فصلنامه رویکردهای پژوهشی نوین در
مدیریت و حسابداری

سال ششم، شماره ۸۵، تابستان ۱۴۰۱، ص ۱۹۶۱-۱۹۵۴

Journal of New Research Approaches
in Management and Accounting

ISSN: 2588-4573
http://www.majournal.ir

پست های برق و خطرات آن

بهزاد یزدان مهر [*1]

علی رضا علی زاده [2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۱۸ تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۰۶/۲۷

چکیده

نیاز روز افزون به برق ومزایای انرژی الکتریکی باعث بوجود آمدن نیروگاههای بزرگ شده است. معمولاً به دلایل متعدد نیروگاهها درمناطق دور از مرکز مصرف ایجاد می شوند. درمورد نیروگاههای آبی شرایط خاص جغرافیایی ودرمورد سایر نیروگاهه نیاز به آب زیاد ومنابع سوخت، ایجاد آلودگی محیط، محدودیت هایی رادر انتخاب محل نیروگاه بوجود می آورد. ازطرفی چون نصب نیروگاههای کوچک متفاوت برای جوابگویی مصرف درنقاط مختلف یک کشور مستلزم وجود واحدهای رزرو وخرج زیادبرای تعمیرات ونگهداری وسوخت رسانی می شود. لذا ترجیحاً یک یا چند نیروگاه بزرگ درنقاطی که شرایط مساعد دارندایجاد شده و سپس انرژی رابه نقاط مصرف انتقال می دهند. همچنین برای ارتباط بین نیروگاهها به منظور افزایش قابلیت اطمینان و نیزبرای بالا بردن پایداری سیستم و وجود اختلاف زمان پیک بار درنقاط مختلف یک کشور و سعی دربدست آوردن انرژی الکتریکی ارزانتر، سراسری کردن شبکه انتقال نیرو را اجتناب ناپذیر می نماید. به طور کلی تمامی کاربری‌های موجود در سطح یک شهر اعم از کاربری‌های تجاری، مسکونی، صنعتی، اداری، درمانی و ... جهت تداوم و استمرار فعالیت‌های خود نیازمند استفاده از انرژی الکتریکی هستند. بدیهی است که در صورت آسیب دیدن سیستم تولید، انتقال و توزیع برق بسیاری از فعالیت‌های حیاتی کشور را از ارائه خدمات ناتوان می‌سازد. امروزه ضرورت تولید برق و حفاظت و حراست از آن بر کسی پوشیده نیست اما علاوه بر تولید اصولی و صحیح برق، انتقال و توزیع آن نیز از جمله مسائل مهم در سیستم برق رسانی یک شهر محسوب می‌شود. لذا حفاظت از پست‌های برق از جمله پست های توزیع امری ضروری و غیر قابل انکار می‌باشد. متأسفانه در حال حاضر در طراحی و اجرای اکثر پست‌های توزیع برق شهری، اصول و مبانی دفاع غیر عامل رعایت نگردیده است. از این رو بسیاری از آن‌ها در مقابل تهدیدات انسان ساخت آسیب‌پذیر بوده و نیازمند تمهیدات و ملاحظاتی در جهت مقاوم سازی و پایین آوردن میزان آسیب پذیری آن‌ها می‌باشد.

واژگان کلیدی

پست برق، ایمنی، آتش نشانی

۱. کارشناس مدیریت عملیات و فرماندهی در حریق و حوادث، مدیر منطقه یک آتش نشانی رشت.

۲. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، رئیس ایستگاه.

مقدمه

امروزه انرژی الکتریکی به عنوان بخش جدا نشدنی از زندگی بشری، مهمترین نقش را در چرخهٔ صنعت جهانی بر عهده دارد. در واقع می توان گفت، امروزه صنعت برق به عنوان یکی از شاخص های مهم توسعهٔ اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی به شمار می آید. از مزایای انرژی الکتریکی نسبت به سایر انرژی ها می توان به انتقال نسبتاً آسان، سهولت تبدیل به سایر فرم های انرژی، طیف وسیع کاربرد و آلودگی کمتر آن در محیط زیست اشاره کرد. از معایب انرژی الکتریکی نیز می توان به عدم قابلیت ذخیره سازی آن به صورت عملی و کاربردی در حد گسترده اشاره کرد. شبکهٔ انرژی الکتریکی جهت انتقال الکتریسیته از نیروگاه ها به محل مصرف، به سه بخش اصلی تولید، انتقال و توزیع برق تقسیم می شود. البته بخش دیگری به نام فوق توزیع نیز به این موارد اضافه می شود که به دلیل هم پوشانی سطوح ولتاژی و شباهت زیاد روش های کارکرد و حفاظت آن با بخش انتقال، می توان آن را زیر مجموعه ای از شبکه ی انتقال در نظر گرفت.

