فصل چهارم

آرایش فیزیکی ودیاگرام تک خطی

۴-۱ .فواصل الکتریکی از نظر تعمیراتی ، بهره برداری و ایمنی

رعایت حدود مجاز فواصل الکتریکی و ایمنی در پستها ضروری می باشد . به منظور دستیابی به ایمنی تردد و انجام کار توسط پرسنل بهره برداری و تعمیراتی لازم است که فواصل عایقی مناسبی در محوطه پست بین قسمتهای تجهیزات هر مدار و مدارات مجاز آن بسته به مورد و با توجه به نوع شینه بندی در جهات مختلف در نظر گرفته شود . رعایت این فواصل بایستی مورد توجه و دقت خاص قرارگیرد ، چه قابلیت اطمینان و عملکرد صحیح پست در شرایط عادی و اضطراری و همچنین ایمنی پرسنل بهره برداری و تعمیراتی بستگی به انتخاب مناسب این فواصل دارد . همچنین بزرگ انتخاب نمودن این فواصل در ضمن اینکه از نظر الکتریکی محاسن چندان به همراه ندارد ، باعث بزرگ شدن تأسیسات و سطح زیر بنا نیز می گردد که مقرون به صرفه نخواهد بود .

به طور کلی این فواصل را می توان به دسته های زیر تقسیم بندی نمود :

۱- فواصل هوایی فاز ـ زمین

۲- فواصل هوایی فاز ـ فاز

۳- فواصل ایمنی از نظر تعمیراتی و بهره برداری

۴- فواصل مناسب از نظر زیست محیطی

۵- فواصل هوایی با زنجیر یا ستون مقره

عایق بندی خارجی را در خطوط و پستهای فشار قوی ، فواصل هوایی تشکیل می دهند . منظور از فواصل هوایی ، فواصل عایقی در فضای آزاد بوده که در مقابل ولتاژهای مورد نظر (و در شرایط مورد نظر) دارای استقامت عایقی کافی هستند . این فواصل به دو فاصله عایقی فاز ـ زمین و فاز ـ فاز تقسیم بندی می شوند . فاصله فاز به زمین به حداقل فاصله بین قسمتهای برقدار و نقاط زمین شده (نظیر اسکلت های فلزی ، حصارها و غیره) که برای جلوگیری از ایجاد قوس لازم می باشد

اطلاق می شود . فاصله فاز به فاز حداقل فاصله لازم بین نقـاط برقـدار از فازهـای مختلـف کـه بـرای جلوگیری از ایجاد قوس لازم می باشد را شامل می گردد . در پستهایی که افـراد مجـاز بـه تـردد در مجاورت و در تجهیزات تحت ولتاژ هستند لازم است کـه پرسـنل بهـره بـرداری و تعمیراتـی بتواننـد آزادانه و به صورت بی خطر در نواحی مذکور رفت و آمد نموده و چنانچه لازم باشد به انجام عملیـات بپردازند و به همین منظور باید فاصله کافی بین پایین ترین نقطه از مقـره هـا تـا سـطح زمـین و یـا سکوهائی که ایستادن بر روی آنها جهت انجام عملیات مجاز است تـأمین گـردد . فواصـل مناسـب از نظر زیـست محیطـی ، در ارتبـاط بـا زیبـایی و همـاهنگی پـستها بـا محـیط اطـراف ، سـرو صـدای تراسفورماتورها و کلیدها ، اختلالات رادیویی و اثرات میدانهای الکترومغناطیسی روی بدن انسان مـی باشد . از عوامل دیگر مرتیط با فواصل از نظر زیست محیطی می تـوان بـه محـل و معمـاری پـست ، جانمائی تجهیزات ، آلوده نمودن خاک و غیره اشاره نمود .

عایق بندی سیستمی که شامل فواصل هوایی با محیط دی الکتریک است در معرض مداوم ولتـاژ با فرکانس قدرت و ولتاژ با فرکانس قدرت و ولتاژهای موجی ناشی از صـاعقه و کلیـد زنـی قـرار مـی گیرد . مقادیری که باعث شکست الکتریکی عایق بندی می گردد بستگی به شکل موج ضربه ای دارد . این شکل موج بر حسب زمان رسیدن به مقدار ماکزیمم (زمان پیـشانی مـوج) و زمـان لازم بـرای کاهش نصف مقدار ماکزیمم (زمان پشت موج) مشخص میگردد .

با توجه به مطالب فوق می توان توسط چهار نوع فاصله ، موقعیت قرار گرفتن تجهیزات و هادیهـا را مشخص نمود که عبارتند از :

الف ـ فاصله با بدنه (E.C)

عبارت است از فاصله بین قسمتهای برقدار تجهیزات با اسکلت های زمین شـده ، دیوارهـا ، توریهـای سیمی و زمین .

ب ـ فاصله فازی (P.C)

عبارت است از فاصله بین قسمتهای برقدار فازهای مختلف .

