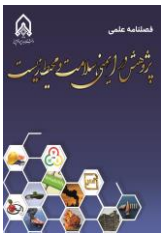
فصلنامه علمی پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست / سال ۱۴۰۳/ دوره ۲/ شماره۱/ صفحه ۱۵-۳۴

فصلنامه علمی پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست



ارزیابی ریسک ایمنی سامانه‌های برق‌رسانی در پادگان‌های نظامی

(موردمطالعه: یکی از رده‌های نظامی تهران)

مجتبی شفیعی نیک‌آبادی *[۱]، عبدالرحمن کشوری [۲]، یاسر معرب [۳]

[۱] دانشجوی کارشناس ارشد، دانشگاه جامع امام حسین (ع) ، تهران، ایران.

[۲] استادیار، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران.

[۳] استادیار، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران.

چکیده

هدف این تحقیق ارزیابی و کنترل ریسک‌های ایمنی سامانه‌های برق‌رسانی در یک رده نظامی در سال ۱۴۰۲ با کمک تکنیک‌های ارزیابی ریسک می‌باشد. به‌منظور تحقق این امر در مرحله اول، ریسک‌های سامانه‌های برق‌رسانی در پادگان‌های سازمان موردمطالعه در حوزه‌های تأمین، تبدیل، توزیع، مصرف داخلی، سیستم‌های ایمنی و حفاظتی و حریم برق و پیامدهای وقوع آن‌ها، از روش مرور ادبیات و بررسی اسناد موجود احصا گردید، سپس برای ارزیابی کمی خطرات احصا شده با کمک توزیع پرسشنامه میان ۲۱ نفر از مدیران و کارشناسان معاونت‌های ایمنی و مهندسی سازمان موردمطالعه و با استفاده از روش FMEA اقدام لازم صورت پذیرفت. خروجی نهایی این پژوهش به‌صورت رتبه‌بندی ریسک‌های ایمنی سامانه‌های برق‌رسانی با توجه به میزان شدت، احتمال وقوع و میزان قابلیت شناسایی ریسک‌ها مشخص گردید و نتایج نشان داد ۱۲ ریسک از ۶۴ ریسک شناسایی‌شده، دارای اولویت بالا در خصوص انجام اقدامات کنترلی فوری به علت قرارگیری مقدار RPN آن‌ها در محدوده بحرانی و ۳۷ ریسک در محدوده نیمه بحرانی ارزیابی گردیدند که لازم است سازمان موردمطالعه پس از اصلاح ریسک‌های مربوط به محدوده بحرانی نسبت به اقدامات کنترلی در محدوده نیمه بحرانی اقدام لازم را به انجام رساند. در پایان به‌منظور کنترل ریسک و تکمیل فرایند مدیریت ریسک، راهکارهای لازم به‌منظور کاهش میزان وقوع و پیامدهای آن خطرات ارائه گردید.

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: علمی

دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۲۸

بازنگری: ۱۴۰۳/۰۱/۲۰

پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۰۳

انتشار: ۱۴۰۳/۰۴/۰۴

*نویسنده مسئول:

mjtbshn@gmail.com

کلیدواژه‌ها:

ریسک

ارزیابی ریسک

سامانه‌های برق‌رسانی

FMEA

مقدمه

در دنیای امروزی کاهش خطرات و مدیریت ریسک در حوزه زیرساخت به‌منظور رسیدن به امنیت پایدار از نشانه‌های پیشرفت و یکی از مهم‌ترین شاخص‌های کشورهای توسعه‌یافته می‌باشد. بر این اساس، امنیت نظامی و حفظ سلامت زیرساخت‌های وابسته به آن، یکی از اولویت‌های اصلی و اساسی و پیش‌نیاز استقرار یک حکومت مستقل به‌منظور تأمین اهداف مهمی چون ایجاد ثبات اقتصادی و اجتماعی و ... می‌باشد. اماکن نظامی در جمهوری اسلامی ایران به‌عنوان محل استقرار کارکنان، تجهیزات و تأسیسات مرتبط به امور و اهداف از پیش تعیین‌شده نظامی و از مهم‌ترین عوامل در ایجاد ساماندهی و امنیت نظامی و نمایان نمودن اقتدار ملی در مقابله با تهدیدات ایجاد گردیده است در این راستا در این اماکن از تجهیزات برقی زیادی بهره‌برداری می‌گردد. این تجهیزات شامل سیستم‌های تأمین، تبدیل و انتقال جریان‌های برقی و ... می‌باشد، اما استفاده از این تجهیزات و زیرساخت‌ها همواره دارای خطراتی است که می‌توانند باعث آسیب به افراد، تجهیزات و ساختمان شوند. علاوه بر این، ریسک‌های برقی می‌توانند باعث جلوگیری از استفاده کامل از تجهیزات و متعاقباً منجر به نقصان در عملکرد به وظایف نیروهای مسلح و موجب ایجاد عدم اطمینان به این سازمان شود. لذا به‌منظور غلبه بر مشکلات احتمالی در صورت وقوع ریسک‌های موجود، شناسایی و مدیریت ریسک‌های ایمنی برقی در پادگان‌های نظامی سازمان موردمطالعه بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

با توجه به توضیحات فوق، کاهش عدم اطمینان‌ها، هدف نهایی مدیریت ریسک در سازمان‌ها می‌باشد، ازاین‌رو با توجه به شرایط حساس سیستم‌ها و زیرساخت‌ها، انتخاب راهبرد شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک از اهمیت زیادی برخوردار است (۱). ارزیابی ریسک و اندازه‌گیری وضعیت‌هایی که می‌توان آن‌ها را ردیابی کرد، داده‌های مهمی را برای مطالعه و برطرف کردن خلأهای ایمنی در برابر خطرات متنوع ارائه می‌نماید (۲). پیش‌بینی خطرات و تهدیدها بدون توجه به جنبه‌های شغلی و سازمانی و تغییر رفتار افراد، محکوم‌به شکست خواهد بود (۳). آنچه در مدیریت ریسک در راستای کاهش خطرات و پیامدهای آن به‌عنوان هدف، مدنظر است عبارت‌اند از کم شدن درجه خطر، کاهش پیامد، کاهش خسارات بر اماکن، تأسیسات و تجهیزات و کاهش تلفات نیروی انسانی می‌باشد (۴). با توجه به توضیحات فوق، پیشگیری از بروز حوادث، ضرورتی برای بقاء سازمان‌ها محسوب می‌شود (۵) و هر سازمانی بایستی برای ارزیابی ریسک‌های مرتبط، راهکارهایی ایجاد نماید (۶). مدیریت ریسک در سازمان نیروهای مسلح در قالب پژوهش‌های میدانی با اخذ نظر خبرگان مشغول به خدمت در امر سازندگی در جهت افزایش بهره‌وری سازمانی و برنامه‌ریزی صحیح برای کاهش اثرات وقوع ریسک‌ها باید اجرا گردد (۷)؛ لذا هدف این تحقیق شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک‌های ایمنی سامانه‌های برقی پادگان‌های نظامی سازمان موردمطالعه با علل و عوامل مختلف در حوزه‌های تأمین، تبدیل، توزیع، مصرف داخلی، سیستم‌های ایمنی و حفاظتی و حریم برق می‌باشد که خروجی نهایی آن به‌صورت رتبه‌بندی خطرات سیستم‌های برقی و ارائه راهکارها، پیشنهادها در راستای انجام اقدامات و تمهیدات پیشگیرانه به‌منظور حذف یا کاهش خطرات، سوانح و حوادث در سازمان موردمطالعه می‌باشد.

مبانی نظری و پیشینهٔ تحقیق

ریسک به رویدادهای غیرمنتظره که دارای احتمال به وجود آمدن آسیب و صدمه از یک خطر معین می‌باشد تعریف می‌شود که دارای اثرات منفی در نیل به اهداف از پیش تعیین‌شده دارد و با عباراتی نظیر احتمال و پیامد وقوع، اندازه‌گیری می‌شود (۸). مدیریت ریسک عبارت است از فرآیند سیستماتیک شناخت، تحلیل و پاسخگویی به ریسک شناسایی‌شده که به‌عنوان یک رویکرد در مقابل مدیریت شهودی ریسک مطرح می‌شود. اولین گام برای موفقیت‌آمیز بودن این فرآیند، مشارکت و تعهد مدیران ارشد سازمان نسبت به آن است. در مرحله بعد، باید سعی شود تا مجریان و ذینفعان سازمان درک درستی از چگونگی اجرای آن پیدا کنند. یکی از اقدامات مهمی که در این راستا باید صورت گیرد، ایجاد یک فرهنگ مناسب، در کل سازمان است؛ به این صورت که فضایی فراهم شود که افراد بتوانند بدون ترس از سرزنش و بازخواست، بر اجرای پروسه تمرکز کنند و مرتب آن را موردبازنگری قرار داده و همگام با پیشرفت سایر بخش‌ها، این فرآیند را به سرانجام رسانند (۹). مدیریت ریسک حتی در کشورهای صنعتی هم مبحثی نوین در مدیریت می‌باشد (۱۰). با توجه به‌مرور ادبیات و بررسی اسناد و حوادث به وقوع پیوسته در سازمان موردمطالعه علل و عوامل ایجاد و ریسک‌های اصلی شناسایی‌شده و جزییات آن‌ها در حوزه‌های مختلف به شرح مذکور در جداول ۱ الی ۸ می‌باشد.

جدول ۱. علل و عوامل ایجاد ریسک‌های ایمنی برق‌رسانی

	علل وقوع ریسک‌های احصا شده	توضیحات	پیامدها
مراحل تأمین، تبدیل، انتقال و توزیع، مصرف داخلی، سیستم‌های ایمنی و حفاظتی و حریم برق	**عوامل طبیعی** (۱۱)، (۱۲)، (۱۳)، (۱۴)	ریسک‌های ناشی از رویداد و عواملی نظیر باد و طوفان، سیل و زلزله، باران، رعدوبرق و ... که باعث اختلال و یا قطعی و خاموشی سیستم برق می‌شوند.	قطعی بر، اختلال در عملکرد و دسترسی به اهداف، تخریب به اموال و تجهیزات
	عوامل انسانی (۱۵)، (۱۴)، (۱۶)، (۱۷)	به عوامل انسانی ناشی از عدم تجربه و سواد کافی، سهل‌انگاری و خطای کاربر و ... گفته می‌شود.	آتش‌سوزی، انفجار، خسارات مالی و اعتباری، مجروحیت و فوت نیروی انسانی
	عوامل فنی (۱۱)، (۱۲)، (۱۳)، (۱۴)، (۱۷)	به دلیل عواملی مانند فرسودگی و نبود نگهداری صحیح و... به وجود می‌آید.	آتش‌سوزی، انفجار، مجروحیت و فوت نیروی انسانی، خسارات مالی و اعتباری
	عوامل محیط زیستی (۱۱)، (۱۲)، (۱۳)، (۱۴)	در اثر عواملی همچون گردوغبار، برخورد پرندگان، خرابکاری حیوانات جونده، رطوبت و... در تجهیزات برقی به وجود می‌آیند.	قطعی برق، اختلال در عملکرد و دسترسی به اهداف، تخریب به اموال و تجهیزات
	عوامل ایمنی (۱۴)، (۱۷)	به دلیل عدم رعایت حریم و اصول ایمنی در حین نصب و یا به‌کارگیری تأسیسات برقی ایجاد می‌شود	آتش‌سوزی، انفجار، مجروحیت و فوت نیروی انسانی، خسارات مالی

