بررسی مشکلات اجرائی و بهره برداری شبکه های توزیع در مناطق سردسیر

احمد وحیدنیا

شرکت برق منطقه ای آذربایجان

چکیده :

در مناطق سردسیر و کوهستانی بهره برداری شبکه های توزیع نیروی برق مشکلات خاصی دارد که لازم است از مرحله مطالعه و طراحی و اجرای شبکه ها تا بهره برداری و تعمیرات آنها توجهات ویـــژه ای بعمل آید تا مشکلات و مسایل موجود حل شده و موجبات رضایت مشترکین و کارکنان فراهم گردد لذا در این مقاله نخست اهم نکاتی را که باید طراحان و مجریان طرحهای توزیع رعایت کنند ذکر می کنیم و سپس مسایل مربوط به بهره برداری را توضیح خواهیم داد.

1- مسائل طراحی

در مسیریابی خطوط فشار متوسط توزیع در حومه شهرها و مناطق کوهستانی و سردسیر باید مطالعه و دقت لازم را بعمل آورده و مسایل بهره برداری خط در فصل سرما در نظر گرفته شود و لذا نباید از مسیرهای بهمن گیر و صعب العبور استفاده گردد در محاسبات طراحی شبکه نیز باید رژیم زمستان و طوفان را در نظر گرفته و براساس نتایج حاصله نسبت به انتخاب پایه ها و اسپن معادل طراحی و اسپن بحرانی اقدام کرد. همچنین باید ضریب کاهش ظرفیت خط با توجه به ارتفاع منطقه از سطح دریا و سایر مسایل نظیر رطوبت ، مه آلود بودن و میزان برف و یخ مد نظر قرار گیرد. قطر یخ در مناطق سنگین حدود 25 میلی متر منظور میشود که در اینصورت ممکن است بیشترین فلش خط (سیم) نه در فصل گرما بلکه در فصل سرما بعلت کشش حاصل از وزن اضافی یخ اتفاق بیفتد . همچنین سیم ها و تیرها باید قادر به تحمل وزن اضافی مزبور همراه با فشار باد باشند درغیر اینصورت پارگی سیم ها و یا شکستن پایه ها حتمی است. لذا لازم است با انجام محاسبات رژیم زمستان و طوفان فاصله بحرانی را برای پایه ها محاسبه کرده و با ضریب اطمینان مناسب نسبت به طراحی و اجرای خط اقدام نمود. یادآوری می کنیم با یک سطح مقطع مساوی فاصله بحرانی برای هادی مسی 4/3 فاصله بحرانی برای هادی آلومینیوم ـ فولاد می باشد که از نسبت مقاومت حد گسیختگی هادیها بدست می آید. جهت محاسبه نیروی وارد بر واحد طول هادی و تنش حاصل از روابط ذیل استفاده می کنیم.

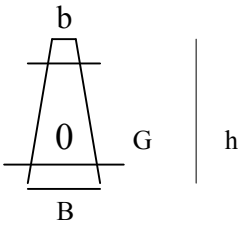
$W_i =$ وزن یخ در واحد طول هادی به kg (1)

$W_w =$ نیروی باد بر واحد طول بر حسب kg/m (2)

$$W = \sqrt{(W_i + W_c)^2 + W_w^2}$$ نیروی وارد بر واحد طول سیم (3)

موضوع ارتعاش و جهش هادی در اثر تخلیه و جدا شدن ناگهانی یخ هادیها نیز از مسایل مهمی است که تنش زیادی در هادی ها ایجاد کرده و موجب سائیدگی و پارگی آنها نیز میگردد. جهت جلوگیری از خستگی سیم ها در محل اتصال به مقره ها می توان از نوار ، سیم های کمکی و یا دمپر (خاموش کننده ارتعاش) استفاده نمود. انتخاب پایه ها بخصوص پایه های انتهائی و زاویه نیز از دیگر مسایل مهم در طراحی و احداث خطوط هوائی توزیع می باشد. فشار باد ، ضخامت یخ ، وزن سیم و وضعیت زمین اسپن طراحی و زاویه انحراف خط از عوامل مهم انتخاب پایه ها می باشند.

