شیوه مناسب برق‌رسانی در داخل شهرهای بزرگ (پایه‌های تلسکوپی چند منظوره)

محسن پوررفیع عربانی

شرکت مشانیر

۱- مقدمه:

پس از خاتمه جنگ ایران وعراق بازسازی و نوسازی کشور از جمله شهرهای بزرگ ابعاد تازه‌ای گرفت. همزمان با بازسازی شهرهای آسیب دیده از جنگ، برنامه‌های وسیع نوسازی دراکثر شهرهای بزرگ کشور آغاز شد. در رأس شهرهای کشور، تهران بعنوان پایتخت کشور ۶۰ میلیونی، نمونه بارزی از باجراء درآمدن طرحهای توسعه شهری می‌باشد.

جهت اجرای طرحها و برنامه‌های کلان توسعه شهری در تهران بزرگ از چندین سال قبل برنامه ریزیهای لازمه صورت گرفته و اجرای آن به واحدهای مختلف ابلاغ شد تا کلیه سازمانها و ادارات ضمن منظور نمودن برنامه‌های توسعه این شهر بزرگ، در طرحهای در دست اجراء و آتی خود، بطور هماهنگ و با تدارکات همه جانبه در اجرای آنها نیز تشریک مساعی نمایند.

پیشرفت و توسعه تهران بزرگ در مدت کوتاه برنامه اول بسیار چشمگیر بود، بطوریکه می‌توان شاهد بود که تهران امروز چهره یک شهر مدرن را بخود گرفته است. یکی ازاقدامات بسیار مهم شهرداری تهران احداث بزرگراهها در داخل و حومه شهر تهران بوده، بطوریکه شهروندان تهران هر روز شاهد گشایش بزرگراههای جدید و تعریض خیابانها و تبدیل آنها به بزرگ راهها می‌باشد.

رضایت بخش بودن اجرای صدها پروژه توسعه شهری حتی با توجه به گستردگی وتنوع طرحها، شهرهای بزرگ و کوچک اقصی نقاط کشور را تحت تأثیر قرار داده است. بطوریکه این روزها در بافت بسیاری از شهرهاتحولات زیادی رخ داده و یا در حال توسعه ونوسازی می‌باشند.

به موازات این اقدامات، تحول در سیستم انتقال و توزیع انرژی و شبکه روشنائی، امری اجتناب ناپذیر بوده و می‌بایست توسعه، نوسازی وبازسازی این سیستم نه تنها با طرحها و برنامه‌های توسعه شهری هماهنگی داشته، بلکه باید در این تحولات، تکمیل زیبایی و مدرنیزه شدن شهر جزء اهداف اساسی بوده و بعلاوه از جنبه اقتصادی نیز صرفه‌جویی‌های لازمه در آن منظور شده باشد.

مقاله‌ای که ارائه می‌گردد، حاصل تحقیق و بررسی در مورد شیوه‌های نوین برق‌رسانی در داخل و حومه شهرهای بزرگ می‌باشد که در آن استفاده از امکانات کشور مورد ملاحظه قرار گرفته ومراحل طراحی واجرائی چنین شیوه‌ای مبتنی‌بر مسائل فنی و اقتصادی ساده و آسان نیز می‌باشد.

۲ - شرح مقاله

در رابطه با شبکه‌های برق عموماً وضعیت خیابانها و بزرگراههای شهر بدینصورت است که در حاشیه خیابانها احداث تیرهای بتونی، شبکه ۲۰ کیلوولت (دومداره و تکمداره) و شبکه توزیع فشار ضعیف دایر شده و در رفوژ خیابان با استفاده از تیرهای فلزی و یا بتنی شبکه روشنائی احداث گردیده است.

علاوه بر این در بسیاری از خیابانها کابل‌های ۲۰ کیلوولتی و فشار ضعیف در زمین مدفون می‌باشد. شکل ۱ و ۲ دو مورد از چنین وضعیتی را در یکی از خیابانهای تهران نشان می‌دهد.

وجود شبکه‌های متعدد با انواع پایه‌های فلزی، بتنی و بعضاً چوبی با ارتفاعات مختلف و پخش آنها در طرفین و رفوژ خیابانها، چهره خیابان را نامأنوس ساخته و زیبایی شهر را خدشه‌دار می‌سازد.بطوریکه در بسیاری از موارد، وجود نامأنوس چنین شبکه‌هایی در خیابانهای اصلی شهر اقدامات انجام شده توسعه درون شهری را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد و در نتیجه تلاش بی‌وقفه مسئولین سازمانها و ادارات علیرغم سرمایه‌های سنگینی که برای اجرای پروژه‌های مصروف داشته، چندان جلوه‌های نخواهد داشت.