جدول ۲. ریسک‌های شناسایی‌شده

ریسک‌های برقی شناسایی‌شده و تعاریف آن‌ها		منابع
برق‌گرفتگی	برق‌گرفتگی به وضعیت و حادثه‌ای اطلاق می‌شود که در آن بدن انسان جزوی از یک مداربسته الکتریکی شده و در ادامه با عبور جریان برق از بدن فرد، یک سری ضایعات و شوک‌های الکتریکی را متحمل می‌شود. به‌عبارت‌دیگر به عبور جریان برق از بدن انسان، برق‌گرفتگی می‌گویند.	(۱۶) (۱۸) (۱۹) (۲۰) (۱۲) (۲۱) (۲۲) (۲۳) (۲۴) (۲۵) (۱۷) (۲۶) (۱۵) (۱۳) (۱۴) (۲۷) (۲۸)
حریق	حریق عبارت است از سوختن مواد سوختنی یا آتشی ناخواسته و در لحظه وقوع از کنترل خارج‌شده که معمولاً با دود و حرارت و نور توأم است.	
اختلال در عملکرد سیستم‌ها	به هرگونه اختلال در سامانه‌های برق‌رسانی که موجب عدم کارایی تجهیزات در اختیار به‌منظور انجام وظایف محوله را می‌گویند به‌عبارتی‌دیگر به ریسک‌هایی گفته می‌شود که کاربر نمی‌تواند به علت عدم کارایی مناسب سیستم به اهداف از پیش تعیین‌شده در زمان‌های عادی و بحرانی دست یابد.	
آلودگی یا تخریب محیط‌زیست	اثری است که موجب تغییرات نامطلوب در محیط اطراف ما می‌شود و تأثیرات نامناسبی بر حیات گیاهان، حیوانات و انسان‌ها می‌گذارد.	
عدم تأمین و قطعی برق	به هرگونه قطعی برق یا ولتاژ صفر که باعث خاموشی تجهیزات می‌گردد گفته می‌شود.	
خرابی تجهیزات و ایجاد زیان‌های مالی	به ریسک‌هایی که باعث ازکارافتادن قسمتی و یا تمام سیستم‌های در اختیار می‌گردد	
سقوط از ارتفاع	به ریسک‌هایی اطلاق می‌گردد که باعث سقوط کاربر در حین کار با تأسیسات برقی منصوب در ارتفاع گردد.	
ایجادآلودگی محیط‌زیست	آلودگی محیطی اثری است که به دلیل تغییرات نامطلوب در محیط اطراف ما ایجاد می‌شود و تأثیرات بدی بر حیات گیاهان، حیوانات و انسان‌ها می‌گذارد.	

جدول ۳. ریسک‌های ایمنی شناسایی‌شده در سیستم تأمین برق

ریسک‌های ایمنی شناسایی‌شده در سیستم تأمین برق			
مخاطرات شناسایی‌شده حوزه ایمنی	**ریسک**	**علل وقوع**	**منابع**
آتش‌سوزی به علت عدم رعایت اصول ایمنی در هنگام سرویس منابع سوخت ژنراتور.	حریق	عوامل انسانی/ ایمنی	(۱۸) (۲۱) (۲۲) (۲۳) (۲۴) (۲۶) (۱۵) (۱۳) (۲۷) (۲۸)
ایجاد آلودگی محیط‌زیست به سبب نشت سوخت، دود تولیدشده از منابع نگهداری سوخت.	ایجاد آلودگی محیط‌زیست	عوامل فنی	
برق‌گرفتگی به علت عدم آموزش کاربر در حین نگهداری و تعمیرات.	برق‌گرفتگی	عوامل انسانی	
عدم تأمین برق در زمان اضطراری به علت عملکرد ناصحیح سیستم و عدم سرویس‌های ماهیانه ژنراتور.	عدم تأمین و قطعی برق	عوامل فنی	
ایجاد خرابی در تجهیزات برقی متصل به شبکه به علت عملکرد ناصحیح منابع تولید برق (فرسودگی آن‌ها)	خرابی تجهیزات و ایجاد زیان‌های مالی	عوامل فنی	
اختلال در عملکرد سامانه‌های برق‌رسانی به علت استفاده از تجهیزات نامرغوب و غیراستاندارد تجهیزات سیستم ژنراتور	اختلال در عملکرد سیستم‌ها	عوامل فنی	
خرابی تجهیزات ژنراتور به علت وصل بار خارج از ظرفیت سیستم تولید	خرابی تجهیزات و ایجاد زیان‌های مالی	عوامل فنی	
ایجاد آلودگی‌های صوتی برای افراد مستقر در محل تولید برق	ایجاد آلودگی محیط‌زیست	عوامل ایمنی	
خرابی تجهیزات سیستم‌های تولید به علت نداشتن اصول ایمنی در ساختمان و محل نگهداری (تهویه، ورود رطوبت به سیستم‌های برقی).	خرابی تجهیزات و ایجاد زیان‌های مالی	عوامل ایمنی	
خرابی و ایجاد خسارت‌های مالی به سامانه‌های برق‌رسانی متصل به ژنراتور به علت قطع شدن سیستم زمین.	خرابی تجهیزات و ایجاد زیان‌های مالی	عوامل فنی	
حریق به علت نشت گاز حاصل از اتصالات مربوط به ژنراتورهای گازسوز	حریق	عوامل فنی	

جدول ۴. ریسک‌های ایمنی شناسایی‌شده در سیستم تبدیل برق

ریسک‌های ایمنی شناسایی‌شده در سیستم تبدیل برق			
مخاطرات شناسایی‌شده حوزه ایمنی	**ریسک**	**علل وقوع**	**منابع**
آتش‌سوزی به علت عدم نصب تجهیزات ایمنی پست‌های برق مثل رله‌های کنترل‌کننده.	حریق	عوامل فنی	(۱۸) (۱۹) (۲۱) (۲۲) (۲۳) (۲۴) (۲۶) (۱۵) (۲۹) (۲۷) (۲۸)
آتش‌سوزی به علت عدم نشت روغن‌های داخلی ترانس‌ها.	حریق	عوامل فنی	
برق‌گرفتگی به علت عدم آموزش کاربر در حین نگهداری و تعمیرات پست‌های برق.	برق‌گرفتگی	عوامل انسانی/ایمنی	
وجود خرابی و خسارات مالی به سیستم‌های متصل به شبکه به علت عملکرد ناصحیح ترانس‌ها و نامرغوب بودن آن‌ها.	خرابی تجهیزات و ایجاد زیان‌های مالی	عوامل فنی	
سقوط از تیرهای برق در هنگام تعمیر و یا نگهداری ترانس‌های هوایی	سقوط از ارتفاع	عوامل انسانی/ ایمنی	
خرابی تجهیزات و خسارات مالی به علت وصل بار خارج از ظرفیت سیستم‌های تبدیل و ترانس‌ها.	خرابی تجهیزات و ایجاد زیان‌های مالی	عوامل فنی	
خرابی و خسارات مالی در سیستم‌های تبدیل به علت نداشتن اصول ایمنی در محل نگهداری تهویه، نفوذ رطوبت، دمای بالای محیطی، ورود حیوانات جونده به داخل پست و...	خرابی تجهیزات و ایجاد زیان‌های مالی	عوامل ایمنی	
برق‌گرفتگی در حین نگهداری سیستم‌های تبدیل به علت قطع سیستم ارتینگ.	برق‌گرفتگی	عوامل فنی	
آتش‌سوزی ترانس‌های برق به علت عدم نگهداری ماهانه و یا فصلی توسط کارشناسان خبره	حریق	عوامل انسانی	

جدول ۵. ریسک‌های ایمنی شناسایی‌شده در سیستم توزیع برق

ریسک‌های ایمنی شناسایی‌شده در سیستم توزیع برق			
مخاطرات شناسایی‌شده حوزه ایمنی	**ریسک**	**علل وقوع**	**منابع**
برق‌گرفتگی به علت عدم رعایت ملاحظات ایمنی (عدم استفاده از تجهیزات حفاظت فردی در هنگام کار با خطوط توزیع برق).	برق‌گرفتگی	عوامل ایمنی	(۱۹) (۲۰) (۱۲) (۲۱) (۲۲) (۲۳) (۲۴) (۲۵) (۲۶) (۲۹) (۲۷) (۲۸)
آتش‌سوزی در محیط‌زیست و فضای سبز پادگان به علت برخورد خطوط توزیع هوایی با درختان در فصول بارندگی و برفی.	حریق	عوامل محیط زیستی	
برق‌گرفتگی به علت سقوط هادی خطوط هوایی بر روی زمین (سیم پارگی) در اثر طوفان‌ها و بلایای طبیعی.	برق‌گرفتگی	عوامل طبیعی	
ایجاد خرابی و خسارات مالی به شبکه توزیع و سیستم‌های متصل به شبکه به علت برخورد صاعقه به خطوط هوایی توزیع.	خرابی تجهیزات و ایجاد زیان‌های مالی	عوامل طبیعی	
سقوط از تیرهای برق توزیع هوایی در هنگام نصب و تعمیرات.	سقوط از ارتفاع	عوامل انسانی / ایمنی	
قطعی شبکه برق به علت وصل بار مصرفی نامتوازن بین فازهای توزیع برق.	عدم تأمین و قطعی برق	عوامل فنی	
برق‌گرفتگی در اثر حفاری ماشین‌آلات سنگین و عدم مطالعه شبکه‌های مدفون در خاک و یا عدم وجود نقشه ازبیلت محوطه.	برق‌گرفتگی	عوامل ایمنی	
برق‌گرفتگی به علت برخورد داربست‌های ساختمانی به شبکه توزیع هوایی.	برق‌گرفتگی	عوامل ایمنی	
قطعی شبکه برق به علت برخورد پرندگان به سیستم توزیع هوایی.	عدم تأمین و قطعی برق	عوامل محیط زیستی	
قطعی برق و ایجاد اتصال کوتاه به علت عدم استفاده از کابل‌های زره دار در محیط‌های دارای حیوانات جونده.	عدم تأمین و قطعی برق	عوامل فنی	
امکان وجود آسیب‌های عمدی به علت وجود سیستم‌های هوایی بدون روکش.	برق‌گرفتگی	عوامل انسانی	
قطعی شبکه و یا سیم پارگی به علت برخورد خودرو و ماشین‌آلات به تیرهای توزیع برق	عدم تأمین و قطعی برق	عوامل ایمنی	