بدلیل آنکه همه قدرت تولیدی در محل نیروگاهها مصرف نشده و جهت تأمین مصرف کنندگان اقصی نقاط دیگر نیاز به انتقال قدرت هستیم بنابراین قدرت فوق توسط هادیهای الکتریکی بصورت شبکه انتقال قدرت الکتریکی به نقاط مورد نیاز منتقل می شود.

همچنین بعلت آنکه حداکثر ولتاژ تولیدی نیروگاهها در حال حاضر kv20 بوده و برای انتقال قدرت زیاد حدود چند صد مگاوات، توسط این ولتاژ، جریان انتقالی بسیار بالا می رود که عملاًباعث تلفات حرارتی زیاد (با توجه به فرمول $P=RI^2$ تلفات توان متناسب با مجذور جریان است) و همچنین استفاده از سطح مقطع بسیار بزرگ جهت عبور این جریان عظیم که عملا غیر معقول و غیر منطقی بوده و امکان برقراری شبکه با آنها میسر نمی باشد، لذا با استفاده از فرمول توان انتقالی $P=V.I$ که نشانگر وجود هر دو پارامترجریان و ولتاژ در استفاده از توان می باشد و عملا با کاهش یکی و بالا بردن دیگری در مقدار توان انتقالی تغییری ایجاد نمی شود لذا با توجه به مضرات فوق در انتقال جریان زیاد، می توانیم ولتاژ را تا حد معقول و قابل اطمینان بالا برده و متناسب با آن جریان را به مقدار قابل ملاحظه ای کاهش دهیم البته باید در قبال بالا بردن ولتاژ، متناسب با آن عایقی تجهیزات و فواصل عایقی آنها را رعایت کنیم بطور مثال اگر ولتاژ را تا ۲۰ برابر افزایش دهیم یعنی ولتاژ KV 400 ایجاد کنیم عملا جریان انتقالی را ۲۰ برابر کاهش داده ایم که این امر برای شبکه های انتقال بسیار مفید به نظر میرسد

برای تبدیل ولتاژ از یک سطح به سطح دیگر از ترانسهای قدرت استفاده می کنیم که در نقاط تولید (نیروگاهها) این ولتاژ توسط ترانس قدرت افزاینده تا حد مورد نیاز افزایش یافته و در نقاط مصرف توسط ترانس قدرت کاهنده تا حد ولتاژ مورد مصرف کاهش می یابد.

به محلی که اینگونه ترانسها نصب گردیده پستهای فشار قوی می گویند.

همچنین در شکل زیر منحنی بین مخارج انرژی انتقالی و ولتاژ انتقالی بیانگر واقعیت موجود می باشد و معمولا حدود ۱۰٪ توان انتقالی در شبکه را افت توان آن تشکیل میدهد.

انواع پست

انواع پست را از نظر کارکرد و ولتاژ به ۴ دسته تقسیم می‌شوند.

پست انتقال (فوق توزیع)

پست توزیع

پست جمع‌کننده

ایستگاه‌های سویچ

پست انتقال

وظیفه پست انتقال (یا فوق‌توزیع) اتصال ۲ یا چند خط انتقال است. ساده‌ترین حالت زمانی است که ۲ خط دارای ولتاژ یکسان هستند. در این موارد پست دارای مدارشکن‌هایی است تا در صورت نیاز، مثل انجام تعمیرات، مدار را از شبکه جدا کند. یک پست انتقال ممکن است دارای ترانسفورماتور برای تبدیل ۲ ولتاژ انتقال یا تجهیزات تنظیم اختلاف فاز باشد.

پست‌های انتقال ممکن است ساده یا پیچیده باشند. یک ایستگاه کوچک سوئیچینگ گذشته از چند مدارشکن چیزی بیشتر از یک گذرگاه ندارد. در حالیکه یک پست انتقال بزرگ، منطقه بزرگی را با چندین ولتاژ پوشش می‌دهد و دارای تجهیزات متعدد حفاظتی و کنترلی (خازن‌ها، رله‌ها، سوئیچ‌ها، مدارشکن‌ها و ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ) است. سطح ولتاژ پست‌های انتقال بیش از ۶۳ کیلوولت می‌باشد و عموماً شامل مقیاس های ۴۰۰، ۲۳۰، ۱۳۲ یا ۶۳ کیلوولت می‌باشد.