ج ـ فاصله ایزولاسیون (I.D)

عبارت است از فاصله بین ترمینالهای یک سکسیونر ، یا اتصالات به آن و یا فاصله بین اتصلات به ترمینالهای دژنکتور .

دـ فاصله اطمینان (S.C)

عبارت است از فاصله بین قسمتهای برقدار و محدوده منطقه نگهداری یا تعمین .

۲-۴ . فواصل هوایی فاز ـ زمین

فواصل هوایی فاز ـ زمین به نحوی انتخاب می شوند که اضافه ولتاژهای با دامنه کوچکتر از سطح استقامت عایقی تجهیزات موجب بروز قوس الکتریکی نشوند . بنابراین LIWL و SIWL فواصل هوایی حداقل باید معادل سطوح عایقی انتخاب شده باشند ، این شرایط به آرایش هندسی الکترودها فاصله هوایی حداقل را مشخص خواهد نمود .

در سیستمهای با محدوده ولتاژی $300KV \le U_m \le 765KV$ می توان حداقل فواصل هوایی بین بخشهای برق دار و زمین شده را به کمک رابطه زیر محاسبه نمود :

$$de = 3.63 \times 1 \circ^{-5} \left(\frac{U_{ws}}{K}^{1/667} \right)$$

که در آن :

U_{WS} : فاصله هوای فاز به زمین به متر

d_e: فاصله هوای فاز به زمین به متر

فاصله هوایی فاز به زمین در پستهای با سیم ولتاژ $52KV \le U_M \le 300KV$ برای هر شکل از آرایش الکترودها با توجه به سطح LIWL انتخاب شده ، فواصل هوایی فاز به زمین بر اساس رابطه تعیین می شوند :

$$d_e = \frac{1.04 \times U_{WL}}{E_s} \qquad (۲)$$

که در آن :

U_{WL} : ولتاژ مقاوم موج ضربه صاعقه به کیلوولت

E_S : گرادیان متوسط بر حسب KV/m

de : فاصله هوایی به متر

مقادیر E_S باتوجه به آرایش الکترودها در جدول شماره (۱) صفحه بعد مشخص شده اند .

مقادیر E_S برحسب آرایش الکترودها

آرایش الکترودها	E_S (KV/m)
سوزن ـ صفحه زمین شده	۴۸۰
هادی – زمین / هادی – هادی / حلقه - حلقه	۵۵۰

جدول شماره ۱

۴-۲-۱ . فاصله هوایی میان هادیها و گنتری ها

این دسته از فواصل هوایی بیشتر در گنتریهای خطوط ورودی و گنتریهای مربوطه به شینه های داخلی مشاهده می شوند . آرایش الکترودی این گونه فواصل هوایی به صورت شناخته شده هادی ـ صفحه می باشد .

۴-۲-۲ . فاصله هوایی میان هادی و زمین

معمولاً فاصله هوایی در این مورد بقدر کافی بزرگ خواهد بود . زیرا هادی شینه ها توسط پایه های فلزی و مقره های اتکائی نگهداشته می شوند .

۴-۲-۳ . فاصله هوایی بخشهای برق دار تجهیزات و گنتریها

این دسته از فواصل هوایی غالباً در خطوط ورودی مشاهده می گردند که در آنها تقریباً تمامی تجهیزات در مجاورت گنتریها قرار دارند . بنابراین ما با فواصل هوایی نظیر برق گیر ـ گنتری ، ترانس جریان یا ولتاژ ـ گنتری و غیره روبرو هستیم .استاندارد IEC بر حسب آرایش الکترودها و استقامت الکتریکی مورد نظر ، مقادیر حداقلی را برای فواصل هوایی مشخص نموده است (جدول شماره ۲) . این استاندارد استقامت الکتریکی عایقی را به صورت دو مؤلفه استقامت عایقی در برابر امواج کلید زنی و امواج صاعقه تعیین می کند . متناظر هر سطح استقامت کلید زنی و یا صاعقه ، یک فاصله هوایی تحت شرایط محیطی استاندارد و آرایش الکترودی وجود دارد و لذا برای یافتن حداقل فاصله هوایی فاز ـ زمین تأمین یک SIWL و LIWL باید مقدار بزرگتر از میان فواصل هوایی متناظر به هر یک انتخاب شود .

ولتاژ نامی مقاوم موج صاعقه (KV)	حداقل فاصله هوایی فاز – زمین (mm)
40	60
60	90
75	120
95	160
125	220
145	270
170	320
250	480
325	630
450	900
550	1100
650	1300
750	1500

حداقل فاصله فاز – زمین طبق استاندارد IEC

جدول شماره ۲

مقادیر ارائه شده در جدول فوق مقادیر حداقل بوده و اثرات کوتاه و باد را شامل نمی باشند .

۴-۳ . فواصل هوایی فاز ـ فاز

در پستهای با سطح ولتاژ $300KV \le U_m \le 765KV$ هوایی فاز ـ فاز بـه کمـک رابطـه تجربـی زیر محاسبه می شوند :

$$d_{pp} = \frac{8.67 \times U_{wsp}}{3400 \times k_p - 1.084 \times U_{wsp}} \qquad (۳)$$

که در آن :

d_{pp} : فاصله هوایی فاز ـ فاز به متر

k_p : ضریب آرایش الکترودهای فاز ـ فاز که در جدول شماره (۳) آمده است .

