فصل نهم

سکسیونر

۹ . سکسیونر و تیغه های زمین

۹-۱ . کلیات

سکسیونر وسیله قطع سیستمهایی است کـه تقریبـاً بـدون جریـان هـستند . بـه عبـارت دیگـر سکسیونر قطعات و وسائلی را که فقط زیر ولتاژ هستند از شبکه جدا می سازد . تقریبا بـدونبار بـدان معنی است که می توان به کمک سکسیونر جریانهای کاپاسیتیو مقره ها ، شینه ها و تاسیسات برقـی و کابلهای کوتاه و خطوط و همینطور جریان ترانسفورماتور ولتاژ را نیز قطع نمود . علت بدون جریـان بودن سکسیونر در موقع قطع یا وصل ، مجهز نبودن سکسیونر به وسیله جرقه خاموش کن است . لذا بطور کلی می توان نتیجه گرفت که عمل قطع و وصل سکسیونر باید بدون جرقه یا با جرقه نـاچیزی صورت گیرد . سکسیونر می تواند با تیغه های زمین مجهز باشد کـه تیغـه هـای زمـین بـرای تـأمین ایمنی کار روی قسمتهای بی برق شده بکار می رود . در حالیکه سکسیونر به تیغه های زمـین مجهـز باشد ، تیغه های زمین معمولا باز است مگر در زمانیکه سکسیونر باز شود کـه در ایـن حالـت جهـت تخلیه شارژهای خازنی (ولتاژ باقی مانده) روی خط یا قسمتهایی که قبلا برق دار بـوده تیغـه هـای زمین بسته می شود از آنجا که سکسیونر باعث بستن یا بازکردن مدار الکتریکی نمی شود ، برای بـاز کردن و بستن هر مدار الکتریکی فشار قوی احتیاج به کلید قدرت می باشـد کـه قـادر اسـت مـدار را تحت هر شرایطی بسته یا باز کند و سکسیونر وسیله ای است برای ارتباط کلید قدرت به شـینه و یـا هر قسمت دیگری از شبکه که دارای پتانسیل است . لذا طبق قـوانین متـداول الکتریکـی و بمنظـور ایمنی لازم در هنگام تعمیرات است تا جلوی هر کلید قدرتی از ۱ کیلو ولـت بـه بـالا و یـا در هـر دو طرف در صورتی که از دو طرف تغزیه گردد سکسیونر نصب گردد همچنین از اینترلاک مکانیکی و یا الکتریکی جهت حصول اطمینان از باز بودن سکسیونر در زمان عملکرد تیغه هـای زمـین و بـالعکس استفاده می شود.

۹-۲ . اطلاعات مورد نیاز جهت طراحی

۹-۲-۱ . مشخصات و ویژگیهای شبکه و سیستمی که سکسیونر یا تیغه هـای زمـین در آن نـصب و بهره برداری خواهد شد . سکسیونر یا تیغه های زمین در هنگـام قطـع و وصـل بایـد از عهـده انجـام وظیفه مربوطه بر آمده و ویژگیهای شـبکه الکتریکـی مربوطـه را بـه طـور ایمـن تحمـل کنـد . ایـن ویژگیهای شبکه عبارتند از ولتاژ نامی ، ولتاژ حداکثر ، فرکانس ، تعداد فازها ،، جزئیات نحـوه زمـین کردن نوترال سیستم ، جریان نامی ،جریان اتصال کوتاه

۹-۲-۲ . مشخصات محیطی و شرایط اقلیمی محلی که سکسیونر یا تیغه های زمـین در آن شـرایط مورد استفاده خواهند گرفت

در انتخاب سکسیونر یا تیغه های زمین شرایط آبو هوایی از اهمیت زیـادی برخـوردار اسـت . از اهـم پارامترهای محیطی که در طراحی سکسیونر و تیغه های زمین مؤثرند عبارتند از :

- ارتفاع محل نصب از دریا
- حداکثر درجه حرارت هوای محیط
- حداقل درجه حرارت هوای محیط
- سرعت باد
- میزان رطوبت نسبی
- شتاب زلزله
- ضخامت یخ
- میزان آلودگی

- هر وع شرایط خاص و غیر عادی نظیر بخار آب غیر متعارف ، رطوبت ، گرد و خاک غیر معمول ، نمک ، دوده گازهای قابل اشتعال و قابل انفجار و خوردگیهای غیر معمول .

