بررسی قابلیت اطمینان، هزینه- منافع و مسائل حفاظت و رلیاژ سیستم فشار ضعیف غربالی پیشنهادی برای منطقه برق فردوسی (تهران)

احمد علی بهمن‌پور

شرکت مهندسین مشاور نورگستر

واژه‌های کلیدی: شبکه غربالی، قابلیت اطمینان، انرژی تأمین نشده، حفاظت و رلیاژ توزیع نیرو

در بیستمین کنفرانس بین‌المللی برق، مقاله‌ای را با عنوان « امکان‌سنجی غربالی کردن شبکه فشار ضعیف بخشی از شهر تهران » باتّفاق یکی از همکاران ارائه نمودیم که طی آن فرصت و مجال کافی برای تشریح اولاً دشواری‌های طراحی سیستم حفاظت و رلیاژ و ثانیاً نکات اساسی و حسّاس و مهم مربوط به قابلیت اطمینان سیستم مزبور فراهم نگردید و بعلاوه مقایسه هزینه – منافع نیز در مقاله مزبور بنحوی نه چندان کامل ذکر شده بود. طیّ مقاله حاضر تلاش می‌شود که ناگفته‌های مطلب مقاله PSC2005 فوق‌الاشاره طیّ فصول ۳ و ۴ و ۵ گفته شود که بر اساس آن در فصل ۳ مقاله سطوح شش‌گانه حفاظتی تشریح و با توجه به موازی هم بودن سطوح حفاظتی متعدّد پایین‌دستی (به سبب غربالی و بهم پیوسته بودن سیستم) برای هر یک از انواع چهارگانه خطا، حفاظت عمل کننده اصلی، پشتیبان و پایدار تعیین شده و در فصل ۴ مقاله میزان بهبود شاخص‌های قابلیت اطمینان در سیستم غربالی و دلایل بالا بودن آن توضیح داده شده است. در فصل ۵ مقاله نیز هزینه‌ها با منافع حاصل از غربالی کردن سیستم در ۲ سطح ملّی و بنگاهی مقایسه و سرانجام در فصل ۶ مقاله چنین نتیجه‌گیری شده که انجام این مهم با رعایت مابه‌التفاوت هزینه‌ها و منافع در سطح ملّی (و نه بنگاهی) کاملاً توجیه پذیر می‌باشد.

- خلاصه مقاله -

بررسی قابلیت اطمینان، هزینه- منافع و مسائل حفاظت و رلیاژ سیستم فشار ضعیف غربالی پیشنهادی برای منطقه برق فردوسی (تهران)

احمد علی بهمن‌پور

شرکت مهندسین مشاور نورگستر

واژه‌های کلیدی: شبکه غربالی، قابلیت اطمینان، انرژی تأمین نشده، حفاظت و رلیاژ توزیع نیرو

چکیده:

در بیستمین کنفرانس بین‌المللی برق، مقاله‌ای را با عنوان « امکان‌سنجی غربالی کردن شبکه فشار ضعیف بخشی از شهر تهران » باتّفاق یکی از همکاران ارائه نمودیم که طی آن فرصت و مجال کافی برای تشریح اولاً دشواری‌های طراحی سیستم حفاظت و رلیاژ و ثانیاً نکات اساسی و حساس و مهم مربوط به قابلیت اطمینان سیستم مزبور فراهم نگردید و بعلاوه مقایسه هزینه – منافع نیز در مقاله مزبور بنحوی نه چندان کامل ذکر شده بود. طیّ مقاله حاضر تلاش می‌شود که ناگفته‌های مطلب مقاله PSC2005 فوق‌الاشاره طیّ فصول ۳ و ۴ و ۵ گفته شود و آنگاه در فصل آخر مقاله نتیجه‌گیری لازم ارائه خواهد گردید.

۱- مقدمه:

در بیستمین کنفرانس بین‌المللی برق اینجانب باتّفاق یکی از همکاران مقاله‌ای [۱] با عنوان « امکان‌سنجی غربالی کردن شبکه فشار ضعیف بخشی از شهر تهران » که خود حاصل انجام یک پروژه مطالعاتی – مهندسی در منطقه برق فردوسی (شرکت توزیع نیروی برق مرکز تهران) [۲] بود ارائه نمودیم. طیّ مقاله مزبور فصول مشروح زیر مورد بحث و بررسی قرار گرفته بود:

الف- مقایسه (مزایا و معایب) شبکه فشار ضعیف غربالی با شبکه فشار ضعیف شعاعی

ب- چگونگی انتخاب محدوده جغرافیایی موضوع پروژه مطالعاتی ومشخصات و حدود آن.

ج- مشخصات نرم‌افزار ETAP بکاربرده شده برای تحلیل شبکه و انواع اطلاعات فنی و آماری مورد نیاز آن دریافت شده از منطقه برق ذیربط.

د- وضعیت سیستم توزیع نیروی فعلی منطقه برق فردوسی در مقایسه با ضرورت‌های تبدیل به شبکه غربالی.

هـ- تغییرات لازم به اعمال بر سیستم توزیع نیروی فعلی محدوده پروژه برای تبدیل آن به سیستم غربالی نقشه شماره (۲) متشکل از ۸ بلوک فشار ضعیف تغذیه شونده از ۴ فیدر فشار متوسط.

و- خلاصه‌ای از مهمترین مقادیر خروجی‌های حاصل از اعمال نرم‌افزار ETAP بر روی هر یک از دو سیستم فشارضعیف شعاعی و غربالی.

ز- جداول خلاصه شده هزینه- منافع (در سطح ملیّ) جهت تبدیل سیستم فشار ضعیف فعلی به سیستم غربالی.

ح- برنامه زمان‌بندی اجرای اقدامات تبدیل سیستم فشار ضعیف شعاعی به غربالی در محدوده پروژه در منطقه برق فردوسی طیّ سه مرحله.