U_{wsp} : ولتاژ مقاوم موج ضربه کلید زنی فاز ـ فاز به کیلوولت می باشد .

برای پستهای با سطح ولتاژ $52KV \le U_m < 300KV$ فواصل هوایی فاز ـ فاز می توان از رابطه (۲) بدست آورد .

فواصل هوایی فاز ـ فاز در پستهای فشار قوی به سه شکل کلی زیر مشاهده می شوند :

الف) فاصله هوایی میان هادیها

این حالت بین فازهای خطوط ورودی و شینه ها مشاهده می گردد . آرایش الکترودی این حالت هادی ـ هادی فرض می شود .

ب) فاصله میان هادی و تجهیزات

این مورد بین هادی خطوط ورودی و شینه ها از یکسو و تجهیزات آنها (نظیر سکسیونرها ، کلیدهای قدرت ، ترانسهای ولتاژ و جریان) از طرف دیگر مشاهده می شود .

ج) ـ فاصله میان قطبهای تجهیزات

این حالت بین قطبهای سکسیونرها ، کلیدهای قدرت و غیره وجود دارد .

۴-۴ . فواصل ایمنی SF

در بسیاری از کشورها قوانینی برای تعیین حداقل فاصله ایمنی بین قسمتهای بـرق دار تجهیـزات از یک طرف و قسمتهای زمین شده از سوی دیگر ارائه شده است . این فواصیل عموماً به سطح ولتـاژ موجود در پست وابسته نمی باشند . فواصل تعیین شده در واقع حداقل فاصله ایمنی بـوده و بـسته به شرایط موجود در پست ممکن است فواصل بزرگتری نیز بکار رود .

فاصله ایمنی مجموع دو مقدار زیر است :

ـ مقدارپایه مربوط به ولتاژ مقاوم موجی موجود در پست که توسط آن یـک ناحیـه مـشخص بـه نـام منطقه حفاظتی حول قسمتهای برق دار تعیین می گردد .

ـ مقدار دیگری که تابعی از حرکت پرسنل موجود در پست و طبیعت عملیات صورت گرفته روی یک تجهیز بخصوص بوده وبرای تعیین منطقه ایمنی بکار می رود ودرون این ناحیه احتمال بروز قوس بـه هیچ وجهه وجود ندارد .

۴-۴-۱ . محاسبه مقدار پایه

این مقدار می بایستی فاصله ای مناسب جهت جلوگیری از بروز هر گونه بروز قـوس قـوس در آن ایجاد کند . فاصله فوق بر اساس سطح ولتاژ مقاوم موجی استاندارد پست و با در نظر گرفتن مجمـوع دو مقدار بدست می آید :

۱- فاصله هوایی حداقل متانظر با ولتاژ عدم بروز قوس

۲- یک حاشیه ایمنی که حدود ۶تا۱۰ در صد مقدار فوق در نظر گرفته می شود . این حاشیه ایمنـی مربوط به شکل ظاهری متفاوت تجهیزات ساخته شده توسط سازندگان مختلف می باشد .

۴-۴-۲ . محاسبه فاصله ایمنی

در پستهالازم است که به مقدار پایه محاسبه شده در بالا یک فاصله ایمنی افزوده شود . این فاصله بر اساس زفت و آمد پرسنل پست و نوع عملیات صورت گرفته روی تجهیزات شامل حمل و نقل و دسترسی به آنها تعیین میگردد .

۴-۴-۳ . حرکت پرسنل

فاصله ایمنی H_1 (شکلهای شماره ۳و۴) به منظور امکان رفت و آمد مسئولین و اپراتورها در محوطه پست و مجاور شینه های تحت ولتاژ پیش بینی می گردد . این فاصله برابر قد انسان معمولی با دستان باز وکشیده بوده که در استاندارد IEC برابر ۲/۲۵ متر انتخاب شده است . در این حالت مقره به عنوان یک عنصر برق دار در نظر گرفته شده که ولتاژ به صورت یکنواخت در طول آن کاهش می یابد.

۴-۴-۴ . حرکت وسایل نقلیه

این فاصله مجموع یک فاصله متغیر که تابع شکل و اندازه وسیله نقلیه موجود در پست و یک حاشیه ایمنی ۰/۷ متری جهت در نظر گرفتن عدم دقت در رانندگی است با توجه به تریلرهای موجود در پستهای ایران ، عرض جاده دسترسی به ترانس حداقل برابر ۶ متر و عرض جاده های دسترسی به سایر تجهیزات حداقل برابر ۳ متر باید باشد .