پست توزیع

وظیفه یک پست توزیع، تحویل گرفتن توان از سیستم انتقال و تحویل آن به سیستم توزیع است. از نظر اقتصادی و ایمنی، وصل مصرف‌کننده‌ها به‌طور مستقیم به شبکه انتقال به صرفه نیست؛ بنابراین پست توزیع، ولتاژ را تا میزانی مناسب برای مصرف‌کننده‌ها کاهش می‌دهد.

برای ورودی یک پست توزیع حداقل از دو خط انتقال استفاده می‌شود. ولتاژ ورودی به پست‌های توزیع به استانداردهای هر کشور وابسته‌است با این حال ولتاژ ورودی به پست‌های توزیع معمولاً ولتاژی متوسط بین ۲٫۴ تا ۳۳ کیلوولت است. گذشته از تغییر ولتاژ، وظیفه پست توزیع ایزوله کردن هر یک از شبکه‌های توزیع یا انتقال از خطاهای رخ داده در دیگری است. پست‌های توزیع ممکن است وظیفه تنظیم ولتاژ را نیز بر عهده داشته باشند، البته در مسیرهای توزیع طولانی (چندین کیلومتر) تجهیزات تنظیم ولتاژ در طول خط نصب می‌شوند. پست‌های توزیع پیچیده را بیشتر می‌توان در مراکز شهرهای بزرگ دید.

قابلیت اطمینان پست توزیع نقش مهمی در قابلیت اطمینان سیستم کلی دارد و می‌توان آن را برحسب تعداد دفعات یا مدت‌زمان رخدادهای منجر به خروج تجهیزات تعریف کرد. بر اساس چیدمان‌های مختلف قطع کن‌های مدار و نیز طرز قرار گرفتن باس بار در پست توزیع، معمولاً ۵ پیکربندی مختلف برای پست توزیع به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

پیکربندی تک باس با یک قطع کن

پیکربندی دو باس با یک قطع کن به‌صورت کوپلر باس

پیکربندی دو باس با یکی و نصفی قطع کن

پیکربندی دو باس با دو قطع کن

باس حلقه‌ای یا چهار قطع کن به‌صورت مش

پست جمع‌کننده

در روش‌های تولید پراکنده مانند استفاده از انرژی بادی، ممکن است به پست جمع‌کننده نیاز باشد. این پست‌ها تا حدودی شبیه پست‌های توزیع هستند با این تفاوت که رانش توان معکوس است؛ یعنی از سمت توربین‌های بادی به سمت شبکه انتقال. معمولاً به دلیل ملاحظات اقتصادی سیستم جمع آوری‌کننده در سطح ولتاژ حدود ۳۵ کیلوولت عمل می‌کند و سپس پست جمع‌آوری ولتاژ را تا سطح ولتاژ انتقال برای وصل به شبکه انتقال بالا می‌برد. این پست‌ها همچنین دارای تجهیزات اندازگیری و اصلاح ضریب توان نیز هستند. در حالت خیلی خاص، یک پست الکتریکی دارای دستگاه برگرداننده برق HVDC است.

همچنین، پست الکتریکی جمع‌کننده را می‌توان در مکان‌هایی که چندین نیروگاه حرارتی یا برق‌آبی در نزدیکی هم وجود دارند یافت. نمونه‌ای از این پست‌ها براویلر (Brauweiler) در آلمان و هرادک (Hradec) در جمهوری چک است؛ که انرژی نیروگاه‌های زغال‌سنگی نزدیک هم را جمع‌آوری می‌کند.

ایستگاه‌های سویچ

یک ایستگاه سویچ، به پستی اطلاق می‌شود که ترانسفورماتور ندارد و تنها در یک سطح ولتاژ عمل می‌کند. ایستگاه‌های سویچ گاهی به صورت ایستگاه‌های جمع‌کننده و توزیع‌کننده ظاهر می‌شوند. گاهی به منظور سویچ جریان پشتیبان خطوط موازی در هنگام بروز خطا مورد استفاده قرار می‌گیرند. نمونه‌ای از این ایستگاه، ایستگاه Inga-Shaba است.