در موارد که در مناطق ساحلی آلوده به نمک محل نصب سکسیونر و تیغه های زمین در فضای سر پوشیده می باشد ، بر اساس توصیه استاندارد IEC شماره ۱۲۹ بایستی از سکسیونر و تیغه های زمین نوع فضای باز استفاده شود .

۹-۳ . شاخص ها و پارامترهای مشخص کننده طراحی

پارامترها و شاخصهایی که به منظور انتخاب نوع مناسب سکسیونر و تیغه های زمین جهت کاربرد خاص آن بایستی تعیین شود به شرح زیر می باشند .

۹-۳-۱ . نوع سکسیونر یا تیغه های زمین

- سکسیونر افقی با قطع از یک نقطه
- سکسیونر افقی با قطع از دو نقطه
- سکسیونر عمودی
- سکسیونر پانتوگراف
- سکسیونر افقی با قطع از یک نقطه : این نوع سکسیونر شامل دو نوع قطع از وسط و یا قطع از یک طرف می باشد که نوع قطع از وسط دارای دو تکه بازو و دو ترمینال هم سطح در دو طرف سکسیونر بوده و یک سری کنتاکت نر و ماده دارد . نحوه حرکت بازوها در صفحه افقی و حول دو محور در دو طرف سکسیونر و به اندازه حدود ۹۰ درجه می باشد .

سکسیونر افقی با قطع از دو نقطه : این نوع سکسیونر دارای یک بازوی یک پارچه یا دو پارچه متصل به هم و دو سیستم ترمینال هم سطح در دو طرف سکسیونر و دو سری کنتاکت نر و ماده

می باشد . نحوه حرکت بازوی این سکسیونر در صفحه افقی و حول یک محور در وسط سکسیونر و به اندازه حدود ۹۰ درجه می باشد .

- سکسیونر عمودی : این نوع سکسیونر دارای یک بازو و دو سیستم ترمینال هم سطح در دو طرف سکسیونر و یک سری کنتاکت نر و ماده می باشد . نحوه حرکت بازوی سکسیونر در صفحهٔ قائم و حول یک محور که در یک طرف سکسیونر قرار دارد بوده و مقدار چرخش بازوئی عمودی تا حدود ۹۰ درجه می باشد .
- سکسیونر عمودی : این نوع سکسیونر دارای یک بازو و دو سیستم ترمینال هم سطح در دو طرف سکسیونر و یک سری کنتاکت نر و ماده می باشد . نحوه حرکت بازوی سکسیونر در صفحهٔ قائم و حول یک محور که در یک طرف سکسیونر قرار دارد بوده و مقدار چرخش بازوی عمودی تا حدود ۹۰ درجه می باشد .
- سکسیونر پانتوگراف : این نوع سکسیونر دارای چند تکه بازوی لولایی و دو سیستم ترمینال مختلف وغیر هم سطح در بالا و پایین بوده و کنتاکتهای مخصوص گیرهای دارد که به همراه سیستم ترمینال بالایی می باشد . سیستم ترمینال پایین دارای دو محل برای اتصال هادی از دو طرف می باشد .

در پستهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلو ولت از میان چهار سکسیونر معرفی شده فوق عمدتا نوع افقی با قطع از یک نقطه و در پاره ای از موارد و با توجه به شینه بندی پست از سکسینور پانتوگراف استفاده می شود .

۹-۳-۲ . نوع مکانیزم عملکرد

عمل قطع و وصل سکسیونر و تیغه ها در تیغه های زمین مستلزم صرف انرژی مکانیکی می باشد ولی در اینجا چون فقط قطع ولتاژ داریم لذا بر خلاف کلید قدرت سرعت قطع و وصل چندان مورد نظر نبوده و بنابراین بسته به شرایط بهره برداری می تواند توسط سه روش زیر انجام گیرد .

- سکسیونر با مکانیزم عملکرد موتوری
- سکسیونر با مکانیزم عملکرد دستی
- سکسیونر با مکانیزم عملکرد دستی – موتوری

در سکسیونرهای رده ۴۰۰ و ۲۳۰ کیلو وات به دلیل بعد مسافت در پستهای مربوطه ، بزرگ بودن سکسیونر و لزوم کنترل سکسیونر از اتاق کنترل و دیسپاچینگ همواره عملکرد سکسیونر به صورت موتوری (با امکان عملکرد دستی در موارد اضطراری) می باشد .

۹-۳-۳ . تعداد پلها

تعداد پلها (فاز) در سیستم قدرت ۳ عدد می باشد . لازم به توزیع است که در رده های ولتاژ تا ۲۳۰ کیلو ولت سکسیونر سه فاز بصورت واحد و در رده ولتاژ ۴۰۰ کیلو ولت ، سکسیونر معمولا بصورت سه واحد مستقل تکفاز ساخته می شوند .

