



گروه مهندسی برق قدرت

پایان نامه

جهت اخذ مدرک کارشناسی

عنوان پروژه:

بررسی اقتصادی شبکه‌های توزیع هوایی و زمینی در احداث و

بهره برداری

استاد راهنما:

جناب آقای مهندس عنایتی

دانشجو:

جواد جناتیان

۹۰۱۱۳۰۵۰۳۱

پاییز ۱۳۹۲



چکیده:

با یک نگاه کلی به شبکه های توزیع نیروی برق که شامل دو نوع شبکه هوایی و زمینی می باشد این مسئله در اذهان می گنجد که استفاده از شبکه های هوایی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه تر بوده و بدین دلیل غالب شبکه های موجود هوایی می باشد و با توجه به اینکه عموماً شبکه های زمینی در محدوده شهرها مورد استفاده قرار میگیرد اذاً مسائل محیطی و در نظر گرفتن زیبایی شهرها مسئله عمده در انتخاب این نوع شبکه ها می باشد با این حال بررسی دقیق و جزئی تر هر یک از این نوع شبکه ها در زمینه های مختلف از جمله برآوردن هزینه های طرح و احداث ، بررسی میزان تلفات توان و انرژی، نحوه بهره برداری، قابلیت اطمینان و نحوه خدمات دهی، بررسی تعداد اتفاقات ، معایب و میزان انرژی توزیع نشده و در نظر گرفتن مسائل ایمنی و غیره این امکان را می دهد که مزایا و معایب هر یک بصورت کاملتر بررسی و مطرح گردیده و مقایسه نسبتاً خوبی صورت گیرد.

بدین منظور و برای دستیابی به اهداف مطرح شده فوق یک شبکه نمونه فشار متوسط موجود بصورت عملی بررسی و مورد تجزیه و تحلیل قرار میگیرد.

نتایج بدست آمده از شبکه نمونه قابل تعمیم بوده و میتواند مورد استفاده عملی در نحوه انتخاب شبکه های توزیع گردد [۱].

فهرست مطالب

| | |
|----|---|
| ۱ | مقدمه..... |
| ۲ | فصل اول : معرفی شبکه های توزیع..... |
| ۵ | ۱-۱- نحوه انتقال و توزیع انرژی الکتریکی..... |
| ۷ | ۲-۱- ساختار شبکه های توزیع..... |
| ۷ | ۱-۲-۱- شبکه های زمینی..... |
| ۹ | ۲-۲-۱- شبکه های هوایی..... |
| ۱۰ | ۱-۲-۲-۱- شبکه های هوایی با خطوط فاقد عایق (سیمهای لخت)..... |
| ۱۱ | ۲-۲-۲-۱- شبکه های هوایی با خطوط عایق شده..... |
| ۱۳ | ۳-۱- انواع معماری شبکه های توزیع..... |
| ۱۳ | ۱-۳-۱- شبکه باز (شعاعی)..... |
| ۱۴ | ۲-۳-۱- شبکه حلقوی (رینگ)..... |
| ۱۵ | ۳-۳-۱- شبکه دو سو تغذیه..... |
| ۱۶ | ۴-۳-۱- شبکه غربالی..... |
| ۱۸ | فصل دوم : پدیده فرورزونانس..... |
| ۱۹ | ۱-۲- خطوط توزیع هوایی..... |
| ۲۱ | ۲-۲- پستهای توزیع..... |

- ۲۲ ۱-۲-۲ - پستهای هوایی
- ۲۴ ۲-۲-۲ - پستهای زمینی
- ۲۶ ۳-۲ - هادی های مورد استفاده در شبکه های هوایی
- ۲۹ ۱-۳-۲ - کابل خودنگهدار
- ۳۱ ۲-۳-۲ - هادی آلومینیومی تقویت شده با فولاد ACSR
- ۳۲ ۳-۳-۲ - هادی های هوایی روکش دار
- ۳۴ ۴-۲ - کابل های فاصله دار (Spacer Cables)
- ۳۹ ۵-۲ - تابلوها
- ۴۴ فصل سوم: مقایسه شبکه های هوایی و زمینی در احداث و راه اندازی
- ۴۵ ۱-۳ - - صرفه اقتصادی
- ۴۶ ۲-۳ - مشکلات اجرایی
- ۴۷ ۳-۳ - تعمیر و عیب یابی
- ۴۸ ۴-۳ - حفظ زیبایی محیط و حریم ها
- ۴۹ ۵-۳ - حادثه آفرینی و ایمنی
- ۵۱ ۶-۳ - مقایسه معایب و اتفاقات شبکه های هوایی و زمینی
- ۵۷ فصل چهارم: مقایسه فنی و اقتصادی شبکه های توزیع

۴-۱-مقایسه فنی شبکه های توزیع.....۵۸

۴-۲-مقایسه اقتصادی شبکه های توزیع.....۵۸

منابع.....۶۸

مقدمه

مقدمه:

یکی از مزیت‌های مهم انرژی الکتریکی بر سایر انرژی‌ها سادگی قابلیت انتقال و توزیع آن برای مسافت‌های طولانی می‌باشد. تحقیق بخشیدن به چنین امری نیاز به وسایلی دارد تا به کمک آنها بتوان انرژی الکتریکی را از یک محل به محل دیگر انتقال داد و یا در یک حوزه وسیع توزیع نمود. بدون اینکه هیچگونه خطری شبکه و عوامل جانبی آنرا تهدید نماید. روش‌های مختلفی را می‌توان جهت امر فوق اختصاص داد که دو روش اصلی به شرح زیر می‌باشد.

۱- سیم‌هوایی با تجهیزات مربوط به شبکه زمینی

۲- کابل زمینی با تجهیزات مربوط به شبکه زمینی

در حال حاضر شبکه توزیع باسیم هوایی یکی از رایج‌ترین شبکه‌هایی است که بطور گسترده در شهر و روستا مورد استفاده قرار می‌گیرد. دلیل آن هم امکان ساخت تجهیزات این شبکه در داخل کشور و ارزان بودن قیمت تجهیزات شبکه توزیع با سیم هوایی باعث شده است که شبکه توزیع با کابل زمینی کمتر مورد استفاده قرار بگیرد. در صورتیکه عبور شبکه توزیع با سیم هوایی در معابر پوشیده از درخت و خاموشی‌های پی‌در پی که در اثر برخورد درختان با هادی‌های این شبکه بوجود می‌آید یکی از مشکلات است که گریبانگیر شرکت‌های توزیع برق شده است لیکن با شناخت بیشتر روی شبکه‌های توزیع می‌توان این مشکلات را به حداقل رساند به همین جهت در این مقاله ضمن بررسی شبکه‌های توزیع با سیم هوایی و کابل زمینی مزایا و معایب مربوط به آنها توضیح داده شده و مقایسه فنی و اقتصادی صورت گرفته است [۱].

فصل اول

معرفی شبکه‌های توزیع

مقدمه

صنعت برق یکی از حیاتی‌ترین صنایع یک کشور به حساب می‌آید. در این میان، شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی، محل تلاقی مشترکین صنعت برق می‌باشد و اشکالات سیستم توزیع در این صنعت، از دید مصرف‌کنندگان، مشکل کلیه صنعت برق قلمداد خواهد شد. توسعه روز افزون، عدم پیش‌بینی صحیح این روند و عقب‌ماندگی تکنولوژی، همواره مشکلاتی را در سیستم توزیع انرژی الکتریکی به همراه داشته است. با توجه به اینکه ۳۵ درصد از سرمایه‌گذاری‌های صنعت برق، به بخش توزیع مربوط است و عدم طراحی صحیح، هدایت سیستم بدون برنامه‌ریزی و تعیین اهداف بدون کنترل پروژه‌ها، موجبات اعمال ضرر به سرمایه ملی، اتلاف انرژی و عدم رضایت و بدبینی مشترکین را به دنبال داشته است، بنابراین لزوم آموزش و انتقال دانش، نوآوری، رعایت نکات فنی و استانداردها، نظارت، کنترل و ارزیابی در سیستم‌های توزیع شدیداً احساس می‌شود.

ولتاژهای استاندارد ایران

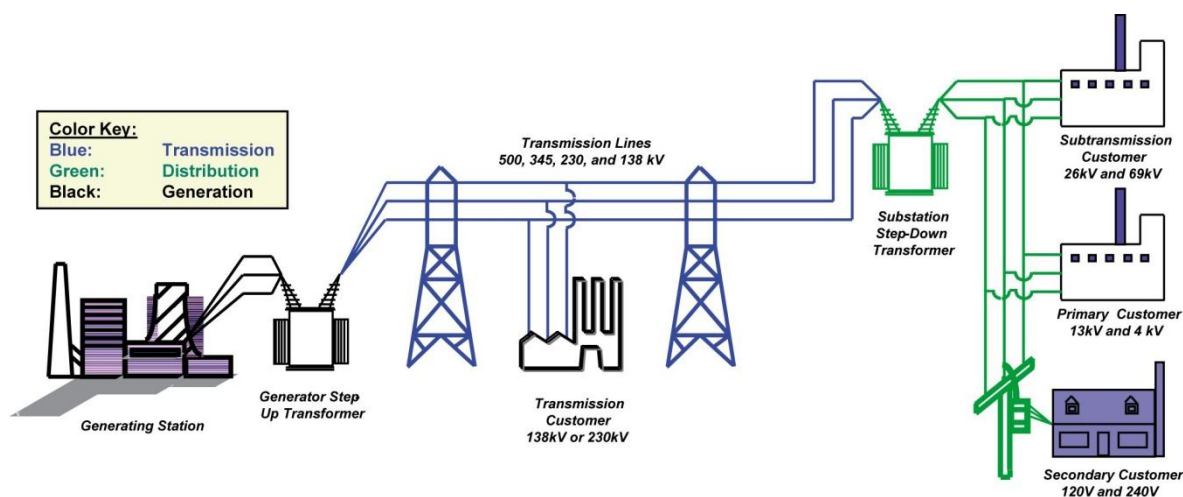
ولتاژهایی که در ایران در قسمتهای تولید و انتقال و توزیع استفاده می‌شود عبارتند از:

| سطوح ولتاژهای استاندارد در ایران | | |
|----------------------------------|------------------|----------------|
| ردیف | سطح ولتاژ | نوع خط |
| ۱ | ۲۳۰ KV, ۴۰۰ KV | خطوط انتقال |
| ۲ | ۶۳ KV, ۱۳۲ KV | خطوط فوق توزیع |
| ۳ | ۱۱KV, ۲۰KV, ۳۳KV | خطوط توزیع |
| ۴ | ۲۲۰V, ۳۸۰V | خطوط فشار ضعیف |

معرفی سیستم قدرت :

سیستم قدرت (*Power System*)، همیشه به عنوان بزرگترین و پیچیده ترین صنعت موجود در جهان یاد می شود و همواره سعی مهندسان حوزه ی انرژی بر این است که این مجموعه را بهبود بخشند و روز به روز با علم روز همراه سازند. سیستم های قدرت به مجموعه ای از تولید توزیع و مصرف گفته می شود که در کنار هم به طور منظم و یکپارچه ای کار می کنند. این سیستم ها به چهار بخش عمده تولید ، انتقال ، توزیع و سرویس به مشترکین تقسیم می شود.

در شکل زیر می توانید شمایی از یک سیستم قدرت را مشاهده نمایید.



سیستم قدرت (*power system*)

سیستم تولید : این سیستم در نیروگاه نصب می شود و عمدتاً شامل تجهیزات اصلی و الکتریکی مانند یک یا چند ژنراتور اصلی و پست نیروگاهی می شود که نقش اساسی در تولید انرژی الکتریکی ایفا می کنند.

سیستم انتقال : این سیستم شامل خطوط انتقال انرژی سه فاز، پستهای انتقال سه فاز و باس بارهای مربوطه می باشد. باید دانست هادی های خطوط انتقال انرژی سه فاز در طول مسیر عمدتاً از دکل های

فلزی (برجهای فلزی) آویزان بوده و در هوا معلق می‌باشند و اصطلاحاً به آنها خطوط هوایی یا بالاسری گفته می‌شود.

سیستم فوق توزیع : این سیستم شامل خطوط فوق توزیع سه فاز، پستهای فوق توزیع سه فاز و باس بارهای مربوطه می‌باشد. هادی های خطوط فوق توزیع نیز بعضاً در طول مسیر از دکل های فلزی آویزان بوده و در هوا معلق می‌باشند و یا به صورت کابل‌های زیر زمینی در زیر زمین دفن می‌گردند.

سرویس به مشترکین :

سرویس به مشترکین در دو سطح فشار متوسط (مصرف کننده های خاص و تغذیه ترانس توزیع ۲۰ کیلو ولت به ۴۰۰ ولت) و سطح فشار ضعیف (بارهای سبک) انجام می‌شوند. توزیع فشار متوسط شامل خطوط فشار متوسط سه فاز، پستهای فشار متوسط سه فاز و باس های مربوطه می‌باشد. خطوط فشار متوسط نیز بعضاً در هوا بر روی تیرهای چوبی، فلزی یا بتنی مستقرند یا به صورت کابل‌های زیرزمینی در زیر زمین دفن می‌گردند. توزیع فشار ضعیف نیز شامل خطوط فشار ضعیف سه فاز و باس های مربوطه بوده که مصرف کننده های کم مصرف (بارهای سبک) را تغذیه می‌کنند. هادی های این خطوط نیز بعضاً بر روی تیرهای چوبی، بتنی یا فلزی مستقرند و یا به صورت کابل‌های زیر زمینی در زیر زمین دفن می‌گردند [۶].

۱-۱- نحوه انتقال و توزیع انرژی الکتریکی

یکی از مزیت های توزیع انرژی الکتریکی بر سایر انرژی ها سادگی قابلیت انتقال و توزیع آن برای مسافت های طولانی می باشد. تحقق بخشیدن به چنین امری نیاز به وسایلی دارد تا به کمک آنها بتوان انرژی الکتریکی را از یک محل به محل دیگر انتقال داد و یا در یک حوزه وسیع توزیع نمود، بدون آنکه هیچ گونه خطری شبکه و عوامل جانبی آن را تهدید نماید. وسایلی که می توان جهت امر فوق از آنها استفاده نمود دو نوع هستند : ۱- سیمهای هوایی با متعلقات مربوطه ۲- کابل‌های زمینی با متعلقات

فصل اول

معرفی شبکه‌های توزیع

مربوطه. انتخاب یکی از دو وسیله فوق به عوامل متعدد بستگی دارد که پس از جمع بندی آن عوامل یکی از دو وسیله فوق جهت انتقال و توزیع انتخاب می شود. تعدادی از این عوامل عبارتند از :

الف- مسیر خط انتقال (توزیع) : مسیر انتقال یکی از عوامل مهمی است که در انتخاب نوع شبکه زمینی و یا هوایی دخالت می کند.

۱- طول مسیر : اگر فاصله از پست (یا مرکز تولید) تا محل مصرف کم باشد، کابل‌های زمینی به سیم کشی هوایی ارجعیت دارد مخصوصاً در مواردی که این طول کم و یا پیچ و خم های متوالی همراه باشد. ولی اگر فاصله زیاد باشد و مخصوصاً فشار الکتریکی شبکه هم قوی باشد، از سیم کشی هوایی استفاده می شود.

۲- نوع مسیر : در بعضی از نقاط اجباراً از شبکه زمینی استفاده می شود. مانند حریم باند فرودگاه. در بعضی از نقاط دیگر اجباراً از شبکه هوایی استفاده می شود. مانند حریم عرضی راه آهن.

۳- محدودیت ارضی مسیر : در بسیاری از موارد به دلیل کم بودن عرض مسیر و در نتیجه به علت عدم تامین حریم خطوط هوایی کابل کشی زمینی جایگزین سیم کشی هوایی خواهد شد مخصوصاً در مورد خطوط ۴۰۰ ولتی و ۲۰ کیلو ولتی، در داخل شهرها و در داخل مجتمع های صنعتی این وضعیت زیاد به چشم می خورد.

ب- ولتاژ خط انتقال : هر اندازه که ولتاژ خطوط انتقال (یا خطوط ارتباطی پستهای برق) قویتر باشد، سیم کشی هوایی به کابل کشی زمینی ارجعیت میابد.

ج- تراکم جمعیت : اگر در محل توزیع و مصرف تراکم جمعیت زیاد باشد و بار در کیلومتر مربع از ۱۰۰۰ کیلو وات به بالا باشد، کابل کشی زمینی به سیم کشی هوایی برتری دارد. البته در مورد

خیابانهایی که ساختمانهایش به هم چسبیده و از دو طبقه به بالا هستند در هر صورت باید شبکه‌ها از طریق کابل کشی زمینی مورد اجرا و بهره برداری قرار گیرند.

د- عامل اقتصادی : طرحی مقبول و مناسب است که هم به لحاظ فنی از شرایط نسبتاً خوبی برخوردار باشد و هم به لحاظ اقتصادی به بودجه و تامین اعتبار کمتری نیازمند باشد. در این مورد سیم هوایی به کابل زمینی برتری دارد. مخصوصاً هر اندازه ولتاژ خط انرژی قوی تر باشد، این افزایش قیمت چشم گیرتر است. حدوداً می توان گفت که در شبکه های فشار ضعیف ۴۰۰ ولتی هزینه شبکه زمینی ۲ برابر شبکه هوایی می شود ولی این نسبت افزایش در شبکه های ۶۳ کیلو ولت و ۲۳۰ کیلو ولت به ترتیب ۷ و ۱۱ برابر می شود.

ه- زیبایی محیط : اگر خطوط توزیع سبب به هم زدن آرایش طبیعی محیط گردد و احیاناً خواسته باشیم ضمن حفظ زیبایی محیط انرژی الکتریکی را نیز توزیع کرده باشیم کابل کشی زمینی را انتخاب می کنیم. مثلاً در شهرها به منظور حفظ زیبایی خیابانها معمولاً از شبکه های زمینی استفاده می شود. علاوه بر عوامل فوق، عوامل متعدد دیگری نیز وجود دارند که کابلهای زمینی را به سیم های هوایی و سیم های هوایی را به کابلهای زمینی تبدیل کرده اند. مثل عوامل جوی، عوامل اطمینان مصرف، عوامل عیب یابی سریع به هنگام اتصالی و پارگی خطوط.

۱-۲- ساختار شبکه های توزیع :

نوع و ساختار شبکه های توزیع نیروی برق با توجه به عواملی از قبیل ویژگی های محیطی، طول و محدودیت مسیر (شامل تراکم جمعیت، عوامل اقتصادی و زیبایی محیط) انتخاب می گردد. بر این اساس از نظر ساختاری شبکه های توزیع نیروی برق به دو دسته اصلی تقسیم می شوند:

۱-۲-۱- شبکه های زمینی

بهره‌گیری از ساختار شبکه‌های زمینی در سیستم توزیع انرژی برق، دارای مزایا و معایبی است که استفاده یا عدم استفاده از آن شبکه‌های هوایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از جمله مزایای استفاده از شبکه‌های زمینی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود :

- ایمنی بیشتر در هنگام کار و کاهش خسارات ناشی از برق‌گرفتگی مردمی، نسبت به شبکه‌های هوایی.
- زیباسازی محیط (به لحاظ دفن کابل در زیر زمین).
- افزایش قابلیت اطمینان شبکه در مقابل شرایط نامساعد جوی همچون باد، طوفان، زلزله و اتفاقات ناشی برخورد اشیای خارجی.
- محدودسازی استفاده‌های غیر مجاز از انرژی برق.
- کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری شبکه و بهبود وضعیت بهره‌برداری به دلیل اتفاقات کمتر.
- آزادی عمل بیشتر در طراحی خطوط (به دلیل کاهش فاصله حریم کابل ها).
- کاهش نسبی سرقت تجهیزات شبکه‌های زمینی.
- حذف تلفات ناشی از جریان نشتی در تجهیزات شبکه.
- کاهش نسبی خاموشی‌ها و به تبع آن کاهش میزان انرژی فروخته نشده.

چنانکه اشاره شد شبکه‌های زمینی دارای مزایای بسیاری هستند که به کارگیری آنها را توجیه می‌کند، اما وجود چند عیب عمده در آنها باعث شده که در مقایسه با شبکه‌های هوایی با خطوط فاقد عایق، از این شبکه‌ها به صورت گسترده استفاده نشود که از جمله آنها می‌توان موارد زیر را بیان کرد :

- چند برابر بودن هزینه‌های احداث آنها در مقایسه با شبکه‌های هوایی.
- دشواری عملیات عیب‌یابی و صرف زمان بیشتر برای انجام آن
- نیاز به دستگاه‌ها و تجهیزات عیب‌یابی مدرن و گران‌قیمت برای عیب‌یابی سریع و موثر.

- نیاز به وجود افراد متخصص و آموزش دیده برای عیب یابی.
- بروز آسیب دیدگی به هنگام حفاری معابر توسط سایر سازمانهای خدمات شهری.

علل فوق الذکر به ویژه گرانی قیمت، باعث شده که شبکه های زمینی فقط در مراکز شهرها و مکانهایی که توجیه اقتصادی و اجتماعی داشته باشند مورد استفاده قرار گیرند.

۱-۲-۲- شبکه های هوایی :

شبکه های هوایی و لوازم آن باید بر اساس خواص الکتریکی و خواص مکانیکی مورد بررسی و مطالعه قرار گیرند. شبکه از لحاظ خواص الکتریکی باید از شرایطی برخوردار باشد که :

۱- قادر به انتقال قدرت مورد نیاز باشد

۲- جهت انتقال یک توان مشخص افت ولتاژ زیاد در آن پدید نیاید.

۳- لوازم شبکه مخصوصا مقره ها متناسب با ولتاژ آن باشد

۴- فاصله بین هادی های هر فاز متناسب با ولتاژ شبکه از مقدار معینی کمتر نباشد.

