



نخستین

سامانه جایگزینی سیم‌های شبکه هوایی ۲۰ کیلوولت بدون اعمال خاموشی به مشترکین در کشور (سنجاب ۲۰)

واژه‌های کلیدی: سیم‌های روکش‌دار، شبکه هوایی فشار متوسط، سنباب ۲۰، بای پاس

۱- مقدمه

شبکه‌های هوایی فشار متوسط بیش از ۹۵ درصد از کل شبکه‌های فشار متوسط کشور را شامل می‌گردند [۱]. با توجه به گستردگی خطوط هوایی، مطالعه بر روی روش‌های نوین احداث، تعمیر و نگهداری این بخش از شبکه‌های توزیع همیشه دارای اهمیت بوده است. شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد در راستای استراتژی ۵-۰-۱۴ برآنست تا میانگین خاموشی مشترکین را تا پایان سال ۱۴۰۵ به حدود ۱۴ دقیقه در سال کاهش دهد. در همین راستا یکی از فعالیت‌های این شرکت ممنوعیت به‌کارگیری سیم‌های بدون روکش در شبکه فشار متوسط از ابتدای سال ۱۳۸۹ بوده است. براساس مطالعات صورت گرفته حدود ۹۰ درصد خاموشی‌ها در شبکه‌های فشار متوسط بر اثر وقوع اتفاقات و حوادث گذرا بوده است که این حوادث در شبکه‌هایی که از هادی‌های روکش‌دار در آن‌ها استفاده شده، به‌صورت چشم‌گیری کاهش یافته است و باعث افزایش پایداری شبکه می‌گردد [۲].

با توجه به اهمیت پایداری شبکه این ضرورت وجود دارد که سیم روکش‌دار جایگزین سیم بدون روکش گردد. بر این اساس جهت رفع این موضوع تلاش می‌گردد که بتوان با ایجاد یک روش ساده، سیستمی طراحی شود که با آموزش‌های کاربردی همکاران اجرایی بتوانند بدون اعمال خاموشی به مشترکین سیم‌های بدون روکش را جمع‌آوری و هم‌زمان سیم روکش‌دار را جایگزین نمایند. در صورت تحقق این امر به‌راحتی می‌توان کلیه سیم‌های بدون روکش شبکه‌ی هوایی فشار متوسط را با هزینه اندکی بالاتر تعویض و سیم روکش‌دار

علی سعیدی

سید ابوالفضل اشرف‌زاده

سیدعلیرضا صبورداویدان

نوید عقلی

سعید علیشاهی

شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد

هم‌اکنون اغلب خطوط فشار متوسط شبکه‌های توزیع در سطح کشور از هادی‌های بدون روکش استفاده می‌کنند. بروز خاموشی‌های نسبتاً گسترده ناشی از خطاهای گذرا و ماندگار بر روی شبکه‌های مذکور مشهود بوده و همه‌ساله از این بابت خسارات جبران‌ناپذیری به صنعت برق و استفاده‌کنندگان برق تحمیل می‌گردد؛ امروزه احداث شبکه‌های جدید با استفاده از هادی‌های روکش‌دار صورت می‌پذیرد. اما جایگزینی شبکه‌های موجود و مورد بهره‌برداری مستلزم اعمال خاموشی‌های گسترده می‌باشد.

در این مقاله، به معرفی سامانه جایگزینی سیم‌های بدون روکش شبکه هوایی ۲۰ کیلوولت با سیم‌های روکش‌دار بدون اعمال خاموشی به مشترکین پرداخته شده است. این سامانه برای نخستین بار در کشور توسط محققین واحد تحقیقات و کارشناسان خبره شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد در جهت تداوم خدمت‌رسانی به مشترکین و تحقق اهداف عالی شرکت در راستای استراتژی ۵-۰-۱۴ شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد طراحی ساخته و مورد بهره‌برداری قرار گرفته است.