جدول ۶. ریسک‌های ایمنی شناسایی‌شده در بخش‌های مصرف داخلی برقی

ریسک‌های ایمنی شناسایی‌شده در سیستم مصرف‌های داخلی برق			
مخاطرات شناسایی‌شده حوزه ایمنی	**ریسک**	**علل وقوع**	**منابع**
برق‌گرفتگی به علت باز بودن درب تابلو برق	برق‌گرفتگی	عوامل ایمنی	(۱۲) (۲۱) (۲۲) (۲۳) (۲۴) (۲۵) (۱۷) (۲۶) (۱۵) (۲۹) (۱۳) (۲۷) (۲۸)
آتش‌سوزی به علت استفاده از تجهیزات نامرغوب حفاظت کننده و یا غیراستاندارد در تابلوهای برق	حریق	عوامل فنی	
آتش‌سوزی به علت گرم شدن سیم و کابل‌های داخلی ساختمان در اثر جریان کشی بیش‌ازحد و استفاده از تجهیزات پرمصرف.	حریق	عوامل فنی	
خرابی و ایجاد خسارات مالی به تجهیزات موجود برقی در داخل ساختمان به علت عدم محاسبات مهندسی و عدم تعیین سطح مقطع مناسب کابل و سیم و افت ولتاژ ایجادشده.	خرابی تجهیزات و ایجاد زیان‌های مالی	عوامل فنی	
برق‌گرفتگی به علت عدم نصب کلید محافظت از نشت جریان (کلید محافظ جان).	برق‌گرفتگی	عوامل فنی	

جدول ۶. ریسک‌های ایمنی شناسایی‌شده در بخش‌های مصرف داخلی برقی

ریسک‌های ایمنی شناسایی‌شده در سیستم مصرف‌های داخلی برق			
آتش‌سوزی به علت عدم نصب فیوزهای قطع کننده در مسیر هادی‌های برق.	حریق	عوامل فنی	
برق‌گرفتگی در صورت عدم مدار بندی‌های سه سیمِ (عدم وجود سیم ارت)	برق‌گرفتگی	عوامل فنی	
خرابی تجهیزات به علت ایجاد نوسان در سیستم جریان برق داخل ساختمان.	خرابی تجهیزات و ایجاد زیان‌های مالی	عوامل فنی	
برق‌گرفتگی در محیط‌های مرطوب مانند آشپزخانه‌ها به علت عدم استفاده از تجهیزات IP44	برق‌گرفتگی	عوامل فنی	
اختلال در عملکرد سیستم‌ها به علت نگهداری و تعمیرات در زیرساخت‌های برق‌رسانی توسط افراد غیرمتخصص	اختلال در عملکرد سیستم‌ها	عوامل انسانی	
برق‌گرفتگی به علت عدم نصب کف‌پوش‌های ایمنی در حین کار با تابلو برق.	برق‌گرفتگی	عوامل فنی	
اختلال در عملکرد سیستم‌های موتوری به علت ۲ فاز شدن و عدم نصب کنترل فاز در تابلو برق	اختلال در عملکرد سیستم‌ها	عوامل فنی	

جدول ۷. ریسک‌های ایمنی شناسایی‌شده در سیستم‌های ایمنی و حفاظتی

ریسک‌های ایمنی شناسایی‌شده در سیستم‌های ایمنی و حفاظتی			
مخاطرات شناسایی‌شده حوزه ایمنی	**ریسک**	**علل وقوع**	**منابع**
گسترش حریق به علت عدم نصب و یا عملکرد ناصحیح سیستم‌های اعلام حریق	حریق	عوامل فنی	(۲۳) (۲۴) (۳۰)
آتش‌سوزی به علت عدم نصب صاعقه گیر و برخورد صاعقه به ساختمان.	حریق	عوامل فنی	
انفجار به علت عدم نصب هادی و صفحه انتقال الکتریسیته ساکن به زمین در هنگام ورود به زاغه‌ها.	حریق	عوامل فنی	
خطر تخریب تجهیزات به علت عدم نصب صاعقه گیر و برخورد صاعقه به وسایل مخابراتی.	خرابی تجهیزات و ایجاد زیان‌های مالی	عوامل فنی	
ایجاد خسارات به تجهیزات به علت عدم نصب نوسان گیرها و تثبیت‌کننده‌های ولتاژ.	خرابی تجهیزات و ایجاد زیان‌های مالی	عوامل فنی	
اخلال در عملکرد سیستم‌ها به علت برخورد ادوات پروازی به دکل‌های برق و مخابراتی	اختلال در عملکرد سیستم‌ها	عوامل انسانی	
ایجاد خسارات به تأسیسات مکانیکی در صورت عدم نصب تجهیزات ایمنی و حفاظتی برق (بیمتال‌ها، محافظ ولتاژها و ...).	خرابی تجهیزات و ایجاد زیان‌های مالی	عوامل فنی	
برق‌گرفتگی به علت عدم نصب حائل‌های مانع شونده به تجهیزات برقی پرخطر.	برق‌گرفتگی	عوامل ایمنی	

جدول ۸. ریسک‌های ایمنی شناسایی‌شده در خصوص رعایت حریم بین تأسیسات برقی با دیگر تأسیسات

ریسک‌های ایمنی شناسایی‌شده در حریم بین تأسیسات برقی با دیگر تأسیسات			
مخاطرات شناسایی‌شده حوزه ایمنی	**ریسک**	**علل وقوع**	**منابع**
آتش‌سوزی به علت عدم رعایت حریم بین لوله‌های برق با شیر گاز	حریق	عوامل فنی	(۲۳) (۲۴)
برق‌گرفتگی به علت عدم رعایت حریم بین شبکه‌های برق و	برق‌گرفتگی	عوامل ایمنی	

جدول ۸. ریسک‌های ایمنی شناسایی‌شده در خصوص رعایت حریم بین تأسیسات برقی با دیگر تأسیسات

ریسک‌های ایمنی شناسایی‌شده در حریم بین تأسیسات برقی با دیگر تأسیسات			
تأسیسات آبی			
اختلال در سیستم‌های مخابراتی به علت هم‌جواری و عدم رعایت حریم با شبکه برق	اختلال در عملکرد سیستم‌ها	عوامل ایمنی	
حریق به علت عدم رعایت فاصله بین هادی نزولی صاعقه گیر با تأسیسات گازی.	حریق	عوامل ایمنی	
آتش‌سوزی به علت عدم رعایت حریم بین کنتور گاز و برق	حریق	عوامل ایمنی	
اختلال در سیستم اعلام حریق به علت عدم رعایت حریم بین کابل آن سیستم با برق	اختلال در عملکرد سیستم‌ها	عوامل ایمنی	
برق‌گرفتگی به علت عدم وجود درپوش فلزی داخلی تابلوهای برق.	برق‌گرفتگی	عوامل ایمنی	
برق‌گرفتگی به علت باز بودن درب‌های اتاق پست‌های داخلی و ورود افراد غیر کارشناس	برق‌گرفتگی	عوامل ایمنی/ انسانی	
برق‌گرفتگی به علت عدم استفاده از سیستم‌های عایق در خصوص قطع و وصل شبکه‌های فشار متوسط زمینی و هوایی	برق‌گرفتگی	عوامل ایمنی/ انسانی	
اختلال در سیستم‌های پردازش تصویر به علت عدم رعایت حریم کابل‌های دوربین با برق	اختلال در عملکرد سیستم‌ها	عوامل ایمنی	
برق‌گرفتگی به علت عدم رعایت حریم کابل‌های هوایی ۲۰ کیلوولت با ساختمان‌های مجاور	برق‌گرفتگی	عوامل ایمنی	
حریق به علت هم‌جواری کابل‌های برق و عدم فاصله ایمنی با یکدیگر (تشدید گرما)	حریق	عوامل ایمنی	

به‌منظور تشریح تحقیقات قبلی و مقایسه با این پژوهش شرح مختصر در جدول ۹ ذکرشده است

جدول ۹. خلاصه‌ای از تحقیقات قبلی در ارزیابی ریسک‌های برق

تحقیقات صورت گرفته	حوزه بررسی ریسک	بین علل و تشریح پیامد ریسک	روش ارزیابی ریسک	اراده راهکارهای پیشگیرانه
۱۱	ارزیابی ریسک خطوط انتقال برق ولتاژ بالا هوایی در مناطق مسکونی	علل بررسی و پیامدها تشریح نشده است	ویلیام فاین	بیان‌شده است
۱۵	ارزیابی ریسک ایمنی در فرآیند توزیع برق	علل و پیامدها تشریح شده است	روش بهبودیافته ET&BA	بیان‌نشده است
۲۹	مدیریت ریسک مبتنی بر وضعیت خطوط انتقال هوایی	تحلیل آماری خطاهای به وقوع پیوسته	مدل نگارنده	علل و پیامدها تشریح شده است
۲۰	شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک ایمنی فرآیندهای راه‌اندازی نیروگاه تأمین	علل بررسی نشده و پیامدها تشریح شده است	FMEA	بیان‌نشده است

جدول ۹. خلاصه‌ای از تحقیقات قبلی در ارزیابی ریسک‌های برق

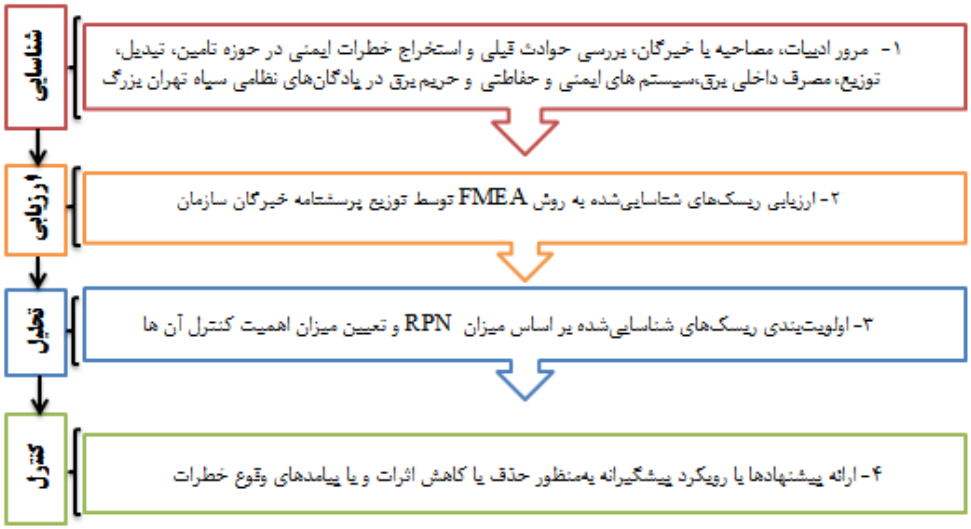
تحقیقات صورت گرفته	حوزه بررسی ریسک	بین علل و تشریح پیامد ریسک	روش ارزیابی ریسک	اراده راهکارهای پیشگیرانه
۱۳	به ارزیابی ریسک‌های ناشی از برق‌گرفتگی جریان‌های توزیع فشار ضعیف	علل و پیامدها تشریح شده است	روش بوتای	بیان‌نشده است
۱۴	شناسایی و ارزیابی ریسک‌های پروژه‌های نیروورسانی توزیع خطوط هوایی	علل بررسی و پیامدها تشریح نشده است	روش PMBOOK با شاخص‌های زمان، کیفیت و هزینه	بیان‌نشده است
۱۲	شناسایی ریسک زنجیره تأمین برق	علل و پیامدها تشریح شده است	تحلیل عاملی اکتشافی و آزمون فرید من	بیان‌شده است
۳۱	ارزیابی ریسک سیستم توزیع و مصرف برق بیمارستان نجمیه	علل و پیامدها تشریح شده است	روش ردیابی انرژی و تحلیل موانع	بیان‌شده است
۱۶	شناسایی خطرات پست‌های تبدیل و توزیع برق زمینی و هوایی	علل بررسی و پیامدها تشریح نشده است	-	بیان‌شده است
۲۷	شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های توزیع برق.	علل بررسی‌شده و پیامدها تشریح نشده	روش AHP FMEA-	بیان‌نشده است
۲۲	ارزیابی ریسک پروژه‌های ذخیره‌سازی بادی- تأمین برق	علل و پیامدها تشریح شده است	روش AHP و ارزیابی مصنوعی فازی	بیان‌نشده است
۳۲	ارزیابی نقش عوامل جوی شخصی و ایمنی در میزان حوادث شغلی برق‌کاران	علل و پیامدها تشریح شده است	روش‌های آماری و تحلیل عاملی	بیان‌شده است
۲۵	شناسایی ریسک‌ها سلامت و ایمنی در عملیات زیرساخت برق قدرت	علل و پیامدها تشریح شده است	-	بیان‌نشده است
۳۳	بررسی تأثیر باورهای ایمنی در کاهش ریسک‌های شغلی برق‌کاران	علل و پیامدها تشریح شده است	تحلیل محتوایی	بیان‌شده است
۱۷	شناسایی ریسک‌های ایمنی ساخت خطوط انتقال و توزیع برق	علل و پیامدها تشریح شده است	-	بیان‌نشده است
۲۶	شناسایی ریسک در سیستم ~~توزیع~~ برق هوایی	علل و پیامدها تشریح شده	-	بیان‌شده است
این پژوهش	شناسایی ریسک‌های ایمنی در حوزه‌های تأمین، تبدیل، توزیع، مصرف داخلی، سیستم‌های ایمنی و حفاظتی و رعایت حریم برق در پادگان‌های نظامی	ارائه‌شده است	FMEA	ارائه‌شده است