تهدیدات محتمل و یا اثرگذار بر پستهای توزیع برق شهری

از آنجایی که یکی از اهداف دشمن در زمان حمله زیرساخت های شهری و فلج کردن شهر از نظر خدمات و تجهیزات زیربنایی است، اعمال آسیب به پست های توزیع برق از راه های مختلف گزینه مناسبی برای رسیدن دشمن به این هدف خود می باشد. تهدیدات دشمن به منظور اخلال در عملکرد پست های توزیع برق و یا انهدام و توقف کامل برقرسانی آن ها و نیز تهدیداتی که اثرات جانبی آن ها می تواند پست های توزیع برق را دچار آسیب کنند، شامل موارد زیر می باشد

•بمب های الکترومغناطیسی

•بمب های گرافیتی

•امواج ناشی از انفجارها و اصابت های غیرمستقیم

•ترکش های ناشی از انفجارها و اصابت های غیرمستقیم

•اغتشاشات و ناامنی های داخلی

ملاحظات پدافند غیرعامل در طراحی پست های توزیع برق شهری

پست های توزیع در سطح شهر را می توان هم به صورت باز (معمولی یا هوایی) و هم به صورت بسته (گازی یا معمولی) اجرا کرد. با توجه با اینکه یکی از زیرساخت های مهم شهری مراکز مربوط به توزیع برق از جمله پست های توزیع برق بوده و ممکن است یکی از نقاط مورد تهدید دشمن در زمان حمله باشد و همچنین با توجه به وابستگی فعالیت دیگر زیرساخت های شهری به تداوم عملکرد این نوع از پست های برق و نیاز ضروری به آن ها خصوصا در زمان بحران، در ادامه به راهکارهایی جهت افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب پذیری و تداوم عملکرد پست های فوق الذکر از دیدگاه پدافند غیر عامل می پردازیم:

اولین نکته در این زمینه انتخاب درست محل احداث پست برق می باشد که برای این منظور باید کلیه ملاحظات مهندسی و پدافند غیرعامل را در نظر گرفت. توصیه می شود این نوع پست ها در کنار میادین، چهارراه ها و خیابان های اصلی شهر احداث نشوند چرا که در صورت احداث در این نقاط هم میزان آسیب پذیری آن ها بالا رفته و هم در صورت آسیب دیدن می تواند تاثیرات نامطلوب بیشتری بر دیگر زیرساخت های شهری، ترافیک خیابان ها و نیز از جنبه روانی بر مردم داشته باشد.

به منظور کاهش آسیب پذیری پست های توزیع و با توجه به وجود آلودگی هوا در کلان شهرها، در انتخاب نوع آن ها از نظر محل قرارگیری تجهیزات دقت کافی لحاظ گردد و الزاما به صورت بسته اجرا گردند.

در نقاط پر رفت و آمد به دلیل جلوگیری از خطرات احتمالی و بالا بردن ایمنی افراد و نیز با توجه به رعایت زیبایی شهری توصیه می شود این پست ها به صورت زیرزمینی اجرا گردند.

شهرها و تهدیدی به نام «پست های برق»

مکان هایی که با گرانی یا محدودیت زمین مواجه هستیم، نیز احداث زیرزمینی پست های توزیع پیشنهاد می گردد.

همچنین در نقاطی از شهر از جمله در مجاورت ساختمان های اداری با اهمیت بالا که امکان وقوع حملات هوایی و یا انفجارات تروریستی وجود دارد، توصیه می شود پست های توزیع برق به صورت زیرزمینی احداث گردند.

با توجه به مزایای پست های گازی توصیه می شود با در نظر گرفتن مهندسی ارزش، از این نوع پست ها استفاده شود.

توصیه می شود هر پست توزیع در سطح شهر از حداقل دو لینک جداگانه که به دو پست فوق توزیع مجزا متصل هستند، تغذیه شود.

اتاق پست برق حتما باید دارای دیوارهای بتونی بوده و تأسیسات الکتریکی آن نیز دارای کلاس انفجاری زون ۱ و گروه IIC باشد.

درب پست برق به سمت بیرون باز شوند.

درب پست برق باید فلزی و مقاوم در برابر امواج و ضد ضربه باشند.

درب اتاق پست برق باید مجهز به قفل مکانیکی مناسب باشد. توصیه می شود درب اتاق پست برق علاوه بر قفل مکانیکی باید دارای قفل الکترونیکی (کارت هوشمند، اثر انگشت و ...) نیز باشد.

سطح عایقی سیستم قدرت براساس استاندارد IEC و پس از انجام مطالعات و محاسبات اتصال کوتاه برای هر تابلو و یا تجهیز الکتریکی تعیین خواهد شد.

