



تجزیه و تحلیل حوادث شرکتهای توزیع و راههای پیشگیری از حوادث

مجید شریعتی - حسن یوسفی دارانی

شرکت توزیع برق اصفهان

چکیده:

از آنجائی که شبکه‌های هوایی در تمام شرکتهای توزیع دارای مشخصات یکسانی می‌باشند و روش کار و بهره‌برداری و تعمیرات روی آنها به صورت یکنواخت انجام می‌شود. در نتیجه حوادثی که در روی این شبکه‌های اتفاق می‌افتد و منجر به خسارات جانی و مالی می‌گردد مشابه می‌باشد.

لذا در این مقاله جهت تجزیه و تحلیل حوادث شرکتهای توزیع از آمار حوادث سال ۷۱ و ۷۲ برق، اصفهان به صورت نمونه استفاده شده است و سعی بر این است که علت اصلی هر یک از حوادث مربوط به شرکتهای توزیع مشخص شده و راه‌حلهایی برای جلوگیری از این گونه حوادث ارائه گردد.

کلاً هر حادثه‌ای بر اثر عوامل مختلفی اتفاق می‌افتد و فقط با تجزیه و تحلیل آن می‌توان این علل را بدست آورد این تجزیه و تحلیل معمولاً یک رشته از شرایط و احوال و یا عواملی را که ترکیب و تسلسل آنها وقوع حادثه را ممکن ساخته است روشن می‌نماید.

هر یک از این عناصر از عوامل اصلی بروز حادثه هستند اما تجمع آنها موجب حادثه می‌گردد. به نحوی که در صورت عدم وجود یکی از آنها امکان اتفاق حادثه را ضعیف می‌نماید. به همین طریق حوادثی که روی شبکه‌های هوایی اتفاق می‌افتد ناشی از عوامل مختلفی است که اهم این عوامل عبارتند از:

عوامل مکانیکی، الکتریکی، انسانی، که در اکثر حوادث ترکیب این عوامل یا حداقل دو عامل فوق باعث بروز حادثه گردیده. مثلاً فرایند بیشتر حوادث در روی شبکه‌های هوایی اینگونه است که فرد در روی شبکه یا نزدیکی شبکه برق‌دار کار می‌کند و به علت حواس‌پرتی، سهل‌انگاری، بی‌حوصلگی، خستگی جسمی و روحی و عدم رعایت مقررات ایمنی و یا به علل فیزیولوژیکی و روانی دیگر با شبکه برق‌دار تماس پیدا کرده و دچار شوک الکتریکی شده و به همین علت از روی پایه شبکه سقوط کرده و دچار جراحات زیادی در اثر برق‌گرفتگی و سقوط می‌شود. در این فرآیند، عامل رفتار انسان که تماس با شبکه برق‌دار و عدم رعایت مقررات ایمنی می‌باشد عامل اولیه حادثه است و عامل الکتریکی یعنی وجود ولتاژ و تمامی شرایط برقراری جریان الکتریکی از بدن فرد به عنوان عامل دوم محسوب می‌شود و وجود ارتفاع جایگاه کار نسبت به زمین به عنوان عامل مکانیکی در این فرآیند وجود دارد.

حال برای جلوگیری از چنین حوادثی می‌بایستی یکی از این عوامل را از بین برد و از نظر ایمنی برای جلوگیری از چنین حوادثی که چندین عامل در آنها دخیل می‌باشد می‌بایستی عاملی را از میان برداشت که از تمامی عوامل دیگر آسان‌تر باشد. لذا برای جلوگیری از حوادث روی شبکه‌های هوایی در حقیقت می‌بایستی عوامل الکتریکی و عوامل مکانیکی بروز حادثه را از بین برد. چون عامل انسانی بسیار پیچیده و مشکل می‌باشد و برای کنترل این عامل باید تمامی جنبه‌های روحی و روانی و فیزیولوژیکی فرد مورد مطالعه قرار گیرد.