۹-۳-۴ . کلاس داخلی یا بیرونی

کلاس سکسیونر عبارت است از نوع استفاده سکسیونر در فضای باز یا فضای بسته که با توجه به اینکه سکسیونر و تیغه های زمین در فضای باز یا بسته نصب یا مورد استفاده قرار گیرد مشخص می شود .

۹-۳-۵ . ولتاژ نامی

ولتاژ نامی سکسیونر و تیغه های زمین طوری انتخاب می شود که مقدار آن حداقل مساوی حد اکثر ولتاژ سیستم در نقطه ای که سکسیونر و تیغه های زمین نصب می شود باشد . مطابق استاندارد

IECشماره ۶۹۴ مقادیر ولتاژ نامی استاندارد بر حسب کیلو ولت برای سکسیونر و تیغه هـای زمـین عبارت انـد از : ۳۰۰– ۲۴۵ - ۱۷۰ -۱۴۵ – ۱۳۲ – ۱۰۰ – ۷۲/۵ – ۵۲ – ۳۶ – ۲۴ – ۱۷/۵ – ۱۲ – ۷/۲ – ۳/۶– ۷۶۵ – ۴۲۰ – ۳۶۲ که ولتاژ نامی سکسیونر و تیغه های زمین با توجـه بـه مقـدار حد اکثر ولتاژ سیستم از مقادیر فوق انتخاب می شود .

۹-۳-۶ . سطوح عایقی نامی

سطوح عایقی سکسیونر و تیغه های زمین بر اساس نتایج بدست آمـده از مطالعـات « هماهنگی عایقی » پروژه و با توجه به مقادیر استاندارد که در جـداول III و IV اسـتاندارد IEC شـماره ۶۹۴ داده شده انتخاب می گردد . ضمناً سکسیونر با ولتاژ نامی ۳۰۰ کیلو ولت و بالاتر بـا توجـه بـه ولتـاژ استقامت عایقی موج کلید زنی بین کنتاکتها به دو کلاس A , B تقسیم شده اند . که انتخاب کلاس Bدر این مورد توصیه می شود .

۹-۳-۷ . فرکانس نامی

مقادیر استاندارد فرکانس بر تجهیزات قطع و وصل برابر ۵۰ یا ۶۰ هرتز است که در مورد شـبکه ایران این مقدار ۵۰ هرتز می باشد .

۹-۳-۸ . جریان نامی (فقط برای سکسیونر و نه برای تیغه های زمین)

جریان نامی یک تجهیز قابل قطع و وصل عبارت است از مقدار مؤثر جریانی که وسیله مربوطـه در شرایط مشخص استفاده ، قادر بـه عبـور دادن آن بـه طـور پیوسـته باشـد . مقـدار جریـان نـامی سکسیونر با توجه به نتایج محاسبات پخش بار و جریان اتصال کوتاه برای محل نصب سکـسیونر و بـا در نظر گرفتن روند افزایش بار بر اساس برنامه ریزیهای توسعه سیستم و همچنین نوع شینه بندی از مقادیر جدول VI استاندارد IEC شماره ۱۲۹ تعیین می شود .

۹-۳-۱۰ . جریان نامی پیک قابل تحمل

این جریان عبارت است از بزرگترین پیک مربوط به جریان نامی اتصال کوتاه که سکسیونر می تواند در وضعیت بسته و تحت شرایط مشخص از خود عبور دهد . مقدار استاندارد این جریان $(1.8\times\sqrt{2})2.5$ برابر مقدار مؤثر جریان نامی اتصال کوتاه است . ضمنا در صورتیکه سکسیونر مجهز به تیغه های زمین باشد ، مقدار جریان نامی پیک تیغه های زمین نیز بایستی حد اقل مساوی جریان نامی پیک سکسیونر مربوطه باشد .

۹-۳-۱۱ . جریان نامی وصل اتصال کوتاه (فقط برای تیغه های زمین)

مقدار این جریان برای تیغه های زمین سکسیونرمساوی جریان نامی پیک قابل تحمل آن خواهد بود . ضمنا تیغه های زمین یک سکسیونر بایستی قادر به وصل هر جریان تا مقدار جریان نامی وصل اتصال کوتاه تحت هر ولتاژی تا ولتاژ نامی اش باشد .

