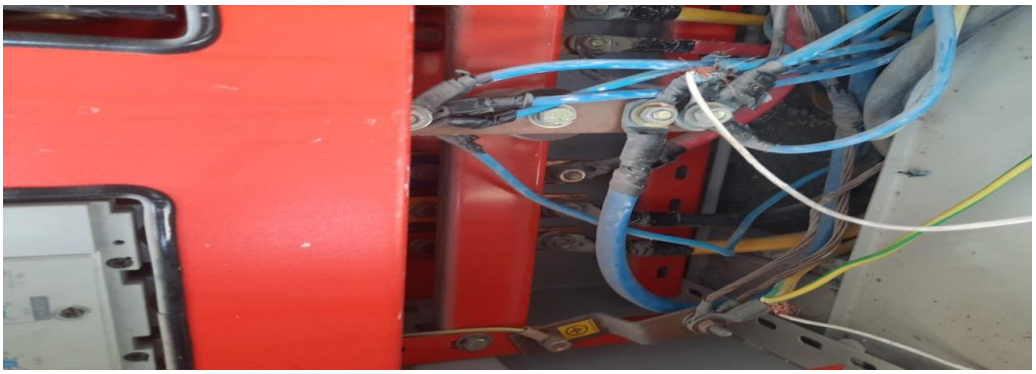
شکل ۲: یک نمونه از ساختار تابلوی بانک خازن

۵- اتصال سیستم ارتینگ به تابلوها:

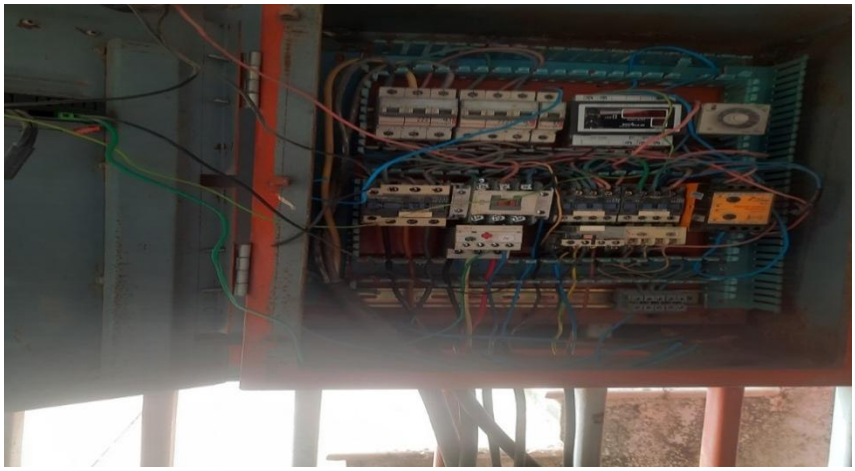
سیستم ارتینگ یکی از موثرترین روش‌ها در امر تأمین ایمنی کاربران و حفاظت از دستگاه‌ها در برابر افزایش ناگهانی ولتاژ، نوسانات، اتصال کوتاه و غیره در جهت جلوگیری از امکان برق‌گرفتگی کاربران، وقوع خطا در نتایج خروجی تجهیزات الکترونیکی، آسیب رساندن و ایجاد صدمات به مدارات و قطعات الکتریکی و الکترونیکی دستگاه‌ها از طریق تثبیت ولتاژ شبکه برق‌رسانی، کاهش جریان خطا در زمان اتصال فاز به زمین، جلوگیری از پدیده رزونانس و غیره می‌باشد. لذا طبق توصیه‌های به عمل آمده اتصال هادی حفاظتی (سیم ارت) به بدنه فلزی همه ابزار و دستگاه‌ها نظیر سینک‌های آزمایشگاهی، بدنه فلزی آبسردکن‌ها، درب‌ها و پنجره‌های بیمارستانی، تجهیزات پزشکی نظیر بدنه یخچال‌ها، فریزرها، سانتریفیوژها و سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی نظیر سیستم‌های هشدار دهنده، کنترل‌کننده، ذخیره‌کننده، فورها، سل کانترها، اجزای موتورخانه‌ها، بدنه آسانسورها، دیزل ژنراتورها، بدنه فلزی تابلو برق، اجزای شبکه برق‌رسانی، UPS ها و غیره الزامی است (شکل ۳).

