



## بررسی شبکه های توزیع هوایی و زمینی و مقایسه مزایا و معایب آنها نسبت به هم

بهنام بیات

مصطفی بابایی

شرکت توزیع نیروی برق شمالشرق تهران

ایران

چکیده:

با یک نگاه کلی به شبکه های توزیع نیروی برق که شامل دو نوع شبکه هوایی و زمینی می باشد این مسئله در اذهان می گنجد که استفاده از شبکه های هوایی از نظر اقتصادی مترون به صرفه تر بوده و بدین دلیل غالب شبکه های موجود هوایی می باشد و با توجه به اینکه عموماً شبکه های زمینی در محدوده شهرها مورد استفاده قرار میگیرد لذا مسائل محیطی و در نظر گرفتن زیبایی شهرها مسئله عمده در انتخاب این نوع شبکه ها می باشد با این حال بررسی دقیق و جزئی تر هر یک از این نوع شبکه ها در زمینه های مختلف از جمله برآورد هزینه های طرح و احداث، بررسی میزان تلفات توان و انرژی، نحوه بهره برداری، قابلیت اطمینان و نحوه خدمات دهی، بررسی تعداد اتفاقات، معایب و میزان انرژی توزیع نشده و در نظر گرفتن مسائل ایمنی و غیره این امکان را میدهد که مزایا و معایب هر یک بصورت کاملتر بررسی و مطرح گردیده و مقایسه نسبتاً خوبی صورت گیرد.

بدین منظور و برای دستیابی به اهداف مطرح شده فوق یک شبکه نمونه فشار متوسط موجود بصورت عملی بررسی و مورد تجزیه و تحلیل قرار میگیرد.

نتایج بدست آمده از شبکه نمونه قابل تعمیم بوده و میتواند مورد استفاده عملی در نحوه انتخاب شبکه های توزیع گردد.

## مقدمه:

یکی از مزیت‌های مهم انرژی الکتریکی بر سایر انرژی‌ها سادگی قابلیت انتقال و توزیع آن برای مسافت‌های طولانی می‌باشد. تحقق بخشیدن به چنین امری نیاز به وسایلی دارد تا به کمک آنها بتوان انرژی الکتریکی را از یک محل به محل دیگر انتقال داد و یا در یک حوزه وسیع توزیع نمود. بدون اینکه هیچگونه خطری شبکه و عوامل جانبی آنرا تهدید نماید. روش‌های مختلفی را می‌توان جهت امر فوق اختصاص داد که در روش اصلی به شرح زیر می‌باشد.

۱- سیم هوایی با تجهیزات مربوط به شبکه هوایی

۲- کابل زمینی با تجهیزات مربوط به شبکه زمینی

در حال حاضر شبکه توزیع با سیم هوایی یکی از رایجترین شبکه‌های است که بطور گسترده در شهر و روستا مورد استفاده قرار می‌گیرد. دلیل آن هم امکان ساخت تجهیزات این شبکه در داخل کشور و ارزان بودن قیمت تجهیزات شبکه توزیع با سیم هوایی باعث شده است که شبکه توزیع با کابل زمینی کمتر مورد استفاده قرار بگیرد. در صورتیکه عبور شبکه توزیع با سیم هوایی در معابر پوشیده از درخت و خاموشی‌های پی‌پی در پی که در اثر برخورد درختان با هادی‌های این شبکه بوجود می‌آید یکی از مشکلاتی است که گریبانگیر شرکت‌های توزیع برق شده است. لیکن با شناخت بیشتر روی شبکه‌های توزیع می‌توان این مشکلات را به حداقل رساند به همین جهت در این مقاله ضمن بررسی شبکه‌های توزیع با سیم هوایی و کابل زمینی مزایا و معایب مربوط به آنها توضیح داده شده و مقایسه فنی و اقتصادی صورت گرفته است.

۱- شبکه حداکثر درجه اطمینان مصرف را داشته باشد.

۲- شبکه دارای درجه اطمینان حفاظتی خوبی باشد

۳- عیب‌یابی شبکه سریع باشد.

۴- ضریب بهره شبکه بالا باشد (هم بهره الکتریکی و هم بهره اقتصادی)<sup>(۱)</sup>

عملی ساختن کلیه شرایط بالا در یک شبکه تا اندازه زیادی مشکل می‌باشد. حتی بعضی از موارد فوق مغایر هم هستند.<sup>(۲)</sup>

بهر حال جهت رعایت موارد فوق متناسب با نوع و محل نیرورسانی می‌باید یکی از انواع شبکه‌ها یا ترکیبی از آنها را انتخاب نمود.

