بررسی حوادث ناشی از عوامل جوی بر خطوط ۲۰ کیلوولت توزیع نیروی برق گلستان

سیدعلی اصغرحسینی – سیداسحق حسینی

شرکت توزیع نیروی برق استان گلستان

کلمات کلیدی : عوامل جوی –خطوط ۲۰کیلوولت

چکیده :

رشد هزینه های نگهداری و سرویس خطوط ۲۰ کیلوولت شرکتهای توزیع برق نشان از عدم عملکرد صحیح اجزاء مختلف تشکیل دهنده سیستم شبکه های توزیع در برابر عوامل اثر گذار مانند عوامل جوی می باشد .بدین جهت همیشه شاهد حوادث مختلف این نوع عوامل بر روی شبکه ها می باشیم. یکی از مهمترین عوامل اثرگذار ، عدم رعایت اصول مهندسی برای شبکه های kv ۲۰ از نظر مکانیکی است با توجه به اینکه اینگونه مسائل به جد در شبکه های انتقال نیرو رعایت می شود و تمامی جوانب برای احداث شبکه سنجیده می شود متاسفانه این موارد در شبکه های توزیع بسیار کم رنگ است و البته جای بسی خوشوقتی است که در سالهای اخیر حرکت خوبی در این زمینه برای شبکه های توزیع انجام گرفته است تا بتوان با رعایت استانداردهای وزارت نیرو برای احداث شبکه های جدید و سرویس شبکه های موجود ، ضمن افزایش مقاومت شبکه های ۲۰ کیلوولت از نظر مکانیکی مخصوصا در برابر عوامل جوی جنبه های اقتصادی هم در حد معقول رعایت شود. در این مقاله سعی شده است با توجه به اطلاعات موجود از یکی از خطوط ۲۰ کیلو ولت استان و حوادث بوجود آمده در دو سال متوالی بر اثر طوفان که منجر به خروج شبکه از مدار و خاموشی گردیده است و شبکه ۲۰ کیلوولت آسیبی جدی از جمله پارگی سیم و شکستن پایه های متعدد را متحمل گردیده است را بررسی نموده تا بتوان نسبت به افزایش استحکام شبکه در برابر عوامل اثرگذار تصمیمات جدی تری اتخاذ نمود و ضمن رعایت تمامی اصول مهندسی در طراحی ، عوامل پنهان اثر گذار را هم شناسایی نمود.

مقدمه

اصولا باید برای پایداری مکانیکی شبکه های برق با در نظر گرفتن شرایط جغرافیایی و عوامل جوی بتوان با در نظر داشت این عوامل ، طراحی خطوط را با لحاظ نمودن آن ها انجام داد تا خطوط در بدترین شرایط جغرافیایی و عوامل موجود آن ناحیه پایداری داشته و این عوامل موجب خاموشی و قطع این خطوط نباشند که علاوه بر خاموشی و قطع برق مشترکین هزینه زیادی جهت اصلاح خط و سیستم به بار خواهد آورد.

با توجه به تغییرات شرایط جوی در نقاط مختلف کشور باید طراحی متناسب با شرایط همان مناطق صورت گیرد و در صورت لزوم نسبت به اصلاح طرحهای موجود و مواد بکار گرفته شده هم اقدام نمود . در این راستا ضمن بررسی آب و هوای استان گلستان و تقسیم بندی نواحی استان از نظر جغرافیایی و میزان تاثیر پذیری شبکه از این عوامل ضمن شناخت این عوامل و میزان تکرار آن در این نواحی می توان نسبت به بازنگری طرحها خصوصا در رابطه با فاصله فازها و طول اسپن ها و فلش سیم برای شبکه های برق با توجه به آمارهای موجود اقدام کرد و میزان خاموشیها و اتصالیهای تاثیر پذیر از این عوامل را کاهش داد ،