۴-۴-۵ . کار روی تجهیزات

هنگامی که روی یک وسیله عملیات تعمیراتی صورت می گیرد و هادیها و تجهیزات موجود در نزدیکی آن وسیله برق دار می باشد ، فاصله ایمنی باید بر اساس فاصله پرسنل تا تجهیزات برق دار محاسبه گردد . این فاصله نیز شامل یک مقدار پایه و یک مقدار متغیر است که تابعی از روش عملکرد روی تجهیزات یا اتصال برق دار تا لبه وسیله تخت تعمیر را شامل می گردد .

در حالتی که عملیات تعمیراتی روتین روی تجهیز صورت گرفته و تنها از ابـزار سـبک و قابـل حمـل استفاده شود ، مقدار متغیر را می توان از اعداد زیر محاسبه نمود :

ـ فاصله افقی ۱/۷۵ متر

ـ فاصله عمودی ۱/۲۵ متر

کلیه فواصل ایمنی فوق در هنگام کار و تعمیرات روی تجهیزات می بایستی توسط پرسنل مشخص و علامت گذاری شود . مثلاً در هنگام کار روی وسایل ولتـاژ یـا جـایگزینی تجهیـزات ، منطقـه ایمنـی توسط علائم هشدار دهنده رنگی (از جمله نوار ، پرچم و ...) علامت گذاری می گردد .

۴-۵ . فواصل از نظر زیست محیطی

پستهای انتقال نیرو از آلات مهم محیط زیست به حساب نمی آید و تا چندی پـیش کـه مـسئله ای در مورد اثرات میدانهای الکترومغناطیسی مطرح نبود ، موارد محیط زیستی پـستها بـه زیبـایی و هماهنگی آنها با محیط ، سرو صدای ترانسفورماتور ها ، کلید و اختلالات رادیوئی و تلوزیونی محـدود می‌گردید . در چند سال گذشته ، اثرات میدانهای مغناطیسی و الکترودی در انسان مورد بررسی قـرار گرفته اند و مواردی از افزایش آمار سرطان خون د راثر میدانهای مغناطیسی منتـشر گردیـده اسـت ، اما این امر تاکنون به طور کامل اثبات نشده است .عوامل مرتبط با مسائل محیط زیست شامل مـوارد زیر می‌باشد:

۴-۵-۱ . محل پست

محل پست یکی از مهمترین موارد محیط زیستی است و نکـات مهـم ارتبـاط بهینگـی و محـیط زیست از نظر محل پست به شرح زیر است :

ـ فاصله از تفرجگاههای ی عمومی و اجتناب از بهم زدن شکل طبیعت

ـ فاصله از محل زندگانی و حوش

ـ فاصله از محل زندگی مردم

ـ فاصله از آثار تاریخی

ـ فاصله از تأسیسات مخابراتی و رادیوتلوزیونی

۴-۵-۲ . معماری پست

معماری پست شامل موارد مختلفی در پست مانند ساختمانها ، محوطه سازی و جاده ها می گردد ، که موارد زیر از نکات مهمی است که در ارتباط با بهینگی محیط زیست در معماری پست باید مورد نظر قرار گیرد :

ـ نگهداشتن وضع طبیعی زمین

ـ هماهنگی ساختمانهای پست با ساختمانها و خصوصیات اقلیمی منطقه

ـ رنگ و نوع سازه ها و تجهیزات

ـ محوطه سازی و درختکاری

ـ استقرار ساختمان کنترل پست در بالاترین ارتفاع سطح پست

ـ حفاظت کارکنان از میدانهای الکتریکی و مغناطیسی

۴-۵-۳ . جانمایی تجهیزات

در تهیه جانمائی پست می توان در زیبا نمودن و کمتر در دید بودن پست ، اقدام نمود . عوامل مهم در ارتباط با بهینگی محیط زیست پست از نظر جانمائی تجهیزات به شرح زیر می باشند:

۱- سرپوشیده کردن پست وقتی پست در داخل شهرها قرار دارد . (استفاده از پستهای GIS)

۲- مدفون کردن کابلهای فشار ضعیف

۳- شکل و نوع پایه ها و گنتریها

۴- آرایش تجهیزات با استفاده از طرحهای کم ارتفاع

۴-۵-۴ . آلودگی محیط

آلودیگی محیط در پستها ممکن است در اثر روغن از تجهیزات ، به ویژه از ترانسها که منبع بزرگ روغن هستند یا احتمالاً انفجار آنها بوجود آید و این مسئله بخصوص وقتی محل پست در نزدیکی منابع آب و یا رودخانه باشد از اهمیت خاصی برخوردار است .

۴-۵-۵ . میدانهای الکتریکی و مغناطیسی

هر چند تاکنون بطور قطعی مضر بودن میدانهای الکتریکی و مغناطیسی برای انسان کاملاً ثابت نشده است ولی بهتر است در مورد کاهش آن در پستها و اطراف آنها اقدام لازم بعمل آید .