برای تیرهای بتونی معمولی نیروی باد را معادل120 کیلوگرم بر سانتی متر مربع و برای تیرهای گرد معادل 40 درصد آن یعنی 48 کیلوگرم برسانتی متر مربع در نظر می گیرند. اگر سطح مقطع طولی تیر بتونی را مطابق ذیل ذوزنقه فرض کنیم گشتاور حاصل از نیروی باد وارد بر بدنه تیر در پای آن بشرح ذیل خواهد بود:

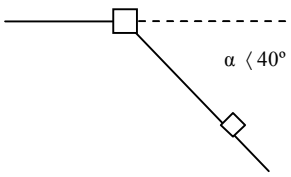


شکل (1)

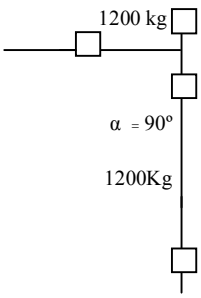
$$M = 20\,h^2\,(B+2b)$$ (4)

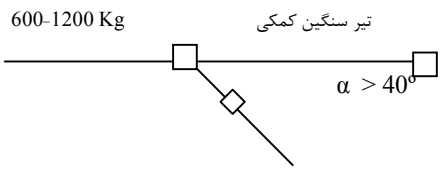
البته باید گشتاور کل را با توجه به مجموع نیروهای وارد بر سیم ها و بدنه تیر محاسبه نمود. بنابراین براساس محاسبات بدست آمده و در نظر گرفتن ضریب اطمینان 2/5 مطابق استاندارد ASA پایه ها را انتخاب می کنیم. در انتها و زاویه ها میتوان از یک یا چند تیر سنگین مطابق جدول (1) استفاده کرد و یا یک تیر سنگین اضافی در امتداد خط مطابق شکل 4 نصب کرد.

600-1200Kg



شکل (2) یک تیر سنگین بصورت زاویه





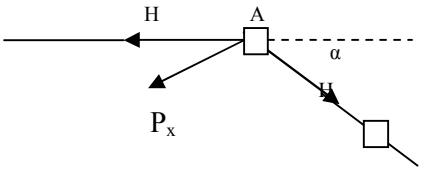
شکل 3 ـ انشعاب از دو تیر سنگین بصورت H

اولین تیر انشعاب بصورت انتهائی نصب میشود.

شکل (4) استفاده ازیک تیرسنگین اضافی درامتدادخط

در صورتیکه خط از دره ها ، جاده ها و رودخانه ها عبور نماید بسته به اسپن مورد نیاز از 2 ، 3 و یا 4 تیر سنگین استفاده خواهد شد و در اینگونه موارد تا زاویه انحراف 25 درجه بهتر است از مقره های ثابت سوزنی (میله ای) استفاده شود.

اگر خط مطابق شکل 5 در پایه A دارای زاویه انحراف α باشد و کشش افقی سیم را در طرفین تیر A معادل H فرض کنیم نیروی حاصل از 3 سیم فازها بر سر تیر و در محل نصب کنسول بشرح ذیل خواهد بود.



$$P_x = 6\ H\ \mathrm{Sin}\ \alpha / 2 \qquad (5)$$

شکل 5 – نیروی وارد به سرتیر با زاویهٔ انحراف α

زاویه انحراف	5	10	15	20	30	45	60
نیروی وارد بر تیر	295	590	882	1174	1748	2685	3380
تعداد و نوع تیر بتونی	400	600	800	1200	2*800	2*1200	3*1200

جدول 1 : تعداد و نوع تیرهای بتونی برحسب فشار وارد بر تیر

در فرمول (5) کشش افقی H از مجموع وزن یخ + وزن سیم + نیروی باد بدست می آید و نیروی وارد بر تیر از معادله ذیل محاسبه خواهد شد.

$$Q = PS_w + P_M + P_a \qquad kg/cm^2 \qquad (6)$$

که در آن Q نیروی وارد بر تیر ، P نیروی باد بر واحد طول سیم و S_w اسپن بادگیر ، P_M نیروی باد بر مقره ها و P_a نیروی حاصل از کشش سیم ها می باشد.