را جایگزین آن نمود تا به طور جدی حوادث گذرا در شبکه‌ها را کاهش داده و پایداری شبکه را تا حد امکان تضمین نمود.

جایگزینی سیم‌های لخت شبکه‌های هوایی فعلی با سیم‌های روکش دار دارای مزایای فنی و زیست محیطی فراوانی می‌باشد در این میان می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- ۱- افزایش قابلیت اطمینان شبکه و کاهش خاموشی‌های ناشی از برخورد درختان، جانوران و اشیای خارجی با شبکه
- ۲- کاهش مشکلات و معضلات مربوط به حریم شبکه
- ۳- کاهش فضای مورد نیاز جهت احداث شبکه (با توجه نوع سیم روکش دار مورد استفاده)

۴- استقامت بیشتر در مقابل شرایط جوی نامناسب

۵- کمک در حفظ زیبایی مبلمان شهری

۶- امکان احداث شبکه در معابر و کوچه‌های با عرض کم به صورت شبکه هوایی به جای شبکه زمینی و در نتیجه کاهش هزینه‌ها (با توجه نوع سیم روکش دار مورد استفاده)

۷- امکان ایجاد شبکه بر روی پایه‌های شبکه‌های موجود برق دار که باعث صرفه جویی در وقت و سرمایه می‌گردد.

مزایای ذکر شده بسته به نوع سیم روکش دار و شبکه‌ی جایگزین شده روی می‌دهند برای مثال ممکن است برخی از مزایا در مورد شبکه‌های روکش دار با هادی‌های خودنگهدار صدق کرده و در مورد سیم‌های روکش شده معمولی برآورده نشوند.

با بهره‌گیری از روشی بدون جهت جایگزینی شبکه‌های بدون روکش با شبکه‌ی روکش دار بدون خاموشی به مشترکین علاوه بر دسترسی و بهره‌گیری از مزایای فوق، از اعمال خاموشی به مصرف کنندگان و مشترکین جلوگیری به عمل خواهد آمد.

در همین راستا پروژه طراحی و ساخت سنجاب ۲۰ یا به طور دقیق‌تر سامانه جایگزینی سیم‌های بدون روکش شبکه هوایی ۲۰ کیلوولت با سیم‌های روکش دار بدون اعمال خاموشی به مشترکین در شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد تعریف و انجام پذیرفت؛ در ادامه به معرفی دقیق‌تر این سامانه و جزئیات روش اجرای آن پرداخته شده است.

۲- بررسی شرایط موجود

شبکه‌های فشار متوسط عمومی در ایران، با ولتاژهای ۱۱، ۲۰، ۳۳ کیلوولتی کار می‌کنند که در این میان، ولتاژ ۲۰ کیلوولت رایج‌ترین آن‌ها می‌باشد و امروزه نیز، ایجاد و توسعه شبکه‌های فشار متوسط به‌طور اساسی با ولتاژ ۲۰ کیلو ولت صورت می‌گیرد. در برخی از شهرها مانند شهر جهرم نیز که از قدیم ولتاژ ۱۱ کیلوولتی معمول بوده است، رفته‌رفته جای خود را به ۲۰ کیلوولت داده‌اند. ولتاژ ۳۳ کیلوولت فقط در خوزستان رایج است و در ابتدا به‌عنوان ولتاژ فوق توزیع به کار می‌رفت، و از طریق خطوط ۳۳ کیلوولتی و ایستگاه‌های

تبدیل ۳۳/۱۱ کیلوولتی ولتاژ توزیع ۱۱ کیلوولتی تامین و برق به مراکز مصرف رسانده می‌شد و سپس با تبدیل ۱۱ کیلوولت به ۴۰۰ ولت به مصرف می‌رسید. از طرفی در آینده در شهرهای بزرگ مانند تهران، ولتاژ فوق توزیع ۶۳ کیلوولتی نیز جزء سطوح ولتاژ فشار متوسط در طرف ولتاژ اولیه شبکه‌های توزیع قرار خواهد گرفت. تا پایان سال ۱۳۹۲ مقدار کل شبکه فشار متوسط کشور بیش از ۳۸۸ هزار کیلومتر برآورد گردیده است. در جدول ۱ وضعیت شبکه فشار متوسط مشهد و کشور آورده شده است [۲].