بعد از خواص الکتریکی، باید شرایط مکانیکی شبکه را در نظر گرفت. به عنوان نمونه پایه ها و سیم ها باید طوری باشند که در مقابل نیروهای مختلف وارده (نیروهای کششی و عوامل جوی) مقاوم بودم و بتوانند مدت زیادی در خدمت شبکه قرار گیرد و بدون آنکه احتیاج به تعمیراتی داشته باشد. به بیانی دیگر، نیروی کششی وارده به سیمها نباید از حد مجاز داده شده تجاوز نماید که سبب پارگی آن گردد و احتمالا سبب خوابیدن تیر و یا شکستگی آن شود. حداکثر نیروی کششی برای چند نمونه سیم هوایی عبارتند از :

سیم مسی تک رشته ای معادل ۱۲ کیلو گرم برای هر میلی متر مربع

سیم مسی چند رشته ای معادل ۱۹ گیلو گرم برای هر میلی متر مربع

سیم آلومینیومی چند رشته ای معادل ۸ کیلوگرم برای هر میلی متر مربع

سیم آلومینیوم فولاد معادل ۱۲ کیلوگرم برای هر میلی متر مربع

به طور کلی از نظر شرایط مکانیکی شبکه ها باید طوری طراحی و اجرا شوند که برای بدترین حالت‌های احتمالی مقاوم باشند. علاوه بر خواص فوق شبکه های هوایی باید از لحاظ ایمنی محیط و اشخاص تابع قوانین استانداردهای برق منطقه ای باشند.

استفاده از شبکه های هوایی در سیستم توزیع انرژی الکتریکی نیز دارای مزایا و معایبی است که استفاه یا عدم استفاده از آن در مقایسه با شبکه های زمینی را تحت تاثیر قرار می دهد. شبکه های هوایی از نظر ساختار به دو دسته تقسیم می شوند:

۱-۲-۲-۱- شبکه های هوایی با خطوط فاقد عایق (سیمهای لخت)

احداث اینگونه شبکه ها از جمله متداول ترین روش ها، در گذشته و حال بوده و در مقایسه با شبکه های زمینی به صورت گسترده ای مورد استفاده قرار میگیرند که مزایای زیر دلایل آن است :

- سهولت در احداث شبکه با صرف زمان کمتر
- عدم نیاز به اخذ مجوز از شهرداری منطقه
- هزینه احداث به مراتب کمتر
- امکان توسعه شبکه موجود با صرف هزینه ای کمتر
- سهولت عیب یابی و رفع عیب با هزینه کم و عدم نیاز به افراد متخصص با صرف زمان کمتر
- سهولت انشعاب گیری با صرف هزینه و زمان کمتر.

علی رغم مزایای فوق، اینگونه شبکه ها، دارای معایبی به شرح ذیل می باشد :

- عدم پایداری نسبی در شرایط نامساعد جوی همچون باد، طوفان و زلزله.
- قطع مکرر جریان برق ناشی از برخورد شاخه های درختان.
- آتش سوزی ناشی از تماس شبکه ها با شاخه های درختان و در نتیجه تخریب محیط زیست.
- امکان استفاده های غیر مجاز
- سرقت شبکه های موجود دارای سیم مسی.
- جدا شدن جمپر ها در اثر بروز اتصالاتی های ایجا د شده.

شبکه های هوایی همچنان در معرض آسیب هستند. از جمله مواردی که برخی از شرکتهای توزیع نیروی برق اقدام به عایق نمودن بخش هایی از شبکه و تجهیزات خود نموده اند، به شرح زیر می باشد :

- شبکه های موجود در مناطق پرند خیز
- شبکه های در مجاورت آپارتمانهای بلند و ساختمانهای در حال ساخت.
- شبکه های موجود در مناطق شلوغ با احتمال برخورد و یا پرتاپ اشیاء
- شبکه های غیر استاندارد و یا با آرایش های متفاوت و سلیغه ای
- شبکه هایی که شاخه های بلند درختان موجب بروز نشتی جریان برق می شود.
- سکشن ها و نقاط با تجمع رابطه های زیاد

اما چنانچه که گفته شد این روشها جوابگوی شبکه های گسترده توزیع نیروی برق نبوده و علاوه بر هزینه های بالا زمانبر نیز می باشند لذا استفاده از شبکه های هوایی با خطوط عایق (روکش شده) به عنوان یک راهکار مناسب مورد توجه قرار گرفت.

۱-۲-۲-۲- شبکه های هوایی با خطوط عایق شده

به علت هزینه های زیاد احداث شبکه های زمینی و برخی از مشکلات اجرایی آن استفاده از شبکه های هوایی توزیع برق با هادی های فاقد عایق (سیمهای لخت) در اکثر کشورها از جمله کشور ما رایج

بوده و بخش گسترده ای از شبکه های احداث شده را به خود اختصاص داده است. اما شرکت‌های برق در کشورهای پیشرفته، به ویژه در طی سه دهه اخیر بهره گیری از انواع خطوط هوایی غیر لخت در شبکه های توزیع نیروی برق را انتخاب نموده و روند استفاده از این راهکار هم روبه رشد بوده است. این نوع شبکه ها علاوه بر قابلیت اطمینان بالا، از لحاظ اقتصادی هم در مقایسه با شبکه های زمینی مقرون به صرفه می باشد.

گرچه بیش از سه دهه از نصب خطوط هوایی غیر لخت در شبکه های هوایی کشورهای پیشرفته نمی گذرد، اما مزایای فنی، اقتصادی، زیست محیطی، ایمنی و افزایش کیفیت انرژی برق در این نوع از خطوط موجب گسترش قابل توجه آنها در شبکه های توزیع نیروی برق این کشورها شده است.

اولین پروژه های خطوط هوایی غیر لخت در سال ۱۹۷۰ میلادی در فنلاند اجرا شد. تجربه فوق نشان داد که با استفاده از خطوط هوایی غیر لخت، مزایای بسیاری حاصل خواهد شد که از جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود :

- افزایش نسبی پایداری شبکه در مقابل خطاهای ناشی از وزش باد و طوفان.
- کاهش نسبی قطعی های ناشی از خطاهای گذرا و دائم در شبکه های توزیع انرژی الکتریکی.
- بهبود وضعیت بهره برداری از شبکه ها به دلیل کاهش اتفاقات و حوادث ایجاد شده بر روی آنها.
- آزادی عمل بیشتر در طراحی خطوط به دلیل امکان کاهش فاصله بین هادی ها.
- ایزوله بودن نسبت به خوردگی و در نتیجه کاهش پارگی خطوط.
- کاهش احتمال اضافه ولتاژهای ناشی از رعد و برق.
- کاهش نسبی خاموشی و به تبع آن کاهش میزان انرژی های توزیع نشده.
- کاهش نسبی نشتی برق و تلفات انرژی
- کاهش نسبی میزان استفاده های غیر مجاز از برق.

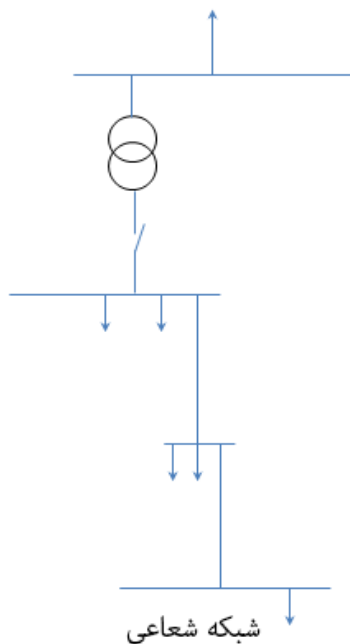
- کاهش نسبی هزینه های نگهداری خطوط

- افزایش نسبی زیبایی محیط

مزایای فوق به همراه امکان تولید انبوه موجب گردیده که استفاده از این نوع هادی ها در شبکه های

توزیع نیروی برق، دارای توجیه فنی و صرفه اقتصادی بیشتری

باشد/۲/.



۳-۱- انواع معماری شبکه های توزیع

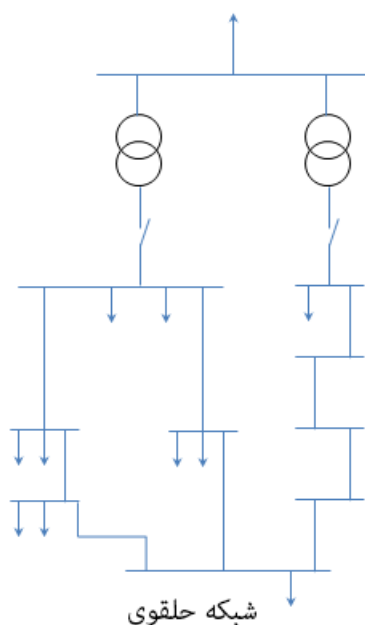
۱- شبکه باز (شعاعی)

۲- شبکه حلقوی (رینگی)

۳- شبکه دو سو تغذیه

۴- شبکه غربالی

۱-۳-۱- شبکه باز (شعاعی) :



در این شبکه مصرف کننده ها از یک سمت تغذیه می شوند ،

در چنین شبکه ای یک یا چند هادی از منبع جریان به تابلوی

اصلی تقسیم کشیده می شوند . در شبکه شعاعی ممکن است

هر مصرف کننده ای مستقیماً از تابلوی اصلی تغذیه نماید . در

چنین حالتی ضریب اطمینان کار شبکه خوب است . زیرا در

صورت وقوع اتصالی در یکی از انشعابات فقط یک مصرف کننده

بدون جریان می ماند . این شبکه که جهت تغذیه مصرف

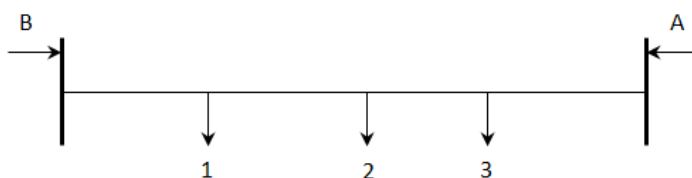
کننده های بزرگ نصب می شود ، در کارخانجات و تاسیسات صنعتی مورد استفاده قرار می گیرد . در وضعیت دیگری از این شبکه چندین مصرف کننده بوسیله یک خط انشعاب از تابلوی اصلی تقسیم تغذیه می شوند . بدیهی است در این حالت به محض پدید آمدن اتصالی و یا نقصی در خط انشعاب ، کلیه مصرف کننده هائی که از این خط تغذیه می شوند بدون جریان خواهند شد . این چنین شبکه ای در مصارف خانگی (مخصوصاً روشنائی) مورد استفاده قرار می گیرد . یکی دیگر از موارد کاربرد شبکه های باز ، توزیع انرژی الکتریکی نواحی مختلف شهرها و روستاها می باشد . در چنین حالتی اگر خط توزیع فشار ضعیف هوائی باشد، بایستی در سر هر تیری که انشعاب از آن گرفته می شود، فیوزها را نصب نمود [۹].

۱-۳-۲- شبکه حلقوی (رینگ) :

در محلهایی که قطع اتفاقی جریان برق مجاز نمی باشد ، جهت بالا بردن ضریب اطمینان کار شبکه های الکتریکی بهتر است که شبکه ها از دو پست مختلف تغذیه شوند . در این صورت با از کار افتادن یکی از دو خط تغذیه کننده ، قدرت مورد نیاز خط تقسیم انرژی مصرف کننده ها می تواند از سمت دیگر تامین گردد . عملکرد شبکه های حلقه ای ، مانند عملکرد شبکه های از دو سو تغذیه شونده می باشد با این تفاوت که در یک شبکه ، حلقه ابتدا و انتهای خط هادی به یک نقطه (منبع) تغذیه کننده متصل می باشد . چنین شبکه ای بیشتر برای تغذیه نقاط با تراکم مصرف زیاد بکار می رود . حفاظت شبکه های از دو سو تغذیه شونده و شبکه های حلقه ای احتیاج به وسائل حفاظتی حساس و دقیقی مانند رله های جریان زیاد جهت دار دارد . با اجرای صحیح سیستم حفاظت شبکه های از دو سو تغذیه و شبکه های حلقه ای هنگام پدید آمدن اتصال کوتاه در یکی از خطوط ، کلیه پستهای ترانسفورماتور بدون هیچگونه اشکالی بکار خود ادامه می دهند.

به طور اساسی فیدرهای شعاعی یک سیستم توزیع ، به دلیل عدم تداوم سرویس دهی سوال بر انگیز بوده و بروز یک خطا روی هر یک از این فیدر ها ، به خاموشی تعدادی از مصرف کنندگان می انجامد . هنگام استفاده از این آرایش ، توقف در سرویس دهی به صورت اجتناب ناپذیری وجود دارد بنابراین استفاده از شبکه های حلقوی و یا رینگ می گیرد . به عنوان تعریف : شبکه رینگ به مداری گفته می شود که از یک شینه آغاز شده پس از متصل کردن چند شینه به یکدیگر ، به همان نقطه شروع باز گردد. به عبارت دیگر ، رینگ ، حلقه ای است که می تواند بیش از یک پست را تغذیه کرده و بیشتر از یک نقطه ، قابل تغذیه باشد . مزیت اصلی شبکه رینگ قابلیت اطمینان مناسب و امکان گسترش آسان آن است ، اما تعداد دیژنکتور ها و کلیدهای مورد نیاز و رله گذاری مشکل و پرهزینه می شود. پس در شبکه های فعلی توزیع برق ، برای استفاده از قسمتی از قابلیت های شبکه های حلقوی و به دلیل مشکلات جایگزینی و تجهیزات ذکر شده از سیستم حلقه باز یا شبکه با قابلیت تغذیه از دو سو در بین دو شینه یا پست توزیع استفاده می نمایند .

۱-۳-۳- شبکه دو سو تغذیه :

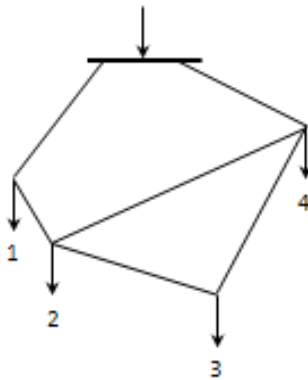


شبکه تغذیه از دو سو

حفاظت شبکه های از دو سو تغذیه شونده احتیاج به وسایل حفاظتی حساس و دقیقی مانند رله های جریان زیاد

جهت دار دارد . با اجرای صحیح سیستم حفاظت شبکه های از دو سو تغذیه هنگام پدید آمدن اتصال کوتاه در یکی از خطوط ، کلیه پستهای ترانسفورماتور بدون هیچگونه اشکالی بکار خود ادامه می دهند.

۱-۳-۴- شبکه غربالی :



شبکه تغذیه غربالی

همانطور که مشاهده می کنید این شبکه شبیه به شبکه های حلقوی است. تفاوت آن با شبکه حلقوی در خط ۲ و ۴ است که باعث بالا رفتن ضریب اطمینان شبکه و همچنین کم شدن تلفات خط می شود.

فصل دوم

آشنایی با تجهیزات عمده در شبکه های

توزیع

مقدمه :

همانطور که مویرگ های بدن انسان وظیفه رساندن خون و اکسیژن به اندامهای مختلف را بر عهده دارند، شبکه های توزیع (مویرگ ها) نیز وظیفه رساندن انرژی الکتریکی به مراکز مصرف (اندامها) را برعهده دارند. با این تفاسیر ادامه زندگی این اندامها، درست به انجام رسیدن وظایف مویرگ ها است. یک شبکه پایدار از نظر تامین انرژی مستلزم دارا بودن تجهیزات دقیق و پیشرفته می باشد که خطاها را به حداقل رسانده و عمل انتقال انرژی را پایدار می کند.

در این فصل به تجهیزات و قسمتهای مختلف یک شبکه توزیع انرژی الکتریکی اعم از :

۱- خطوط توزیع هوایی (۲۰ کیلو ولت و فشار ضعیف)

۲- پست های توزیع

۳- هادی های مورد استفاده در شبکه های توزیع

۴- تابلوها

۲-۱- خطوط توزیع هوایی

خطوط توزیع وظیفه توزیع و رساندن انرژی الکتریکی به مصرف کنندگان را برعهده دارد. این خطوط در دو سطح ولتاژی فشار متوسط (۲۰ کیلو ولت) و فشار ضعیف (۳۸۰ ولت خطی، ۲۲۰ ولت فازی) عملیات برق رسانی را انجام می دهند. خطوط ۲۰ کیلو ولت صرفاً به منظور عملیات انتقال انرژی از پستهای ۶۳ به ۲۰ را بر عهده دارد (به صورت مستقیم مورد مصرف، مصرف کنندگان خانگی قرار نمیگیرد) و بسته به میزان انرژی مورد انتقال، دو نوع تک مداره (یک مدار به عنوان انتقال دهنده انرژی) و دو مداره (از دو مدار، دو خط برای انتقال انرژی الکتریکی استفاده می کنند که در واقع بر روی یک تیر نصب می شوند). خطوط ۲۰ کیلو ولت از پستهای ۶۳ به ۲۰ آغاز شده و در ورودی پست های هوایی به اتمام می رسد (در واقع کار انتقال انرژی را بر عهده دارد). استفاده از این رنج ولتاژی در شهر می تواند دو دلیل داشته باشد اول: نیاز به حریم کمتر نسبت به رنج ولتاژ ۶۳ کیلو ولت و به مراتب هزینه های کمتر و دوم: امنیت بیشتر در کار با آن و همچنین استفاده از تجهیزاتی با قیمت پایین تر.

ولتاژ فشار ضعیف (سطح ولتاژ ۳۸۰ ولت خطی، ۲۲۰ ولت فازی) وظیفه رساندن انرژی به محل های مصرف را بر عهده دارد که این خطوط از خروجی پست های هوایی آغاز شده و به محل های مصرف ختم می شود. این خطوط به علت ولتاژ پایین که منجر به تلفات بیشتر نسبت به خطوط ۲۰ کیلو ولت می شود دارای مسافت های کمی هستند.

متعلقات شبکه های توزیع فشار متوسط و فشار ضعیف

الف) تیرها (پایه ها) : وسائلی هستند که سیمهای هوایی را از دسترس دور نگه می دارند و در سه نوع، بتنی، چوبی و فلزی تولید می شوند. برای انتخاب یک پایه باید به طول پایه و کشش مورد

تحمل آن دقت نمود که به این صورت نمایش داده می شود ۶۰۰-۱۲ که به معنی یک تیر ۱۲ متری با قدرت تحمل کشش ۶۰۰ نیوتن است.

ب) مقره ها : چون مقره ها عایق بسیار خوبی هستند لذا از آنها برای جدا کردن سیم حامل جریان از پایه و کنسول مورد استفاده قرار می گیرد. و در نتیجه پایه و کنسول بدون برق میمانند. تنها عیبی که مقره ها دارند این است که چون آنها را از چینی میسازند، در اثر بی احتیاطی و ضربه و یا عوامل جو می شکنند و یا ترک بر میدارند. خصوصیات هر مقره باید طوری باشد که بتواند کششهای ناگهانی یا تغییر حرارتهای ناگهانی را تحمل کرده، عوامل خارجی از قبیل گرد و خاک و دود و غبار و مواد شیمیایی در درجه عایقی آن تاثیر زیادی نگذارد. مقره ها در انواع، چرخی، سوزنی و بشقابی تولید می شود.

ج) کنسولها : برای نگهداری سیمهای هوایی روی پایه ها، همچنین جهت دور نگه داشتن سیمهای هر فاز از فازهای دیگر و بالاخره، جهت رعایت استاندارد مقره ها (در نتیجه هادیهای هر فاز) از کنسول (کراس آرم) استفاده می شود و بسته به نیاز از چوب یا آهنی (از نبشی یا ناودانی) ساخته می شوند. چون فواصل سیمها استاندارد می باشند، کنسولها نیز در اندازه های استاندارد ساخته می شوند.

شبکه های توزیع نیروی برق فشار ضعیف به صورت دو سیم، سه سیم، چهار سیم که اغلب به صورت پنج سیم احداث می گردد.

فاصله سیم فشار ضعیف از یکدیگر حدود ۳۰ سانتیمتر می باشد و ترتیب قرار گرفتن آنها از بالا به پایین سیم نول سیم مهابر و پس از آن سه سیم فاز قرار می گیرند. بدلیل وجود صاعقه (رعد و برق) سیم نول را بالاتر از همه قرار می دهند تا توسط سیم نول رعد و برق ایجاد شده به زمین متصل گردد و صاعقه اثری روی فازهای دیگر نگذارد اختلاف پتانسیل بین دو فاز و شبکه فشار ضعیف ۳۸۰ ولت و اختلاف پتانسیل بین یک فاز و نول ۲۲۰۷ می باشد.

۲-۲- پستهای توزیع

یک پست الکتریکی شامل تجهیزات نگهدارنده پایان خط، تابلو فشار قوی، یک یا چند ترانسفورماتور قدرت، تابلو فشار ضعیف، جرقه گیر، سیستم کنترل، سیستم زمین و سیستم های زمین می شود، همچنین ممکن است از تجهیزات دیگری مانند خازنهای اصلاح ضریب توان یا تنظیم کننده ولتاژ نیز در پست استفاده شود.

پستهای الکتریکی ممکن است بر روی سطح زمین و در حصار، زیر زمین و یا در ساختمانها با توجه به کاربردها ساخته شود. ساختمان های بسیار بلند ممکن است دارای یک پست الکتریکی مجزا باشند. از پستهای داخلی معمولاً در مناطق شهری و برای کاهش صدای ناشی از ترانسفورماتورها، ملاحظه بصری شهر و محافظت تابلوها از تاثیرات آلودگی هوا و تغییر آب و هوا استفاده می شود. در مناطقی که از حفاظ فلزی در اطراف پست استفاده شود. بروز خطا در شبکه و تزریق جریان ناشی از آن به زمین در پست ممکن است باعث افزایش پتانسیل در مناطق اطراف پست شود. این افزایش پتانسیل در اطراف پست باعث ایجاد یک جریان فلزی می شود و در این مواقع ولتاژ حصارها می تواند با ولتاژ زمینی که فرد بر روی آن ایستاده کاملاً متفاوت باشد که این موجب افزایش ولتاژ تماس تا حدی خطرناک خواهد شد.

وظیفه یک پست توزیع تحویل گرفتن توان از سیستم انتقال و تحویل آن به سیستم توزیع است. از نظر اقتصادی و ایمنی وصل مصرف کننده ها و به طور مستقیم به شبکه انتقال به صرفه نیست بنابراین پست توزیع ولتاژ را تا میزانی مناسب برای مصرف کننده ها کاهش می دهد.

