شرکت مدیریت تولید، انتقال
و توزیع نیروی برق ایران(توانیر)
معاونت هماهنگی توزیع
دفتر پشتیبانی فنی

دستورالعمل‌های نصب، نظارت برنصب، بهره برداری و سرویس و نگهداری

تابلوی فشار متوسط معمولی

ویرایش یک - شهریور ۱۳۹۰

شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر)

دستورالعمل‌های نصب، نظارت بر نصب، بهره‌برداری و سرویس و نگهداری

تابلوی فشار متوسط معمولی

وضعیت سند	تاریخ	تهیه کننده	تایید کننده	تصویب کننده
چاپ صفر ویرایش یک	شهریور ماه سال ۱۳۹۰	پژوهشگاه نیرو کمیته تخصصی تابلوی فشار متوسط	شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ	شرکت توانیر
		امضا	امضا	امضا

پیش نویس

پیشگفتار

در دهه های اخیر شاهد توسعه کمی و کیفی بسیار شتابدار در تمام وجوه علم وصنعت هستیم و صنعت برق نیز بعنوان صنعت پیشرفته و پیچیده با استفاده از تکنولوژی مدرن دارای تجهیزات بسیار متنوع در رسته‌های مختلف از این قاعده مستثنا نبوده و هر روزه با توجه به روند تغییرات در نوع و سطح نیاز بهره‌برداران، انجام تغییرات در نوع توپولوژی شبکه ها و بواسطه آن استفاده از تجهیزات جدید در شبکه‌ها ضروری می‌گردد. صنعت توزیع نیروی برق نیز بواسطه نزدیکی با نقطه مصرف و تنوع در شرایط و تجهیزات دارای بیشترین سطح تغییرات می باشد که ضرورت دارد کاربران از این تغییرات آگاه و متناسب با آن نسبت به ارتقای قابلیت‌های عملیاتی و نیروی انسانی خود اقدام نمایند. این مهم در مجاورت سیاست‌ها و استراتژی های کلی صنعت برق کشور مبنی بر واگذاری فعالیت‌های اجرایی به بیرون از سازمان‌ها، اهمیتی دوچندان می‌یابد که بتوان علاوه بر ایجاد زبان مشترک فنی، روابط مابین ارکان دست‌اندرکاران پروژه ها را نیز از بدو انجام طراحی طرح تا بهره برداری، سرویس و نگهداری از تجهیزات پروژه را شفاف نموده و در چارچوب آن اقدام گردد که در این صورت با ایجاد وحدت نظر فنی، ارتقای اثربخشی طرح ها و کاهش هزینه‌های جاری را شاهد خواهیم بود.

معاونت هماهنگی توزیع شرکت توانیر در راستای سیاست های شرکت توانیر در راهبرد شرکت های توزیع و ایجاد بسترهای مناسب برای ارتقای سطح مهندسی و اجرای پروژه های توزیع به موازات برنامه تدوین "دستورالعمل‌های تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های مترتب بر کالاهای کثیرالمصرف" برنامه تدوین "دستورالعمل‌های نصب، نظارت بر نصب، بهره برداری و سرویس و نگهداری تجهیزات کثیرالمصرف" را در دستور کار قرارداده و با توجه به پتانسیل کارشناسی و مدیریتی موجود در شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ، دبیرخانه مدیریت و تدوین دستورالعمل های مذکور را در قالب تفاهم‌نامه ای به شرکت مذکور واگذار نمود که در اینجا لازم است از جناب آقای مهندس سید محمد هاشمی رئیس هیئت مدیره و مدیرعامل شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ که با بلندنظری متقبل زحمت انجام این پروژه شدند تشکر و قدردانی شود.

اینک با لطف و عنایت حضرت خداوند متعال *دستورالعمل حاضر* در معرض استفاده عموم کارشناسان و صاحبنظران قرار می‌گیرد. بدیهی است کاستی‌های آن با رهنمودهای ارزنده دست اندرکاران صنعت مرتفع خواهد شد.

غلامرضا خوش خلق

معاون هماهنگی توزیع شرکت توانیر

مقدمه و تاریخچه سند

پس از تبادل تفاهم نامه و واگذاری مسئولیت مدیریت تهیه "دستورالعمل‌های نصب، نظارت بر نصب، بهره‌برداری و سرویس و نگهداری تجهیزات شبکه‌های توزیع" با هدف تدوین راهنمای دست‌اندرکاران در زمینه نصب، نظارت، بهره‌برداری و سرویس و نگهداری تجهیزات توزیع از طرف شرکت توانیر به شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ، استفاده از خدمات نهادهای مشاوره‌ای جهت تدوین پیش‌نویس دستورالعمل‌های مذکور در دستور کار قرار گرفت.

دستورالعمل حاضر تحت عنوان ***"دستورالعمل نصب، نظارت بر نصب، بهره‌برداری و سرویس و نگهداری تابلوی فشار متوسط معمولی"*** مشتمل بر چهار دستورالعمل به منظور استفاده پیمانکاران و مجریان در حوزه نصب تجهیزات و همکاران و پیمانکاران شاغل در حوزه بهره برداری و سرویس و نگهداری و همچنین دستگاه های نظارت جهت کنترل و نظارت بر اجرای عملیات نصب و بهره برداری تجهیزات توسط پژوهشکده انتقال و توزیع نیروی پژوهشگاه نیرو و با حضور اعضا به شرح زیر تدوین گردیده است.

صفر	فرضعلی‌زاده	رئیس پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
محمدرضا	شریعتی	مدیر گروه پژوهشی خط و پست
حمیده	قدیری	مدیر گروه تدوین
حسین	مهدی‌نیا رودسری	کارشناس تدوین
سارا	خیامیم	کارشناس تدوین
مهدی	فتحی‌رضایی	مشاور

پیش نویس مذکور با حضور و مشارکت متخصصین و صاحبنظران صنعت برق در قالب کمیته‌ای با حضور اعضای گروه تدوین و افراد مشروحه ذیل در تاریخ ۹۰/۶/۲۸ مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفته است.

سعید	اباچی زاده	شرکت توزیع نیروی برق تبریز
محمدعلی	احمدی	شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد
حسین	اردکانی	شرکت توزیع نیروی برق نواحی استان تهران
مهدی	جمالی	شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ
علیرضا	حسینی	شرکت نیرو توسعه
بهروز	روزبهانی	شرکت منیران
	سیفی	شرکت مهام شرق
مجتبی	طاهریانفر	شرکت مهندسین البرز نیرو تابش
امید	علم باز	مشاور شرکت توزیع نیروی برق آذربایجان
اکبر	فخاری	شرکت شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ
محمدرضا	فراهانی	شرکت شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ
کامران	قلی زاده	شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ

هوشنگ	قویمی	شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ
هوشنگ	کراتی	شرکت توزیع نیروی برق نواحی استان تهران
امیر	کفایی	شرکت پارس تابلو
محتبی	گیلوانژاد	پژوهشگاه نیرو
مسعود	ملاسعیدی	شرکت توزیع نیروی برق نواحی استان تهران
علی	وزیری	شرکت جابن
امیر	وسمه‌ای	شرکت تابش تابلو

بر خود لازم می دانم از آقای مهندس محمدرضا مشهدی فراهانی – مدیر پروژه، آقای مهندس اکبر یاورطلب – مدیر کل پشتیبانی فنی توزیع شرکت توانیر و آقای مهندس عبدالحمید ارسطو – قائم مقام و معاون مهندسی و نظارت شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ به جهت حمایت و پشتیبانی و از آقای دکتر سید ابراهیم موسوی ترشیزی – ریاست پژوهشگاه نیرو و آقای مهندس محسن مرجانمهر – معاونت پژوهشی و کلیه اعضای تیم پروژه پژوهشگاه نیرو به جهت تدوین پیش نویس و کلیه اعضای محترم کمیته فنی که زحمت بررسی دستورالعمل را متقبل شدند و همچنین از آقای مهندس اکبر فخاری نیز به جهت اهتمام و پیگیری تدوین و تصویب دستورالعمل مذکور، تشکر و قدردانی نمایم. موجب امتنان خواهد بود اگر متخصصین، کارشناسان و دست‌اندر کاران با رهنمودهای ارزنده خویش ما را در رفع کاستی ها یاری نمایند.

سید محمد هاشمی
رئیس هیئت مدیره و مدیرعامل
شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ

درباره دستورالعمل نصب، نظارت بر نصب، بهره‌برداری و سرویس و نگهداری تابلوی فشار متوسط معمولی

مطالعه دقیق این دستورالعمل و سایر مدارک فنی و دستورالعمل‌های سازنده تابلوی فشار متوسط معمولی که به هنگام تحویل همراه تجهیز می‌باشند، به کاربران این اجازه را می‌دهد تا استفاده بهینه را از تجهیز ببرند. لذا توجه به نکات زیر الزامی است:

- قبل از نصب، بهره‌برداری و سرویس و نگهداری تابلوی فشار متوسط معمولی این دستورالعمل و دستورالعمل سازنده تابلو به دقت مطالعه شود. بهره برداری، سرویس و نگهداری نادرست تجهیز می‌تواند منجر به مرگ یا صدمات جانی بسیار شدید شود.
- کارایی رضایت‌بخش تابلوی فشار متوسط معمولی به نصب صحیح، تنظیمات دقیق و سرویس و نگهداری کافی آن بستگی دارد.
- تجهیز باید توسط پرسنل دارای صلاحیت و آموزش دیده نصب، بهره‌برداری، سرویس و نگهداری شود.
- توجه شود که آسیب‌دیدگی تابلوی فشار متوسط معمولی و تجهیزات داخلی آن هنگام نصب یا عدم بهره‌برداری صحیح از آن عملکرد درست آن را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد.
- لازم بذکر است توضیحات کامل درباره روش‌های استاندارد رفع عیب، اصول حفظ سلامتی و عملیات تعمیر خارج از حوزه مطالب این دستورالعمل است.

فهرست نسخ:

چاپ	ویرایش	تاریخ	توضیحات
صفر	یک	شهریورماه ۱۳۹۰	این نسخه توسط پژوهشگاه نیرو تهیه و در کمیته تخصصی تابلوهای فشار متوسط مورخ ۹۰/۶/۲۸ برگزار شده در پژوهشگاه نیرو مورد تایید اعضای کمیته قرار گرفته است.

دریافت کنندگان سند:

فهرست مطالب

۱- هدف و دامنه کاربرد ۱۴
۲- مراجع ۱۴
۳- محدوده اجرا ۱۵
۴- تعاریف و علائم ۱۵
۵- تابلوی فشار متوسط معمولی ۱۹
۵-۱- انواع سلول‌های تابلوی فشار متوسط معمولی ۱۹
۵-۱-۱- سلول کلید قدرت ۲۰
۵-۱-۲- سلول سکسیونر قابل قطع زیر بار ۲۲
۵-۱-۳- سلول سکسیونر فیوزدار ۲۴
۵-۱-۴- سلول اندازه‌گیری ۲۵
۵-۱-۵- سلول رایزر ۲۷
۵-۱-۶- سلول باس- کوپلر ۲۸
۵-۲- شینه‌ها ۲۸
۵-۳- مدارات کنترل و حفاظت ۳۰
۵-۳-۱- پلاک مشخصات ۳۰
۶- دستورالعمل نصب ۳۱
۶-۱- فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز ۳۱
۶-۲- انبارداری و حمل و نقل ۳۲
۶-۲-۱- انبارداری ۳۲
۶-۲-۲- حمل و نقل ۳۲
۶-۲-۳- انتقال تابلو به محل نصب ۳۳
۶-۳- نصب تابلوی فشار متوسط معمولی ۳۴
۶-۳-۱- ساختمان پست‌های توزیع زمینی ۳۵

۶-۳-۲- فونداسیون و سطح نصب تابلو ۳۵
۶-۳-۳- انواع روش‌های نصب تابلو ۳۵
۶-۳-۴- جانمایی سلول‌ها ۳۷
۶-۳-۵- ثابت سازی سلول‌ها ۳۸
۶-۳-۶- نصب سایر قطعات و علامت‌گذاری ۳۹
۶-۳-۷- برقراری اتصالات الکتریکی ۴۰
۶-۴- زمین کردن تابلوی فشار متوسط معمولی ۴۵
۶-۴-۱- اتصال تجهیزات به زمین حفاظتی ۴۶
۶-۴-۲- زمین کردن کابل‌های ورودی ۴۹
۶-۵- آزمون‌های مورد نیاز ۴۹
۶-۶- مراحل راه‌اندازی ۵۲
۷- دستورالعمل نظارت بر نصب تجهیز ۵۴
۷-۱- فهرست ابزارآلات مورد نیاز ۵۴
۷-۲- آیین‌کار و روش اجرایی ۵۴
۸- دستورالعمل بهره‌برداری ۵۸
۸-۱- فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز ۵۸
۸-۲- شرایط بهره‌برداری ۵۸
۸-۲-۱- شرایط بهره‌برداری عادی ۵۹
۸-۲-۲- شرایط بهره‌برداری ویژه ۵۹
۸-۳- بخش‌های مهم تابلوی فشار متوسط معمولی در بهره‌برداری ۶۰
۸-۳-۱- محفظه کنترل و حفاظت ۶۰
۸-۳-۲- پوشش‌ها ۶۱
۸-۳-۳- تجهیزات اینترلاک ۶۲
۸-۳-۴- نشان‌دهنده وضعیت ۶۳
۸-۳-۵- کلید زمین ۶۳
۸-۳-۶- اهرم قطع و وصل سکسیونر ۶۴
۸-۳-۷- فیوزهای فشار متوسط ۶۶

۸-۳-۸- قفل ۶۷
۸-۴- روش بهره‌برداری ۶۸
۸-۴-۱- وضعیت تجهیزات ۶۸
۸-۴-۲- باز کردن ۶۹
۸-۴-۳- بستن ۷۰
۸-۴-۴- زمین کردن ۷۲
۸-۴-۵- تعویض فیوزهای سکسیونر فیوزدار ۷۳
۸-۵- بهره‌برداری ایمن ۷۴
۹- دستورالعمل سرویس و نگهداری ۷۶
۹-۱- فهرست ابزارآلات مورد نیاز ۷۶
۹-۲- آیین‌کار و روش اجرایی ۷۶
۹-۳- بازرسی و سرویس و نگهداری ۷۸
۹-۳-۱- تمیز کردن ۸۰
۹-۳-۲- علامت‌گذاری سلول‌ها و اتصالات ۸۰
۹-۳-۳- چگونگی اتصالات ۸۱
۹-۳-۴- اینترلاک‌ها ۸۱
۹-۳-۵- کارت مشخصه سرویس و نگهداری ۸۱
پیوست (۱): ابعاد تابلو ۸۳
پیوست (۲): درجه حفاظت تابلوی فشار متوسط ۸۴
پیوست (۳): ابعاد استاندارد شینه‌های مورد استفاده در تابلوهای فشار متوسط ۸۵
پیوست (۴): زمین ۹۰
پیوست (۵): درجات آلودگی ۹۲

فهرست اشکال

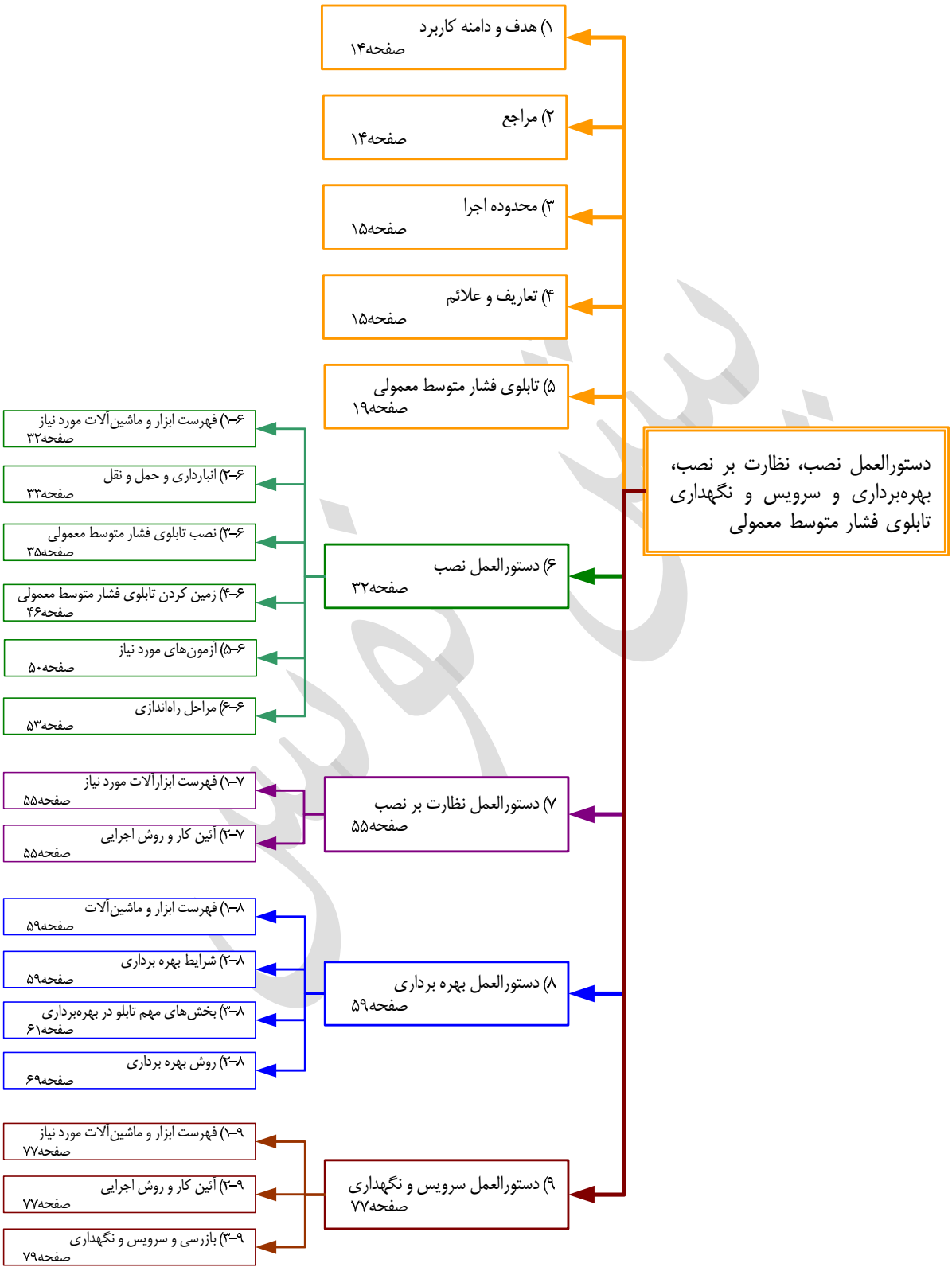
شکل (۱): انواع سلول‌های تابلوی فشار متوسط معمولی ۱۹
شکل (۲): نمای روبروی سلول کلید قدرت یک نمونه تابلوی فشار متوسط معمولی ۲۰
شکل (۳): شماتیک دو نمونه سلول کلید قدرت ۲۱
شکل (۴): نمای داخلی یک نمونه سلول کلید قدرت ۲۲
شکل (۵): نمای داخلی یک نمونه سلول سکسیونر قابل قطع زیر بار ۲۳
شکل (۶): شماتیک یک سلول سکسیونر قابل قطع زیر بار و بخش‌های مختلف آن ۲۴
شکل (۷): شماتیک یک نمونه سلول سکسیونر فیوزدار قابل قطع زیر بار و بخشهای مختلف آن ۲۵
شکل (۸): شماتیک یک سلول اندازه‌گیری تابلوی فشار متوسط معمولی و بخش‌های آن ۲۶
شکل (۹): یک نمونه سلول اندازه‌گیری تابلوی فشار متوسط معمولی ۲۷
شکل (۱۰): شماتیک مداری سلول‌های باس-کوپلر ۲۸
شکل (۱۱): نمونه‌ای از شینه‌های تابلوی فشار متوسط معمولی ۲۹
شکل (۱۲): حمل تابلوهای فشار متوسط با استفاده از جرثقیل ۳۳
شکل (۱۳): حمل تابلو به وسیله غلتک ۳۴
شکل (۱۴): شماتیک یک نمونه اتصال دو سلول تابلو و شماره یراق‌آلات آن ۳۷
شکل (۱۵): ثابت‌سازی تابلو با رول-پلاک فلزی بر روی کف بتونی ۳۸
شکل (۱۶): ثابت‌سازی تابلو بر روی کف بتونی با پایه فلزی ۳۹
شکل (۱۷): مراحل اتصال شینه‌های سلول‌های مجاور به یکدیگر ۴۱
شکل (۱۸): شینه‌ها در تابلوی فشار متوسط معمولی ۴۲
شکل (۱۹): اتصال سرکابل به ترمینال سکسیونر ۴۲
شکل (۲۰): اتصال کابل به دیواره تابلو ۴۴
شکل (۲۱): نمایی از سیم‌بندی پشت رله تابلوی فشار متوسط معمولی ۴۴
شکل (۲۲): جزییات نحوه اتصال تجهیزات فلزی ثابت به شبکه زمین پست ۴۶
شکل (۲۳): جزییات نحوه اتصال شین زمین تابلو به شبکه زمین ۴۷
شکل (۲۴): جزییات اتصال درب فلزی و نرده بازشو به شبکه زمین پست ۴۸
شکل (۲۵): شیلد بافته شده کابل آماده اتصال به شینه زمین تابلوی فشار متوسط ۴۹
شکل (۲۶): روش بهره‌برداری درست (الف) و نادرست (ب) از سکسیونر ۵۳
شکل (۲۷): نمای روبروی محفظه کنترل و حفاظت ۶۱