در این رابطه طبق اطلاعات به دست آمده در این بررسی مشاهده شد که هیچ‌گونه مستندات، چک لیست، دستورالعمل و بازدید دوره‌ای در امر ارزیابی اتصال زمین

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-29]



شکل ۳: یک نمونه از اتصال سیم سیستم ارتینگ



شکل ۴: نحوه چینش ابزار و اتصالات در تابلوها

تابلوها وجود ندارد.

در این بررسی مشخص شد که تقریباً حدود ۶۶/۳٪ تابلوهای برق اصلی و فرعی بعضی پایگاه‌ها با وجود چاه ارت به دلیل عدم آگاهی به نیاز و اهمیت آن کاملاً غیر فعال و اصالت آن‌ها برای آزمایش دوره‌ای مقاومت زمین نظیر پایگاه‌های بندرعباس، البرز، همدان و یزد با وجود اتصال تابلوها به سیم ارت چاه چک نمی‌شود و پایگاه‌های سنندج، ایلام، ملایر، شاهرود، دامغان، سمنان، اردکان، کرمانشاه، آمل و بابل نیز فاقد اتصال به سیستم ارتینگ بودند. در این بررسی هم‌چنین مشاهده شد حتی پایگاه‌هایی که از چاه ارت برخوردار هستند، هیچ تلاش جدی در جهت اصلاح، فعال‌سازی و اتصال آن به همه ابزار و تجهیزات الکتریکی نکرده بودند که علت اصلی در عدم وجود این اتصال به تابلو برق اصلی و غیره نبود، بلکه علت کاربران با تجربه و آموزش دیده و آشنا به خطرات بود.

۶- نظافت تابلوها:

نظافت و گردگیری اجزای داخل تابلو برق به عنوان یکی از عوامل مهم در حفظ ایمنی فعالیت‌ها و حفاظت از اجزای داخل تابلوهای اصلی و فرعی برق در برابر آلاینده‌ها نظیر گرد و غبار، جرم‌ها و پرزهای جمع شده در اجزای مختلف و بدنه داخلی تابلوهای برق می‌باشد (شکل ۴). این آلاینده‌ها ضمن این که هر کدام می‌توانند به صورت مواد رسانا عمل کنند، می‌توانند عاملی برای ایجاد اتصال کوتاه و یا نشت جریان باشند. لذا عدم نظافت‌های

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-29]

دوره‌ای به صورت گرد و غبارهای اندک نیز می‌تواند زمینه‌ساز مشکلات بزرگ نظیر بروز اتصال کوتاه، قطعی برق و اختلال در فعالیت دستگاه‌ها، جرقه یا انفجار و آتش‌سوزی، تغییر شکل در مواد پلاستیکی عایق سیم‌ها یا قطعات الکتریکی متصل به آن‌ها و موجب تشکیل کربن و در نتیجه تحمیل هزینه‌های مالی و جانی گردند.

در بررسی وضعیت نظافت تابلوهای برق اصلی و فرعی در پایگاه‌های مورد هدف مشاهده شد که تقریباً ۵۱/۴٪ تابلوهای اصلی و فرعی پایگاه‌های موضوع این طرح از قبیل سنندج، ایلام، ملایر، همدان، شاهرود، دامغان، سمنان، یزد، اردکان، آمل، بابل و کرج به جز پایگاه‌های اراک، بندرعباس و کرمانشاه فاقد نظافت با انباشتگی گرد و خاک و دیگر آلاینده‌ها به دلیل عدم بازدید دوره‌ای، عدم وجود نیروی فنی با تجربه در بخش تأسیسات، عدم نظارت کافی بر فعالیت نیروهای فنی این بخش و غیره هستند که این امر بدون شک می‌تواند عوارض بسیار خطرناک و آسیب‌های جدی مالی و جانی برای هریک از پایگاه‌ها در پی داشته باشد.

