

پیر شدگی و حوادث ناشی از مقره ها در استان مازندران

حسن آبروش
دانشگاه مازندران

سید هادی حسینی کردخیلی
شرکت توزیع نیروی برق مازندران

حمید ایران منش
دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشگاه مازندران

واژه‌های کلیدی: خطوط فوق توزیع، قابلیت اطمینان، حوادث مرتبط با مقره، پیرشدگی مقره

چکیده

بروز هر گونه اشکال در خطوط انتقال و توزیع به منزله از دست رفتن فرصتها و سرمایه های فراوان و ایجاد ضررهای اقتصادی بسیاری برای مشتریان است. عوامل مختلفی می‌توانند موجب ایجاد خطاهایی اجتناب ناپذیر در سیستم قدرت شده و باعث قطعی خطوط گردند. در این میان مقره‌ها، از مهمترین اجزای شبکه قدرت هستند که در تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی نقش بسزایی ایفا می‌کنند. در این مقاله آمار حوادث و اتفاقات خطوط فوق توزیع (۶۳ کیلوولت) مازندران از منظر مقره ها مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. با توجه به زمان احداث و بهره‌برداری از خطوط، می‌توان گفت که تعداد حوادث مرتبط با مقره ها با سن کارکرد مقره نسبت مستقیم داشته و به ازای هر ۱۰ سال افزایش عمر مقره، این حوادث ۱/۵ تا ۲ برابر شده اند. قابلیت اطمینان و کاهش میزان قطعی خطوط توزیع مرتبط با وضعیت خطوط فوق توزیع می‌باشد. بنابراین با این بررسی که نشان می‌دهد حدود ۷۰ الی ۷۵ درصد از قطعی خطوط مربوط به مقره ها می‌باشد امکان تعیین سهم خطوط فوق

توزیع در قابلیت اطمینان شبکه های توزیع مشخص می‌گردد.

۱- مقدمه

تولید، انتقال و توزیع بی وقفه انرژی الکتریکی و با کیفیت مطلوب از خواسته های صنعت برق می باشد. افزایش قابلیت اطمینان و کاهش میزان قطعی خطوط، نیازمند یک ارزیابی دقیق و جامع از وضعیت موجود و خطاهای ایجاد شده در خطوط می باشد. در این میان مقره ها، از مهمترین اجزای شبکه قدرت هستند که در تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی نقش بسزایی ایفا می‌کنند. تا جاییکه انتقال انرژی الکتریکی بدون استفاده از مقره، ناممکن می‌نماید. تحقیقات گسترده انجام شده در خصوص ساخت و بهبود کیفیت انواع قدیمی و نسل جدید مقره ها و کاربرد آن در شرایط مختلف، مؤید اهمیت این تجهیزات و پیشرفتهای انجام شده در این زمینه است.

خطوط فوق توزیع منطقه مازندران و گلستان دارای گستردگی فراوانی بوده و از تنوع آب و هوایی بسیار بالایی برخوردار است. عبور این خطوط از مناطق جنگلی، کوهستانی، دشت و ساحلی و وضعیت آلودگی متغیر

(بیابانی، دریایی و صنعتی) این خطوط را در معرض شرایط مختلفی قرار داده است. رطوبت بالا، بارش باران در اکثر مناطق، بارش برف و یخبندان در نقاط کوهستانی و وجود صاعقه در برخی نقاط، همواره این خطوط را در معرض حوادث گوناگون قرار داده است. تحقیقات مختلفی درباره حوادث مرتبط با مقره‌ها و اثر آلودگی پیر شدگی در داخل و خارج کشور صورت گرفته است. در مازندران در رابطه با عملکرد مقره‌های چینی و شیشه‌ای خطوط انتقال مطالعاتی صورت گرفته است. در این مطالعات، آمار حوادث و اتفاقات خطوط انتقال ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت از منظر مقره‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند و این نتیجه حاصل گردید که بطور متوسط بین ۸۰ تا ۸۵ درصد از عیوب ایجاد شده، ناشی از مقره‌های خطوط بوده است [۱].