شرایط جوی استان گلستان

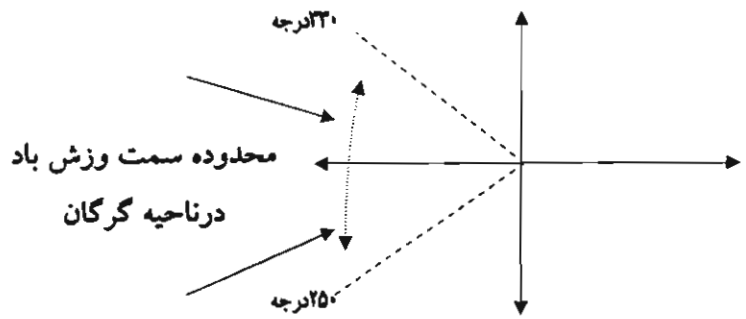
با بررسی آب و هوای استان گلستان و مشخص شدن مسیر باد در نواحی مختلف استان که در طول ۱۰ سال گذشته انجام شده است نشان می دهد که مسیر وزش باد و طوفان در نواحی مختلف دارای یک کانال بخصوص تحت زاویه معین اتفاق می افتد که در طول ۱۰ سال اخیر بطور کلی طوفانها در این مسیر وزیده است و خطوط عمود بر این مسیر بیشترین آسیب را دیده اند . برای نمونه خط ۲۰ کیلوولت آق قلا۲ گرگان را می توان نام برد که در طول مدت بهره برداری، دوبار طوفان خسارات فراوانی به این خط وارد نموده است.

در بررسی آمار ۱۰ ساله وزش باد در استان گلستان مسیر وزش باد در سه ناحیه از استان به شکل ذیل می باشد.

۱- ناحیه گرگان [۱]

a –سمت و سرعت باد

در محدوده بین سالهای ۷۲ لغایت ۸۰ حداکثر باد ۹۰ کیلومتر ثبت شده است که مسیر این طوفان از غرب به شرق بوده است.



نمودار شماره (۱)

با توجه به نمودار شماره (۱) مشخص می شود که اکثر بادهای وزیده در این ناحیه در محدوده ۲۵۰ الی ۳۳۰ از جنوب غربی تا شمال غربی میباشد

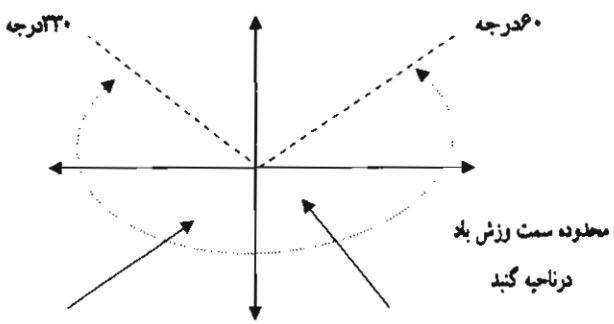
B - تعداد روزهای یخبندان

روزهای یخبندان در این ناحیه در بین سالهای ۷۲ لغایت ۸۰ حداکثر ۱٤ روز برای ناحیه کوهپایه ثبت شده است البته در ناحیه کوهستانی تعداد این روزها برابر سه ماه می باشد.

۲- ناحیه گنبد [۱]

a- سمت و سرعت باد

در محدوده بین سالهای ۷۲ لغایت ۸۰ حداکثر سرعت طوفان در این ناحیه ۱۲٦ کیلومتر ثبت شده است که سمت این طوفان



نمودار شماره (۲)

با توجه به نمودار شماره (۲) مشخص می شود که در این ناحیه بین شمال غرب و شمال شرق هیچگاه باد یا طوفانی نوزیده است و محدوده وزش بادها و طوفانها در این ناحیه بین ٦٠ الی ٣٣٠ درجه می باشد یعنی سمت وزش باد جنوب شرقی و جنوب غربی بوده است.

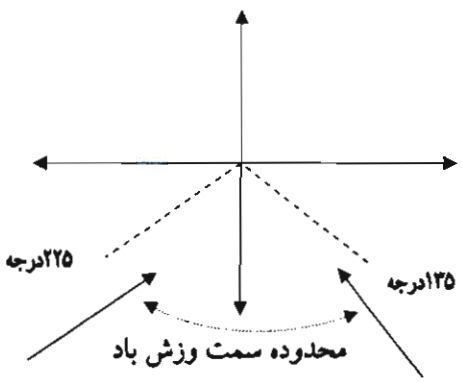
b- تعداد روزهای یخبندان

تعداد روزهای یخبندان در این ناحیه در بین سالهای ۷۲ لغایت ۸۰ حداکثر ٢٤ روز برای ناحیه کوهپایه ثبت شده است البته در ناحیه کوهستانی تعداد این روزها تا سه ماه را بالغ می گیرد.