۷- چینش اتصالات غیر استاندارد و افزایش نا امنی:

یکی از مشکلات رایج در تابلوهای برق، مشکل گرم شدن کابل‌ها و اتصالات، شینه‌ها، ترمینال‌های ورودی و خروجی، ترمینال‌های تجهیزات تابلوهای برق در اثر نوع چینش، نوع اتصال، تراکم ابزار و اتصالات و سیم‌ها، عدم نظافت و گردگیری، عدم بازدیدهای دوره‌ای و غیره می‌باشد. این وضعیت هم چنین می‌تواند منجر به عواملی از قبیل آتش گرفتن و ذوب شدن کابل‌های داخلی تابلو برق، صداهای غیر طبیعی، گرم شدن کلیدها، ریست نشدن کلیدها، خارج شدن بوی دود و سوختگی از تابلو برق و بالا زدن دائمی کلیدهای مینیاتوری گردد. بر اساس اطلاعات به دست آمده در این بررسی مشخص شد که ۴۳/۳٪ تابلوهای برق پایگاه‌های موضوع این مطالعه به دلیل عدم چینش مناسب و بهم فشردگی، تجمع سیم‌ها، کابل‌ها و اتصالات و عدم رعایت استانداردهای لازم در انتخاب اندازه، ابزار و وسایل در شرایط غیر استاندارد و خطرناک بودند و این شرایط در پایگاه‌های آمل، بابل، سنندج، ایلام، کرمانشاه، اردکان، دامغان، شاهرود، ملایر و بندرعباس طبق شکل ۴ از ایمنی کافی و لازم برخوردار نبودند و نیاز جدی به اصلاح آن‌ها در کوتاهترین زمان است.

بحث

اهمیت استقرار سیستم مدیریت نگهداری تجهیزات پزشکی در اجرای اقدامات پیشگیرانه بر اساس استانداردهای مرتبط امری اثبات شده است و این مطالعه با هدف بررسی اثربخشی این سیستم در فرآیند فعالیت ابزار، تجهیزات و سیستم‌های فعال در شبکه برق‌رسانی پایگاه‌های موضوع طرح از طریق روش ETBA انجام گرفت. نتایج این بررسی نشان داد علی‌رغم مشاهده شرایط نامناسب در برخی از اجزای سیستم‌های مکانیکی، الکتریکی و حفاظتی شبکه برق‌رسانی این پایگاه‌ها، این شرایط بر عملکرد اصلی دستگاه‌ها در فرآیند فعالیت بخش‌های مختلف پایگاه‌های موضوع این طرح اثر جدی با اختلاف معنادار نداشته است. زیرا بر اساس دو روش متداول نگهداری پیشگیرانه و اصلاحی تجهیزات پزشکی، استقرار نگهداری پیشگیرانه(PM) به عنوان فرآیندی برنامه‌ریزی شده برای حصول اطمینان از عملکرد تجهیزات پزشکی و سیستم‌ها تعریف شده است. با این بررسی مشخص شد حدود ۷۹/۶٪ دستگاه‌های مستقر در فرآیند فعالیت این پایگاه‌ها با استمرار استفاده از برنامه نگهداری تجهیزات پزشکی، دارای عملکرد مورد تائید هستند(۲۵، ۲۴).

هر چند که شرایط فیزیکی، کیفی و ایمنی بخش‌هایی از اجزاء و تجهیزات شبکه برق‌رسانی آن‌ها نظیر ۷۱/۱٪ تابلوها فاقد ساختار ایمن و مناسب، ۷۴/۷٪ مستقر در محل‌های خطرناک با ریسک بالا، ۷۰/۵٪ از مسیر عبور کابل‌های ورودی و خروجی تابلوهای اصلی فاقد ایمنی و محافظ مطمئن نظیر استفاده از سینی یا داکت‌های استاندارد، ۶۰/۳٪ تابلوهای اصلی این پایگاه‌ها فاقد بانک خازن، ۶۶/۳٪ پایگاه‌ها فاقد چاه ارت فعال و مطمئن، ۵۱/۴٪ تابلوهای اصلی و فرعی پایگاه‌های موضوع طرح فاقد نظافت و اکثر تابلوهای اصلی و فرعی متعلق به سردخانه و دیزل ژنراتور مربوط به ۴۳/۳٪ از پایگاه‌ها از