این مقاله به بررسی حوادث خطوط فوق توزیع (۶۳kV) مازندران از دیدگاه مقره‌ها می‌پردازد و میزان قطعی خطوط را با در نظر گرفتن پارامترهایی چون مدت زمان بهره‌برداری، سال وقوع حادثه و طول خطوط، تحلیل و بررسی خواهد کرد. با توجه به آمار موجود در شرکت برق منطقه‌ای مازندران و گلستان، از آمار حوادث خطوط فوق توزیع در ۲/۵ سال اخیر یعنی سالهای ۱۳۸۲، ۱۳۸۳ و نیمه اول ۱۳۸۴ استفاده شده است. نتایج بدست آمده در این دوره نشان می‌دهد که حدود ۷۰ درصد از عیوب مربوط به مقره‌ها می‌باشد.

۲- مشخصات خطوط فوق توزیع مازندران

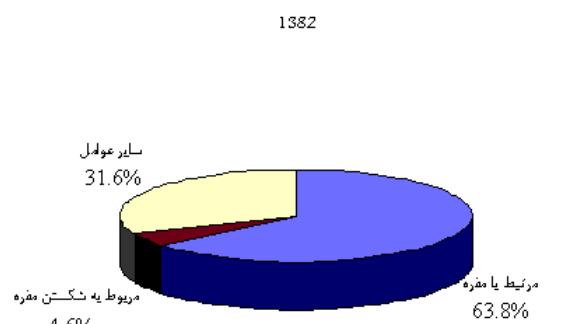
خطوط فوق توزیع منطقه مازندران با سطح ولتاژ ۶۳ کیلوولت، مشتمل بر بیش از ۱۰۰ خط مختلف مجموعاً به طول بیش از ۲۰۰۰ کیلومتری باشد. این خطوط پستهای مختلف ۶۳/۲۳۰ و ۶۳/۲۰ کیلوولت را به هم وصل می‌کنند. طول این خطوط از ۲۰۰ متر تا ۹۰ کیلومتر متنوع می‌باشد. غیر از خطوط ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت علی‌آباد-شاهرود، برق منطقه مازندران از طریق یک خط ۶۳ کیلوولت نیز به برق سمنان متصل است. سایر خطوط ۶۳ کیلوولت، برای ارتباطات داخلی دو استان مازندران و

گلستان می‌باشند [۳]. تغییرات زیاد در این خطوط از نظر مسیر و خطوط جدیدالاحداث و پستهای جدید در هر سال و گستردگی فیزیکی آنها، موجب گردیده است که جمع‌آوری و ثبت اطلاعات دقیق و مطمئن از این خطوط، برخلاف خطوط انتقال، با دشواری بیشتری همراه باشد. حدود ۷۰ درصد مسیر این خطوط، منطقه هموار و دشت است و بیش از ۹۰ درصد آنها از مناطق معتدل یا مرطوب با سطح رطوبت قابل ملاحظه، عبور می‌کنند. اکثر مناطق نیز دارای آلودگی سبک یا متوسط هستند [۳].

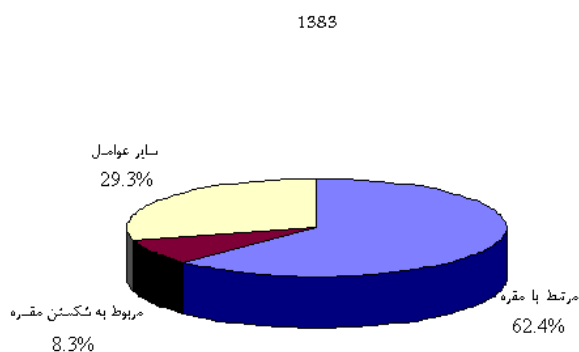
۳- بررسی اطلاعات آماری خطوط فوق توزیع

اطلاعات جمع‌آوری شده برای مطالعه عبارتند از: آمار حوادث خطوط فوق توزیع مازندران در فاصله سالهای ۱۳۸۲ تا نیمه اول ۱۳۸۴ و شناسنامه و مشخصات خطوط فوق توزیع.