حداقل برای ورودی یک پست توزیع از دو خط انتقال استفاده می شود. ولتاژ ورودی به پستهای توزیع به استانداردهای هر کشور وابسته است با این حال ولتاژ ورودی به پستهای توزیع معمولاً ولتاژی متوسط بین ۲۰ تا ۳۳ کیلو ولت است. گذشته از تغییر ولتاژ، وظیفه پست توزیع ایزوله کردن هر یک از

شبکه های توزیع یا انتقال از خطاهای رخ داده در دیگری است. پستهای توزیع ممکن است وظیفه تنظیم ولتاژ بر عهده داشته باشند، البته در مسیرهای توزیع طولانی (چندین کیلومتر) تجهیزات تنظیم ولتاژ در طول خط نصب می شوند. پستهای توزیع پیچیده را بیشتر می توان در مراکز شهرهای بزرگ دید.

مهمترین جز یک پست ترانسفورماتور آن است، ترانسفورماتور دستگاهی است ساکن که به وسیله آن قدرت الکتریکی یک مدار تبدیل به قدرت الکتریکی با همان فرکانس در مدار دیگر می شود. اساس فیزیکی یک ترانسفورماتور القاء متقابل بین دو مدار است که به وسیله آن یک فوران مغناطیسی در بر گرفته می شود. در واقع بین دو سیم پیچ ترانسفورماتور هیچ گونه ارتباط الکتریکی وجود ندارد. سیم پیچ اول که انرژی الکتریکی آن از شبکه تغذیه AC تأمین می شود را طرف اولیه و سیم پیچ دیگر را که انرژی الکتریکی از آن گرفته می شود را سیم پیچ ثانویه می نامند [۳].

۲-۲-۱- پستهای هوایی

انتخاب پست از میان گزینه های استاندارد می باید با دقت فراوان و بر اساس نیازها و امکانات موجود انجام شود. در این امر سه عامل اصلی یعنی تعیین ظرفیت پست، تشخیص شرایط اقلیمی و تعیین مکان نصب پست هوایی از اهمیت بیشتری برخوردار می باشند. هر یک از این سه عامل می بایست قبل از انتخاب گزینه، به شرح زیر مورد بررسی و دقت نظر قرار گیرد:

ظرفیت پست : تعیین ظرفیت پست با توجه به نیازهای موجود و امکانات توسعه آینده نخستین گام در انتخاب گزینه مورد نظر است. پستهای کوچک توزیع هوایی، عموماً با استفاده از یک ترانسفورماتور با ظرفیتهای بین ۵۰ تا ۵۰۰ کیلو ولت آمپر احداث می گردند. در انتخاب ظرفیت

ترانسفورماتورها باید عوامل محیطی موثر در کاهش ظرفیت مانند درجه حرارت و ارتفاع از سطح دریا مورد توجه قرار داد.

مقادیر توجیحی ظرفیت ترانسفورماتورهای پستهای هوایی بر حسب کیلو ولت آمپر عبارتند از :

۵۰-۷۵-۱۰۰-۱۶۰-۲۰۰-۲۵۰-۳۱۵-۴۰۰-۵۰۰

محل احداث پستهای هوایی :

- ۱- محل احداث پستهای هوایی باید خشک و عاری از هرگونه موانع هوایی مانند درختهای بلند باشد.
- ۲- محل احداث پست باید از نظر راههای دسترسی مناسب باشد تا در هنگام نصب و تعمیرات مشکلی بوجود نیاید.
- ۳- خاک اطراف پایه های پست هوایی باید پایدار و عاری از هرگونه موانع جهت نصب پایه ها و ایجاد سیستم زمین باشد.
- ۴- محل احداث پست هوایی نباید از مناطق پر درخت باشد.
- ۵- اطراف پایه های پست هوایی به فاصله ۱,۵ متر باید خالی باشد.
- ۶- در موقع احداث پست هوایی باید منظره عمومی خیابانهای اطراف را در نظر گرفت تا به آن لطمه ای وارد نشود.

ارتفاع نصب پست

الف- ترانسفورماتور : ارتفاع نصب ترانسفورماتور توزیع هوایی باید بین ۵ تا ۶٫۳۵ متر باشد (از سطح زمین تا محل سکوی ترانسفورماتور)

پستهای هوایی هر کدام شامل یک دستگاه ترانسفورماتور توزیع می باشند که قدر نامی آنها بر حسب نیاز معادل ۵۰۰-۴۰۰-۳۱۵-۲۵۰-۲۰۰-۱۶۰-۱۰۰-۷۵-۵۰ کیلو ولت آمپر انتخاب می گردد. این ترانسفورماتورها یا از نوع روغنی با منبع انبساط روغن و بدون رادیاتورهای جدا شونده از بدنه بوده که خنک شدن آنها به صورت طبیعی (ONAN) انجام میگیرد و یا از نوع خشک با عایق رزین هستند. ترانسفورماتورهای هوایی باید برای نصب روی سکوهای مابین تیرها به طور مناسبی طراحی شده باشند و امکان محکم کردن آنها به سکو وجود داشته باشد.

ب) تابلو فشار ضعیف : تابلوهای فشار ضعیف پستهای هوایی معمولاً روی سطح زمین در ارتفاع حدود ۶۵ سانتی متری قرار می گیرند. همچنین می توان تابلوها را روی سکوی مخصوص به تیرهای پست محکم کرد که در این صورت ارتفاع نصب تابلوها باید حداقل ۱۲۰ سانتی متر باشد.

پست های توزیع بطور کلی دارای یک یا چند ترانسفورماتور و همچنین از سیستمهای محافظت کننده و تجهیزات کنترل است. در پستهای بزرگ از مدار شکن یا دژنکتور برای قطع هر گونه اضافه جریان ناشی از اتصال کوتاه یا اضافه بار استفاده می شود. در پستهای کوچکتر ممکن است از سکسیونر یا فیوز برای محافظت از مدارهای منشعب استفاده کنند.

۲-۲-۲- پستهای زمینی

این پست ها همانگونه که از اسمشان پیداست شامل تمام پستهایی می شود که داخل اتاقک هایی به ابعاد استاندارد یا غیر استاندارد در معابر و خیابانها دیده می شوند.

البته بنا به ضرورت این گونه پستها، پستهای اختصاصی بیشتر در داخل کارخانجات و یا محلهای خصوصی و تملک شخص ساخته می شوند. چرا که مختص و مورد استفاده همان کارخانه و یا یک مجموعه تجاری یا اداری و با یک مجموعه تجاری یا اداری و یا مسکونی باشد. (که به پست اختصاصی معروف هستند).

لازم به ذکر است که در پستهای اختصاصی سلول فشار ضعیف طراحی نشده و فقط سلولهای فشار متوسط موجود می باشند. که اگر ترانسفورماتور همین پستها را از داخل پست خارج کنیم پست تبدیل به پستهای پاساژ می گردد. در واقع پست پاساژ، صرفاً برای ورود و خروج کابلهای ۲۰ کیلو ولت طراحی می شوند تا بدین وسیله به پستهای اختصاصی بتوان ولتاژ اولیه را تحویل داد. پست پاساژ پستی است که فقط دارای سلولهای ۲۰ کیلو ولت بوده و دارای لوازم اندازه گیری pt و ct می باشد.

پستهای کیوسک : پستهایی هستند که به ابعاد مختلف بصورت $2m^2 * 2,3 * 2$ متر مربع و یا $2,5 * 1$ متر مربع و یا بنا به نیاز طبق ابعاد مورد نظر ساخته شده و عملاً همانند پستهای عمومی می باشند منتها با تجهیزات و لوازم در سایزهای کوچک که در داخل اتاقکی که ابعاد آن را مهندسین محاسبه می کنند قرار گرفته و به صورت کیوسک که هر چهار طرف آن دارای درب می باشد ساخته می شوند.

پستهای روزمینی کمپکت : در مناطق پرتراکم ابر شهرهایی چون تهران به دلیل محدودیت و گرانی زمین از یک طرف و افزایش سریع تراکم بار از سوی دیگر نیاز به احداث پست جدید با ابعادهای $8 * 6$ یا غیره می تواند به یک شکل بحرانی تبدیل گردد.

لذا یک راه حل برای رفع این شکل، احداث پستهای کمپکت به صورت کیوسک در معابر پیاده روها، پارکها و مکانهای عمومی می باشد. به دلیل محدودیت های یاد شده احداث این پستها توجیه فنی و اقتصادی داشته و راه حل بهینه ای برای تغذیه مشترکین و متقاضیان برق در مناطق متراکم شهری می باشد..

پستهای تونلی کمپکت : با توجه به محدودیت های عنوان شده شرکت های توزیع برق اقدام به طراحی و اجرای نمونه هایی از پستهای کمپکت نموده اند که به پستهای کمپکت تونلی معروف هستند. بدین ترتیب که پست مذکور در محل پیاده روها (یا مکانهای عمومی در عمق ۷,۵ متری زیر زمین با رعایت تمهیدات لازم در عملیات حفاری بصورت یک سازه بتنی به ابعاد ۳,۴*۳,۲ متر مربع ساخته می شوند) در عملیات احداث از یک لایه نمد به منظور جلوگیری از نفوذ آب و رطوبت و یک لایه عایق PVC جهت عایق کاری استفاده می شود [۲].

۲-۳- هادی های مورد استفاده در شبکه های هوایی

برای انتخاب نوع سیمها لازم است به مواردی که لازمه یک انتخاب خوب است دقت بیشتری نمود. اما طبیعی است تمام ویژگی های مثبت از جمله هدایت الکتریکی مطلوب، مقاومت مکانیکی بالا، تحمل در مقابل خوردگی، قیمت کم و سایر پارامترهای مناسب در یک نوع سیم و یا آلیاژ وجود ندارد. بنابراین برای انتخاب سیم مناسب لازم است با توجه به شرایط محیطی و مشخصه های فنی سیمها نسب به انتخاب نوع مناسب اقدام نمود طبیعی است که برحسب شرایط طراحی خطی، سیم مناسب ممکن است از حالتی به حالت دیگر فرق کند.

مشخصات فیزیکی و جنسی فلزات مورد استفاده به عنوان هادی

هر یک از انواع هادی های روکشدار از دو بخش اصلی رسانا و عایق تشکیل شده است و بر اساس زمینه کاربرد و سطح ولتاژ، ساختار آن تغییر نموده و بخشهایی به آن اضافه و یا کسر می گردد. امروزه فلزات نقره، مس، آلومینیوم، سرب و فولاد به صورتهای گوناگون در ساختار کابلها مصرف دارند، ولی بررسی ویژگی های الکتریکی این فلزات و توجه به قیمت آنها، این واقعیت را نشان میدهد که مس و آلومینیوم از بهترین رساناهای شناخته شده و فلزات اصلی مورد استفاده به عنوان هادی می باشند. البته

نقره بهترین هدایت الکتریکی را دارد، اما به علت قیمت بسیار بالای آن، به عنوان هادی موارد مصرف محدودی دارد. ویژگی های دو نوع فلز مس و آلومینیوم در جدول زیر با یکدیگر مقایسه شده است.

| ویژگی ها | واحد | مس | آلومینیوم |
|--------------------------|---------------------|---------|-----------|
| وزن مخصوص | Kg/m^3 | ۸۹۰۰ | ۲۷۰۰ |
| مقاومت کششی | N/mm^2 | ۲۴۰-۴۵۰ | ۸۰-۱۸۰ |
| مدول الاستیسیته | kN/mm^2 | ۱۲۰ | ۷۰ |
| نقطه ذوب | $^{\circ}C$ | ۱۰۸۳ | ۶۵۸ |
| ضریب انبساط حرارتی | $10^{-6}/^{\circ}C$ | ۱۷ | ۲۳ |
| ضریب دمای مقاومت | $1/^{\circ}C$ | ۰,۰۰۳۹ | ۰,۰۰۴ |
| رسانایی در $20^{\circ}C$ | % | ۹۷-۱۰۰ | ۶۱-۶۲ |
| مقاومت در $20^{\circ}C$ | $\Omega mm^2/m$ | ۰,۰۱۷۲۴ | ۰,۰۲۸۲۶ |

مس

مس با خلوص ۹۹,۹۵ درصد (طبق استاندارد *ASTM B49*) به آسانی غلطک پذیر است و میله آن پس از کشیدن به صورت سیم نازکی در می آید. این ویژگی همراه با رسانایی عالی، آن را به عنوان بهترین رسانا در طی سالیان گذشته بی رغیب ساخته است. کمیته جهانی الکتروتکنیک، مس نرم با مقاومت ویژه ۱,۷۲۴ میکرو اهم بر سانتی متر در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد را به عنوان مس با هدایت الکتریکی ۱۰۰ درصد شناخته و در استانداردهای جهانی *IACS* معرف نموده که بقیه فلزات نسبت به درصدی از این مقیاس سنجیده می شود.

آلومینیوم

تا پیش از افزایش ناگهانی ارزش مس در سالهای پایانی دهه پنجاه میلادی، بهره گیری از آلومینیوم به عنوان رسانا خیلی مورد توجه نبود. اما در سالهای انتهایی دهه مذکور بهره گیری از آلومینیوم به جای مس رو به افزایش نهاد و این روند به رغم اینکه برخی پدیده های فیزیکی و شیمیایی، کاربرد آن را در حدود معینی محدود میسازد، همچنان ادامه داشته است. فلز آلومینیوم به خوبی مس غلتک پذیر نیست و رشته های نازک آن توانمندی لازم برای مقابله با نیروهای وارده را ندارد و استقامت مکانیکی آلومینیوم در مقایسه با مس کمتر است.

آلومینیومی که به عنوان رسانا مورد استفاده قرار میگیرد، دارای حداقل خلوص ۹۹,۵ درصد بوده و در مقایسه با مس، از برتریها و نارسایی های چندی برخوردار است. از جمله آن که رسانایی آلومینیوم از مس کمتر می باشد.

مزایای هادی آلومینیوم نسبت به مس

۱- وزن مخصوص کمتر (در هدایت الکتریکی برابر، وزن آلومینیوم نصف وزن مس خواهد بود)

۲- مقاومت بالاتر در برابر خوردگی

۳- قیمت پایینتر و جاذبه کمتر برای سرقت

معایب هادی آلومینیوم نسبت به مس

۱- هدایت الکتریکی کمتر

۲- نقطه ذوب کمتر

۳- مقاومت کششی کمتر

۴- سطح مقطع معادل بالاتر

۵- تشکیل لایه عایق اکسید آلومینیوم در سطح هادی

۶- غلتک پذیری و انعطاف کمتر

۷- خستگی زودتر

۲-۳-۱- کابل خودنگهدار

کابل‌های خود نگهدار مورد استفاده در ایران و کشورهای پیشرفته از نظر ساختار به ۴ دسته تقسیم می شوند:

۱- کابل‌هایی با سیم نگهدارنده با مجزای فولادی و هادی های فاز، نول و روشنایی معابر که از جنس آلومینیوم هستند

۲- کابل‌هایی که با نول و سیم نگدارنده مشترک از جنس آلومینیوم تقویت شده با فولاد، یا آلومینیوم آلیاژی بوده و هادی های فاز و روشنایی معابر آن از جنس آلومینیوم می باشد.

۳- کابل‌هایی به جز سیم نگهدارنده (با هادی های فاز، نول و روشنایی معابر)

۴- کابل‌های دو رشته ای آلومینیومی (صرفاً روشنایی معابر) [۲].

هادی های مورد استفاده در کابل‌های خودنگهدار فشار متوسط :

۱- هادی تمام آلومینیومی (AAC)

جنس این نوع هادی ها از آلومینیوم خالص ۹۹,۵ درصد بوده و دارای استقامت کششی پایینی می باشند

۲- هادی تمام آلومینیوم آلیاژی (AAAC) این نوع از هادی ها از جنس آلیاژ آلومینیوم بوده و از استقامت کششی بالا برخوردار می باشند.

مشخصات و ساختار عایق کابل خودنگهدار

کابل‌های خودنگهدار فشار متوسط از سه رشته کابل با سطح مقطع و اندازه های مشابه و یکسان که به دور یکدیگر پیچیده شده ساخته می شوند. عایق اصلی مورد استفاده در این کابلها پلی اتیلن کراس لینک (XLPE) بوده و از یک لایه عایق HDPE نیز به عنوان روکش نهایی در ساختار این کابلها استفاده شده است.

ساختار کلی هر رشته از کابل‌های خودنگهدار فشار متوسط :

۱- بر روی سطح هادی کابل، یک لایه نیمه هادی (گرافیت) برای صاف نمودن سطح هادی و از بین بردن نقاط برجسته، فرورفته و در نتیجه، یک نواخت نمودن میدانهای الکتریکی اطراف هادی کشیده شده است.

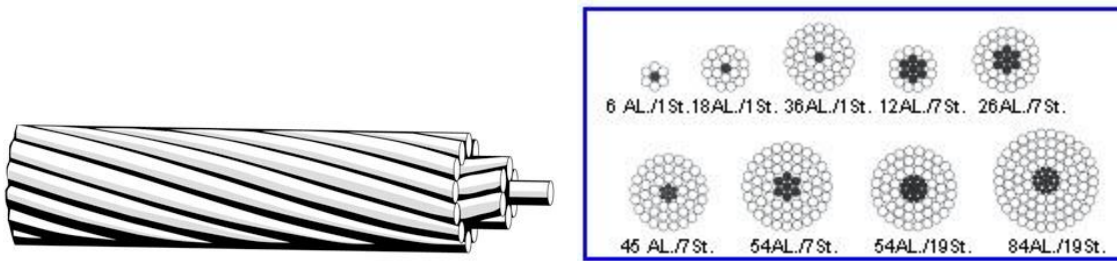
۲- بر روی سطح لایه نیمه هادی مذکور، یک لایه عایق با ضخامت نسبتاً زیاد از جنس پلی اتیلن کراس لینک و با رنگ سفید مایل به خاکستری، به عنوان عایق اصلی کابل کشیده شده است.

۳- بر روی سطح عایق پلی اتیلن کراس لینک، یک لایه دیگر نیمه هادی برای یکنواخت نمودن میدانهای الکتریکی اطراف کابل در نظر گرفته شده است.

۴- بر روی سطح دومین لایه نیمه هادی، شیلد کابل قرار دارد که از رشته ها و نوارهای مسی پیچیده شده به دور کابل، تشکیل شده و وظیفه صفر نمودن میدانهای الکتریکی اطراف کابل را برعهده دارند.

۵- لایه بیرونی کابل که کلیه لایه های قبل را پوشش میدهد، از جنس پلی اتیلن با دانسیته بالا (HDPE) و به رنگ سیاه و مقاوم در برابر اشعه خورشید می باشد.

۲-۳-۲- هادی آلومینیومی تقویت شده با فولاد-ACSR



این نوع هادی به عنوان کابل انتقال هوایی لخت و کابل توزیع اولیه و ثانویه مورد استفاده قرار می گیرد. کابل ACSR استقامت مکانیکی بهینه را با توجه به نوع طراحی خطوط ارائه می دهد. امکان بافت متغیر مغز فولادی دستیابی به مقاومت مکانیکی خاص را بدون از دست دادن ظرفیت جریان محیا می سازد. تعداد متغیر رشته های آلومینیوم و فولاد، استقامت مکانیکی و ظرفیت جریان متفاوت در کابل را فراهم آورده، موجب استفاده بهینه از هادی در تمامی شرایط خاص و ویژه می گردد. ACSR به سبب مقاومت بالا نسبت به وزن، مقاومت مکانیکی بالا، قابلیت استفاده در اسپن های طولانی بدون فشار به دکل ها قابل توجه می باشد

ساختار:

کابل ACSR متشکل از یک یا چند لایه از آلومینیوم سخت می باشد که بطور متحدالمرکز به دور هسته فولادی گالوانیزه شده با استقامت مکانیکی بالا تابیده شده است. هسته فولادی با توجه به سایز کابل میتواند شامل یک یا چند رشته فولاد بهم تابیده شده باشد. با تغییر در نسبت آلومینیوم و فولاد در کابل ACSR، بهترین نسبت ظرفیت جریان و استقامت مکانیکی کابل در مصارف مختلف بدست می آید.

۲-۳-۳- هادی های هوایی روکش دار

هادی های هوایی روکشدار از دو قسمت هادی و روکش تشکیل می شوند. قسمت هادی می تواند یکی از انواع هادی های، *ACSR*، *AAAC*، *AAC* باشد. هادی ها در فشار ضعیف معمولا از جنس مس انتخاب می شود. در قسمت روکش از نوعی پلیمر که در شرایط جوی مقاوم باشد استفاده می شود. جنس روکش در فشار متوسط از پلی اتیلن کراس لینک شده *XLPE* و در فشار ضعیف از پلی اتیلن دانسیته بالا یا دانسیته پایین خطی، می باشد. روکش مقاوم به اشعه ماورای بنفش بوده و در مقابل نور خورشید تخریب نمی شود. باید توجه داشت که روکش امکان برخورد های احتمالی بین فازها یا فاز با زمین را بدون بروز اتصالی فراهم می آورد اما برای حفاظت اشخاص (برق گرفتگی) طراحی نشده است و به همین دلیل از لفظ روکش به جای عایق در این نوع از هادی ها استفاده شده است.

بررسی ها نشان میدهد که هزینه سالیانه خسارات خاموشی در خطوط روکشدار ۱۰ درصد هادی لخت می باشد. همچنین نسبت ارزش حال هزینه های بهره برداری و تعمیرات سالیانه خط هوایی فشار متوسط یا هادی روکشدار به ازای هر کیلومتر تقریبا معادل نصف هزینه های خط با هادی لخت است. به منظور مقایسه اقتصادی ارزش حال احداث یک کیلومتر خطوط با هادی های لخت و خطوط با هادی های روکشدار، مجموع ارزش حال سرمایه گذاری احداث، آزادسازی حریم، خسارت خاموشی و بهره برداری و نگهداری را به عنوان ملاک مقایسه اقتصادی دو طرح مذکور معرفی نموده است. مجموعه این چهار هزینه به صورت ارزش فعلی آنها برای سی سال دوره بهره برداری تبدیل شده است. مشاهده می شود صرفه جویی ناشی از خسارت خاموشی ها بیشترین نقش را در اقتصادی بودن خطوط با هادی های روکشدار نسبت به خطوط با هادی های لخت دارد. با این وجود صرفه جویی های دیگر مانند هزینه های آزادسازی حریم و همچنین هزینه های تعمیرات و نگهداری در این مورد مهم می باشند.