۳- ناحیه مراوه تپه [۱]

a- سمت و سرعت باد

در محدوده بین سالهای ۷۲ لغایت ۸۰ حداکثر سرعت طوفان ۸۳ کیلومتر ثبت شده است که سمت این طوفان از جنوب به شمال بوده است.



نمودار شماره (۳)

البته بجز یکبار در طول این مدت که زاویه ۲۸۰/۱۱ درجه ثبت شده است که دارای سرعت بالایی نبوده است

با نظر به نمودار شماره (۳) مشخص می شود که قسمت اعظم مسیر وزش باد در این ناحیه بین جنوب شرقی و جنوب غربی بوده است که در این ناحیه باید سرعت باد دقیقا در طراحی لحاظ شود.

b- تعداد روزهای یخبندان

تعداد روزهای یخبندان در این ناحیه حداکثر ۲۵ روز برای ناحیه کوهپایه ثبت شده است البته در ناحیه کوهستانی تعداد این روزها افزایش می یابد.

مشخصات فنی خط ۲۰ کیلوولت آق قلا ۲

خط ۲۰ کیلوولت آق قلا ۲ در منطقه جلگه ایی بین شهر گرگان و شهرستان آق قلا کشیده شده است . این خط از پست گرگان یک تغذیه نموده و در سال ١٣٦٤ تاسیس گردیده است .هادی خط اصلی با سیم آلملک با مقطع ۱۲۰ با سر کابل نوع **PVC** با طول اسپن حداکثر در مسیر اصلی دارای ۱۹۰ الی ۲۱۰ متر می باشد طول این خط ٤٦ کیلومتر که در طول مسیر ٦ روستای بزرگ را تغذیه نموده و از مراکز حساس که از این خط تغذیه می نمایند می توان فرودگاه گرگان – اداره کل زندانهای استان و هنرستان فنی را نام برد این خط دارای ۳ دستگاه سکسیونر قابل قطع زیربار و ٤ دستگاه فیوزکات اوت می باشد . ارایش خط آرمهان ناپ اوت می باشد و هم چنین دارای ۳۷ دستگاه ترانس هوائی و ٦ دستگاه ترانس زمین با مجموع ظرفیت ۷۸۸۵ کیلوولت آمپر می باشد این خط دارای حداکثر ۷۰ آمپرو حداقل ۱۵ آمپر می باشد. این خط در سالهای ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ بر اثر وزش طوفان با سرعت بیش از ۸۰ کیلومتر دو بار آسیب کلی دیده است . که در هر دو حادثه یک بار ٦ اصله تیر و بار دوم ۱۲ اصله تیر همراه با

پارگی سیم بوجود آمده است با توجه به این حوادث و عمق حادثه و سرعت طوفان نشان می دهد باید با بررسی دقیق طرح موجود وضعیت خط را با اصلاح طرح در برابر این طوفانها پایدارتر نمود . مشخصات فنی خط بقرار زیر می باشد

۱- فاصله دو تیر یا اسپن	۱۹٤ متر
۲- نوع براکت	آرممان ناپ اوت
۳- نوع تیر	۶۰۰-۱۲ (چهار گوش سیمانی)
٤- فاصله فازها	یک متر و ۱۰ سانتیمتر
٥- فاصله سیم تا زمین در نقطه وسط	٤ متر
٦- نوع مقره	بشقابی
۷- نقطه حساس تغذیه	فرودگاه
۸- منطقه جغرافیایی	زمین کشاورزی – دشت
۹- حداکثر درجه حرارت محیط	٤۲ درجه سانتی گراد
۱۰- نوع سیم	آلملک ۱۲۰
۱۱- حوادث مهم خط	دو مورد طوفان و تعداد ۱۸ اصله تیر شکسته
۱۲- طول خط	٤٦ کیلومتر
۱۳- تعداد ترانسهای منصوبه	٤۳ دستگاه در ظرفیت های مختلف
۱٤-سال بهره برداری	۱۳٦٤
۱٥- حداکثر بار	۷٥ آمپر

محاسبات مکانیکی نیروهای وارده بر پایه های میانی (توخطی) [۲]