نمودارهای شکل‌های (۱) و (۲) و (۳)، در صد حوادث خطوط فوق توزیع مازندران را به تفکیک عوامل بوجودآورنده در سالهای مذکور نشان می‌دهند.



شکل (۱): نمودار حوادث خطوط فوق توزیع مازندران به تفکیک عوامل بوجودآورنده در سال ۱۳۸۲



شکل (۲): نمودار حوادث خطوط فوق توزیع مازندران به تفکیک

- دسته سوم: خطوط در حال کار در دهه سوم

سن خود (با سن بین ۱۸ تا ۲۷ سال)

- دسته چهارم: خطوط در حال کار در دهه

چهارم سن خود (با سن بین ۲۸ تا ۳۷ سال)

جدول (۱) تعداد حوادث و طول خط را برای خطوط با

سنین مختلف در بازه‌های زمانی ۱۰ ساله نشان می‌دهد.

دوره ده ساله احداث خط	تعداد حوادث مرتبط با مقره			کل طول مدار نصب شده در هر دوره (km)
	۱۳۸۲	۱۳۸۳	نیمه اول ۱۳۸۴	
دهه اول (کمتر از ۸ ساله)	29	14	6	267.22
دهه دوم (۸ تا ۱۷ ساله)	13	63	26	536.15
دهه سوم (۱۸ تا ۲۷ ساله)	15	25	20	463.09
دهه چهارم (۲۸ تا ۳۷ ساله)	21	23	10	345.75

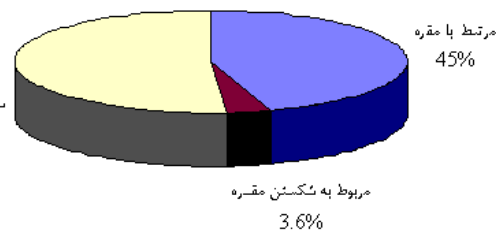
جدول (۱): تعداد حوادث و طول خطوط با سنین مختلف در

بازه‌های زمانی ۱۰ ساله

همانگونه که جدول (۱) نشان می‌دهد تعداد حوادث مربوط به سال ۱۳۸۲ برای خطوطی که سن بهره‌برداری آنها کمتر از ۸ سال می‌باشد در مقایسه با سن بهره‌برداری سه دهه دیگر ناهماهنگ است. با بررسی و مطالعه‌ای که صورت گرفت مشخص گردید که دلیل این ناموزونی مربوط به موارد زیر می‌باشد:

۱- خط قائمشهر-جویبار: در این خط ۶ مورد حادثه به دلیل شکستن مقره بوقوع پیوسته است. از سوی دیگر مطابق گزارشات برق منطقه‌ای، در این خط از مقره‌های یکی از شرکت‌های مقره‌سازی در سالهای ۹۷ و ۹۸ استفاده شده که دارای نقصهای فنی و عدم رعایت استانداردهای لازم بوده‌اند بطوریکه حتی این مقره‌ها در خطوط $20kV$ هم جواب نداده‌اند. این خط با حوادث مربوطه از آمار حذف گردید.

۱- خط چابکسر-رامسر: ۱۱ مورد حادثه در این خط به دلیل شرایط نامساعد جوی گزارش شده‌است. با بررسی شناسنامه‌های خطوط در سالهای ۸۰ و ۸۳، این نتیجه حاصل گردید که این خط در سال ۱۳۴۹ به صورت



شکل (۳): نمودار حوادث خطوط فوق توزیع مازندران به تفکیک

عوامل بوجودآورنده در نیمه اول سال ۱۳۸۴

همانطوریکه از نمودارها پیداست حدود ۷۰ درصد از حوادث خطوط فوق توزیع مربوط به مقره‌ها است. نمودار مربوط به نیمه اول سال ۸۴ درصد کمتری را نشان می‌دهد که این امر به دلایل زیر می‌باشد:

۱- تعداد و نوع حوادث در دو نیمه سال به دلیل متفاوت بودن آب و هوای هر نیمه با نیمه دیگر، با هم فرق زیادی دارند. این موضوع با توجه به حوادث نیمه اول سالهای ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ کاملاً تایید می‌گردد. بطوریکه در برخی از خطوط بیش از ۹۰٪ خطاهای مربوط به عیوب مقره‌ها، در نیمه دوم سال و منحصراً در سه ماهه آخر رخ داده‌اند.