در مقاله مزبور فرصت و مجال کافی برای تشریح اولاً دشواری‌های طرّاحی سیستم حفاظت و رلیاژ شبکه بهم پیوسته غربالی و ثانیاً نکات اساسی و حسّاس و مهّم مربوط به قابلیت اطمینان سیستم مزبور و ذکر دلایل بالا بودن

شاخص‌های قابلیت اطمینان چنین سیستمی در مقایسه با سیستم شعاعی موجود نبود و بعلاوه مقایسه هزینه – منافع نیز در آن مقاله چندان کامل و در هر دو سطح ملّی و بنگاهی انجام نپذیرفته بود که سعی می‌شود در مقاله حاضر جبران شود. به سبب اینکه مقاله حاضر چندان مستقل نبوده و تا حد زیادی مکمل مقاله PSC2005 می‌باشد و بدلیل آنکه تکرار همه مطالب لازم مقاله قبلی هم در مقاله حاضر زائد و غیر ممکن است، لذا به خواننده علاقمند توصیه می‌شود که برای درک بهتر مطلب در صورت امکان هر دو مقاله را تؤاماً مطالعه نماید.

۲- شرح خلاصه‌ای از پروژه مطالعاتی انجام پذیرفته که اساس کار مقاله حاضر می‌باشد:

پروژه مربوطه [۲] به منظور بررسی و امکان‌سنجی تبدیل شبکه فشار ضعیف شعاعی در منطقه برق فردوسی و در محدوده جغرافیایی که حدّ شمالی آن بلوار کریمخان‌زند، حدّ جنوبی خیابان طالقانی- حدّ شرقی خیابان شهید دکتر مفتّح و حدّ غربی خیابان استاد نجات‌اللّهی می‌باشد صورت پذیرفته بود. مساحت محدوده پروژه حدود ۸۵ هکتار بوده و دارای پیک بار عمومی حدود ۲۰مگاوات و در همین حدود پیک بار اختصاصی می‌باشد. با استناد به گزارش نهایی مربوطه [۳] خاطر نشان می‌شود که در تغذیه این محدوده تعداد ۱۲ فیدر ۲۰ KV دخالت داشتند که از بین آنها ۴ فیدر تغذیه شونده از پست ۶۳/۲۰ KV کریمخان برای تغذیه شبکه عمومی فشار ضعیف برگزیده شد. چهار فیدر مزبور بعضاً از ترانسفورماتورهای ۶۳/۲۰ KV متفاوتی تغذیه می‌شدند ولی با اعمال تغییرات لازم در داخل یا خارج پست کریمخان، تغذیه همگی از یک ترانسفورماتور ۳۰MVA برقرار گردید. بین ۴ فیدر مزبور برقراری ارتباطات دو به دو برای حصول امکانات مانور مطابق نقشه شماره (۱) انجام پذیرفت و البته سیستم ۲۰ KV باید به صورت رینگ باز مورد بهره‌برداری واقع شود. پست‌های توزیع اختصاصی از روی ۴ فیدر ۲۰ KV فوق‌الاشاره برداشته شده و به سایر فیدرها منتقل شدند (زیرا در غیر اینصورت برقراری سیستم حفاظتی مناسب امکان‌پذیر نمی‌بود) بنحوی که هر فیدر تعداد ۸ یا ۹ پست عمومی تقسیم شده به دو بلوک متفاوت را تغذیه خواهد کرد. مجموع ظرفیت ترانسفورماتورهای پست‌های عمومی هر بلوک بهم پیوسته به حدود ۳MVA محدود گردیده و بلوک‌های تغذیه شونده از هر فیدر معین با توجه به آنچه در نقشه شماره (۲) مشاهده می‌شود نباید در مجاورت یکدیگر واقع شوند. یعنی بلوک‌های بهم پیوسته غربالی که مجاور یکدیگر قرار می‌گیرند باید از فیدرهای ۲۰ کیلوولتی متفاوتی تغذیه شده و هر بلوک باید در مجاورت ۳ بلوک تغذیه شونده از فیدرهای دیگر واقع گردیده و در مواقع قطع تغذیه سمت ۲۰ کیلوولتی، از طریق شبکه فشار ضعیف غربالی مورد حمایت قرار بگیرند. دیژنکتور ۲۰ کیلوولت ورودی ترانسفورماتور در پست توزیع و کلید اتوماتیک اصلی طرف فشار ضعیف آن باید به تریپ کویل و تغذیه DC و رله‌های حفاظتی ثانویه دقیق مجهز شوند. کلیه ترانسفورماتورهای بکار رفته در پست‌های توزیع عمومی این سیستم باید دارای گروه برداری و نسبت تبدیل یکسان باشند و از بکارگیری ترانسفورماتورهای با ظرفیت بیشتر از ۸۰۰ KVA اجتناب شود. فیدرهای کابل فشار ضعیف خروجی از پستهای توزیع حاصل از یک بلوک غربالی در شالترهای فیوزدار ۴ راهه یا ۶ راهه به یکدیگر مرتبط خواهند شد. که دیاگرام تک خطی یکی از بلوک‌های ۸ گانه یعنی بلوک C_1 را می‌توان در نقشه شماره (۵) ملاحظه نمود. در شبکه فشار ضعیف غربالی حتماً باید ترتیب تقدّم و توالی فازها (رنگ فازها) رعایت بشوند. کابل‌های مشترکین مصارف سنگین ولتاژ ثانویه باید حتّی‌المقدور جزء رینگ‌های بهم پیوسته منظور گردند و بجای تغذیه مستقیم از پست توزیع، ضرورت دارد برای اینگونه مشترکین، تغذیه مستقیم از شالتر نزدیک برگزیده شود چون در غیر اینصورت اوّلاً کابل‌های فشار ضعیف عمومی مصارف سبک فعلی، اکثراً از لحاظ تعداد و ظرفیت کفایت لازم را برای تشکیل سیستم غربالی مطمئن نخواهند داشت (بلوک‌های یکپارچه غربالی فشار ضعیف ایجاد نخواهند شد) و ثانیاً قابلیت اطمینان آینده مشترکین مصارف سنگین ولتاژ ثانویه در سیستم غربالی پایین خواهد ماند. بهره‌برداری و توسعه سیستم فشار ضعیف غربالی حتماً باید با سیستم فشار متوسط تغذیه کننده آن هماهنگ باشد. تغییرات متعدد دیگر در رله‌های حفاظتی سمت ۲۰ کیلوولت و فشار ضعیف و فیوزهای شبکه اعمال شدند که مشروح آنها در مرجع [۳] و خلاصه‌ای از آنها در مرجع [۱] ذکر گردیده و در مقاله حاضر مجال و فضای کافی برای تشریح آنها موجود نمی‌باشد.