تداخل طرحها در گذشته و عدم هماهنگی‌های لازمه که احداث گوناگون شبکه‌ها را در زمانهای متوالی بهمراه داشته، وضعیتی را بوجود آورده که در مقایسه با شیوه‌های نوین برق‌رسانی نه تنها از جنبه‌های اقتصادی توجیه‌پذیر نیستند، بلکه از جنبه حفظ زیبائی، بعنوان مانعی بزرگ و مزاحم آرایش درون شهری مطرح بوده که بالاخره بعلت تعدد پایه‌ها، احتمال سقوط آنها (در اثر حوادث) فزونی نیز یافته و ایمنی درون شهری را بخطر می‌اندازد.

۳ - نیم نگاهی اقتصادی به آرایش شبکه‌های موجود درون شهری

با ارائه دو نمونه از آرایش شبکه‌های توزیع و روشنائی در خیابانهای اصلی تهران بزرگ، هزینه‌یک‌کیلومتراحداث هریک‌ازآنهارا می‌توان بطور خلاصه در جداولی بشرح ذیل نشان داد:

الف - برآورد هزینه یک کیلومتر شبکه‌های جدا از هم شامل یک خط هوایی ۲۰ کیلوولتی و یک خط فشار ضعیف هوایی و یک شبکه روشنایی ۴۵،۶۰۰،۰۰۰ ریال: جمع در کیلومتر

ردیف	شرح کار	متوسط پایه در کیلومتر (اصله)	قیمت خرید هر اصله پایه (ریال)	قیمت حمل و نصب هر اصله پایه (ریال)	قیمت کل هر کیلومتر (ریال)
۱	شبکه ۲۰ کیلوولتی پایه بتنی ۱۲۰۰ با ارتفاع ۱۲ متر	۲۰	۷۵۰،۰۰۰	۲۱۰،۰۰۰	۱۹،۲۰۰،۰۰۰
۲	شبکه فشار ضعیف پایه‌بتنی ۸۰۰ با ارتفاع ۱۲ متر	۲۰	۶۰۰،۰۰۰	۱۶۵،۰۰	۱۵،۳۰۰،۰۰۰
۳	شبکه روشنائی پایه بتنی	۲۰	۴۸۰،۰۰۰	۷۵،۰۰۰	۱۱،۱۰۰،۰۰۰

(جدول شماره یک)

با افزودن هزینه ارتباط شبکه توزیع به پایه‌های روشنائی، کل هزینه خرید و نصب ۶۰ اصله پایه حدود (۴۸،۰۰۰،۰۰۰ ریال تخمین زده می‌شود.

ب - برآورد هزینه یک کیلومتر شبکه‌های جدا از هم شامل یک خط هوایی توزیع فشار ضعیف، یک

ردیف	شرح کار	مقدار	کل قیمت خرید	کل قیمت اجرائی	قیمت کل یک کیلومتر (ریال)
۱	دومدار کابل زیرزمینی ۳×۱۸۵	۲۰۰۰ متر درکیلومتر	۲۳۰،۰۰۰،۰۰۰	۳،۷۰۰،۰۰۰	۲۳۳،۷۰۰،۰۰۰
۲	اتصال کابل	۴ سری در هرکیلومتر	۹،۳۰۰،۰۰۰	۱،۶۴۰،۰۰۰	۱۰،۹۴۰،۰۰۰
۳	پایه‌های بتنی فشارضعف ۸۰۰ باارتفاع ۱۲ متر	۲۰ اصله درکیلومتر	۱۲،۰۰۰،۰۰۰	۳،۳۰۰،۰۰۰	۱۵،۰۰۳،۰۰۰
۴	شبکه روشنائی پایه بتنی	۲۰ اصله درکیلومتر	۹،۶۰۰،۰۰۰	۱،۵۰۰،۰۰۰	۱۱،۱۰۰،۰۰۰
۵	تخریب اسفالت و پرداخت وجه به شهرداری	۱۰۰۰ متر در کیلومتر	۲۳،۵۰۰،۰۰۰		۲۳،۵۰۰،۰۰۰

جمع درکیلومتر: ۲۹۴،۴۵۰،۰۰۰ ریال (جدول شماره دو)

شبکه روشنایی ویک شبکه دومداره ۲۰ کیلوولتی کابل زیرزمینی ،البته حالتهای دیگری از آرایش شبکه‌های توزیع در خیابانهای اصلی و بزرگراههای تهران مشهود است. ولی عمومی‌ترین آرایش آنها که در قالب دو مثال فوق ذکر گردیده، برای تحلیل اقتصادی مورد نظر کافی می‌باشد.

