



بررسی حادثه مورخ ۲۸/۸/۶۹ پست ۶۶ کیلوولت در راهی

سید محمد حسن صحرائیان

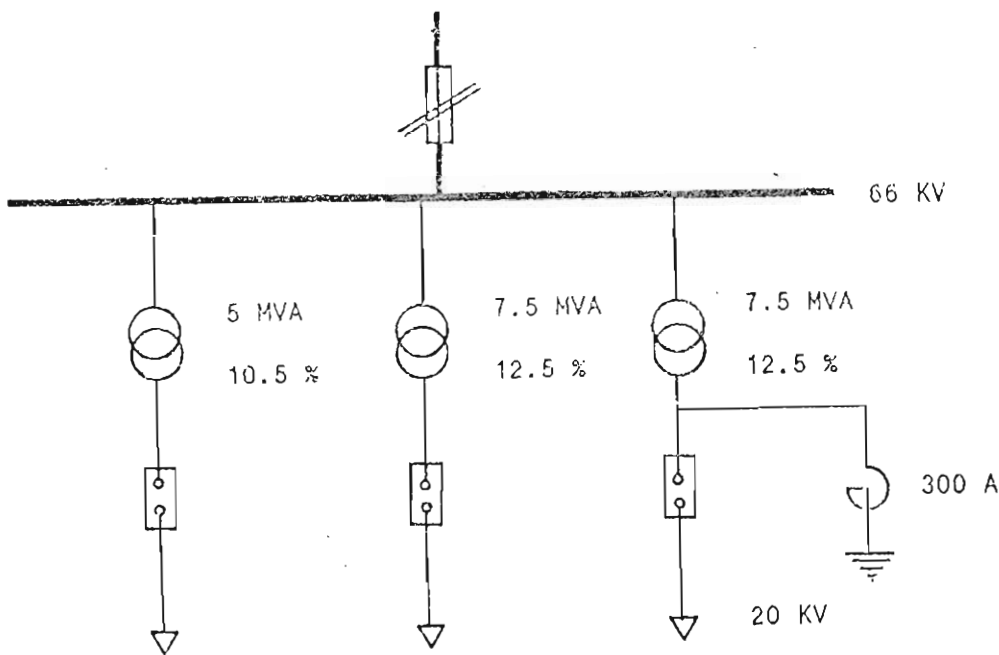
شرکت برق منطقه‌ای فارس

مقدمه : از آنجاکه عدم رعایت اصول فنی در طرحهای مهندسی و زمینه ساز بروز حوادث و ایجاد خسارتهای مالی و جانی میباشد و بکارگیری این اصول و توجه به ضوابط ایمنی و استانداردهای تعیین شده امریست ضروری و سودمند. با این وجود بایستی اذعان نمود که علیرغم وقوع حوادث مکرر و بروز خطرات ناشی از قصور در این امر، بعضاً "شاهد عدم رعایت مقررات مذکور می باشیم. از طرفی انگیزه‌های چون صرفه‌جویی ناشی از کمبودها و تنگناهای اقتصادی و ضرورتهای توسعه و گسترش شبکه و فوریت‌های بهره‌برداری نییست به تشدید این روند کمک مینماید.

در این مقاله به شرح و تحقیق و بررسی پیرامون یک حادثه عمده زیانبار مالی پرداخته شده است. بررسی اینگونه حوادث و اتفاقات میتواند دست اندرکاران امور مختلف شبکه را در شناسایی علل و عوامل عمده یاری نماید.

شرح حادثه : این حادثه در یک پست ۶۶/۲۰ کیلوولت رخ داده که قبلاً از وقوع حادثه دارای شمای تک خطی مطابق با شکل - ۱ بوده است. نواقص عمده این پست در آن زمان عبارتند از:

- ۱- عدم نصب دژکتور در طرف ۶۶ کیلوولت و استفاده از فیوزکوت به جای دژکتور در دوازده فاز و اتصال یک فاز بطور مستقیم به شبکه.
- ۲- مشترک بودن ورودی برای سه دستگاه ترانسفورماتور قدرت.
- ۳- نصب ترانس زمین بدون سیستم حفاظت اتصال زمین (رله E.F.) (۰)



شکل ۱ - شمای تک خطی پست درواهی در زمان وقوع حادثه

به علت عدم استفاده از رله اتصال زمین و حفاظت علیه جریان اتصال کوتاه تک فازیمه شده رله جریان زیاد فرض شده است و در حالیکه به خاطر پائین بودن جریان اتصال کوتاه تک فاز و رله جریان زیاد (0.0) توانائی چنین عملکردی را نداشته است.