۳- بررسی دشواری‌های طرّاحی سیستم حفاظت و رلیاژ شبکه غربالی و نحوه حلّ مشکل:

عمده‌ترین دشواری طرّاحی سیستم حفاظتی شبکه

فشار ضعیف غربالی، رعایت انتخابگری[1] و تمایز زمانی عملکرد[2] بین حفاظت‌ها (یعنی رله‌ها و بعضاً فیوزها) در سطوح مختلف می‌باشد. سطوح حفاظتی از بالادست به سمت پایین‌دست (نقشه‌های شماره ۲ و ۳) به شرح زیر می‌باشند:

الف- در سطح دیژنکتور ابتدای فیدر ۲۰ کیلوولت درپست فوق توزیع تجهیز شده با رله‌های O/C و E/F واجد منحنی عملکرد t-I خیلی معکوس.

ب- در سطح دیژنکتور ۲۰ کیلوولت قبل از ترانسفورماتور در پست توزیع با رله‌های مشابه سطح (الف) فوق

ج- در سطح کلید اتوماتیک فشار ضعیف اصلی پست(واقع در سمت فشار ضعیف ترانسفورماتور توزیع و در ورودی به تابلوی فشار ضعیف) تجهیز شده با رله‌های ثانویه مشابه سطح (الف) فوق و بعلاوه اولاً با رله‌های برگشت قدرت و ثانیاً با حفاظت اینترتریپ برای قطع کلید اتوماتیک فشار ضعیف به مجرد قطع دیژنکتور ۲۰ کیلوولت ترانسفورماتور.

د- در سطح کلید فیوزهای ابتدای فیدرهای فشار ضعیف (خروجی تابلو اصلی فشار ضعیف) در پست توزیع تجهیز شده با فیوزهای بطئی واجد مشخصّه عملکرد دقیق و کنترل شده.

هـ- در سطح فیوزهای بطئی درون شالترهای فشار ضعیف درون بلوکی[3] تجهیز شده با فیوزهای بطئی واجد مشخصّه عملکرد دقیق و کنترل شده.

و- در سطح فیوزهای بطئی درون شالترهای فشار ضعیف بین بلوکی[4] تجهیز شده با فیوزهای بطئی واجد مشخصّه عملکرد دقیق و کنترل شده.

توضیح ضروری اینکه اولاً فیوزهای بندهای (د) و (هـ) و(و) فوق‌الاشاره باید از لحاظ جریان اسمی و منحنی عملکرد یکسان و مشابه باشند و ثانیاً برای پست توزیع باید منبع تغذیه DC مناسب فراهم گردد.

سطوح حفاظتی ۶ گانه فوق‌الاشاره واجد چنین خصوصیات بارزی هستند که در سطوح نزدیک به منبع مقدار تنظیمات[5] حفاظتی بالا و تعداد حفاظت‌ها کم ولی در سطوح دورتر از منبع، مقدار تنظیمات حفاظتی پایین ولی تعداد حفاظت‌های موازی با هم زیاد می‌باشند. نقشه شماره (۳) تصویری ساده شده از سیستم را بدست داده و نکته فوق را روشن می‌سازد. نقشه شماره (۴) برای هر نوع خطا منجمله خطای واقع در شبکه فشار ضعیف بیان می‌نماید که به سبب موازی بودن المان‌ها در سیستم بهم پیوسته غربالی هم جریان خطای مسیر مستقیم و هم جریان خطای مسیر غیر مستقیم و علاوه بر آنها جریان خطای مسیر مشترک (حاوی هر دو نوع جریان فوق‌الذکر) وجود داشته و هر سه نوع جریان می‌تواند موجب عملکرد المان‌های حفاظتی موجود در سطوح مختلف (الف) تا (و) فوق‌الاشاره بگردد و لذا برای هر چهار نوع خطای F_1، F_2، F_3 و F_4 بررسی لازم از لحاظ حفاظت

جدول شماره(۱) نمایش محل‌های مختلف خطاها و چگونگی عملکرد حفاظت‌های مختلف به منظور اعمال امر مهم انتخابگری در رلیاژ و حفاظت

محل خطا	مسیر	حفاظت‌عمل‌کننده‌اصلی	حفاظت‌عمل‌کننده پشتیبان	حفاظتی که باید پایدار بماند
F1 (خطای برطرف‌شونده به توسط فیوزهای طرفین محل خطا)	مستقیم	فیوزهای طرفین محل خطا	فیوزهای اصلی پست	Cها ,Eها,Dها
F2 (خطا روی بلوک فشار ضعیف از نوع برطرف نشونده)	مستقیم غیرمستقیم مشترک	Pها Dها ,Eها کلیه Dها ,Eها کلیه Cها ,Eها ,Dها	Cها ---------- ---------- ----------	A Bها ,Qها L M
F3 (خطا روی فیدر فشار متوسط)	مستقیم غیرمستقیم مشترک	A تمامNها و Cها	M در موارد خیلی ضروری کلیه Dها ,Hها ,Gها ,Eها کلیه Dها ,Hها کلیه Eها ,Gها A وکلیه Dها ,Hها ,Gها ,Eها	M L کلیه Qها کلیه Qها M
F4 (خطا روی ترانسفورماتور توزیع)	مستقیم غیرمستقیم مشترک	B2 C2 (از طریق اینترتریپ) ----------	A در موارد نادر ---------- قابل اهمیت نیست	A سایرCها ,Eها ,Dها قابل اهمیت نیست