۲- در زمان اخذ اطلاعات، به دلیل عدم دسته‌بندی دقیق اطلاعات توسط برق منطقه‌ای، اکثر حوادث با عنوان «نامعلوم» مشخص گردیده‌اند.

دوره‌های زمانی مورد بررسی، دوره‌های ۱۰ ساله در نظر گرفته شد. به این ترتیب که خطوط ۶۳ کیلوولت مازندران و گلستان از نظر سن بهره‌برداری به چهار دسته تقسیم شدند:

- دسته اول: خطوط در حال کار در دهه اول سن

خود (با سن کمتر از ۸ سال)

- دسته دوم: خطوط در حال کار در دهه دوم سن

خود (با سن بین ۸ تا ۱۷ سال)

جدول (۲) آمار اتفاقات و حوادث خطوط را با حذف خطوط مذکور نشان می‌دهد.

دوره ده ساله احداث خط	تعداد حوادث مرتبط با مقره			کل طول مدار نصب شده در هر دوره (km)
	۱۳۸۲	۱۳۸۳	نیمه اول ۱۳۸۴	
دهه اول (کمتر از ۸ ساله)	5	5	5	203.1
دهه دوم (۸ تا ۱۷ ساله)	13	18	26	521.31
دهه سوم (۱۸ تا ۲۷ ساله)	22	27	21	507.65
دهه چهارم (۲۸ تا ۳۷ ساله)	32	24	10	365.31

جدول (۲): تعداد حوادث و طول خطوط با ستین مختلف در بازه‌های زمانی ۱۰ ساله (اصلاح شده)

جدول (۳)، حوادث و اتفاقات خطوط را به ازای هر کیلومتر برحسب درصد نشان می‌دهد.

دوره ده ساله احداث خط	حوادث خطوط برحسب درصد		
	۱۳۸۲	۱۳۸۳	نیمه اول ۱۳۸۴
دهه اول (کمتر از ۸ ساله)	2.46%	2.46%	2.46%
دهه دوم (۸ تا ۱۷ ساله)	2.47%	3.41%	4.93%
دهه سوم (۱۸ تا ۲۷ ساله)	4.33%	5.32%	4.14%
دهه چهارم (۲۸ تا ۳۷ ساله)	8.76%	6.57%	2.74%

جدول (۳): حوادث خطوط به ازای هر کیلومتر برحسب درصد

نمودارهای مربوط به تعداد حوادث خطوط فوق توزیع به تفکیک سن خط در سالهای مختلف و همچنین نمودارهای مربوط به درصد حوادث برحسب کیلومتر خط در شکل‌های (۴) تا (۷) نشان داده شده است.

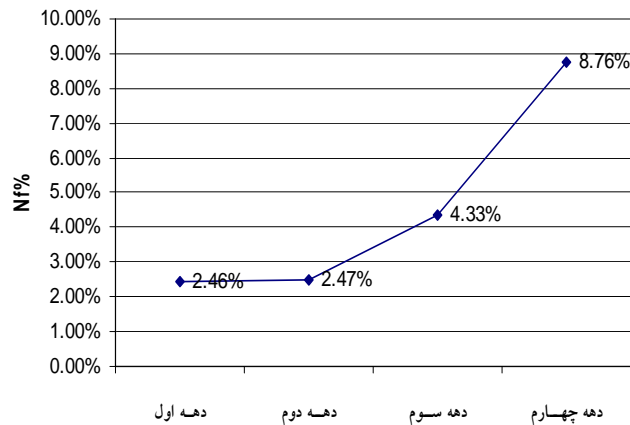
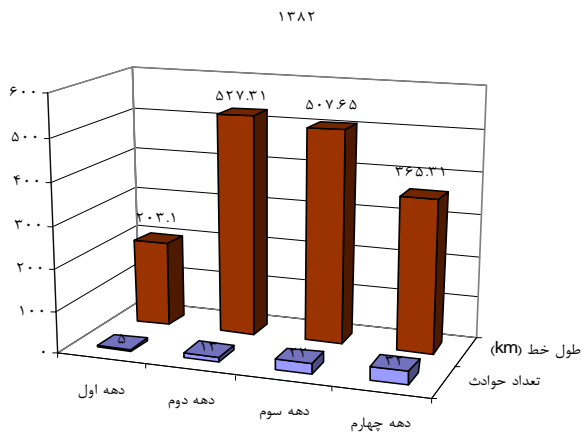
تکمیل به بهره‌برداری رسید اما در سال ۱۳۸۱ دو مداره گردید و گزارشات در این راستا ثبت شده بودند. لذا این خط با حوادث مربوطه از دهه اول خارج و به دهه چهارم منتقل گردید.