## شبکه هوایی:

یکی از عمومی‌ترین شبکه‌های توزیع در ایران استفاده از شبکه توزیع برق با سیم هوایی است و علت اصلی آن هم امکان ساخت تجهیزات این شبکه در داخل کشور و ارزان بودن قیمت تجهیزات شبکه توزیع با سیم هوایی نسبت به شبکه‌های دیگر می‌باشد. با وجود گستردگی شبکه‌های توزیع فشار ضعیف و فشار متوسط با سیم هوایی در مناطق مختلف کشور اگر هنگام طراحی و احداث این شبکه‌ها دقت لازم به عمل نیاید در زمان بهره برداری شرکت‌های توزیع را با مشکل مواجه خواهد کرد. بر این اساس باید سعی شود در کوچه‌ها و معابر کم عرض و کلاً مناطقی را که نمی‌توان حریم حفاظتی را رعایت کرد و عبور شبکه‌های توزیع با سیم هوایی را با مشکل مواجه می‌سازد بجای این شبکه‌ها از شبکه توزیع با کابل زمینی استفاده شود در غیر اینصورت عبور شبکه‌های

## شرایط شبکه بهینه:

جهت طرح یک شبکه نکات زیر باید مورد توجه قرار بگیرد.

۱- درآمد حاصل از تولید انرژی = بهره اقتصادی

مخارج کل

۲- مثلاً با افزایش درجه اطمینان مصرف، ضریب بهره

اقتصادی کاهش می‌یابد.

برق منطقه‌ای (استانداردهای برق منطقه‌ای) باشد.

#### بررسی اتفاقات و معایب شبکه هوایی:

در این قسمت اتفاقات و معایبی که در طول سالهای ۷۸ و ۷۹ روی شبکه هوایی متوسط محدوده شرکت توزیع شمالشرق تهران اتفاق افتاده است بررسی می‌گردد.

در جدول شماره ۱ تعداد معایب و مقدار انرژی توزیع نشده (فروخته نشده) به تفکیک آمده است. با این توزیع که طول شبکه هوایی فشار متوسط در شرکت توزیع شمالشرق ۵۶۸/۵ کیلومتر بوده که ۴۳ درصد از کل شبکه فشار متوسط را شامل می‌شود. (از شبکه فشار متوسط دماوند بعلت پایین بودن بار صرف نظر گردید).

توزیع با سیم هوایی در مناطقی که حریم مجاز طبق استاندارد وزارت نیرو رعایت نشود باعث بروز حوادثی از قبیل برق‌گرفتگی مشترکین برق، عابرین و... و در نهایت قطع مکرر برق و خسارت مالی که به شرکتهای توزیع تحمیل خواهد شد. پس بهتر است شرکتهای توزیع برق با سرمایه‌گذاری بیشتر در احداث شبکه‌های توزیع این مشکل را حل نموده تا زمان بهره‌برداری از یک سرویس دهی مطمئن و کم‌خطر برخوردار باشند.

#### خصوصیات مهم در شبکه‌های هوایی:

شبکه‌های هوایی و لوازم آن باید بر اساس خواص الکتریکی و مکانیکی مورد بررسی و مطالعه قرار گیرند. شبکه از لحاظ خواص الکتریکی باید دارای شرایط ذیل باشد:

- ۱- قادر به انتقال قدرت مورد نیاز باشد.
  - ۲- جهت انتقال یک توان مشخص افت ولتاژ زیادی در آن پدید نیاید
  - ۳- لوازم شبکه مخصوصاً مقره‌ها متناسب با ولتاژ آن باشد.
  - ۴- فاصله بین هادی‌های هر فاز متناسب با ولتاژ شبکه، از حد معینی کمتر نباشد.
- بعد از خواص الکتریکی، باید شرایط مکانیکی شبکه را در نظر گرفت. بعنوان نمونه، پایه‌ها و سیم‌ها باید طوری باشند که در مقابل نیروهای مختلف وارده (نیروهای کششی و عوامل جوی) مقاوم بوده و بتوانند مدت زیادی در خدمت شبکه قرار گیرد و بدون آنکه احتیاج به تعمیراتی داشته باشند. به بیان دیگر نیروی کششی وارده به سیمها نباید از حد مجاز داده شده تجاوز نماید که سبب پارگی آن گردد و احتمالاً سبب خوابیدن تیر یا شکستگی آن شود. بطور کلی از نظر شرایط مکانیکی شبکه‌ها باید طوری طراحی و اجرا شوند که برای بدترین حالت‌های احتمالی مقاوم باشند. علاوه بر خواص فوق شبکه هوایی باید از لحاظ ایمنی محیط و اشخاص تابع قوانین