1- Selectivity 2- Discrimination 3- Intra – block 4- Inter – block 5- Settings

عمل کننده اصلی، حفاظت عمل کننده پشتیبان[۶]، و در نهایت حفاظتی که باید پایدار بماند انجام پذیرفته و نتایج طیّ جدول شماره (۱) که در آن نام المان حفاظتی مربوط از نقشه شماره (۳) برداشت شده اعلام و ارائه گردیده است.
با رعایت نکات ضروری به شرح جدول شماره (۱) منحنی‌های عملکرد زمان – جریان حفاظت‌های یاد شده با یکدیگر مقایسه و مطابقت داده شده‌اند و تمایز زمانی عملکرد فیمابین آنها برقرار شده است که البته ارائه چارت‌های بیانگر هماهنگی و انتخابگری آنها در فضای بسیار محدود مقاله حاضر امکان‌پذیر نیست. ضمناً در جدول مزبور در مورد نحوه انتخابگری و هماهنگی فیمابین فیوزهای واقع در درون شالترها بحثی نشده است و بلکه این مهم بدین طریق انجام می‌پذیرد که در هر شالتر حداقل ۴ راهه، جریان اتصال کوتاه هر "راه" در صورت وقوع خطا در آن، بتوسط سه "راه" دیگر تأمین می‌شود. و البته چنانچه در انتخاب محل شالترها از طریق آزمون و خطا تلاش و بنحوی عمل شود که جریان‌های خطا در سه "راه"دیگر تأمین کننده جریان خطا حتی‌المقدور با یکدیگر نزدیک به مساوی بوده و اختلاف فاحش نداشته باشند و دیگر اینکه فیوزهای کلیه راه‌های شالترها با جریان اسمی و مشخصه‌های عملکرد کاملاً مشابه انتخاب گردند (که در پروژه مربوطه بهمین نحو عمل شده)، در اینصورت امر انتخابگری و هماهنگی صحیح فیمابین فیوزهای شالترها تأمین خواهد شد که بمعنی و مفهوم آن خواهد بود که پس از وقوع اتصال کوتاه برای کابل متصل به هر "راه" فقط فیوز مربوط به آن "راه" سوخته و فیوزهای راه‌های دیگر شالتر سالم خواهد ماند.

۴- میزان بهبود شاخص‌های قابلیت اطمینان در اثر غربالی کردن شبکه فشار ضعیف شعاعی فعلی و دلایل بهبود:

بدون تردید بزرگ‌ترین و مهم‌ترین برتری سیستم فشارضعیف غربالی بر سیستم شعاعی، بهبود شدید قابلیت اطمینان بوده که جدول شماره (۲) که همانا مقایسه کننده چند شاخص مهم قابلیت اطمینان بین دو سیستم مورد بحث بوده و با نرم‌افزارETAP انجام شده، بخوبی گویای مدّعاست. البته لازم است خاطر نشان شود که به سبب مدت کوتاه قرار داد مطالعاتی و نقص سیستم آماری و اطّلاعاتی منطقه برق ذیربط (که البته در کل کشور فراگیر بوده و امری استثنائی نیست) [۳] به ناچار از اطلاعات آماری استاندارد(IEEE. Std 493-1997) استفاده شده که برخی از ارقام مهم آن را می‌توان در جدول شماره (۳) ملاحظه نمود. دلایل مهم این برتری قابلیت اطمینان به شرح زیر می‌باشند:

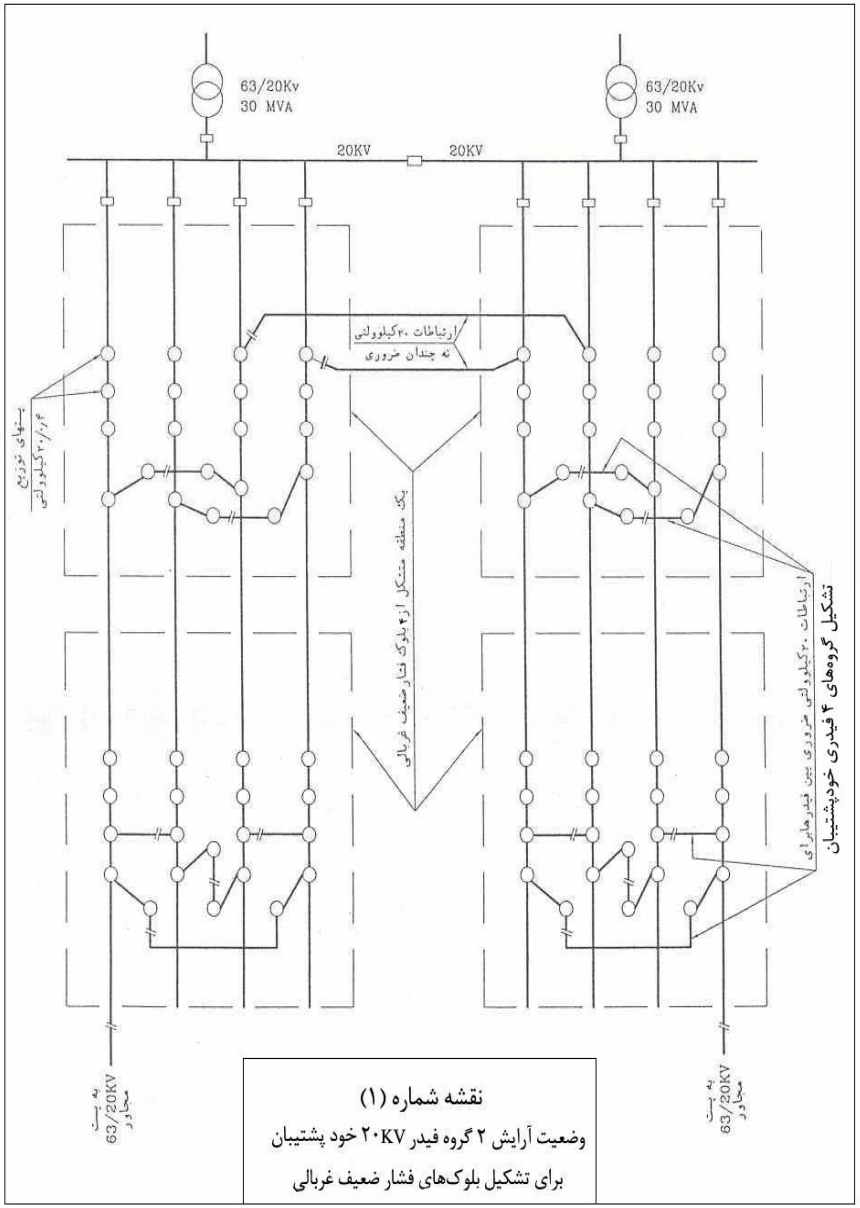
اولاً- در سیستم شعاعی در صورت وقوع خطا برای هر فیدرکابل ۲۰ کیلوولت، تا زمان انجام مانور برای آن فیدر که بطور میانگین حدود ۲ ساعت بطول می‌انجامد، نیروی تغذیه شده از فیدر معیوب که حدود ۵ تا ۶ مگاوات است بی‌برق می‌ماند درحالیکه در سیستم غربالی چنین نیست.