ضمناًاگرچه‌هم‌اکنون کابل‌های زمینی ۲۰ کیلوولتی در کشور قابل ساخت می‌باشد ولیکن هزینه‌خریدوتأمین‌مواداولیه،هزینه‌ساخت‌ونصب‌بخصوص‌نگهداری‌آن‌ازارقام بالایی برخوردار بوده و لذا مجموعه این عوامل باعث شد تا بررسی جامعی جهت بهینه‌سازی و بمطلوب در آوردن آرایش شبکه‌های توزیع وروشنایی با استفاده از پایه‌های چند منظوره صورت گیرد.

در بدوامر چنین ایده‌ای از طرف شرکت توزیع برق منطقه‌ای تهران مطرح گردید و مبتنی‌بر چنین ایده‌ای شرکت‌مشانیر،طراحی پایه‌های تلسکوپی چند منظوره راآغازنموده‌است.

۴ - طراحی اولیه پایه‌های تلسکوپی چند منظوره

در طراحی اولیه بدلیل چند منظوره بودن این پایه ها (شبکه ۲۰ کیلولت، شبکه توزیع و روشنایی و وجود ترانسفورماتورهای توزیع) ارتفاع پایه‌ها قدری بلندتر از حد معمول شده بود، ولیکن با تجدید نظر در طراحی روشی اتخاذ گردید تا در مواقع لزوم به زیاد شدن ارتفاع، از افزایش قطر و ضخامت پلیت‌های طراحی ناشی از ممان زیاد جلوگیری شود. بهمین منظور دونوع پایه طراحی شده است.

۱-٤- تیپ های طراحی

تیپ I

این تیپ که‌می‌توان آن‌رانوع سبک نامید،بصورت هشت ضلعی منتظم ساخته خواهد شد و بعنوان پایه آویزی که حداکثر تا ۱۵ درجه زاویه خط را تحمل نماید، قابل استفاده خواهد بود.

پس از طراحی و منظور نمودن کلیه عوامل تعیین کننده فواصل الکتریکی،ارتفاع این نوع پایه ۱۳/۴ متر تعیین شده است.

عموماً این تیپ پایه بدون ترانسفورماتور نصب خواهد شد.

تیپ II

این تیپ که نوع سنگین از پایه تلسکوپی چندمنظوره می‌باشد بصورت دوازده ضلعی منتظم بوده و می‌تواند بصورت "ترانس سرخود" یا بدون ترانسفورماتور هوایی بکار گرفته شود. این تیپ پایه بعنوان پایه انتهایی "Dead end" بکار برده می‌شود.

یکی دیگر از ویژگیهای طراحی این تیپ آن است که با ارتفاع کوتاه تا زاویه ۹۰° وبا ارتفاع بلند تا زاویه ۴۵° انحراف خط را می‌تواند تحمل نماید. همچنین در صورتیکه این پایه بصورت "ترانس سرخود" استفاده شود، باید با ارتفاع بلند نصب گردد.

ارتفاع بلند آن ۱۶ متر و ارتفاع کوتاه آن ۱۳/۴ متر می‌باشد.

بدین ترتیب با بکارگیری این دو تیپ، قابلیت استفاده پایه‌ها بالا رفته وضمن در بر گرفتن کلیه حالات پیش‌بینی شده، از لحاظ اقتصادی نیز با صرفه‌تر از طرح شبکه تک پایه‌ای می‌باشد.

نقشه شماتیک دو تیپ پایه در شکل ۳ و ۴ نشان داده شده‌اند.