بررسی های اقتصادی صورت گرفته حاکی از آن است که نسبت مجموع ارزش حال احداث یک کیلومتر با هادی های روکشدار به خطوط با هادی های لخت ۸۷ درصد است. این موضوع نشان می دهد که علی رغم سرمایه گذار اولیه بیشتر در مورد احداث خطوط با هادی های روکشدار نسب به خطوط رایج، خطوط روکشدار در طی مدت بهره برداری از نظر اقتصادی شرایط بسیار بهتری را نسبت به خطوط رایج دارند.

مزایای هادی های هوایی روکشدار

- ۱- کاهش قطعی های ناخواسته انرژی الکتریکی
- ۲- کاهش میزان انرژی های توزیع نشده
- ۳- کاهش باند حریم خط و هزینه های آزادسازی حریم آن
- ۴- کاهش ابعاد کراس آرم خطوط و کامپکت سازی خطوط
- ۵- کاهش نشتی برق و برق دزدی
- ۶- جلوگیری از خوردگی و فرسایش سیمها در مناطق خاص
- ۷- افزایش قابلیت اطمینان شبکه
- ۸- افزایش ظرفیت جریان دهی هادی های روکش شده
- ۹- کاهش هزینه های تعمیرات و نگهداری خط
- ۱۰- افزایش ایمنی شبکه برای مصرف کنندگان و کارگران صنعت برق و افراد جامعه
- ۱۱- استفاده از تجهیزات، یراق آلات و پایه های خطوط فعلی در این طرح

۲-۴- کابل های فاصله دار (Spacer Cables)

با توجه به مزایای قابل توجه شبکه های هوایی توزیع با کابل های فاصله دار، طراحی، نصب و گسترش آن ها در شبکه های توزیع کشور م ی تواند راه گشای بسیاری از مشکلات باشد. در این نوع از شبک ههای توزیع فشار متوسط که عکس هایی از آن ها در شکل (۱) مشاهده می شود از یک سیم فولادی زمین شده به عنوان نگهدارنده وزن هادی ها و همچنین به عنوان سیم گارد استفاده می شود. این سیم به عنوان سیم صفر در شبک ههای ستاره زمین شده عمل می کند. چندین فاصله نگهدار لوزی شکل ۱ یا صلیبی در هر اسپن از سیم فولادی مذکور آویزان بوده و در سه راس دیگر آن ها هادی های روکش دار ضخیم (سه لایه) تمام آلومینیوم یقرار می گیرند و به این ترتیب فاصله ثابتی بین کابل های هوایی فاصله دار در طول خط وجود خواهد داشت. فاصله نگهدار عایقی از جنس پلی اتیلن دانسیته بالا (پلی اتیلن دانسیته بالا) و مقاوم به اشعه ماوراء بنفش می باشد. اتصالاتی که کابل ها را بر روی نگهدارنده تثبیت میکنند می توانند حلقه پلاستیکی یا بست پل یمری باشند. پای ههای عبوری این شبک هها فاقد مقره بوده و به دلیل فاصله کم هادی های جانبی از هم دیگر، در کاهش باند آزادسازی حریم بسیار مناسب می باشند. لمس هادی های سه لایه به دلیل نداشتن شیلد مسی زمین شده خطرناک بوده و ایمن نمی باشد. اما مطابق به طور قابل توجهی خطرات انی آن ها کم تر از شبکه های با هادی های لخت م یباشد. با توجه به نزدیک بودن فازها به همدیگر خاصیت سلفی خط کاهش یافته و افت ولتاژ ناشی از آن نیز کم خواهد بود. هم چنین خاصیت خازنی خط نسبت به خطوط رایج با هادی های لخت زیادتر بوده و قرارگیری هادی ها بر روی رئوس یک مثلث متساوی الاضلاع نیز مقادیر یکسان اندوکتانس و کاپاسیتانس خط در هر سه فاز را تضمین می کند. یرآق آلات خط کم بوده و تکنیکهای نصب آن ساده می باشد. سرمایه گذاری اولیه شبکه های هوایی توزیع با کابل های فاصله دار بسیار کمتر از کابل های خودنگهدار فشار متوسط می باشد در حالی که بسیاری از مزایای کابل های خودنگهدار

در این شبکه ها تامین می شود. هم چنین هزینه کابل های فاصله دار در حدود یک ششم شبکه های کابل زیر زمینی با داکتهای بتنی می باشد. کابل های هوایی فاصله دار به طور موفق در محدوده خارج از شهر و در مناطق جنگلی جهت کاهش قطعی ها و در مناطق مجاور دریا به منظور جلوگیری از خوردگی شیمیایی به کار برده می شوند. یکی دیگر از کاربردهای این سیستم احداث خط در فاصله زیاد اسپن بین دو تیراست که این امر به جهت وجود سیم نگهدارنده فولادی امکان پذیر است. هم چنین در مناطق با برف سنگین یا باد شدید نیز وجود فاصله نگهدارنده و سیم نگهدارنده فولادی شرایط بهره برداری مناسب را فراهم می کند.



(ب) فاصله نگهدار صلیبی شکل وسط اسپن



(الف) فاصله نگهدار لوزی شکل وسط اسپن



(ه) نحوه قرارگیری فاصله نگهدارها در

طول یک سکشن



(ز) به کارگیری فاصله نگهدار لوزی شکل دوپل در

سر تیر به جای نوع صلیبی

شکل (۱) تعدادی از عکس های تهیه شده از کشورهای خارجی

عمده ترین مزیت طرح مذکور جدا شدن کامل طراحی مکانیکی و الکتریکی از همدیگر می باشد. در واقع می توان مطابق با طول اسپن، شرایط بارگذاری منطقه و وزن هادی ها، نوع سیم نگهدارنده فولادی را به سادگی و در یک محدوده وسیع انتخاب نمود. چنین شرایطی امکان عبور از اسپن های بسیار بلند را که قبل از این در شبکه های توزیع امکان آن وجود نداشت میسر می نماید.

همان طوری که ذکر گردید امکان طراحی الکتریکی هادی ها در شبکه کابل فاصله دار بدون رعایت هرگونه محدودیت وجود دارد . در واقع صرفاً براساس توان الکتریکی مورد استفاده و افت ولتاژ مجاز می توان سطح مقطع هادی های تمام آلومینیوم روکش دار ضخیم (سه لایه) را تعیین و پس از اتمام طراحی الکتریکی نسبت به تعیین مشخصات سیم نگهدارنده فولادی اقدام نمود.

مزایای شبکه های کابل فاصله دار

مزایای عمده حاصل از به کارگیری این خطوط نسبت به شبکه های لخت هوائی عبارتند از:

الف-باند حریم کم به دلیل فاصله ۳۸ سانتیمتری بین دو فاز کناری و فشرده شدن خط،

ب- حذف مقره و یراق آلات بسیار کم،

ت- قیمت کمتر نسبت به شبکه های با هادیهای لخت در طی دوره بهره برداری به دلیل کاهش خسارت خاموشی ها،

ث- کاهش هزینه بهره برداری به جهت نرخ عیب کم تر،

ج- افزایش امکان حفاظت اشخاص از برق گرفتگی،

ح- قطعی برق کم تر و کاهش انرژی های توزیع نشده

خ- کاهش قطع درختان و جلوگیری از مرگ و میر پرندگان و حیوانات،

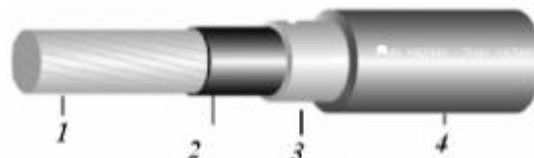
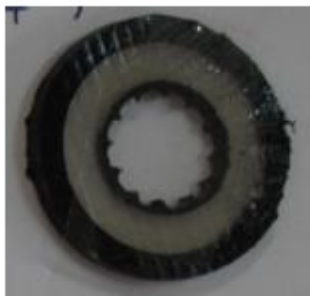
د- رضایت مندی استفاده کنندگان به ویژه در یک بازار برق رقابتی،

ذ- استفاده از هادیهای تمام آلومینیومی (ارزان تر، قابل تولید در داخل کشور و سبک تر).

هادیهای ضخیم قابل به کار گیری در کابل های فاصله دار:

جنس رسانای هادی ها روک شدار ضخیم (سه لایه) به کار برده شده در شبکه های کابل فاصله دار از نظر امکان تولید می تواند شامل تمام انواع رایج در خطوط هوایی لخت باشد اما با توجه به این که سیم نگهدارنده در این سیستم عهده دار تحمل نیروهای کشش مکانیکی است لذا عموماً از هادیهای تمام آلومینیوم رشت های فشرده شده استفاده م ی شود . شکل (۲) ساختار

رایج این هادیها در فشار متوسط نشان داده شده است. در این شکل شماره های ۱ الی ۴ به ترتیب نشانه های رشت های کمپکت شده تمام آلومینیومی، لایه نیمه هادی پل یاتیلنی (یا پلی اتیلن کراس لینک شده) ترموپلاستیک اکسترود شده، لایه پلی اتیلن دانسیته پایین و پلی اتیلن دانسیته بالا مشکی می باشد. لازم به ذکر است دو لایه خارجی را به ترتیب از سمت هادی از پلی اتیلن کراس لینک شده و مشکی نیز تولید می کنند و در این صورت حداکثر دمای کار پیوسته هادی به جای ۷۵ م ی تواند تا ۹۰ درجه سانتیگراد افزایش یابد.



- ۱- هادی آلومینیومی رشته ای فشرده شده
- ۲- لایه نیمه هادی پلی اتیلن
- ۳- پلی اتیلن دانسیته پایین
- ۴- پلی اتیلن دانسیته بالا

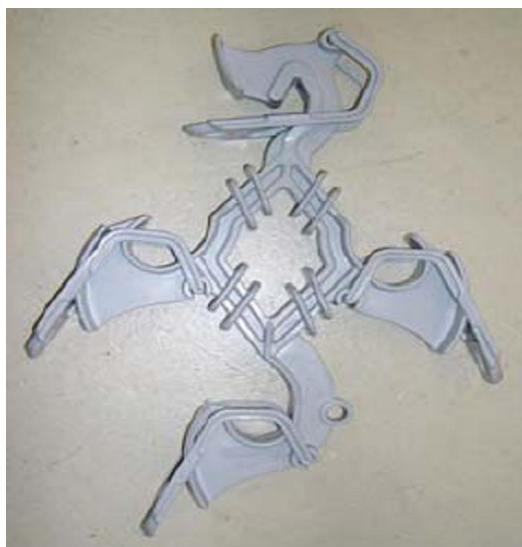
(الف) ساختار رایج کابل فاصله دار فشار متوسط (ب) اولین هادی روکش دار ضخیم ساخت داخل

شکل (۲): هادی روکش دار سه لایه (ضخیم)

فاصله نگهدار

فاصله نگهدارها ۲ باید بر روی سیم فولادی نگهدارنده و در موقعیت مناسب محکم شوند و در طی مراحل نصب و پس از آن از موقعیت خود حرکت نکنند. ساختارهای متفاوتی از فاصله نگهدارها که توسط شرکت های مختلف تولید شده اند در شکل (۳) مشاهده می شود. فاصله نگهدارها عموماً از جنس پلی اتیلن دانسیته بالا بوده و باید در مقابل اشعه ماوراءبنفش خورشید مقاوم باشند. جهت تطابق بیش تر با محیط اطراف رنگ آن ها خاکستری انتخاب می شود. ابعاد فاصل نگهدارها به گونه ای انتخاب می شود که هادیها بر روی رنوس یک مثلث متساوی الاضلاع قرار بگیرند. فاصله بین دو فاز کناری در حدود ۳۸ سانتیمتر می باشد که بسیار کم تر از فاصله

رایج ۲۲۰ سانتیمتری بین فازهای کناری در شبکه های با هادی های لخت می باشد که این موضوع تاثیر قابل توجهی در کاهش باند آزاد سازی حریم خواهد داشت. فاصله نگهدارهای دارای بست اهرمی محکم کننده به دلیل استحکام مکانیکی بی شتر نسبت به بست های حلقه ای ۳/۵ برابر بیش تر پلاستیکی ضد ماوراءبنفش دارای قابلیت اطمینان بیش تری هستند اما قیمت آن ها نیز حدود می باشد. فاصله نگهدارها در طرح های سه فاز عمودی و تکفاز نیز تولید شده و مورد استفاده قرار می گیرند.



الف) فاصله نگهدار مجهز به بست اهرمی محکم کننده



ب) فاصل هنگهدار مجهز به بست حلقه پلاستیکی ضد ماوراءبنفش

شکل (۳) طرح ها و کاربردهای مختلف فاصله نگهدارها

سیم نگهدارنده

این سیم نقش نگهدارنده هادی های روکش دار در فواصل تعریف شده آن ها را بعهدہ دارند . جنس این سیم ها معمولاً فولاد با روکش آلومینیوم (آلمو ولد) و یا فولاد گالوانیزه م ی باشد . این بکسل علاوه بر نقش نگهدارنده بایستی نقش سیم زمین و حفاظت در مقابل صاعقه را نیز بعهدہ بگیرند . قطر و تعداد رشته ها ی سیم فولادی متناسب با میزان تحمل استقامت کششی تعی ین می شود . در مناطقی که رعدو برق زیاد باشد می توان دو رشته از این مفتولها را آلمو ینیومی انتخاب نمود تا هدایت جریان صاعقه را به راحتی انجام پذیرد در این صورت دیگر رشته ها ی فولادی با پوشش آلومینیوم ۳ می باشند . دلیل استفاده از آلومینیوم ایجاد هدایت الکتریکی زیاد در مقابل برخورد صاعقه و هم چنین کاهش افت ولتاژ در شبکه ها ی چهارسیمه کابل فاصله دار می باشد . لازم به ذکر است در شبکه های چهارسیمه (ولتاژ ضعیف)، سیم نگهدارنده را از جنس آلومینیوم آلیاژی با ۵۲٪ LACS انتخاب نموده و به عنوان نول مورد استفاده قرار می دهند [۱۰].

۲-۵- تابلوها

سیستم های قدرت شامل تولید، انتقال و توزیع می باشد. تابلوها به منظور حفاظت و کنترل مدار الکتریکی یک سیستم قدرت، مورد نیاز می باشند. تابلوهای فشار ضعیف و فشار متوسط توزیع، وظیفه کنترل قطع و وصل خطوط فشار ضعیف و فشار متوسط توزیع انرژی را به منظور تنظیم و حفاظت بعهدہ دارند.

تابلوها دو عملیات اصلی را عهده دار می باشند :

۱- عملیات حفاظت سیستم توزیع در شرایط غیرعادی شبکه

۲- عملیات کنترل سیستم توزیع در شرایط عادی شبکه

تابلوها در کلیه شرایط عادی و غیر عادی به شبکه متصل هستند. بنابراین اثرات تمامی موارد مربوط به شرایط فوق نباید باعث خرابی یا عدم عملکرد صحیح آنها شود. تابلوهای توزیع باید قابلیت تحمل جریان اتصال کوتاه و اثرات ناشی از آن و عملکرد مناسب در حالت گذرا را داشته باشند.

تابلوهای توزیع باید نیازهای زیر را برآورده نمایند :

۱- به طور پیوسته ولتاژ و جریان نامی شبکه را بدون ایجاد حرارت اضافی، شکست عایقی و یا خرابی در هر یک از اجزا، تحمل نمایند.

۲- در حالت اضافه جریان ناشی از اتصال کوتاه یا بروز عیب در شبکه به خوبی عمل کرده و قطع مناسب را انجام دهند.

۳- تابلوها باید تا حد امکان ساده، سریع و قابل اطمینان بوده و پایداری و عملکرد مناسب جهت برآوردن نیازهای سیستم را داشته باشند.

عوامل مهمی که برای انتخاب تابلوهای توزیع موثر و لازم است عبارتند از :

۱- مشخصات شبکه و سیستمی که تابلو به آن متصل می گردد.

۲- شرایط محیطی و اقلیمی محلی که تابلو در آن نصب می گردد.

توزیع برق فشار ضعیف شبکه مشترکین پست، همچنین تامین روشنایی عمومی معابر و خیابانها توسط تابلوهای فشار ضعیف انجام می گیرد. تابلوهای فشار ضعیف پستهای هوایی شامل بخشهای اصلی به شرح زیر هستند :

۱- سلول ورودی شامل کلید اتوماتیک ورودی و دستگاههای اندازه گیری جریان و ولتاژ

۲- سلول روشنایی معابر

۳- سلول (یا سلولهای) خروجی

تابلوهای فشار ضعیف پستهای هوایی معمولاً یا روی سکوهای آجری یا فلزی در ارتفاعی حدود ۶۵ سانتی متر از سطح زمین نصب می گردند. به همین دلیل این تابلوها باید قابلیت نصب روی سکوهای مورد نظر را داشته و مجهز به دریچه زیرین ورود و نصب کابل با محل پست کابل باشند. ابعاد تابلوهای فشار ضعیف ممکن است اندکی متفاوت باشند و بر حسب ظرفیت کلید اصلی تابلو تغییر نماید. ابعاد در نظر گرفته شده طبق استاندارد برای سلولهای فشار ضعیف طبق مشخصات سازندگان معتبر داخلی برابر ۸۰۰*۲۲۰۰ (طول*ارتفاع) میلیمتر و عمق آنها نیز ۶۰۰ میلیمتر در نظر گرفته شده است.

نحوه استقرار تابلو فشار ضعیف : این تابلو بر روی سکوهای بتونی به صورت پیش ساخته و به ارتفاع ۶۵ سانتی متر بوده که در زیر ترانسفورماتور در وسط بین دو پایه و متقارن نسبت به محور وسط به صورت طولی نصب و تراز می گردد. تابلو ترانسفورماتور بر روی سکو طوری مستقر و پیچ و مهره می گردد که درب اصلی آن (طرف کلید اصلی) در سمت پیاده رو واقع می گردد. در صورتیکه تهیه سکوی بتونی پیش ساخته ممکن نباشد میتوان از سکوی زیر چینی با آجر نیز استفاده کرد. در این حالت تابلو توسط پشت بند به پایه ها متصل می گردد. همچنین میتوان برای استقرار تابلو از سکوهای فلزی همانند سکوی ترانسفورماتور استفاده کرد که در ارتفاع ۶۵ سانتی متری نصب می گردد.

تجهیزات این تابلو عبارتست از :

۱- کلید کل (کلید اصلی یا کلید اتوماتیک یا کلید خودکار) : این کلید عمل قطع و وصل و از همه مهم تر حفاظت شبکه فشار ضعیف را بر عهده دارد. این کلید دارای دوره حرارتی و مغناطیسی بوده و بنابراین شبکه و ترانسفورماتور توزیع را در مقابل اتصال کوتاه و اضافه بار محافظت می کند. آمپراژ کلید اصلی با توجه به جریان نامی فشار ضعیف ترانسفورماتور انتخاب می گردد. مثلاً کلید اصلی تابلوی فشار

ضعیف ترانسفورماتور ۱۰۰ کیلو ولت آمپر با جریان نامی ۱۴۴,۵ آمپر با توجه به استاندارد کلیدها ۱۶۰ یا ۲۰۰ آمپر انتخاب می گردد.

اندازه های استاندارد کلید کل (کلید اصلی) : اندازه استاندارد کلید کل (کلید اصلی) بر حسب آمپر در زیر آمده است: ۱۶۰-۲۰۰-۲۵۰-۳۱۵-۴۰۰-۵۰۰-۶۳۰-۸۰۰-۱۰۰۰-۱۲۰۰-۱۲۵۰-۱۶۰۰-۲۰۰۰ آمپر

۲- کلید فیوز دار از نوع *NH* : این فیوز به صورت سری با شبکه فشار ضعیف قرار می گیرد و شبکه را در مقابل اتصال کوتاه محافظت می کند. قدرت قطع این نوع فیوز زیاد بوده و می تواند جریان های تا ۲۵ کیلو آمپر را نیز قطع کند.

استاندارد آمپراژ فیوزهای *NH* در زیر آورده شده است:

۵۰-۶۳-۸۰-۱۰۰-۱۲۵-۱۶۰-۲۰۰-۲۵۰-۳۰۰-۴۰۰-۵۰۰-۶۰۰ آمپر

۳- شمش ها (شین ها - باس بارها): جمع و پخش انرژی الکتریکی از طریق شین ها انجام می گیرد که با مقاطع مختلف نظیر مربع و مستطیل و لوله ای ساخته میشوند. جنس شین ها از مس یا آلومینیوم است ولی در تابلو های توزیع برق معمولاً از شین های مستطیلی از جنس مس با ابعاد ۳۰*۵ میلی متر استفاده می گردد که از بالا به پایین به ترتیب فازهای *R-S-T* و شین *MP* وصل می شوند.

۴- کنتاکتور ۶۳ آمپری برای روشنایی معابر: در تابلو های توزیع برق معمولاً از کنتاکتورهای ۶۳ آمپری استفاده می شود. که البته مبحث کنتاکتورها مفصل است و در اینجا در مورد آن بحثی نمی کنیم.