ثانیاً- در سیستم شعاعی در صورت وقوع خطا برای هر ترانسفورماتور توزیع، تا زمان انجام مانورهای متعدد در شبکه فشارضعیف که گاهی نیز غیر ممکن است و یا تا زمان تعمیر ترانسفورماتور توزیع معیوب که عموماً در محل کارگاه تعمیرات انجام می‌شود و یا تا زمان تعویض ترانسفورماتور توزیع معیوب که حدود ۱۵ تا ۲۰ ساعت به طول می‌انجامد، نیروی تأمین شده از ترانسفورماتور معیوب که حدود ۵۰۰ تا ۶۰۰ کیلووات است بی‌برق می‌ماند در حالی که در سیستم غربالی چنین نیست.

ثالثاً- در سیستم شعاعی در صورت وقوع خطا برای هر قطعه کابل فشار ضعیف فیمابین ۲ فیوز طرفین کابل علاوه بر مشترکین تغذیه شونده از آن کابل، مشترکین تغذیه‌شونده از قطعه کابل‌های پایین‌دستی نیز بی‌برق می‌مانند اما در سیستم غربالی، بی‌برقی کابل‌های پایین‌دستی واقع نشده و بلکه آنها از طریق شالترها و کابل‌های مسیرهای دیگر برق‌دار خواهند ماند.

جدول شماره (۲)- مقایسه شاخص‌های قابلیت اطمینان سیستم شعاعی و غربالی

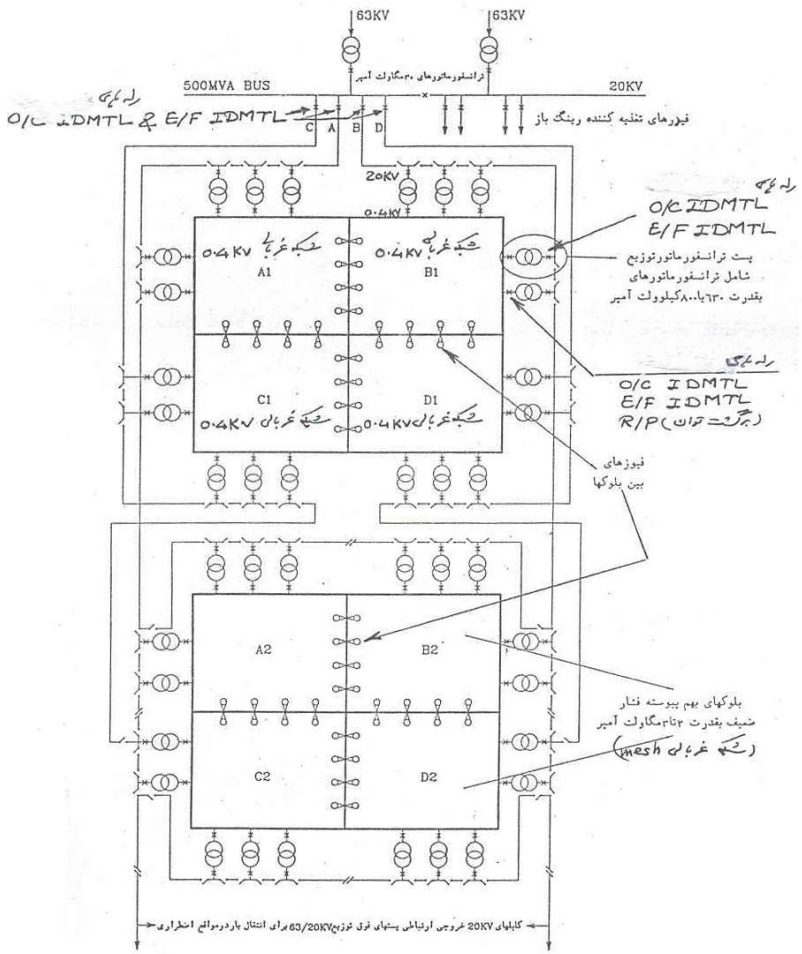
	شرح	سیستم غربالی	سیستم شعاعی
۱	SAIFI شاخص میانگین تعداد قطع برق هر مشترک (f/cust.yr.)	۰/۰۲۱۸	۲/۵۵۷۴
۲	SAIDI شاخص میزان خاموشی برق هر مشترک (hr/cust.yr.)	۰/۳۸۶۰	۴۱/۷۶۷۴
۳	ASAI شاخص قابلیت دسترسی سیستم (P.U.)	۰/۹۹۹۹۶	۰/۹۹۵۲
۴	EENS شاخص مقدار انتظاری انرژی تأمین نشده سیستم (kwh/yr.)	۶۴۰۰	۶۸۶۵۹۳
۵	AENS شاخص مقدار انتظاری میانگین انرژی تأمین نشده هر مشترک (kwh/cust.yr.)	۰/۳	۳۶/۵



نقشه شماره (۱)