۳- عملیات خط گرم

داشتن شبکه ایده‌آل بدون تلفات و خاموشی غیر ممکن است، پس باید در راستای کاهش آن‌ها گام برداریم. ضمن سعی در کاهش تلفات، کاملاً مشخص است که بایستی انرژی توزیع نشده را کاهش داد. یکی از راه‌های مهم کاهش انرژی توزیع نشده، انجام عملیات اصلاحی بر روی شبکه‌های برقدار توسط اکیپ‌های خط گرم خواهد بود.

با توجه به حساسیت و گستردگی شبکه‌های ۲۰ کیلوولت در حال بهره‌برداری شرکت‌های توزیع و همچنین گسترش روزافزون نیاز به انرژی برق به‌صورت مستمر و دایم که متأثر از پیشرفت سریع تکنولوژی می‌باشد، توجه و تمرکز به قسمت تعمیرات و نگهداری شبکه‌های توزیع در اولویت نخست قرار گرفته است. لذا با توجه به اینکه تعمیرات بر روی خطوط نیاز به اعمال خاموشی دارد، بدون شک بهترین و تنها راه جلوگیری از خاموشی‌های خواسته جهت تعمیرات، انجام عملیات سرویس و تعمیرات به‌صورت خط گرم می‌باشد. در همین راستا باید توجه داشته باشیم که سرمایه‌گذاری در این زمینه یک سرمایه‌گذاری سودآور و برگشت‌پذیر خواهد بود. با توجه به ظرفیت و گستردگی شبکه‌های فشار متوسط در حال بهره‌برداری شرکت توزیع نیروی برق مشهد خوشبختانه در بحث سرویس و نگهداری، بخش عمده‌ای از تجهیزات فشارمتوسط به‌صورت گرم سرویس و نگهداری می‌شوند، اما به‌علت گسترش روز افزون و توسعه شبکه‌ها و همچنین تعریض خیابان‌ها باید شبکه‌ها جابه‌جا و رفع حریم گردند.

یکی از مشکلات عمده اینست که در مواردی به‌علت پیچیدگی شبکه مانند شبکه‌های زیگزاک انجام عملیات بروش خط گرم امکان‌پذیر نیست. در چنین مواردی الزامی است تا شبکه مورد نظر بی برق شده تا امکان عملیات بر روی آن میسر گردد از سوی دیگر توجه به عدم اعمال خاموشی به مشترکین در دستور کار این شرکت قرار دارد.

مورد فوق یکی از مواردی است که حتی با وجود انجام عملیات به‌صورت خط گرم باز هم اجرای آن نیازمند بی‌برق نمودن شبکه است. به‌علاوه همان‌گونه که مطرح گردید هدف این مقاله آرایه

جدول ۱- طول شبکه‌های فشار متوسط تا پایان سال ۱۳۹۲

جمع کل (کیلومتر)	شبکه زمینی (کیلومتر)	جمع (کیلومتر)	شبکه هوایی (کیلومتر)		شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد
			غیر خودنگهدار	خودنگهدار	
۵۲۶۴	۶۴۹	۴۶۱۵	۴۵۵۷	۵۸	
۳۸۸۸۲۳	۱۷۹۷۹	۳۷۰۸۴۴	۳۶۹۲۲۸	۱۶۱۶	کل کشور

۵- سنجاب ۲۰

«سنجاب ۲۰» یک نام اختصاری و بر گرفته شده از عبارت «سامانه جایگزینی سیم‌های ۲۰ کیلوولت بدون روکش هوایی، بدون قطع برق» می‌باشد. این سامانه اجازه می‌دهد که (بدون اعمال خاموشی) سیم‌های بدون روکش شبکه‌های هوایی فشارمتوسط را با سیم‌های روکش‌دار تعویض نموده و از شر خطاهای مترتب بر شبکه‌های ۲۰ کیلوولت بدون روکش پیشگیری شود.