تفاوت مهم این تحقیق با تحقیقات گذشته، شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک‌های ایمنی در حوزه‌های متنوع اعم از واحد تأمین، تبدیل، توزیع، مصرف داخلی، سیستم‌های ایمنی و حفاظتی و حریم برق در پادگان‌های نظامی می‌باشد که در این تحقیق سعی شده است ریسک‌های متنوع از مرور ادبیات گذشته، بررسی اسناد و حوادث به وقوع پیوسته احصا و پس از ارزیابی به‌منظور تکمیل فرایند مدیریت ریسک، نسبت به ارائه راه‌کارهای پیشنهادی ارائه گردد:

روش تحقیق

هدف این تحقیق، شناسایی ارزیابی ریسک‌های ایمنی سیستم‌های برقی در یک رده نظامی در حوزه‌های مختلف می‌باشد. در این پژوهش، روش تحقیق انتخابی، روش توصیفی- تحلیلی و از منظر هدف تحقیقی کاربردی است. به‌منظور گردآوری و تحلیل داده‌ها از رویکردهای کمی و کیفی استفاده می‌شود. جهت استخراج ریسک‌ها در حوزه تأمین، تبدیل، توزیع و مصرف برق، سیستم‌های ایمنی و حفاظتی و حریم برق و احصا علل و پیامدهای وقوع ریسک‌های آن‌ها، از روش کتابخانه‌ای و مرور اسناد و برای ارزیابی کمی ریسک‌های احصا شده با کمک توزیع پرسشنامه (کمی) و روش تجزیه‌وتحلیل شکست و اثرات آن (FMEA) استفاده گردید که خروجی نهایی این پژوهش به‌صورت رتبه‌بندی ریسک‌های ایمنی سامانه‌های برق‌رسانی

سازمان موردمطالعه با توجه به میزان، شدت، احتمال وقوع و میزان قابلیت شناسایی آن ریسک می‌باشد و در ادامه تحقیق به‌منظور کنترل ریسک، راهکارهای کاهش پیامدهای وقوع و انجام اقدامات و تمهیدات پیشگیرانه ارائه گردید. خلاصه مراحل این انجام تحقیق به شرح مذکور در شکل ۱ می‌باشد.



شکل ۱. خلاصه مراحل انجام تحقیق

جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری و روش نمونه‌گیری به شرح مذکور در جدول ۱۰ می‌باشد.

جدول ۱۰. جامعه آماری و روش نمونه‌گیری

مراحل		جامعه آماری	نمونه و روش نمونه‌گیری
شناسایی		-	-
ارزیابی	ارزیابی ریسک‌های شناسایی‌شده	- مدیران و کارشناسان مدیریت ایمنی معاونت ایمنی یک رده نظامی دارای تحصیلات مرتبط با موضوع تحقیق. - کارشناسان معاونت مهندسی یک رده نظامی دارای تحصیلات مرتبط با موضوع تحقیق. جامعه آماری شامل ۲۲ نفر می‌باشد.	از روش کوکران تعداد ۲۱ نفر با سطح خطای ۵ درصد انتخاب‌شده‌اند.
تحلیل		-	-
کنترل		-	-

ابزار جمع‌آوری داده‌ها

در تحقیق حاضر برای جمع‌آوری اطلاعات از مطالعه کتابخانه‌ای و بررسی میدانی مورداستفاده قرارگرفته است.

مطالعه کتابخانه‌ای برای جمع‌آوری اطلاعات مربوط به ادبیات و پیشینه تحقیق، از کتاب‌ها و مقالات تخصصی، پایان‌نامه‌ها استفاده‌شده است و جهت گردآوری اطلاعات از توزیع پرسشنامه در نمونه آماری استفاده می‌گردد. در جدول ۱۱ به‌طور خلاصه روش و ابزار گرداوری اطلاعات مراحل پژوهش ذکرشده است.

جدول ۱۱.روش و ابزار گردآوری اطلاعات

مراحل	روش و ابزار گرداوری اطلاعات
شناسایی	مطالعه میدانی، مرور ادبیات و بررسی اسناد و حوادث به وقوع پیوسته
ارزیابی ریسک	توزیع پرسشنامه ارزیابی ریسک با روش FMEA
تحلیل	-
کنترل	مطالعه میدانی و مصاحبه با خبرگان

پرسشنامه ارزیابی ریسک دارای ۶ بعد بوده که سؤالات مربوط به هر حوزه در جدول ۱۲ ذکرشده است.

جدول ۱۲: ابعاد پرسشنامه ارزیابی ریسک‌های ایمنی سیستم‌های برقی

حوزه‌های سیستم‌های برقی	سؤالات مربوطه	تعداد سؤال
تأمین برق	۱۱-۱	۱۱
تبدیل برق	۲۰-۱۲	۹
توزیع برق	۳۲-۲۱	۱۲
مصرف داخلی برق	۴۴-۳۳	۱۲
سیستم‌های ایمنی و حفاظتی برق	۵۲-۴۵	۸
رعایت حریم برق	۶۴-۵۳	۱۲

روش FMEA

روش FMEA درواقع یک روش کنشی است و نه واکنشی، یعنی به‌منظور پیشگیری قبل از وقوع خرابی تا حد ممکن خطرات بالقوه موجود را در محدوده ارزیابی ریسک و علل و اثرات مرتبط با آن شناسایی و امتیازدهی می‌کند. این روش درواقع به دنبال پیدا کردن کم‌هزینه‌ترین راه‌حل برای جلوگیری از بروز خطاهاست. درروش تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و اثرات آن، معمولاً ارزیابی ریسک از مرحله جزئی سیستم شروع می‌شود و یک لیست مرتب‌شده از حالات خرابی و تأثیر آن حالات خرابی همراه با محاسبه شاخص عدد اولویت ریسک مورد تحلیل قرار می‌گیرد. (۳۴). فرایند ارزیابی ریسک این روش به شرح زیر می‌باشد:

شناسایی حالات خرابی سیستم: در این مرحله به شناسایی حالات خرابی در سیستم می‌پردازیم و دلایل مختلف بروز این خرابی‌ها و اثراتشان بر روی سیستم را تعیین می‌کنیم.

محاسبه عدد اولویت ریسک: در این روش میزان بحرانی بودن با محاسبه عدد اولویت ریسک که محدوده‌ای بین ۱ تا ۱۰۰۰ دارد تعیین می‌شود. عدد اولویت ریسک از حاصل‌ضرب سه فاکتور شدت اثر ریسک، احتمال وقوع و قابلیت کشف به دست می‌آید. شدت اثر ریسک میزان تأثیر خرابی بر روی سیستم را منعکس می‌کند تا اثر بالقوه حالات خرابی مشخص شود. احتمال وقوع از میزان احتمال رخ دادن خرابی و علت بروز خرابی به دست می‌آید. قابلیت کشف به‌عنوان مقیاسی از قابلیت کنترل‌های فعلی برای پیدا کردن علت خرابی و شکست تعریف می‌شود هر سه فاکتور در محدوده ۱ تا ۱۰ مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (۷).

تعریف سطوح بحرانی به‌منظور تعیین اولویت انجام اقدامات پیشگیرانه

تعیین مقادیر هر سطح به شرح مذکور در جدول ۱۳ می‌باشد.

جدول ۱۳. تعریف سطوح بحرانی

	سطح عادی	سطح نیمه بحرانی	سطح بحرانی
RPN	۱ -۱۵۰	۱۵۱ -۳۰۰	۳۰۱ -۱۰۰۰
عدد شدت، احتمال یا کشف بالاتر از ۶	هیچ‌کدام	یکی از سه مؤلفه	دو یا سه مؤلفه

جدول ۱۴. طیف پاسخگویی

امتیاز	شدت اثر	احتمال وقوع	قابلیت شناسایی
۱	فاقد اثر	بسیار اندک	قابل‌تشخیص
۲	خیلی کم	خیلی کم	قابل‌تشخیص
۳	کم	کم	بسیار زیاد
۴	کم تا متوسط	کم تا متوسط	بسیار زیاد
۵	متوسط	متوسط	احتمال کشف معمولی
۶	متوسط به بالا	متوسط به بالا	احتمال کشف معمولی
۷	زیاد	زیاد	احتمال کشف پایین
۸	بسیار زیاد	تکرارشونده	احتمال کشف پایین
۹	کاملاً خطرناک	خیلی زیاد	غیرقابل‌شناسایی
۱۰	بحرانی	فوق‌العاده زیاد	غیرقابل‌شناسایی

یافته‌های تحقیق

در این تحقیق پرسشنامه تهیه‌شده توسط ۲ استاد راهنمای پژوهش و ۱۰ نفر از خبرگان سازمان موردمطالعه (با تحصیلات مهندسی اجرایی، مهندسی برق، کارشناسی ایمنی و محیط‌زیست، مهندسین مکانیک و عمران) موردبررسی ظاهری قرار گرفت. سپس برای بررسی محتوایی CVR[1] از نسبت لاوشه[2] استفاده گردید که نتایج در جدول ۱۵ ذکرشده است. پرسش‌نامه بین نمونه آماری ۲۱ نفرِ توزیع گردید و در آن مشخصات فردی کارکنان و ۶۴ سؤال مربوط به پنج حوزه از ریسک‌های شناسایی‌شده جهت پاسخ ارسال گردید.