به هر حال سازمان بین المللی از تشعشعات (IRPA) مقدار حداکثر میدانهای الکتریکی و مغناطیسی موجود در پست را برای افراد شاغل در آن طبق جدول شماره (۱۰) ارائه نموده است . این اعداد بر مبنای میزان مجاز چگالی جریان القایی در سرو بدن انسان ($10mA/m^2$) هنگامی که در معرض تشعشعات الکتریکی و مغناطیسی قرار دارد محاسبه شده است .

مقدار حداکثر میدانهای الکتریکی و مغناطیسی50/60HZ		
مشخصات کاری فرد در معرض تشعش قرارگرفته	**میدان الکتریکی (KVm^{-1})**	**میدان مغناطیسی (mT)**
کار در کل روز	۱۰	0.5
کوتاه مدت	30*	5*

مقدار حداکثر میدانهای الکتریکی و مغناطیسی

« جدول شماره ۱۰ »

* طول مدت در معرض تشعشع قرار گرفتن در میدانهای الکتریکی بین ۱۰ تا ۳۰ کیلوولت بر متر می تواند از رابطه $t \le \frac{10}{E}$ محاسبه شود . که در آن t طول مدت به ساعت در یک روز کاری و E مقدار میدان الکتریکی به کیلوولت بر متر است .

** ماکزیمم در معرض تشعشع بودن در یک روز کاری حدود ۲ ساعت است .

۴-۵-۶ . خطوط ورودی و خروجی

نوع و طرز ورود و خروج خطوط در زیبائی و حفظ محیط زیست پست و اطراف آن مؤثر می باشد .

فواصل هوایی عایق و ایمنی	$U_n = 230kv$		
	LIWL=1300	LIWL=1425	LIWL=1550
حداقل فاصله هوایی فاز – فاز دربی (mm)	4100	4300	4500
حداقل فاصله فاز – فاز درشینی های سخت(mm)	3200	3600	4000
حداقل فاصله فاز – فاز در شینهای نرم (mm)	3800	4200	5000
فاصله بین زمین و حفره (منطقه ایمنی) (mm)	2500	2500	2500
حداقل بین زمینی و پائین ترین قسمت برقرار(فاصله ایمنی) (mm)	4400	4750	5000
حداقل فاصله افقی تانزدیکترین قسمت برقرار(mm	3800	4100	4280
حداقل فاصله عمودی تا نزدیکترین قسمت برقرار(mm)	3300	3520	3780
حداقل فاصله سیم محافظ تا روی سیم برقرار mm)	4400	4750	5000
حداقل فاصله عمودی خطوط هوایی تا سطح جاده با تردد دائم (mm)	10000	10000	10000

۶-۴ .آرایش فیزیکی تجهیزات (Switchyard Layout)

کلمات آرایش فیزیکی تجهیزات یا به عبارت مصطلح تر لی اوت (Lay out) یک پست عبارت است از شکل فیزیکی قرار گرفتن تجهیزات یک پست مطابق کار و یا الگوی تنظیم شده ای که مقررات مشخص از نقطه نظرات مختلف بر آن حاکم باشد .

هر دو سوئیچگیر در پستهای فشار توی معمولاً از تعدادی واحد مداری مشابه مقابل تفکیک تشکیل می گردد که به یک یا چند واحد مداری مزبور که از نظر فیزیکی و فضای اشغال شده قابل تفکیک را سایر قسمتها می باشد یک بی می گویند .

بنابراین هر بی شامل بخشی از باس بار یا باس بارها – یک یا چند کلید – چند سکسونر و در صورت لزوم تعداد مشخصی از سایر تجهیزات مانند ترانسفورماتورهای اندازه گیری – برقگیر – تله موج و ... به عبارت کلی یک یا چند فیدر می باشد .

کلمه بی (BAY) بیشتر یک مفهوم فیزیکی است تا الکتریکی و عبارت دیگر بیانگر فضائی است که تجهیزات مختلفی با آرایش خاص اشغال می کنند .

و در واقع بین ویژگی های مشترکی از قبیل شکل ظاهری – ابعاد و ... با سایر بی ها می باشد .اصولی که بایستی براساس معیارهای خاصی بهینه باشد و این موضوع در مورد طرح استقرار فیزیکی تجهیزات نیز صادق می باشد و بایستی طرح پیشنهادی براساس اهداف زیر به صورت بهینه طراحی گردد .

۱ – ابعاد پست به حداقل ممکن برسد .

۲ – حداقل تجهیزات جنبی از قبیل استراکچر – سیم – کلمپ – مقره و ... مصرف شود .

۳ – از تجهیزات جنبی یکنواخت (با طرح مشابه) استفاده شود و حتی المقدور از تجهیزات غیر معمول و گران استفاده نگردد .

۴- حتی الامکان سادگی طرح (عدم پیچیدگی) رعایت گردد .

۵- امکان دسترسی به تجهیزات جهت بازرسی – تعمیر وجود داشته باشد و در صورت لزوم جاده ها و فضاهای لازم به منظور جابجایی تجهیزات در نظر گرفته شود .

۶- طرح مورد نظر متناسب با خصوصیات فنی مورد نظر بوده و امکان توسعه های پیش بینی شده نیز مورد توجه قرار گیرد .