در چنین وضعیت حفاظتی در اثر بروز یک اتصال تک فاز ۵ ماندگار بر روی شبکه ۲۰ کیلوولت (وقوع این اتصال پس از بازدید و بررسی شبکه مورد تائید قرار گرفته است) و ترانس زمین به مدت زیادی تحت جریان اتصال قرار گرفته و این مسئله باعث افزایش دمای سیم پیچ و هسته و روغن و سرانجام انفجار ترانس زمین و ایجاد حریق شده است. گسترش دامنه آتش سوزی حاصل از انفجار موجب سوختن و صدمه دیدن ترانسفورماتور قدرت و تخریب بخش دیگری از تجهیزات پست گردیده است. خوشبختانه از آنجا که در این پست روستائی اپراتور نگهبان حضور نداشته است، حادثه فوق هیچگونه خسارت جانی به همراه نداشته است.

ضمناً " قبل از گسترش بیشتر دامنه آتش سوزی، آتش مهار شده است.

بررسی مالی خسارات وارده: با توجه به میزان صدمات وارده به پست که عمدتاً شامل سوختن یک دستگاه ترانسفورماتور ۷/۵ مگا ولت آمپر ۶۶/۲۰ کیلوولت و یک دستگاه ترانس زمین ۳۰۰ آمپری و انفجار یک دستگاه دژنکتور ۲۰ کیلوولت، یک عدد ترانس جریان ۲۰ کیلوولت و تخریب تعدادی مقره ۲۰ کیلوولت میباشد میزان مالی خسارات وارده بالغ بر یکصد و پنجاه میلیون ریال برآورد شده است که چندین برابر هزینه های مورد نیاز برای تقویت سیستم حفاظت

وکنترل پست قبل از بروز حادثه میباشد . ضمناً " طرح بازسازی و نوسازی این پست شامل یک بسی کامل ۶۶ کیلوولت ، یکد ستگاه ترانسفورماتور قدرت به ظرفیت ۵ مگا وولت آمپروتابلوهای کنترل و - حفاظت ، با هزینه ای معادل چهارصد میلیون ریال در حال اجرا میباشد . لازم به تذکر است که مبالغ فوق باتوجه به نرخ ارزشناور محاسبه شده است .

بررسی فنی حادثه — : باتوجه به روشن ویدیویی بودن ضرورت کاربرد رله اتصال زمین

این سؤال پیش می آید که چرا پس از نصب ترانس زمین ، پست بدون سیستم کنترل و حفاظت مربوطه مورد بهره برداری قرار گرفته است . پاسخهای احتمالی عبارتند از :

الف : ترانس زمین بدون رله اتصال زمین هم میتواند حفاظت علیه خطای اتصال زمین

ایجاد کند ، چراکه کلیدهای ریکلوزر ۲۰ کیلوولت مجهز به رله جریان زیاد هستند .

ب: عدم دسترسی به رله اتصال زمین و نواقص موجود در سیستم کنترل و حفاظت پست ،

مانع نصب و بهره برداری از ترانس زمین نیست .