برای ترانسفورماتورها کلاس عایقی H وکلاس حرارتی B در نظر گرفته شود.

سیستم الکتریکال باید بر اساس ایمنی پرسنل در هنگام کار و یا تعمیرات، سرویس های قابل اطمینان، راحتی در زمان کار، بیشترین قابلیت تعویض قطعات و همچنین قابلیت توسعه در آینده طراحی شده باشد.

سیستم الکتریکال باید بر اساس ایمنی پرسنل در هنگام کار و یا تعمیرات، سرویس های قابل اطمینان، راحتی در زمان کار، بیشترین قابلیت تعویض قطعات و همچنین قابلیت توسعه در آینده طراحی شده باشد.

در صورت وجود بیش از یک ترانسفورماتور در یک پست برق، محوطه ترانسفورماتورها باید به گونه ای باشد که ترانسفورماتورها با یک دیوار آجری به ارتفاع حداقل دومتر از همدیگر جدا شوند.

از ساختمان های چندطبقه و مرتفع و غیر قابل حفاظت اجتناب گردد.

با انتخاب درست نوع پیچ و مهره باید کف ترانسفورماتور به فونداسیون پیچ شود که از عدم تحرک ترانسفورماتور در اثر امواج انفجار یا زلزله اطمینان خاطر کامل داشت.

کابل ها تا حدی بلندتر انتخاب گردند تا در زمانی که موج انفجار موجب جابجایی و تکان تجهیزات می شود، در محل اتصال، شکستگی نداشته باشیم.

در زیر هر ترانسفورماتور روغنی یک چاهک مناسب جهت تخلیه روغن ساخته شود. این چاهک دارای راه تخلیه در پایین ترین نقطه بوده و توسط لوله هایی با شیب مناسب با مخزن بزرگتری برای جمع آوری روغن ترانسفورماتورها متصل گردد و یا دارای سیستم ساکشن مایعات باشد. این چاهک باید تا ارتفاع مناسبی (حدود نصف آن) با شن پر شود. ابعاد چاهک بستگی به حجم روغن ترانس داشته ولی در هر صورت ارتفاع کل ان نباید کمتر از ۱۰۰Cm باشد. (محفظه یا چاهکی که عموما مورد استفاده قرار می گیرد، تنها برای جمع آوری روغن هایی که بهطور معمول از ترانسفورماتورها نشت می کنند، تعبیه شده است و سیستم جمع آوری جامع روغن وجود ندارد. در صورت آسیب دیدن ترانسفورماتور و خروج زیاد روغن در صورتی که برای جمع آوری تدبیری اندیشیده نشود، خطر آتش سوزی کل پست را تهدید می کند.)

در محل اتصال تجهیزات به تکیه گاه، از صفحات میراگر استفاده شود. در اکثر کشورهای زلزله خیز جهت کاهش نیروی تکانی از این صفحات استفادهمی شود که می توان جهت کاهش اثرات موج انفجار نیز از آن ها استفاده نمود.

تمهیدات لازم جهت جلوگیری از ورود گرد وغبار و مواد آلاینده به داخل پست برق به عمل آید.

محل اتصال کابل های برق به سامانه ها به وسیله خمیر یا لاک های مخصوص غیرقابل نفوذ شوند. (جهت مقابله با پودرهای گرافیتی، گردو غبار و غیره)

در اتاق پست می توان با نصب هواسازی قوی یا فیلترهای مخصوص، با ایجاد فشار مثبت از نفوذ اجسام خارجی به داخل این گونه اماکن جلوگیری کرد.

جهت مقابله با حملات الکترومغناطیس از فیلترهای EMI در مسیر کابل های ورودی و خروجی کلیه تجهیزات استفاده گردد.

زمین کردن تمام تجهیزات، یکی از روش های موثر در کاهش اثر امواج الکترومغناطیسی (EMP) می باشد که حساسیت در اجرای درست و اصولی این مهم، تاثیرات تهاجم الکترومغناطیسی را بسیار کاهش می دهد.

موثرترین روش محافظت از وسایل الکتریکی در برابر حملات EMP قرار دادن تجهیزات در قفس فارادی می باشد که از ورود میدان مغناطیسی به داخل تجهیزات جلوگیری می کند. در این خصوص ضروری است بر اساس مهندسی ارزش تصمیم گیری نهایی اتخاذ گردد.