۷-عبور و مرور پرسنل در تمامی قسمتهای پست و عبور و مرور ماشین در قسمتهای به خصوصی بدون هیچگونه خطری مقرر باشد .

۸-موقعیت سوئیچگیرها به نحوی انتخاب شود که خروج فیدرها در جهت مناسب صورت گرفته و حتی المقدور از طرح هایی که تغییر جهت های هزینه زا در خارج از پست زا ضروری می سازد اجتناب گردد .

۹- موقعیت ترانسفورماتورهای اصلی – ترانسفورماتورهای زمین و تجهیزات جبران بار راکتیو به نحوی انتخاب گردد که ضمن دسترسی سریع و ساده به آنها حتی المقدور از تجهیزات سوئیچگیرها فاصله داشته تا امکان سرایت آتش سوزی از تجهیزات مزبور به سوئیچگیر ها و بالعکس مسیر نبوده و یا در مواردی از دیوارهای مانع آتش در حد فاصلی این تجهیزات با سوئیچگیرها در طرح استقرار فیزیکی استفاده شود .

۱۰-موقعیت ساختمان کنترل به نحوی انتخاب گردد تا اولاً اپراتورها از نظر دید مستقیم مسلط به بیشترین تجهیزات می کند در فضای باز پست بوده و ضمناً طول کابلهای کنترل- تغذیه و حفاظت به حداقل می کند برسد و حتی المقدور اطاق کنترل زیر قسمتهای برق دار قرار نگیرد .

۱۱-مسائل ایمنی از قبیل فاصله کافی تجهیزات کناری از خیابانهای جانبی و امکان حفاظت در مقابل عوامل خرابکاری در طرح مورد نظر در نظر گرفته شود .

۱۲-جاده های ورودی به پست حتی الامکان با مسیر مستقیم به جاده های اصلی پست قابل ارتباط باشد .

۱۳- امکان ایجاد مسیر کانالهای کابل از اطاق کنترل به تمامی قسمتهای تجهیزات و با طول حداقل (استفاده از مسیرهای مشترک) مسیر باشد .

۱۴- اطاق نگهبانی – ساختمان دیزل ژنراتور در محل مناسبی قرار گرفته تا امکان کنترل دقیق ورود و خروج پرسنل به پست مسیر بوده و ضمناً سر و صدای دیزل ژنراتور در موقع کار مزاحم اپراتور ها نباشد .

۱۵- حتی الامکان فضای لازم به منظور پارک چند اتومبیل – ایجاد انبار – کارگاه و احیاناً زمین ورزش (در پستهای دور افتاده) در نظر گرفته شود .

۴-۶-۱ . ترتیب قرار گرفتن فازها روی باس بار

هادیهای فازهای باس بارها به طریق مختلفی نسبت به یکدیگر قرار می گیرند . این حالت به طور کلی به ۴ طریق می تواند انجام گیرد که در ادامه نحوه قرار گرفتن آنها آورده خواهد شد .

A B C D

در پستهایی که در فضای آزاد قرار دارند حالت D بر حالات دیگر به دلایل زیر برتری دارد :

الف – افتادن یا پارگی یک باس بار یا فازهای یک باس بار نمی تواند باس بارهای دیگر یا فازهای دیگر را در معرض خطر قرار دهد .

ب- در ترکیبات B و A جدا کردن نواحی تعمیر باس بارها مشکل می باشد و همچنین فراهم کردن راه دسترسی به آنها دشوارتر است . حالا A,B,C ترکیباتی هستند که بیشتر در فضای بسته مورد استفاده قرار می گیرند .

۴-۶-۲ . فواصل الکتریکی

به ا نضمام نواحی ID و PC تجهیزات پست و هادیهای متصل به آنها شمای اصلی (Lay out) پستهای مختلف را تشکیل می دهد اساساً حداقل سه فاصله الکتریکی در هر مدار مورد لزوم میباشد که عبارتند از :

الف – فاصله بین ترمینالهای سکسیونر اسکسیونرهای باس بار با اتصال به آنها

ب- فاصله بین ترمینالهای دیژنکتور فیوز با اتصالات به آنها

ج - فاصله بین ترمینالهای سکسیونر فیوز با اتصالات به آنها

ممکن است فواصل دیگری برای بدست آوردن PC ها در نقاطی که هادیهای فازهای مختلف از روی هم عبور می نمایند مورد لزوم باشد .

۴-۶-۳.ترتیب قرار گرفتن تجهیزات پست

در اغلب پستهای فشار قوی تجهیزات پست به ترتیب ذیل نصب می گردند :

۱- خط 230KV	۲- برقگیر	۳- CVT
۴- موج گیر	۵- سکسیونر	۶-CT
۷- کلید	۸- باس بار	۹- سکسیونر

تجهیزات فوق به تجهیزات خط معروف هستند .