شکل (۲۸): نمونه‌هایی از پوشش‌های حفاظتی نصب شده در تابلوهای فشار متوسط معمولی ۶۲
شکل (۲۹): مکانیزم عملکرد و اینترلاک بین کلید قدرت و سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار ۶۳
شکل (۳۰): یک نوع کلید زمین قابل نصب در زیر سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار داخلی ۶۴
شکل (۳۱): یک نمونه اهرم قطع و وصل کلید زمین ۶۴
شکل (۳۲): انتقال‌دهنده نیروی اهرم فرمان به شفت سکسیونر (دورانی) ۶۵
شکل (۳۳): اهرم فرمان سکسیونر (اهرمی) ۶۶
شکل (۳۴): فیوزهای فشار متوسط ۶۶
شکل (۳۵): سکسیونر فیوزدار قابل قطع زیربار ۶۷
شکل (۳۶): قفل عملکرد سکسیونر یا کلید زمین ۶۷
شکل (۳۷): شارژ فنر کلید قدرت با مکانیزم فنری ۷۲
شکل (۳۸): نحوه تعویض فیوز در سکسیونر فیوزدار (در صورت موجود نبودن فیوزکش ۲۰KV) ۷۳
شکل (۳۹): نمونه‌هایی از رله‌های اولیه مورد استفاده در تابلوهای فشار متوسط ۷۵
شکل (۴۰): نمونه‌ای از رله‌های ثانویه ۷۵
شکل (۴۱): تمیز کردن کلید قدرت موجود در تابلو ۸۰
شکل (پ-۳-۱): درصد باردهی شینه‌های مختلف (با سطح مقطع‌های یکسان) ۸۵
شکل (پ-۳-۲): ضریب تصحیح K برحسب دمای شینه (θ_S) و دمای متوسط هوا در ۲۴ ساعت (θ_u) ۸۹
شکل (پ-۴-۱): یک نمونه چاه زمین و الکترود اتصال زمین که با الکترولیت سدیم بنتونیت ۹۱

فهرست جداول

جدول (۱): فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز جهت نصب تابلوی فشارمتوسط معمولی ۳۱
جدول (۲): آزمون‌های راه‌اندازی مورد نیاز جهت کنترل تابلو پیش از بهره‌برداری ۵۰
جدول (۳): فهرست ابزارآلات مورد نیاز جهت نظارت بر نصب تابلوی فشار متوسط معمولی ۵۴
جدول (۴): چک‌لیست کنترلی نظارت بر نصب تابلوی فشار متوسط معمولی ۵۵
جدول (۵): فهرست ابزارآلات مورد نیاز جهت بهره‌برداری ۵۸
جدول (۷): ضرایب تصحیح سطح عایقی برحسب ارتفاع ۶۰
جدول (۸): فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز جهت سرویس و نگهداری ۷۶
جدول (۹): کارت مشخصه سرویس و نگهداری تابلوی فشار متوسط معمولی ۸۲
جدول (پ-۱-۱): ابعاد تابلوهای فشار متوسط تمام بسته ۸۳
جدول (پ-۲-۱): درجات مختلف حفاظت (رقم اول) ۸۴
جدول (پ-۲-۲): درجات مختلف حفاظت (رقم دوم) ۸۴
جدول (پ-۳-۱): مشخصات هادی‌های مس و آلومینیوم ۸۵
جدول (پ-۳-۲): ظرفیت باردهی شینه‌های مسی با سطح مقطع مستطیلی ۸۶
جدول (پ-۳-۳): مشخصات باردهی شینه‌های آلومینیومی با سطح مقطع مستطیلی ۸۷
جدول (پ-۵-۱): درجات آلودگی ۹۲

رهیابی سریع مطالب



۱- هدف و دامنه کاربرد

این سند با هدف ایجاد وحدت رویه در تعیین روش‌های نصب، نظارت بر نصب، بهره‌برداری و سرویس و نگهداری تابلوی فشار متوسط معمولی و هماهنگ‌سازی و شفافیت در نحوه انجام فرآیندهای مربوطه تهیه و تدوین گردیده است. موارد مرتبط با تعیین الزامات و معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های تجهیزات شبکه‌های توزیع در محدوده کاربرد این دستورالعمل قرار نمی‌گیرد.

۲- مراجع

IEC 60050-441: 2010	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Switchgear, Controlgear and Fuses
IEC 62271-1: 2007	High-voltage switchgear and controlgear- Common specifications
IEC 62271-100: 2003	High-voltage switchgear and controlgear- High-voltage alternating-current circuit-breakers
IEC 62271-102: 2002	High voltage switchgear and controlgear- High voltage alternating current disconnectors and earthing switches
IEC 62271-103: 1998	High voltage switchgear and controlgear- Switches for rated voltages above 1kV and less tan 52kV
IEC 62271-200: 2003	High-voltage switchgear and controlgear- AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltage above 1kV and up to and including 52 kV
ANSI/IEEE C37.100: 1992	IEEE Standard Definitions for Power Switchgear
IEEE c37. 20. 2: 1993	IEEE Standard for Metal-Clad Switchgear
IEEE c37. 21: 2005	IEEE Standard for Control Switchboards

مجلد ۳۰/۱ از استانداردهای توانیر	استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه‌های توزیع (مبانی استاندارد تابلوهای فشار متوسط و ضعیف)
مجلد ۳۰/۲ از استانداردهای توانیر	استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه‌های توزیع (مشخصات فنی تابلوهای فشار متوسط و ضعیف)
مجلد ۳۰/۳ از استانداردهای توانیر	استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه‌های توزیع (نصب و نگهداری تابلوهای فشار متوسط و ضعیف)
مجلد ۳۲ از استانداردهای توانیر	استاندارد سیستم اتصال زمین شبکه‌های توزیع
نشریه ۳۷۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور	مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست‌های توزیع هوایی و زمینی ۲۰ و ۳۳ کیلو ولت
بروشورها و مدارک سازندگان	

۳- محدوده اجرا

محدوده اجرای این دستورالعمل دربرگیرنده کلیه شرکت‌های توزیع، مشاوران، سازندگان، تامین‌کنندگان و پیمانکاران صنعت توزیع نیروی برق کشور است.

۴- تعاریف و علائم

تابلوی فشار متوسط معمولی	نوعی تابلو فشار متوسط است که عایق بین شینه‌های آن هوا می‌باشد.
تابلوی فشار متوسط	محفظه ای از نوع ایستاده با قابلیت دسترسی از جلو، دارای اسکلت نگهدارنده فلزی که تجهیزات قطع و وصل جریان الکتریکی، تجهیزات اندازه‌گیری و شینه‌های ارتباط دهنده را درون خود جای می‌دهد و صرفا در فضای بسته قابل نصب است. این تابلوها در سطوح ولتاژی ۱ تا ۳۶ کیلوولت بکار برده می‌شوند.

حداکثر ابعد تابلوهای فشار متوسط معمولی در پیوست (۱) ارایه شده است.

درجه حفاظتی (IP)

عبارت است از درجه حفاظتی فراهم شده به وسیله محفظه که از افراد در برابر تماس با قسمت‌های برق‌دار، بخش‌های متحرک درون محفظه و همچنین از تجهیزات در برابر ورود اجسام و آب محافظت به عمل می‌آورد (پیوست (۲)).

سلول

به قسمتی از تابلوهای فشار متوسط اطلاق می‌شود که به جز در محل‌های مورد نیاز برای اتصالات، کنترل یا تهویه کاملا بسته باشد.

جداره[1]

به قسمتی از تابلوهای فشار متوسط که یک سلول را از سایر سلول‌ها جدا می‌نماید جداره گویند.

مدار اصلی

تمامی بخش‌های هادی یک تابلوی فشار متوسط با محفظه فلزی (شامل هادی‌ها و وسایل کلیدزنی) که در تشکیل مدار انتقال انرژی الکتریکی بکار رفته باشند را مدار اصلی گویند.

مدار کمکی

تمامی بخش‌های هادی یک تابلوی فشار متوسط با محفظه فلزی که در تشکیل مداری (غیر از مدار اصلی) برای کنترل، اندازه‌گیری، حفاظت و تنظیم به کار رفته باشند را مدار کمکی گویند.

شینه (باسبار)

به هادی با امپدانس کم که چندین مدار الکتریکی می‌توانند به طور جداگانه به آن متصل گردند اطلاق می‌گردد.

ولتاژ نامی

ولتاژ نامی بیان کننده حد بالای ولتاژ سیستمی است که تابلوی فشار متوسط برای آن طراحی شده است.

جریان نامی

جریان نامی تابلوی فشار متوسط، مقدار موثر جریانی است که تابلو قادر است تحت شرایط مشخص بهره‌برداری به طور دایم از خود عبور دهد.

---

[1]- Partition

اینترلاک در تابلوها برای جلوگیری از بروز خطرات احتمالی از سیستمی به نام اینترلاک استفاده می‌شود. وجود این سیستم باعث می‌گردد تا بهره‌بردار نتواند حالتی را به وجود آورد که دستگاه برای آن طراحی نشده است و یا دستگاه در حالتی قرار گیرد که برای بهره‌بردار ایجاد خطر نماید.

زمین کردن عبارت از اتصال یک مدار الکتریکی یا تجهیز به زمین استاندارد است.

الکترود زمین به هادی که در یک محیط هادی خاص مانند بنتونیت یا ذغال دفن شده و دارای تماس الکتریکی با جرم زمین باشد الکترود زمین اطلاق می‌گردد.

هادی زمین هادی است که یک مسیر رسانا یا قسمتی از یک مسیر رسانا را بین یک نقطه خاص از یک سیستم یا تجهیز و یک الکترود زمین فراهم می‌کند.

شبکه زمین یک سیستم متشکل از الکترودهای زمین با اتصالات به هم پیوسته و زمین شده است که یک زمین مشترک برای اجزای الکتریکی و اسکلت‌های فلزی بوجود می‌آورد.

مقاومت زمین مقاومت الکتریکی موجود بین الکترودهای زمین و جرم کلی زمین، مقاومت زمین نامیده می‌شود.

کلید قدرت[1] کلیدی مکانیکی است که توانایی تحمل عبور جریان نامی به طور دایم و جریان اتصال کوتاه در مدت زمانی مشخص را داشته و قادر به قطع جریان نامی و اتصال کوتاه باشد.

سکسیونر قابل قطع زیر بار یک کلید مکانیکی است که برای قطع و وصل جریان بار عادی شبکه طراحی شده است. این کلید نمی‌تواند جریان‌های بیش از جریان نامی را قطع نماید ولی اغلب سکسیونرهای قابل قطع زیر بار به تعداد محدود تحمل وصل جریان اتصال کوتاه را دارند.

[1]- در زمان تدوین این دستورالعمل "کلید قدرت" با عنوان "دژنکتور" نیز شناخته شده است.

سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار[۱]

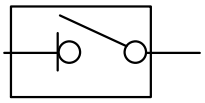
یک کلید مکانیکی است که در حالت باز، یک فاصله عایقی متناسب با شرایط لازم جهت جداسازی منبع و بار را برآورده می‌سازد. یک سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار توانایی قطع و وصل مدارهای دارای جریان را ندارد. سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار در حالت بسته توانایی عبوردادن جریان‌های بار در شرایط عادی شبکه و همچنین توانایی عبور جریان‌های غیرعادی شبکه نظیر جریان اتصال کوتاه را برای مدت زمان معین داراست.

سکسیونر فیوزدار

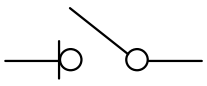
نوعی سکسیونر است که توانایی قطع و وصل جریان‌های نامی بار را دارا می‌باشد. بدلیل وجود فیوز در ساختار آن حفاظت بخشی از شبکه در مقابل اتصال کوتاه یا خطای زمین را داراست.

کلید زمین[۲]

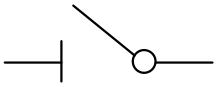
یک کلید مکانیکی است که برای زمین کردن بخش‌های یک مدار الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این کلید توانایی تحمل جریان‌های الکتریکی در شرایط غیر عادی شبکه نظیر اتصال کوتاه در زمان مشخص را داراست.



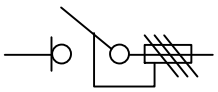
این علامت در مدارهای الکتریکی نمایش‌گر کلید قدرت است.



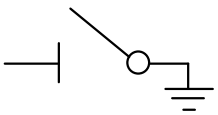
این علامت در مدارهای الکتریکی نمایش گر سکسیونر قابل قطع زیر بار است.



این علامت در مدارهای الکتریکی نمایش گر سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار است.



این علامت در مدارهای الکتریکی نمایش‌گر سکسیونر فیوزدار قابل قطع زیر بار است.



این علامت در مدارهای الکتریکی نمایش‌گر کلید زمین (سکسیونر زمین) است.

---

[۱]- در زمان تدوین این دستورالعمل "سکسیونرهای غیرقابل قطع زیر بار" با عنوان "سکسیونرهای ساده" نیز شناخته شده‌اند.

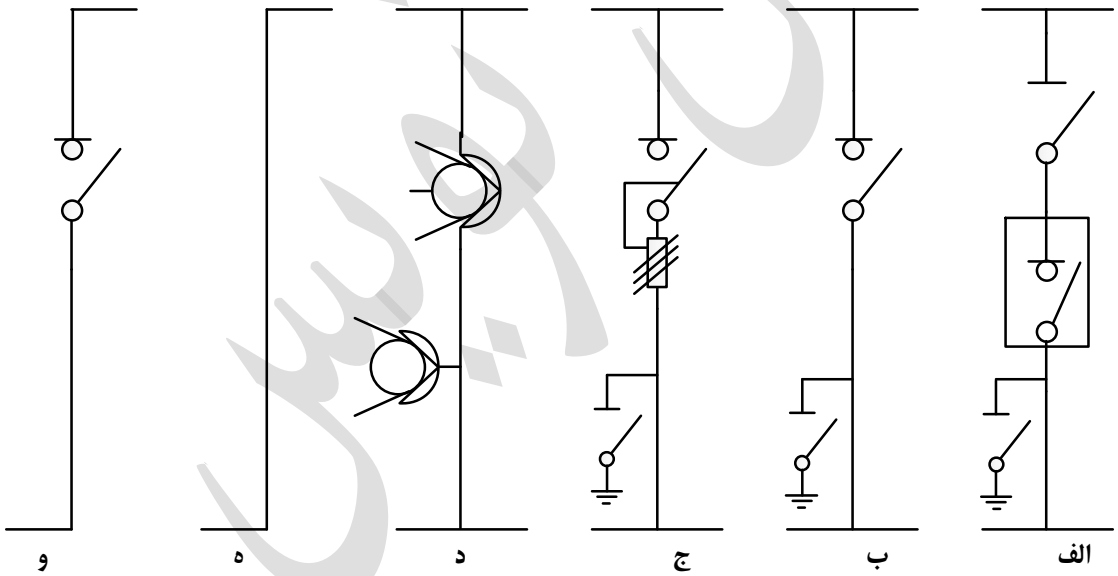
[۲]- در زمان تدوین این دستورالعمل "کلید زمین" با عناوین "سکسیونر زمین" و "سکسیونر اتصال زمین" نیز شناخته شده است.