ردیف	نوع خطا	سال ۷۸		سال ۷۹	
		تعداد	انرژی توربوج نشده	تعداد	انرژی توربوج شده
			MWII		MWII
۱	باد و طوفان	۱۰	۱۵/۶۶۳	۳	۳/۳۸۸
۲	برخورد شاخه درخت	۹	۲۰/۸۸۲	۱۶	۳۷/۳۰۲
۳	برخورد پرنده به خط	۴	۷/۴۲۲	۷	۱۱/۵۴
۴	اشیاء روی خط	۱۶	۲۷/۶۲۸	۱۴	۲۶/۹۴۴
۵	تابیدگی شبکه	---	---	۱	۱/۷۴۶
۶	باز شدن ارتباط	۳۴	۶۸/۳۴۶	۲۵	۵۸/۱۸۹
۷	تیرشکستگی در اثر برخورد خودرو	۶	۱۳/۲۷	۴	۷/۰۸۵
۸	اتصال برفگیر	---	---	۲	۴/۰۰۷
۹	جدا شدن سیم از مقره	۳	۹/۲۵۴	۴	۷/۲۳۳
۱۰	نامعلوم	۶	۷/۵۳۲	۱۵	۳۵/۲۲۸
۱۱	مقره شکستگی	---	---	۱۱	۴۱/۸۴۸
	جمع	۸۸	۱۷۰/۰۹۷	۱۰۲	۲۳۴/۵۱

جدول شماره ۱- تعداد و میزان انرژی توزیع نشده معیبات و اتفاقات شبکه هوایی فشار متوسط سالهای ۷۸ و ۷۹

هزینه تعویض برفگیرها:

$$۲ \times ۲۵۵۰۰۰۰ = ۵۱۰۰۰۰۰ \text{ ریال}$$

هزینه تعویض تیرهای شکسته:

$$۱۰ \times ۱۰۰۰۰۰۰ = ۱۰۰۰۰۰۰۰ \text{ ریال}$$

هزینه کل تعویض تجهیزات آسیب دیده:

$$۴۹۵۰۰۰۰ + ۵۱۰۰۰۰۰ + ۱۰۰۰۰۰۰۰$$

$$= ۱۱۰۵۰۰۰ \text{ ریال}$$

در صورتیکه از هزینه تعویض لوازم دیگر صرف

نظر گردد و جهت رفع هر خاموشی زمان ۱/۵

ساعت توسط دو نفر نیروی انسانی در نظر گرفته

شود و دستمزد هر نفر ساعت ۱۰۰۰۰ ریال مد

نظر قرار گیرد آنگاه هزینه کل نیروی انسانی

بصورت زیر می باشد:

$$۱۹۰ \times ۲ \times ۱/۵ \times ۱۰۰۰۰ = ۵۷۰۰۰۰۰ \text{ ریال}$$

با توجه به محاسبات انجام گرفته فوق کل

هزینه‌ای که جهت رفع اتفاقات و معایب شبکه

هوایی فشار متوسط توزیع شمالشرق تهران در

با مشاهده جدول فوق به این نتیجه می‌رسیم که

در طول دو سال ۷۸ و ۷۹ تعداد ۱۹۰ مورد

قطعی‌های شبکه فشار متوسط مربوط به تیوب

شبکه هوایی بوده و مقدار ۴۰۴/۶۰۷ مگاوات

ساعت انرژی توزیع نشده است.

در صورتیکه بهای هر کیلو وات ساعت انرژی

توزیع نشده را ۱۵۰ ریال در نظر بگیریم بهای کل

برابر است:

$$۴۰۴/۶۰۷ \times ۱۰۰۰ \times ۱۵۰ = ۶۰۶۹۱۰۵۰$$

ضمن اینکه جهت رفع عیب تعدادی از معایب

فوق نیاز به تعویض لوازم و تجهیزات می باشد که

مواردی از قبیل مقره شکستگی، اتصال

برفگیرها، تیرشکستگی و... بررسی می‌گردد.