قابلیت‌ها و قسمتهای مختلف این دو تیپ پایه بطور مختصر در جدول زیر آمده است:

قابلیتها	قسمت فوقانی ۴ و ۳ متری	بدنه اصلی ۵ متری	بدنه اضافی ۵ متری	نوع پایه
کاربرد در ارتفاع کوتاه بدون ترانس در برجهای ۵ تا ۱۵° زاویه خط	۳۹ cm = قطر ابتدا	۵۴ cm = قطر ابتدا	۷۰ cm = قطر ابتدا	تیپ I "سبک" هشت ضلعی
	۳۰ cm = قطر انتها	۴۰ cm = قطر انتها	۵۵ cm = قطر انتها	
	۴ mm =ضخامت	۵ mm = ضخامت	۶ mm = ضخامت	
پایه انتهایی (Dead end) با احتساب ترانس (ارتفاع بلند)، از زاویه ۱۵° تا ۴۵° با ارتفاع بلند و از زاویه ۴۶° تا ۹۰° با ارتفاع کوتاه	۶۱ cm = قطر ابتدا	۸۰ cm = قطر ابتدا	۱۰۰ cm = قطر ابتدا	تیپ II "سنگین" دوازده ضلعی
	۵۰ cm = قطر انتها	۶۲ cm = قطر انتها	۸۱ cm = قطر انتها	
	۶ mm =ضخامت	۸ mm = ضخامت	۱۰ mm = ضخامت	

جدول (شماره سه)

توضیح این مطلب ضروری است که در پایه تیپ II چنانچه نصب ترانسفورماتور توزیع هوایی لازم باشد، از یک قطعه پانل اضافی بطول ۲/۶ متر و ضخامت ۶ میلیمتر که به قسمت فوقانی بدنه اضافه می‌شود، استفاده خواهد شد. جزئیات پایه تیپ II با ترانس سرخود در نقشه شکل ۴ بوضوح آمده است.

۴-۲- کراس آرام‌ها

کراس آرمها از دو ناودانی ۱۲ (دوبل) بصورتی که در نقشه شکل ۵ مشخص شده است استفاده می‌شود. ضمناً کلیه فولادهای بکارگرفته شده از نوع mild $fy=2400Kg/cm^2$ می‌باشد و روش طراحی نیز براساس روش پلاستیک یا روش L.R.F.D می‌باشد.

Load and Resistance Factor Design=L.R.F.D.
(specification for structural steel)

۴-۳- فونداسیون پایه‌ها

در فونداسیون پایه‌ها نیز همانند خود پایه‌ها از دو تیپ استفاده شده است:

الف) فونداسیون از بتون کامل

در این نوع فونداسیون بدون نیاز به پلیت، قسمتی از پایه در داخل بتن مدفون می‌شود. بعلت پائین بودن ممان خمشی پایه تیپ I می‌توان از این نوع فونداسیون برای چنین تیپ‌هایی استفاده کرد. مزیت این نوع فونداسیون در این است که اولاً اضافه وزن پلیت پایه را ندارد. عدم نصب پلیت پایه که خود پلیتی با وزن بالا می‌باشد، موجب سبک شدن و ارزان تمام شدن این تیپ فونداسیون می‌باشد. ثانیاً بمنظور سرعت بخشیدن و سهولت کار اجرایی می‌توان از بلوکهای پیش ساخته بتنی استفاده کرد. بدین ترتیب فونداسیون پیش ساخته شده به محل کار حمل شده و در زمین نصب خواهد شد.

ب) فونداسیون از نوع بتنی همراه با پلیت پایه

همانند فونداسیونهای معمولی که در ساختمانهای فلزی بکار می‌رود، فونداسیون بتنی همراه پلیت پایه ومیل مهاری قابل ساخت خواهند بود. این نوع فونداسیون در پایه‌های تیپ II (سنگین) که ممان خمشی نسبتاً بالایی را دارا می‌باشند، بکار می‌رود.

شکل شماتیک دو تیپ فونداسیون در اشکال ۶ و ۷ نشان داده شده‌اند.

همچنین حجم هر تیپ فونداسیون (حجم بتن ووزن آرماتور) در جدول شماره چهار بصورت برآوردی تعیین شده است.

٤-٤- بارگذاری

بارگذاری این پایه‌ها براساس تجربیات قبلی شرکت مشانیر در زمینه بارگذاری برجهای انتقال نیرو در شرایط آب و هوایی مطلوب و براساس آمارهای هواشناسی سالهای اخیر بوده که حالات عمومی بارگذاری یعنی باد شدید - یخ وباد - یخ سنگین را در برداشته و علاوه براین، برای حالت نامتعادل ناشی از پارگی سیم و حالت نامتعادل ناشی از وجود یخ وعدم وجود یخ در اسپن‌های طرفین طراحی شده است، که از ویژگی‌های خاص این طرح می‌باشد.