۵- تابلوی فشار متوسط معمولی

تابلوی فشار متوسط معمولی ترکیبی از وسایل کلیدزنی، تجهیزات کنترلی، اندازه گیری و حفاظتی به همراه سلول، سازه‌های نگهدارنده و اتصالات مربوطه است که برای نصب در پست‌های زمینی فشار متوسط در فضای بسته و عملکرد تحت شرایط محیطی نرمال طراحی شده است. این تابلوها در سیستم‌های توزیع و در محل‌های سرپوشیده به منظور قطع و وصل جریان و حفاظت شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. شینه‌ها، سکسیونرها و کلیدهای زمین این تابلوها در هوا قرار گرفته و درون هیچ ماده عایقی مانند گاز SF_6 قرار ندارند. تابلوهای مذکور متشکل از تعدادی سلول است که در ادامه به تشریح آنها پرداخته شده است.

۵-۱- انواع سلول‌های تابلوی فشار متوسط معمولی

انواع ساختار سلول‌های مورد استفاده در تابلوهای فشار متوسط در شکل (۱) نشان داده شده است.



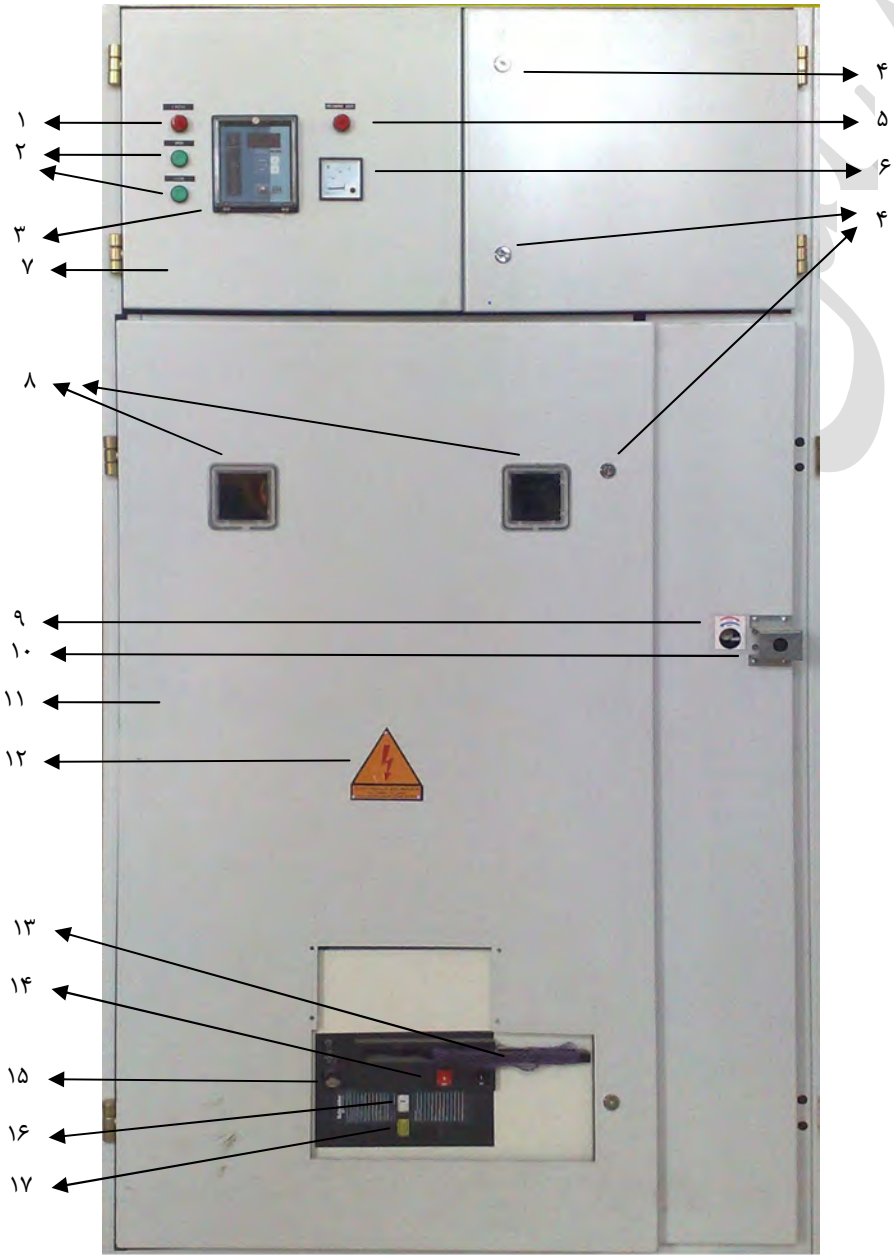
الف- سلول کلید قدرت[1] دارای سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار بالادست و کلید زمین‌کننده و ادوات اندازه‌گیری
ب- سلول سکسیونر قابل قطع زیر بار دارای کلید زمین
ج- سلول سکسیونر قابل قطع زیر بار فیوزدار دارای کلید زمین
د- سلول اندازه‌گیری
ه- سلول رایزر
و- سلول باس-کوپلر

شکل (۱): انواع سلول‌های تابلوی فشار متوسط معمولی

[1]- در زمان تدوین این دستورالعمل کلید قدرت در صنعت برق با نام "دژنکتور" نیز شناخته شده است.

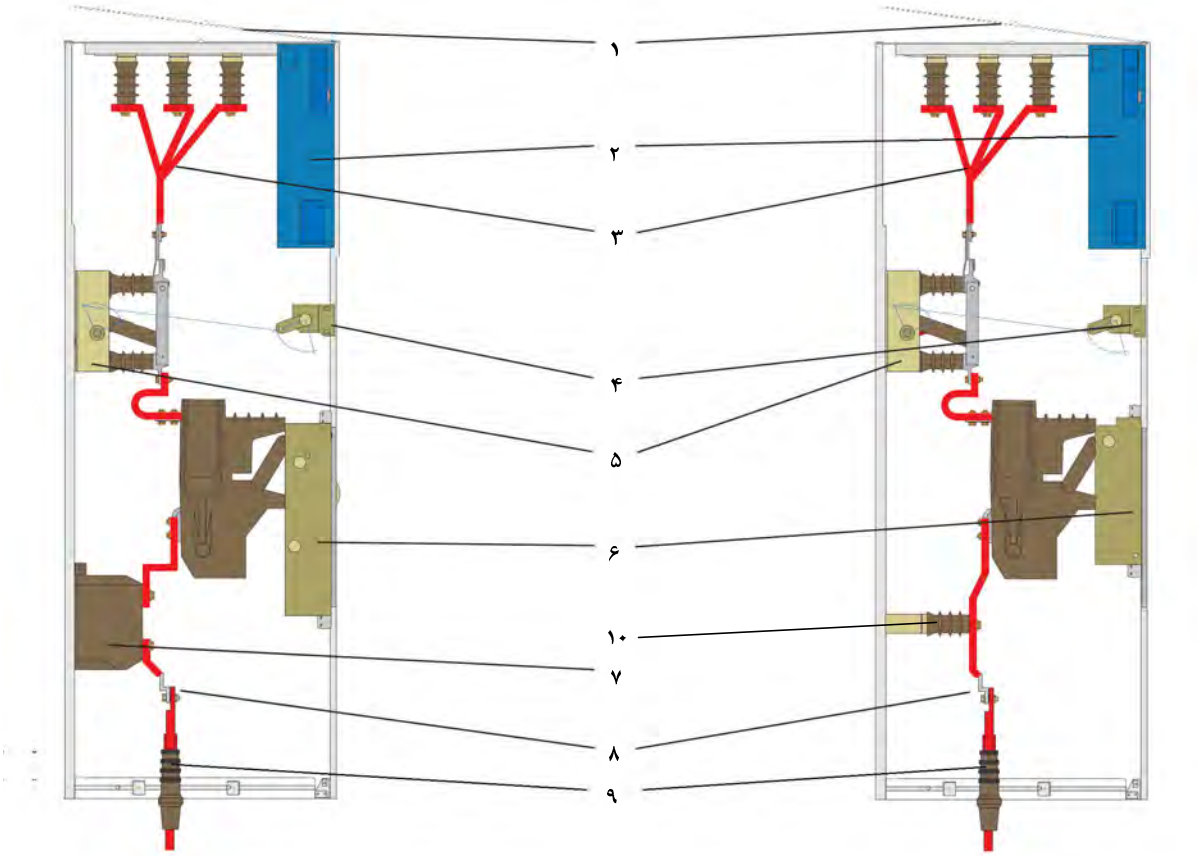
۵-۱-۱- سلول کلید قدرت

سلول کلید قدرت شامل کلید قدرت، یک سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار و شینه‌بندی ها و رله حفاظتی با ترانس‌های حفاظتی است. این سلول همچنین شامل محفظه کنترل و حفاظت است که دارای درب جداگانه بوده و تجهیزات حفاظتی – کنترلی فشار ضعیف داخل ان نصب می‌شوند. بر روی محفظه کنترل و حفاظت علاوه بر تجهیزات اندازه‌گیری می‌توان انواع نشانگرهای وضعیت را نیز نصب نمود. در شکل (۲) شمای واقعی یک سلول کلید قدرت و در شکل (۳) شماتیک ادوات موجود در آن نشان داده شده است.



۱	نشانگر وضعیت کلید قدرت
۲	شستی‌های قطع و وصل کلید قدرت
۳	رله ثانویه
۴	قفل سوئیچی
۵	نشانگر برقدار بودن ولتاژ تغذیه رله
۶	نشان دهنده ولتاژ تغذیه رله
۷	محفظه کنترل و حفاظت
۸	پنجره‌های رویت وضعیت تجهیزات داخل تابلو
۹	مکانیزم قطع سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار
۱۰	قفل اینترلاک بین کلید قدرت و سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار
۱۱	درب تابلو
۱۲	علامت هشدار
۱۳	اهرم شارژ کلید قدرت
۱۴	شستی قطع و وصل کلید قدرت
۱۵	سوئیچ اینترلاک
۱۶	نشانگر وضعیت شارژ فنر کلید قدرت
۱۷	شمارنده تعداد عملکرد

شکل (۲): نمای روبروی سلول کلید قدرت یک نمونه تابلوی فشار متوسط معمولی



۱-دریچه انفجار ۲-محفظه کنترل و حفاظت ۳-شینه‌ها ۴- نشان دهنده وضعیت سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار
۵- سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار ۶-کلید قدرت ۷-ترانسفورماتور جریان ۸-محل اتصال سرکابل
۹-سرکابل ۱۰-مقره نگدارنده

شکل (۳): شماتیک دو نمونه سلول کلید قدرت

همانگونه که در شکل (۳) مشاهده می شود یک سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار بالای کلید قدرت نصب می‌شود که این کلید وظیفه بی برق کردن کلید قدرت را در زمان تعمیرات بر عهده دارد. این سکسیونر به هیچ وجه نباید در زیر بار باز شود به همین دلیل یک اینترلاک میان کلید قدرت و این سکسیونر غیرقابل قطع زیر بار وجود دارد که مانع از عملکرد سکسیونر قبل از باز شدن کامل کلید قدرت می‌شود. نمای داخلی یک سلول کلید قدرت نیز در شکل (۴) نشان داده شده است. سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار نیز در قسمت فوقانی کلید قدرت در این شکل قابل ملاحظه است.

شکل (۴): نمای داخلی یک نمونه سلول کلید قدرت

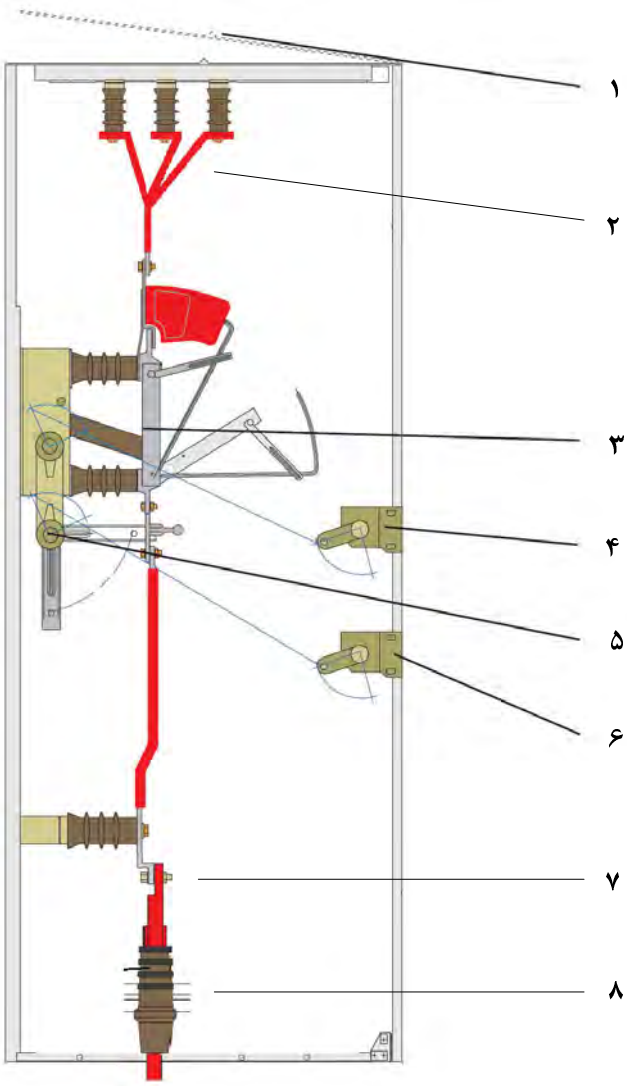
۵-۱-۲- سلول سکسیونر قابل قطع زیر بار

سلول‌های مرتبط با فید رهای ورودی و فیدرهای خروجی پست فشار متوسط به طور معمول به سکسیونرهای قابل قطع زیر بار مجهز می‌شوند که این سکسیونرها دارای کلید زمین‌کننده می‌باشند و کلید زمین کننده تنها در صورت بی‌برق بودن سرکابل‌ها ی فیدرهای ورودی یا خروجی پس از کنترل کردن توسط فازمتر فشار قوی[۱] می‌توان آنها را

[۱]- در زمان تدوین این دستورالعمل "فازمتر فشار قوی" با نام "اپرومتر" نیز شناخته شده است.

زمین کرد. نمای داخلی و شماتیک یک سلول سکسیونر قابل قطع زیر بار بترتیب در شکل (۵) و شکل (۶) نشـان داده شده‌اند. در این سلول یک سکسیونر قابل قطع زیر بار با مکانیزم قطع بوسیله فشار هوا و کلید زمین مربوطه نشان داده شده است.

شکل (۵): نمای داخلی یک نمونه سلول سکسیونر قابل قطع زیر بار

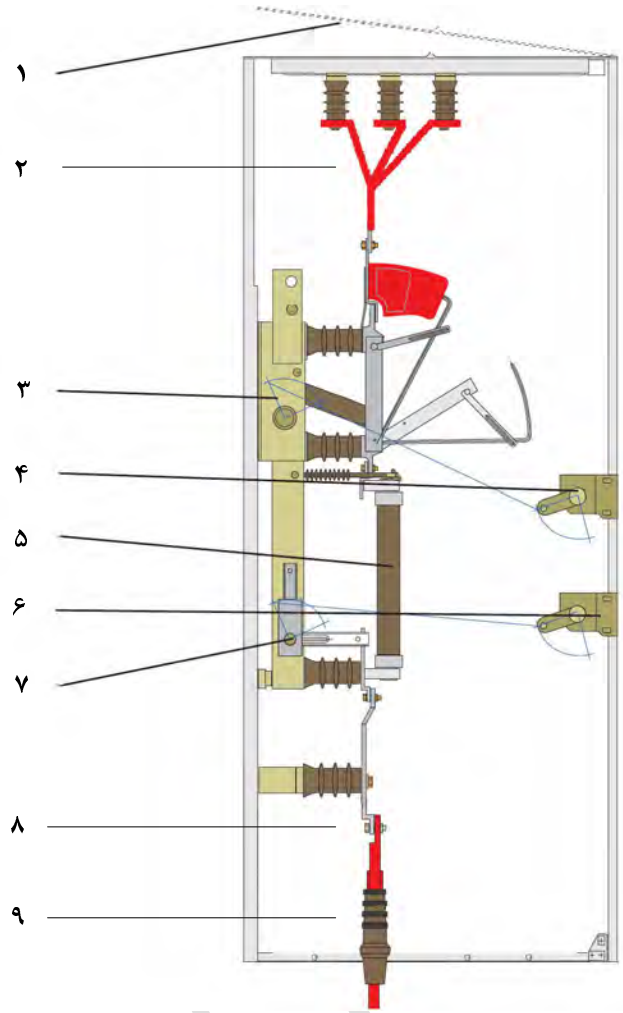


۱-دریچه انفجار ۲-شینه‌ها ۳-سکسیونر قابل قطع زیر بار ۴- نشان دهنده وضعیت سکسیونر قابل قطع زیر بار
۵-کلید زمین ۶-نشان‌دهنده وضعیت کلید زمین ۷-محل اتصال سرکابل ۸-سرکابل

شکل (۶): شماتیک یک سلول سکسیونر قابل قطع زیر بار و بخش‌های مختلف آن

۵-۱-۳- سلول سکسیونر فیوزدار

در بعضی موارد برای حفاظت و برقدار کردن ترانسفورماتورهای توزیع (معمولا ترانسفورماتورهای دارای قدرت پایین زمینی) به جای استفاده از کلید قدرت از سکسیونر فیوزدار قابل قطع زیر بار استفاده می‌شود. در شکل (۷) شماتیک تجهیزات داخلی یک نمونه سلول سکسیونر فیوزدار آورده شده است.