بهای لوازم مصرفی به‌مراه هزینه ماشین آلات به

صورت زیر محاسبه می‌گردد.

هزینه تعویض مقره‌ها:

$$۱۱ \times ۴۵۰۰ = ۴۹۵۰۰۰ \text{ ریال}$$

طی سالهای ۷۸ و ۷۹ مصرف شده برابر است با:  
هزینه دستمزد نیروی انسانی + هزینه تعویض  
لوازم + بهای انرژی توزیع نشده = هزینه کل  
 $60691050 + 110050000 =$  هزینه کل  
ریال  $5700000 = 77396050$

#### شبکه زمینی:

با توجه به تراکم جمعیت در مناطق مسکونی شهرها، تمایل عمومی جامعه به منع عبور خطوط هوایی از این مناطق که علاوه بر ناآراسته نمودن محیط، مخاطراتی جدی نیز در بر دارد افزایش یافته است. امروزه با توجه به مصر بودن ساکنین مناطق و سازمانهای محیط زیست در مورد خالی بودن محیط از تیرهای جوی و کابل‌های هوایی و سایر تجهیزات خطوط هوایی بعلاوه کاهش هزینه ساخت خطوط زمینی بواسطه پیشرفتهای جدید در این زمینه گرایش شرکت‌های توزیع برق به تأسیس خطوط زمینی در بیشتر مناطق گردیده است. سیستم توزیع زمینی نسبت به توزیع هوایی مزایایی را در بر دارد که می‌تواند مهمترین مزیت آن برکنار بودن سیستم از نیاز به خروج مدارها جهت سرویس و نیز هزینه‌های مربوط به تعمیر تجهیزات صدمه دیده در اثر عوامل جوی چون رعد و برق، یخ و برف، باران و طوفان می‌باشد. در این سیستم احتمال وقوع حوادث ناشی از وسائل موتوری، آتش‌سوزیها و برخورد سایر اشیاء خارجی با این بسیار کم است. در این سیستم نیازی به قطع درختان که هزینه قابل توجهی در بر دارد نمی‌باشد. مزیت دیگر تأسیسات توزیع زمینی عدم نیاز به جابجایی تجهیزات در صورت پیاده شدن طرحهای جدید خیابانها و جاده‌ها و سایر تأسیسات است. در صورتیکه سیستم توزیع زمینی مشکلات موجود در سیستم هوایی را ندارد ولی مشکلاتی مخصوص خود دارد. مخصوصاً وقتی که هادیها بجای قرار گرفتن در کانالها مستقیماً داخل زمین دفن شده باشند مثلاً

در اثر رشد ریشه درختان ممکن است کابلها آسیب ببینند.

- ترکیب شیمیایی خاک ممکن است باعث خوردگی ترمینالها و سایر قسمتهای فلزی شود.

- رطوبت زمین و یخبندان ممکن است حادثه ایجاد کند.

- کندن زمین احتمال دارد به کابلها و کانالها صدمه بزند. مسئله دیگری را که باید مورد توجه قرار داد این است که در مورد خطوط توزیع هوایی، معمولاً وقتی به هنگام ورش بادهای شدید، باران و طوفان صدمه‌ای به شبکه وارد می‌شود عموم مردم از علت آن باخبر شده بعلاوه جهت بازگرداندن سیستم به حالت عادی زمان کمتری نیاز می‌باشد لیکن در مورد سیستم‌های زمینی علت قابل روبری برای قطع برق نیست و ضمناً جهت بازگرداندن سرویس به حالت عادی احتیاج به یک برنامه از پیش تنظیم شده و زمان کافی می‌باشد.

#### بررسی معایب و اتفاقات شبکه زمینی:

در این قسمت معایب و اتفاقات بوجود آمده بر روی شبکه زمینی فشار متوسط شرکت توزیع نیروی برق شمالشرق تهران در طی سالهای ۷۸ و ۷۹ طبق جدول ۲ مورد بررسی قرار گرفته و هزینه‌های مربوطه محاسبه میگردد.

در محدوده شرکت توزیع شمالشرق طول شبکه زمینی فشار متوسط  $733/2$  کیلومتر بوده که ۵۷ درصد از کل شبکه فشار متوسط را شامل می‌شود.