در مورد پاسخ اول باید گفت در صورتی رله جریان زیاد به عنوان پشتیبان رله اتصال زمین عمل

خواهد کرد که جریان اتصال زمین بیش از جریان تنظیمی رله جریان زیاد باشد . اما آیاد رله مورد

پست در راهی هم چنین شرطی برقرار بود است یا خیر ؟

بر طبق محاسبات کامپیوتری اتصال کوتاه شبکه برق فارس و بوشهر ماکزیمم جریان اتصال کوتاه

تک فاز در طرف ۲۰ کیلوولت ۲۸۰ آمپر بوده ، در حالیکه حداقل جریان تنظیمی رله جریان

زیاد کلید ریکلوزر با ضریب ۱/۲ حدود ۲۶۰ آمپر میباشد . ضمناً " باتوجه باینکه در اکثر موارد ،

خطای اتصالی تک فاز ۵ همراه با مقاومت رخ میدهد ، جریان به مراتب کمتر از ۲۶۰ آمپر بوده است

$$I_n = \frac{7.5 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 20 \times 10^3} = 216 \text{ A}$$

$$I_{set.(o.c.)} = 1.2 \times 216 = 260 \text{ A}$$

$$I_{e.f.(max.)} = 280 \text{ A}$$

بنابراین مشاهده می کنید که تنها درصد کمی از خطاهای اتصال زمین ، آنهم اتصالیهای بدون

واسطه ( DEAD FAULT ) توسط رله جریان زیاد پوشش حفاظتی داشته اند ، و پاسخ اول

قابل قبول نمیشد .

بدیهی است در صورتیکه از ترانس زمین با آمپراژ بالا ( مثلاً " ۱۰۰۰ یا ۲۰۰۰ آمپر ) استفاده

میشد ، پاسخ فوق تا حدودی قابل قبول بود و احتمالاً " چنین حادثه ای در پست مذکور رخ نمیداد .

در مورد پاسخ دوم ، باید دید مزیت نصب ترانس زمین بدون در نظر گرفتن سیستم حفاظتی مربوطه

چیست و آیا این مزیت میتواند چنین اقدامی را توجیه کند . برای اینکار نتایج مربوط به محاسبات

اتصال کوتاه در د و وضعیت مختلف راکه در ج د ول شماره يك در ج گرد ید ه مورد توجه قرار داده به بررسی معایب و مزایای سیستم ستاره مثلث در هر دو وضعیت می پرد ازیم .

الف - معایب و مزایای سیستم ستاره مثلث بد و ن ترانس زمین :

۱- بروز اتصال زمین تك فازیه زمین منجر به برقراری يك جریان خازنی ضعیف از طریق خازن شبکه ۲۰ کیلوولت می شود ، اما تغییرات عمد های در ولتاژ شبکه ایجاد نمی کند .

۲- در صورت قرار گرفتن يك موجود زنده در مسیر اتصال يك فازیه زمین ، عبور جریان خازنی ضعیف می تواند خطر ساز باشد .

۳- به علت نبودن سیستم حفاظت زمین ، در صورتیکه پارگی يك فاز از شبکه ۲۰ کیلوولت منجر به بروز اتصال تك فازیه زمین شود ، چون جریان اتصالی حدوداً " صفر است ، سیستم حفاظت و کنترل پست عمل نخواهد کرد و بنابراین اطلاع از یاز شدن یا پارگی يك فاز تا تاخیر همراه بوده و تعمیرات نیز تا تاخیر انجام خواهد شد .

۴- در اثر بروز اتصالی تك فازیه زمین در شبکه ۲۰ کیلوولت ، ولتاژهای سالم به  $\sqrt{3}$  برابر مقدار نامی یعنی  $6/34$  کیلوولت افزایش می یابد که اگر مفرقه ها و برقیگرهای ۲۰ کیلوولت مناسب نباشند صدمه خواهند دید .

۵- در اثر یاز شدن يك فاز در شبکه ۲۰ کیلوولت ، جریان فازهای سالم به  $1/5$  برابر مقدار نامی افزایش می یابد که عملاً " موجب عملکرد رله جریان زیاد خواهد شد . ضمناً " این افزایش جریان برای حالتیکه از ترانس زمین استفاده شود کمتر خواهد بود .