۶- تجهیزات تشکیل‌دهنده سامانه سنجاب ۲۰

اجرای عملیات بای‌پاس توسط شرکت‌های توزیع انرژی الکتریکی علاوه بر تخصص و آموزش‌های لازم و تجربه کار با عملیات خط گرم فرمان از نزدیک نیازمند تجهیزات مخصوص عملیات بای‌پاس می‌باشد.

شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد با استفاده از تخصص کارشناسان مجرب و نیز توان بالا و ظرفیت تولید داخلی اقدام به طراحی، بومی‌سازی و ساخت تمامی تجهیزات مورد نیاز عملیات بای‌پاس در داخل کشور نموده و با توجه به هدف اصلی از طراحی و ایجاد این سامانه که «سامانه جایگزینی سیم‌های بدون روکش ۲۰ کیلوولت بدون قطع برق» بوده، نام سنجاب ۲۰ را برای این سامانه انتخاب کرده است. [۳]

۱-۶- خودروی مخصوص تجهیزات عملیات بای‌پاس

این خودرو برای حمل سایر تجهیزات مخصوص عملیات بای‌پاس و قرقه‌های هیدرولیک و کابل‌های ارتباطی مخصوص عملیات بای‌پاس کاربرد دارد و دارای دو قسمت مجزا، یک قسمت برای حمل تجهیزات و قسمت دیگر مکان قرقه‌های هیدرولیک کابل‌های ارتباطی مخصوص عملیات می‌باشد. این خودرو دارای ۴ درب کرکره‌ای در طرفین و یک درب کرکره‌ای در قسمت عقب بوده و سقف آن در قسمت عقب برای جابه‌جایی قرقه متحرک می‌باشد. همچنین رکاب‌های جمع شو در دو طرف و پشت خودرو تعبیه گشته و دارای یک چراغ گردان سرتاسری روی سقف خودرو و یک چراغ گردان به‌همراه پروژکتور و مثلث خطر چشمک‌زن در عقب خودرو می‌باشد.



شکل ۲: تصویر خودروی مخصوص تجهیزات

۲-۶- قرقه‌های هیدرولیک مخصوص کابل‌ها

قرقه‌های هیدرولیک به‌منظور جمع‌کردن کابل‌های ارتباطی مخصوص عملیات بای‌پاس به دورش استفاده می‌شوند. این مجموعه شامل ۹ عدد قرقه هم محور با قابلیت چرخش قرقه‌ها در دسته‌های ۳ تایی (۳ دسته قرقه با ظرفیت طول‌های متفاوت)

روشی برای جایگزینی سیم‌های بدون روکش شبکه‌های فعلی با شبکه‌های روکش‌دار بدون اعمال خاموشی به مشترکین است. شبکه‌های بدون روکش فعلی امکان کاور شدن نداشته و باید تعویض گردند و نیز با شرایط موجود امکان تعویض سیم‌های بدون روکش به‌صورت خط گرم وجود ندارد بنابراین می‌بایست تدبیری اندیشیده شود تا بدون اعمال خاموشی این سیم‌ها تعویض شوند. یکی از نیازهای اساسی شبکه که باید برطرف شود طراحی و استفاده از سیستمی است که بتوان با به‌کارگیری آن بدون اعمال خاموشی عملیات تعویض سیم‌ها صورت گیرد. مهم‌ترین روشی که برای حل این مساله وجود دارد استفاده از یک سیستم بای‌پاس است.