۵- فتوسل : برای روشن و خاموش کردن چراغ های معابر به صورت اتوماتیک در هنگام تاریک شدن هوا و در هنگام روشن شدن هوا از دستگاهی به نام فتوسل استفاده می شود. فتوسل از یک فتو المان تشکیل می شود که در اثر برخورد نور به آن ایجاد ولتاژ یا تغییر مقاومت می دهد. طرز کار آن بدین

صورت است که با تاریک شدن هوا مقاومت فتو المان کم شده و در نتیجه شدت جریان مدار توسط تقویت کننده زیاد شده و به رله فرمان می دهد و مدار را وصل می کند. هنگامی که هوا روشن می شود مقاومت فتو المان زیاد شده و در نتیجه جریان عبوری از رله کم می شود و باعث قطع مدار می گردد. فتوسل ها با سه سر خروجی و با رنگ های سفید و مشکی و قرمز ساخته می شوند. سیم سفید رنگ سیم نول و سیم مشکی سیم فاز و سیم قرمز به لامپ متصل می گردد. هر فتوسل حدوداً ۲۰ عدد لامپ ۱۰۰ وات می تواند به طور اتوماتیک خاموش و روشن کند و اگر برای کنترل لامپ های خیابان مستقیماً به فتوسل وصل شوند به طور مطمئن فتوسل خواهد سوخت. برای رفع این اشکال به جای اینکه فتوسل لامپ ها را تغذیه کند بوبین کنتاکتور را تغذیه می کند بطوریکه لامپ ها به کنتاکت های باز کنتاکتور بسته می شود و در این صورت مشخص است که جریان لامپ ها هیچ ارتباطی با جریان عبوری از فتوسل ندارد.

۶- سایر وسایل موجود در تابلو های توزیع برق: از دیگر وسایل موجود در تابلوهای توزیع برق می توان از کنتور سه فاز ۳*۲۲۰/۳۸۰ ولت برای اندازه گیری مقدار انرژی مصرفی روشنایی معابر - سه عدد ترانسفورماتور جریان برای تغذیه سیم پیچ جریان کنتور سه فاز راکتیو - مقره های اتکایی برای نگهداری و ایزوله کردن شین ها(که معمولاً جنس آنها از صمغ مصنوعی می باشد)- سه عدد فیوز فشنگی ۶۳ آمپری برای روشنایی معابر و ۴ عدد فیوز فشنگی ۱۰ تا ۱۶ آمپری برای بوبین های ولتاژ کنتور سه فاز اکتیو نام برد/۹/.

فصل سوم

مقایسه شبکه‌های هوایی و زمینی در بهره برداری و احداث

مقدمه:

صنعت برق یکی از حیاتی ترین صنایع یک کشور به حساب می آید. در این میان، شبکه های توزیع انرژی الکتریکی بعنوان شاهرگ های نیرورسانی و محل تلاقی با مشترکین در اقصی نقاط کشور می باشد و اشکالات سیستم توزیع در این صنعت ، از دید مصرف کنندگان، مشکل اولیه صنعت برق قلمداد خواهد شد. توسعه روزافزون، عدم پیش بینی صحیح این روند و عقب ماندگی تکنولوژی ، همواره مشکلاتی را در سیستم توزیع انرژی الکتریکی به همراه داشته است . لذا روشی راکه بتوان جهت تحقق بخشیدن به اعتلای بخش توزیع و ارتقاء تکنولوژی در آن اختصاص داد . در حال حاضر استفاده از شبکه های توزیع هوایی بیش از ۹۷ % کل شبکه توزیع در سطح کشور را به خود اختصاص داده اند که عدم رشد و تکامل در اجرای سیستم های کابل کشی زمینی در ایران یکی از دلایل عدم توجه و عقب ماندگی آن می باشد . عدم طراحی صحیح، هدایت سیستم بدون برنامه ریزی و تعیین اهداف بدون در نظر گرفتن بررسی های اقتصاد مهندسی، موجبات اعمال ضرر به سرمایه ملی، اتلاف انرژی و عدم رضایت و بدبینی مشترکین را به دنبال داشته است، بنابراین لزوم آموزش و انتقال دانش فنی جدید، نوآوری، رعایت نکات فنی و استانداردها، نظارت، کنترل و ارزیابی در سیستم های توزیع شدیداً احساس می شود . در این فصل ضمن تحلیل بررسی و مقایسه شرایط شبکه های توزیع بهینه با سیم هوایی و کابل زمینی مزایا و معایب مربوط به هر کدام به شرح آورده شده است [۷].

۳-۱- صرفه اقتصادی

به طور کلی، سیستم های هوایی برخلاف سیستم های زمینی ، بسیار کم هزینه تر و با قیمت تمام شده کمتر اجرا می گردند . زیرا به کندن کانال، هزینه های اخذ مجوزهای حفاری، لوله های مخصوص و ... نیازی نداشته و در مورد خود کابل ها نیز حفاظ و عایق گرانیقیمت، اتصالات و غلاف های آبنندی گران جهت امکانات ویژه ضدآب کردن تجهیزات زیرزمینی وجود ندارد . درست همین هزینه های

گزار سرمایه گذاری اولیه است که سیستم های زمینی را چندین برابر گرانتر از سیستم های هوایی کرده است.

امروزه با پیشرفت های تکنولوژیکی ساخت مواد عایق پلیمری از مواد با خانواده پلاستیک به عنوان عایق و پوسته کابل های زمینی استفاده می شود. توانایی این مواد برای دفن مستقیم در زیر خاک، صرفه اقتصادی آنرا نسبت به سیستم های هوایی که ه شداده با این حال، هنوز هم افزایش هزینه های شبکه زمینی در ولتاژهای بالا بعلت عدم امکان ساخت تجهیزات شبکه در داخل کشور به مراتب بیشتر می باشد در صورتیکه امکان ساخت تجهیزات شبکه هوایی در داخل کشور و ارزان بودن قیمت تجهیزات و اتصالات شبکه توزیع با سیم هوایی نسبت به شبکه های دیگری از برتری بیشتر برخوردار می باشد [۴].

۳-۲- مشکلات اجرایی

احداث شبکه های هوایی آسان تر است و در هر نقطه و محلی می توان بوسیله شبکه هوایی، به سرعت جریان برق را برقرار نمود. در این شبکه ها، سادگی ساخت و احداث، سهولت بهره برداری و تعمیراتی که به دنبال دارند به عنوان اصولی مهم در قیمت تمام شده احداث و بهره برداری این خطوط در کل زمان بهره برداری بطور متوسط ۳۰ سال در نظر گرفته می شود.

یک طرح ساده، همیشه بر طرحهای پیچیده برتری دارد مگر عواملی مهم، استفاده از طرحهای پیچیده شبکه های زیرزمینی را توجیه نماید. امروزه سیاستهای کلان بخش برق، در چگونگی طراحی و نیرورسانی به شبکه های توزیع هوایی تأکید دارند. مشکل عدم وجود منابع مالی سازمان در انجام پروژه، می تواند به انتخاب این سیاست منجر شود که شبکه های توزیع هوایی، با حداکثر سرعت ممکن و به راحتی توسعه می یابند. گرفتن انشعاب از شبکه های هوایی بدون مشکل، با مخارج کم و با سرعت بیشتر انجام می شود، در حالی که انشعاب گیری از کابل ها، مستلزم ایجاد نقاط برداشت و پخش مانند

ایستگاه های توزیع ، تابلوهای برق و پیلارها (شالترها)، جعبه های انشعاب و ... خواهد بود . بنابراین سیستم های هوایی ، بصورت خیلی وسیع برای مناطق با چگالی بار کم و متوسط غالب خواهد بود و به عنوان مثال برق رسانی روستاها کاربردی به تقریب انحصاری خواهند داشت . در آینده، برای شبکه های شهری دارای چگالی بار زیاد، بااستفاده از درآمدهای حاصله، بهبود کیفیت، رعایت دیگر مسایل و تبدیل به شبکه های زمینی مدنظر خواهند بود . به طور کلی درمکان هایی که چگالی بارهای مصرفی آنقدر زیاد باشد که نصب خطوط هوایی با سیم ها و هادیهای انبوه واقع روی پایه های خطوط هوایی از نظر شکل ظاهری، ایمنی و بهره برداری غیرعملی به نظر رسد انتخابی جز سیستم زمینی وجود نخواهد داشت.

۳-۳- تعمیر و عیب یابی

عیب یابی و رفع آن در شبکه های هوایی ، آسان تر انجام میگیرد، زیرا بیشتر عیب های شبکه های هوایی با چشم دیده میشوند درصورتی که برای پیدا کردن عیب در شبکه زیرزمینی ، به دستگاه های خاص نیاز خواهد بود . در ضمن هنگامی که در سیستم های زمینی مشکلی پیش می آید، از نظر تعمیر بسیار وقت گیر و سخت خواهد بود . با این حال، سیستم زمینی با خطر قطعی برق ناشی از طوفان، رفت و آمد و برخورد وسایل نقلیه، سقوط درختان و غیره مواجه نیست . به همین دلیل، صرف مخارج اضافی برای شبکه های زمینی ، جهت احداث شبکه های قابل تغذیه از دو سو (مدار دوم)، چندین مدار موازی، طرحهای تبدیلی و حتی شبکه های غربالی برای ایجاد قابلیت اطمینان برق رسانی، توجیه پذیر خواهد بود.

لازم به توضیح است که شرایط متعدد دیگری نیز وجود دارد که کابل های زمینی را به سیستم های هوایی ترجیح می دهند . درواقع چون شبکه های زمینی در زیر خاک دفن می باشند از عوامل جوی، مانند طوفان، یخ زدگی، برخورد شاخه های درختان و رعد و برق در امان بوده امکان خرابی آنها کمتر

می باشد، از این رو قطع جریان کمتری نیز پیش می آید . یکی دیگر از مشکلات فعلی خطوط هوایی، رفت و آمد وسایل نقلیه و برخورد آنها با تیرها است . از طرفی مقررات راهنمایی و رانندگی چنان سخت است که ساخت و مرمت سیستم های هوایی را رفته رفته با مشکل مواجه کرده است . علاوه بر آن، رفت و آمد (ترافیک) سنگین و وسایل با ارتفاع زیاد مانند بالابرها و جرثقی لها، خطرات دیگری از نظر برخورد وسایل نقلیه سنگین به تیرها و سیم ها ایجاد میکنند.

۳-۴- حفظ زیبایی محیط و حریم ها

به طور کلی سازه های خطوط هوایی ، با زیبایی و معماری امروزی محیط همخوانی ندارد . بنابراین مهندسين توزیع برق ، در طراحی سیستم توزیع انرژی الکتریکی ، به حفظ زیبایی نیز بایستی توجه کنند تا جایی که پایه های سیمانی را در رنگ ها و اشکال متعددی ساخته وهمچنین امروزه از نظر اصول معماری و شهرسازی جهت حفظ زیبایی محیط حذف ردیف پایه های خطوط (هوایی بامناظری ناهمگون می تواند دلیلی جهت صرف و هزینه های بالای شبکه های زمینی گردد .

در شهرهای مناطق پرجمعیت و حساس، برای حفظ زیبایی شهر، بطور معمول از شبکه های زمینی استفاده می شود، با این حال در بعضی از نقاط به اجبار از شبکه های هوایی استفاده نمی شود تا حریم سیم های برق دار رعایت شود .این موضوع مانند باند فرودگاهها، داخل محوطه نیروگاهها و پادگانها و داخل بازارهای محلی و ... می باشد .به علت بدون روپوش بودن هادیهای خطوط هوایی رعایت فاصله مجاز از تأسیسات و ساختمانها به عنوان رعایت حریم خطوط انتقال مورد نیاز می باشد .

در بسیاری از موارد، به علت کم بودن عرض مسیر و معابر، و در نتیجه به علت عدم امکان تأمین حریم خطوط هوایی، کابل کشی زمینی یاشبکه کابل های هوایی روکشدار (کابل های خود نگهدار) بدلائیل برخی از مزایا به شرح زیر توصیه می گردد:

الف) (بدلیل پوشش عایقی هادیها ، اتصال کوتاه در این نوع شبکه کمتر و خطرات جانی در مقایسه با استفاده از شبکه های سیمی تا حدودی از بین می رود.

ب) میزان استراق برق به علت عدم دسترسی سودجویانه به هادی کابل، کاهش و علیرغم پایین بودن اتفاقات باعث جلوگیری از تلفات انرژی در شبکه می گردد.

ج) از نظر اقتصادی برای احداث ۱ کیلومتر شبکه هوایی فشار ضعیف سیمی در مقایسه با اقلام مورد نیاز برای ۱ کیلومتر شبکه کابل خود ننگه دار تفاوت بها از این دو شبکه بر اساس فهرست بها سال ۱۳۸۲ بالغ بر ۲۵۳۰۰۰۰۰ ریال خواهد بود با توجه اینکه هزینه های بهره برداری خطوط هوایی سیمی بیش از هزینه بهره برداری کابل های خودنگه دار است که این تفاوت بها ظرف مدت کوتاهی جبران پذیر است.

این موضوع به خصوص درباره خطوط فشار متوسط در داخل شهرها و مجتمع های آپارتمانی، مجتمع های صنعتی و تجاری به طور کامل محسوس است . رعایت حریم شبکه های هوایی ، از عواملی است که باید مورد توجه قرار گیرد . به طور معمول شهرداری ها یاسازمان پارک ها، در مسیر احداث شبکه های هوایی شهرها درختکاری میکنند که پس از رشد درختان، شاخه های آنها با هادیهای خطوط تماس پیدا کرده و در هوایی بارانی یا رطوبت، موجب اتصالی و سوانحی مانند پارگی سیم ها خواهند شد . البته عبور خطوط هوایی از مناطق جنگل کاری شده و درختان میوه نیز باعث قطع درختان و صدمه به محیط زیست می شود.

۳-۵- حادثه آفرینی و ایمنی

به علت لخت و در دسترس بودن قسمتهای زنده خطوط هوایی و همچنین آسیب پذیر بودن پایه و هادی های آنها، شبکه ها اغلب در معرض بروز حواث بوده که شرح مختصری از آنها بدین قرار است:

الف) آسیب پذیری در برابر طوفان ها و اختلالات جوی در شبکه های هوایی بسیار قابل توجه می باشد. در این موارد، ایجاد آتش سوزی و برق گرفتگی، به دلیل درهم پیچیده شدن هادی ها یا افتادن اشیاء و حیوانات و پرندگان روی شب که دور از انتظار نیست .

ب) خطرهایی که همه ساله در اثر برخورد جرتقیل ها و کمپرسی ها و خودروهایی با ارتفاع زیاد با شبکه برقدار هوایی اتفاق می افتد، رانندگان، اپراتورها و دیگر عوامل کاری را تهدید می نماید و هر ساله، آمار قابل ملاحظه ای را به خود اختصاص می دهد.

ج) پرتاب فلاخن کودکان، شکستن مقره ای بشقابی و برخورد بادبادکهای نوجوانان که فاقد سرگرمی و محیط ورزشی هستند، نشانه روی و تیراندازی تفریحی بطرف مقره ها از عواملی هستند که در شهرها و روستاهای کشور به شبکه های فشار متوسط و فشار ضعیف هوایی آسیب می رسانند و گاه با قطع سیم نول و افتادن روی فازهای دیگر و دو فاز شدن، باعث خرابی تجهیزات مصرف کنندگان تک فاز شده و به مشترکان برق زیان مالی وارد می کنند.

د) تصادف وسایل نقلیه با تیرهای بتنی یا چوبی در کنار جاده و اتوبان ها، یکی دیگر از عوامل حادثه ساز در شبکه های توزیع هوایی است که گاهی موجب افتادن تیر روی خودروها و بروز خسارات جانی و مالی سنگین می شود.

ه) شبکه های هوایی برای کارگران ساختمانی نیز خطرآفرین است. به دلیل کم عرض بودن بسیاری از معابر شهری، برپا کردن داربست هابرای نماسازی یا نصب وسایل، سبب نزدیکی شبکه های برق و گاهی برق گرفتگی یا خسارت های جانی می شود.

و) سقوط برق کاران از روی پایه ها یا پلکان های تیرها، خواه با استفاده از وسایل ایمنی و خواه بدون آنها، به دلیل انجام فعالیت های برقی، هنوز در برخی از مناطق تحت پوشش برق کشور اتفاق می افتد.

م (علاوه بر موارد فوق ایجاد پارازیت در خطوط مخابراتی، برداشتهای غیرمجاز برق و برخورد رعد و برق به خطوط هوایی از دیگرعیب های عمده شبکه های توزیع هوایی می باشد.

۳-۶- مقایسه معایب و اتفاقات شبکه های هوایی و زمینی

بعنوان مثال در یکی از امورهای برق تابعه شرکت توزیع نیروی برق استان آذربایجان شرقی و اطلاعات و آمار زیرا استخراج گردیده است.

الف شبکه های توزیع هوایی

با ملاحظه جدول شماره ۱ نتیجه می گیریم در طول سالهای ۷۹ و ۸۰ تعداد ۱۰۶۹ مورد قطعی های شبکه فشار متوسط با ۱۱۰ مگاوات ساعت انرژی توزیع نشده مربوط به عیوب شبکه هوایی بطول ۶۴۰ کیلومتر در آن امور می باشد.

با در نظر گرفتن بهای هر کیلووات ساعت انرژی توزیع نشده ۱۵۰ ریال، بهای کل برابر است:

$$\text{ریال } ۱۶۶۱۴۰۰۰ = ۱۱۰/۷۶ * ۱۰۰۰ * ۱۵۰$$

ضمن این که ج هت رفع عیب تعدادی از معایب فوق نیاز به تعویض تجهیزات از جمله شکستگی

مقره، اتصال برقگیرها، شکستگی تیر ... خواهد بود بصورت زیر محاسبه می گردد.

$$\text{ریال } ۴۴۱۰۰۰۰ = ۹۸ * ۴۵۰۰۰ \quad \text{هزینه تعویض مقره‌ها}$$

$$\text{ریال } ۲۵۰۰۰۰۰۰ = ۲۵ * ۱۰۰۰۰۰۰ \quad \text{هزینه تعویض تیرهای شکسته}$$

$$\text{ریال } ۲۷۵۰۰۰۰۰ = ۱۱ * ۲۵۰۰۰۰۰ \quad \text{هزینه تعویض برقگیرها}$$

$$\text{هزینه های کل تعویض تجهیزات برابر است: } ۴۴۱۰۰۰۰ + ۲۵۰۰۰۰۰۰ + ۲۷۵۰۰۰۰۰ = ۵۶۹۱۰۰۰۰$$

فصل سوم

مقایسه شبکه‌های هوایی وزمینی در احداث و بهره برداری

در صورتی که جهت رفع هر خاموشی، زمان ۱/۵ ساعت توسط دو نفر نیروی انسانی در نظر گرفته شود و دستمزد هر نفر ساعت ۱۰/۰۰۰ ریال لحاظ گردد .

هزینه نیروی انسانی ریال $۲ * ۱/۵ * ۱۰۰۰۰ = ۳۲۰۷۰۰۰۰$

جمع کل هزینه ای که جهت رفع اتفاقات و معایب شبکه فشار متوسط توزیع هوایی آن امور در سالهای ۷۹ و ۸۰ مصرف شده برابر است با:

هزینه های (نیروی انسانی + تعویض لوازم + بهای انرژی توزیع نشده) = هزینه کل

هزینه کل به ریال $۱۶۶۱۴۰۰۰ + ۵۶۹۱۰۰۰۰ + ۳۲۰۷۰۰۰۰ = ۱۰۵۵۹۴۰۰۰$

ریال $۱۰۵۵۹۴۰۰۰ : ۶۴۰ = ۱۶۴۹۹۰$

متوسط هزینه نگهداری برای هر کیلومتر از شبکه فشار متوسط هوایی در آن منطقه برای سالهای ۷۹ و ۸۰

ب- شبکه های توزیع زمینی

با ملاحظه جدول شماره ۲ نتیجه می گیریم در طول سالهای ۷۹ و ۸۰ تعداد ۳۳ مورد قطعی های شب که فشار متوسط با مقدار ۲۲/۲۳ مگاوات ساعت انرژی توزیع نشده مربوط به عیوب شبکه های زمینی بطول ۵۱ کیلومتر در آن امور می باشد لذا بهای کل انرژی توزیع نشده برابر است:

ریال $۲۲/۲۳ * ۱۰۰۰ * ۱۵۰ = ۳۳۳۴۵۰۰$

و از طرفی می دانیم در اکثر اتفاقات و معایب بوجود آمده روی کابل ها نیاز به بستن مفصل می باشد. بنابراین اگر برای رفع معایبی چون معیوب بودن مفصل و کلنگ خوردگی کابل حداقل یک

فصل سوم

مقایسه شبکه‌های هوایی وزمینی در احداث و بهره برداری

دستگاه مفصل برای هر عیب در نظر گرفته شود (بهای مفصل کامل ۲۰ کیلوولت ۰۰۰ ر ۰۰۰ ر ۳ ریال در نظر گرفته شود) هزینه مصرفی کل برابر است:

$$۱۵ * ۳۰۰۰۰۰۰ = ۴۵۰۰۰۰۰ \quad \text{ریال}$$

اگر از هزینه های لوازم دیگر صرف نظر شود و برای رفع عیب هر یک از اتفاقات فوق متوسط ۵ ر ۲ ساعت با دو نفر در نظر گرفته شود هزینه دستمزد نیروی انسانی برابر خواهد شد با:

$$۳۳ * ۲/۵ * ۲ * ۱۰۰۰۰ = ۱۶۵۰۰۰۰ \quad \text{ریال}$$

با توجه به محاسبات فوق هزینه کل برای برطرف نمودن معایب در شبکه زمینی فشار متوسط بطول ۵۱ کیلومتر طی سالهای ۷۹ و ۸۰ برای آن امور برابر است با:

بهای (انرژی توزیع نشده + نیروی انسانی + لوازم مصرفی) = هزینه کل

$$۳۳۳۴۵۰۰ + ۴۵۰۰۰۰۰ + ۱۶۵۰۰۰۰ = ۴۹۹۸۴۵۰ \quad \text{هزینه کل به ریال}$$

متوسط هزینه نگهداری برای هر کیلومتر از شبکه فشار متوسط زمینی در آن منطقه ریال $۴۹۹۸۴۵۰ : ۵۱ = ۹۸۰۰۸۸$

با توجه به مطالب و محاسبات فوق در مورد هزینه تعمیرات و نگهداری شبکه توزیع فشار متوسط با سیم هوایی به طول ۶۴۰ کیلومتر در آن امور ۰۰۰ ر ۵۹۴ ر ۱۰۵ ریال و برای شبکه فشار متوسط زمینی بطول ۵۱ کیلومتر در طی دو سال ۷۹ و ۸۰ مبلغ ۴۹/۹۸۴ ریال مشخص می گردد که برای هر کیلومتر شبکه فشار متوسط هوایی ۹۹۰ ر ۱۶۴ ریال و برای هر کیلومتر شبکه فشار متوسط زمینی ۹۸۰۰۸۸ ریال صرف هزینه تعمیرات نگهداری گردیده است . با نتایج بدست آمده مشخص می گردد که هزینه تعمیرات شبکه زمینی بیش از ۶ برابر شبکه هوایی است.