۱-دریچه انفجار ۲-شینه‌ها ۳-سکسیونر قابل قطع زیر بار
۴- نشان دهنده وضعیت سکسیونر قابل قطع زیر بار ۵-فیوز ۶-نشان دهنده وضعیت کلید زمین
۷-کلید زمین ۸-محل اتصال سرکابل ۹- سرکابل

شکل (۷): شماتیک یک نمونه سلول سکسیونر فیوزدار قابل قطع زیر بار و بخشهای مختلف آن

۵-۱-۴- سلول اندازه‌گیری

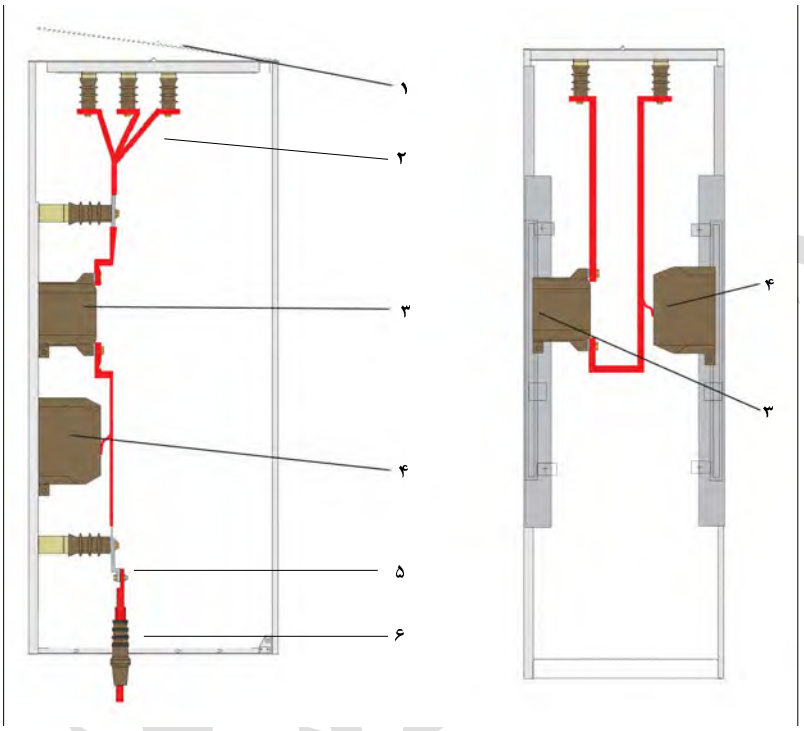
تابلوهای اندازه گیری فشار متوسط شامل ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژی است که در آن تعبیه شده‌اند. این ترانسفورماتورها برای اندازه گیری میزان توان مصرفی فیدر مورد استفاده قرار می‌گیرند. تابلوی اندازه‌گیری در دو نوع موجود هستند:

۱- تابلوهای اندازه‌گیری دارای ۳ ترانسفورماتور جریان و ۳ ترانسفورماتور ولتاژ (ترانسفورماتورهای ولتاژ تک ترمیناله)

۲- تابلوهای اندازه‌گیری دارای ۳ ترانسفورماتور جریان و ۲ ترانسفورماتور ولتاژ (ترانسفورماتورهای ولتاژ دو ترمیناله)

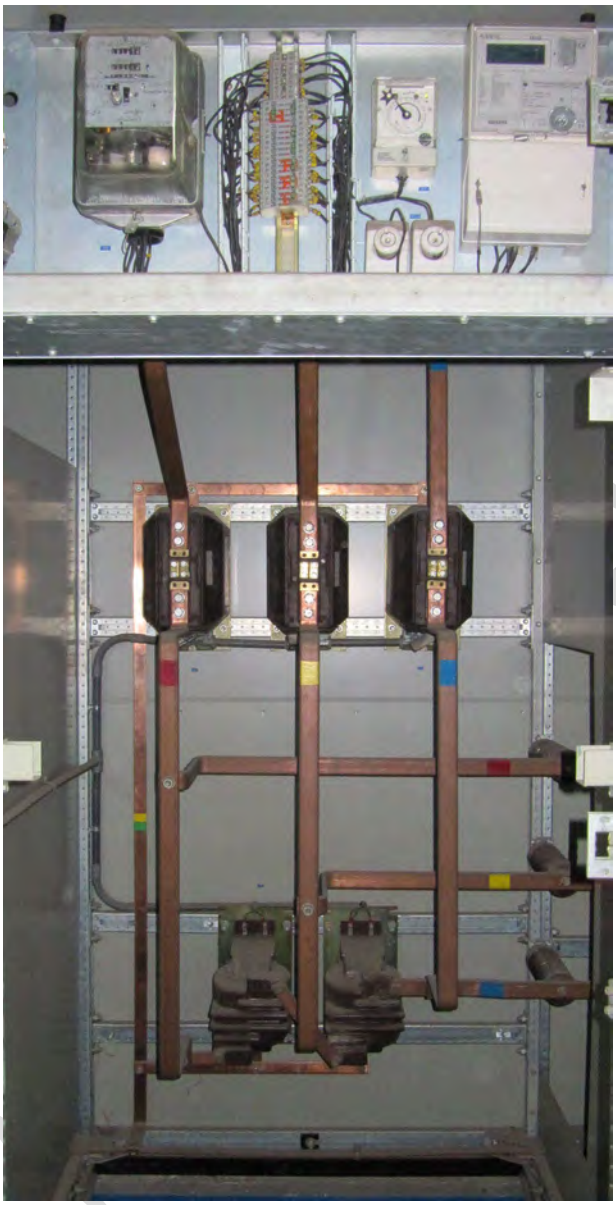
در

شکل (۸) شماتیک داخلی یک سلول اندازه‌گیری دارای سه ترانسفورماتور جریان و سه ترانسفورماتور ولتاژ تک ترمیناله نشان داده شده است. در شکل (۹) نیز شکل واقعی یک سلول اندازه گیری تابلوی فشار متوسط معمولی و لوازم اندازه‌گیری نصب شده در بالای آن نشان داده شده است. تابلوی اندازه‌گیری نشان داده شده در شکل (۹) دارای سه ترانسفورماتور جریان و دو ترانسفورماتور ولتاژ دو ترمیناله می‌باشد.



۱ دریچه انفجار
۲ شینه‌ها
۳ ترانسفورماتور جریان
۴ ترانسفورماتور ولتاژ تک ترمیناله
۵ محل اتصال سرکابل
۶ سرکابل

شکل (۸): شماتیک یک سلول اندازه‌گیری تابلوی فشار متوسط معمولی و بخش‌های آن



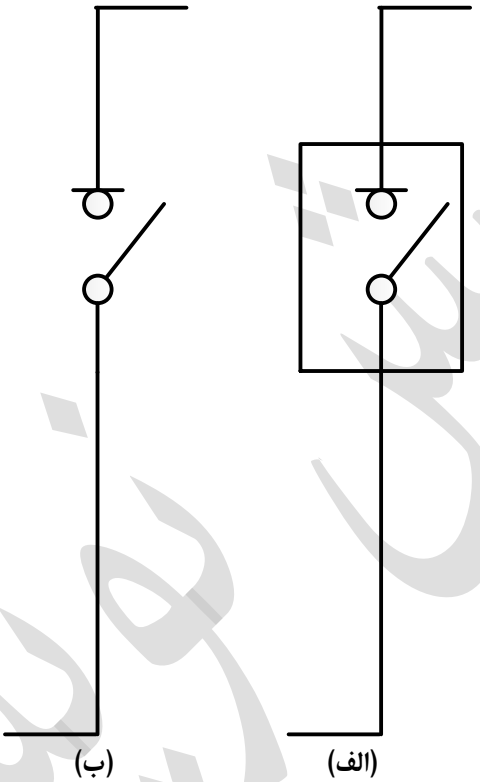
شکل (۹): یک نمونه سلول اندازه‌گیری تابلوی فشار متوسط معمولی

۵-۱-۵- سلول رایزر

سلول رایزر شامل یک شینه عمودی یا افقی است که به منظور تکمیل چیدمان سلول‌های تابلو مورد استفاده قرار می‌گیرد. آرایش شینه عمودی به منظور اتصال باسبارهای موجود در قسمت پایین تابلو به باسبارهای موجود در قسمت بالای تابلو مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این سلول‌ها می‌توان ترانس‌های ولتاژ (PT) اندازه‌گیری و ترانس‌های جریان حفاظتی را نصب نمود. شماتیک مداری این نوع تابلو بدون CT حفاظتی و PT اندازه‌گیری در شکل (۱-ه) نشان داده شده است.

۵-۱-۶- سلول باس- کوپلر

برای وصل کردن دو باسبار سه فاز مجاور در یک تابلوی فشار متوسط از سلول باس-کوپلر استفاده می‌شود. برای اتصال باسبارهای مجاور می‌توان از سکسیونر یا کلید قدرت استفاده نمود. شماتیک مداری سلول باس-کوپلر در شکل (۱۰) نشان داده شده است.



الف- سلول باس- کوپلر دارای کلید قدرت
ب- سلول باس- کوپلر دارای سکسیونر قابل قطع زیر بار

شکل (۱۰): شماتیک مداری سلول‌های باس-کوپلر

۵-۲- شینه‌ها

شینه های تابلوی فشار متوسط ارتباط الکتریکی بین سلول‌های تابلوی فشار متوسط را برقرار می‌سازد. عایق‌سازی این بخش به صورت دائم با هوا صورت می‌گیرد. شینه های موجود در تابلوهای فشار متوسط معمولی توسط مقره‌های عایقی به بدنه تابلو ثابت می‌شوند. این شینه‌ها می توانند توسط اتصالات مناسب به ترمینال های سکسیونرها، کلید قدرت و کابل‌های فشار متوسط متصل شوند. ابعاد شینه ها استاندارد بوده که در پیوست (۳) بدان اشاره شده است. شکل (۱۱) نمونه‌ای از این شینه‌بندی ها را در داخل تابلوی فشار متوسط معمولی نشان می‌دهد.

شکل (۱۱): نمونه‌ای از شینه‌های تابلوی فشار متوسط معمولی

شینه‌ها، با رنگ نسوز به ترتیب زیر رنگ‌آمیزی می‌شوند.

فاز اول، به رنگ قرمز

فاز دوم، به رنگ زرد

فاز سوم، به رنگ آبی

طریقه استقرار شینه های فاز اول، دوم و سوم در سطوح مختلف به صورت زیر است.

برای شینه‌کشی های افقی واقع در سطح افقی تابلو

شینه سمت جلوی تابلو به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد و شینه‌ای که به طرف پشت تابلو قرار می‌گیرد به رنگ آبی

برای شینه‌کشی‌های افقی واقع در سطح عمودی تابلو

شینه بالا به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد و شینه پایین به رنگ آبی

برای شینه‌کشی های عمودی واقع در سطح عمودی تابلو (جهت نگاه از جلو تابلو)

شینه سمت چپ به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد و شینه سمت راست به رنگ آبی

برای شینه‌کشی های عمودی واقع در سطح عمودی تابلو (جهت نگاه از جنب تابلو)

شینه سمت جلوی تابلو به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد و شینه‌ای که به طرف پشت تابلو قرار می‌گیرد به رنگ آبی

۵-۳- مدارات کنترل و حفاظت

مدارات کنترلی و حفاظتی تابلوی فشار متوسط معمولی عمدتا شامل تجهیزات به شرح زیر است.

- سیم های ارتباطی مدارات کمکی
- رله‌های حفاظتی
- ادوات کنترلی
- کلیدهای مینیاتوری و فیوزهای فشار ضعیف
- لوازم اندازه‌گیری
- کنتاکت های کمکی کلید قدرت
- کنتاکت های کمکی سکسیونرها
- کنتاکت های کمکی کلیدهای زمین
- منبع تغذیه بدون وقفه (UPS[1])

۵-۳-۱- پلاک مشخصات

پلاک مشخصات باید برای تمام تجهیزات داخل تابلو، سلول‌ها و لوازم حفاظتی و کنترلی به کار رفته در آنها تهیه گردد. پلاک تابلوها و تجهیزات باید از مواد با دوام تهیه شده و به گونه‌ای باشد که نور را منعکس نکنند. پلاک‌ها باید به طور واضح و مختصر اطلاعات فنی را ارایه کنند و در محلی روی تابلو نصب شوند که به راحتی قابل رویت باشند. نوشتن اطلاعات به شرح زیر بر روی پلاک تابلوهای فشار متوسط الزامی است.

- نام سازنده و یا علامت و آرم مشخصه آن
- شماره سریال یا نوع علامت طراحی که توسط آن تمام اطلاعات لازم را بتوان از سازنده دریافت نمود.
- ولتاژ نامی
- جریان های نامی برای شینه‌ها و مدارها
- فرکانس نامی
- سال ساخت

[1]- Uninterruptible Power Supply

۶- دستورالعمل نصب

این قسمت شامل بخش‌های فهرست ابزار و ماشین آلات مورد نیاز، انبارداری و حمل و نقل، مراحل نصب، آزمون‌های مورد نیاز و مراحل راه‌اندازی است که در ادامه به شرح آنها پرداخته شده است. لازم به ذکر است به دلیل تنوع تابلوهای فشار متوسط معمولی موجود در بازار، طبیعتا دستورالعمل نصب برای کلیه تابلوها یکسان نبوده و لازم است ابتدا دستورالعمل نصب سازنده و سپس این دستورالعمل ملاک عمل قرار گیرد.

۶-۱- فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز

فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز جهت نصب تابلوی فشار متوسط معمولی در جدول (۱) ارایه شده است.

جدول (۱): فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز جهت نصب تابلوی فشارمتوسط معمولی

ردیف	نام ابزار و یا ماشین‌آلات	توضیحات
۱	وسیله نقلیه مجاز	جهت حمل ابزار و تجهیزات به محل نصب
۲	جرثقیل	برای انتقال تابلو به داخل ساختمان پست
۳	غلتک	برای جابجایی تابلو داخل پست
۴	زنجیر و یا تسمه مناسب و قلاب و قرقره	جهت انتقال تابلو به داخل پست
۵	آچار بکس در اندازه‌های مختلف	
۶	آچار رینگی در اندازه‌های مختلف	
۷	آچار ترکمتردار	جهت اطمینان از محکم بودن اتصالات
۸	برس سیمی	
۹	خمیر ضد اکسید	
۱۰	انبردست	
۱۱	اره آهن‌بر	
۱۲	دریل و مته‌های مورد نیاز	جهت سوراخ کاری کف پست
۱۳	تراز	
۱۴	لوازم ایمنی فردی و گروهی	جهت حفظ ایمنی
۱۵	ژنراتور سیار	جهت تامین برق در هنگام نصب تابلو
۱۶	سیم سیار	
۱۷	چراغ اضطراری	جهت تامین روشنایی موقت هنگام نصب تابلو
۱۸	فرز دستی	
۱۹	اهرم یا دیلم	برای جابجا کردن تابلو درون ساختمان پست
۲۰	شینه های اتصال دهنده	جهت اتصال شینه‌های سلول‌ها به یکدیگر

۶-۲- انبارداری و حمل و نقل

تابلوهای فشار متوسط باید در محل های خشک، دارای تهویه مناسب، نگهداری و انبارداری شوند و در مقابل آلودگی های خورنده محافظت گردند.

۶-۲-۱- انبارداری

- در هر یک از مراحل انبارداری و حمل و نقل باید نکات به شرح زیر همچنین مراتب ذکر شده در دستورالعمل سازنده مورد توجه قرار گیرند.
- جهت کنترل هنگام تحویل تابلو، تحویل گیرنده موظف است هر گونه مشکل در تابلو را با ذکر جزئیات مربوطه از قبیل شماره سریال، تاریخ ساخت، مشخصات نامی تابلو و ادوات مورد استفاده در سلول‌ها را به اطلاع شرکت سازنده یا تامین کننده مربوطه برساند.
- تحویل گیرنده موظف است تابلو را در شرایطی که امکان نصب سریع آن وجود نداشته باشد، در مکان خشک، فاقد آلودگی های خورنده و بدون تغییرات قابل ملاحظه درجه حرارت، نگهداری و انبارش کند.
- تابلو باید به صورتی انبارش شود که پلاک مشخصات آن به راحتی قابل رویت باشد.
- تابلو های مشابه باید در انبار کنار یکدیگر قرار گیرند.
- در صورتی که تابلو دارای بسته بندی مخصوص نباشد، تابلو با پوشش مناسب پوشانده شده و در صورت نیاز از گرم‌کننده های ضد تقطیر جهت جلوگیری از یخ‌زدگی تابلو در محل انبار استفاده گردد.
- در انبارش تابلوها در محل‌های با رطوبت بالا، قرار دادن رطوبت گیر مناسب در داخل بسته‌بندی و قرار دادن حداقل یک پاکت رطوبت گیر استاندارد برای هر سلول توصیه می‌شود.
- پاکت‌های رطوبت گیر هر شش ماه یکبار تعویض گردند.
- تحویل گیرنده موظف است تابلو را بر اساس دستورالعمل های سازنده از بسته‌بندی آن خارج کند.

۶-۲-۲- حمل و نقل

- بسته‌بندی سلول‌ها ی مختلف تابلو باید دارای قلاب مناسب حمل با جرثقیل باشد.
- تابلوهای بسته‌بندی شده بایستی به گونه ای به وسیله طناب یا تسمه جهت حمل بر روی وسیله نقلیه محکم گردند تا از هرگونه ضربه شدید و یا واژگون شدن به هنگام چرخش‌ها یا ایست های ناگهانی جلوگیری کنند.
- تخلیه تابلوها بایستی با دقت خیلی زیاد و با استفاده از جرثقیل هایی متناسب با وزن هر مجموعه تابلو انجام گیرد.

۶-۲-۳- انتقال تابلو به محل نصب

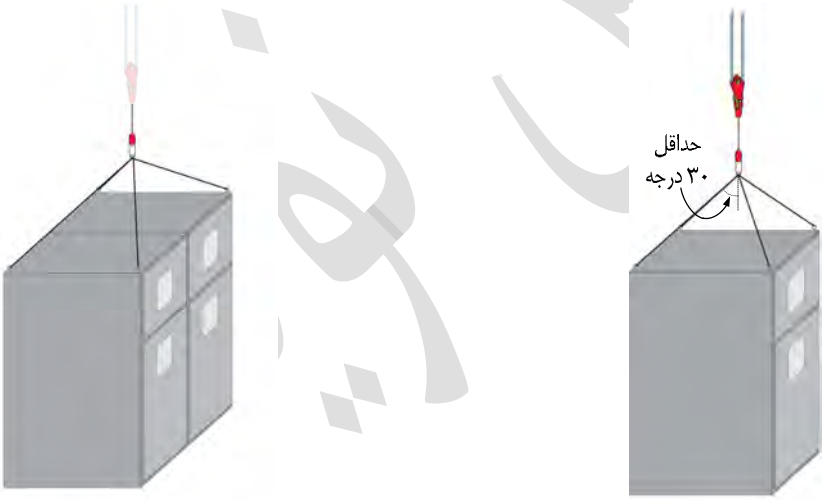
برای بلند کردن سلول‌های تابلوی فشار متوسط و انتقال آن به داخل پست‌های فشار متوسط توزیع می‌توان هر کدام از تابلوها را به صورت جداگانه (شکل (۱۲-الف)) یا در گروه‌های دوتایی حمل نمود (شکل (۱۲-ب)). در صورتی که نتوان گروه‌های سلول‌های دو تایی سلول‌ها را وارد ساختمان پست نمود لازم است ابتدا این گروه‌ها از هم باز شده و با نصب قلاب‌های حمل[1] مناسب در چهار گوشه بالای آن، تابلوها را به داخل پست محل نصب انتقال داد. برای انتقال سلول‌های تابلوی فشار متوسط به داخل پست ابتدا مراحل زیر باید طی شوند:

۱- سلول از بسته‌بندی آن خارج شود.