اطلاعات‌بارگذاری هریک‌ازحالات‌باتوجه به رده‌بندی زوایای انحراف مسیر (۳° و ۹۰°) و پایه انتهایی (Dead end) در جداول شماره پنج آورده شده‌اند.

٤-٥- مشخصات الکتریکی

فواصل الکتریکی مجاز در طرح هر دو تیپ پایه کاملاً رعایت شده است. بعبارت دیگر با در نظر گرفتن فواصل الکتریکی لازم در مورد سیم‌ها از یکدیگر، همچنین فواصل هادی از بدنه پایه، طول کراس آرام‌ها و فواصل عمودی آنها از یکدیگر بگونه‌ای تعبیه شده است که کلیه این فواصل مجاز در بدترین شرایط بارگذاری و انحراف مقره‌ها رعایت شده باشد.

نوع هادی ۲۰ کیلوولت از نوع HYENA می‌باشد.

ترانسفورماتور توزیع از نوع 315 KVA با وزن تقریبی ۱۲۲۰ کیلوگرم می‌باشد.

۵ - محاسبات اقتصادی پایه‌های تلسکوپی چند منظوره

با پیش فرضهای بخش ۳ مقاله (از جمله اسپن ۵۰ متری) و براساس موارد مطروحه در طراحی اولیه می‌توان خلاصه مالی خرید و نصب پایه‌های چندمنظوره تلسکوپی را بشرح ذیل در دو جدول تنظیم نمود:

الف - برآورد هزینه یک کیلومتر پایه‌های چندمنظوره (پایه تلسکوپی)

قیمت کل خرید + نصب در یک کیلومتر (ریال)	متوسط تعداد پایه در کیلومتر (اصله)	قیمت نصب یک اصله (ریال)	قیمت خرید یک اصله (پایه) (ریال)
۱۰۷،۰۰۰،۰۰۰	۲۰	۸۵۰،۰۰۰	۴،۵۰۰،۰۰۰

این جدول که در مقایسه با جدول الف بخش ۳ تنظیم شده گویای آن است که هزینه جایگزینی پایه‌های تلسکوپی چند منظوره ۲/۲ برابر هزینه‌های نصب پایه‌های بتنی شبکه‌های جدا از هم می‌باشد.

ب - برآورد هزینه یک کیلومتر شبکه چندمنظوره پایه تلسکوپی
(با درنظرگرفتن شش سیم هوایی شبکه ۲۰ کیلوولتی)

چنانچه بابت هزینه خرید و نصب شش سیم هوایی شبکه ۲۰ کیلوولتی با ملحقات آن که مبلغ ۴۳،۰۰۰،۰۰۰ ریال در هر کیلومتر برآورد می‌گردد، بخواهیم هزینه خرید و نصب شبکه‌های چند منظوره پایه تلسکوپی را با جدول ب بخش ۴ مقایسه کنیم، لازمست حاصل جمع مبلغ فوق را با مبلغ ۱۰۷،۰۰۰،۰۰۰ ریال (مندرج در جدول الف بخش ۴) بدست آوریم.

توضیح اینکه به منظور یکسان کردن شرایط شبکه‌های جدا از هم که دو کابل زیرزمینی ۱۸۵×۳ میلیمتر مربع نیز در آن وجود دارد، با پایه تلسکوپی چند منظوره‌ای که مجهز به شبکه ۲۰ کیلوولت هوایی می‌باشد، شش سیم هوایی ACSR با مقطع ۱۲۰ میلیمتر مربع برگزیده شد که قابلیت الکتریکی و عبور جریان مجاز از آنها کمی بیشتر از جریان مجاز عبوری از دو مدار کابل ۱۸۵×۳ خواهد بود. با

چنین فرضیاتی مبلغ (۱۵۰،۰۰۰،۰۰۰) ریال در هر کیلومتر هزینه شبکه چند منظوره تلسکوپی را در برابر مبلغ (۲۹۴،۵۴۰،۰۰۰) ریال هزینه شبکه‌های جدا از هم (با منظور داشتن کابل زمینی و سیم هوایی با قابلیت عبور جریان یکسان) خواهیم داشت که با جایگزینی پایه‌های تلسکوپی هزینه حدوداً ۵۰٪ کاهش خواهد یافت.