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-29]

چینش و اتصالات مطمئن برخوردار نبودند. در حالی که طبق توصیه‌ها بر اساس استانداردهای IEC61439-1 و IEC61439-2 ، تست‌های روتین و ارزیابی تابلوهای برق در دوره نگهداری از قبیل بررسی عایق‌ها و اتصال مدارات حفاظتی، بازرسی چشمی، کنترل سیم کشی‌ها، چک کردن تجهیزات جانبی، اندازه‌گیری قوس، کنترل فواصل نصب اجزاء، تست کارکرد صحیح الکتریکی، وضعیت مکانیکی سیستم، کنترل میزان حفاظت، بررسی وضعیت ظاهری و نظافت تابلو برق، روانکاری تجهیزات مکانیکی و رگلاژ آن‌ها، آچار کشی قطعات مکانیکی، تست صحت عملکرد رله‌ها و تجهیزات حفاظتی، کنترل هیترها و تجهیزات روشنایی سیستم، بررسی اتصالات، کلیدها، شستی‌ها، چک کردن مدارات کنترل، آموزش کاربران جهت پیش‌گیری از برق گرفتگی، کنترل آلودگی محیط و غیره در جهت کنترل و توزیع پایدار انرژی الکتریکی، حفظ کیفیت سیستم در گذر زمان، جلوگیری از خرابی‌های احتمالی و بروز وقفه در فعالیت‌ها، ایجاد هزینه‌های جانی و مالی و در نهایت تأمین ایمنی مستمر کاربران و دستگاه‌ها الزامی است (۲۶).

با این وجود و برحسب اهمیت و نقش مؤثر سیستم نگهداری تجهیزات در تأمین اقدامات ضروری در امر پشتیبانی، مراقبت، تعمیرات و نظارت‌های مستمر بر عملکرد و ایمنی یکایک ابزار، تجهیزات و سیستم‌های الکتریکی پزشکی در مراکز درمانی و خدمات درمانی و هم چنین حیاتی بودن استقرار یک سیستم برق‌رسانی مطمئن و پایدار در فرآیند فعالیت مراکز انتقال خون، مشاهده شد که ۷۳/۳٪ پایگاه‌های موضوع طرح از نیروهایی استفاده می‌کنند که با برخورداری از مدارک کارشناسی آزمایشگاه، بیوشیمی یا حتی دیپلم عمومیارتباط تعریف شده‌ای با امور فنی و تخصصی تأسیسات نداشته و از تجربه، آموزش و انگیزه کافی در امر تأمین پشتیبانی‌های مورد نیاز این بخش حساس و خطرناک بی‌بهره هستند (۲۸، ۲۷). البته طبق اظهارات غالب این نیروها، علت اصلی در گماردن آن‌ها به چنین مسئولیت خطرناک در نبود نیروی کافی در پایگاه‌ها (تا جائی که بعضاً یک فرد مسئول چند وظیفه کاری است) به همراه محدودیت‌های قانونی در به کارگیری نیروهای آموزش دیده، با تجربه با مدارک و تخصص مرتبط است.