ملاحظه می کنیم که در مناطق سردسیر و کوهستانی که دارای رژیم سخت زمستان همراه با باد شدید می باشد نیروی وارد بر تیرها زیاد خواهد بود. از طرفی باید مقره ها و سیم ها نیز دارای حد گسیختگی و یا UTS (حد پارگی) بالایی باشند. استفاده از هادیهای فشرده با سطح صاف در اینگونه مناطق مناسبتر است همچنین سیم های آغشته به روغن گریز نیز توصیه می شود تا از سائیدگی رشته های هادیها که در اثر انقباض و انبساط و یا تنش های حاصل از ارتعاش سیم ها ایجاد میشود جلوگیری بعمل آید.

میدانیم که ضریب انبساط خطی آلومینیوم بیشتر از فولاد و در حدود دو برابر آن است لذا میزان انقباض و انبساط رشته های آلومینیوم با فولاد متفاوت می باشد که در نتیجه پدیده سائیدگی در مناطق سردسیر که اختلاف درجه حرارت روز و شب و تابستان و زمستان زیاد بوده و گاهاً به هفتاد درجه سانتیگراد هم می رسد بیشتر به چشم می خورد همچنین ارتعاشات ناشی از نیروی باد و جهش سیم در اثر تخلیه یخ نیز به سائیدگی و خستگی هادیها منجر میشود.

ظرفیت خطوط با افزایش ارتفاع از سطح دریا کاهش می یابد و در ارتفاع 3000 متری این کاهش حدود10٪ می باشد. از طرفی حرارت حاصل از عبور جریان و انرژی خورشید در هادیها باید از طریق جابجائی و تشعشع خنثی شود :

$$W_S + RI^2 = W_C + W_R \quad (7)$$

$$W_S+RI^2=W_C+W_R \quad (8)$$

$$I=\sqrt{\frac{W_C+W_R-W_S}{R}} \quad (9)$$

$$R = L / K.A \quad (10)$$

W_S : انرژی جذب شده از خورشید
RI^2 : انرژی ژولی حاصل از عبور جریان I
W_C : انرژی کنواکسیون (جابجائی)
W_R : انرژی تشعشعی

از رابطه (10) مشخص میشود که هر چه A سطح مقطع سیم بیشتر باشد مقاومت R کمتر شده لیکن W_S و W_R و W_C بیشتر خواهد شد. ضمناً قطر یخ نیز زیادتر میشود بنابراین افزایش سطح مقطع همواره منجر به افزایش راندمان و جریان نشده بلکه باید بهترین حالت را از محاسبات مکانیکی و الکتریکی بدست آورده و مناسبترین هادی را انتخاب نمود که جهت این امر روشهای مختلفی وجود دارد. در پاره ای از مناطق کوهستانی پدیده رطوبت و مه آلودگی نیـــز از موضوعاتی است که باید در طراحی و انتخـــاب مقـــره ها به آن توجه داشت تا در بهره برداری و تعمیر و نگهداری مشکلاتی پیش نیاید.

گرادیان ولتاژ بحرانی از رابطه زیر بدست می آید.

$$g = E / r.\lg \mathbf{D/r} \quad (11)$$

$$g = 30\ kv/cm = skv/mm \quad (12)$$

R شعاع هادی و D فاصله متوسط هندسی هادیها می باشد.

ممکن است بعلت بروز قوس الکتریکی ناشی از رعد و برق و پایدار ماندن قوس در اثر ولتاژ خط مقره ها سوراخ یا خرد شوند لذا همانطوریکه گفتیم مقره های خطوط کوهستانی باید از درجه مرغوبیت و uts بالائی برخوردار باشند و قدرت تحمل رطوبت ، سرما و گرمای متناوب را داشته باشند و در صورت لازم حفاظت شوند در غیر اینصورت نگهداری خطوط توأم با مشکلات عدیده خواهد بود بخصوص موضوع شبنم و یخ بستن روی مقره ها و زنجیره مقره ممکن است موجبات بروز اتصالی و خاموشی های مکرر گردد که وجود آلودگی و گرد و غبار نیز به این امر دامن می زند. موارد فوق قسمتی از مسایلی است که باید در طراحی و انتخاب تجهیزات مورد توجه قرار گیرد و مجدداً یادآوری می کنیم که بعلت مشکلات خاص مناطق کوهستانی و سردســـیر باید از بهترین تجهیزات و با کیفیت بالا استفاده کرده و بخصوص از کلیدها و سیستم های هوشمند و مکانیزه جهت کنترل خطوط استفاده نمود استفاده از کلیدهای دژنکتور ، ریکلوزر ، سکشنالایزر هوشمند و اتوماتیک و قابل کنترل از راه دور (مرکز دیسپاچینگ یا کنترل) مفید خواهد بود.