کل نیروی افقی که باد از طریق سیم و مقره و سطح بادخور به پایه وارد می کند در انتخاب پایه موثر است و از رابطه زیر بدست می اید

$$W_H = N \cdot \{W_{H_1} + W_S\} + W_{H_2} \qquad (1)$$

نیروی باد روی پایه + [(نیروی باد روی مقره) + (نیروی باد روی سیم)] * تعداد سیم = کل نیروی باد وارده بر پایه در این رابطه

WH1= نیروی افقی باد روی سیم
Ws= نیروی باد روی مقره
WH2 = نیروی باد روی پایه
N= تعداد سیمها

الف : نیروی افقی باد روی سیم
نیروی وارد بر سیم

$$W_{H_1} = S_W \times P_W \times d \times 10^{3} \quad kg/f \qquad (2)$$

Sw= اسپن بادگیر (متر)
Pw= فشار باد (بر حسب کیلو گرم بر متر مربع) که طبق استاندارد VDEاگر سرعت باد V باشد برابر $P_w = \frac{v^2}{16}$ می باشد

d= سطح موثر باد خور سیم (متر مربع)
ب : نیروی افقی باد روی مقره از رابطه زیر محاسبه می شود **[۲]**

$$s_w = p_w * (l * d * j) \qquad kg/f \qquad (3)$$

l= طول مقره یا زنجیر مقره بر حسب متر
d=قطره مقره یا زنجیر مقره بر حسب متر
j= ضریبی که برای جبران فضاهای بازبین مقره استفاده شده است و معمولا ۰/۵ در نظر گرفته می شود

ج) نیروی افقی باد روی پایه از رابطه زیر محاسبه می شود. (۲)

$$W_{H_2} = \frac{h}{h_1} * k * s * v^2 \qquad (4)$$

S= سطح بادخور تیر (متر مربع)
V= سرعت باد (متر بر ثانیه)
K= ضریبی است که مقدار آن از جدول شماره (۱) بدست می آید

جدول (۱) مقدار ضریب **k** برای سطوح مختلف پایه

نوع سطح بادگیر	K
پایه استوانه ای با قطر بیش از ۵ سانتی متر	٪۰۵
مقطع دایره ای و قطر کمتر از ۵ سانتی متر	٪۶۲۵
با مقطع تخت (پایه بتونی)	٪۸۱۲

h= ارتفاع مرکز ثقل تیر از زمین (متر)
h1= فاصله نقطه نگهدارنده سیم از زمین (متر)
H= ارتفاع تیر از سطح زمین (متر)

اگر ابعاد تیر a ,b باشد h از رابطه زیر بدست می اید

$$h = \frac{b - \sqrt{\frac{a^2+b^2}{2}}}{b-a} * H \qquad (5)$$

محاسبه نیروی وارده بر پایه های میانی خط آق قلا با توجه به پارامتر های موجود خط

با توجه به اینکه نیروی وارده بر مقره در مقایسه با نیروی وارده بر سیم و تیر بسیار ناچیز است از نیروی وارد بر مقره در محاسبات صرف نظر می شود و فقط نیروی وارده بر سیم و تیر محاسبه می گردد.
نیروی وارد بر سیم :

$$W_{H_1} = S_W * P_W * d * 10^3$$

v=90*1000/3600=25 m/s

pw=25*25/16 = 39 kgm2

d= 10/98 *10^{-3} m

s_{u} = 194 *1/1 = 213 /4

W_{H_1}=3*(213/4*39*10*98*10^{-3})=3*9/4=274

نیروی وارد بر تیر

a=0/19 m
b=0/37 m
G=10/2 m

باجاگذاری این اعداد دررابطه (۵) مقدار h بدست می آید.

h=4/29 m

سطح بادخورتیربرحسب مترمربع $s = (0/19 + 0/37)/2 * 10/2 = 2/856$

نیروی وارده بر تیر با توجه به رابطه (٤) برابر ۷۰ کیلو گرم خواهد بود.