۳- خط چابکسر-تنکابن: این خط نیز به دلیل تغییرات خطوط فوق توزیع منطقه، در واقع در سال ۱۳۵۷ احداث شده و لذا حوادث این خط نیز از دهه اول به دهه چهارم منتقل گردید.

حوادث استخراج شده برای سال ۱۳۸۳ نیز نشان می‌دهد که در دهه دوم ناهماهنگی آماری وجود دارد. در دهه دوم آمار حوادث، مورد بررسی بیشتری قرار گرفتند و خطوط پرحادثه مشخص گردیدند. این خطوط پرحادثه عبارتند از:

۱- خط کاغذسازی-سوادکوه و کاغذ سازی-کیاسر: این دو خط دارای مشکل پدیده گالوپینگ بسیار زیاد و اضافه بار مکانیکی ناشی از یخ و در نتیجه نزدیک شدن بیش از حد هادیها به یکدیگر هستند. طراحی نامناسب بخصوص در مورد برجهای این خطوط که عملاً باید در اسپنهای کوتاه و نه در اسپنهای بلند کوهستانی بکار روند، مزید بر علت شده است. ۹۵ درصد حوادث این خطوط در سه ماهه آخر سال که منطقه مسیر خط، دچار یخبندان و شرایط نامساعد جوی شده بود به وقوع پیوسته است و لذا از آمار حذف گردیدند.

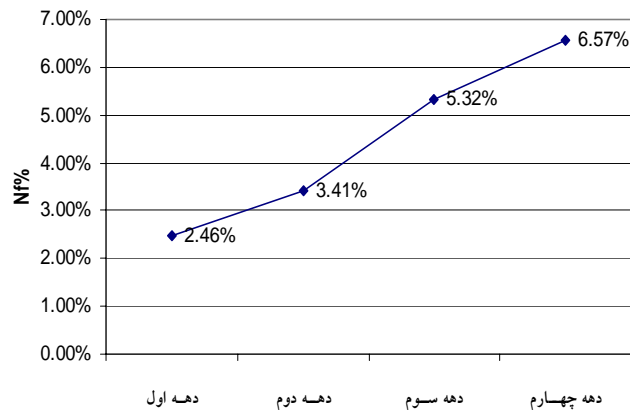
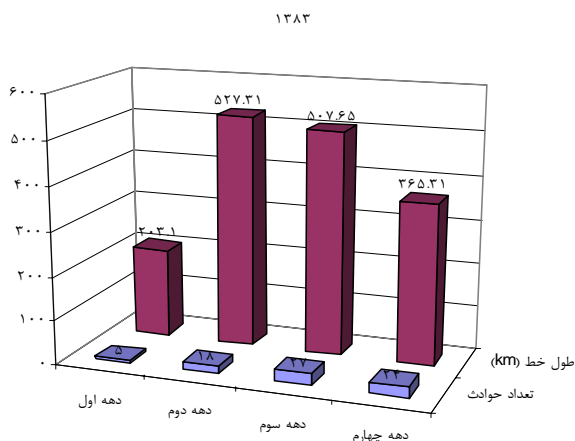
۲- خط فجرگنبد-مراوه تپه: این خط نیز دارای اسپنهای بلند است و سرعت وزش باد در منطقه بخصوص در نیمه دوم سال بسیار زیاد است. این دو عامل، احتمال برخورد هادیها را به هم بخصوص در شرایط نامساعد جوی نیمه دوم سال، افزایش می‌دهد. حدود ۵۴ درصد از حوادث مربوط به شرایط نامساعد جوی، در نیمه دوم سال روی داده است که به دلیل ذکر شده، مرتبط با مقره نیستند.