اما باید به این نکته مهم نیز توجه کرد که عوامل الکتریکی و مکانیکی که در روی شبکه‌ها باعث بروز حادثه می‌شوند را نمی‌توان کلاً از بین برد، زیرا این عوامل جزء ساختار و مشخصات ذاتی شبکه‌ها هستند. مثلاً عدم وجود عایق الکتریکی روی هادی شبکه‌ها یا وجود ارتفاع شبکه که دو عامل عمده بروز حادثه هستند جزء ساختار شبکه‌های هوایی هستند و اگر

بخواهیم این دو عامل را کلاً از بین ببریم مجبوریم سیستم انتقال و توزیع انرژی الکتریکی را عوض کرده و از سیستم کابل زمینی استفاده کنیم. در نتیجه این عوامل خطرزا را فقط تا سر حد استاندارد می‌توان کاهش داد و به همین دلیل در این مقاله حوادث موجود در شرکتها از این جهت مورد بررسی قرار می‌گیرد که چه مقدار از این حوادث به علت عدم استانداردهای فنی اتفاق می‌افتد.

شرح مقاله :

کلاً حوادثی که در روی شبکه‌های هوایی و یا تجهیزات وابسته به آن اتفاق می‌افتد و به نوعی منجر به خسارات جانی و اقتصادی می‌شوند را می‌توان به دو گروه عمده و اصلی تقسیم‌بندی کرد:

۱ - حوادث برق‌گرفتگی در روی شبکه‌های هوایی مربوط به افراد خارج از شرکت.

۲ - حوادث مربوط به پرسنل شرکت.

حوادثی که شامل افراد غیرکارکنان شرکت می‌باشد صرفاً برق‌گرفتگی است. لذا این

حوادث در جدول زیر با حوادث برق‌گرفتگی پرسنل شرکت مقایسه شده است.

| مقایسه حوادث برق‌گرفتگی پرسنل شرکت با افراد خارج از شرکت برق اصفهان در سال ۷۱ و ۷۲ : | | |
|--|-------|-------------------------------------|
| درصد | تعداد | شرح |
| ۶۷٪ | ۲۲ | حوادث برق‌گرفتگی افراد خارج از شرکت |
| ۳۳٪ | ۱۱ | حوادث برق‌گرفتگی پرسنل شرکت |
| ۱۰۰٪ | ۳۳ | جمع |

۱ - حوادث برق‌گرفتگی در روی شبکه‌های هوایی مربوط به افراد خارج از شرکت :

شبکه‌های هوایی اعم از فشار ضعیف و فشار قوی به این علت که از نظر جغرافیایی در اکثر شهرها، خیابان‌ها و کوچه‌ها کشیده شده‌اند و از طرفی در معرض مستقیم اختلالات جوی مثل طوفان، برف و باران هستند از پتانسیل خطر بالایی برخوردار می‌باشند و هر چند وقت یکبار باعث بروز حادثه‌ای برای مردم می‌شوند. بطور مثال در سال ۷۲ هر ۴۵ روز یک نفر از مردم در روی شبکه‌های هوایی مربوط به شرکت برق اصفهان دچار برق‌گرفتگی شده است که ۵۰٪ این حوادث منجر به فوت فرد حادثه دیده شده است و بقیه این افراد دچار سوختگی‌های شدید یا قطع عضو شده‌اند. علل حوادث برق‌گرفتگی مردمی را می‌توان به دو گروه تقسیم‌بندی کرد.

۱ - عدم استانداردهای مکانیکی یا الکتریکی شبکه که این عوامل شامل موارد زیر می‌باشند:

الف: احداث ساختمانهای مسکونی و تجاری و یا فعالیتهای دیگر در حریم شبکه‌های هوایی.

ب: عدم استحکام مکانیکی شبکه که گاهی این امر باعث پارگی سیمهای برق‌دار شبکه شده.

ج: عدم وجود ارت مناسب روی تجهیزات قابل دسترس مانند تابلوها و غیره ...

د: از بین رفتن عایق کابلها در محل ورودی کابل به تابلو و برق‌دار شدن بدنه تابلوها.

۲ - علت دیگر حوادث برق‌گرفتگی مردم روی شبکه‌های هوایی یک عامل کاملاً رفتاری می‌باشد به این معنی که اگر شبکه‌های هوایی کاملاً از هر نظر استاندارد شده باشند باز هم چنین حوادثی اتفاق خواهد افتاد که این علل شامل موارد زیر می‌باشند:

الف: بالا رفتن بچه‌ها از پایه شبکه‌ها به عنوان بازی و تفریح.