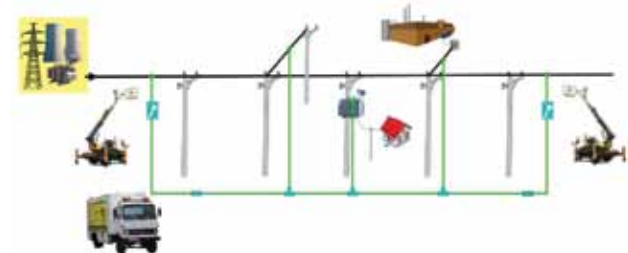
در این روش دو سمت یک سکشن بای‌پاس شده و مشترکین در این بین از طریق ژنراتور یا پست موبیل تغذیه می‌شوند. [۴] و [۵].

۴- عملیات بای‌پاس

پس از مطالعات کارشناسی و تبادل نظرات گروه‌های تحقیقاتی شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد، تصمیم بر آن شد روشی طراحی و مورد بهره‌برداری قرار گیرد تا به‌وسیله آن به‌طریقی سیم‌های شبکه هوایی بی‌برق شده تا بتوان عملیات جایگزینی را انجام داد و در عین حال انرژی مورد نیاز مشترکین از طریق مسیر موقتی تامین گردد. از آنجا که در اصطلاح علمی به این مسیر موقتی که به‌موازات مسیر و شبکه اصلی احداث می‌گردد مسیر بای‌پاس گفته می‌شود، این روش نیز به نام روش بای‌پاس نام‌گذاری شد. [۳]

در روش بای‌پاس یک سکشن (فاصله بین دو پایه کششی) جهت اجرای عملیات انتخاب می‌شود. کابل‌های بای‌پاس که دارای ویژگی‌های مخصوصی می‌باشند در امتداد سکشن مورد نظر بر روی زمین پهن می‌شوند. این کابل‌ها دارای طول‌های مختلف بوده و براساس طول سکشن مورد نظر به‌وسیله رابط‌های مخصوص به یکدیگر متصل می‌گردند. در صورت نیاز به انشعاب گرفتن از این مسیر از رابط‌های انشعابی مخصوص استفاده می‌شود. در طول مسیر نیز برای تغذیه مشترکین و مصارف مختلف اعم از فشار ضعیف و فشار متوسط از رابط‌های انشعابی استفاده می‌شود. ابتدا و انتهای مسیر بای‌پاس در دو سمت سکشن مورد نظر، به‌وسیله کابل‌های مخصوص به شبکه هوایی بدون روکش متصل می‌شود. [۳] (شکل ۱)

در این زمان شبکه هوایی و مسیر بای‌پاس با یکدیگر موازی گشته و هر دو برق‌دار می‌باشند. اکنون با باز شدن جمپرها در دو سمت سکشن، شبکه بدون روکش هوایی بدون برق گشته و تمام بار مشترکین به‌وسیله مسیر بای‌پاس تامین می‌گردد و بدون اعمال خاموشی به مشترکین می‌توان عملیات جایگزینی سیم‌های بدون روکش شبکه را با سیم‌های روکش‌دار انجام داد. در طول انجام عملیات مشترکین از طریق مسیر بای‌پاس تغذیه می‌گردند و حتی برای لحظه‌ای دچار خاموشی نمی‌گردند. [۳]



شکل ۱: نحوه اجرای عملیات بای‌پاس

قابلیت متصل شدن به کلید چمدانی ۲۰ کیلوولت قابل حمل و نیز اتصال به رابط انشعابی (سه‌راهی) جهت تغذیه ترانسفورماتورهای موجود در مسیر، مشترکین ولتاژ اولیه موجود در مسیر و شبکه‌ی هوایی منشعب شده در بین مسیر مورد نظر را دارا می‌باشند.



شکل ۵: کابل عملیات بای پاس

۵-۶- کابل ارتباط مسیر بای پاس به سیم‌های شبکه

این کابل برای ایجاد ارتباط بین مسیر بای پاس و شبکه هوایی قبل و بعد سکشن مورد نظر استفاده می‌گردد. طول هر قطعه کابل ۱۵ متر بوده و از هر رنگ دو عدد کابل برای ابتدا و انتهای سکشن در خودروی مخصوص حمل تجهیزات موجود است. از این کابل هم‌چنین می‌توان برای تغذیه شبکه‌های منشعب شده در بین مسیر استفاده نمود.