2- مشکلات اجرائی

بطور کلی مشکلات اجرائی در مناطق کوهستانی و سردسیر بخصوص در فصل سرما بسیار حاد می باشد و اجرای اغلب پروژه های توسعه و احداث و یا اصلاح و بهینه سازی در این مناطق باید در فصل گرم انجام گیرد و در فصل سرما فقط پروژه های خاص و اضطراری اجرا شوند بطور مثال نصب پایه ها و یا عملیات کابل کشی در فصل سرما در پاره ای از مناطق اگر غیر ممکن هم نباشد بسیار مشکل است. حتی در داخل شهرهای مناطق سردسیر نیز در فصل سرما و یخبندان تقریباً این عملیات بسادگی مقدور نمی باشد لذا باید طوری برنامه ریزی نمود که عملیات خاکی و حفاری جهت کابل کشی و نصب پایه ها در فصول گرم انجام گیرد و سایر عملیات نظیر

سیم کشی و نصب پست های ترانسفورماتور و تابلوهای داخل شهرها را می توان تحت شرایطی در فصول سرد انجام داد. اگر تیرهای بتونی به اجبار در فصل زمستان و یخبندان نصب شوند باید دقت زیادی بعمل آورد و اگر همراه سنگ لاشه مقداری یخ و برف هم به پای تیرها ریخته شود مسلماً کج شدن تیرها در فصل بهار حتمی می باشد و در اینصورت باید ضمن اصلاح نسبت به بتن ریزی پای تیرها اقدام نمود. عملیات سیم کشی و کابل کشی در مناطق کوهستانی در فصل سرما تقریباً غیر ممکن است و باید برنامه ریزی لازم را بعمل آورد قبل از شروع زمستان عملیات را به اتمام رساند.

مسایل حمل و نقل نیز در فصل طوفان و یخبندان بسیار مشکل است و خطرات سرمازدگی نیروی انسانی نیز وجود دارد لذا در مناطق پربرف و کوهستانی باید در فصل زمستان توسعه و احداث را متوقف کرد اما در داخل شهرها می توان پروژه های ضروری را انجام داد. در صورت کابل کشی در فصل سرما باید اصول استاندارد را رعایت نموده و قبل از انجام کابل کشی کابل را به اندازهٔ لازم گرم نمود.

3- مشکلات بهره برداری

تجهیزات شبکه های توزیع در مناطق سردسیر و کوهستانی بیشتر در معرض آسیب هستند ، از طرفی بعلت صعب العبور بودن دسترسی مسئولین تعمیر و نگهداری به پاره ای از مناطق نیز مشکل می باشد و در صورت دسترسی کار کردن جهت انجام تعمیرات مشکل می باشد :

3-1- تیرهای بتونی

در اثر نفوذ ذرات آب به داخل تیرهای بتونی و یخ بستن و باز شدن های مکرر در حفره های بتن پوکی و ترکیدگی پیش می آید و از عمر تیرهای بتونی کاسته میشود. ضمناً بعلت ترکیدن رویه بتن صافی ظاهری جای خود را به دانه های شن میدهد و ضمن اینکه ظاهر تیرها بدشکل دیده میشود نفوذ آب به داخل سهل تر شده و تخریب بیشتر میشود، زنگ زدگی میلگردهای داخل تیرها نیز شروع میشود. استفاده از بتن مرغوب و ساخت اصولی تیرها با سطوح صاف توصیه میشود. بطور کلی بایدازتیرهای بتونی باکیفیت بالا استفاده نمود تا استهلاک کمتر باشد.