ب: کار کردن در زیر شبکه‌ها یا نزدیکی آنها به خصوص کارهایی که از وسائل بلند و مرتفع مانند جرثقیلها در هنگام اسکلت‌بندی ساختمانها استفاده می‌شود. این مورد در هنگام نصب آنتنهای تلویزیون در روی پشت‌بامها نیز اتفاق می‌افتد که در چنین حالتی جسم هادی که فرد با آن در تماس است در حوزه خطوط قرار گرفته و فرد دچار برق‌گرفتگی می‌شود.

ج: حوادثی که به هنگام گرفتن برق غیرمجاز اتفاق می‌افتد در این مورد گاهی دیده شده که آنقدر آگاهی فرد نسبت به برق و خطرات آن کم می‌باشد که قدرت تشخیص شبکه‌های فشار ضعیف از فشار متوسط را ندارد مثلاً در تاریخ ۷۱/۳/۲۹ در اصفهان در محلی که شبکه فشار ضعیف وجود نداشته و فقط شبکه KV 20 موجود بوده است، فردی برای وصل نمودن یک کابل سه فاز به صورت غیرمجاز جهت جوشکاری از پایه شبکه KV 20 بالا رفته و وقتی که در حوزه خط KV 20 قرار می‌گیرد دچار شوک الکتریکی شده و سقوط می‌کند.

برای تعیین میزان درصد هر یک از این عوامل در بروز حوادث مردمی به جدول زیر که میزان درصد هر یک از این عوامل آمده است توجه فرمائی.

| آمار علل بروز حوادث برق‌گرفتگی مردمی در روی شبکه‌های هوایی برق اصفهان در سال ۷۱ و ۷۲: | | | | | |
|---|-----------------------|-------|------|--------------------------------------|------|
| ردیف | نوع علت | تعداد | درصد | نوع علت | درصد |
| ۱ | عدم استانداردهای لازم | ۲ | ٪۸ | عدم استعکام مکانیکی و باره‌شدن سیمها | ٪۳۲ |
| ۲ | | ۳ | ٪۱۲ | ایجاد ساختمان در حریم شبکه‌ها | |
| ۳ | | ۲ | ٪۸ | عدم وجود ارت مناسب | |
| ۴ | | ۱ | ٪۴ | از بین رفتن عایق کابل‌ها | |
| ۵ | عوامل انسانی | ۹ | ٪۳۶ | صعود بچه‌ها از پایه شبکه‌ها | ٪۶۸ |
| ۶ | | ۷ | ٪۲۸ | کار کردن در نزدیکی شبکه‌ها | |
| ۷ | | ۱ | ٪۴ | گرفتن برق غیرمجاز | |
| جمع | | ۲۵ | ٪۱۰۰ | | |

با توجه به اعداد و ارقام فوق ۷۰٪ حوادث مردمی به علت عدم آگاهی و شناخت مردم از خطرات برق می‌باشد و از طرفی در ۳۰ درصدی که به علت غیراستاندارد بودن شبکه‌ها اتفاق افتاده است بازهم عدم آگاهی مردم در وقوع حادثه دخیل بوده است. چون حتی جانی که ساختمانها در حریم شبکه‌های هوایی هستند اگر مردم بخوبی با خطرات برق آشنا باشند سعی می‌کنند که با شبکه تماس نگیرند و نتیجتاً درصد این حوادث نیز بسیار کمتر می‌شد.

۲- حوادث مربوط به پرسنل شرکتهای توزیع :

کلاً حوادثی که در هنگام کار برای پرسنل شرکتهای توزیع اتفاق می‌افتد به پنج گروه تقسیم می‌شوند:

الف: حوادث برق‌گرفتگی

ب: حوادث ناشی از قوس الکتریکی.

ج: حوادث ناشی از سقوط.

د: حوادث رانندگی.

ه: حوادث ناشی از حمل بار و کار با جراثقائها.