ب: معایب و مزایای سیستم ستاره مثلث با ترانس زمین بد و ن رله اتصال زمین

۱- بروز اتصال زمین تك فاز موجب برقراری جریان شده و تنهاده در صورتیکه میزان جریان کمتر از جریان تنظیمی رله جریان زیاد باشد فرمان قطع صادر خواهد شد . اما از آنجاکه در اکثر موارد اتصالی زمین از طریق مقاومت رخ میدهد و میزان جریان اتصالی کمتر از جریان تنظیمی رله جریان زیاد است ، نمیتوان بطور کامل به رله جریان زیاد اطمینان کرد .

۲- در صورت بروز اتصال زمین از طریق بدن موجود زنده ، بعلمت وجود احتمال عدم عملکرد رله جریان زیاد ، احتمال بروز خسارت جانی ناشی از برق گرفتگی به مراتب بیشتر از حالت قبل است بدیهی است که میزان این جریان بسیار بیشتر از جریان خازنی در حالت قبل است و بنابراین میزان صدمات احتمالی زیاد ترمیباشد .

۳- بعلمت موجود نبودن رله اتصال زمین ، پارگیهای منجر به اتصال کوتاه تك فازیه زمین

- د شبکه ۲۰ کیلوولت حتی در صورت عملکرد رله جریان زیاد به سادگی قابل تشخیص نمیباشد .
- بنابراین نقش ترانس زمین که بیشتر در همین رابطه حائز اهمیت میباشد ، ضعیف خواهد بود .
- ۴- در اثر اتصال تک فاز به زمین در شبکه ۲۰ کیلوولت ، ولتاژ فازهای سالم به کمتر از ۳ برابر مقدار نامی یعنی به حد  $2/9$  کیلوولت افزایش می یابد که حد  $1/7$  کیلوولت کمتر از مورد مشابه در حالت قبلی است .
- ۵- در اثر باز شدن یا پارگی یک فاز در خط ۲۰ کیلوولت ، جریان فازهای سالم به  $1/4$  برابر مقدار نامی افزایش یافته که میتواند موجب عملکرد رله جریان زیاد شود . این افزایش جریان نسبت به وضعیت قبلی کمتر است .
- ۶- در صورت وقوع اتصال کوتاه تک فاز به زمین ماندگار ، از آنجا که ترانس زمین جریان اتصال را تنها در مدت زمان معینی میتواند تحمل کند ، احتمال بروز انفجار و آتش سوزی و وقوع حوادثی مشابه با حادثه پست درواهی که میتواند منجر به خسارت جانی نیز بشود ، وجود دارد . (برای ترانس ارت ۳۰ آمپری پست درواهی که ساخت کارخانه ایران ترانسفوه میباشد ، مدت زمان کار کوتاه مدت تنها ۱۵ ثانیه است .)
- از مشاهده و بررسی حالت الف و ب متوجه میشوید که تنها امتیاز نصب ترانس زمین بدون در نظر گرفتن حفاظت مربوطه ، عبارت است از ایجاد حفاظت علیه درصد کمی از اتصالات تک فاز به زمین و پارگیهای یک فاز در شبکه ۲۰ کیلوولت که منجر به اتصال زمین شود .
- بنابراین پاسخ دوم هم غیر قابل قبول میباشد و بنظر میرسد که نصب ترانس زمین بدون در نظر گرفتن سیستم حفاظتی مربوطه نه تنها مفید نمی باشد بلکه یک اقدام غیر اصولی است که میتواند خطر ساز باشد .

#### نتیجه گیری :

پرواضح است که پست درواهی اولین و یا تنها نمونه ناقص از یک طرح مهندسی نبود و آخرین آنها نیز نخواهد بود ، چرا که مشکلات مختلف در مراحل طراحی و اجرا و همچنین مسائل مربوط به دوران بهره برداری ، همچنان موجب بروز نواقص در پروژه های متعدد می شود . بنابراین به عنوان اولین اقدام بایستی عوامل اصلی و انگیزه های اولیه بروز نواقص ، شناسائی شده ، مورد بررسی و تحلیل قرار گیرند و نسبت به کاهش میزان تاثیرات آنها در تصمیم گیریهای صرفاً " فنی و مهندسی " اقدامات عملی لازم انجام گیرد . در مرتبه بعد بایستی ضمن بر آورد نواقص موجود در تاسیسات شبکه های مورد بهره برداری ، برنامه ریزی لازم جهت تکمیل نواقص ، بر طبق