۲- قلاب حمل مربوط به اتصال زنجیر یا تسمه در بالای تابلو نصب شده و پیچ‌های نگهدارنده آنها محکم گردد.

۳- دقت شود که قلاب های حمل توسط تسمه یا زنجیر از چهار نقطه به قلاب جرثقیل بسته شوند.

۴- حداکثر زاویه مجاز تسمه‌های حمل از امتداد عمود ۳۰ درجه باشد.



(ب) (الف)

شکل (۱۲): حمل تابلوهای فشار متوسط با استفاده از جرثقیل

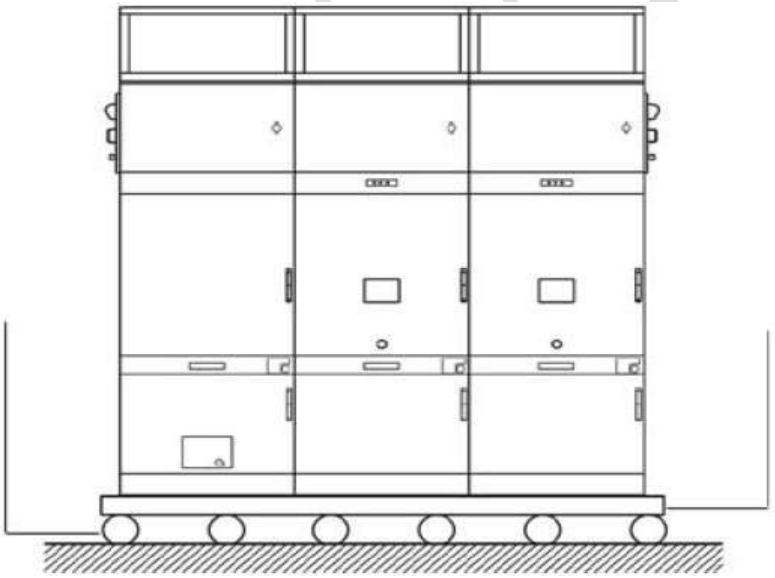
برای انتقال تابلو به داخل پست و محل نصب آن دو راهکار موجود است. راهکار اول استفاده از جرثقیل برای انتقال تمامی سلول‌های تابلو به محل نصب آنها در داخل پست فشار متوسط است. توجه شود که تابلو باید با جرثقیل‌های متناسب با وزن و ابعاد تابلو حمل گردند.

[1]- Eye Bolt

در صورتی که جرثقیل نتواند سلول‌های تابلو را وارد پست نماید، می توان با استفاده از جرثقیل تابلو را به دهانه درب پست انتقال داد و سپس از غلتک برای جابجایی تابلو در درون ساختمان پست‌ها استفاده نمود. در صورت جابجایی با غلتک بایستی از ورق‌های ضخیم عاج‌دار بین پایه سلول و غلتک‌ها استفاده شود. لازم بذکر است سازنده باید اندازه و مشخصات غلتک مورد استفاده، یا غلتکی مناسب برای حمل و نقل تابلوها را در اختیار نصاب قرار دهد.

- ***از غلتک‌ها فقط در روی سطح صاف استفاده شود و در صورت استفاده در سطوح شیبدار از مهار استفاده گردد.***
- ***در هنگام جابجایی تابلو بر روی غلتک با اتخاذ تمهیداتی از کج شدن و خم شدن بدنه آن جلوگیری شود.***
- ***در هنگام استفاده از دیلم یا اهرم برای جابجایی تابلو دقت شود که به بدنه تابلو آسیبی وارد نشود.***

شکل (۱۳) نمونه‌ای از حمل تابلوی فشار متوسط با استفاده از غلتک را نشان می‌دهد.



شکل (۱۳): حمل تابلو به وسیله غلتک

۶-۳- نصب تابلوی فشار متوسط معمولی

نصب تابلو باید پس از عملیات ساختمانی پست صورت گیرد. حداقل فاصله بین دیوار و تابلو و یا بین دو تابلوی مجاور باید برابر ۷۰ سانتیمتر انتخاب گردد. تابلوهای فشار متوسط معمولی برای جلوگیری از خطر فساد تدریجی

(زنگ‌زدگی) باید حداقل ۵ سانتیمتر از دیوار فاصله داشته باشند. محوطه و اتاقک تابلو باید طوری باشد تا آبهای سطحی جاری و یا طوفان و سیل به آن آسیبی وارد نکند. دمای محیطی که تابلو در آن قرار می گیرد باید بالاتر از $-5^{\circ}C$ باشد، در غیر این صورت استفاده از گرمکن برقی توصیه می‌گردد.

تهویه محوطه استقرار تابلو باید به خوبی صورت گرفته تا از زنگ زدن و اثرات گرد و غبار محیط جلوگیری به عمل آید.

۶-۳-۱- ساختمان پست‌های توزیع زمینی

به طور کلی معماری، بنا و سازه ساختمان پست می‌بایست مطابق با استاندارد "معیارها و ضوابط فنی پست‌های توزیع ۲۰ و ۳۳ کیلوولت زمینی توانیر- ۱۳۸۲" طراحی گردد. مواد مورد استفاده برای دیوارها، سقف و کف، در صورت امکان باید به گونه‌ای باشد که در اثر نفوذ یا نشت آب آسیب نبیند. ساختمان پست باید دارای تهویه مناسب بوده و مجرای ورود و خروج هوا در آن بسته نباشد.

۶-۳-۲- فونداسیون و سطح نصب تابلو

کف و فونداسیون باید به اندازه کافی مقاوم باشند تا بتوانند وزن تابلو (به همراه تمامی تجهیزات) را بدون هرگونه تغییر شکل تحمل کنند. تابلو باید بر روی یک سطح صاف و یکنواخت نصب شود. تابلو می‌تواند بر روی کف و یا بر روی یک پایه فلزی مخصوص ثابت گردد. برای نصب روی کف، رول-پلاک فلزی در سوراخ های مربوطه قرار داده شود. برای نصب روی پایه فلزی نیز پیچ و مهره‌های مخصوص بایستی تامین شود. پایه‌های آهنی باید قبل از کف سازی در کف پست کار گذاشته شوند. برای نصب این پایه فلزی موارد زیر باید در نظر گرفته شوند:

- پایه‌های فلزی در کف اتاق به گونه‌ای که موازی باشند قرار داده شوند، تراز گردند و فاصله آنها مطابق نقشه فونداسیون تنظیم شود.
- پایه های فلزی از جهت طولی و عرضی تراز شوند.
- پایه های فلزی به وسیله پیچ و مهره‌های مناسب روی کف بتونی، ثابت شوند.
- کف‌سازی به گونه‌ای تکمیل شود که پایه فلزی حداکثر ۰/۵ سانتیمتر از کف تمام شده بالاتر باشد.

۶-۳-۳- انواع روش‌های نصب تابلو

تابلوهای فشار متوسط معمولی می توانند برروی اتاقک کابل، بر روی کانال یا بر روی سکوهایی از پیش احداث شده نصب شوند.

۶-۳-۳-۱- نصب برروی اتاقک کابل

برای نصب این قبیل تابلوها برروی اتاقک کابل باید یک دهانه به شکل مستطیل متناسب با ابعاد کف تابلو در سقف اتاقک مزبور احداث و تابلو بر روی آن نصب شود. کف محل نصب تابلو کاملا تراز شود. طول دهانه مورد نظر باید حداقل ۲۰ سانتیمتر کمتر از عرض مجموعه تابلو باشد و عرض آن نیز حداقل ۲۰ سانتیمتر کمتر از عمق تابلوی مربوطه در نظر گرفته شود. لبه دهانه باید با آهن نبشی یا ناودانی نمره چهار مهار گردد. برای نصب تابلوها بر روی اتاقک کابل آماده شده باید شاسی تابلو با استفاده از پیچ و مهره های مناسب به آهن نبشی یا ناودانی نصب شده در دهانه اتاقک کابل متصل گردد.

به هیچ عنوان نباید بدنه تابلوی فشار متوسط به ناودانی یا نبشی نصب شده در دهانه اتاقک کابل جوش داده شود. در صورت نیاز از یک صفحه رابط بین تابلو و نبشی یا ناودانی استفاده گردد و صفحه فلزی مذکور به آهن نبشی یا ناودانی جوش داده شود.

برای نصب تابلو روی سکوی بتونی در نواحی مرطوب، ابتدا بایستی کلافی از نبشی آهنی آماده و سپس تابلو به آن پیچ و مهره شود تا تابلو با کف بتونی تماس مستقیم نداشته باشد.

۶-۳-۳-۲- نصب برروی کانال

طول کانال مورد نظر که تابلو برروی آن استقرار می‌یابد باید حداقل ۲۰ سانتیمتر کمتر از عرض مجموعه تابلو و عرض آن نیز باید حداقل ۲۰ سانتیمتر کمتر از عمق تابلوی مربوطه باشد. عمق کانال نیز باید حداقل ۱۲۰ سانتیمتر باشد. کف محل نصب تابلو از جهت طولی و عرضی تراز شود. این کانال باید به منظور ورود و خروج کابل‌ها به کانال‌های کابل‌کشی مرتبط باشد و لبه دهانه ها باید با آهن نبشی یا ناودانی نمره چهار مهار گردد. برای نصب تابلوها بر روی کانال آماده شده باید شاسی تابلو با استفاده از پیچ و مهره های مناسب به آهن نبشی یا ناودانی نصب شده در دهانه کانال متصل گردد.

به هیچ عنوان نباید بدنه تابلوی فشار متوسط به ناودانی یا نبشی نصب شده در دهانه کانال جوش داده شود. در صورت نیاز از یک صفحه رابط بین تابلو و نبشی یا ناودانی استفاده گردد و صفحه فلزی مذکور به آهن نبشی یا ناودانی جوش داده شود.

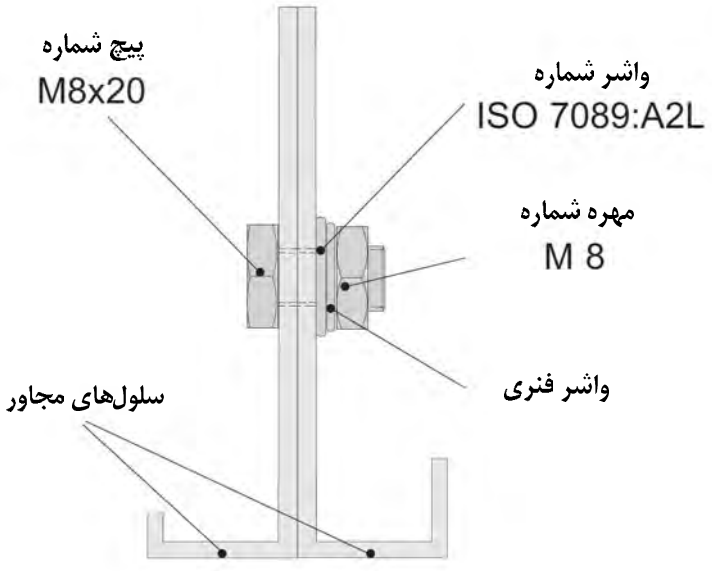
برای نصب تابلو روی سکوی بتونی در نواحی مرطوب، ابتدا بایستی کلافی از نبشی آهنی آماده گردد و سپس تابلو به آن پیچ و مهره شود تا تابلو با کف بتونی تماس مستقیم نداشته باشد.

۶-۳-۴- جانمایی سلول‌ها

سلول‌ها با توجه به طرح موجود برای تابلوی فشار متوسط، در کنار یکدیگر قرار داده شوند (با توجه به موارد موجود در شکل (۱)). ابتدا سلول‌ها یی که در فاصله دورتری از درب پست قرار دارند در محل خود قرار داده شده و سپس سلول‌های نزدیکتر به درب پست در جای خود قرار داده می‌شوند. هر سلول بعد از قرار گرفتن برروی چارچوب فلزی، باید به کمک شاغول و تراز تنظیم گردد. لازم بذکر است قبل از قرار دادن سلول‌ها در محل های از پیش تعیین شده محل نصب آنها باید کاملا تمیز شود.

سلول‌ها باید از قبل در کارخانه سازنده در محل‌های مناسب سوراخ‌کاری شوند و در کنار هم توسط پیچ و مهره‌های تحویل شده توسط سازنده مطابق طرح موجود به هم متصل شوند. گشتاور پیچ و مهره‌ها برای ثابت‌سازی و اتصال تابلوها برابر با مقادیر ذکر شده در دستورالعمل سازنده باشد. توصیه می‌شود برای جلوگیری از سست شدن اتصالات پیچ و مهره ها از واشر فنری استفاده شود. شماتیک یک نمونه اتصال دو سلول تابلو در شکل (۱۴) نشان داده شده است.

جهت هم‌ردیف بودن تابلوها، خطی موازی بر روی کف پست ، چند سانتیمتر جلوتر و موازی با مکان نهایی رسم شود. هنگام جایابی و ثابت کردن خطوط بر روی کف، اطمینان حاصل شود که فاصله تابلو از خط ثابت است. پس از قرار دادن اولین گروه از سلول‌ها، گروه های بعدی باید در کنار گروه قبلی واقع شوند و به روش ذکر شده مرتب گردند.



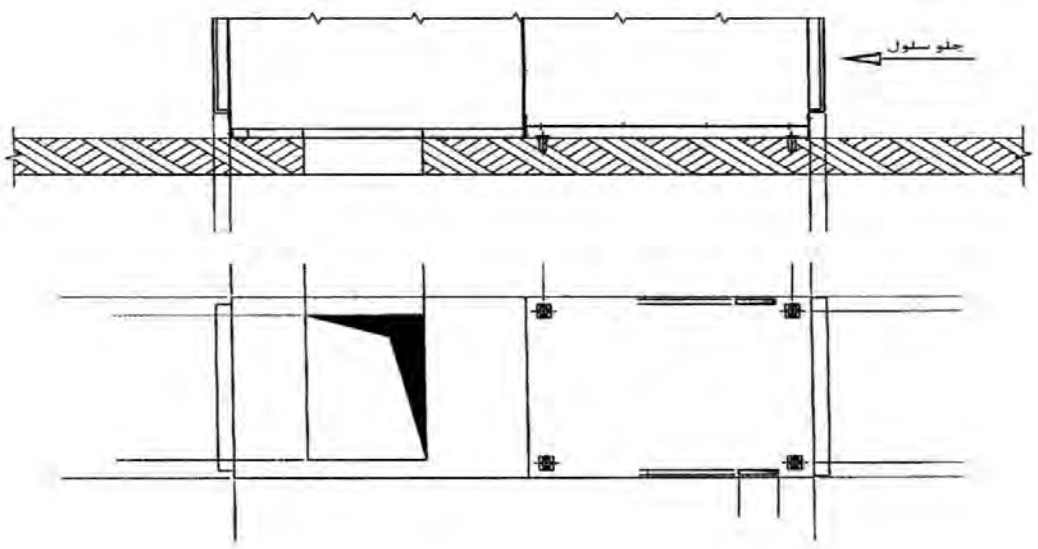
شکل (۱۴): شماتیک یک نمونه اتصال دو سلول تابلو و شماره یراق‌آلات آن

۶-۳-۵- ثابت سازی سلول‌ها

براساس نوع بستر فراهم شده برای نصب تابلو لازم است تا موارد زیر برای ثابت‌سازی سلول‌ها در محل نصب رعایت گردند.

۶-۳-۵-۱- ثابت‌سازی بر روی کف بتونی

- قبل از جانمایی سلول‌ها، محل نصب تمیز شود.
- محل نصب به صورت چشمی بررسی گردیده و در صورت وجود مانعی برای نصب تابلو، اقدامات لازم صورت گیرد.
- کف بتونی اتاق در محل‌های پیش‌بینی شده مطابق نقشه‌های سوراخ‌کاری کف تابلو، سوراخ شود (برای سوراخ کردن از دریل چکشی با مته با قطر ۱۶ میلیمتر استفاده گردد.).
- رول-پلاک فلزی در سوراخ‌ها قرار گیرد.
- تابلو با استفاده از رول-پلاک فلزی بر روی کف بتونی محکم شود (شکل (۱۵)).



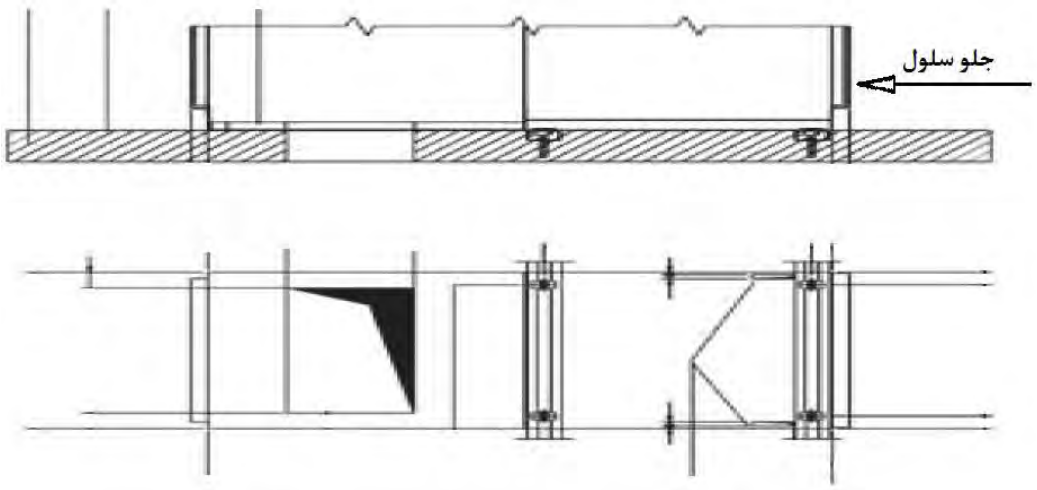
شکل (۱۵): ثابت‌سازی تابلو با رول-پلاک فلزی بر روی کف بتونی

۶-۳-۵-۲- ثابت سازی بر روی کف بتونی با پایه فلزی

پایه‌های آهنی باید قبل از کف سازی در کف پست کار گذاشته شوند. برای نصب این پایه فلزی موارد زیر باید در نظر گرفته شوند:

- پایه‌های فلزی در کف اتاق به گونه ای که موازی باشند قرار داده شوند، تراز گردند و فاصله آنها مطابق نقشه فونداسیون تنظیم شود.
- پایه های فلزی از جهت طولی و عرضی تراز شوند.
- پایه های فلزی به وسیله پیچ و مهره های مناسب روی کف بتونی، ثابت شوند.