ابتدا قبل از بررسی علل هر کدام از این حوادث برای ارزیابی اهمیت هر کدام به میزان درصد هر یک از این حوادث توجه فرمائید.

| آمار حوادث مربوط به پرسنل شرکت برق اصفهان در سال ۷۱ و ۷۲: | | | |
|---|--|-------------|------------|
| ردیف | نوع حادثه | تعداد حادثه | درصد حادثه |
| ۱ | حوادث ناشی از برق‌گرفتگی | ۱۱ | ۳۰٪ |
| ۲ | حوادث ناشی از قوس الکتریکی | ۴ | ۱۲٪ |
| ۳ | حوادث ناشی از سقوط | ۷ | ۲۰٪ |
| ۴ | حوادث رانندگی | ۸ | ۲۳٪ |
| ۵ | حوادث ناسی از جابجایی بار و کار با جراثقالها | ۶ | ۱۵٪ |
| ۶ | جمع کل حوادث | ۳۶ | ۱۰۰٪ |

۱- حوادث برق‌گرفتگی:

طبق آمار و اطلاعات موجود حدوداً ۲۵٪ حوادث برق‌گرفتگی مربوط به پرسنل شرکت توزیع در روی خطوط ۲۰ KV اتفاق می‌افتد و ۷۵٪ بقیه حوادث برق‌گرفتگی در هنگام کار روی شبکه‌های فشار ضعیف می‌باشد. حوادث برق‌گرفتگی ۲۰ KV یا به هنگام کار در روی شبکه‌های فشار ضعیف که در زیر شبکه‌های ۲۰ KV هستند اتفاق می‌افتد یا به هنگام کار روی خطوط ۲۰ KV اشتبهاً خط دیگری به جای خط مورد نظر را قطع می‌کنند و فرد بدون آزمایش بی‌برقی خط بوسیله فاز متر یا تفنگ پرتاب با خط برق‌دار تماس گرفته و دچار برق‌گرفتگی می‌شود. لذا با توجه به اینکه طبق مقررات برای کار در روی شبکه‌های ۲۰ KV و یا حتی در نزدیکی آنها می‌بایستی شبکه بی‌برق شود و بوسیله تفنگ پرتاب بی‌برقی خط آزمایش شود و بعد از اارت کردن دو طرف خط، کارگر مجاز می‌باشد که از پایه شبکه‌های فشار متوسط بالا برود، و از طرفی برای جلوگیری از چنین حوادثی فرمهایی بنام فرم قطع و وصل شبکه‌های فشار متوسط تهیه شده است و متن این فرمها به گونه‌ای طراحی شده که ابتدا اداره عملیات ۲۰ KV می‌بایستی خط مورد نظر را قطع کرده و آن را پس از آزمایش بی‌برقی و اارت نمودن دو طرف محدوده کاری به گروه اجرایی تحویل دهد. اما متأسفانه با وجود این چنین مقررات پیچیده‌ای هنوز شاهد حوادثی در روی شبکه‌های ۲۰ KV هستیم در نتیجه علت اصلی برق‌گرفتگی‌های ۲۰ KV کمبود قوانین و مقررات ایمنی و نیز عدم استانداردهای لازم نمی‌باشد بلکه عدم فرهنگ ایمنی در کارکنان باعث چنین حوادثی می‌شود. علل و عوامل برق‌گرفتگی اعم از فشار ضعیف و فشار متوسط در جدول زیر آمده است.

| آمار علل بروز حوادث برق گرفتگی شرکت برق اصفهان در سال ۷۱ و ۷۲: | | |
|--|-------|---|
| درصد | تعداد | علت حادثه |
| ۶۴٪ | ۷ | عدم رعایت مقررات ایمنی |
| ۳۶٪ | ۴ | عدم استفاده از لوازم ایمنی فردی و گروهی |
| ۱۰۰٪ | ۱۱ | جمع |

۲- حوادث ناشی از قوس الکتریکی :

همان طوری که قبلاً اشاره شد ۱۲٪ حوادث پرسنل شرکت ناشی از قوس الکتریکی می باشد. که کلیه این حوادث در هنگام کار روی تابلوهای اندازه گیری و توزیع اتفاق می افتد. قوس الکتریکی اصولاً هنگامی بوجود می آید که بین دو نقطه دارای ولتاژ، اتصال کوتاه بوجود آید. این قوس حرارتی معادل ۱۰ تا ۵ هزار درجه سانتیگراد تولید می کند. به همین علت یکی از عوامل مهم حادثه به شمار می رود و فردی که در معرض چنین حرارتی قرار گیرد شدیداً دچار سوختگی می شود، لذا جراحات حوادث ناشی از قوس الکتریکی کلاً سوختگی دستها و صورت می باشد.