۹-۳-۱۲ . مدت زمان جریان اتصال

این زمان عبارت است از مدت زمانیکه یک دستگاه مکانیکی قابل قطع و وصل در وضعیت بسته بتواند جریانی معادل جریان نامی اتصال کوتاه از خود عبور دهد مقدار این زمان مطابق استاندارد یک ثانیه بوده ولی در مواردی که مدت بیشتری مورد نظر باشد ۳ ثانیه توصیه است . برای زمانهای جریان اتصال کوتاه بیشتر از مقدار نامی ، در صورتیکه از طرف سازنده سکسیونر یا تیغه های زمین فرمول دیگری داده نشده باشد ، رابطه I^2t برابر مقدار ثابت در نظر گرفته شود .

۹-۳-۱۳ . نیروی مکانیکی نامی ترمینالها

نیروی مکانیکی ترمینالها در سطح افقی و در جهت عمود بر هم مشخص می شود و مقدار آن ناشی از میزان کشش هادیهای متصل به ترمینال سکسیونر و تیغه های زمین می باشد . سکسیونرو

تیغه های زمین بایستی بتواند عمل باز و بسته شدن را در حالیکه تحت تأثیر نیروی مکانیکی نامی ترمینالها قرار دارد و نیروی باد به خود سکسیونر و تیغه های زمین وارد می شود انجام دهد . میزا ن واقعی این نیرو مسلماً بر اساس نوع شینه بندی ، جانمائی و شرایط محیطی خاص محل پست تعیین می شود ولی در جدول III استاندارد IEC شماره ۱۲۹ به عنوان راهنما ، مقادیر نمونه ای این نیروها (بدون در نظر گرفتن نیروی باد روی خود سکسیونر و تیغه های زمین و نیروی ناشی از جریانهای اتصال کوتاه) برای سطوح ولتاژ و جریانهای نامی مختلف توصیه شده است . لازم به یاد آوری است که یک سکسیونر یا تیغه های زمین ممکن است تحت تأثیر نیروهای مکانیکی مختلف و متعددی (در شرایط یخبندان ، شرایط حد اقل و حد اکثر درجه حرارت) از نظر مقدار ، جهت و نقطه وارد آمدن نیرو قرار گیرد .

۹-۳-۱۴ . مشخصات مکانیسم عملکرد سکسیونر و تیغه های زمین

۹-۳-۱۴-۱ .نحوه و روش عملکرد

منظور از روش عملکرد این است که آیا سکسیونر و تیغه های زمین به وسیله مکانیسم دستی و یا موتوری عمل خواهد کرد . در این مورد با توجه به توضیحات ارائه شده در بند ۹ – ۳ جمع بندی روش عملکرد به شرح زیر می باشد :

- سکسیونرهای ۲۳۰ کیلو ولت : عملکرد موتوری با امکان عملکرد دستی اضطراری
- تیغه های زمین مربوطه به سکسیونر ۲۳۰ کیلو ولت : عملکرد دستی

۹-۳-۱۴-۲ .تعداد ونوع کنتاکتهای کمکی اضافی

به منظور امکان هماهنگی عملکرد سکسیونربا کلیدهای مربوطه (اینترلاک) و همچنین ارتباط با سیستمهای حفاظت و کنترل و تشخیص حالت نیمه باز بودن سکسیونر لازم است که تعدادی

کنتاکت کمکی اضافی علاوه بر آنچه توسط مدارات کنترل خود سکسیونر و تیغه هـای زمـین توسـط سازنده مورد استفاده قرار می گیرد اختصاص داده شود . در این مورد نوع این کنتاکت ها از لحاظ باز و بسته بودن و تعداد آنها با توجه به نیاز سیستمهای اینترلاک ، حفاظت و کنتـرل هـر پـست خـاص بایستی تعیین و به سازنده اعلام گردد .

۹-۴ . روش قدم به قدم طراحی

در این بخش بر اساس نتایج بدست آمده از بررسیها و مطالعات بخشهای قبـل ، مراحـل مختلـف چگونگی انتخاب یک سکسیونر و تیغه های زمین برای پستهای ۲۳۰ کیلو ولت مشخص می شود .