وضعیت آرایش ۲ گروه فیدر ۲۰KV خود پشتیبان

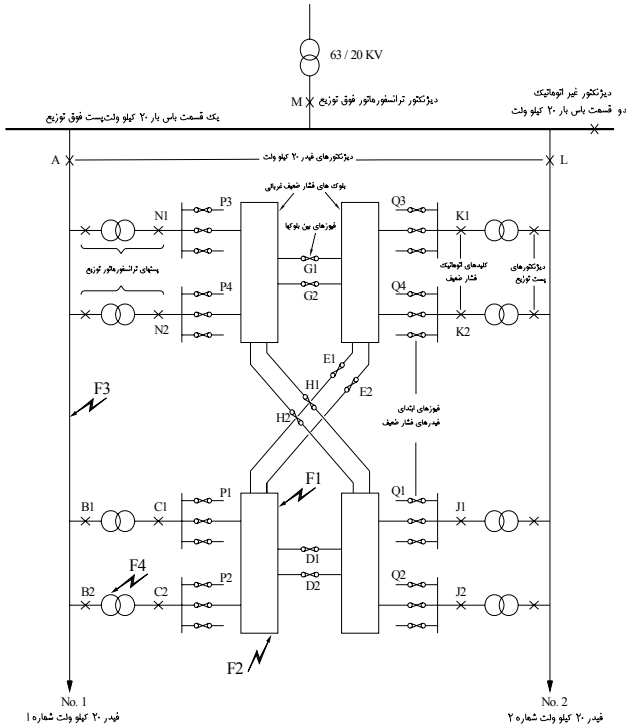
برای تشکیل بلوک‌های فشار ضعیف غربالی



توضیح: در این نقشه رله‌های حفاظتی اصلی مورد لزوم شبکه غربالی بهم پیوسته نشان داده شده است.

نقشه شماره (۲)

نحوه آرایش ۸ بلوک فشار ضعیف غربالی تغذیه شونده از ۴ فیدر D, C, B, A



توضیحات

۱- برای نمونه فقط دو فیدر فشار متوسط نشان داده شده در حالیکه معمولا از سه تا شش فیدر بکار میرود.

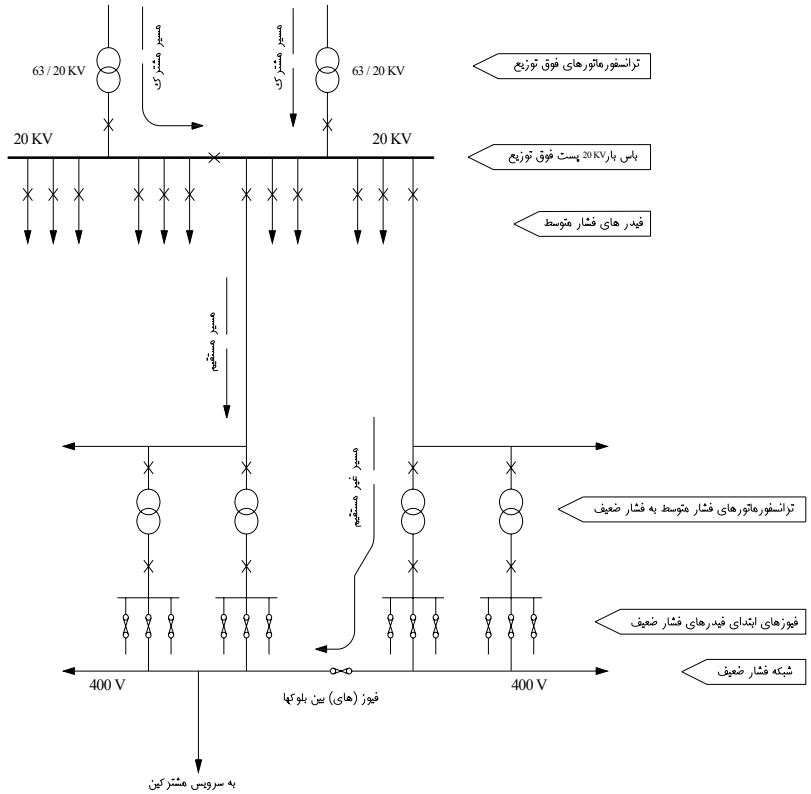
۲- تعداد پستهای ترانسفورماتور توزیع هر بلوک و تعداد فیدرهای فشار ضعیف و نیز فیوزهای بین بلوک ها معمولا بیشتر از آن است که نشان داده شده است .

۳-توضیحات طرز عمل حفاظت در مورد اتصالیهای F1, F2, F3, F4 در بخش مربوطه ارائه میشود

۴- اتصالی F1 از نوع برطرف شونده بتوسط فیوزهای طرفین محل اتصالی بوده ولی اتصالی F2 از نوعی است که بتوسط فیوزهای طرفین محل اتصالی برطرف نمی شود.

نقشه شماره (۳)

نمودار شماتیک المانهای حفاظتی سیستم فشار ضعیف غربالی



نقشه شماره (۴)

نمودار ساده شده به منظور نمایش جریان خطا (fault) در مسیرهای مستقیم و غیر مستقیم و مشترک

جدول شماره (۳)- برخی از ارقام مهم اطلاعات آماری برای محاسبه شاخص‌های قابلیت اطمینان (براساس استاندارد (IEEE. Std 493-1997)

تجهیزات والمان‌های سیستم توزیع	λ(f/yr.) بر واحد	r (hr/yr.) بر واحد
ترانسفورماتورهای توزیع	۰/۰۰۵۹	۲۹۷/۴
دیژنکتورهای ۲۰ کیلوولت	۰/۰۰۵۲	۵/۸
کلیدهای اتوماتیک فشار ضعیف	۰/۰۰۹۶	۹/۶
سکسیونرهای ۲۰ کیلوولت	۰/۰۰۶۱	۱/۶
شینه ۲۰ کیلوولت	۰/۰۰۱۹۱۷	۱۷/۳
شینه فشار ضعیف	۰/۰۰۰۸۰۲	۵۵۰/۰
کابل‌های فشار ضعیف (برای هر کیلومتر مدار)	۰/۰۱۲۷۳	۴۹/۲
کابل‌های ۲۰ کیلوولت (برای هر کیلومتر مدار)	۰/۰۱۱۰۲۴	۵۲/۵

۵- بررسی هزینه- منافع سیستم فشار ضعیف غربالی در مقایسه با سیستم فشار ضعیف شعاعی:

هزینه تبدیل سیستم فشار ضعیف شعاعی فعلی در محدوده پروژه به سیستم غربالی بر طبق جدول شماره (۴) و منافع حاصل از این تبدیل بر طبق جدول شماره (۵) می‌باشد توضیحات زیر را در مورد جدول اخیر متذکر می‌گردد:

الف- در سطر ردیف (۱) جدول، نرخ هر کیلووات تلفات توان در سطح ملی ۱۵۰۰ دلار (هر دلار ۹۰۰۰ ریال) و در سطح بنگاهی ۷۰۰ دلار منظور شده است.