۶-۶- کابل تغذیه ترانسفورماتورهای موجود در بین مسیر

در صورت وجود ترانسفورماتور در بین مسیر سکشن مورد نظر با استفاده از این کابل ترانسفورماتور موجود تغذیه می‌گردد.



شکل ۶: کابل تغذیه ترانسفورمر

۷-۶- کلید چمدانی ۲۰ کیلوولت قابل حمل

برای قطع و وصل ارتباط الکتریکی بین مسیر بای پاس و شبکه هوایی از این کلید استفاده می‌شود. دو عدد از کلیدهای چمدانی ۲۰ کیلوولت قابل حمل در خودرو بای پاس برای قرارگیری در ابتدا و انتهای سکشن مورد نظر، وجود دارد. این کلیدها دارای دسته‌ی جمع‌شو و چرخ برای حمل و نقل آسان بر روی زمین بوده و ابعاد و وزنش برای حمل و نقل به‌وسیله یک نفر مناسب می‌باشد. (شکل ۷)

۸-۶- رابط‌های مستقیم (دو راهی)

برای ایجاد اتصال بین دو قطعه کابل ارتباطی به هم از این رابط استفاده می‌شود. در خودروی حمل تجهیزات دو دسته ۳ تایی از این رابط‌ها وجود دارد و بسته‌بندی و جهت محافظت، هر ۳ عدد رابط مستقیم (دو راهی) در کیف مخصوص به‌همراه وسایل نظیف

و مجهز به موتور هیدرولیکی جهت تسهیل کاربری در عملیات باز و بسته نمودن کابل‌های ارتباطی می‌باشد.



شکل ۳: قرقره هیدرولیک

۳-۶- بالابر بوم عایق

این بالابرها دارای بسکت متحرک و با قابلیت چرخش ۳۶۰ درجه می‌باشند و جهت استقرار در ابتدا و انتهای مسیر بای پاس برای ارتباط مسیر بای پاس به شبکه هوایی به‌وسیله کلمپ‌ها و کابل‌های مخصوص به‌صورت عملیات خط گرم و فرمان از نزدیک استفاده می‌شوند و دارای بسکت با دو محور چرخش بر روی بوم عایق و نیز دارای وینچ هیدرولیک سرعت بالا (ظرفیت بلند کردن بیش از ۵۰۰ کیلوگرم) می‌باشند. (شکل ۴)



شکل ۴: بالابر بوم عایق دارای بسکت متحرک

۴-۶- کابل ارتباطی مخصوص عملیات بای پاس

برای ایجاد ارتباط بین ابتدا و انتهای سکشن مورد نظر و تشکیل مسیر بای پاس از این کابل‌ها استفاده می‌شود. وجود سه رنگ متفاوت قرمز، زرد و آبی از این کابل در خودروی بای پاس برای سه فاز متمایز در طول‌های متفاوت ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ متری از هر رنگ که قابلیت اتصال به یکدیگر به‌وسیله رابط مستقیم (دو راهی) متناسب با شبکه تا طول یک کیلومتر دارند. هم‌چنین این کابل‌ها

و روانگرهای مخصوص نگهداری می‌شوند.

سطحی صاف و صیقلی در طرف دیگر برای سُر خوردن و کشیده شدن راحت کابل‌ها بر روی آن است و رنگ آن (نارنجی) هشدار دهنده برای عابرین، انتخاب شده است. (شکل ۹)



شکل ۹: کابل‌های ارتباطی پهن شده روی کفپوش مخصوص



شکل ۷: کلید چمدانی ۲۰ کیلوولت قابل حمل

۶.۱۲. وینچ قابل حمل

برای تسهیل در عملیات پهن کردن کابل‌های مخصوص عملیات بای پاس بر روی زمین از این وینچ استفاده می‌شود. این وینچ قابلیت بسته شدن روی هر نوع پایه‌ی شبکه‌های هوایی را داشته و دارای سیم بکسل با قدرت کشش بالا و قابلیت انعطاف‌پذیری زیاد به طول ۳۰۰ متر می‌باشد.