حوادث ناشی از قوس الکتریکی به دو گروه تقسیم بندی می شوند.

گروه اول : حوادثی که در هنگام وصل کلیدها اتفاق می افتد که این نوع حوادث هنگامی پیش می آید که به نوعی در روی شبکه اتصال کوتاه وجود داشته باشد. که این اتصال کوتاه‌ها یا به علت خرابی شبکه بوجود می آید یا اتصال کوتاه‌هایی هستند که جهت حفاظت و ایمنی در هنگام کار مثل ارت موقت و غیره بسته شده اند که گاهی کارگران قبل از جمع آوری آنها و کنترل شبکه کلید را وصل می کنند و دچار حادثه می شوند.

گروه دوم : حوادثی هستند که با افتادن یک شی هادی روی شمشها در هنگام کار روی تابلو بوجود می آید که در این حالت نیز قوس الکتریکی شدیدی بوجود می آید و باعث ایجاد حادثه می شود.

علل حوادث ناشی از قوس الکتریکی نیز کلاً ناشی از خطای انسانی می باشد و هیچ حادثه در این مورد به علت عدم استانداردهای لازم اتفاق نمی افتد در جدول زیر درصد هر کدام از این علل آمده است.

| آمار علل بروز حوادث ناشی از قوس الکتریکی سال ۷۱ و ۷۲: | | |
|---|-------|-------------------------------|
| درصد | تعداد | علت حادثه |
| ۷۵٪ | ۳ | عدم رعایت اصول و مقررات ایمنی |
| ۲۵٪ | ۱ | عدم آموزش کافی |
| ۱۰۰٪ | ۴ | جمع |

با توجه به علل بروز این حوادث برای کاهش و جلوگیری آنها می‌بایستی نکات زیر مورد نظر قرار گیرد.

الف: به افراد کاملاً آموزش داده شود تا در هنگام وصل کلید، شبکه را دقیقاً از نظر وجود اتصال کوتاه کنترل نمایند مخصوصاً کلیه اتصال کوتاه‌هایی که جهت حفاظت و ایمنی در هنگام کار ایجاد شده بودند جمع‌آوری شوند.

ب: کلیه ابزارآلات کسانی که می‌خواهند روی تابلوها کار کنند می‌بایستی روکش عایق داشته باشد.

۳- حوادث ناشی از سقوط:

بیست درصد حوادث شرکتهای توزیع مربوط به حوادث ناشی از سقوط می‌باشد که علت اولیه ۵۰٪ آنها شوک الکتریکی می‌باشد به این صورت که فرد ابتدا دچار شوک الکتریکی شده و بعد به علت عدم استفاده از لوازم ایمنی فردی مثل کمربند و غیره سقوط می‌کند در جدول زیر درصد هر یک از علل حوادث ناشی از سقوط درج شده است.

| آمار علل بروز حوادث ناشی از سقوط برق اصفهان در سال ۷۱ و ۷۲: | | |
|---|-------|--|
| درصد | تعداد | شرح |
| ۱۵٪ | ۱ | فرسودگی تجهیزات و پایه‌ها |
| ۷۰٪ | ۵ | عدم استفاده از لوازم ایمنی فردی |
| ۱۵٪ | ۱ | عدم استقرار کامل و سهل‌انگاری در هنگام کار |
| ۱۰۰٪ | ۷ | جمع |

همانطوری که مشاهده می‌شود فقط ۱۵٪ حوادث به علت عدم استاندارد و استحکام شبکه‌ها اتفاق افتاده و بقیه این حوادث به علت عدم رعایت مقررات ایمنی به خصوص عدم

استفاده از لوازم ایمنی فردی بوده است.