ب- در سطر ردیف (۲) جدول، نرخ هر کیلووات ساعت تلفات انرژی درسطح ملی ۵ سنت و در سطح بنگاهی ۱۰۰ ریال منظور شده است.

ج- در سطر ردیف (۵) جدول، ارزش آموزش و فرهنگ‌سازی معادل هزینه‌های مصروفه انجام خدمات مهندسی و آموزش و تهیه دستورالعمل‌های ذیربط منظور شده است.

د- در سطر ردیف (۶) جدول، مقدار مابه‌التفاوت سالانه EENS دو سیستم در ضریب ۱۹/۶ که خود ارزش فعلی درمدت ۳۰ سال (عمر مفید) گذاردن اقساط سالانه یک ریال (یا یک واحد) با نرخ تنزیل ۳ درصد (مابه‌التفاوت نرخ بهره و تورم با احتساب هزینه‌های ثابت) به شرح زیر می‌باشد ضرب شده است:

$$\frac{P}{A}=\frac{(1+i)^n-1}{i(1+i)^n}=\frac{1.03^{30}-1}{0.03(1.03)^{30}}=19.6$$

و همچنین در محاسبه مقدار تلفات انرژی سطر ردیف ۲ جدول نیز همین ضریب ۱۹/۶ به کار گرفته شده است.

ارزش هر کیلووات ساعت خاموشی در سطح ملیّ مبلغ ۵۰ سنت و در سطح بنگاهی ۱۶۰ ریال (نرخ کل میانگین فروش) منظور شده است.

با توجه به جداول شماره (۴) و (۵) می‌توان جدول مقایسه‌ای هزینه- منافع را به شرح جدول شماره (۶) تشکیل داد.

جدول شماره (۴)- هزینه‌های لازم تبدیل سیستم شعاعی به غربالی

	شرح هزینه	مبلغ (میلیون ریال)
۱	هزینه خرید لوازم و تجهیزات ۲۰ kv	۴۱۴۰/۴
۲	هزینه انجام کارهای اجرایی سیستم ۲۰ kv	۹۴۱/۲
۳	هزینه خرید لوازم و تجهیزات فشار ضعیف	۳۰۲۱/۸
۴	هزینه انجام کارهای اجرایی سیستم فشار ضعیف	۶۳۷/۲
۵	هزینه خدمات مهندسی و آموزش و فرهنگ‌سازی	۸۷۰
	جمع هزینه‌های لازم برای تبدیل سیستم شعاعی به غربالی	۹۶۱۰/۶

جدول شماره (۵) منافع حاصل از تبدیل سیستم فشار ضعیف شعاعی به غربالی در دو سطح ملی و بنگاهی- مبالغ به میلیون ریال

شرح منافع حاصل	مبلغ در سطح ملی	مبلغ در سطح بنگاهی
ارزش کاهش تلفات توان به میزان ۸۵ کیلووات	۱۴۳۴/۴	۶۶۹/۴
ارزش فعلی کاهش تلفات انرژی طی ۳۰ سال به میزان کل حدود ۶ میلیون کیلو وات ساعت	۲۶۷۹/۵	۵۹۵/۵
ارزش کاهش ظرفیت پست‌های توزیع به میزان ۱۴۹۰kvA	۱۴۹	۱۴۹
ارزش تجهیزات و تابلوهای بازیافتی	۱۵۵۰	۱۵۵۰
ارزش آموزش و فرهنگ‌سازی و ارتقای سطح درک و فهم فنی پرسنل ذیربط	۸۷۰	۸۷۰
ارزش خاموشی کمتر (انرژی تأمین نشده کمتر) به میزان حدود ۶۸۰۱۹۳kwh در هر سال و طی ۳۰ سال عمر مفید تأسیسات	۵۹۹۹۳	۲۱۳۳
جمع منافع حاصل	۶۶۶۷۶	۵۹۶۷

جدول شماره (۶)- مقایسه هزینه- منافع تبدیل سیستم فشار ضعیف شعاعی به غربالی- مبالغ به میلیون ریال

شرح	مبلغ در سطح ملی	مبلغ در سطح بنگاهی
۱- هزینه‌ها	۹۶۱۱	۹۶۱۱
۲- منافع	۶۶۶۷۶	۵۹۶۷
۳- مابه‌التفاوت	+۵۷۰۶۵ *	-۳۶۴۴ * *

*در صورت منظور نمودن نرخ‌ها در سطح ملی، منافع حاصله متجاوز از ۵۷ میلیارد ریال (که البته مبلغی نیست که بتوان بر روی آن قسم خورد) بر هزینه‌ها افزونی دارد.

** در صورت منظور نمودن نرخ‌ها در سطح بنگاهی (سطح وزارت نیرو و شرکت‌های وابسته و تابعه)، هزینه‌ها به میزان ۳۶۴۴ میلیون ریال بر منافع حاصله افزونی دارد.

۶- نتیجه‌گیری:

امر تصمیم گیری بر تبدیل سیستم فشارضعیف شعاعی فعلی به سیستم غربالی ضرورتاً باید با توجه به مطالب و نکات مشروح زیر صورت پذیرد:

الف- در سیستم غربالی در مراحل اولیه کار به سرمایه‌گذاری بسیار بیشتری نیاز است.

ب- ضرورت فرهنگ‌سازی و تربیت نسل جدیدی از کارشناسان واقعی در سیستم توزیع نیروی بسیار پیچیده‌تر غربالی که مسائل پیش گفته حفاظت و رلیاژ مبیّن آن است، انکارناپذیر می‌باشد.