ردیف	نوع خطا	سال ۷۸		سال ۷۹	
		تعداد	انرژی توزیع نشده MWH	تعداد	انرژی توزیع نشده MWH
۱	معیوب بودن مفصل	۲۸	۵۷/۱۷۵	۲۰	۴۵/۱۰۹
۲	کلنگ خوردگی	۶۳	۱۲۳/۶۲۸	۵۹	۱۰۲,۲۰۷
۳	فرسودگی کابل	۱۰	۲۶/۲۹۲	۱۱	۱۶/۰۱۱
۴	مقطع پایین کابل	---	---	۱	۱/۰۳۹
۵	نامعلوم	۱۸	۵۲/۸۸۶	۶	۷/۰۷۷
۶	شکستگی کابل	---	---	۶	۹/۴۱۸
۷	نقطه ضعف کابل	۱۰	۱۱/۷۹۸	۱۷	۲۳/۸۳۱
۸	صدمه کابل فشار ضعیف	۱	۰/۳۴	۴	۶/۲۰۱
۹	نامناسب بودن مسیر کابل	۱۴	۳۹/۷۶۳	۲۰	۲۸/۴۷۳
	جمع	۱۴۴	۳۱۱/۸۸۲	۱۴۴	۲۵۹/۳۶۶

جدول شماره ۲- تعداد و میزان انرژی توزیع نشده معایب و اتفاقات شبکه زمینی فشار متوسط سالهای ۷۸ و ۷۹

متوسط ۲/۵ ساعت در نظر گرفته شود هزینه دستمزد نیروی انسانی بکار گرفته شده برابر است با:

ریال  $288 \times 2/5 \times 2 \times 10000 = 14400000$   
 بانوجه به محاسبات صورت گرفته هزینه کل جهت بر طرف نمودن معایب در شبکه زمینی فشار متوسط شرکت توزیع شمالشرق طی سالهای ۷۸ و ۷۹ برابر می شود با:

بهای انرژی توزیع نشده = هزینه کل دستمزد نیروی انسانی + بهای لوازم مصرفی  
 $85687200 + 60900000 =$  هزینه کل  
 ریال  $14400000 = 709087200$

مقایسه فنی شبکه های توزیع :

در ابتدا شرایط فنی که یک شبکه باید داشته باشد یادآوری می کنیم :

- میزان دانش فنی کشور
- امکان ساخت تجهیزات در داخل کشور

با توجه به جدول فوق مشخص می گردد که تعداد ۲۸۸ مورد اتفاق روی شبکه فشار متوسط زمینی در طی سالهای ۷۸ و ۷۹ بوجود آمده است و بر اثر این اتفاقات مقدار  $571/248$  مگاوات ساعت انرژی توزیع نشده است. لذا بهای کل انرژی توزیع نشده برابر است با :

ریال  $571/248 \times 1000 \times 150 = 85687200$   
 از آنجائیکه در اکثر اتفاقات و معایب بوجود آمده روی کابلها نیاز به بستن مفصل میباشد. بنابراین هزینه نسبتاً سنگینی جهت رفع این معایب مصرف می شود و اگر برای رفع معایبی چون معیوب بودن مفصل، کلنگ خوردگی، شکستگی کابل و نقطه ضعف کابل حداقل یکدستگاه مفصل برای هر عیب در نظر گرفته شود هزینه مربوطه برابر می شود با:

(بهای مفصل دو راه شبکه فشار متوسط  
 ریال در نظر گرفته شد)  $3000000$

ریال  $203 \times 3000000 = 609000000$   
 در صورتیکه از هزینه های لوازم دیگر صرف نظر گردد و برای رفع عیب هر یک از اتفاقات فوق

- زمان ساخت یا نصب تجهیزات  
- وجود ایمنی برای مصرف کنندگان  
- عملکرد شبکه با حداقل تلفات در خطوط  
- کارکرد اقتصادی اجزاء شبکه (تعمیر و نگهداری)

- ضریب اطمینان شبکه  
بانوجه به پارامترهای بالا شبکه‌های توزیع با سیم هوایی و کابل زمینی را با هم مقایسه می‌کنیم.

مشاهده می‌شود که شبکه توزیع با سیم هوایی بیشتر شرایط مربوطه را دارد بطوریکه امکان ساخت تجهیزات این شبکه در داخل کشور وجود دارد و به صورت انبوه تولید می‌شود و پرسنل شرکت‌های توزیع و ادارات زیر مجموعه این شرکتها با این شبکه کاملاً آشنایی دارند و در نصب و نگهداری آن مهارت دارند ولی همین شبکه ایمنی لازم را ندارد و در بیشتر مواقع برای مشترکین و پرسنل خطر ساز می‌باشد.