3-2- هادیها (سیم های هوائی)

همانطوریکه گفتیم هادیها در اثر انقباض و انبساط و نیز ارتعاشات ناشی از باد و تخلیه های ناگهانی دچار سائیدگی و خستگی میشوند که باید تدابیر لازم را مطابق آنچه گفته شد پیش بینی نمود. ضمناً پارگی هادیها بعلت کشش زیاد در اثر سرما و وزن یخ نیز ممکن است پیش بیاید بخصوص اگر در موقع سیم کشی فلش لازم پیش بینی نشده باشد.

3-3- کلیدها و ترانسفورماتورها

تعریق مکرر کلیدها و ترانسفورماتورها نیز در مناطق سردسیر موجب بروز مشکل گردد لذا توجه به مسئله عایقی روغن ، مقره ها و بوشینگها بسیار ضروری است و باید در جهـــت رطوبت گیری از روغن و پاک نمودن مقره ها و بوشینگها و دستهٔ کلیدها اقدام لازم را بعمل آورد.

4-3- کابل ها

در مناطق کوهستانی و شیب دار همواره کابل های روغن دچار مشکل خواهند شد و باید مرتباً روغن سرکابل ها کنترل شود و نیز به تعریق سرکابل ها توجه نمود.
بعلت انقباض و انبساط های مکرر روغن کابل های روغنی، در کاغذهای عایق کابل حفره های هوا یا خلاء ایجاد میشود که در نتیجه در همان نقاط ضعف عایقی پیش می آید که ممکن است موجب اتصالی گردد. لذا در مسیرهای با شیب های تند و ناهموار و نیز در مناطق سردسیر بهتر است از کابل های خشک استفاده شده و در طول کابل کشی موضوع انقباض و انبساط طولی نیز مد نظر قرار گرفته و رزرو لازم پیش بینی گردد.

5-3- حمل و نقل و نیروی انسانی

مسایل حمل و نقل در مناطق کوهستانی و سردسیر بسیار پیچیده و مهم است و در فصل سرما در بعضی از مناطق ممکن است بطور کلی تردد زمینی مقدور نباشد. تهیه ماشین آلات مناسب منطقه ، آماده نمودن آنها جهت کار در فصل سرما و همچنین استفاده از نیروی انسانی ماهر و مناسب از مسائلی است که باید به آن توجه نمود. استفاده از سیستم های مخابراتی مناسب نیز توصیه میشود عدم توجه به مسائل یاد شده و کم تجربگی افراد ممکن است حوادث ناگواری به بار آورد. گیر کردن ماشین آلات و خودروها و پرسنل در برف و کولاک ، سرمازدگی افراد و نظایر این ها بارها گزارش شده است. لذا پیش بینی های لازم باید بعمل آید. باید شناسائی خطرات و راه های پیشگیری آن جزو آموزش های مستمر قرار گیرد.

نتیجه گیری :

با توجه به مشکلاتی که در توسعه و بهره برداری شبکه های توزیع برق در مناطق سردسیر و کوهستانی وجود دارد باید از مرحله طراحی و اجرای شبکه ها مشکلات مزبور را مورد توجه قرار داده و با ضریب اطمینان نسبتاً بالا شبکه ها را احداث نمود. همچنین باید برای احـــداث شبکه ها از تجهیزات مناسب مناطق سردسیری استفاده گردد و در مرحله بهره برداری نیز قبل از شروع فصل سرما تعمیرات پیشگیرانه لازم را انجام داد تا مشکلات در فصل سرما کاهش یابد تأمین تجهیزات و ابزارکار مناسب برای کارکنان نیز ضروری است، شناسائی مشکلات و خطرات و پیش بینی راه حل های مناسب از وظایف عمده کارشناسان بخش توزیع می باشد که می تواند به کاهش مشکلات کمک شایانی بنماید. در این مقاله قسمتی از مسائل مزبور مطرح گردید و باید مطالعات و تحقیقات بیشتری در این مورد بعمل آید.

منابع :

1- استانداردهای برق وزارت نیرو
2- طراحی خطوط انتقال و توزیع دکتر اندواری
3- طراحی خطوط انتقال شرکت مشانیر/ط//200922