کف‌سازی به گونه ای تکمیل شود که پایه فلزی حداکثر ۰/۵ سانتیمتر از کف تمام شده بالاتر باشد.



شکل (۱۶): ثابت‌سازی تابلو بر روی کف بتونی با پایه فلزی

۶-۳-۶- نصب سایر قطعات و علامت‌گذاری

برای نصب تجهیزات داخل تابلو نظیر کلید قدرت، سکسیونر قابل قطع زیر بار، سکسیونر فیوزدار، سکسیونر غیرقابل قطع زیر بار و ادوات کنترلی و حفاظتی تابلوی فشار متوسط باید به دستورالعمل سازنده و دستورالعمل‌های نصب تجهیزات مذکور مراجعه شود. اتصال داخلی مدارهای کمکی باید پس از ثابت کردن و کوپل کردن سلول‌های تابلو انجام گیرد. توصیه می‌شود بر روی کلیه سلول‌ها مسیر تغذیه، مسیر عبوری باسبارها و شماتیک ادوات کلیدزنی موجود در آن بصورت پلاک نصب شده بر روی آن یا رسم دیاگرام تک‌خطی مشخص شود.

⚠ ***نصب قطعات توسط پرسنل مجرب یا افراد آموزش دیده که آشنایی کافی با تجهیز کامل باشد صورت پذیرد.***

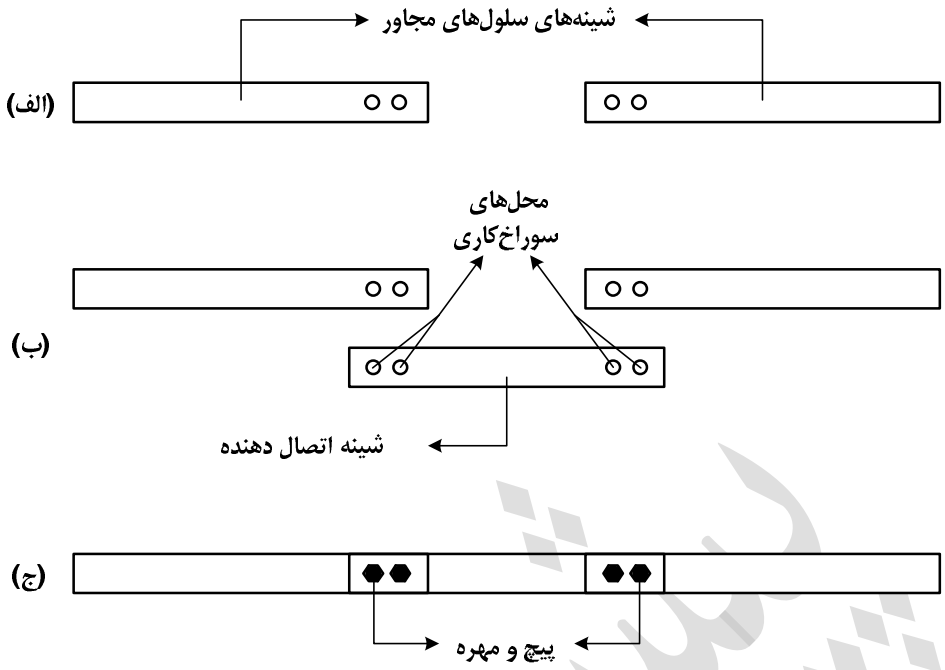
⚠ ***حفاظت‌های کافی جهت جلوگیری از تماس تصادفی افراد با قسمت‌های برقدار تجهیزات تابلو ایجاد گردد.***

- ***علائم هشدار دهنده برروی تجهیزاتی که در دسترس هستند بایستی نصب گردد. این تجهیزات نظیر پوشش‌های حفاظتی تجهیزات الکتریکی، درب‌هایی که دسترسی به قسمت‌های الکتریکی را فراهم می‌کنند و کانال‌های عبور هادی یا کابل‌های با ولتاژ بیش از ۶۰۰V در نواحی که دیگر تجهیزات یا خطوط لوله وجود دارند می‌باشند.***
- ***باید نمودار تک‌خطی تابلوی فشار متوسط در اتاق پست برروی دیوار نصب گردد.***
- ***چراغ اضطراری به منظور حفاظت از افراد در هنگام خرابی احتمالی سیستم روشنایی، باید در دسترس باشد.***
- ***در صورت استفاده از رله‌های اولیه در تابلو اکیدا توصیه می‌شود که طلق‌های شیشه‌ای برای جلوگیری از تماس بهره‌بردار با این رله‌ها در مقابل آن نصب گردد.***

۶-۳-۷- برقراری اتصالات الکتریکی

۶-۳-۷-۱- اتصال شینه‌ها

در صورتی که سلول‌ها به صورت مجزا از هم به داخل ساختمان پست انتقال داده شوند لازم است شینه‌های سلول‌های مجاور به هم متصل شوند تا یکپارچگی تابلو مجددا ایجاد شود. شینه‌ها در محل‌های اتصال در یک یا دو نقطه سوراخ‌کاری شوند و شینه های دو سلول مجاور توسط یک شینه بریده شده و سوراخ‌کاری شده با همان شماره به هم متصل شوند. مراحل اتصال شینه‌های سلول‌های مجاور به هم در شکل (۱۷) نشان داده شده است. توصیه می‌شود از شینه‌های اتصال دهنده لب گرد برای اتصال تابلوهای مجاور به یکدیگر استفاده شود.

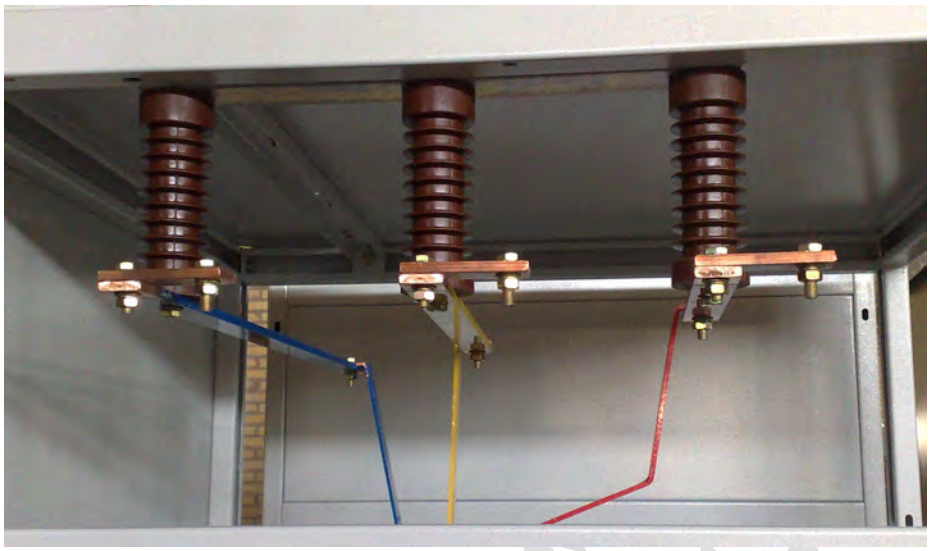


شکل (۱۷): مراحل اتصال شینه‌های سلول‌های مجاور به یکدیگر

لازم بذکر است هرگونه آلودگی و اکسید شدگی توسط برس سیمی قبل از اتصال شینه‌ها به یکدیگر از روی آن زدوده شود و شینه‌ها توسط گریس پوشانیده شده و بلافاصله توسط شینه اتصال دهنده به یکدیگر متصل شوند.

در هنگام محکم کردن مهره های اتصالات باسبارها، پیچ با یک آچار نگهداشته شود و مهره با یک آچار دیگر محکم شود و از محکم شدن باسبارها به یکدیگر اطمینان حاصل شود. گاهی اوقات تابلوساز شینه‌های سلول‌های تابلو را قبل از تحویل به شرکت توزیع سوراخ‌کاری کرده و پیچ و مهره‌های لازم برای اتصالات شینه‌ها به یکدیگر را در محل‌های سوراخ‌کاری شده قرار می‌دهد. نمونه‌ای از شینه‌های یک سلول در شکل (۱۸) نشان داده شده است.

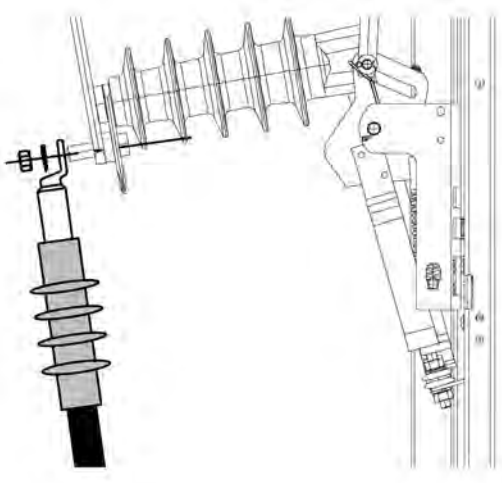
نمره شینه اتصال دهنده باید دارای نمره برابر با شینه مورد استفاده در تابلو باشد و طول آن به اندازه‌ای باشد که توانایی برقراری اتصالات بین شینه‌های سلول‌های تابلو را داشته باشد. اطلاعات مربوط به ابعاد استاندارد شینه‌ها در پیوست (۳) ارایه شده است.



شکل (۱۸): شینه ها در تابلوی فشار متوسط معمولی

۶-۳-۷-۲- اتصال کابل‌های فشار متوسط

سرکابل‌ها ی ورودی و خروجی با استفاده از سکسیونرهای قابل قطع زیر بار به شینه های تابلوی فشار متوسط متصل می‌شوند. معمولا سرکابل‌ها می‌توانند با استفاده از کلید زمین در زمان بی‌برقی زمین شوند. سرکابل‌ها از زیر تابلو و کانال تابلو وارد آن شده و توسط پیچ و مهره های متناسب با سرکابل و ترمینال های کلید زمین یا سکسیونر قابل قطع زیر بار به آنها متصل می‌شوند. این پیچ و مهره ها باید توسط تابلوساز ارایه شوند و در غیر این صورت نصاب باید از پیچ و مهره‌های مناسب برای اتصال سرکابل‌ها استفاده کند. شماتیک اتصال سرکابل به ترمینال یک سکسیونر در شکل (۱۹) نشان داده شده است.



شکل (۱۹): اتصال سرکابل به ترمینال سکسیونر

بدلیل احتمال ترکیدن سرکابل‌هایی که فیدر های ورودی یا خروجی را به ترمینال های سکسیونرهای موجود در تابلو متصل می‌کنند ۱/۵ تا ۳ متر کابل از هرکدام از فیدرها به صورت رزرو باید در کانال موجود در زیر تابلو (به صورت حلقوی یا حالت S) دپو گردد.

ملاحظات زیر باید در نظر گرفته شوند:

۱- اتصال سست سرکابل ها به ترمینال سکسیونر یا کلید زمین باعث افزایش دما در محل اتصال می‌شود.

۲- عدم هماهنگی جنس سرکابل با ترمینال‌های سکسیونر یا کلید زمین ممکن است باعث اکسید شدن آنها در محل اتصال شود. در صورتی که کابل ها از جنس مس و ترمینال‌های تجهیزات داخل تابلو از جنس آلومینیوم (و یا بالعکس) باشد، کابلشوها یا سرکابل‌ها باید حتما از جنس بی‌متال انتخاب شوند.

۳- کابل و کابلشو باید کاملا به صورت مکانیکی به هم محکم شوند.

⚠ ***چنانچه کابل و کابلشو به صورت مکانیکی به هم محکم نشوند، یک اتصال نامناسب به وجود آمده و یا شکستگی هادی کابل‌ها موجب می شود.***

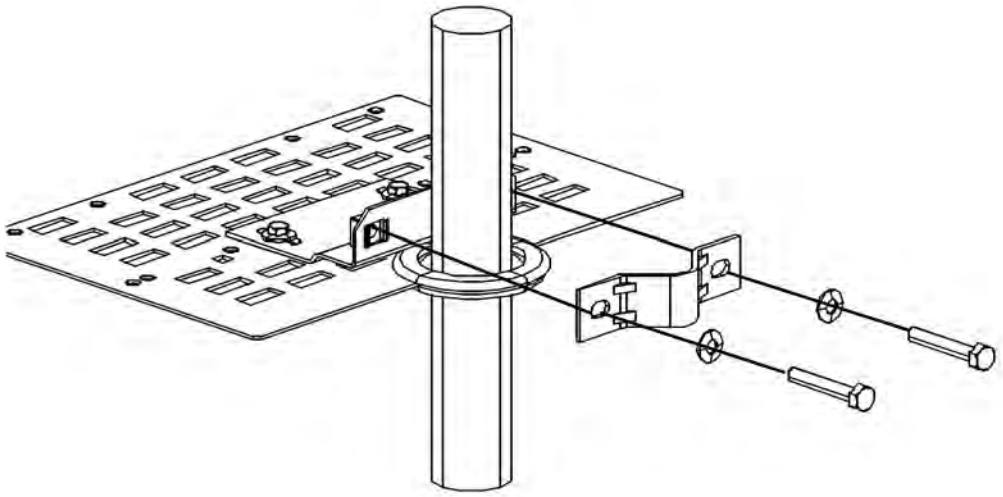
۴- در انتخاب اندازه کابلشو دقت لازم به عمل آید تا سطح مقطع کابلشو متناسب با سطح مقطع هادی باشد.

۵- باید دقت شود که مفتول‌های هادی در هنگام کابلشو زدن بریده نشوند.

۶- باید دقت شود که لقمه‌های دستگاه پرس متناسب با سطح مقطع کابلشو باشند.

۷- تعداد پرس، متناسب با سطح مقطع هادی باشد.

۸- کابل‌های فیدر های ورودی و خروجی تابلوی فشار متوسط باید توسط گیره‌هایی به دیواره تابلو محکم شوند. محکم کردن کابل ها به بدنه تابلو مانع از ایجاد هرگونه تنش، فشار محوری و پیچش در محل اتصال سرکابل به ترمینال سکسیونر می شود. نمونه‌ای از این اتصالات در شکل (۲۰) مشاهده می‌شود.

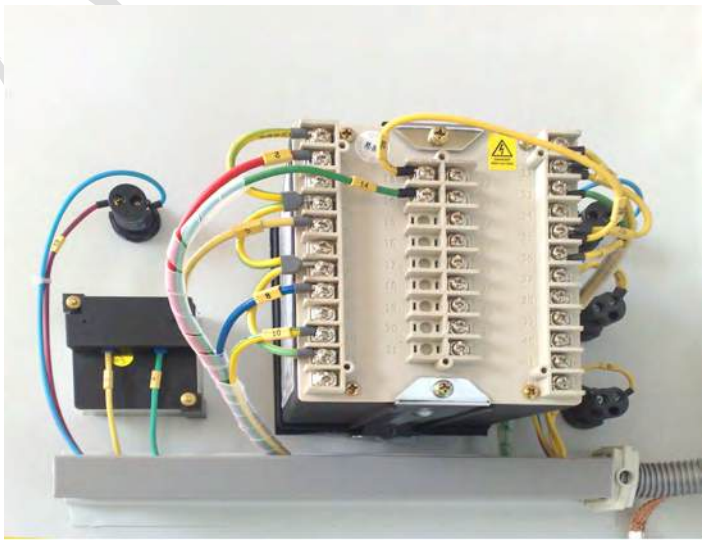


شکل (۲۰): اتصال کابل به دیواره تابلو

۶-۳-۷-۳- سیم‌کشی

برای سیم کشی مدارهای کنترل و ثانویه ترانسفورماتورهای ولتاژ نباید از سیم‌های با نمره کمتر از ۲/۵ میلیمتر مربع استفاده شود. همچنین این سیم‌ها باید تحمل ولتاژ ۶۰۰ ولت را داشته و عایق آنها از نوع پلی‌اتیلن باشد. برای سیم کشی ثانویه ترانسفورماتور جریان نیز، نباید از سیم با سطح مقطع کمتر از ۴ میلیمتر مربع استفاده کرد. همچنین عایق این سیم‌ها باید از جنس پلی‌اتیلن با تحمل ولتاژی ۶۰۰ ولت باشد.

کلیه سیم‌کشی های داخلی تابلو و اتصالات مدارهای اندازه‌گیری، مدارهای کنترلی بین سلول‌ها، مدارهای فرمان و هشدار و غیره باید طبق نقشه‌های سازنده انجام گیرد. نمونه‌ای از سیم‌کشی فشار ضعیف در شکل (۲۱) نشان داده شده است.



شکل (۲۱): نمایی از سیم‌بندی پشت رله تابلوی فشار متوسط معمولی

۶-۳-۷-۴- شینه زمین

شینه‌های مسی اتصال زمین باید در طول تابلو امتداد یافته و به قسمت‌های فلزی بدنه تابلو متصل شوند. درب‌های تابلو باید با استفاده از تسمه مسی بافته شده انعطاف‌پذیر و بدون روکش به بدنه تابلو متصل شوند. بر روی هر شینه زمین ترمینال مناسب برای اتصال این شینه به سیستم زمین نصب گردد. تمام اتصالات شینه‌ها باید با پیچ، مهره و واشری که با جنس شینه متناسب است محکم گردد.

۶-۴- زمین کردن تابلوی فشار متوسط معمولی

اتصال زمین تجهیزات موجود در تابلو و دیواره های هادی سلول باید به شینه زمین آن سلول متصل گردد. شینه‌های زمین کلیه سلول‌ها ی تابلو فشار متوسط همبندی شده و توسط هادی زمین به یک چاه زمین از پیش احداث شده متصل شود. ایجاد الکترود زمین ممکن است در نقاط مختلف و بسته به شرایط محیطی و آب و هوایی و دستورالعمل های خاص در هر شرکت توزیع نیروی برق با هم فرق داشته باشد. پرداختن به انواع چاه‌های زمین و اتصالات زمین خارج از مباحث این دستورالعمل خواهد بود. امروزه استفاده از روش سنتی پر کردن چاه زمین با نمک و ذغال و خاک رس در مقابل الکترولیت‌های با جذب رطوبت بالا و هدایت الکتریکی بیشتر معمول نیست. الکترود زمین باید ماندگار بوده و برای سیستم الکتریکی مورد نظر کافی باشد.