۷- نتیجه‌گیری

همان‌گونه که مطرح شد تغییر و جایگزینی سیم‌ها در ساختار شبکه‌های موجود با تجهیزات معمول و موجود نیازمند قطع برق و اعمال خاموشی به مشترکین است. در این راستا شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد اقدام به ساخت و تهیه تجهیزات سیستم بای پاس، به‌عنوان راه‌حلی برای موارد ذکر شده نمود. با استفاده از این سیستم عملیات جایگزینی سیم‌های بدون روکش شبکه با سیم‌های روکش‌دار بدون نیاز به اعمال خاموشی به‌مشترکین امکان‌پذیر بوده و علاوه بر آن می‌توان از سامانه سنجاب ۲۰ در هر عملیاتی که نیازمند قطع برق شبکه است بدون اعمال خاموشی به‌مشترکین استفاده شود.

بهره‌گیری از سامانه سنجاب ۲۰ دارای مزایای متعددی است که از آن جمله می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

اجتناب از اعمال خاموشی به‌مشترکین
ارتقاء پایداری و بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع
افزایش ایمنی کاربران و سهولت در انجام عملیات
بومی‌سازی تجهیزات و ساخت آن‌ها در داخل کشور مطابق نیازهای داخلی

۸- منابع

- [۱] آمار تفصیلی صنعت برق ایران ویژه توزیع نیروی برق در سال ۱۳۹۱، انتشارات شرکت مادر تخصصی توانیر، شهریور ماه ۱۳۹۲
- [۲] بررسی و تجزیه و تحلیل حوادث شبکه‌های ۲۰ کیلوولت، محسن ذبیحی، دهمین کنفرانس شبکه‌ها توزیع برق
- [۳] گزارش پایان پروژه «جایگزینی سیم‌های شبکه هوایی فشار متوسط با سیم‌های روکش‌دار بدون اعمال خاموشی به مشترکین»، شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد، ۱۳۹۲

۹-۶- رابط‌های انشعابی (سه‌راهی)

به‌منظور ایجاد یک سه‌راهی در بین مسیر بای پاس برای گرفتن انشعاب ۲۰ کیلوولت جهت تغذیه ترانسفورماتورهای موجود در مسیر، مشترکین ولتاژ اولیه موجود در مسیر و شبکه‌ی هوایی منشعب شده در بین مسیر مورد نظر از رابط‌های انشعابی (سه‌راهی) استفاده می‌شود.



شکل ۸: رابط انشعابی

۱۰-۶- قطعه محافظ کابل‌های ارتباطی

در مواقعی که مسیر بای پاس به‌صورت عرضی از خیابان عبور می‌کند، برای حفاظت از کابل‌های ارتباطی در مقابل عبور وسایل نقلیه از این قطعه استفاده می‌شود. این قطعه دارای طراحی و ساخت با شیب مناسب و ساختار مستحکم در مقابل فشار وزن خودروهای عبوری بوده و بر روی هر قطعه جهت عدم سُر خوردن وسیله‌ی عبوری، پوشش لاستیکی مخصوص تعبیه شده است. این قطعات با طول ۵۰ سانتی‌متر جهت حمل و نقل راحت و قابل اتصال به یکدیگر جهت تشکیل طول‌های بلندتر طراحی و ساخته شده‌اند.

۱۱-۶- کفپوش مخصوص

از کفپوش‌های مخصوص جهت پهن کردن در زیر کابل‌های ارتباطی در طول مسیر بای پاس استفاده می‌شود. این کفپوش‌ها دارای جنس مقاوم در برابر استفاده مکرر بر روی آسفالت و سطوح خشن بوده و دارای سطحی زبر در طرفی که بر روی زمین قرار می‌گیرد جهت عدم جمع شدن در اثر کشیده شدن کابل‌های بر روی آن و