(۶ - مزایای پایه‌های تلسکوپی چند منظوره)

در بخش پایانی مقاله مزیت‌های این شیوه فهرست وار بشرح ذیل بیان می‌گردد:

۱ - تمرکز و هدایت انواع شبکه‌های هوایی توزیع و روشنایی در یک باند (با عرض نسبتاً کوچک) که رفوژ بزرگراهها برای اختصاص به چنین کاری مناسب می‌باشد.

۲ - متحدالشکل ساختن شبکه‌های هوایی که شکل ظاهری و یکسان پایه‌ها جلوه خاصی به خیابانها و بزرگراهها خواهد بخشید.

۳ - سهولت حمل و نقل - سهولت نصب - سهولت جابجایی (در مواقع لزوم)

۴ - نداشتن مشکلات اجرایی از قبیل تخریب خیابانها - تداخل با کانالهای زیرزمینی و غیره.

۵ - بهره‌برداری و نگهداری به ساده‌ترین - راحت‌ترین و ارزانترین شیوه - همچنین ایمنی خیابانها (کاهش تعداد سقوط پایه‌ها)

۶ - مقرون به صرفه‌بودن طرح از جنبه اقتصادی در مقایسه با سیستم کابل زیرزمینی توزیع و روشنایی.

۷ - نتیجه‌گیری

امروزه در داخل و اطراف شهرهای بزرگ و در حال توسعه نظیر تهران بزرگ‌با خیابانها و بزرگراههای نسبتاً بزرگ و پرتراکم، احداث شبکه‌های هوایی توزیع ۲۰ کیلوولتی و فشار ضعیف و روشنایی بصورت پراکنده و جدا از هم اصولی نبوده و از جنبه طرح و توسعه جامع شهری تقریباً مردود می‌باشد. ایده‌آل آن است که سیستم توزیع و روشنایی با استفاده از کابلهای زمینی و کانالهای زیرزمینی متحول و اصلاح شود. اما ایجاد چنین تحولی از جنبه اقتصادی مستلزم سرمایه‌گذاری‌های سنگین بوده و از جنبه اجرایی علاوه بر طولانی بودن عملیات و سختی و صعوبت کار در زمان

بهره‌برداری نیز عاری از مشکل نخواهد بود.

در مقابل این دو روش، شیوه استفاده از پایه‌های تلسکوپی چند منظوره ارجحیت یافته است.

۸ - قدردانی

در پایان از آقایان مهندس جهانگیر جوادی و مهندس محمد قربانی که در تهیه مقاله همکاری نزدیک داشته‌اند صمیمانه تشکر می‌گردد.

منابع

- جزوات و گزارشات طراحی شرکت مشانیر در رابطه با طرح برج‌های چند منظوره
- اطلاعات شبکه‌های توزیع - واصله از شرکت برق منطقه‌ای تهران
-Design of Steel Transmission Pole Structures Second Edition - Publishedby ASCE