به منظور محاسبه l برای هر یک از موارد تعداد خطاها در سال ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ را جمع نموده و تقسیم بر ۲ می نماییم و عدد حاصل را بر طول کل خط به تفکیک هوایی و زمینی تقسیم کرده بعبارت دیگر :

$$\begin{aligned} &= 0.835 \frac{(464 + 605)/2}{640} (\text{هوایی}) = \lambda \\ &= 0.323 \frac{(17 + 16)/2}{51} (\text{زمینی}) = \lambda \end{aligned}$$

ملاحظه می شود نرخ وقوع خطا برای خطوط هوایی بسیار بیشتر از خطوط زمینی می باشد و اگر زمان خاموشی مورد انتظار به صورت $U = l r$ تعریف و با فرض $r = 1.5h$ برای خطوط هوایی و $r = 2.5h$ برای خطوط زمینی آنگاه :

$$U_{(\text{هوایی})} = 0.835 \times 1.5 = 1.252$$

$$U_{(\text{زمینی})} = 0.323 \times 2.5 = 0.8075$$

نتیجه می شود که زمان خاموشی مورد انتظار نیز در شبکه های هوایی عملاً بیش از شبکه های زمینی است [۷].

نتیجه گیری:

از آنجائیکه تعیین ساختار شبکه های توزیع بصورت زمینی و یا هوایی در هر پروژه احداث و توسعه شبکه های توزیع بعنوان یک تابع هدف بوده و بایستی تمامی هزینه های سرمایه گذاری اولیه و هزینه های بهره برداری (تعمیر نگهداری ، پرسنلی ، تلفات (می باشد لازم است کلیه نکات فنی و استانداردها ، بهره برداری و حریم ها مورد ارزیابی قرار گرفته تا در بهترین سیستم های توزیع بشرح موارد ذیل رعایت گردد:

الف : جایگزین نمودن روش مهندسی و طراحی بجای استادکاری

ب : وجود الگوریتم مدون جهت طرح و توسعه و بهره برداری شبکه های توزیع هوایی و زمینی

ج : وجود اطلاعات کامل و کافی از شبکه های توزیع

د : وجود نرم افزارهای کامپیوتری و پرسنل آموزش دیده و کارآمد.

لذا با توجه به بررسی و محاسبات انجام گرفته هر دو نوع توزیع هوایی یا زمینی ، دارای مزایا و معایب مربوط به خود می باشند برای مقایسه شبکه های مزبور باید کلیه جنبه های فنی و اقتصادی مسئله را مورد توجه قرار داد و از آنجائیکه شبکه های هوایی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه تر بوده و از نظر میزان زمان رفع خاموشی نیز شرایط خوبی را دارا می باشند می تواند برای انتقال انرژی برق به اک ثر نقاط دور افتاده کشور که از نظر چگالی بار کم و بدون مشکلات حریم خطوط ۲۰ و ۴ کیلوولت باشند.

استفاده نمود بطوریکه از نظر آماری شبکه توزیع کل کشور در سال ۱۳۷۷ حدود ۱۹۹۰۴۵ کیلومتر شبکه فشار متوسط هوایی در مقایسه با ۷۷۰۲ کیلومتر شبکه زمینی گویای این امر می باشد و از طرفی با در نظر گرفتن هزینه نگهداری به مراتب کمتر در شبکه های زمینی در مقایسه با هوایی راه حل مناطق واحد تراکم های بیش از ۳ مگاوات بر کیلومتر مربع با استفاده از کابل زمینی و یا از کابل خودنگهدار می باشد همچنین امروزه به جهت فرار از مشکلات حریم خطوط برق دار در مناطق شهری کابل های زیرزمینی بهترین روش هستند. کابل زمینی به سبب راکتانس سری کم عموماً مشکل افت ولتاژ را در فواصل حدود کمتر از ۵۰۰ متر فیما بین پستهای توزیع نداشته و به بدین سبب که می توان بهر مقدار لازم از آن کشید و یا مقطع آن را متناسب با میزان بار موجود

بالا برد) برخلاف خطوط هوایی که چون از راکتانس سری بالایی برخوردار است افزایش مقطع اثری در میزان باردهی مفید آن نداشته و افت ولتاژ حاصله در آن میزان باردهی را محدود می نماید). با وجود اینکه هزینه آن ۵ تا ۱۰ برابر خط هوایی است در بسیاری از موارد در خیلی از محلات شهرها الزامی است البته کابل های خودنگهدار مرغوب با هزینه ای بینابین خط هوایی و کابل زمینی دارای مزایای الکتریکی کابل زمینی بوده و دارای حریم نزدیک به صفر هستند و کاربرد آن را چه برای خطوط ۲۰ کیلوولت تغذیه کننده پستها و چه برای شبکه فشار ضعیف اصلی شهر توصیه می شود.

فصل چهارم

مقایسه فنی و اقتصادی شبکه‌های توزیع

۴-۱- مقایسه فنی شبکه های توزیع:

در ابتدای شرایط فنی که یک شبکه باید داشته باشید یادآوری می کنیم:

- میزان دانش فنی کشور
- امکان ساخت تجهیزات در داخل کشور
- زمان ساخت یا نصب تجهیزات
- وجود ایمنی برای مصرف کنندگان
- عملکرد شبکه با حداقل تلفات در خطوط
- کارگرد اقتصادی اجزا شبکه (تعمیر و نگهداری)
- ضریب اطمینان شبکه

با توجه به پارامترهای بالا شبکه های توزیع با سیم هوایی و کابل زمینی را با هم مقایسه میکنیم.

مشاهده می شود که شبکه توزیع با سیم هوایی بیشتر شرایط مربوط را دارد بطوریکه امکان ساخت تجهیزات این شبکه در داخل کشور وجود دارد و به صورت انبوه تولید میشود و پرسنل شرکت های توزیع و ادارات زیر مجموعه این شرکتها با این شبکه آشنایی دارند و در نصب و نگهداری آن مهارت دارند ولی همین شبکه ایمنی لازم را ندارد و در بیشتر مواقع برای مشترکین و پرسنل خطر ساز می باشد .

۴-۲- مقایسه اقتصادی شبکه های توزیع:

مقایسه اقتصادی شبکه های توزیع فقط به هزینه اولیه خلاصه نمی شود بلکه عوامل دیگری مانند هزینه تعمیر و نگهداری ، عمر مفید شبکه، در دسترس بودن تجهیزات شبکه و ... عواملی هستند که در بحث اقتصادی شبکه های توزیع باید در نظر گرفته شوند اما در نظر گرفتن این عوامل نیازمند امار و اطلاعات دقیق می باشد تا بر اساس این امار و اطلاعات محاسبات اقتصادی انجام گیرد [۱].

بعنوان مثال بررسی اقتصادی پروژه مسکن مهر بابل در احداث و بهره برداری

الف) بررسی اقتصادی در احداث و بهره برداری شبکه هوایی

فصل چهارم

مقایسه فنی و اقتصادی شبکه‌های توزیع
شرکت توزیع نیروی برق مازندران

لیست کالای برآوردی پروژه امور برق بابلسر

تاریخ گزارش: ۱۳۹۲/۱۱/۲۸

| سریال پروژه: ۲۵۹-۹۲۰۰۲۰ | | شماره پروژه: | | سال پروژه: ۱۳۹۲ | | | | | |
|--|-----------------|--|-----|---|-------------|-------|----------|-----------|------------|
| عنوان پروژه: تست ۳ | | نوع پروژه: احداث | | کد فهرست بهاء: ۹۲۲۵ | | | | | |
| عنوان فهرست: فهرست بهای بهار سال ۹۲ شرکت توزیع - ط محل تامین اعتبار: اعتبار تصویبی | | تاریخ تهیه پروژه: ۹۲/۱۱/۲۸ | | تاریخ مبنای کالای برآوردی: ۹۲/۱۱/۲۸ | | | | | |
| کد اعتبار: ۳۰۰-۹۲۰۰۲۰-۱-۱۰-۵-۱ | | کد جزء اعتباری: ۳۰۰ | | عنوان جزء اعتباری: تاسیسات پستهای هوایی ۲۰ کیلو، حجم فیزیکی: ۱ دستگاه | | | | | |
| عنوان کد اعتبار: سرمایه ای (برقی) - اهدایی (خود یاری) - توسعه و احداث - تامین برق شهری - برآورد جهت برگذاری استعلام یا مناقصه (تامین اعتبار نگرده) - تاسیسات | | | | | | | | | |
| ردیف | کد کالا/ عملیات | عنوان کالا/ عملیات | نوع | در صد | تأمین/انجام | مقدار | واحد | قیمت واحد | قیمت کل |
| ۱ | ۱ | حفر چاله و حمل خاک (فشار متوسط) | نصب | | پیمانکار | ۶ | متر مکعب | ۲۴/۷۰۰ | ۱۴۸/۲۰۰ |
| ۲ | ۱۰۰۰۰۰۲۱۰ | شن و ماسه | نو | | پیمانکار | ۲/۴ | متر مکعب | ۱۱۶/۰۰۰ | ۲۷۸/۴۰۰ |
| ۳ | ۱۰۱۰۰۰۴۰۰ | سیمان سیاه پاکتی | نو | | پیمانکار | ۴۵۰ | کیلوگرم | ۱/۵۰۰ | ۶۷۵/۰۰۰ |
| ۴ | ۱۰۱۰۰۱۸۰۰ | سنگ و لاشه | نو | | پیمانکار | ۳/۶ | متر مکعب | ۲۲۰/۰۰۰ | ۷۹۲/۰۰۰ |
| ۵ | ۱۰۳۰۰۱۸۰۰ | لوله پلی اتیلن فشار قوی نمره ۳ | نو | | پیمانکار | ۱۸ | متر | ۱۰/۰۰۰ | ۱۸۰/۰۰۰ |
| ۶ | ۱۰۳۰۰۱۸۰۰ | نصب لوله پلی اتیلن فشار قوی نمره ۳ | نصب | | پیمانکار | ۱۸ | متر | ۵/۰۰۰ | ۹۰/۰۰۰ |
| ۷ | ۱۰۳۰۰۲۸۰۰ | لوله پلی اتیلن فشار قوی نمره ۶ | نو | | پیمانکار | ۲۴ | متر | ۳۵/۰۰۰ | ۸۴۰/۰۰۰ |
| ۸ | ۱۰۳۰۰۲۸۰۰ | نصب لوله پلی اتیلن فشار قوی نمره ۶ | نصب | | پیمانکار | ۲۴ | متر | ۵/۰۰۰ | ۱۲۰/۰۰۰ |
| ۹ | ۱۲۰۰۰۰۳۰۰ | پایه بتی چهار گوش ۹×۶۰۰ | نو | | پیمانکار | ۲ | اصه | ۵/۷۹۱/۰۰۰ | ۱۱/۵۸۲/۰۰۰ |
| ۱۰ | ۱۲۰۰۰۰۳۰۰ | نصب پایه بتی چهار گوش ۹×۶۰۰ | نصب | | پیمانکار | ۲ | اصه | ۸۰۰/۰۰۰ | ۱/۶۰۰/۰۰۰ |
| ۱۱ | ۱۲۰۰۰۲۱۰۰ | پایه بتی چهار گوش ۱۲×۶۰۰ | نو | | پیمانکار | ۳ | اصه | ۸/۲۹۶/۰۰۰ | ۲۴/۸۸۸/۰۰۰ |
| ۱۲ | ۱۲۰۰۰۲۱۰۰ | نصب پایه بتی چهار گوش ۱۲×۶۰۰ | نصب | | پیمانکار | ۳ | اصه | ۱/۲۰۰/۰۰۰ | ۳/۶۰۰/۰۰۰ |
| ۱۳ | ۲۳۱۰۰۲۱۰۰ | پیچ و مهره گالوانیزه یک سر رزوه ۱۶×۴۰ با واشر چهار گوش ۳×۵۰×۵۰ م | نو | | پیمانکار | ۵۲ | عدد | ۳۵/۲۰۰ | ۱/۸۳۰/۴۰۰ |
| ۱۴ | ۲۳۱۰۰۲۴۰۰ | پیچ و مهره گالوانیزه دو سر رزوه ۱۶×۶۰ با واشر چهار گوش ۳×۵۰×۵۰ م | نو | | پیمانکار | ۴۰ | عدد | ۴۰/۰۰۰ | ۱/۶۰۰/۰۰۰ |
| ۱۵ | ۲۶۱۰۰۰۱۰۰ | تسمه هائل تراورس گالوانیزه گرم ۷۰۰×۵۰۰ | نو | | پیمانکار | ۱۴ | عدد | ۶۳/۸۴۰ | ۸۹۳/۷۶۰ |
| ۱۶ | ۲۶۱۰۰۰۱۰۰ | نصب تسمه هائل تراورس گالوانیزه گرم ۷۰۰×۵۰۰ | نصب | | پیمانکار | ۱۴ | عدد | ۱۵/۰۰۰ | ۲۱۰/۰۰۰ |
| ۱۷ | ۲۶۱۰۰۰۶۰۰ | تسمه نگهدارنده گالوانیزه گرم ۳۵۰×۵۰×۵ | نو | | پیمانکار | ۲۰ | عدد | ۳۱/۹۲۰ | ۶۳۸/۴۰۰ |
| ۱۸ | ۲۶۱۰۰۵۵۰۰ | راک تک خانه با پیم و اشپیل (اتریه) | نو | | پیمانکار | ۲ | عدد | ۷۸/۹۰۰ | ۱۵۷/۸۰۰ |
| ۱۹ | ۲۶۱۰۰۵۵۰۰ | نصب راک تک خانه با پیم و اشپیل (اتریه) کگ | نصب | | پیمانکار | ۲ | عدد | ۲۰/۰۰۰ | ۴۰/۰۰۰ |
| ۲۰ | ۲۶۱۰۰۸۳۰۰ | سکو ترانسفورماتور تا ۳۵۰ و ۴۰۰ کیلووات آمپر طبق استاندارد | نو | | پیمانکار | ۲ | دستگاه | ۴/۲۷۴/۲۸۰ | ۸/۵۴۸/۵۶۰ |
| ۲۱ | ۲۶۱۰۰۸۳۰۰ | نصب سکو ترانسفورماتور تا ۳۵۰ و ۴۰۰ کیلووات آمپر طبق استاندارد | نصب | | پیمانکار | ۲ | دستگاه | ۱۵۰/۰۰۰ | ۳۰۰/۰۰۰ |
| ۲۲ | ۲۶۱۰۱۱۵۰۰ | جلوبر ۱/۲۵ سانتی با نبشی نمره ۸ و بازوی نمره ۶ به وزن ۲۶ کگ | نو | | پیمانکار | ۱۸ | دستگاه | ۹۹۵/۸۰۰ | ۱۷/۹۲۴/۴۰۰ |
| ۲۳ | ۲۶۱۰۱۱۵۰۰ | نصب جلوبر ۱/۲۵ سانتی با نبشی نمره ۸ و بازوی نمره ۶ به وزن ۲۶ کگ | نصب | | پیمانکار | ۱۸ | دستگاه | ۹۰/۰۰۰ | ۱/۶۲۰/۰۰۰ |

مدیر امور:

رئیس اداره مالی اداری:

رئیس اداره برنامه ریزی و مهندسی بهره برداری:

تهیه کننده:

فصل چهارم

مقایسه فنی و اقتصادی شبکه‌های توزیع
شرکت توزیع نیروی برق مازندران

لیست کالای برآوردی پروژه امور برق بابلسر

تاریخ گزارش: ۱۳۹۲/۱۱/۲۸

| سریال پروژه: ۹۲۰۰۲۰-۲۵۹ | | شماره پروژه: | | سال پروژه: ۱۳۹۲ | | | | | |
|---|-----------------|---|-----|---|-------------|-------|---------|------------------|------------------|
| عنوان پروژه: تست ۳ | | نوع پروژه: احداث | | کد فهرست بهاء: ۹۲۲۵ | | | | | |
| عنوان فهرست: فهرست بهای بهار سال ۹۲ شرکت توزیع - ط محل تامین اعتبار: اعتبار تصویبی | | تاریخ تهیه پروژه: ۹۲/۱۱/۲۸ | | تاریخ مبنای کالای برآوردی: ۹۲/۱۱/۲۸ | | | | | |
| کد اعتبار: ۳۰۰-۹۲۰۰۲-۱۰-۱-۵ | | کد جزء اعتباری: ۳۰۰ | | عنوان جزء اعتباری: تاسیسات پستهای هوایی ۲۰ کیلو، حجم فیزیکی: ۱ دستگاه | | | | | |
| عنوان کد اعتبار: سرمایه ای (برقی) - اهدایی (خودیاری) - توسعه واحداث - تامین برق شهری - برآورد جهت برگذاری استعلام یا مناقصه (تامین اعتبار نگرده) - تاسیسات | | | | | | | | | |
| ردیف | کد کالا/ عملیات | عنوان کالا/ عملیات | نوع | درصد | تأمین/انجام | مقدار | واحد | قیمت واحد | قیمت کل |
| ۲۴ | ۲۶۱۰۱۱۷۰۰ | براکت جلو بر با نبشی نمره ۶ به ابعاد ۶۰×۶۰ پنج خانه | نو | | پیمانکار | | دستگاه | ۹۴۸/۵۰۰ | ۳/۷۹۴/۰۰۰ |
| ۲۵ | ۲۶۱۰۱۱۷۰۰ | نصب براکت جلو بر با نبشی نمره ۶ به ابعاد ۶۰×۶۰ پنج خانه | نصب | | پیمانکار | | دستگاه | ۸۰/۰۰۰ | ۳۲۰/۰۰۰ |
| ۲۶ | ۲۶۲۰۰۸۰۰۰ | کلمپ (گیره) آلومینومی انتهایی چهار پیچه | نو | | پیمانکار | | عدد | ۲۷۸/۰۰۰ | ۳/۳۳۶/۰۰۰ |
| ۲۷ | ۲۶۲۰۰۸۰۰۰ | نصب کلمپ (گیره) آلومینومی انتهایی چهار پیچه | نصب | | پیمانکار | | عدد | ۲۵/۰۰۰ | ۳۰۰/۰۰۰ |
| ۲۸ | ۲۶۹۰۰۰۷۰۰ | کلمپ فول بیمتال نمره ۳۵ تا ۷۰ | نو | | پیمانکار | | عدد | ۱۰۰/۰۰۰ | ۱/۰۰۰/۰۰۰ |
| ۲۹ | ۲۶۹۰۰۰۷۰۰ | نصب کلمپ فول بیمتال نمره ۳۵ تا ۷۰ | نصب | | پیمانکار | | عدد | ۱۰/۰۰۰ | ۱۰۰/۰۰۰ |
| ۳۰ | ۳۰۴۰۰۰۱۰۰ | آهن آلات گالوانیزه گرم | نو | | پیمانکار | | کیلوگرم | ۳۸/۳۰۰ | ۱/۳۰۲/۲۰۰ |
| ۳۱ | ۳۰۴۰۰۰۱۰۰ | نصب آهن آلات گالوانیزه گرم | نصب | | پیمانکار | | کیلوگرم | ۳/۰۰۰ | ۱۰۲/۰۰۰ |
| ۳۲ | ۳۰۴۰۰۰۸۶۰ | براکت فلزی بطول ۲/۴۴ متر از نبشی ۷ به وزن ۱۸ کیلوگرم | نو | | پیمانکار | | اصله | ۶۸۹/۴۰۰ | ۲/۷۵۷/۶۰۰ |
| ۳۳ | ۳۰۴۰۰۰۸۶۰ | نصب براکت فلزی بطول ۲/۴۴ متر از نبشی ۷ به وزن ۱۸ کیلوگرم | نصب | | پیمانکار | | اصله | ۸۰/۰۰۰ | ۳۲۰/۰۰۰ |
| ۳۴ | ۳۰۴۰۰۰۲۶۰۰ | تجهیزات ساخته نشده از آهن آلات براکت سکوی تر / تا/آراک/گ/ | نو | | پیمانکار | | کیلوگرم | ۳۸/۳۰۰ | ۲/۴۵۱/۲۰۰ |
| ۳۵ | ۳۰۴۰۰۰۲۶۰۰ | نصب تجهیزات ساخته نشده از آهن آلات براکت سکوی تر / تا/آراک/گ/ | نصب | | پیمانکار | | کیلوگرم | ۴/۰۰۰ | ۲۵۶/۰۰۰ |
| ۳۶ | ۳۲۳۰۰۰۴۰۰۰ | اتصال زمین به میله کاپرولد ۳ متری قطر ۱۶ میل و حفر چاله عمق ۱/۵ متر | نو | | پیمانکار | | دستگاه | ۵۰۰/۰۰۰ | ۶/۰۰۰/۰۰۰ |
| ۳۷ | ۳۲۳۰۰۰۴۰۰۰ | نصب اتصال زمین به میله کاپرولد ۳ متری قطر ۱۶ میل و حفر چاله عمق ۱/۵ متر | نصب | | پیمانکار | | دستگاه | ۲۵۰/۰۰۰ | ۳/۰۰۰/۰۰۰ |
| ۳۸ | ۶۵۱۰۱۱۲۰۰ | ترانسفورماتور هوایی ۲۰ kv سه فاز ۳۱۵ کیلووات آمپر | نو | | پیمانکار | | دستگاه | ۱/۷۷۳/۹۵۰ ۱۹۴ | ۱/۵۴۷/۹۰۰ ۳۸۹ |
| ۳۹ | ۶۵۱۰۱۱۲۰۰ | نصب ترانسفورماتور ۳۱۵kva سه فاز هوایی | نصب | | پیمانکار | | دستگاه | ۱/۵۰۰/۰۰۰ | ۳/۰۰۰/۰۰۰ |
| ۴۰ | ۶۶۵۰۰۰۳۱۰۰ | ترمینال ۲۰ کیلووات cover | نو | | پیمانکار | | عدد | ۱۲۶/۶۶۶ | ۲/۲۷۹/۹۸۸ |
| ۴۱ | ۶۶۵۰۰۰۳۱۰۰ | نصب ترمینال ۲۰ کیلووات cover | نصب | | پیمانکار | | عدد | ۱۰/۰۰۰ | ۱۸۰/۰۰۰ |
| ۴۲ | ۶۶۷۰۰۰۵۰۰۰ | سکوبنتی (فوندانسیون) پیش ساخته در تابلو بارانی (هفت تکه) | نو | | پیمانکار | | دستگاه | ۶۵۰/۰۰۰ | ۱/۳۰۰/۰۰۰ |
| ۴۳ | ۶۶۷۰۰۰۵۰۰۰ | نصب سکوبنتی (فوندانسیون) پیش ساخته در تابلو بارانی (هفت تکه) | نصب | | پیمانکار | | دستگاه | ۱۵۰/۰۰۰ | ۳۰۰/۰۰۰ |