انواع الکترودهای اتصال زمین مورد استفاده در چاه های ارت مربوط به تجهیزات فشار متوسط عبارتند از:

- میله‌های کوبیده شده
- سیم یا تسمه یا ورق دفن شده
  - الکترود زمین سیمی
  - الکترود زمین تسمه‌ای
  - الکترود زمین از ورق یا صفحه فلزی
- الکترود زمین ته تیر- صفحه‌ای یا چمبره‌ای
  - صفحه ته تیر
  - سیم چمبره ته تیر
- کابل های دفن شده، با خنثی هم مرکز
- الکترودهای داخل بتن

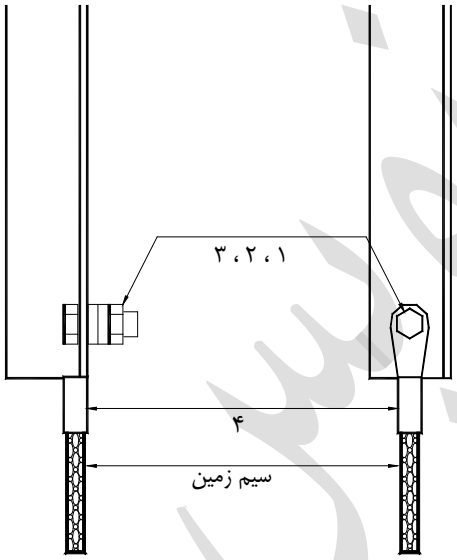
اتصالات هادی زمین باید با استفاده از کابلشو، ترمینال یا وسیله ای که در هنگام بازرسی عادی یا بهره‌برداری یا تعمیرات جابجا یا سست نشده و یا بهم نخورد، انجام شود. همچنین جنس این اتصالات باید همجنس هادی زمین

باشد. استقامت مکانیکی کلیه هادی های اتصال زمین باید برای شرایطی که در آن مورد استفاده خواهند بود کافی باشد. یک نمونه چاه زمین و الکترود اتصال زمین با الکترولیت سدیم بنتونیت[1] در پیوست (۴) ارایه شده است.

۶-۴-۱- اتصال تجهیزات به زمین حفاظتی

در تابلوهای فشار متوسط، زمین کردن بدنه فلزی کلیدهای قدرت و سکسیونرها عموما به طور مستقیم با اتصال بدنه (یا ترمینال زمین) این تجهیزات به شینه زمین داخل تابلو و اتصال این شینه به شبکه زمین پست انجام می‌گیرد. سیم اتصال زمین توسط پیچ و مهره به بدنه تابلو یا به پایه فلزی تجهیزات موجود در آن وصل شود.

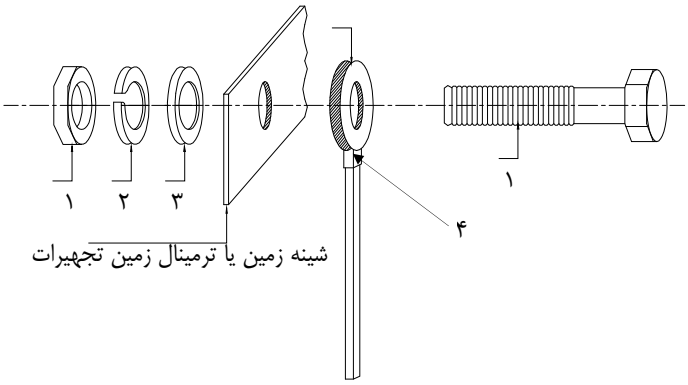
جزییات نحوه اتصال تجهیزات فلزی ثابت به شبکه زمین پست در شکل (۲۲) نشان داده شده است. همچنین جزییات نحوه اتصال شینه زمین تابلو به شبکه زمین پست در شکل (۲۳) مشخص گردیده است. نحوه اتصال درب فلزی نرده بازشو به شبکه زمین پست نیز در شکل (۲۴) نشان داده شده است.



ردیف	شرح	تعداد
۱	پیچ و مهره برنجی نمره M ۱۰×۵۰	۱
۲	واشر تخت برنجی نمره M ۱۰	۱
۳	واشر فنری فسفر برنز نمره M ۱۰	۱
۴	کابلشو	۱

شکل (۲۲): جزییات نحوه اتصال تجهیزات فلزی ثابت به شبکه زمین پست

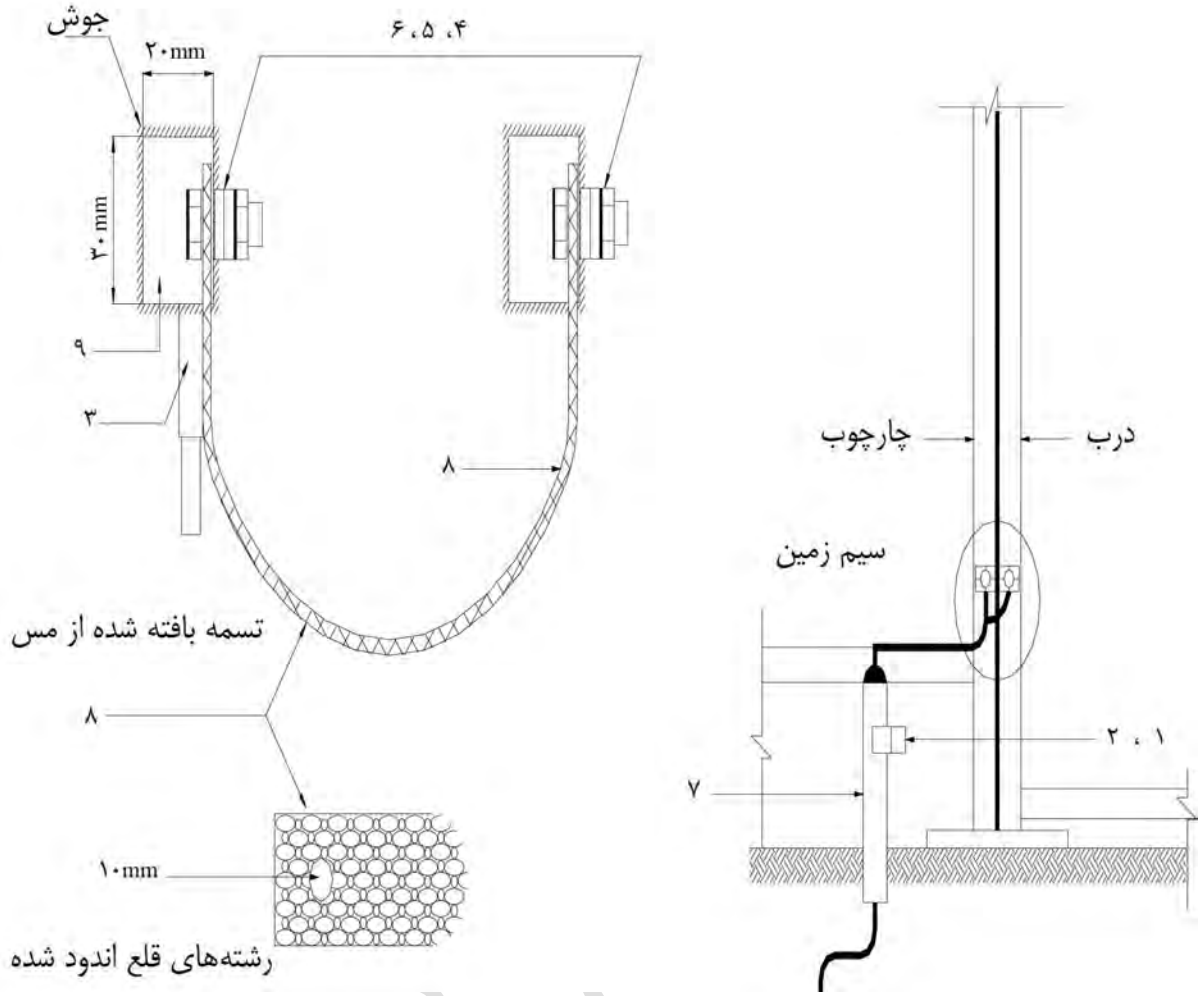
[1]- Sodium Bentonite



ردیف	شرح	تعداد
۱	پیچ و مهره برنجی نمره ۵۰ × M ۱۰	۱
۲	واشر فنری فسفر برنز نمره M ۱۰	۱
۳	واشر تخت برنجی نمره M ۱۰	۱
۴	کابلشو	۱

شکل (۲۳): جزییات نحوه اتصال شین زمین تابلو به شبکه زمین

دقت شود که پیش از اتصال شینه سیستم زمین به گروه های سلولی، سطح شینه به طور کامل با استفاده از سنباده تمیز گردد. جهت اتصال سیستم زمین تابلو، شینه سیستم زمین در پشت تابلو، در کف آن و در طول کل تابلو کشیده شود. در انتهای شینه سوراخ هایی برای اتصال شبکه زمین وجود دارد که پیچ‌ها و مهره ها بایستی با میزان گشتاور توصیه شده شرکت سازنده در آن قسمت ها بسته شوند تا در اثر لرزش سست نشوند. دقت شود که محل اتصال به شبکه زمین تجهیز مطابق نقشه‌های پروژه باشد. اتصال سیستم زمین بایستی حداقل در انتهای تابلو انجام گیرد که تا حد ممکن کوتاه باشد و درون مجرای فلزی نباشد. هادی سیستم زمین بایستی به گونه‌ای باشد که در برابر حداکثر جریان اتصال زمین پیش‌بینی شده مقاوم باشد. به طور کلی سطح مقطع این هادی نباید کمتر از شینه سیستم زمین تابلو باشد. مقدار مقاومت زمین برابر مقدار استاندارد جهت حفاظت کامل ضروری است. شینه زمین باید یکپارچه بوده و کلیه اتصالات زمین با هم همبندی شوند.



ردیف	شرح	تعداد
۱	بست لوله (کاندوییت) تک سوراخ نمره ۲۵ میلیمتر	۱
۲	پیچ‌خود باز شو (رول بولت)	۱
۳	کابلشو	۱
۴	پیچ و مهره برنجی نمره ۵۰ × M ۱۰	۲
۵	واشر تخت برنجی نمره M ۱۰	۲
۶	واشر فنری فسفر برنز نمره M ۱۰	۲
۷	لوله (کاندوییت) نمره ۲۵ میلیمتر	۳۰۰ میلیمتر
۸	تسمه مسی بافته شده	به اندازه لازم
۹	ورق فولادی گالوانیزه ۴ × ۳۰ × ۵۰ میلیمتر که به شکل L خم شده است	۲

شکل (۲۴): جزییات اتصال درب فلزی و نرده بازشو به شبکه زمین پست

۶-۴-۲- زمین کردن کابل‌های ورودی

شیلد دور کابل باید به هم بافته شده و توسط یک کابلشو به شینه زمین سلول مرتبط با آن متصل شود. شیلد بافته شده کابل و اتصال آن به سرسیم در شکل (۲۵) نشان داده شده است.

شکل (۲۵): شیلد بافته شده کابل آماده اتصال به شینه زمین تابلوی فشار متوسط

۶-۵- آزمون‌های مورد نیاز

پس از نصب و قبل از بهره برداری از تابلوی فشار متوسط، لازم است آزمون های زیر جهت کنترل تابلوی فشار متوسط معمولی انجام گیرد. شایان ذکر است اگر تابلو به صورت یکپارچه به محل نصب آورده شده، تاییدیه آزمون کارخانه کافی است. در صورتی که عمل مونتاژ و نصب قطعات آن در محل پست انجام گرفته باشد باید آزمون ولتاژ فرکانس قدرت بر روی مدار اصلی تابلو انجام شود. ولتاژ اعمالی در این آزمون باید برابر با ۸۰ درصد مقدار ذکر شده در پلاک مشخصات تابلو باشد. این آزمون باید روی هادی‌های کلیه فازها اجرا شده و در هنگام انجام آزمایش سایر قسمت‌های فلزی تابلو و فازهای دیگر باید زمین شده باشند.

آزمون‌های مورد نیاز پس از نصب تابلوهای فشار متوسط عبارتند از:

- آزمون مقاومت عایقی روی مدارات کمکی
- آزمون های عملکرد مکانیکی

- تعیین تطابق سیم‌کشی با نقشه‌های موجود
- صحت عملکرد اینترلاک‌ها

قبل از اینکه تابلوهای برق تحت بار قرار گیرند کلیه تجهیزات داخل سلول‌ها از قبیل کلیدها، اینترلاک‌ها، مکانیزم‌های عمل‌کننده، ترانسفورماتورهای اندازه گیری و غیره بازرسی و آزمایش گردند و کلیه سیم‌بندی‌ها و مدارات الکتریکی مطابق دیاگرام‌های سازنده بازرسی شوند و استحکام اتصال سیم‌ها به ترمینال‌ها مورد معاینه قرار گیرند. آزمون‌های راه اندازی مورد نیاز جهت کنترل تابلوی فشار متوسط معمولی در جدول (۲) ارایه شده است.

جدول (۲): آزمون‌های راه‌اندازی مورد نیاز جهت کنترل تابلو پیش از بهره‌برداری

ردیف	تجهیز مورد بررسی	عملکرد	توضیحات
۱	سلول‌ها	به صورت بصری، داخل و خارج مورد بررسی قرار گیرد، اطمینان حاصل شود که هیچ اثری از آسیب وجود ندارد. کلیه ادوات مورد نیاز برای نصب یا اتصالات تست بعد از نصب خارج شوند. بخش‌های عایقی با دقت تمیز گردد به گونه‌ای که هرگونه آلودگی یا رطوبت پاک شود. گرد یا غبار هوای وارد شده از شبکه‌ها و یا داکت‌های تهویه خارج گردد.	----------
۲	اتصالات مدار قدرت	یکپارچگی و استحکام مدار بررسی شود.	محکم بودن اتصالات با استفاده از آچار ترکمتردار کنترل شود.
۳	شینه زمین و اتصالات مربوطه	یکپارچگی و استحکام بررسی شود. مقاومت اتصال زمین اندازه‌گیری شود.	محکم بودن اتصالات با استفاده از آچار ترکمتردار کنترل شود.
۴	کلیدهای قدرت	عملکردهای مورد نیاز ذکر شده در دستورالعمل‌های سازنده قبل از راه‌اندازی اجرا شود. مکانیزم های عملکردی ادوات و لوازم که برای شرایط عادی پیش‌بینی شده‌اند بررسی شود. تجهیزات در بخش‌های مربوطه قرار گیرند و پلاک‌های مدار جانبی به آن الصاق شود. چندین بار عمل قطع و وصل صورت پذیرد.	کلید یدک برای هر قفل، باید در محلی قرار گیرد که برای پرسنل عادی، غیرقابل دسترس باشد. در حالت قطع سوئیچ موجود بر روی کلید قدرت کنترل شود.
۵	سکسیونرها	چندین بار عمل قطع و وصل شدن صورت پذیرد. از عملکرد صحیح تجهیز و مکانیزم انتقال قدرت آن اطمینان حاصل شود. از اتصال صحیح فیوز سکسیونر فیوزدار اطمینان حاصل شود.	

ادامه جدول (۲):

ردیف	تجهیز مورد بررسی	عملکرد	توضیحات
۶	سکسیونر فیوزدار	از عملکرد صحیح مکانیزم قطع همزمان سه‌فاز (بادامک) سکسیونر فیوزدار اطمینان حاصل شود. در صورت وجود داشتن بوبین شنت، از صحت اتصالات مدار حفاظتی آن اطمینان حاصل شود.	
۷	کلید زمین	چندین بار عمل قطع و وصل صورت پذیرد. از عملکرد صحیح تجهیز و مکانیزم انتقال قدرت آن اطمینان حاصل شود.	
۸	مدارهای کمکی سرویس و کنترل	تنظیم و تست رله‌های حفاظتی، ادوات اندازه‌گیری، مدارات کمکی کلیدها و سایر لوازم جانبی انجام شود. تست مقاومت عایقی مدارات کمکی.	قبل از انجام این کنترل، تنظیمات همه انواع رله‌های نصب شده در تابلو، کنترل شده و با طرح ارایه شده توسط واحد رولیاژ مطابقت داده شود.

علاوه بر آزمون‌های ذکرشده در جدول (۲) توجه به مسائل زیر ضروری است:

- سلول به درستی تراز شده باشد.
- تابلو به طور ایمن به کف ثابت شده باشد.
- جلوی پانل، خطی مستقیم را شکل دهد.
- اجزای تابلو به هم متصل شده باشند و تمام شینه های اصلی و ارتینگ و ارتباطات داخلی کمکی کامل شده باشد.
- از محکم بودن اتصالات مکانیکی با آچارکشی مجدد و کنترل با ترکمتر اطمینان حاصل شود.
- شینه زمین تابلو به محل زمین متصل باشد.
- سپس ارتباطات اتصال کوتاه شده (در صورت وجود) حذف شود.
- سیم پیچ ثانویه ترانسفورماتور جریان بررسی گردد تا به آمپرمترهای مدارحفاظتی و/یا مدار اندازه‌گیری متصل شده باشند.
- در صورتی که ترانسفورماتور جریان به هیچ مدار اندازه گیری متصل نیست ثانویه آن اتصال کوتاه شود.

درصورت مدارباز بودن ثانویه ترانسفورماتور جریان حین بهره‌برداری از تابلو امکان انفجار آن وجود دارد.

ترمینال ثانویه ترانسفورماتور ولتاژ موجود در تابلوی اندازه‌گیری نباید به هیچ وجه اتصال کوتاه شود.

در صورتی که سیم پیچ ثانویه ترانسفورماتور ولتاژ به تجهیز خارج از تابلو وصل شده باشد، شرایط زیر باید معین گردد تا از اضافه بار یا اتصال کوتاه ترانسفورماتور ولتاژ تابلو جلوگیری گردد:

- بررسی گردد که کل مصرف تجهیزات برق دار شده تابلو بیش از توان عملکردی ترانسفورماتور ولتاژ نباشد.
- بررسی گردد که ارتباطات غیر صحیح در مدارات اندازه‌گیری (حتی ارتباط موقت) وجود نداشته باشد و در هر حالتی، هیچ کدام از آنها نباید تحت عملکرد مدار کلید قدرت تابلو و سایر واحدهای نصب (تغذیه‌کننده‌های تابلو، تابلوهای فرعی، میزهای کنترل یا فرمان و. . .) باشند.
- بررسی گردد که تنها یک ترمینال سیم پیچ ثانویه ترانسفورماتور ولتاژ زمین شده باشد.