در نتیجه کل نیروهای وارده بر تیر برابر خواهد بود با :

۲۷٤ + ۷۰=۳٤٤ کیلو گرم نیرو

پس تیر های طراحی شده با قدرت ٦۰۰ کیلو گرم برای شبکه بیست کیلو ولت آق قلا کافی بوده است

نتیجه گیری :

با توجه به نتایج بدست آمده از پارامترهای خط و محاسبات انجام شده به نظر می رسد قدرت تیرهای در نظر گرفته شده برای استحکام مکانیکی شبکه کفایت می کند ولی این پرسش هنوز باقیست چرا شبکه نتوانسته است در مقابل طوفانی برابر ۹۰ کیلومتر در ساعت از خود مقاومت نشان دهد و در دو سال متوالی تعدادی از تیرهای آن شکسته است و شبکه توان کافی مکانیکی در شرایط متعارف طراحی را نداشته است و این خود نشان از عواملی دیگر که در توان مکانیکی شبکه موثر است را نشان می دهد. هر یک از عوامل زیر می تواند در کاهش توان مکانیکی شبکه موثر بوده باشد.

۱- عدم طراحی صحیح در ساخت تیرهای مورد استفاده در شبکه های توزیع که قدرت واقعی پایه ها ممکن است کمتر از قدرت اسمی آنها باشد.
۲- پایین بوده عمر مفید پایه با توجه به شرایط خاص آب و هوائی که ناشی از رطوبت بالا و شرجی بودن هوا در فرسودگی تیر ها موثر است که موجب خوردگی بتون شده و به مرور زمان از بدنه تیر ریخته می شود.
۳- عدم آچارکشی به موقع اتصالات ، که سستی آنها باعث ارتعاش پایه در وزش بادها شده و بمرور باعث ترک مونی تیرها می شود
٤- وجود موانع طبیعی و غیر طبیعی که در طراحی آرایش آرممان ناب اوت باعث عدم رعایت فواصل یکسان بین پایه شده در صورتی که فلش سیم متناسب با اسپن ها تنظیم نشود خود باعث ایجاد نیروهای اضافی در پایه شده و لی این نیروی

اضافی در طراحی لحاظ نمی گردد . نامیزان بودن مقره های آویزی و کشیدگی آنها به یک طرف نشان از این واقعیت است

۵- عدم اجرای صحیح فونداسیون که در اثر وزش بادهای متوالی در سالهای بهره برداری باعث انحراف تیرها از خط مستقیم شده و ایجاد زاویه می نماید و این زاویه می تواند بعنوان نیروی اضافه به پایه ها وارد گردد

٦- عدم در نظر گرفتن انشعاباتی که از خط که بمرور از یک خط با ارایش آرمهان ناپ اوت گرفته می شود ولی محل انشعاب با تیر مناسب استحکام لازم داده نمی شود که پس از گذشت چند سال تیرهای محل انشعاب از راستای خط منحرف شده و باعث عدم تعادل نیروها می شود.

هر یک از موارد عنوان شده در بالا بعنوان یک فرضیه در نظر گرفته می شود و برای بررسی تاثیر هر یک از عوامل نیاز به تحقیق و پژوهش جداگانه دارد. ولی با وضعیت موجود برای هر یک از نقیصه های ذکر شده می توان راه حلی پیشنهاد داد که عبارتند از

۱- تست و قدرت سنجی پایه های تولیدی کارگاهها و مشخص کردن قدرت واقعی تیرهای تولید شده

۲- تعمیرات پیشگیرانه و آچارکشی بموقع اتصالات سست تجهیزات

۳- اجرای صحیح شبکه بخصوص اجرای صحیح فونداسیون تیرها که کج بودن بعضی از تیرها نشان از نامقاوم بودن پی آنها می باشد که به مرور زمان و سستی خاک این منطقه ، بعضی از تیر ها از راستای خط خارج شده است .

پیشنهاد:

با توجه به بررسی بعمل آمده از محل آسیب دیدگی خط مشاهده گردید در محل اسیب دیده و نزدیکی آن از خط انشعاب گرفته شده است که یک عامل اصلی در بروز حادثه ، ناشی از نیروی کششی بوده است و از طرفی تعدادی از آرمهان های ناپ اوت بعلت سستی اتصالات در خلاف راستای خط چرخیده است و نیروی اضافی دیگر به آن وارد نموده است . لذا می بایستی تیرهای محل انشعاب با تیرهای قدرت بالا تعویض می شده است و همچنین با تعمیرات پیشگیرانه محل اتصالات در فواصل زمانی مناسب آچار کشی شود.

منابع :

۱- آمار موجود در مرکز هوا شناسی استان گلستان

۲- خطوط هوائی شبکه های توزیع برق- مهدی کریم روشن میلانی – چاپ اول ۱۳۸۱