تمامی کابل های استفاده شده در پست برق الزاما شیلد شده باشند.

در پست های برق از بازشوها یا پنجره های اضافی استفاده نگردد.

دریچه کانال های تهویه و پنجره ها دارای فیلترهای مناسب (لانه زنبوری) جهت کاهش ورود امواج به فضای پست برق باشد.

کانال های تهویه دارای حداقل سه خم ۹۰ درجه به صورت T شکل باشد.

فونداسیون بتونی برای نصب ترانسفورماتورها و تجهیزات داخل محوطه ترانسفورماتورها باید حداقل ۲۰۰mm از سطح تمام شده بلندتر باشد. همچنین کف آن ناحیه باید دارای شیب و راه آب مناسب برای تخلیه روغن، آب و سایر مایعات را داشته باشد.

کابلهای فشارقوی وفشارضعیف در پست برق باید به صورت منظم و در دسته های منظم بر روی نردبان ویا سینی کابل قرارداده شود واز استقرار کابلها برروی زمین ویا تقاطع همسطح کابلها خودداری شود.

سطح پست برق در پایین ترین نقطه باید بالاتر از سطح آب منطقه باشد.

پس از اتمام عملیات کابل کشی، محل ورود کابلهای فشارقوی و فشارضعیف به داخل پست برق و نیز بین قسمتهای ترانس ها با تابلوهای برق به وسیله کمپوند یا ماده ضد حریق مناسب پر شود.

تمامی درب های دسترسی و تمامی تابلوهای برق دارای برچسب خطر باشند.

در سیستم اتصال زمین، هادی خنثی باید درمحل پست ترانسفورماتور یا در محل تحویل نیروی برق به طور موثر و مطمئن زمین شده باشد، به نحوی که ولتاژ هادی خنثی نسبت به زمین درصورت بروز اتصال به زمین طولانی مدت، از مقدار مجاز ۵۰ ولت تجاوز ننماید، بنابر این لازم است که مقدار کل مقاومت اتصال زمین از دو اهم بیشتر نباشد.

استفاده از هادی های آلومینیومی به عنوان هادی حفاظتی مجاز نمی باشد و صرفا هادی مسی مجاز است.

انجام محاسبات مربوط به ولتاژهای تماس و ولتاژ گام در محدوده پست های برق الزامی است.

سیستم اطفا حریق از نوع گاز $CO2$ در نظر گرفته شود و دارای سنسورهای تشخیص حرارت یا دود بوده و در صورت وقوع آتش سوزی به صورت اتوماتیک فعال گردد.

جنس لوله های سیستم اطفا گازی فلزی باشد و در نصب آن ها دقت لازم به کار برده شود و استحکام کافی را داشته باشد تا در صورت بروز حادثه های دیگر مانند زلزله یا موج ناشی از انفجار خود عامل تهدید نباشد.

وجود خاموش کننده های دستی در محل پست برق الزامی است.

جمع بندی

پست‌های توزیع برق شهری از جمله تأسیساتی هستند که ساختمان‌ها با کاربری‌های مختلف جهت انجام فعالیت‌های خود وابستگی شدیدی به این پست برق‌ها دارند لذا مقاوم سازی این تأسیسات بر اساس اصول و مبانی پدافند غیرعامل امری ضروری و غیر قابل انکار است. از آنجایی که در طراحی و اجرای بسیاری از پست برق‌های توزیع شهری موجود در شهرهای بزرگ از دیدگاه دفاع غیرعامل بهره‌گیری لازم نشده است و همینطور پست‌برق‌هایی که از این پس قرار بر اجرای آن‌ها است، لازم است تا با در نظر گرفتن برخی تمهیداتی که در این مطلب به آن‌ها اشاره شد میزان آسیب‌پذیری‌های آن‌ها را به حداقل ممکن کاهش داد تا از ایجاد اختلال در زندگی روزمره عموم مردم و اختلال در عملکردهای حیاتی کشور جلوگیری به عمل آید.

منابع

۱. مقدمه‌ای بر ساختار پست‌های فشار قوی و معرفی اجزای آن
۲. کتاب طراحی پست‌های فشار قوی
۳. مقدمه‌ای بر ساختار پست‌های فشار قوی

4. lee, r, W Death for Electrical shock
5. occupational Health and safety (inter national labour office Geneva)
6. soldering for reliability (Honeywell)
7. fundamentals of Electrical engineering (M. Kuznetsov)
8. Electricity 1-7 (Harry Mileaf)