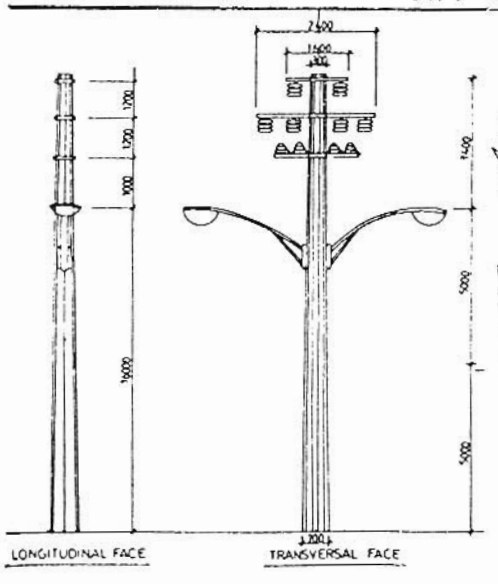
شکل شماره ۱

نقشه شماره ۲

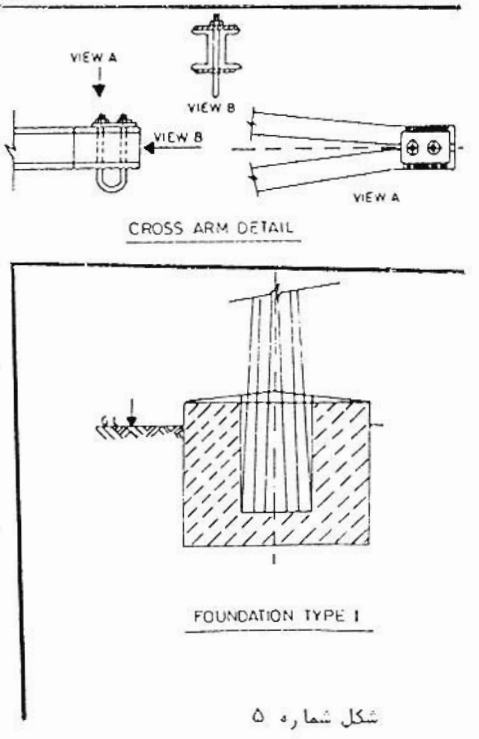
برآورد حجم فونداسیون پایه تلسکوپی چند منظوره

ردیف	نوع پایه	نوع فونداسیون	حجم بتن ریزی m^3	وزن آرماتور Kg	شکل شماتیک
۱	پایه سبک ۳°	در محل	۲/۷	۴۵۰	
۲	پایه متوسط ۱۵°	در محل	۴/۹	۶۵۰	
۳	پایه ترمینال	در محل	۷/۲	۶۰۰	
۴	آلترناتیو دوم برای پایه سبک ۳°	پیش ساخته	۵/۵	۲۱۰	