جدول ۱۵. جدول نتایج بررسی محتوایی CVR

حوزه‌های سیستم‌های برقی	مقدار CVR برای ۱۰ نفر	حداقل تعداد افراد موردنیاز تائید کننده بر اساس مقدار CVR	حداقل تعداد تائید کننده سؤالات هر گروه	تائید و یا عدم تائید
مصرف داخلی برق	**۰/۶۲**	۹ نفر	**۹**	تائید
تبدیل برق	**۰/۶۲**	۹ نفر	۱۰	تائید
سیستم‌های ایمنی و حفاظتی برق	**۰/۶۲**	۹ نفر	۱۰	تائید
تأمین برق	**۰/۶۲**	۹ نفر	۹	تائید
توزیع برق	**۰/۶۲**	۹ نفر	۱۰	تائید
رعایت حریم برق	**۰/۶۲**	۹ نفر	۱۰	تائید

مشخصات افراد پاسخ‌دهنده به پرسش‌نامه‌ها در جدول ۱۶ بیان‌شده است.

جدول ۱۶. وضعیت جمعیت شناختی پاسخ‌دهندگان پرسش‌نامه

مشخصات	متغیر	فراوانی	درصد فراوانی
محل خدمت	معاونت ایمنی	۹	۴۳
	معاونت مهندسی	۱۲	۵۷
سطح تحصیلات	لیسانس	۸	۳۸
	فوق‌لیسانس	۱۰	۴۷
	دکترا	۳	۱۵
سابقه کاری	بین ۱۵ تا ۲۰ سال	۱۰	۴۸
	بین ۲۰ تا ۲۵ سال	۶	۲۹
	بین ۲۵ تا ۳۰ سال	۵	۲۳

1.Content Validity Ratio
2. Lawshe

نتایج ارزیابی ریسک‌های شناسایی‌شده

رتبه‌بندی ریسک‌ها بر اساس میزان RPN محاسبه‌شده در جدول ۱۷ ارائه‌شده است:

جدول ۱۷. ارزیابی و رتبه‌بندی کلی ریسک‌های شناسایی‌شده

حوزه بررسی	رتبه	ریسک‌های شناسایی‌شده	RPN	سطح	نوع ریسک	عوامل ایجاد ریسک
ایمنی و حفاظتی	۱	گسترش حریق به علت عدم نصب و یا عملکرد ناصحیح سیستم‌های اعلام حریق	۴۴۱	بحرانی	حریق	عوامل فنی
تبدیل برق	۲	برق‌گرفتگی به علت عدم آموزش کاربر در حین نگهداری و تعمیرات پست‌های برق.	۳۹۲	بحرانی	برق‌گرفتگی	عوامل انسانی/ایمنی
مصرف داخلی	۳	آتش‌سوزی به علت استفاده از تجهیزات نامرغوب حفاظت کننده و یا غیراستاندارد در تابلوهای برق	۳۹۲	بحرانی	حریق	عوامل فنی
مصرف داخلی	۴	آتش‌سوزی به علت گرم شدن سیم و کابل‌های داخلی ساختمان در اثر جریان کشی بیش‌ازحد و استفاده از تجهیزات پرمصرف.	۳۹۲	بحرانی	حریق	عوامل فنی
ایمنی و حفاظتی	۵	ایجاد خسارات به تجهیزات به علت عدم نصب نوسان گیر ها و تثبیت‌کننده‌های ولتاژ.	۳۹۲	بحرانی	خرابی تجهیزات و زیان مالی	عوامل فنی
تبدیل برق	۶	برق‌گرفتگی در حین نگهداری سیستم‌های تبدیل به علت قطع سیستم ارتینگ	۳۸۴	بحرانی	برق‌گرفتگی	عوامل فنی
توزیع برق	۷	برق‌گرفتگی به علت عدم رعایت ملاحظات ایمنی (عدم استفاده از تجهیزات حفاظت فردی در هنگام کار با خطوط توزیع برق).	۳۸۴	بحرانی	برق‌گرفتگی	عوامل ایمنی
تأمین برق	۸	آتش‌سوزی به علت عدم رعایت اصول ایمنی در هنگام سرویس منابع سوخت ژنراتور.	۳۷۸	بحرانی	حریق	عوامل انسانی/ ایمنی
تأمین برق	۹	برق‌گرفتگی به علت عدم آموزش کاربر در حین نگهداری و تعمیرات.	۳۷۸	بحرانی	برق‌گرفتگی	عوامل انسانی
تأمین برق	۱۰	خرابی و ایجاد خسارت‌های مالی به سامانه‌های برق‌رسانی متصل به ژنراتور به علت قطع شدن سیستم زمین.	۳۳۶	بحرانی	خرابی تجهیزات و زیان مالی	عوامل فنی
ایمنی و حفاظتی	۱۱	برق‌گرفتگی به علت عدم نصب حائل‌های مانع شونده به تجهیزات برقی پرخطر.	۳۳۶	بحرانی	برق‌گرفتگی	عوامل ایمنی
توزیع برق	۱۲	قطعی شبکه و یا سیم پارگی به علت برخورد خودرو و ماشین‌آلات به تیرهای توزیع برق	۳۲۴	بحرانی	عدم تأمین و قطعی برق	عوامل ایمنی
تأمین برق	۱۳	خرابی تجهیزات ژنراتور به علت وصل بار خارج از ظرفیت سیستم تولید	۲۹۴	نیمه بحرانی	خرابی تجهیزات و زیان مالی	عوامل فنی
توزیع برق	۱۴	قطعی شبکه برق به علت وصل بار مصرفی نامتوازن بین فازهای توزیع برق.	۲۹۴	نیمه بحرانی	عدم تأمین و قطعی برق	عوامل فنی
حریم	۱۵	اختلال در سیستم‌های مخابراتی به علت هم‌جواری و عدم رعایت حریم با شبکه برق	۲۹۴	نیمه بحرانی	اختلال در عملکرد	عوامل ایمنی
تبدیل برق	۱۶	وجود خرابی و خسارات مالی به سیستم‌های متصل به شبکه به علت عملکرد ناصحیح ترانس‌ها و نامرغوب بودن آن‌ها.	۲۸۸	نیمه بحرانی	خرابی تجهیزات و زیان مالی	عوامل فنی
مصرف داخلی	۱۷	آتش‌سوزی به علت عدم نصب فیوزهای قطع کننده در	۲۸۸	نیمه	حریق	عوامل فنی

جدول ۱۷. ارزیابی و رتبه‌بندی کلی ریسک‌های شناسایی‌شده

حوزه بررسی	رتبه	ریسک‌های شناسایی‌شده	RPN	سطح	نوع ریسک	عوامل ایجاد ریسک
		مسیر هادی‌های برق.		بحرانی		
مصرف داخلی	۱۸	برق‌گرفتگی در صورت عدم مدار بندی‌های سه سیمِ (عدم وجود سیم ارت)	۲۸۸	نیمه بحرانی	برق‌گرفتگی	عوامل فنی
مصرف داخلی	۱۸	برق‌گرفتگی در محیط‌های مرطوب مانند آشپزخانه‌ها به علت عدم استفاده از تجهیزات IP44	۲۸۸	نیمه بحرانی	برق‌گرفتگی	عوامل فنی
مصرف داخلی	۲۰	برق‌گرفتگی به علت باز بودن درب تابلو برق	۲۸۰	نیمه بحرانی	برق‌گرفتگی	عوامل ایمنی
مصرف داخلی	۲۱	برق‌گرفتگی به علت عدم نصب کلید محافظت از نشت جریان (کلید محافظ جان).	۲۸۰	نیمه بحرانی	برق‌گرفتگی	عوامل فنی
مصرف داخلی	۲۲	خرابی تجهیزات به علت ایجاد نوسان در سیستم جریان برق داخل ساختمان.	۲۸۰	نیمه بحرانی	خرابی تجهیزات و زیان مالی	عوامل فنی
تبدیل برق	۲۳	خرابی تجهیزات و خسارات مالی به علت وصل بار خارج از ظرفیت سیستم‌های تبدیل و ترانس‌ها.	۲۵۲	نیمه بحرانی	خرابی تجهیزات و زیان مالی	عوامل فنی
تبدیل برق	۲۴	آتش‌سوزی ترانس‌های برق به علت عدم نگهداری ماهانه و یا فصلی توسط کارشناسان خبره.	۲۵۲	نیمه بحرانی	حریق	عوامل انسانی
مصرف داخلی	۲۵	اختلال در عملکرد سیستم‌های موتوری به علت ۲ فاز شدن و عدم نصب کنترل فاز در تابلو برق.	۲۵۲	نیمه بحرانی	اختلال در عملکرد	عوامل فنی
تبدیل برق	۲۶	خرابی و خسارات مالی در سیستم‌های تبدیل به علت نداشتن اصول ایمنی در محل نگهداری (تهویه، نفوذ رطوبت، دمای بالای محیطی، ورود حیوانات جونده به داخل پست و...).	۲۴۰	نیمه بحرانی	خرابی تجهیزات و زیان مالی	عوامل ایمنی
توزیع برق	۲۷	سقوط از تیرهای برق توزیع هوایی در هنگام نصب و تعمیرات.	۲۴۰	نیمه بحرانی	سقوط از ارتفاع	عوامل انسانی / ایمنی
توزیع برق	۲۸	برق‌گرفتگی به علت برخورد داربست‌های ساختمانی به شبکه توزیع هوایی.	۲۲۵	نیمه بحرانی	برق‌گرفتگی	عوامل ایمنی
حریم	۲۹	اختلال در سیستم اعلام حریق به علت عدم رعایت حریم بین کابل آن سیستم با برق	۲۲۴	نیمه بحرانی	اختلال در عملکرد	عوامل ایمنی
مصرف داخلی	۳۰	اختلال در عملکرد سیستم‌ها به علت نگهداری و تعمیرات در زیرساخت‌های برق‌رسانی توسط افراد غیرمتخصص.	۲۱۶	نیمه بحرانی	اختلال در عملکرد	عوامل انسانی
ایمنی و حفاظتی	۳۱	آتش‌سوزی به علت عدم نصب صاعقه گیر و برخورد صاعقه به ساختمان.	۲۱۶	نیمه بحرانی	حریق	عوامل فنی
حریم	۳۲	آتش‌سوزی به علت عدم رعایت حریم بین لوله‌های برق با شیر گاز	۲۱۶	نیمه بحرانی	حریق	عوامل فنی
حریم	۳۳	حریق به علت هم‌جواری کابل‌های برق و عدم فاصله ایمنی با یکدیگر (تشدید گرما)	۲۱۶	نیمه بحرانی	حریق	عوامل ایمنی
مصرف داخلی	۳۴	خرابی و ایجاد خسارات مالی به تجهیزات موجود برقی در	۲۱۰	نیمه	خرابی تجهیزات	عوامل فنی