شکل (۵): نمودار تعداد حوادث خطوط فوق توزیع به تفکیک سن خط در سال

شکل (۴): نمودار درصد حوادث برحسب کیلومتر طول خط در سال ۱۳۸۲

۱۳۸۲



شکل (۷): نمودار تعداد حوادث خطوط فوق توزیع به تفکیک سن خط در سال

شکل (۶): نمودار درصد حوادث برحسب کیلومتر طول خط در سال ۱۳۸۳

۱۳۸۳

۲- تعداد حوادث مرتبط با مقره‌ها با سن مقره نسبت مستقیم دارد و در خطوط فوق توزیع به ازای هر ۱۰ سال افزایش عمر مقره، ۱/۵ تا ۲ برابر می‌گردد. علت این موضوع به لحاظ تغییرات وضعیت سطح مقره در طول زمان و پیرشدگی آن می‌باشد.

۳- در برخی از خطوط، به دلیل طراحی نامناسب و بکارگیری مقره‌های نامرغوب و مشکل پدیده گالوپینگ، افزایش غیر عادی در تعداد حوادث مشاهده گردید. این در حالی بود که ظاهراً مدت زمان زیادی از احداث این

۴- نتیجه گیری

آمار استخراج شده نشان می‌دهند که درصد عمده‌ای از حوادث خطوط فوق توزیع، ناشی از عیوب مقره‌ها می‌باشند. نتایج زیر در مورد خطوط فوق توزیع مازندران بدست آمده است:

۱- حدود ۷۰ درصد حوادث خطوط فوق توزیع را حوادث مرتبط با مقره‌ها تشکیل می‌دهند. این آمار در مقایسه با آمار ۸۰ تا ۸۵ درصدی خطوط انتقال [۱] معقول به نظر می‌رسد.

خطوط نمی گذشت. با بررسیهای صورت گرفته، دلایل این حوادث و عدم ارتباط آنها با مقره‌ها تشریح شد. با مشخص شدن میزان قطعی خطوط فوق توزیع می توان شاخصهای CAIDI و SAIFI شبکه های توزیع را با دقت بهتری تعیین نمود.

۵- مراجع

[۱] کیا، مسعود؛ آبروش، حسن؛ پوررفیع عربانی، محسن؛ «عملکرد مقره چینی و شیشه‌ای در منطقه مازندران»؛ مجموعه مقالات سومین سمینار تخصصی مقره‌ها-۱۳۸۳- صص ۱۶۹-۱۷۳.

[۲] امیدوارنیا، اسدا...؛ شریفی، محمدرضا؛ محمدی، داود؛ مرادیان، علیرضا؛ «ارزیابی تاثیر پروفیل مقره‌های فشارقوی بر عملکرد آنها در شرایط آلودگی و انجام آزمونهای میدان»؛ مجموعه مقالات اولین سمینار تخصصی مقره‌ها- صص ۲۹-۴۳.

[۳] معاونت انتقال شرکت برق منطقه‌ای مازندران و گلستان؛ «جداول اطلاعاتی انتقال نیروی شرکت برق منطقه‌ای مازندران و گلستان»؛ ۱۳۸۰ و ۱۳۸۳

[4] Richard, C.N; Renowden, J.D; "Development of a remote insulator contamination monitoring system"; IEEE Transactions on Power Delivery, Vol.12, No.1, January, 1997

[5] Arabani, P.M; Shirani, R.A; Hojjat, M; "New Investigation on insulation failures in Iranian EHV lines located in polluted areas"; Cigre 2000, 23-201