ج- ضرورت ایجاد و حفظ انضباط و تعهد کاری در کلیه سطوح کارشناسی و پایین‌تر سیستم توزیع نیروی بس پیچیده‌تر غربالی اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

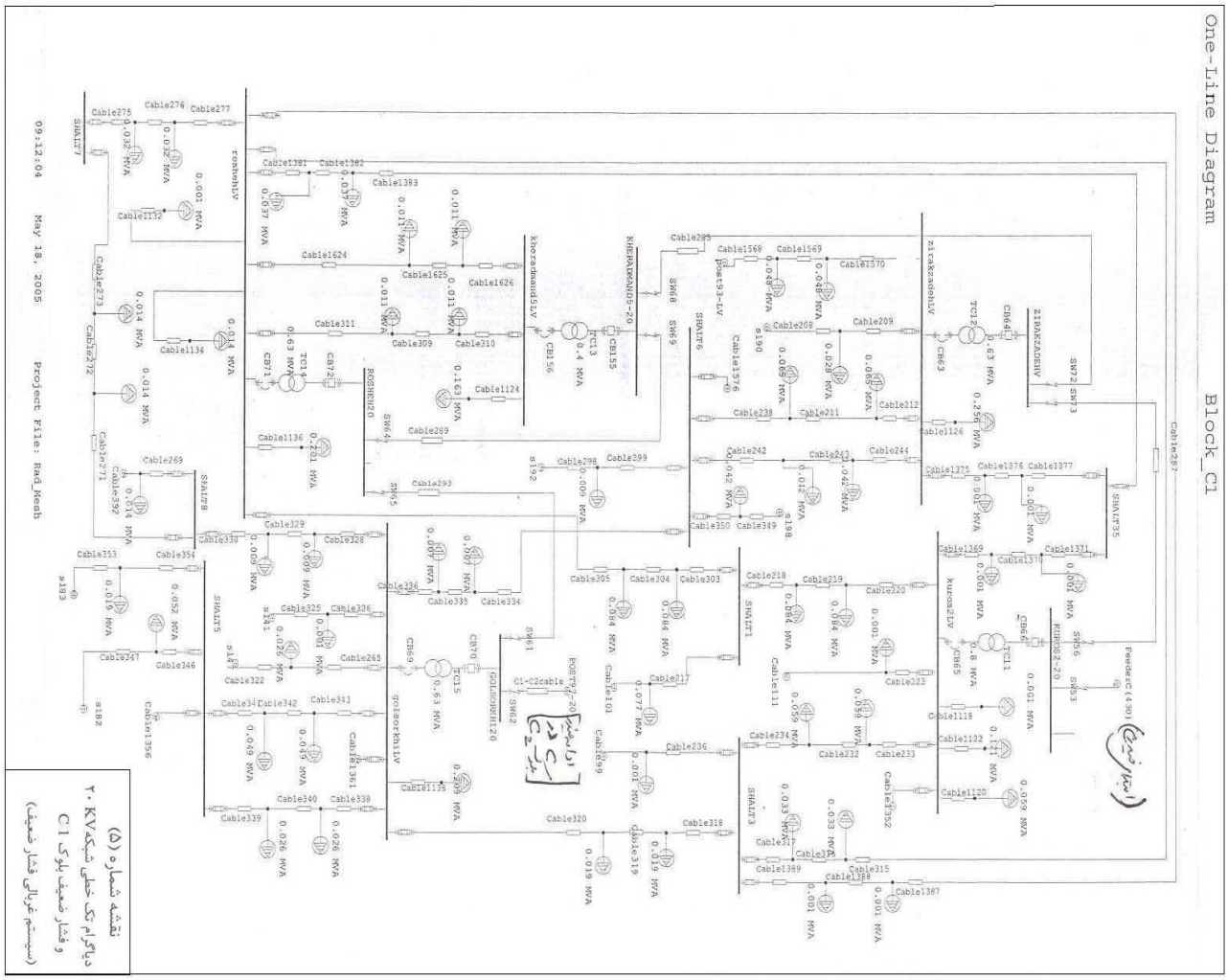
د- با وجود همه سدها و موانع پیش‌گفته با توجه به جداول شماره ۴ و ۵ و ۶ باید مقامات تصمیم‌گیرنده آگاهی یابند که سرمایه‌گذاری بیشتر اولیه برای سیستم غربالی صرفاً از طریق اولاً کاهش تلفات توان و انرژی و ثانیاً قابلیت اطمینان بیشتر سیستم و مدت بسیار کم خاموشی برای مشترکین ذیربط جبران خواهد شد و طبعاً چنانچه سطح بنگاهی فعلی ملاک اتخاذ تصمیم باشد که طی آن نه تلفات و نه خاموشی جایگاه و ارزش واقعی خود را ندارد، در اینصورت قبول رنج و زحمت و هزینه‌های تبدیل سیستم شعاعی به غربالی توجیه منطقی و فنی- اقتصادی نخواهد داشت.

۷- فهرست منابع و مآخذ

[۱]. احمدعلی بهمن‌پور و غلامعلی خاکباز، «امکان‌سنجی غربالی کردن شبکه فشار ضعیف بخشی از شهر تهران»، لوح فشرده مجموعه مقالات بیستمین کنفرانس بین‌المللی برق، آبان ۱۳۸۴

[۲]. قرارداد شماره ۸۳/۳۰۳/۴۰۴ با عنوان «خدمات مهندسی امکان‌سنجی امر غربالی کردن شبکه فشار ضعیف بخشی از شهر تهران» مبادله شده در تاریخ ۱۳۸۳/۴/۱ فیمابین شرکت برق منطقه‌ای تهران و شرکت مهندسین مشاور نیرو

[۳]. گزارش نهایی قرارداد موضوع مرجع [۲] ارسالی برای معاونت نظارت بر توزیع شرکت برق منطقه‌ای تهران در اردیبهشت ۱۳۸۴



نقشه شماره (۵)
دیاگرام تک خطی شبکه ۲۰ KV
و فشار ضعیف بلوک C1
(سیستم غربالی فشار ضعیف)