اولویت‌های از پیش تعیین شده، صورت پذیرد. همچنین ایجاد مسئولیت متناسب با اختیارات، اقدامی است اساسی در جهت کاهش میزان خطای دست‌اندرکاران امور طرح، نظارت، اجراء، بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات شبکه‌های انرژی الکتریکی. در ضمن ایجاد تقویت بخش خدمات فنی مهندسی در مرحله بهره‌برداری نیز بنوبه خود به عنوان یک ضرورت مطرح می‌باشد.

این بخش می‌تواند بعنوان مشاور بهره‌برداران شبکه عمل نماید و در پیشگیری از بروز حوادث بطور موثر عمل نماید. بدیهی است عدم توجه به مشکلات و کمبودها و نواقص موجود شبکه و اجرای ناقص پروژه‌های جدید در نهایت تاسیسات شبکه را در معرض بروز حوادث و خسارتهای جدید مالی و جانی قرار داده و موجب پیچیده و مشکل شدن مدیریت کنترل شبکه، هرزرفتن سرمایه، تجهیزات و نیروی انسانی خواهد شد و عملاً "دست‌یابی به هدف اصلی که همانا برقرسانی صحیح و مطمئن به مشترکین می‌باشد را غیر ممکن می‌سازد". به امید آنکه بهینه‌سازی سیستم موجبات حفظ هرچه بیشتر اموال عمومی را فراهم نماید.

در پایان لازم میدانم از کلیه همکارانی که اطلاعات مربوطه را در اختیار اینجانب قرار داده‌اند تشکر و قدردانی نمایم.

#### منابع و مواخذ مورد استفاده:

- ۱- گزارشات مربوط به حادثه مورخ ۶۹/۸/۲۸ پست درواهی
- ۲- محاسبات اتصال کوتاه شبکه برق فارس - بوشهر مرداد ماه ۱۳۶۹
- ۳- نرم‌افزار کامپیوتری مطالعات اتصال کوتاه (SCS)

توضیح: مقادیر امپدانس مدار تونین معادل شبکه تاشینه ۶۶ کیلوولت پست درواهی بر طبق محاسبات اتصال کوتاه شبکه برق فارس و بوشهر برابر است با:

$$Z_1 = Z_2 = 3.7 + j11.0 \quad \text{OHM}$$

$$Z_0 = 2.1 + j11.9 \quad "$$

(ب) سیستم ستاره مثلث با ترانس زمین بدون رله اتصال زمین	(الف) سیستم ستاره مثلث بدون ترانس زمین	توضیحات
۲۸۰ آمپر	۰/۰	ماکزیم جریان اتصال کوتاه تك فازیه زمین
۳۲ / ۹ کیلوولت	۳۴ / ۶ کیلوولت	ولتاژ فازهای سالم در وضعیت اتصال کوتاه تك فاز در شبکه ۲۰ کیلوولت
۴۰۰ ولت	۴۰۰ ولت	ولتاژ فاز شبکه توزیع ۴۰۰ ولت در وضعیت اتصال کوتاه تك فاز روی شبکه ۲۰ کیلوولت
۲۰۳ آمپر	۲۱۹ آمپر	جریان فاز سالم در وضعیت باز شدن دوفاز در شبکه ۲۰ کیلوولت
۲۱۸ آمپر	۲۳۴ آمپر	جریان فازهای سالم در وضعیت اتصال کوتاه تك فاز در شبکه ۲۰ کیلوولت
۱۲ / ۸ کیلو آمپر	۱۲ / ۸ کیلو آمپر	جریان اتصال کوتاه تك فازیه زمین در شبکه توزیع ۴۰۰ ولت
۱۷۸ آمپر	۱۷۸ آمپر	سهم جریان در شبکه ۲۰ کیلوولت در وضعیت اتصال کوتاه تك فازیه زمین در شبکه ۴۰۰ ولت

جدول شماره يك - نتایج حاصل از محاسبات اتصال کوتاه پست درواهی