جدول ۱۷. ارزیابی و رتبه‌بندی کلی ریسک‌های شناسایی‌شده

حوزه بررسی	رتبه	ریسک‌های شناسایی‌شده	RPN	سطح	نوع ریسک	عوامل ایجاد ریسک
		داخل ساختمان به علت عدم محاسبات مهندسی و عدم تعیین سطح مقطع مناسب کابل و سیم و افت ولتاژ ایجادشده.		بحرانی	و زیان مالی	
ایمنی و حفاظتی	۳۵	ایجاد خسارات به تأسیسات مکانیکی در صورت عدم نصب تجهیزات ایمنی و حفاظتی برق (بیمتال‌ها، محافظ ولتاژها و ...).	۲۱۰	نیمه بحرانی	خرابی تجهیزات و زیان مالی	عوامل فنی
حریم	۳۶	برق‌گرفتگی به علت عدم استفاده از سیستم‌های عایق در خصوص قطع و وصل شبکه‌های فشار متوسط زمینی و هوایی.	۲۱۰	نیمه بحرانی	برق‌گرفتگی	عوامل ایمنی/ انسانی
تأمین برق	۳۷	ایجاد خرابی در تجهیزات برقی متصل به شبکه به علت عملکرد ناصحیح منابع تولید برق (فرسودگی).	۲۰۰	نیمه بحرانی	خرابی تجهیزات و زیان مالی	عوامل فنی
تبدیل برق	۳۸	سقوط از تیرهای برق در هنگام تعمیر و یا نگهداری ترانس‌های هوایی	۲۰۰	نیمه بحرانی	سقوط از ارتفاع	عوامل انسانی/ ایمنی
تأمین برق	۳۹	عدم تأمین برق در زمان اضطراری به علت عملکرد ناصحیح سیستم و عدم سرویس‌های ژنراتور.	۱۸۶	نیمه بحرانی	عدم تأمین و قطعی برق	عوامل فنی
تأمین برق	۴۰	حریق به علت نشت گاز حاصل از اتصالات مربوط به ژنراتورهای گازسوز	۱۸۲	نیمه بحرانی	حریق	عوامل فنی
توزیع برق	۴۱	ایجاد خرابی و خسارات مالی به شبکه توزیع و سیستم‌های متصل به شبکه به علت برخورد صاعقه به خطوط هوایی توزیع.	۱۸۲	نیمه بحرانی	خرابی تجهیزات و زیان مالی	عوامل طبیعی
حریم	۴۲	برق‌گرفتگی به علت عدم رعایت حریم بین شبکه‌های برق و تأسیسات آبی	۱۸۲	نیمه بحرانی	برق‌گرفتگی	عوامل ایمنی
مصرف داخلی	۴۳	برق‌گرفتگی به علت عدم نصب کف‌پوش‌های ایمنی در حین کار با تابلو برق.	۱۷۵	نیمه بحرانی	برق‌گرفتگی	عوامل فنی
حریم	۴۴	برق‌گرفتگی به علت عدم رعایت حریم کابل‌های هوایی ۲۰ کیلوولت با ساختمان‌های مجاور	۱۷۵	نیمه بحرانی	برق‌گرفتگی	عوامل ایمنی
تبدیل برق	۴۵	آتش‌سوزی به علت عدم نصب تجهیزات ایمنی پست‌های برق مثل رله‌های کنترل‌کننده.	۱۶۸	نیمه بحرانی	حریق	عوامل فنی
حریم	۴۶	حریق به علت عدم رعایت فاصله بین هادی نزولی صاعقه گیر با تأسیسات گازی.	۱۶۲	نیمه بحرانی	حریق	عوامل ایمنی
ایمنی و حفاظتی	۴۷	خطر تخریب تجهیزات به علت عدم نصب صاعقه گیر و برخورد صاعقه به وسایل مخابراتی.	۱۶۰	نیمه بحرانی	خرابی تجهیزات و زیان مالی	عوامل فنی
حریم	۴۸	برق‌گرفتگی به علت عدم وجود درپوش فلزی داخلی تابلوهای برق.	۱۶۰	نیمه بحرانی	حریق	عوامل ایمنی
حریم	۴۹	برق‌گرفتگی به علت باز بودن درب‌های اتاق پست‌های داخلی و ورود افراد غیر کارشناس	۱۶۰	نیمه بحرانی	برق‌گرفتگی	عوامل ایمنی/ انسانی
تأمین برق	۵۰	اختلال در عملکرد سامانه‌های برق‌رسانی به علت استفاده از تجهیزات نامرغوب و غیراستاندارد تجهیزات سیستم ژنراتور	۱۴۰	عادی	اختلال در عملکرد	عوامل فنی

جدول ۱۷. ارزیابی و رتبه‌بندی کلی ریسک‌های شناسایی‌شده

حوزه بررسی	رتبه	ریسک‌های شناسایی‌شده	RPN	سطح	نوع ریسک	عوامل ایجاد ریسک
توزیع برق	۵۱	آتش‌سوزی در محیط‌زیست و فضای سبز پادگان به علت برخورد خطوط توزیع هوایی با درختان در فصول بارندگی و برفی.	۱۴۰	عادی	حریق	عوامل محیط زیستی
حریم	۵۲	اختلال در سیستم‌های پردازش تصویر به علت عدم رعایت حریم کابل‌های دوربین با برق.	۱۳۵	عادی	اختلال در عملکرد	عوامل ایمنی
تبدیل برق	۵۳	آتش‌سوزی به علت عدم نشت روغن‌های داخلی ترانس‌ها.	۱۲۸	عادی	حریق	عوامل فنی
توزیع برق	۵۴	برق‌گرفتگی در اثر حفاری ماشین‌آلات سنگین و عدم مطالعه شبکه‌های مدفون در خاک و یا عدم وجود نقشه ازبیلت محوطه.	۱۲۸	عادی	برق‌گرفتگی	عوامل ایمنی
توزیع برق	۵۵	برق‌گرفتگی به علت سقوط هادی خطوط هوایی بر روی زمین (سیم پارگی) در اثر طوفان‌ها و بلایای طبیعی.	۱۲۶	عادی	برق‌گرفتگی	عوامل طبیعی
توزیع برق	۵۶	امکان وجود آسیب‌های عمدی به علت وجود سیستم‌های هوایی بدون روکش.	۱۲۶	عادی	برق‌گرفتگی	عوامل انسانی
ایمنی و حفاظتی	۵۷	اخلال در عملکرد سیستم‌ها به علت برخورد ادوات پروازی به دکل‌های برق و مخابراتی	۱۲۶	عادی	اختلال در عملکرد	عوامل انسانی
تأمین برق	۵۸	خرابی تجهیزات سیستم‌های تولید به علت نداشتن اصول ایمنی در ساختمان و محل نگهداری (تهویه، ورود رطوبت به سیستم‌های برقی).	۱۲۵	عادی	خرابی تجهیزات و ایجاد زیان‌های مالی	عوامل ایمنی
توزیع برق	۵۹	قطعی شبکه برق به علت برخورد پرندگان به سیستم توزیع هوایی.	۱۰۵	عادی	عدم تأمین و قطعی برق	عوامل محیط زیستی
توزیع برق	۶۰	قطعی برق و ایجاد اتصال کوتاه به علت عدم استفاده از کابل‌های زره دار در محیط‌های دارای حیوانات جونده.	۹۸	عادی	عدم تأمین و قطعی برق	عوامل فنی
ایمنی و حفاظتی	۶۱	انفجار به علت عدم نصب هادی و صفحه انتقال الکتریسیته ساکن به زمین در هنگام ورود به زاغه‌ها.	۹۰	عادی	حریق	عوامل فنی
حریم	۶۲	آتش‌سوزی به علت عدم رعایت حریم بین کنتور گاز و برق.	۹۰	عادی	حریق	عوامل ایمنی
تأمین برق	۶۳	ایجاد آلودگی محیط‌زیست به سبب نشت سوخت، دود تولیدشده از منابع نگهداری سوخت.	۸۰	عادی	آلودگی محیط‌زیست	عوامل فنی
تأمین برق	۶۴	ایجاد آلودگی‌های صوتی برای افراد مستقر در محل تولید برق.	۸۰	عادی	آلودگی محیط‌زیست	عوامل ایمنی

ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده در حوزه‌های مربوطه

ارزیابی ریسک‌های شناسایی‌شده با توجه به میانگین مقادیر RPN ریسک‌ها در هر حوزه در جدول ۱۸ ارائه‌شده است.

جدول ۱۸. ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده بر اساس حوزه‌های مربوطه

حوزه‌های سیستم‌های برقی	میانگین RPN در هر حوزه	رتبه و اهمیت رسیدگی
مصرف داخلی برق	۲۷۸	۱
تبدیل برق	۲۵۶	۲
سیستم‌های ایمنی و حفاظتی برق	۲۴۶	۳
تأمین برق	۲۱۸	۴
توزیع برق	۱۸۹	۵
رعایت حریم برق	۱۸۶	۶

ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده در محدوده بحرانی

ارزیابی ریسک‌ها با توجه به میانگین RPN در محدوده بحرانی در جدول ۱۸ ارائه‌شده است.

جدول ۱۸. ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده در محدوده بحرانی

ریسک شناسایی‌شده	فراوانی و تعداد ریسک	میانگین RPN	رتبه و اهمیت رسیدگی بر اساس متوسط RPN
حریق	۴	۴۰۱	۱
برق‌گرفتگی	۵	۳۷۵	۲
خرابی تجهیزات و زیان‌های مالی	۲	۳۶۴	۳
عدم تأمین و قطعی برق	۱	۳۲۴	۴

نتیجه‌گیری

با توجه به ارزیابی صورت گرفته از ۶۴ ریسک شناسایی‌شده ۱۲ ریسک دارای سطح بحرانی و دارای مقدار RPN بالای ۳۰۰ بر اساس نظر خبرگان بوده که ضروری است نسبت به انجام اقدامات کنترلی فوری اقدام گردد. در ادامه ۳۷ عدد از ریسک‌های شناسایی شده در سطح نیمه بحرانی (RPN بین ۱۵۱ تا ۳۰۰) بوده که اصلاح این موارد نیز باید در برنامه سازمان موردمطالعه بر اساس اولویت تعیین‌شده قرار گیرد و در پایان ۱۵ عدد از ریسک‌های شناسایی‌شده دارای مقدار RPN کمتر از ۱۵۰ بوده که از اولویت اقدامات تا رفع موارد بحرانی و نیمه بحرانی صرف‌نظر می‌گردد. با توجه به ارزیابی صورت گرفته و مقدار RPN هر ریسک و متوسط آن‌ها در هر حوزه مشخص گردید حوزه‌های مصرف داخلی برق، تبدیل برق و سیستم‌های ایمنی و حفاظتی دارای بیشترین متوسط RPN بوده و می‌توان به‌عنوان آسیب‌پذیرترین حوزه‌ها، آن‌ها را تلقی و در اولویت رسیدگی قرارداد و نتایج نشان داد با توجه به ویژگی‌های سیستم‌های برق‌رسانی مستقر در سازمان موردمطالعه، حوزه حریم برق در آن اماکن دارای کمترین متوسط RPN می‌باشد. از نگاه دیگر به نتایج تحقیق، در ۱۲ ریسک قرارگرفته در محدوده بحرانی بر اساس متوسط RPN ریسک‌های مشترک، به ترتیب زیر اهمیت ریسک و لزوم رسیدگی و انجام اقدامات کنترلی مربوط به آن‌ها ارزیابی گردید.