در حالی که تنها به کارگیری مهندسین پزشکی یا مهندس برق مجهز به علم، تجربه، توان و انگیزه کافی به دور از انتصاب و گزینش‌های غیر اصولی نیروهای فنی است که می‌تواند نقش حیاتی در رفع بیش از ۸۰٪ مشکلات مشاهده شده قبل از تبدیل به این وضعیت بحرانی با یک دهم هزینه‌های قابل پیش‌بینی داشته باشد. بدون شک رفع مشکلات در وضعیت موجود نیازمند صرف بیش از چند صد میلیون تومان برای جمع کردن کابل‌ها، نظافت تابلوها، فعال کردن بانک‌های خازن، استانداردسازی اتصالات، اصلاح تابلوها و غیره به وسیله شرکت‌های خصوصی است. در حالی که با توجه به گستردگی استان‌ها و تعدد مراکز خونگیری و فرآوری با حجم عظیم ابزار و دستگاه‌ها، استقرار حداقل یک مهندس برق با یک مهندس برودتی و دو تکنسین برق و مکانیک، امکان رفع بسیاری از نیازهای فنی تأسیسات و تجهیزات با هزینه اندک و کمتر از ۲۰٪ مبلغ درخواستی شرکت‌های خصوصی فراهم می‌گردد. به همین دلیل است که طبق گزارش‌های موجود، استقرار یک مدیریت تجهیزات پزشکی مؤثر در مرکز درمانی می‌تواند به ترتیب باعث کاهش هزینه‌های تعمیر تجهیزات به میزان ۵۰٪–۴۵٪ و افزایش عمر فعالیت آن‌ها تا دو برابر گردد. در همین رابطه آگوستا در سال ۲۰۰۰ ، نتیجه گرفت که استقرار نگهداری پیشگیرانه تجهیزات پزشکی، ابزار مؤثری برای تصمیم‌گیری درست از طریق ۲ ابزار مدیریتی "طرح مدیریت نگهداری" با استفاده از نیروهای فنی آموزش دیده و "نظام ارزش‌گذاری نگهداری تجهیزات پزشکی" است که منجر به جلوگیری از خرابی تجهیزات به میزان بیش از ۴۹٪ می‌شود (۲۹). البته این امر فقط در شرایطی مؤثر است که نیروهای فنی مستقر از علم متناسب، تجربه کافی و آموزش روز برخوردار باشند. در حالی که طبق این بررسی مشخص شد تعدادی از پایگاه‌های موضوع این طرح فاقد نیروی فنی مهندسی با تجربه و برخی دیگر در اثر جابه‌جایی از واحد دیگر به این بخش فاقد آموزش‌های لازم و برخی در اثر انتخاب ناخواسته از هیچ انگیزه و توان کافی برخوردار نیستند (۳۱، ۳۰). البته استمرار آموزش‌های کاربردی می‌تواند نقش قابل توجهی در ایجاد انگیزه و توان مراقبت از تجهیزات در جهت افزایش بهره‌دهی و دقت

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-29]

آن‌ها به وجود آورد. در این میان به عنوان مثال مشاهده شد نیروی پایگاه اراک با برخورداری از بیشترین تجربه دارای بیشترین اثربخشی و در پایگاه دیگر نیرویی با تجربه کم دارای کمترین علاقه و اثربخشی در تأمین نیازها و رفع انبوه مشکلات به جای مانده است. در این رابطه پایگاه‌هایی نظیر آمل، بابل، ساری، یزد، اردکان، سنندج، ایلام، همدان، ملایر و غیره فاقد هرگونه نیروی فنی برای پی‌گیری پشتیبانی‌های مورد نیاز، ابزار و سیستم‌ها بودند و وجود برخی نیروهای کمکی یا جابه‌جا شده به دلایل عدم برخورداری از تجربه کافی و آموزش مناسب و توان فنی در ارائه خدمات مورد نیاز به حجم انبوه ابزار، تجهیزات و تأسیسات حساس، دقیق، منحصر به فرد و گران قیمت موجود در پایگاه‌ها خود عاملی برای پیدایش خرابی‌ها و نارضایتی کاربران به دلیل عدم رفع به موقع نیازها بودند. در این بررسی مشخص شد که در برخی از این پایگاه‌ها خدماتی نظیر نظافت مربوط به تابلوها که از حساسیت، دقت و ایمنی لازم برخوردار هستند به نیروی خدمات با کمترین آموزش و تجربه سپرده می‌شود. در حالی که طبق قوانین نگهداری ابزار و تجهیزات پزشکی، نظافت این نوع دستگاه‌ها بایستی به وسیله پرسنل واحد فنی یا نگهداری تجهیزات و با نظارت مستقیم واحد مهندسی پزشکی و از طریق ابزار، وسایل، روش‌ها و مواد تعریف شده با ابزار و پوشش‌های ایمنی انجام گیرد و سپردن نظافت این نوع ابزار و سیستم‌ها به نیروهای خدمات می‌تواند خطرات، صدمات و خسارت‌های جبران‌ناپذیری در پی داشته باشد (۳۲).