۱۰- کلید	۱۱- CT	۱۲- برقگیر
۱۳- ترانسفورماتور	۱۴- برقگیر	۱۵- ترانس زمین

۱۶- PT ۱۷- سکسیونر ۱۸- کلید(باس خروجی)

به تجهیزات فوق تجهیزات ترانس می گویند .

۱۹- سکسیونر خروجی ۲۰- CT ۲۱- سکسیونر

۲۲- موج گیر ۲۳- CVT ۲۴- برقگیر

تجهیزات فوق به تجهیزات خط خروجی معروف هستند

۴-۷ .محاسبه فواصل اساسی در تعیین Lay out پست کرج

همانطور که گفته شدیک پست معمولا از تعداد واحد های مداری مشابه به نام Bay تشکیل می گردد که هر یک شامل بخشی از باسبارها و بریکرها با سکسیونر های مربوطه و ترانسفور ماتورهای ولتاژ و جریان میباشد . بنابراین برای بررسی Lay out یک پست دربیشتر مواقع بررسی Lay out یک مدار کافی است .

۴-۷-۱ . محاسبه فواصل هوایی ایزو لاسیون

در شرایط استاندارد IEC داریم :

۱-فشار : $p=1013\ mbar$

۲-درجه حرارت : $\theta=20°c$

۳-رطوبت : $h=11\ g/m^3$

۴-ارتفاع از سطح دریا : $H=1000\ m$

برای پست کرج نیز چنین خواهد بود :

۱-فشار : $p=777\ mbar$

۲-درجه حرارت : $\theta=38°c$

۳-رطوبت : $h=31\ g/m^3$

۴-ارتفاع از سطح دریا : H=1800 m

دامنه اضافه ولتاژ های ناشی از تخلیه جوی عبارتند از :

۱- در ردیف 230 kv : 1050 kv

۲- در ردیف 63 kv : 350 kv

۴-۷-۱-۱ . فاصله فاز- زمین یا فاز- فازدر شرایط استاندارد :

۱- در ردیف 230 kv : 2.1 m

۲- در ردیف 63 kv : 0.7 m

۴-۷-۱-۲ . فاصله فاز- زمین یا فاز- فازدر شرایط غیر استاندارد :

۱- در ردیف 230 kv : 2.23 m

۲- در ردیف 63 kv : 0.745 m

۴-۷-۲ . انتخاب فواصل هوایی وایمنی

حد اقل فاصله فاز به زمین :

۱- در ردیف 230 kv : 4.80m

۲- در ردیف 63 kv : 3.2 m

۴-۷-۲-۱ . حد اقل فاصله فاز به فاز بین باسبارهای لوله ای :

۱- در ردیف 230 kv : 4.5 m

۲- در ردیف 63 kv : 1.8 m

۴-۷-۲-۲ . حد اقل اندازه پایه مقره ها از زمین :

۱- در ردیف 230 kv : 2.5 m

۲- در ردیف 63 kv : 2.5 m

۴-۷-۲-۳ . حد اقل فاصله عمودی قسمت برقدار مجاز تا جاده های اصلی :

۱- در ردیف 230 kv : 10 m

۲- در ردیف 63 kv : 7 m

۴-۷-۲-۴ . فاصله سیم گارد تا هادیهای برقدار :

۱- در ردیف 230 kv : 5 m

۲- در ردیف 63 kv : 3 m

۴-۷-۲-۵ . فاصله افقی تجهیزات :

۱- در ردیف 230 kv : 4.28 m

۲- در ردیف 63 kv : 3 m

۴-۷-۲-۶ . فاصله عمودی تجهیزات :

۱- در ردیف 230 kv : 3.78 m

۲- در ردیف 63 kv : 3 m

۴-۷-۲-۷ . حد اقل فاصله خزشی در مقره ها :

۱- در ردیف 230 kv : 4.9 m

۲- در ردیف 63 kv : 1.45 m

۴ -۸ . دیاگرام تک خطی

دیاگرام تک خطی نقشه ای است که به صورت تک خطی (تک فاز) و با استفاده از علائم مشخص و یا استاندارد تمامی تجهیزات الکتریکی در مدار اولیه PRIMARY CIRCUIT و نحوه

ارتباط آنها به یکدیگر و همچنین ارتباط فیدر های مختلف به شینه ها و نحوه شـینه بنـدی را نـشان می دهد .

می توان گفت که نقطه شروع واقعی در طراحی یک پست از مطالعات اولیه تهیـه نقـشه مزبـور یـک شمای کلی را از پست به تصویر می کشد می باشد .

قبل از تهیه نقشه طراح پست مطالعاتی که اهم آنها به شرح زیر است انجام می دهد .

۱- تعداد و نوع فیدرهای مختلف

۲- نوع شینه بندی در سوئیچگیرهای مختلف

۳- تعداد و مشخصات و سیستم جبران توان راکتیو

۴- تعداد ترانسفورماتورهای قدرت – سطوح ولتاژ و ظرفیت آنها

۵- نحوه زمین شدن نوترال ها

۶- محدودیتهای احتمالی از نقطه نظر استقرار فیزیکی تجهیزات

۷- وضعیت توسعه های احتمالی پست

بطور کلی در پستهای فشار قوی نقشه های الکتریکی با عناوین مختلفی از قبیل دیاگرام تک خطـی ، دیاگرام شماتیکی و دیاگرام سیم کشی، که هر یک منظورهای خاصی را بر آورد می نماید وجود دارد .