ریسک حریق: با ۴ مورد ریسک در حوزه‌های مختلف در محدوده بحرانی.

ریسک برق‌گرفتگی: با ۵ مورد ریسک در حوزه‌های مختلف در محدوده بحرانی.

ریسک خرابی تجهیزات و زیان‌های مالی: با ۲ مورد ریسک در حوزه‌های مختلف در محدوده بحرانی.

ریسک عدم تأمین و قطعی برق: با ۱ مورد ریسک در محدوده بحرانی.

در خصوص مقایسه نتایج حاصله از این تحقیق و پژوهش‌های اخیر می‌توان گفت:

در حوزه تأمین برق با توجه به ریسک‌های شناسایی‌شده و RPN محاسبه‌شده ریسک برق‌گرفتگی در محدوده بحرانی قرارداد که این نتیجه با نتایج پژوهش کرمانشاهی و عیوض زاده (۳۵) مطابقت دارد. در حوزه تبدیل برق و پست‌های داخلی هوایی و زمینی برق در این تحقیق مشخص گردید ریسک برق‌گرفتگی به دلایل مختلف دارای بیشترین عدد RPN و در محدوده بحرانی قرار دارد که این نتیجه با نتیجه تحقیق لطفی و عباسی (۳۶) و تحقیق جعفری و طبری (۳۷) مطابقت دارد. در حوزه توزیع برق در این تحقیق مشخص گردید علاوه بر ریسک برق‌گرفتگی، قطعی شبکه و یا سیم پارگی به علت برخورد خودرو و ماشین‌آلات به تیرهای توزیع برق جزو قابل‌توجه‌ترین ریسک با توجه به میزان RPN آن در محدوده بحرانی است که نتایج این تحقیق با تحقیق جوزی و همکاران (۱۱) همخوانی دارد.

اقدامات پیشنهادی در خصوص کنترل ریسک‌های شناسایی‌شده تحقیق

به‌منظور تکمیل فرایند مدیریت ریسک و کنترل ریسک‌های شناسایی‌شده با توجه به یافته‌های تحقیق و ارزیابی ریسک‌های صورت گرفته می‌توان پیشنهادها ذیل را در حوزه‌های مختلف برای مورد مطالعاتی موردنظر، ارائه نمود.

الف- حوزه تأمین برق

افزایش سطح نظارت HSE از انجام سرویس‌های نگهداری منابع سوخت.

افزایش سطح آموزش‌های HSE تخصصی متناسب با شغل.

استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مانند دستکش، کفش و کلاه ایمن

احیا و ایجاد چاه‌های ارت جدید به‌منظور کاهش میزان مقاومت.

تست و نگهداری ماهیانه تجهیزات ژنراتور.

بروز رسانی تجهیزات و تعویض وسایل مستهلک‌شده.

تعیین متصدی نگهداری برای سیستم‌های تولید برق به‌صورت مستمر.

انجام مانورهای آزمایشی به‌صورت فصلی برای سنجش آماده بکار بودن سیستم‌های تولید در زمان بحران.

نصب دتکتورهای نشت گاز در محل نگهداری.
پیش‌بینی و ساخت محل انباشت روغن‌های نشت شده احتمالی در مکان نگهداری ژنراتور به‌منظور جلوگیری از سرایت آن‌ها.

ب- حوزه تبدیل برق

بررسی مستمر میزان روغن ترانس‌ها.
رصد مستمر تجهیزات اعلام هشدار روغن ترانس‌ها.
نصب تجهیزات حفاظتی ترانس مانند رله بوخهلتس در ترانس‌های نصب‌شده
نصب تجهیزات اتوماتیک ارسال وقایع و گزارش خرابی به اتاق‌های مانیتورینگ
نظارت مستمر از وجود تهویه اتوماتیک و ترموستات در اتاق‌های پست برق.
جانمایی عایق سازی اتاقک به‌منظور جلوگیری از ورود و نفوذ رطوبت
استفاده از بالابرهای ایمن در هنگام تعمیر و نگهداری ترانس‌های هوایی
استفاده از کمربندهای ایمنی در هنگام تعمیر و نگهداری در ارتفاع
عدم استفاده از تجهیزات غیراستاندارد در اتاق‌های برق
برگزاری کلاس‌های آموزشی مستمر به‌منظور افزایش سطح میزان خطرات تجهیزات برقی
اعزام کارکنان به دوره‌های عرضی و طولی تخصصی مشاغل مربوط
اطمینان از وصل سیستم ارتینگ قبل از هرگونه اقدام در اتاق‌های پست برق.

ج- حوزه توزیع برق

استفاده از تجهیزات ایمن مانند دستکش و لباس و کفش عایق برق ایمن.
توجیه رانندگان به میزان ارتفاع نصب خطوط توزیع.
نصب حائل در خصوص جلوگیری از ورود ماشین‌آلات با ارتفاع زیاد به محدوده خطوط توزیع.
استفاده از کمربندهای ایمنی در هنگام تعمیرات.
استفاده از بالابرهای ایمن در هنگام تعمیرات خطوط توزیع.
اخذ مجوزهای نصب داربست از مهندسین سازمان در خصوص رعایت حریم خطوط توزیع با داربست‌های ساختمانی.
نصب تابلوهای هشداردهنده در اطراف خطوط توزیع.
ب- جایگزینی کابل‌های دفنی به‌جای خطوط هوایی.
نصب تجهیزات جلوگیری از جریان صاعقه و شوک در تابلوهای برق (SPD).
جلوگیری از کاشت درختان در اطراف خطوط هوایی.
هرس شاخه درختان در مجاورت خطوط هوایی به‌صورت مستمر.
استفاده از نوار خطر در خطوط کابل‌های دفنی.
نصب تابلوهای هشداردهنده در محل عبورهای کابل‌های دفنی برای اعلام محل عبور.
ایجاد حصار اطراف پایه‌های خطوط هوایی به‌منظور جلوگیری از صعود و بالا رفتن افراد غیرمجاز.
استفاده از کابل‌های خود نگهدار روکش‌دار به‌جای کابل‌های بدون روکش.
استفاده از کابل‌های زره دار برای جلوگیری از ایجاد صدمات توسط حیوانات جونده.

د- حوزه مصرف داخلی برق

استفاده از فیوزهای تند کار محدودکننده جریان برق اتوماتیک در تابلوهای برق متناسب با کابل مربوطه.
کاهش و یا کنار گذاری تجهیزات پرمصرف برقی مانند هیتر و کولرگازی‌ها.
افزایش نظارت در ساخت و نصب و کابل و سیم‌کشی برق در ساختمان.
اطمینان از ایجاد مدار بندی‌های سه سیمِ دارای ارت به‌منظور انتقال جریان نشتی به زمین و جلوگیری از برق‌گرفتگی.
پیاده‌سازی مبحث ۱۳ و مقررات ملی ساختمان در خصوص برق و سامانه‌های برق‌رسانی.
نصب تجهیزات ضد آب و IP44 در مکان‌های مرطوب مانند آشپزخانه، سرویس‌ها و کارواش و ... .
استفاده از تجهیزات محافظ از جریان نشتی مانند کلید RCD با حساسیت ۳۰ میلی‌آمپر به‌منظور پیشگیری از وقوع حریق و برق‌گرفتگی.
نصب تجهیزات محافظت‌کننده مانند تثبیت ولتاژ و استبلایزرها.
نصب سیستم حفاظت کننده مدارهای موتوری مانند کنترل فاز، اینورتر، سافت استارترها در تابلوهای برق.
نصب علائم هشداردهنده خطر برق‌گرفتگی بر روی تابلو برق.
جلوگیری از هرگونه تغییر در سیستم‌های برق توسط افراد غیرمتخصص.
استفاده از شرکت‌های مشاوره معتبر در خصوص طراحی برق ساختمان.
نصب کف‌پوش‌های عایق استاندارد در کف زمین محل نصب تابلوهای برق به‌منظور استقرار تعمیرکار و جلوگیری از انتقال جریان برق توسط بدن افراد به زمین.

ه- حوزه سیستم‌های ایمنی و حفاظتی

نصب سیستم‌های اعلام حریق متناسب با استانداردهای سازمان آتش‌نشانی.
بازرسی و تست ۳ ماهه تجهیزات اعلام حریق به‌منظور آماده بکار بودن آن در زمان بحران و آتش‌سوزی.

طراحی و نصب سیستم‌های صاعقه گیر اعم از الکترود جذب، هادی‌های نزولی و چاه‌های زمین برای ساختمان‌های بلندمرتبه، سیستم‌های مخابراتی، ساختمان‌های انبار مهمات.

نصب سیستم‌های حفاظت کننده از موتورهای برقی بر اساس ضوابط مبحث ۱۳ ازجمله حفاظت از اضافه‌بار؛ مانند فیوزها و بی متال‌ها، حفاظت از ولتاژ مانند کنترل فاز، راه‌اندازهای ایمن و مناسب مانند راه درایور، اینورترها و سافت استارترها.

نصب چراغ‌های چشمک‌زن در فوق تجهیزات مخابراتی.

نصب صفحه تخلیه الکتریسیته ساکن و تابلوی هشدار در درب زاغه‌های مهمات.

و- حوزه حریم برق

رعایت فاصله ایمن کابل‌های مخابراتی با کابل‌های برق مطابق مبحث ۱۳.

استفاده از کابل‌های مخابراتی شیلدار و روکش‌دار فلزی.

عبور کابل‌های مخابراتی در لوله‌های مجزا.

استفاده از کابل‌های اعلام حریق شیلدار و روکش‌دار فلزی.

رعایت فاصله نصب لوله‌ای برق توکار یا روکار با شیرهای برق به میزان حداقل ۵۰ سانتی‌متر.

رعایت نصب فاصله کابل‌های برق به میزان ۲ برابر قطر کابل.

استفاده از افراد متخصص در خصوص قطع و وصل شبکه‌های برق.

رعایت حریم نصب حداقل ۳۰ سانتی‌متری بین لوله‌های آب و تأسیسات برقی.

بررسی میزان فاصله کابل‌های ۲۰ کیلوولت تا ساختمان.

جابجایی تیر و خطوط هوایی بدون روکش درصورتی‌که فاصله کمتر از ۳ متر تا ساختمان دارند.

استفاده از کابل‌های روکش‌دار.

رعایت فاصله ۱ متری خطوط دارای جریان برق از لوله‌های گاز.

نصب دوربین مداربسته به‌منظور پایش تصویری و جلوگیری از ورود افراد غیر به مکان‌های پرخطر.

مراجع

1. Bhattacharjee, P.; Dey, V. (2020) Mandal, U.K. Risk assessment by failure mode and effects analysis (FMEA) using an interval number based logistic regression model. Saf. Sci., 132, 104967.

۲. یزدانی، محمدحسن، سیدین افشار.(۱۳۹۶)، بررسی آسیب‌پذیری شهر از منظر پدافند غیرعامل، اطلاعات جغرافیایی.