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده در این مطالعه نشان داد که استقرار یک سیستم نگهداری مؤثر و کارآمد با به کارگیری نیروهای آموزش دیده و با تجربه در مراکز انتقال خون می‌تواند نقش حیاتی در آموزش و تضمین ایمنی کاربران در محیط فعالیت، رفع به موقع نیازها در سیستم شبکه برق‌رسانی، انجام به موقع تست‌های دوره‌ای و تنظیمات، جلوگیری از قطعی برق و ایجاد نوسانات و کاهش هزینه‌های ناشی از خرابی دستگاه‌ها در اثر بروز اختلالات در شبکه برق‌رسانی داشته باشد.

حمایت مالی

این مطالعه با حمایت مالی مؤسسه عالی آموزشی و پژوهشی طب انتقال خون انجام شده است.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه با کد اخلاق IR.TMI.REC.1397.038 در کمیته اخلاق مؤسسه به تصویب رسیده است.

عدم تعارض منافع

نویسندگان اظهار کردند در انتشار این اثر منافع تجاری نداشتند و در مقابل ارائه اثر وجهی دریافت نکرده‌اند.

نقش نویسندگان

دکتر محمد فلاح تفتی: طراحی مطالعه، تحلیل نتایج، تجزیه و تحلیل آماری و تهیه پیش‌نویس مقاله
دکتر بشیر حاجی بیگی: بازنگری نهایی مقاله
دکتر سید کامران موسوی حسینی: تهیه چک لیست‌ها و اصلاح پیش‌نویس مقاله
دکتر غریب کریمی: همکاری در تحلیل نتایج و تهیه پیش‌نویس مقاله

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از اساتید، مدیران و همکاران در مؤسسه آموزشی و پژوهشی طب انتقال خون در مراحل بررسی طرح پیشنهادی، تصویب، تأمین هزینه و اجرای این مطالعه و هم چنین مدیران و همکاران ارجمند در حوزه‌های معاونت توسعه، مدیر کل پشتیبانی و نگهداری تجهیزات پزشکی و یکایک پایگاه‌های انتقال خون موضوع طرح که نقش اساسی و دلسوزانه در پشتیبانی و اجرای این طرح داشتند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-29]

References:

1- Zarei E, Sarsangi V, Falah H, Gholami A, Miri SS, Mortazavi A. Risk Assessment of Different Units in Brake Pads Manufacture by Using Frank Morgan method. Journal Of Neyshabur University Of Medical Sciences 2014, 2(2): 32- 6. [Article in Farsi]
2- Gammon T, Lee WJ, Intwari I. Reframing Our View of Workplace "Electrical" Injuries. IEEE Transactions on Industry Applications 2019; 55(4): 4370-6.
3- Ichikawa N. Electrical Fatality Rates in Japan.2002-2011: New Preventive Measures for Fatal Electrical Accidents. IEEE Industry Applications Magazine 2016; 22(3): 21-6.
4- Askenazy P. Innovative workplace practices and occupational injuries and illnesses in the United States. Economic and Industrial Democracy 2001; 22(4): 485-516.
5- Cawley JC, Homce GT. Occupational electrical injuries in the United States, 1992–1998, and recommendations for safety research. Journal of Safety Research 2003; 34(3): 241-8. [Article in Farsi]
6- Bakhtiari M. Epidemiological Study of Occupational Accidents Registered in Iran Social Security Organization (2001-2005). Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences 2012; 11(3): 231-46. [Article in Farsi]
7- Cawley JC, Brenner BC, editors. Occupational electrical injuries in the US. IEEE IAS Electrical Safety Workshop 2012; p. 29-112.
8- Henshaw JL. Controlling electrical hazard, Occupational Safety and Health Administration 2002, p. 11-9.
9- Taylor AJ. Fatal occupational electrocutions in the United States. Injury Prevention 2002; 8(4): 306-12
10- Kiani, M. and s. Bazmi, Electricity and its complications. Iranian Journal of Forensic Medicine 2007; 13(1): 38-44. [Article in Farsi]
11- Eveke DG, Brunkhorst C. Inactivation of in apple juice by radio frequency electric fields. Journal of Food Science 2004; 69(3): 134-8.
12- Habibi E, Soleymani B, Nateghi R, Lotfi RBM, Yarmohammadian M. Risk management in radiology units of isfahan university of medical sciences' hospitals. Health Information Management 2007; 4(1): 133-41. [Article in Farsi]
13- Shirali G, Adl J. How to perform energy trace & barrier analysis (ETBA) in industries? a case study in Isomax unit of Tehran refinery. Salāmat-i kār-i Īrān 2006; 3(1): 43-9.
14- Standard M. Procedure for performing a failure mode, effect and criticality analysis MIL-STD 1629A. Department of Defense, Washington, DC; 1980. AvaILABLE FROM: https://elsmar.com/pdf_files/Military%20Standards/mil-std-1629.pdf.
15- Mehrabi Matin A, Omidiandost A, Shorabi Y, Poursadeghiyan M. Risk assessment by ETBA method in one of the MDF building factories in the city of Kermanshah-Iran. Eng Appl Sci 2015; 22(3): 160.
16- Nejadali H, Mortazavi S, Khavanin A. LPG Storage Spheres Risk Assessment with FMEA and ETBA Methods. J Kermanshah Univ Med Sci 2008; 12(2): e80093. [Article in Farsi]
17- Vincoli JW. Basic guide to system safety. USA: John Wiley & Sons; 2006. p. 89-134.
18- International Standard for Electrical Safety of Medical Equipment (IEC 60601-1), Data Science Electronic Library, 2019. Available from: https:// webstore. iec. ch/ p-preview/info_iec60601-1-1%7 Bed 2.0%7Den_d.pdf.
19- Ericson CA. Hazard analysis techniques for system safety. USA: John Wiley & Sons; 2015. p. 155-168.
20- Walsh TJ. Total quality management, the ISO 9002 protocol and reconditioned diagnostic imagine Equeipment. proceding of National Froum; 1996. p. 173-7.
21- Matsumura, Fumiyoshi, Osamu Ohnishi, and Haruki, N., 1983, Quality Improvement of Igniter Hybrid IC by Using FMEA. No. 830410. SAE Technical Paper.
22- Eshghi B. Executive method of occupational health and safety. Tehran: Tuv Nord Academy; 2012. p. 1723-1760.
23- Bahreini R, Doshmangir L, Imani A. Factors Affecting Medical Equipment Maintenance Management: A Systematic Review. Journal of Clinical and Diagnostic Research 2018; 12(4): 1-7.
24- Schneider Electric & EEP, IEC 61439 standard for low voltage switchgear and controlgear assemblies, Power station guides, 2023.
25- Guide to periodic maintenance and service of electrical panels. Available from: http://iecatex.blogfa.com/post/342.
26- Elhamnia R, Zare Fallahdoost A, Hassanzadeh Moghadam Abatari M, Basiri M. The importance of the role of medical equipment engineering unit in hospitals and equipment maintenance management. CIVILICA 2018; p. 25-43.
27- Fallah Tafti M, Karimi G, Azad Bakht AN. Qualitative assessment of the maintenance management system of facilities and electricity supply network in Iranian Blood Transfusion Centers (IBTO). Blood Res 2023; 1: 34-43.
28- August J. Preventive Maintenance. J Med Engineer 2001; 4: 1-8.
29- Topham S. Preventive maintenance and repair: Clinical engineering principle and practice. J Clin Engineer 1998; 17(2): 49-57.
30- Halbwachs H. Maintenance and the life expectancy of health care equipment, in developing economies. Health Estate J 2000; 54(2): 26-31.
31- Studying the important issues in maintaining the safety and efficiency of electrical panels, 2022. Avaiable from: https:// adakbn-co. com/ switchgear-maintenance/.

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-29]