#### مقایسه اقتصادی شبکه‌های توزیع :

مقایسه اقتصادی شبکه‌های توزیع فقط به هزینه اولیه خلاصه نمی‌شود بلکه عوامل دیگری مانند هزینه تعمیر و نگهداری، عمر مفید شبکه، در دسترس بودن تجهیزات شبکه و.. عواملی هستند که در بحث اقتصادی شبکه‌های توزیع باید در نظر گرفته شوند اما در نظر گرفتن این عوامل نیازمند آمار و اطلاعات دقیق می‌باشد تا بر اساس این آمار و اطلاعات محاسبات اقتصادی انجام گیرد ولی متأسفانه به علت در دسترس نبودن کلیه آمار و اطلاعات مربوطه برای یک شبکه نمونه در این مقاله فقط به محاسبات اتفاقات بوجود آمده در شبکه فشار متوسط محدوده شرکت توزیع شمالشرق تهران و محاسبات اقتصادی احداث شبکه‌های توزیع با هزینه اولیه برای شبکه توزیع شهرک گلدهشت خرم آباد اکتفا شده است.

هزینه تجهیزات و احداث شبکه توزیع فشار

متوسط با سیم هوایی در شهرک گلدهشت :  
ریال ۳۲۵۲۵۸۵۸۰

هزینه تجهیزات و احداث شبکه توزیع فشار متوسط با کابل زمینی در شهرک گلدهشت :

ریال ۶۸۶۵۶۲۰۰۰

با توجه به مطالب فوق مشاهده می‌گردد که هزینه تجهیزات و احداث شبکه توزیع فشار متوسط با کابل زمینی حدود ۲ برابر شبکه توزیع فشار متوسط با سیم هوایی می‌باشد.

در زمینه معایب و اتفاقات بوجود آمده با توجه به میزان شبکه و محاسبات انجام گرفته نتایج به صورت زیر می‌باشد.

هزینه تعمیرات و نگهداری شبکه توزیع فشار متوسط با سیم هوایی به طول ۵/۶۸ کیلومتر در شرکت توزیع شمالشرق :

ریال ۷۷۳۹۶۰۵۰

هزینه تعمیرات و نگهداری شبکه توزیع فشار متوسط زمینی بطول ۲/۷۳۳ کیلومتر در شرکت توزیع برق شمالشرق :

ریال ۷۰۹۰۸۷۲۰۰

با توجه به محاسبات فوق مشخص می‌گردد که برای هر کیلومتر شبکه هوایی فشار متوسط در طی دو سال ۷۸ و ۷۹، ۱۳۶۱۴۱ ریال و برای شبکه زمینی فشار متوسط ۱۱۳۶۷۱۱۳ ریال صرف هزینه تعمیرات نگهداری گردیده است. با نتایج به دست آمده مشخص می‌شود که هزینه تعمیرات شبکه زمینی بیش از ۷ برابر شبکه هوایی می‌باشد.

#### نتیجه‌گیری:

با توجه به بررسی محاسبات انجام گرفته و مقایسه فنی و اقتصادی شبکه‌های توزیع هوایی و زمینی فشار متوسط مشخص می‌گردد که شبکه‌های هوایی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌تر بوده و از نظر میزان خاموشی نیز شرایط بهتری را دارا می‌باشد که این مسئله کمی دور از انتظار به نظر می‌رسد ولیکن با یک نگاه اجمالی به معایب بوجود آمده روی شبکه‌های توزیع زمینی مشاهده می‌شود که درصد عمده‌ای از

این عیوب مربوط به کلنگ خوردگی کابلها می باشد و این مسئله حاکی از عدم محافظت اصولی از شبکه در برابر اینگونه اتفاقات می باشد. بنابراین پیشنهاد می گردد تا مادامی که فکر اساسی برای جلوگیری از اینگونه اتفاقات صورت نگرفته است تا جای ممکن از شبکه هوایی فشار متوسط در شرکت های توزیع استفاده گردد.

مراجع:

- ۱- جعفری گله دار «مقایسه فنی و اقتصادی شبکه های توزیع با سیم هوایی، کابل خود نگهدار و کابل زمینی شهرک گلدفش خرم آباد» دانشگاه صنعت آب و برق
- ۲- مجموعه آماری امور دیسپاچینگ شرکت توزیع شمالشرق تهران