۴- حوادث رانندگی :

بیشترین خسارات اقتصادی و جانی حوادث شرکت مربوط به حوادث رانندگی می باشد. مثلاً در طی سالهای ۷۱ و ۷۲ در برق اصفهان حوادثی که منجر به فوت فرد حادثه دیده شده اند فقط مربوط به حوادث رانندگی بوده است البته درباره این گونه حوادث باید در یک مقاله جداگانه بطور مفصل بحث شود و در اینجا فقط به علل بروز حوادث اشاره خواهد شد.

| آمار علل بروز حوادث رانندگی شرکت برق اصفهان در سال ۷۱ و ۷۲: | | |
|---|-------|---------------------------------------|
| درصد | تعداد | نوع علت |
| ۵۰٪ | ۴ | سرعت زیاد و عدم توانائی کنترل اتومبیل |
| ۲۵٪ | ۲ | عدم رعایت مقررات رانندگی |
| ۲۵٪ | ۲ | عدم امنیت کامل در جاده ها |
| ۱۰۰٪ | ۸ | جمع |

۵- حوادث ناشی از حمل بار و کار با جراثقالها :

علل بروز چنین حوادثی در جدول زیر درج شده است:

| آمار علل بروز حوادث ناشی از جابجایی بار برق اصفهان در سال ۷۱ و ۷۲: | | |
|--|-------|--|
| درصد | تعداد | شرح |
| ۱۷٪ | ۱ | عدم آموزش کافی برای رانندگان جراثقالها |
| ۸۳٪ | ۵ | عدم رعایت مقررات ایمنی مربوط به کار |
| ۱۰۰٪ | ۶ | جمع |

پیشنهادهات :

۱- بهترین راه برای پیشگیری و کاهش حوادث مردمی روی شبکه های هوائی و تجهیزات وابسته به آن آگاهی دادن به مردم نسبت به خطرات برق از طریق رسانه های گروهی مانند: تلویزیون و رادیو و مجله ها می باشد که برای این کار می بایستی مطالب زیر به ترتیب اولویت مورد توجه قرار گیرد.

الف : صعود بچه ها از پایه ها و تجهیزات شبکه به عنوان بازی و تفریح.

- ب : خطرات کارکردن در نزدیکی یا زیر شبکه‌های هوایی مخصوصاً با وسایل بلند و هادی
ج : خطرات گرفتن برق غیرمجاز.
- ۲- در هنگام طراحی و نوسازی شبکه کلیه مقرراتی که جزء استاندارد شبکه‌ها هستند رعایت شوند.
- ۳- با بازدید و بازرسی مکرر و دوره‌ای از شبکه‌های موجود می‌بایستی تمام نکات غیراستاندارد شبکه شناسائی شوند و سریعاً این نکات غیراستاندارد رفع شوند که در این بازرسی‌ها می‌بایستی مطالب زیر مورد توجه خاص قرار گیرند.
- الف: حریم شبکه
ب : فلش هادیها
ج : سیستم ارت شبکه
د : عایق کابل‌های رابط بین ترانسفورماتورها و تابلوها
ه : نوع فیوزهایی که در تابلوها مورد استفاده قرار گیرد.
- ۴- با آموزشهای دوره‌ای و سالیانه می‌بایستی اصول صحیح کار و خطرات موجود در آن را برای پرسنل تشریح کرد.
- ۵- خطرات موجود در کار همیشه می‌بایستی در ذهن پرسنل زنده نگه داشته شوند که برای این کار می‌بایستی هر حادثه‌ای که هر کجا اتفاق می‌افتد را بوسیله فیلم یا اسلاید به اطلاع کلیه پرسنل شرکت رسانید.

نتیجه گیری :

- از تجزیه و تحلیل حوادث می‌توان به نتایج کلی زیر رسید.
- ۱- ۷۰٪ حوادث مردمی به علت عدم آگاهی مردم از خطرات برق می‌باشد و فقط ۳۰٪ حوادث به علت عدم استانداردهای لازم اتفاق می‌افتد.
- ۲- ۹۰٪ حوادث پرسنل شرکت به علت عدم رعایت مقررات ایمنی و عدم آموزش کافی و خطا و اشتباهات انسان می‌باشد و ۱۰٪ حوادث به علت غیراستاندارد بودن شبکه می‌باشد.

منابع :

- استانداردهای ایمنی وزارت نیرو
- آرشیو حوادث توزیع نیروی برق اصفهان
- تجربه کاری