با این نقشه ها می بایستی نقشه های فیزیکی مختلف از قبیل :

(PLAN & SECTION)-(OUT LINE)-(LAY OUT) و غیره را نیز اضافه نمود .

۴-۸-۱ . اصول کلی در تهیه دیاگرام تک خطی

۱- در تهیه این دیاگرامها برای نمایش تجهیزات از علائم استاندارد بین المللی استفاده شود و یا در غیر این صورت در جای مناسبی از نقشه علائم بکار رفته معرفی شده و یا نام اختصاری آنها روی حداقل یک نمونه از آنها نوشته شود .

۲- حتی الامکان مشخصات مختصری از تجهیزات بکار برده شده (ظرفیت – ولتاژ – نسبت تبدیل نحوه اتصال – جریان نامی و یا سطح اتصال کوتاه) روی حداقل یک نمونه از تجهیزات مشابه درج کرد .

۳- فیدرهای مشابه به صورت کامل و براساس علائم کشیده شود و از علائم اختصاری برای نمایش فیدرهای مشابه و تعداد آنها استفاده نگردد . اما درج مشخصات و یا نام اختصاری تجهیزات فقط روی یک فیدر از مجموعه فیدرهای مشابه کافی می باشد .

۴- قسمتهایی از پست که در آینده توسعه پیش بینی می گردند به صورت خط چین اما بطور کامل کشیده شوند و در جایی از نقشه منظور فوق معرفی گردد .

۵- ارتباط هر یک از فیدرهای خروجی به پست های همجوار با ذکر نام پست و یا محل مربوطه قید گردد . ضمناً نوع فیدرهای خروجی (خط هوائی یا کابل زیر زمینی) نیز استفاده از علائم استاندارد و یا ذکر نام اختصاری ضروری است .

۶- حتی الامکان دیافراگم تک خطی کامل پست به نحویکه سوئیچگیر های مختلف و فیدرهای مربوطه و نحوه ارتباط أنها با یکدیگر روی یک نقشه باشد تهیه شود اما در صورت پیچیدگی و زیاد بودن تعداد فیدرها و یا سوئیچگیرها می توان هر سوئیچگیر و فیدرهای مربوطه را روی یک نقشه نمایش داد ولی در این صورت باید در جای مناسبی از نقشه ارتباط آن به سایر نقشه ها مشخص گردد .

۷- کلیه نقشه های پست از جمله نقشه های تک خطی که در مرحله طراحی تهیه می گردند بایستی در مرحله ساخت تجهیزات ونصب پست به صورت نقشه های اجرائی پس از عملیات نصب و شروع بهره برداری بایستی به صورت نقشه های موسوم به AS-BUILT تبدیل گردند که طبق توصیه بعضی از استانداردها از جمله DIN-40719 بایستی نمایانگر مشخصات بیشتری از قبیل سطح مقطع هادیها و یا علامت اختصاری معرف سطح مقطع نوع و شماره تیپ تجهیزات – نوع مکانیزم عمل کننده و .. باشد .

۴-۹ . طراحی دیاگرام تک خطی پست کرج

با استفاده از دیاگرام تک خطی پست 230/63 kv کرج می توان اطلاعات زیر را ازدیاگرام مزبور بدست آورد.

۱-نحوه آرایش قسمت ۶۳ کیلو ولت به صورت شینه بندیساده جدا شده همراه کلید section می باشد .

۲- نحوه آرایش قسمت ۲۳۰ کیلو ولت به صورت شینه بندی یک و نیم کلیدی می با شد که با توجه به توسعه آینده پست طرح آن ناقص می باشد.

۳-ظرفیتترانسفورماتور های قدرت ۲۳۰/۶۳ کیلو ولت ۲×۱۶۰ مگا ولت آمپر می باشد.

۴- مشخصات خطوط ۲۳۰ کیلو ولت ورودی مطابق دیاگرام تک خطی پست عبارتند از :

دوخط پارک جنگلی (ورد آورد) به شماره های دیسپاچینگ D20 &D10

۵-تعداد خروجی های ۶۳ کیلو ولت ۱۶ عدد میباشد که مطابق دیاگرام تک خطی از این تعداد ۶ عدد رزرو و۴ عدد دیگر هم برای توسعه آینده در نظر گرفته شده اند .

فیدر های زنده و زیربار هم اکنون ۶ عدد می باشند که عبارتند از :

۱) عظیمیه

۲) حسن آباد ۶۱۲

۳) حسن آباد ۶۱۳

۴) منتظر قائم ۶۰۶ و ۶۳۲ چیتگر

۵) منتظر قائم ۶۳۶ و حصارک مهتر

۶) توحید ۶۰۶