۹-۴-۱ . مشخصات و ویژگیهای سیستم

تعیین اطلاعات مورد نیاز که توسط سیتم تعریف می شود :

- ولتاژ نامی سیستم
- ولتاژ حداکثر سیستم
- فرکانس نامی سیستم
- تعداد فاز
- نحوه زمین کردن نوترال سیستم
- جریان نامی
- جریان اتصال کوتاه

۹-۴-۲ . شرایط محیطی محل نصب

تعیین مشخصات و ویژگیهای محیطی و اقلیمی محل نصب سکسیونر و تیغه های زمین :

- ارتفاع از سطح و دریا
- حداکثر درجه حرارت محیط

- حداقل درجه حرارت محیط
- سرعت باد
- میزان رطوبت نسبی
- شتاب زلزله
- ضخامت یخ
- میزان آلودگی
- هر نوع شرایط خاص منطقه

۹-۴-۱ . پارامترها و مشخصه های طراحی سکسیونر و تیغه های زمین

تعیین مشخصه ها و پارامترهای الکتریکی و عملکردی سکسیونر و تیغه های زمین :

- نوع سکسیونر (افقی با قطع از یک نقطه ، افقی با قطع از دو نقطه ، عمودی ، پانتوگراف)
- نوع مکانیسم عملکرد (موتوری ، دستی – موتوری – دستی)
- کلاس (فضای باز یا فضای بسته)
- ولتاژ نامی (۲۴۵ یا ۷۲،۵ کیلو ولت)
- سطوح عایقی نامی (مطالعات هماهنگی عایقی ، جداول ۳ و IV استاندارد IEC شماره ۶۹۴)
- فرکانس نامی (۵۰ هرتز)
- جریان نامی سکسیونر (مطالعات پخش بار ، ضریب روند افزایش بـار ، جـدول VI اسـتاندارد IEC شماره ۱۲۹ به بعد
- جریان نامی اتصال کوتاه (محاسبات اتصال کوتاه ، جدول VI استاندارد IEC شماره ۱۲۹)
- جدول نامی پیک قابل تحمل (۲،۵ برابر مقدار مؤثر جریانی نامی اتصال کوتاه)
- جریان نامی وصل اتصال کوتاه برای تیغه های زمین (برابر جریان نامی پیک قابل تحمل سکسیونر)

- مدت زمان اتصال کوتاه (۱یا ۳ ثانیه)
- نیروی مکانیکی نامی ترمینالها (بر اساس نوع شینه بندی ، جانمائی و شرایط محیطی ، جـدول III استاندارد IEC شماره ۱۲۹)
- نحوه عملکرد مکانیسم (موتوری – دستی)
- تعداد و نوع کنتاکتهای کمکی (بر اساس نیازهای اینترلاک ، سیستم حفاظت و کنترل)
- ولتاژ و فرکانس تغذیه مکانیسم (ولتاژ مستقیم ۱۱۰ یا ۱۲۵ ولت و ولتاژ متناوب ۲۳۰/۴۰۰ ولـت بـا فرکانس ۵۰ هرتز)

۹-۵ . انتخاب سکسیونرهای پست کرج

۹-۵-۱ . انتخاب سکسیونرهای طرف 230 kv

جریان نامی دو ترانس $I^{n} = 2 \times \frac{160 \times 10^{6}}{\sqrt{7} \times 23 \times 10^{3}} \approx 804$ (A)

و با در نظر گرفتن توسعه پست :

$I_{n} = 804 \times 2 = 1608$ (A)

با توجه به استاندارد IEC و جداول داده شده : سکسیونر با مشخصات زیر تعیین می گردد .

$U_{n} = 245$ (KV)

$I_{n} = 2000$ (A)

I telern = 50 (KA)

$I_{s} = 125$ (KA)

۹-۵-۲ . انتخاب سکسیونرهای طرف 63 kv

$I^{n} = 2 \times \frac{160 \times 10^{6}}{\sqrt{3} \times 63 \times 10^{3}} = 2933$ (A)

و با در نظر گرفتن توسعه پست:

$I_n = 2933 \times 2 = 5866$ (A)

با توجه به استاندارد IEC و جداول داده شده : سکسیونر با مشخصات زیر تعیین می گردد .

$U_n = 72.5$ (KV)

$I_n = 1600$ (A)

$I_{tl} = 31.5$ (KA)

$I_s = 202.5$ (KA)

۹-۶ . مشخصات سکسیونر ۲۳۰ کیلو ولت پست کرج

Pars switch

Under ABB switchgear licence : Made in IRAN

I_n	3150	A	NSA	245 / 3150	D
I therm	50	KV	U_n	245	KV
t	1	S	U_1	1050	KV

۹-۷ . مشخصات سکسیونرهای ۶۳ کیلو ولت پست کرج

Pars switch

Under ABB switchgear Licence Made in IRAN

I_n	1600 A	NSA	72.5/ 1250 C
I therm	31.5 KV	U_n	72.5 KV
t	3 s	U_1	325 KV