۳. زارع، سجاد و زارع و دهبکری، مجتبی، (۱۴۰۰)، بررسی و شناخت عوامل مؤثر در ارتقاء سطح ایمنی و بهداشت و محیط‌زیست در پروژه‌های عمرانی شرکت خاتم‌الانبیاء شهر شیراز، پژوهش‌های معاصر در علوم و تحقیقات، دوره ۳، شماره ۲۱.

4. Jalali Farahani, Gholamreza (2011). Passive defense in underground structures. Inactive country defense organization, Tehran

۵. قاسمی، زهرا؛ و ابراهیمی قوام‌آبادی، علی. (۱۳۹۸)، ارزیابی فرهنگ ایمنی در بندر خرمشهر بر اساس مهندسی تغییرات. ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها

6. Beyza, J.; Yusta, J.M. (2021) .Integrated Risk Assessment for Robustness Evaluation and Resilience Optimisation of Power Systems after Cascading Failures. Energies 2021, 14,

۷. شفیعی نیک‌آبادی، محسن، فرحمند، هانیه و فلاح صنمی، سحر. (۱۳۹۴). بهبود روش FMEA با استفاده از ترکیب روش‌های دیمتل، تاگوچی و تحلیل رابطه‌ی خاکستری. مهندسی صنایع و مدیریت (شریف ویژه علوم مهندسی).

۸. حسین زاده، جابر. (۱۳۹۸)، مدیریت ریسک احداث خط زیرگذر راه‌آهن در حال بهره‌برداری با رویکرد کمینه کردن اختلال، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشگاه ایوانکی

۹. موسوی، اسماعیل، (۱۳۹۹)، شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های سیستم پروژه‌های عمرانی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، موسسه آموزش عالی بعثت.

10. Wang, C.; Yan, C.; Li, G.; Liu, S.; Bie, Z .(2020) Risk assessment of integrated electricity and heat system with independent energy operators based on Stackelberg game. Energy, 198, 117349.

جوزی، علی و جعفر زاده حقیقی فرد، نعمت‌الله و افضلی بهبهانی، نگار. (۱۳۹۳)، شناسایی و ارزیابی ریسک‌های زیست‌محیطی ناشی از خطوط انتقال برق فشارقوی در مناطق شهری به روش William Fine.

۱۱. روزی‌طلب، لیلا، (۱۳۹۶)، شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر ریسک زنجیره تأمین در صنعت برق و الکترونیک استان آذربایجان شرقی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آموزش عالی الغدیر.

۱۲. بابایی، محمدمهدی، جباری، موسی و بابایی، احمدعلی. (۱۳۹۵)، ارزیابی ریسک آسیب‌های انسانی ناشی از حادثه برق‌گرفتگی فشار ضعیف در صنعت توزیع برق با استفاده از مدل Bow Tie فازی (مطالعه موردی: شرکت توزیع نیروی برق استان گلستان). کنفرانس بین‌المللی برق.

۱۳. معظم جزی، زهره و حامدی، مریم و اسماعیلیان، غلامرضا، (۱۳۹۵)، شناسایی، تحلیل کیفی و خوشه‌بندی ریسک‌های پروژه‌های خطوط هوایی برق بر اساس استاندارد.

۱۴. رحمانی، سپیده، امیدواری منوچهر. (۱۳۹۵)، ارزیابی ریسک ایمنی در فرآیند توزیع برق با استفاده از روش بهبودیافتهET BA &و رتبه‌بندی آن با مدل‌های VIKORوTOPSIS در محیط فازی.

۱۵. یزدان مهر، بهزاد، علیزاده، علیرضا، (۱۴۰۱)، پست‌های برق و خطرات آن، رویکردهای پژوهشی نوین در مدیریت و حسابداری.

16. Albert, A., & Hallowell, M. R. (2013). Safety risk management for electrical transmission and distribution line construction. Safety Science, 51(1), 118-126.

۱۷. رضا پور، مریم، صفری، سعید و کشاورزی، علی حسین. (۱۴۰۰). تجزیه‌وتحلیل عوامل مؤثر بر عملکرد ایمنی در شرکت‌های توزیع نیروی برق رویکرد ترکیبی مدل‌سازی ساختاری تفسیری و دیمتل. سلامت کار ایران.

۱۸. دانشور، محمد. (۱۳۹۶)، طراحی الگوی مدیریت ریسک ایمنی بر اساس تکنیک پاپیونی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد موسسه آموزش عالی تابناک.

۱۹. کرمانشاهی، میثم و عیوض زاده، علیرضا، (۱۳۹۵)، شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک ایمنی فرآیندهای راه‌اندازی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی با برج خنک‌کن هلر به روش FMEA, کاربرد شیمی در محیط‌زیست,

20. Shojaei mehr, S., & Rahmani, D. (2022). Risk management of photovoltaic power plants using a novel fuzzy multi-criteria decision-making method based on prospect theory: A sustainable development approach. Energy Conversion and Management: X, 16, 100293.

21. Wu, Y., Chu, H., & Xu, C. (2021). Risk assessment of wind-photovoltaic-hydrogen storage projects using an improved fuzzy synthetic evaluation approach based on cloud model: A case study in China. Journal of Energy Storage, 38.

۲۲. مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان، (۱۳۹۵)، سازمان نظام‌مهندسی کشور.

۲۳. مشخصات فنی، عمومی و اجرایی تأسیسات برق ساختمان، نشریه ۱۱۰. (۱۴۰۰). معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری.

24. Ajayi, A., Oyedele, L., Akinade, O., Bilal, M., Owolabi, H., Akanbi, L., & Delgado, J. M. D. (2020). Optimised Big Data analytics for health and safety hazards prediction in power infrastructure operations. Safety Science, 125, 104656.

25. Nordgård D.E., Sand K.& Wangensteen I., (2009) , Risk assessment methods applied to electricity distribution system asset management , Reliability, Risk, and Safety, Three Volume Set 1st Edition

26. Sadeghi M., Torabi-Gudarzi, S., Asadi, N., Golmohammadpour, H., Ahmadi-Moshiran, V., Taheri, M.,... Alimohammadi, B. (2023). Development of a novel Electrical Industry Safety Risk Index (EISRI) in the electricity power distribution industry based on fuzzy analytic hierarchy process (FAHP). Heliyon, 9(2 ,(e13155.

۲۷. مهدی نیا، محسن، حیدری، حمیدرضا، محمد بیگی، ابوالفضل، غفوریان و سلطان‌زاده، احمد. (۱۳۹۹). تجزیه‌وتحلیل پارامترهای مرتبط با حوادث برق‌گرفتگی بر اساس ارزیابی عملکرد ایمنی برق در کارگاه‌های صنعتی کوچک. مهندسی بهداشت حرفه‌ای، ۷(۲)،

۲۸. ایل‌بیگی، آرش. (۱۳۹۵)، برنامه‌ریزی مدیریت ریسک مبتنی بر وضعیت در خطوط هوایی شبکه توزیع برق، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی.

۲۹. سیستم‌های حفاظتی، (۱۳۹۶)، وزارت آموزش‌وپرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی.

۳۰. سروستانی، کاظم، سالم محمد. (۱۳۹۹) ارزیابی ریسک سیستم برق بیمارستان نجمیه با استفاده از روش ردیابی انرژی و تحلیل موانع .بهداشت‌کار و ارتقاء سلامت.

31. Baby, T., Madhu, G & ,.Renjith, V. R. (2021). Occupational electrical accidents: Assessing the role of personal and safety climate factors. Safety Science, 139, 105229.

32. White, K. M., Jimmieson, N. L., Obst, P. L., Gee, P., Haneman, L., O'Brien-McInally, B., & Cockshaw, W. (2016). Identifying safety beliefs among Australian electrical workers. Safety Science, 82.

۳۳. بهرامی، سجاد، ستوده، احد، جمشیدی، ناصر و علمی، محمدرضا. (۱۳۹۷). ارزیابی ریسک‌های محیط زیستی مجتمع پتروشیمی کرمانشاه با روش FMEA. علوم محیطی، ۱۶(۳)، ۲۴-۱

۳۴. کرمانشاهی، میثم و عیوض زاده، علیرضا، ۱۳۹۵، شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک ایمنی فرآیندهای راه‌اندازی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی با برج خنک‌کن هلر به روش FMEA, کاربرد شیمی در محیط‌زیست,

۳۵. کرمانشاهی، میثم و عیوض زاده، علیرضا، ۱۳۹۵، شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک ایمنی فرآیندهای راه‌اندازی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی با برج خنک‌کن هلر به روش FMEA, کاربرد شیمی در محیط‌زیست,

۳۶. لطفی، احد و عباسی، مصطفی، (۱۳۹۶)، بررسی و شناسایی خطرات پست برق ۳۳ کیلووات در صنعت ذوب‌آهن به روش FTA، کنفرانس بین‌المللی کارشناسان HSE صنایع نفت، گاز پتروشیمی، فولاد و سیمان و پروژه‌های عمرانی، شیراز.

۳۷. جعفری، علیرضا و طبری، محمدرضا. (۱۳۸۹)، مطالعه موردی ارزیابی خطر به روش ویلیام فاین در نیروگاه‌های برق شرکت پالایش نفت آبادان، نخستین همایش بین‌المللی بازرسی و ایمنی در صنایع نفت و انرژی، تهران

Scientific quarterly Journal of Research in safety, health and environment/ 2024/ Vol.2/ No.1/ 15-34

Scientific quarterly Journal of Research in safety, health and environment

Evaluating the safety risks of power supply systems in military barracks (case study: one of the military ranks of Tehran)

Mojtabi Shafii Nikabadi[1*], Abdur Rahman keshvari[2], Yaser Moarrab[3]

[1] Master's student, Imam Hossein University, Tehran, Iran.
[2] Assistant Professor, Imam Hossein University, Tehran, Iran.
[3] Researcher, Imam Hossein University, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Article history:

Article Type: scientific

Received: 18 December 2023

Received in revised form: 8 April 2024

Accepted: 23 June 2024

Release: 24 June 2024

*Correspondence:

mjtbshn@gmail.com

Keywords:

Risk

risk assessment

power supply systems

electricity

electricity

ABSTRACT

The purpose of this research is to evaluate and control the safety risks of power supply systems in a military unit in 1402 with the help of risk assessment techniques. In order to realize this, in the first stage, the risks of electricity supply systems in the studied organization's barracks in the fields of supply, conversion, distribution, internal consumption, safety and protection systems, and electricity privacy and the consequences of their occurrence were calculated by reviewing the literature and reviewing the available documents, then In order to quantitatively evaluate the calculated risks with the help of distribution of the questionnaire among 21 managers and experts of the safety and engineering departments of the studied organization and using the FMEA method, necessary action was taken. The final output of this research was determined as a ranking of the safety risks of power supply systems according to the degree of severity, the probability of occurrence and the level of risk identification, and the results showed that 12 risks out of 64 identified risks have a high priority regarding immediate control measures due to the placement of the RPN value. They were evaluated in the critical range and 37 risks were evaluated in the semi-critical range, which means that the organization under study should take the necessary action after correcting the risks related to the critical range in relation to the control measures in the semi-critical range. In the end, in order to control the risk and complete the risk management process, the necessary solutions were presented to reduce the occurrence and consequences of those risks.