تهیه کننده:

رئیس اداره برنامه ریزی و مهندسی بهره برداری:

رئیس اداره مالی اداری:

مدیر امور:

| سریال پروژه: ۲۵۹-۲۰۰۲۰-۹۲۰۰۲۰ | | شماره پروژه: | | سال پروژه: ۱۳۹۲ | | | | | |
|---|----------------|---|-----|---|-------------|-------|---------|-----------|-----------|
| عنوان پروژه: تست ۳ | | نوع پروژه: احداث | | کد فهرست بهاء: ۹۲۲۵ | | | | | |
| عنوان فهرست: فهرست بهای بهار سال ۹۲ شرکت توزیع - ط محل تامین اعتبار: اعتبار تصویبی | | تاریخ تهیه پروژه: ۹۲/۱۱/۲۸ | | تاریخ مبنای کالای برآوردی: ۹۲/۱۱/۲۸ | | | | | |
| کد اعتبار: ۳۰۰-۱-۱۰-۱-۵ | | کد جزء اعتباری: ۳۰۰ | | عنوان جزء اعتباری: تاسیسات پستهای هوایی ۲۰ کیلو، حجم فیزیکی: ۱ دستگاه | | | | | |
| عنوان کد اعتبار: سرمایه ای (برقی) - اهدایی (خودیاری) - توسعه واحداث - تامین برق شهری - برآورد جهت برگزاری استعلام یا مناقصه (تامین اعتبار نگرده) - تاسیسات | | | | | | | | | |
| ردیف | کد کالا/عملیات | عنوان کالا/عملیات | نوع | درصد | تأمین/انجام | مقدار | واحد | قیمت واحد | قیمت کل |
| ۴۴ | ۶۷۴۰۰۰۷۰۰ | فیوز کات اوت ۲۰ کیلوولت پلیمری با المنت مربوطه | نو | | پیمانکار | ۶ | دستگاه | ۱/۵۰۰/۰۰۰ | ۹/۰۰۰/۰۰۰ |
| ۴۵ | ۶۷۴۰۰۰۷۰۰ | نصب فیوز کات اوت ۲۰ کیلوولت پلیمری با المنت مربوطه | نصب | | پیمانکار | ۶ | دستگاه | ۸۳/۳۳۳ | ۴۹۹/۹۹۸ |
| ۴۶ | ۶۸۰۰۰۱۹۰۰ | سیم آلومینیوم مینک مغز فولاد نمره ۷۳/۶۰ | نو | | پیمانکار | ۸۵ | کیلوگرم | ۸۸/۹۰۰ | ۷/۵۵۶/۵۰۰ |
| ۴۷ | ۶۸۰۰۰۱۹۰۰ | نصب سیم آلومینیوم مینک مغز فولاد نمره ۷۳/۶۰ | نصب | | پیمانکار | ۸۵ | کیلوگرم | ۶/۰۰۰ | ۵۱۰/۰۰۰ |
| ۴۸ | ۶۸۰۰۰۲۸۰۰ | سیم روکشدار آلومینیوم فولاد (mink ۲۷۰mm) با روکش xlpe | نو | | پیمانکار | ۲۸ | متر | ۴۰/۰۰۰ | ۱/۱۲۰/۰۰۰ |
| ۴۹ | ۶۸۰۰۰۲۸۰۰ | نصب روکشدار آلومینیوم فولاد (mink ۲۷۰mm) با روکش xlpe | نصب | | پیمانکار | ۲۸ | متر | ۱۵/۰۰۰ | ۴۲۰/۰۰۰ |
| ۵۰ | ۶۸۳۰۰۰۶۰۰ | کابل مسی فشار ضعیف ۱×۳۵ | نو | | پیمانکار | ۵۴ | متر | ۹۱/۸۰۰ | ۴/۹۵۷/۲۰۰ |
| ۵۱ | ۶۸۳۰۰۰۶۰۰ | نصب کابل مسی فشار ضعیف ۱×۳۵ | نصب | | پیمانکار | ۵۴ | متر | ۳/۰۰۰ | ۱۶۲/۰۰۰ |
| ۵۲ | ۶۸۳۰۰۱۵۴۰۰ | کابل آلومینیومی فشار ۳×۱۲۰+۷۰ | نو | | پیمانکار | ۴۴ | متر | ۱۸۶/۵۰۰ | ۸/۲۰۶/۰۰۰ |
| ۵۳ | ۶۸۳۰۰۱۵۴۰۰ | نصب کابل آلومینیومی فشار ۳×۱۲۰+۷۰ | نصب | | پیمانکار | ۴۴ | متر | ۱۰/۰۰۰ | ۴۴۰/۰۰۰ |
| ۵۴ | ۶۹۰۰۰۵۸۰۰ | بلوک دوپلمان دوپیچه آلومینیومی تبدیلی ۷۰ به ۱۲۰ | نو | | پیمانکار | ۱۸ | عدد | ۶۲/۸۰۰ | ۱/۱۳۰/۴۰۰ |
| ۵۵ | ۶۹۰۰۰۵۸۰۰ | نصب بلوک دوپلمان دوپیچه آلومینیومی تبدیلی ۷۰ به ۵۰ | نصب | | پیمانکار | ۱۸ | عدد | ۱۰/۰۰۰ | ۱۸۰/۰۰۰ |
| ۵۶ | ۶۹۱۰۰۰۸۱۰ | کابلشو پرسسی مسی نمره ۳۵ دم بلند | نو | | پیمانکار | ۱۲ | عدد | ۳۵/۲۰۰ | ۴۲۲/۴۰۰ |
| ۵۷ | ۶۹۱۰۰۰۸۱۰ | نصب کابلشو پرسسی مسی نمره ۳۵ دم بلند | نصب | | پیمانکار | ۱۲ | عدد | ۳/۰۰۰ | ۳۶/۰۰۰ |
| ۵۸ | ۶۹۱۰۰۰۲۶۵۰ | کابلشو بی متال نوع DTL _۲ نمره ۵۰ | نو | | پیمانکار | ۲ | عدد | ۵۰/۰۰۰ | ۱۰۰/۰۰۰ |
| ۵۹ | ۶۹۱۰۰۰۲۶۵۰ | نصب کابلشو بی متال نوع DTL _۲ نمره ۵۰ | نصب | | پیمانکار | ۲ | عدد | ۳/۰۰۰ | ۶/۰۰۰ |
| ۶۰ | ۶۹۱۰۰۰۲۶۶۰ | کابلشو بی متال نوع DTL _۲ نمره ۷۰ | نو | | پیمانکار | ۱۴ | عدد | ۷۰/۰۰۰ | ۹۸۰/۰۰۰ |
| ۶۱ | ۶۹۱۰۰۰۲۶۶۰ | نصب کابلشو بی متال نوع DTL _۲ نمره ۵۰ | نصب | | پیمانکار | ۱۴ | عدد | ۵/۰۰۰ | ۷۰/۰۰۰ |
| ۶۲ | ۶۹۱۰۰۰۲۶۷۰ | کابلشو بی متال نوع DTL _۲ نمره ۹۵ | نو | | پیمانکار | ۶ | عدد | ۷۰/۰۰۰ | ۴۲۰/۰۰۰ |
| ۶۳ | ۶۹۱۰۰۰۲۶۷۰ | نصب کابلشو بی متال نوع DTL _۲ نمره ۹۵ | نصب | | پیمانکار | ۶ | عدد | ۵/۰۰۰ | ۳۰/۰۰۰ |
| ۶۴ | ۶۹۱۰۰۰۲۶۸۰ | کابلشو بی متال نوع DTL _۲ نمره ۱۲۰ | نو | | پیمانکار | ۲۴ | عدد | ۷۰/۰۰۰ | ۱/۶۸۰/۰۰۰ |
| ۶۵ | ۶۹۱۰۰۰۲۶۸۰ | نصب کابلشو بی متال نوع DTL _۲ نمره ۱۲۰ | نصب | | پیمانکار | ۲۴ | عدد | ۵/۰۰۰ | ۱۲۰/۰۰۰ |
| ۶۶ | ۷۲۱۰۰۰۱۸۱۰ | مغزه ثابت پلیمری ۲۰ کیلو وات | نو | | پیمانکار | ۶ | عدد | ۲۸۰/۰۰۰ | ۱/۶۸۰/۰۰۰ |
| ۶۷ | ۷۲۱۰۰۰۱۸۱۰ | نصب مغزه ثابت پلیمری ۲۰ کیلو وات | نصب | | پیمانکار | ۶ | عدد | ۲۵/۰۰۰ | ۱۵۰/۰۰۰ |
| ۶۸ | ۷۲۱۰۰۰۲۳۱۰ | مغزه کششی پلیمری ۲۰ کیلو وات | نو | | پیمانکار | ۱۲ | عدد | ۲۵۰/۰۰۰ | ۳/۰۰۰/۰۰۰ |

تهیه کننده:

رئیس اداره برنامه ریزی و مهندسی بهره برداری:

رئیس اداره مالی اداری:

مدیر امور:

شرکت توزیع نیروی برق مازندران
لیست کالای برآوردی پروژه امور برق بابلسر

تاریخ گزارش: ۱۳۹۲/۱۱/۲۸

| سریال پروژه: ۲۵۹-۲۰۲۰۰۹۲۰۰۲ | | | | | | | | | |
|---|----------------|---|-----|------|------------------------------------|-------|------|-----------|-----------|
| شماره پروژه: | | | | | | | | | |
| سال پروژه: ۱۳۹۲ | | | | | | | | | |
| عنوان پروژه: تست ۳ | | | | | | | | | |
| کد فهرست بهاء: ۹۲۲۵ | | | | | | | | | |
| عنوان فهرست: فهرست بهای بهار سال ۹۲ شرکت توزیع - ط محل تامین اعتبار: اعتبار تصویبی | | | | | | | | | |
| تاریخ تهیه پروژه: ۹۲/۱۱/۲۸ | | | | | | | | | |
| تاریخ مبنای کالای برآوردی: ۹۲/۱۱/۲۸ | | | | | | | | | |
| کد اعتبار: ۳۰۰-۲۰۲۰۰۹۲۰۰۲-۱۰-۱-۵ | | | | | | | | | |
| کد جزء اعتباری: ۳۰۰ | | | | | | | | | |
| عنوان جزء اعتباری: تاسیسات پستهای هوایی ۲۰ کیلو ، حجم فیزیکی: ۱ دستگاه | | | | | | | | | |
| عنوان کد اعتبار: سرمایه ای (برقی) - اهدایی (خودیاری) - توسعه و احداث - تامین برق شهری - برآورد جهت برگزاری استعلام یا مناقصه (تامین اعتبار نگرد) - تاسیسات | | | | | | | | | |
| ردیف | کد کالا/عملیات | عنوان کالا/عملیات | نوع | درصد | تأمین/انجام | مقدار | واحد | قیمت واحد | قیمت کل |
| ۶۹ | ۷۲۱۰۰۲۳۱۰ | نصب مقره کششی پلیمری ۲۰ کیلووات | نصب | | پیمانکار | ۱۲ | عدد | ۲۵/۰۰۰ | ۳۰۰/۰۰۰ |
| ۷۰ | ۷۳۰۰۰۰۶۰۰ | برقگیر ۲۰ کیلووات ۱۰ کیلوآمپر پارس | نوع | | پیمانکار | ۲ | ست | ۳/۶۰۰/۰۰۰ | ۷/۲۰۰/۰۰۰ |
| ۷۱ | ۷۳۰۰۰۰۶۰۰ | نصب برقگیر ۲۰ کیلووات ۱۰ کیلو آمپر پارس | نصب | | پیمانکار | ۲ | ست | ۲۰۰/۰۰۰ | ۴۰۰/۰۰۰ |
| جمع کالا: ۵۳۲/۰۵۰/۱۰۸ | | | | | جمع عملیات: ۱۸/۹۳۰/۱۹۸ | | | | |
| جمع کالا با کارفرما: * | | | | | جمع عملیات با کارفرما: * | | | | |
| جمع کالا با پیمانکار: ۵۳۲/۰۵۰/۱۰۸ | | | | | جمع عملیات با پیمانکار: ۱۸/۹۳۰/۱۹۸ | | | | |
| هزینه پیش بینی نشده کالا: * | | | | | هزینه پیش بینی نشده عملیات: * | | | | |
| جمع کل: ۵۵۰/۹۸۰/۳۰۶ | | | | | | | | | |

تهیه کننده:

رئیس اداره برنامه‌ریزی و مهندسی/بهره‌برداری:

رئیس اداره مالی اداری:

مدیر امور:

فصل چهارم

ب) بررسی اقتصادی در احداث و بهره برداری شبکه زمینی

مقایسه فنی و اقتصادی شبکه‌های توزیع

شرکت توزیع نیروی برق مازندران

لیست کالای برآوردی پروژه امور برق بابلسر

تاریخ گزارش: ۱۳۹۲/۱۱/۲۸

| سریال پروژه: ۲۵۹-۹۲۰۰۲ | | شماره پروژه: | | سال پروژه: ۱۳۹۲ | | | | | |
|--|----------------|--|-----|-----------------------------------|-------------|-------|---------|-----------|----------|
| عنوان پروژه: برآورد مسکن مهر ۱۲۰ واحدی اندیشه | | نوع پروژه: احداث | | کد اعتبار: ۹۲۲۵ | | | | | |
| تاریخ تهیه پروژه: ۹۲/۰۷/۰۸ | | تاریخ مبنای کالای برآوردی: ۹۲/۰۷/۰۸ | | کد اعتبار: ۳۰۰-۳۰۰-۱۰-۱-۹۲۰۰۲-۱-۵ | | | | | |
| عنوان جزء اعتباری: ۳۵۰ | | عنوان جزء اعتباری پست زمینی | | حجم فیزیکی: ۱ دستگاه | | | | | |
| عنوان کد اعتبار: سرمایه ای (برقی) - اهدایی (خودباری) - توسعه و احداث - تامین برق شهری - برآورد جهت برگزاری استعمال یا مناقصه (تامین اعتبار نگرده) - پست زمینی | | | | | | | | | |
| ردیف | کد کالا/عملیات | عنوان کالا/عملیات | نوع | درصد | تأمین/انجام | مقدار | واحد | قیمت واحد | قیمت کل |
| ۱ | ۱۰۰۰۰۰۲۱۰ | شن و ماسه | نو | | پیمانکار | ۰.۸ | مترمکعب | ۱۵۰۰۰۰ | ۱۲۰۰۰۰ |
| ۲ | ۱۰۰۰۰۱۲۰۰ | ماسه بادی | نو | | پیمانکار | ۴۳ | مترمکعب | ۱۵۰۰۰۰ | ۶۴۵۰۰۰۰ |
| ۳ | ۱۰۱۰۰۰۴۰۰ | سیمان سیاه پاکتی | نو | | پیمانکار | ۲۰۰ | کیلوگرم | ۱۵۰۰ | ۳۰۰۰۰۰ |
| ۴ | ۱۰۲۰۰۰۱۰۰ | آجر | نو | | پیمانکار | ۳۵۰۰ | قالب | ۹۵۰ | ۳۳۲۵۰۰۰ |
| ۵ | ۱۲ | حمل خاک | نصب | | پیمانکار | ۵۱ | مترمکعب | ۱۰۰۰۰۰ | ۵۱۰۰۰۰۰۰ |
| ۶ | ۲۳۱۰۰۱۲۰۰ | پیچ و مهره گالوانیزه یکسر رزوه ۱۴×۳ با واشر چهارگوش ۵۰×۵۰×۲ م م | نو | | پیمانکار | ۳۲ | عدد | ۱۵۰۰۰ | ۴۸۰۰۰۰ |
| ۷ | ۲۶۱۰۰۰۱۰۰ | تسمه حائل تراورس گالوانیزه گرم ۵۰×۵۰×۷۰ م م | نو | | پیمانکار | ۴ | عدد | ۶۳۸۴۰ | ۲۲۵۳۶۰ |
| ۸ | ۲۶۱۰۰۰۱۰۰ | نصب تسمه حائل تراورس گالوانیزه گرم ۵۰×۵۰×۷۰ م م | نصب | | پیمانکار | ۴ | عدد | ۱۵۰۰۰ | ۶۰۰۰۰ |
| ۹ | ۲۶۱۰۰۰۶۰۰ | تسمه نگهدارنده گالوانیزه گرم ۵۰×۵۰×۵۰ | نو | | پیمانکار | ۲۸ | عدد | ۳۱۹۲۰ | ۸۹۳۷۶۰ |
| ۱۰ | ۲۶۱۰۱۲۷۰۰ | سکوسر کابل هوایی | نو | | پیمانکار | ۱ | عدد | ۳۸۳۰۰ | ۳۸۳۰۰ |
| ۱۱ | ۲۶۱۰۱۲۷۰۰ | نصب سکوی سر کابل هوایی | نصب | | پیمانکار | ۱ | عدد | ۳۰۰۰ | ۳۰۰۰ |
| ۱۲ | ۲۶۹۰۰۰۷۰۰ | کلمپ فول بيمتال نمره ۷۰×۳۵ | نو | | پیمانکار | ۶ | عدد | ۱۰۰۰۰۰ | ۶۰۰۰۰۰ |
| ۱۳ | ۲۶۹۰۰۰۷۰۰ | نصب کلمپ فول بيمتال نمره ۷۰×۳۵ | نصب | | پیمانکار | ۶ | عدد | ۱۰۰۰۰۰ | ۶۰۰۰۰۰ |
| ۱۴ | ۳۰۴۰۰۰۱۰۰ | آهن آلات گالوانیزه گرم | نو | | پیمانکار | ۹۴ | کیلوگرم | ۳۶۰۰۰ | ۳۳۸۴۰۰۰ |
| ۱۵ | ۳۰۴۰۰۰۱۰۰ | نصب آهن آلات گالوانیزه گرم | نصب | | پیمانکار | ۹۴ | کیلوگرم | ۳۰۰۰ | ۲۸۲۰۰۰ |
| ۱۶ | ۳۰۴۰۰۰۸۶۰ | براکت فلزی بطول ۲/۴۴ متر از نبشی نمره ۶ وزن ۱۸ کیلوگرم | نو | | پیمانکار | ۱۴ | اصله | ۶۴۸۰۰۰ | ۹۰۷۲۰۰۰ |
| ۱۷ | ۳۰۴۰۰۰۸۶۰ | نصب براکت فلزی بطول ۲/۴۴ متر از نبشی نمره ۶ وزن ۱۸ کیلوگرم | نصب | | پیمانکار | ۱۴ | اصله | ۸۰۰۰۰ | ۱۱۲۰۰۰۰ |
| ۱۸ | ۳۲۳۰۰۰۴۰۰۰ | اتصال زمین با میله کابرولد ۳ متری با قطر ۱۶ میل و حفر چاله عمق ۱/۵ متر | نو | | پیمانکار | ۲۶ | دستگاه | ۵۰۰۰۰۰ | ۱۳۰۰۰۰۰۰ |
| ۱۹ | ۳۲۳۰۰۰۴۰۰۰ | نصب اتصال زمین با میله کابرولد ۳ متری با قطر ۱۶ میل و حفر چاله عمق ۱/۵ متر | نصب | | پیمانکار | ۲۶ | دستگاه | ۲۲۵۰۰۰ | ۵۸۵۰۰۰۰ |
| ۲۰ | ۳۲۳۰۰۰۴۱۰۰ | اتصال زمین با صفحه مسی ابعاد ۷۰×۷۰×۳ میلی متر و یک عدد کلمپ انگشتی ۱۵۰ کیلو بنتونیت ۱ کیلو نمک با حفر چاله ۲/۵ متر و قطر ۱ متر | نو | | پیمانکار | ۴ | دستگاه | ۵۰۰۰۰۰۰ | ۲۰۰۰۰۰۰۰ |

مدیر امور:

رئیس اداره مالی اداری:

رئیس اداره برنامه ریزی و مهندسی بهره برداری:

تهیه کننده:

شرکت توزیع نیروی برق مازندران
لیست کالای برآوردی پروژه امور برق بابلسر

تاریخ گزارش: ۱۳۹۲/۱۱/۲۸

| سریال پروژه: ۲۵۹-۲۰-۹۲۰۰۲۰ | | شماره پروژه: | | سال پروژه: ۱۳۹۲ | | | | | |
|---|----------------|---|-----|-------------------------------------|-------------|-------|--------|-----------|-----------|
| عنوان پروژه: برآورد مسکن مهر ۱۲۰ واحدی اندیشه | | نوع پروژه: احداث | | کد فهرست بهاء: ۹۲۲۵ | | | | | |
| عنوان فهرست: فهرست بهای بهار سال ۹۲ شرکت توزیع - ط محل تامین اعتبار: اعتبار تصویری | | تاریخ تهیه پروژه: ۹۲/۰۷/۰۸ | | تاریخ مبنای کالای برآوردی: ۹۲/۰۷/۰۸ | | | | | |
| کد اعتبار: ۱-۵-۱۰-۱-۹۲۰۰۲۰-۳۰۰ | | کد جزء اعتباری: ۳۵۰ | | عنوان جزء اعتباری پست زمینی | | | | | |
| عنوان کد اعتبار: سرمایه ای (برقی) - اهدایی (خودیاری) - توسعه و احداث - تامین برق شهری - برآورد جهت برداری استعلام یا مناقصه (تامین اعتبار نگرده) - پست زمینی | | حجم فیزیکی: ۱ دستگاه | | | | | | | |
| ردیف | کد کالا/عملیات | عنوان کالا/عملیات | نوع | درصد | تأمین/انجام | مقدار | واحد | قیمت واحد | قیمت کل |
| ۲۱ | ۳۲۳۰۰۴۱۰۰ | نصب اتصال زمین با صفحه مسی ابعاد ۷۰×۷۰×۳ میل و یک عدد کلمپ انگشتی ۱۵۰ کیلو بتونیت و ۱۲ کیلو نمک با حفر چاله ۲/۶ متر و قطر ۱ متر | نصب | | پیمانکار | ۴ | دستگاه | ۴۰۰۰۰۰ | ۱۶۰۰۰۰۰ |
| ۲۲ | ۶۵۱۰۱۲۶۰۰ | ترانسفورماتور زمینی ۲۰ kv سه از ۸۰۰ کیلووات آمپر | نو | | پیمانکار | ۱ | دستگاه | ۳۶۳۷۰۰۰۰ | ۳۶۳۷۰۰۰۰۰ |
| ۲۳ | ۶۵۱۰۱۲۶۰۰ | نصب ترانسفورماتور ۸۰۰ kVA سه فاز زمینی | نصب | | پیمانکار | ۱ | دستگاه | ۲۵۰۰۰۰۰ | ۲۵۰۰۰۰۰ |
| ۲۴ | ۶۶۷۰۰۵۰۰۰ | سکو بتونی (فوندانسیون) پیش ساخته تابلو بارانی هفت تکه | نو | | پیمانکار | ۴ | دستگاه | ۶۵۰۰۰۰ | ۲۶۰۰۰۰۰ |
| ۲۵ | ۶۶۷۰۰۵۰۰۰ | نصب سکو بتونی (فوندانسیون) پیش ساخته تابلو بارانی هفت تکه | نصب | | پیمانکار | ۴ | دستگاه | ۱۵۰۰۰۰ | ۶۰۰۰۰۰ |
| ۲۶ | ۶۶۷۰۰۵۶۰۰ | تابلو عمومی توزیع فشار ضعیف شالتر ۴۰۰ آمپر با پنج خروجی | نو | | پیمانکار | ۴ | دستگاه | ۱۸۰۰۰۰۰۰ | ۷۲۰۰۰۰۰۰ |
| ۲۷ | ۶۶۷۰۰۵۶۰۰ | نصب تابلو عمومی توزیع فشار ضعیف شالتر ۴۰۰ آمپر با پنج خروجی | نصب | | پیمانکار | ۴ | دستگاه | ۷۰۰۰۰۰ | ۲۸۰۰۰۰۰ |
| ۲۸ | ۶۶۷۰۰۷۷۰۰ | تابلو ۲۰ کیلوولت تک سلولی AIS (کمپکت قابل توسعه) شامل یک سلول دیزنکتور ۶۳۰ آمپری Sf۶ یا خلاء دارای سیکسیونر غیر قابل قطع | نو | | پیمانکار | ۱ | دستگاه | ۲۵۰۰۰۰۰۰ | ۲۵۰۰۰۰۰۰۰ |
| ۲۹ | ۶۶۷۰۰۷۷۰۰ | نصب تابلو ۲۰ کیلوولت تک سلولی AIS (کمپکت قابل توسعه) شامل یک سلول دیزنکتور ۶۳۰ آمپری Sf۶ یا خلاء دارای سیکسیونر غیر قابل قطع | نصب | | پیمانکار | ۱ | دستگاه | ۲۰۰۰۰۰۰ | ۲۰۰۰۰۰۰ |
| ۳۰ | ۶۶۷۰۰۸۱۰۰ | تابلو ۲۰ کیلووات تک تابلوی ۲۰ کیلوولت تک سلولی AIS (کمپکت قابل توسعه) شامل یک سیکسیونر ۶۳۰ آمپری Sf۶ قابل قطع تیپ A | نو | | پیمانکار | ۱ | دستگاه | ۷۰۰۰۰۰۰۰ | ۷۰۰۰۰۰۰۰۰ |
| ۳۱ | ۶۶۷۰۰۸۱۰۰ | نصب تابلو ۲۰ کیلووات تک تابلوی ۲۰ کیلوولت تک سلولی AIS (کمپکت قابل توسعه) شامل یک سیکسیونر ۶۳۰ آمپری Sf۶ قابل قطع تیپ A | نصب | | پیمانکار | ۱ | دستگاه | ۲۰۰۰۰۰۰۰ | ۲۰۰۰۰۰۰۰۰ |

مدیر امور:

رئیس اداره مالی اداری:

رئیس اداره برنامه ریزی و مهندسی بهره برداری:

تهیه کننده:

فصل چهارم

مقایسه فنی و اقتصادی شبکه‌های توزیع
شرکت توزیع نیروی برق مازندران

لیست کالای برآوردی پروژه امور برق بابلسر

تاریخ گزارش: ۱۳۹۲/۱۱/۲۸

| سرریال پروژه: ۲۵۹-۹۲۰۰۲۰ | | شماره پروژه: | | سال پروژه: ۱۳۹۲ | | | | | |
|---|----------------|---|-----|--------------------------------|-------------|-------|--------|-----------|-----------|
| عنوان پروژه: برآورد مسکن مهر ۱۲۰ واحدی اندیشه | | نوع پروژه: احداث | | کد اعتبار: ۹۲۲۵ | | | | | |
| تاریخ تهیه پروژه: ۹۲/۰۷/۰۸ | | تاریخ مبنای کالای برآوردی: ۹۲/۰۷/۰۸ | | عنوان فهرست بهاء: ۹۲۲۵ | | | | | |
| عنوان فهرست: فهرست بهای بهار سال ۹۲ شرکت توزیع - ط محل تامین اعتبار: اعتبار تصویبی | | عنوان جزء اعتباری پست زمینی | | کد جزء اعتباری: ۳۵۰ | | | | | |
| عنوان کد اعتبار: سرمایه ای (برقی) - اهدایی (خودباری) - توسعه و احداث - تامین برق شهری - برآورد جهت بردگاری استعمال یا مناقصه (تامین اعتبار نگرده) - پست زمینی | | حجم فیزیکی: ۱ دستگاه | | کد اعتبار: ۱-۵-۱۰-۱-۹۲۰۰۲۰-۳۰۰ | | | | | |
| ردیف | کد کالا/عملیات | عنوان کالا/عملیات | نوع | درصد | تأمین/انجام | مقدار | واحد | قیمت واحد | قیمت کل |
| ۳۲ | ۶۶۷۰۰۸۳۰۰ | تابلوی عمومی توزیع برق ایستاده ۱۲۵۰ آمپری با ۸ خروجی و کلید فیوز گردان سیستم روشنایی معابر با ساعت نجومی کنتور دیجیتال سه فاز | نو | | پیمانکار | ۱ | دستگاه | ۱۰۰۰۰۰۰۰ | ۱۰۰۰۰۰۰۰ |
| ۳۳ | ۶۶۷۰۰۸۳۰۰ | نصب تابلوی عمومی توزیع برق ایستاده ۱۲۵۰ آمپری با ۸ خروجی و کلید فیوز گردان سیستم روشنایی معابر با ساعت نجومی کنتور دیجیتال سه فاز | نصب | | پیمانکار | ۱ | دستگاه | ۱۷۰۰۰۰۰۰ | ۱۷۰۰۰۰۰۰ |
| ۳۴ | ۶۷۴۰۰۰۷۰۰ | فیوز کات اوت ۲۰ کیلوولت پلیمری با المنت مربوطه | نو | | پیمانکار | ۳ | دستگاه | ۱۵۰۰۰۰۰۰ | ۴۵۰۰۰۰۰۰ |
| ۳۵ | ۶۷۴۰۰۰۷۰۰ | نصب فیوز کات اوت ۲۰ کیلوولت پلیمری با المنت مربوطه | نصب | | پیمانکار | ۳ | دستگاه | ۸۳۳۳۳۳ | ۲۴۹۹۹۹۹ |
| ۳۶ | ۶۸۳۰۰۰۶۰۰ | کابل مسی فشار ضعیف ۱×۳۵ | نو | | پیمانکار | ۱۱۲ | متر | ۱۰۵۰۰۰ | ۱۱۷۶۰۰۰۰ |
| ۳۷ | ۶۸۳۰۰۰۶۰۰ | نصب کابل مسی فشار ضعیف ۱×۳۵ | نصب | | پیمانکار | ۱۱۲ | متر | ۳۰۰۰ | ۳۳۶۰۰۰ |
| ۳۸ | ۶۸۳۰۰۱۲۰۰ | کابل مسی فشار ضعیف ۱×۲۴۰ | نو | | پیمانکار | ۷۴ | متر | ۵۷۰۰۰۰ | ۴۲۱۸۰۰۰۰ |
| ۳۹ | ۶۸۳۰۰۱۲۰۰ | نصب کابل مسی فشار ضعیف ۱×۲۴۰ | نصب | | پیمانکار | ۷۴ | متر | ۵۰۰۰ | ۳۷۰۰۰۰ |
| ۴۰ | ۶۸۳۰۰۱۳۰۰ | کابل مسی فشار ضعیف ۱×۳۰۰ | نو | | پیمانکار | ۹ | متر | ۷۲۰۰۰۰ | ۶۵۷۰۰۰۰۰ |
| ۴۱ | ۶۸۳۰۰۱۳۰۰ | نصب کابل مسی فشار ضعیف ۱×۳۰۰ | نصب | | پیمانکار | ۹ | متر | ۵۰۰۰ | ۴۵۰۰۰۰ |
| ۴۲ | ۶۸۳۰۰۳۸۰۰ | کابل مسی فشار ضعیف ۴×۱۰ | نو | | پیمانکار | ۹ | متر | ۱۲۰۵۰۰ | ۱۰۸۴۵۰۰ |
| ۴۳ | ۶۸۳۰۰۳۸۰۰ | نصب کابل مسی فشار ضعیف ۴×۱۰ | نصب | | پیمانکار | ۹ | متر | ۵۰۰۰ | ۴۵۰۰۰۰ |
| ۴۴ | ۶۸۳۰۱۵۴۰۰ | کابل آلومینیومی فشار ضعیف ۳×۱۲۰+۷۰ | نو | | پیمانکار | ۷۳۳ | متر | ۱۷۰۰۰۰ | ۱۲۴۶۱۰۰۰۰ |
| ۴۵ | ۶۸۳۰۱۵۴۰۰ | نصب کابل آلومینیومی فشار ضعیف ۳×۱۲۰+۷۰ | نصب | | پیمانکار | ۷۳۳ | متر | ۱۰۰۰۰ | ۷۳۳۰۰۰۰ |
| ۴۶ | ۶۸۳۰۱۶۲۰۰ | کابل کراسلینگ ۲۰kV آلومینیومی ۱×۹۵ بدون نوار آلومینیومی | نو | | پیمانکار | ۱۴۴ | متر | ۲۰۰۰۰۰ | ۲۸۸۰۰۰۰۰ |
| ۴۷ | ۶۸۳۰۱۶۲۰۰ | نصب کابل کراسلینگ آلومینیومی ۱×۹۵ | نصب | | پیمانکار | ۱۴۴ | متر | ۱۰۰۰۰ | ۱۴۴۰۰۰۰ |
| ۴۸ | ۶۹۱۰۰۰۸۱۰ | کابلشو پرسی نمره ۳۵ دم بلند | نو | | پیمانکار | ۱۶ | عدد | ۳۵۲۰۰ | ۵۶۳۲۰۰ |
| ۴۹ | ۶۹۱۰۰۰۸۱۰ | نصب کابلشو پرسی نمره ۳۵ دم بلند | نصب | | پیمانکار | ۱۶ | عدد | ۳۰۰۰ | ۴۸۰۰۰ |
| ۵۰ | ۶۹۱۰۰۱۴۱۰ | کابلشو پرسی نمره ۲۴۰ دم بلند | نو | | پیمانکار | ۱۸ | عدد | ۹۶۰۰۰ | ۱۷۲۸۰۰۰ |
| ۵۱ | ۶۹۱۰۰۱۴۱۰ | نصب کابلشو پرسی نمره ۲۴۰ دم بلند | نصب | | پیمانکار | ۱۸ | عدد | ۳۰۰۰ | ۵۴۰۰۰ |
| ۵۲ | ۶۹۱۰۰۱۵۱۰ | کابلشو پرسی نمره ۳۰۰ دم بلند | نو | | پیمانکار | ۲ | عدد | ۱۲۱۰۰۰ | ۲۴۲۰۰۰ |
| ۵۳ | ۶۹۱۰۰۱۵۱۰ | نصب کابلشو پرسی نمره ۳۰۰ دم بلند | نصب | | پیمانکار | ۲ | عدد | ۳۰۰۰ | ۶۰۰۰ |

مدیر امور:

رئیس اداره مالی اداری:

رئیس اداره برنامه ریزی و مهندسی بهره برداری:

تهیه کننده:

شرکت توزیع نیروی برق مازندران
لیست کالای برآوردی پروژه امور برق بابلسر

تاریخ گزارش: ۱۳۹۲/۱۱/۲۸

| ردیف | | کد کالا/عملیات | | عنوان کالا/عملیات | | نوع | | درصد | | تأمین/انجام | | مقدار | | واحد | | قیمت واحد | | قیمت کل | |
|---|-----------|--|-----|-------------------|----------|-----|---------|---------|---------|------------------------------------|--|-------|--|------|--|-----------|--|---------|--|
| سرپال پروژه: ۲۵۹-۲۰-۹۲۰۰۲۰ شماره پروژه: سال پروژه: ۱۳۹۲ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| عنوان پروژه: برآورد مسکن مهر ۱۲۰ واحدی اندیشه | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| کد فهرست بهاء: ۹۲۲۵ عنوان فهرست: فهرست بهای بهار سال ۹۲ شرکت توزیع- ط محل تامین اعتبار: اعتبار تصویری | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| تاریخ تهیه پروژه: ۹۲/۰۷/۰۸ تاریخ مبنای کالای برآوردی: ۹۲/۰۷/۰۸ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| کد اعتبار: ۱-۵-۱۰-۱-۹۲۰۰۲۰-۳۰۰-۳۵۰ کد جزء اعتباری: ۳۵۰ عنوان جزء اعتباری پست زمینی | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| عنوان کد اعتبار: سرمایه ای (برقی) - اهدایی (خودیاری) - توسعه و احداث - تامین برق شهری- برآورد جهت برگزاری استعلام یا مناقصه (تامین اعتبار نگرده) - پست زمینی | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| حجم فیزیکی: ۱ دستگاه | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ۵۴ | ۶۹۱۰۰۲۶۶۰ | کابلشو بی متال نوع DTL۲ نمره ۷۰۰ | نو | | پیمانکار | ۴۹ | عدد | ۷۰۰۰۰ | ۳۴۳۰۰۰۰ | | | | | | | | | | |
| ۵۵ | ۶۹۱۰۰۲۶۶۰ | نصب کابلشو بی متال نوع DTL۲ نمره ۷۰۰ | نصب | | پیمانکار | ۴۹ | عدد | ۵۰۰۰ | ۲۴۵۰۰۰ | | | | | | | | | | |
| ۵۶ | ۶۹۱۰۰۲۶۷۰ | کابلشو بی متال نوع DTL۲ نمره ۹۵ | نو | | پیمانکار | ۱۲ | عدد | ۷۰۰۰۰ | ۸۴۰۰۰۰ | | | | | | | | | | |
| ۵۷ | ۶۹۱۰۰۲۶۷۰ | نصب کابلشو بی متال نوع DTL۲ نمره ۹۵ | نصب | | پیمانکار | ۱۲ | عدد | ۵۰۰۰ | ۶۰۰۰۰ | | | | | | | | | | |
| ۵۸ | ۶۹۱۰۰۲۶۸۰ | کابلشو بی متال نوع DTL۲ نمره ۱۲۰ | نو | | پیمانکار | ۴۸ | عدد | ۷۰۰۰۰ | ۳۳۶۰۰۰۰ | | | | | | | | | | |
| ۵۹ | ۶۹۱۰۰۲۶۸۰ | نصب کابلشو بی متال نوع DTL۲ نمره ۱۲۰ | نصب | | پیمانکار | ۴۸ | عدد | ۵۰۰۰ | ۲۴۰۰۰۰ | | | | | | | | | | |
| ۶۰ | ۷۳۰۰۰۱۶۱۰ | برقگیر پلیمری ۲۴ کیلوولت ۱۰ کیلو آمپر پارس | نو | | پیمانکار | ۳ | دستگاه | ۱۶۰۰۰۰۰ | ۴۸۰۰۰۰۰ | | | | | | | | | | |
| ۶۱ | ۷۳۰۰۰۱۶۱۰ | نصب برقگیر پلیمری ۲۴ کیلوولت ۱۰ کیلو آمپر پارس | نصب | | پیمانکار | ۳ | دستگاه | ۶۶۶۶۶ | ۱۹۹۹۹۸ | | | | | | | | | | |
| ۶۲ | ۷۴۱۰۰۴۵۰۰ | سر کابل داخلی ۷۲۰ kv۱x۹۵ p.v.c | نو | | پیمانکار | ۳ | ست | ۲۳۰۰۰۰۰ | ۶۹۰۰۰۰۰ | | | | | | | | | | |
| ۶۳ | ۷۴۱۰۰۴۵۰۰ | نصب سر کابل داخلی ۷۲۰ kv۱x۹۵ p.v.c | نصب | | پیمانکار | ۳ | ست | ۵۰۰۰۰۰ | ۱۵۰۰۰۰۰ | | | | | | | | | | |
| ۶۴ | ۷۴۱۰۰۴۶۰۰ | سرکابل کراس لینگ خارجی ۱x۹۵ p.v.c | نو | | پیمانکار | ۱ | ست | ۳۰۰۰۰۰۰ | ۳۰۰۰۰۰۰ | | | | | | | | | | |
| ۶۵ | ۷۴۱۰۰۴۶۰۰ | نصب سرکابل کراس لینگ خارجی ۱x۹۵ p.v.c | نصب | | پیمانکار | ۱ | ست | ۵۰۰۰۰۰ | ۵۰۰۰۰۰۰ | | | | | | | | | | |
| ۶۶ | ۸۵۳۰۸۶۱۰۰ | نوار خطر | نو | | پیمانکار | ۲۴ | کیلوگرم | ۶۶۰۰۰ | ۱۵۸۴۰۰۰ | | | | | | | | | | |
| ۶۷ | ۸۵۳۰۸۶۱۰۰ | نصب نوار خطر | نصب | | پیمانکار | ۲۴ | کیلوگرم | ۳۰۰۰۰ | ۷۲۰۰۰۰ | | | | | | | | | | |
| جمع کالای: ۱/۱۶۲/۱۷۰/۱۲۰ | | | | | | | | | | جمع عملیات: ۳۹/۰۶۳/۹۹۷ | | | | | | | | | |
| جمع کالا با کارفرما: * | | | | | | | | | | جمع عملیات با کارفرما: * | | | | | | | | | |
| جمع کالا با پیمانکار: ۱/۱۶۲/۱۷۰/۱۲۰ | | | | | | | | | | جمع عملیات با پیمانکار: ۳۹/۰۶۳/۹۹۷ | | | | | | | | | |
| هزینه پیش بینی نشده کالا: * | | | | | | | | | | هزینه پیش بینی نشده عملیات: * | | | | | | | | | |
| جمع کل: ۱/۲۰۱/۲۳۴/۱۱۷ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

مدیر امور:

رئیس اداره مالی اداری:

رئیس اداره برنامه ریزی و مهندسی بهره برداری:

تهیه کننده:

نتیجه گیری:

با توجه به جداول و مقایسه فنی و اقتصادی شبکه های توزیع هوایی و زمینی فشار متوسط مشخص می گیرد که شبکه های هوایی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه تر بوده و از نظر میزان خاموشی نیز شرایط بهتری را دارا می باشد که این مساله کمی دور از انتظار به نظر میرسد ولیکن با یک نگاه اجمالی به معایب به وجود آمده روی شبکه های توزیع زمینی مشاهده میشود که در صد عمده ای از این عیوب مربوط به کلنگ خوردگی کابل ها میباشد و این مسئله حاکی از عدم محافظت اصولی از شبکه دو برابر اینگونه اتفاقات می باشد. بنابراین پیشنهاد می گردد تا مادامی که فکر اساسی برای جلوگیری از اینگونه اتفاقات صورت نگرفته است تاجای ممکن از شبکه هوایی فشار متوسط در شرکت های توزیع استفاده گردد.

منابع :

- ۱- بررسی شبکه‌های توزیع هوایی وزمینی ومقایسه مزایا و معایب آنها نسبت به هم. تالیف بهنام بیات – هفتمین کنفرانس شبکه‌های توزیع نیروی برق
- ۲- سیستم های قدرت الکتریکی جلد اول (آشنایی با سیستمهای انتقال و توزیع انرژی الکتریکی) تالیف دکتر مهرداد عابدی
- ۳- سیستم توزیع انرژی الکتریکی تالیف محمد قربانی
- ۴- بهره برداری بهینه از شبکه های توزیع برق تالیف : سید علی برزند، بهنام بیات، ابوالقاسم کریمی
- ۵- طراحی و بهره برداری از سیستم های توزیع انرژی الکتریکی تالیف دکتر علی اکبر گلکار
- ۶- تجهیزات و طراحی خطوط هوایی شبکه های توزیع برق : مهندس کریم روشن میلانی
- ۷-مقایسه شبکه های هوایی و زمینی در احداث و بهره برداری.تالیف علی مرتضی زاده- نهمین کنفرانس شبکه‌های توزیع نیروی برق
- ۸- شرکت توزیع نیروی برق مازندران
- ۹- وبلاگ mohamadreisi.blogfa.com
- ۱۰- شبکه های هوایی توزیع برق با کابل‌های فاصله دار (*Spacer Cables*) از دکتر مهرداد طرفدارحق – مهندس کریم روشن میلانی