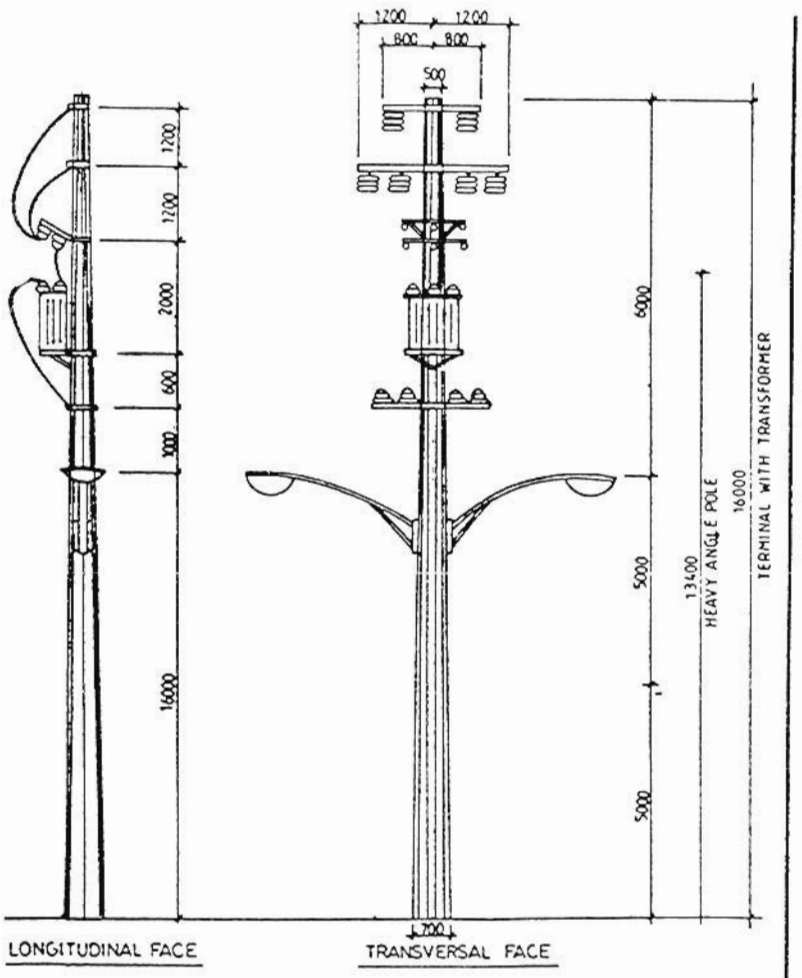
جدول شماره چهار



شکل شماره ۳

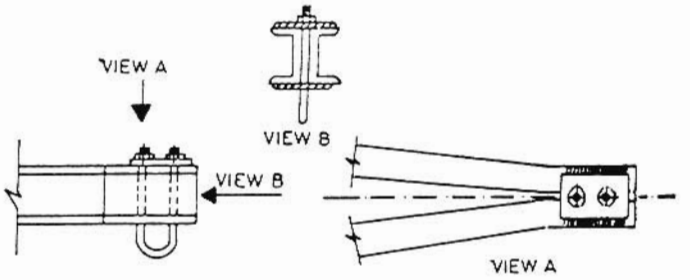


شکل شماره ۵

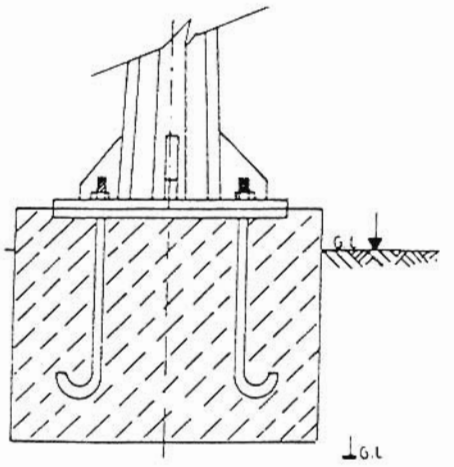


HEAVY POLE & TERMINAL

شکل شماره ۴



CROSS ARM DETAIL



FOUNDATION TYPE II

شکل شماره ۶

(جدول شماره ۵)

TELESCOPIC POLE FOR 20 KV

CONDUCTOR NAME:.....		HYENA		
Tower type		TP-3	TP-90	DEAD-END
Number of bundle.....		1	1	1
Ruling span.....	(m)	50	50	50
Weigth span.....	(m)	80	80	80
Max. angle wind span.....	(m)	60	50	50
Min. angle wind span.....	(m)	0	0	0
Max. line angle.....	(°)	3	90	90
Min. line angle.....	(°)	0	0	0
String number on joint.....		2	2	2
String weight.....	(Kg)	20	20	20
String wind face.....	(m^2)	0.1	0.1	0.1

Case Combination And Safety Factors Table

CASE NAME	Right	Left	Angl-F	Vert-F	Long-F	Wind-F
1) HIGH WIND	1	1	1.1	1.1	1.1	1.1
2) HEAVY ICE	2	2	1.1	1.1	1.1	1.1
3) WIND & ICE	5	5	1.65	1.5	1.65	2.5
4) B.L. IN CASE <3>	5	6	1.1	1.1	1.1	1.1
5) B.W.C. IN CASE <2>	2	2	1.1	1.1	1.1	1.1

Calculation's Wind spans , Weight spans & Angles

CASE NAME	Wind Span m TP-3	Wind Span m TP-90	Weight Span m TP-3	Weight Span m TP-90	Angle Degree TP-3	Angle Degree TP-90
1) HIGH WIND	60	50	80	80	3	90
2) HEAVY ICE	60	50	80	80	3	90
3) WIND & ICE	60	50	80	80	3	90
4) B.L. IN CASE <3>	60	50	80	80	3	90
5) B.W.C. IN CASE <2>	60	50	80	80	3	90

Ultimate Loads (Kg) Table

CASE NAME	Vertical		Transversal		Longitudinal	
CASE NAME	TP-3	TP-90	TP-3	TP-90	TP-3	TP-90
1) HIGH WIND	83	83	157	1151	0	0
2) HEAVY ICE	258	258	62	1677	0	0
3) WIND & ICE	198	198	198	2437	0	0
4) B.L. IN CASE <3>	114	114	89	1469	173	173
5) B.W.C. IN CASE <2>	151	151	31	838	1186	1186

Case Combination And Safety Factors Table (DEAD-END)

CASE NAME	Right	Left	Angl-F	Vert-F	Long-F	Wind-F
1) F.D.E. IN HIGH WIND	1	1	1.1	1.1	1.1	1.1
2) F.D.E. IN HEAVY ICE	2	2	1.1	1.1	1.1	1.1
3) F.D.E. IN WIND & ICE	5	5	1.65	1.5	1.65	2.5

Calculation's Wind spans , Weight spans & Angles (DEAD-END)

CASE NAME	Wind span (m)	Weight span (m)	Angle (°)
1) F.D.E. IN HIGH WIND	50	80	0
2) F.D.E. IN HEAVY ICE	50	80	0
3) F.D.E. IN WIND & ICE	50	80	0

Ultimate Loads (Kg) Table (DEAD-END)

CASE NAME	Vertical	Transversal	Longitudinal
1) F.D.E. IN HIGH WIND	83	102	741
2) F.D.E. IN HEAVY ICE	258	0	1186
3) F.D.E. IN WIND & ICE	198	94	1656

F.D.E. = Full Dead End