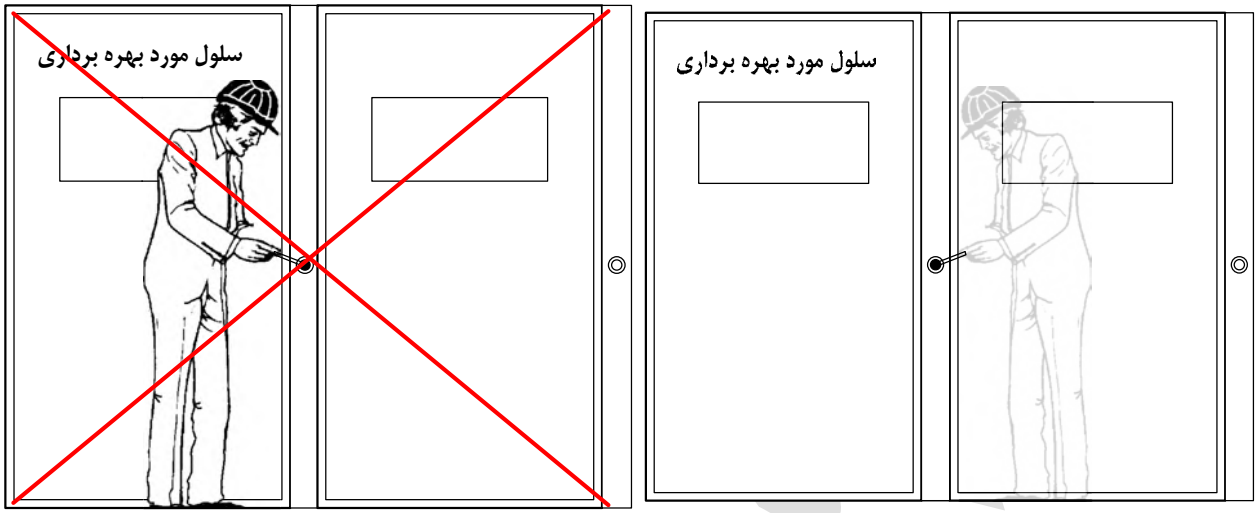
۶-۶- مراحل راه‌اندازی

قبل از راه‌اندازی کلیه عملیات نصب باید به اتمام رسیده باشد. تابلو باید در داخل پست خشک و تمیز راه‌اندازی شود. قبل از راه‌اندازی از خشک و تمیز بودن محل نصب تابلو اطمینان حاصل شود. در خاتمه مراحل نصب مدارها و سلول‌ها باید شماره‌گذاری شوند. برای راه‌اندازی مراحل زیر طی شوند.

- کلیه اتصالات که به منظور تست های مختلف بسته شده بودند باز شوند.
- کلیه کلیدهای زمین موجود در تابلو باز شوند.
- از آنجایی که ممکن است اینترلاک های مکانیکی و الکتریکی قطع شده باشند تا آزمون‌های راه‌اندازی مدار در هنگا م خاموشی تابلو انجام گیرند، کلیه اینترلاک ها مورد بررسی قرار گیرند تا مجددا وصل شده باشند.
- جرقه گیرهای سکسیونرها بازرسی شده و از صحت عملکرد آنها اطمینان حاصل شود.
- اتصال صحیح کنتاکت های اصلی سکسیونر به یکدیگر کنترل شود.
- فنرهایی که جهت بسته شدن کلید قدرت‌ها استفاده می‌شوند، قبل از تغذیه مدارات مکانیکی جهت جلوگیری از هرگونه جذب جریان بیش از حد به دلیل راه اندازی همزمان موتورهای نصب شده، به صورت دستی شارژ شوند.
- کلید قدرت مدار ورودی باز نگهداشته شود.
- تغذیه مدارات فشار ضعیف کنترل و حفاظت برقرار شود.
- درب‌های تمام سلول‌های تابلو بسته شوند.
- سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار موجود در سلول کلید قدرت بسته شود.

بازکردن و بستن سکسیونرهای موجود در تابلو جهت برقدار شدن با پوشیدن دستکش فشارقوی انجام شود.

هنگام بستن سکسیونرهای تابلو بهره‌بردار نباید جلوی درب تابلو مربوطه بایستد زیرا در صورت بروز خطایی در عملکرد تجهیز و انفجار آن آسیبی به بهره‌بردار نرسد.



(ب) (الف)

شکل (۲۶): روش بهره‌برداری درست (الف) و نادرست (ب) از سکسیونر

- فیدرهای ورودی با ا ستفاده از سکسیونرهای قابل قطع زیر بار تابلو برقدار شود.
- در صورت بهره‌برداری در شبکه رینگ ولتاژ ثانویه بررسی شده و صحت توالی فاز آن قبل از بستن فیدر رینگ ارزیابی شود.
- تابلو پس از زمان انتظار بی باری تجهیزات که توسط اکثر سازندگان توصیه می‌گردد، آماده بارگذاری می‌شود.
- کلید قدرت بسته شود.
- به محض اعمال بار جریان‌های مدارات رله های حفاظتی ارزیابی و ثبت گردد.
- عملکرد صحیح ادوات اندازه‌گیری بررسی گردد.
- بعد از بی‌باری شینه ها و فیدرها عملکرد تمام اینترلاک‌ها باید بررسی گردد. این آزمایش‌ها بایستی هم در جهت عملکرد و هم در جهت عدم عملکرد اینترلاک ترتیب داده شود تا هم از کار صحیح سیستم و هم از رفع خطر در مواقع لزوم اطمینان حاصل گردد.

۷- دستورالعمل نظارت بر نصب تجهیز

این قسمت شامل بخش‌های فهرست ابزارآلات مورد نیاز و آیین کار و روش اجرایی است که در ادامه بـه صـورت مشروح به موضوعات پرداخته می‌شود.

۷-۱- فهرست ابزارآلات مورد نیاز

فهرست ابزارآلات مورد نیاز جهت نظارت بر نصب تابلوی فشار متوسط معمولی به شرح مندرج در جدول (۳) است.

جدول (۳): فهرست ابزارآلات مورد نیاز جهت نظارت بر نصب تابلوی فشار متوسط معمولی

ردیف	نام ابزارآلات	توضیحات
۱	دستگاه تست استقامت عایقی	جهت اندازه گیری استقامت عایقی مدارات کمکی
۲	دستگاه تست مقاومت زمین	جهت اندازه‌گیری مقاومت چاه ارت
۳	تراز	جهت کنترل کردن تراز بودن تابلو
۴	آچار ترکمتردار	جهت تست گشتاور پیچ و مهره‌ها
۵	دماسنج	جهت تعیین شرایط محل نصب تابلو
۶	رطوبت‌سنج	جهت تعیین شرایط محل نصب تابلو
۷	لوازم ایمنی فردی و گروهی	جهت حفظ ایمنی

۷-۲- آیین کار و روش اجرایی

چک لیست کنترلی نظارت برنصب تابلوی فشار متوسط معمولی در جدول (۴) ارایه شده است.

جدول (۴): چک‌لیست کنترلی نظارت بر نصب تابلوی فشار متوسط معمولی

نام تجهیز :		تاریخ تکمیل فرم:		
تاریخ نصب :		کد GIS:		
سازنده :		نوع :		شماره سریال :

ردیف	شرح فعالیت	وضعیت انجام		شرایط رد یا پذیرش	توضیحات
		قابل قبول	غیر قابل قبول		
۱	آیا مشخصات فنی تابلو با مشخصات فنی ابلاغ شده مطابقت دارد؟				
۲	آیا مسیری برای خروج گاز ناشی از اشتعال ناگهانی در دورن تابلو با توجه به محل دریچه انفجار مشخص شده است؟			عدم تعیین مسیر گاز	
۳	آیا محل نصب تابلو صاف و یکنواخت است؟			صاف و یکنواخت نبودن سطح	
۴	آیا محل نصب تمیز شده است؟			تمیز نبودن سطح	
۵	آیا تابلو مطابق با طرح ارایه شده نصب شده است؟				
۶	آیا اتاق تابلو، خشک و تمیز و دارای ملزومات کامل می‌باشد؟			نداشتن شرایط ذکر شده	
۷	آیا اثرات اکسیدگی بر روی سطح اتصالات و هادی‌ها وجود دارد؟			وجود اثر اکسیدگی	پاک کردن با سنباده
۸	آیا تابلوها هم ردیف شده‌اند؟			هم ردیف نبودن تابلوها	
۹	آیا اتصالات کابل‌های فشار متوسط به درستی صورت پذیرفته است؟			نادرست بودن اتصالات کابل‌های فشار متوسط	
۱۰	آیا شیلد سرکابل های فشار متوسط به شینه سیستم زمین حفاظتی متصل شده است؟			وصل نشدن شیلد سرکابل‌ها به شینه سیستم زمین	
۱۱	آیا سلول‌ها نشانی از آسیب دیدگی ظاهری بر روی بدنه دارند؟			وجود آسیب دیدگی	
۱۲	آیا بخش های عایقی سلول عاری از هرگونه اثر آلودگی یا رطوبت هستند؟			وجود اثر آلودگی یا رطوبت در بخش‌های عایقی سلول	
۱۳	آیا عملکردهای مکانیکی کلیدهای قدرت طبق دستورالعمل‌های سازنده کنترل شده است؟				
۱۴	آیاقبل ازراه‌اندازی درب سلول‌هابسته شده‌اند؟			بسته نشدن درب‌ها	

ادامه جدول (۴):

ردیف	شرح فعالیت	وضعیت انجام		شرایط رد یا پذیرش	توضیحات
		قابل قبول	غیر قابل قبول		
۱۵	آیا مدارات کنترل و حفاظت کلید قدرت برقرار شده است؟			برقرار نبودن اتصالات	
۱۶	آیا آزمون‌های معمول روی تابلو صورت پذیرفته است؟			در صورت موجود نبودن تاییدیه آزمون	
۱۷	آیا در هنگام راه‌اندازی سیم‌پیچ ثانویه ترانسفورماتور جریان به مدارحفاظتی و/یا آمپرمترهای مدار اندازه‌گیری متصل شده است؟			سیم‌پیچ ثانویه ترانسفورماتور جریان به مدارحفاظتی و/یا آمپرمترهای مدار اندازه‌گیری وصل نشده باشد.	
۱۸	آیا در هنگام راه‌اندازی اتصال کوتاه سیم‌پیچ ثانویه ترانسفورماتور جریان پس از اتصال به مدار حفاظتی و/یا آمپرمترهای مدار اندازه‌گیری زمین حذف شده است؟			باقی ماندن اتصال کوتاه	
۱۹	آیا ارتباطات مدارات اندازه‌گیری مطابق دیاگرام تک‌خطی می‌باشد؟			ارتباطات غیر صحیح در مدارات اندازه‌گیری وجود داشته باشد.	
۲۰	آیا در هنگام راه‌اندازی تنها یک ترمینال سیم‌پیچ ثانویه ترانسفورماتور ولتاژ زمین شده است؟			بیش از یک ترمینال سیم‌پیچ ثانویه ترانسفورماتور ولتاژ زمین شده باشد.	
۲۱	آیا در هنگام راه‌اندازی کلیه اتصالات تست باز شده‌اند؟			اتصالات تست باز نشده باشد.	
۲۲	آیا در هنگام راه‌اندازی فنرهای کلیدهای قدرت و سکسیونرهای فیوزدار قبل از تغذیه مدارات مکانیکی به صورت دستی شارژ شده‌اند؟			شارژ نشدن فنرهای کلیدهای قدرت	
۲۳	آیا در هنگام راه‌اندازی اینترلاک‌ها وصل شده‌اند؟			وصل نشدن اینترلاک‌ها	
۲۴	آیا فیوز به درستی جاگذاری شده است؟				
۲۵	آیا مکانیزم قطع سه‌فاز (بادامک) فیوزهای سکسیونر فیوزدار عملکرد صحیح دارد؟				
۲۶	آیا عمل باز کردن و بستن سکسیونر به راحتی و به درستی انجام می‌گیرد؟				

ادامه جدول (۴):

ردیف	شرح فعالیت	وضعیت انجام		شرایط رد یا پذیرش	توضیحات
		قابل قبول	غیر قابل قبول		
۲۷	آیا عمل باز کردن و بستن کلیدهای زمین به راحتی و به درستی انجام می‌گیرد؟				
۲۸	آیا کلیه شینه‌های اتصال زمین بخش‌های مختلف تابلو با یکدیگر همبندی شده‌اند؟				
۲۹	آیا اینترلاک موجود بین سکسیونرها و کلید زمین آنها به درستی عمل می‌کند؟				
۳۰	آیا اینترلاک موجود بین کلید قدرت و سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار به درستی عمل می‌کند؟				
۳۱	آیا تنظیم رله‌ها مطابق طرح موجود است؟				
۳۲	آیا در صورت استفاده از رله‌های اولیه طلق شیشه‌ای مناسب جهت جلوگیری از امکان تماس بهره‌بردار در مورد برقدار بودن تابلو تدارک دیده شده است؟				

۸- دستورالعمل بهره‌برداری

این بخش شامل فهرست ابزارآلات مورد نیاز، شرایط بهره‌برداری و روش بهره‌برداری از تابلوی فشار متوسط معمولی است که در ادامه به شرح آنها پرداخته شده است. دستورالعمل بهره‌برداری شامل دستورالعمل بهره‌برداری سازنده تابلو و این دستورالعمل است. پرسنل بهره‌بردار پست قبل از آغاز هرکاری باید دستورالعمل‌های بهره‌برداری و سرویس و نگهداری تابلوی فشار متوسط را مطالعه نمایند.

۸-۱- فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز

فهرست ابزارآلات مورد نیاز جهت بهره برداری از تابلوی فشار متوسط معمولی در جدول (۵) ارایه شده است.

جدول (۵): فهرست ابزارآلا ت مورد نیاز جهت بهره‌برداری

ردیف	نام ابزارآلات	توضیحات
۱	اهرم عملکرد سکسیونر	جهت مانورکردن سکسیونر ها و کلید زمین
۲	اهرم شارژ فنر مربوط به کلید قدرت	
۳	دستکش فشار قوی	جهت جلوگیری از خطر برق گرفتگی
۴	فرش عایق زیر پایی	جهت جلوگیری از خطر برق گرفتگی
۵	فازمتر فشارقوی	
۶	فازمتر دوبل	برای تست ولتاژ بین دو فاز از دو مدار مختلف در هنگام مانور
۷	لوازم ایمنی فردی و گروهی	جهت حفظ ایمنی
۸	دوربین ترموویژن	برای تست اتصالات سست
۹	ادوات زمین کردن سیار	جهت زمین کردن تجهیزات در صورت نیاز

۸-۲- شرایط بهره‌برداری

شرایط بهره‌برداری استاندارد تابلوهای فشار متوسط در ادامه ارایه شده است. هرگاه شرایط محیطی محل نصب تجهیز خارج از شرایط بهره برداری استاندارد باشد باید تمهیدات لازم اندیشیده شود و توافق لازم میان خریدار و فروشنده صورت گیرد.

۸-۲-۱- شرایط بهره‌برداری عادی

شرایط بهره‌برداری عادی تابلوی فشار متوسط به شرح ذیل می‌باشد.

دمای هوای محیط

دمای هوای محیط نباید از ۴۰°C تجاوز نماید و میانگین آن نیز در یک دوره ۲۴ ساعته نباید از ۳۵°C+ فراتر رود. حد پایین دمای هوای محیط ۵°C- است.

شرایط جوی

هوا تمیز باشد و رطوبت نسبی آن در حداکثر دمای ۴۰°C+ از ۵۰ درصد فراتر نرود. رطوبت نسبی بالاتر در دماهای پایین‌تر (برای مثال رطوبت ۹۰ درصد در ۲۰°C+) مجاز است.

درجه آلودگی

درجه آلودگی پست محل نصب تابلو باید با درجه آلودگی طراحی تابلو مطابق باشد، در غیر این صورت تمهیدات لازم اندیشیده شود. درجه های آلودگی که ممکن است تابلو برای آنها طراحی شده باشد در پیوست (۵) ارایه شده است.

به غیر از موارد خاص در مورد تابلوهایی که برای محیط‌های صنعتی در نظر گرفته می‌شوند عمدتا درجه آلودگی ۳ برای محیط نصب آنها در نظر گرفته می‌شود.

ارتفاع

ارتفاع محل نصب نباید بیشتر از ۱۰۰۰ متر باشد.

لرزش‌ها

بار زلزله به عنوان ضریبی از شتاب ثقل زمین بین ۰/۳g و ۰/۵g انتخاب می‌شود. برای تاسیساتی که احتمال وقوع زلزله در محل نصب آنها بالاست، باید استحکام لرزه‌ای مناسب برای تجهیز طبق استاندارد IEC 61166 تامین گردد.

۸-۲-۲- شرایط بهره‌برداری ویژه

چنانچه هر کدام از شرایط ویژه بهره برداری به شرح زیر موجود باشند، ملزومات مورد نیاز باید تهیه گردد و یا توافق خاصی بین سازنده و خریدار صورت گیرد.

الف- مقادیر نامی سطح عایقی ارایه شده برای تابلوهای قدرت و فرمان، برای ارتفاع‌های ۱۰۰۰ متر و کمتر از آن به کار می‌رود. در انتخاب تابلوهای قدرت و فرمان که در ارتفاع‌های بیش از ۱۰۰۰ متر (تا ۳۰۰۰ متر) مورد استفاده قرار می گیرد، باید ضرایب تصحیح مطابق جدول (۶) اعمال شود.

جدول (۶): ضرایب تصحیح سطح عایقی برحسب ارتفاع

حداکثر ارتفاع	ضریب تصحیح برای ولتاژهای آزمون نسبت به سطح دریا	ضریب تصحیح برای ولتاژهای نامی
۱۰۰۰	۱	۱
۱۵۰۰	۱/۰۵	۰/۹۵
۳۰۰۰	۱/۲۵	۰/۸

برای حالتی که ارتفاع بین ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ متر قرار دارد با استفاده از میان یابی خطی از جدول فوق ضرایب تصحیح بدست می‌آیند.

ب- برای تاسیساتی که در مکان هایی قرار دارند که دمای محیطی آنها به طور شاخص، خارج از محدوده شرایط بهره برداری عادی است بازه دمایی که باید در نظر گرفته شود به شرح ذیل است.

- $-50\,^{\circ}C$ و $+40\,^{\circ}C$ برای آب و هوای بسیار سرد
- $-5\,^{\circ}C$ و $+50\,^{\circ}C$ برای آب و هوای بسیار گرم

۸-۳- بخش های مهم تابلوی فشار متوسط معمولی در بهره‌برداری

به منظور تسهیل در امر بهره برداری تابلوهای فشار متوسط و آشنایی بهره‌برداران با بخش‌های مهم این تابلوها در این بخش به معرفی بخش های مهم تابلوهای فشار متوسط در بهره‌برداری از آنها پرداخته شده است.

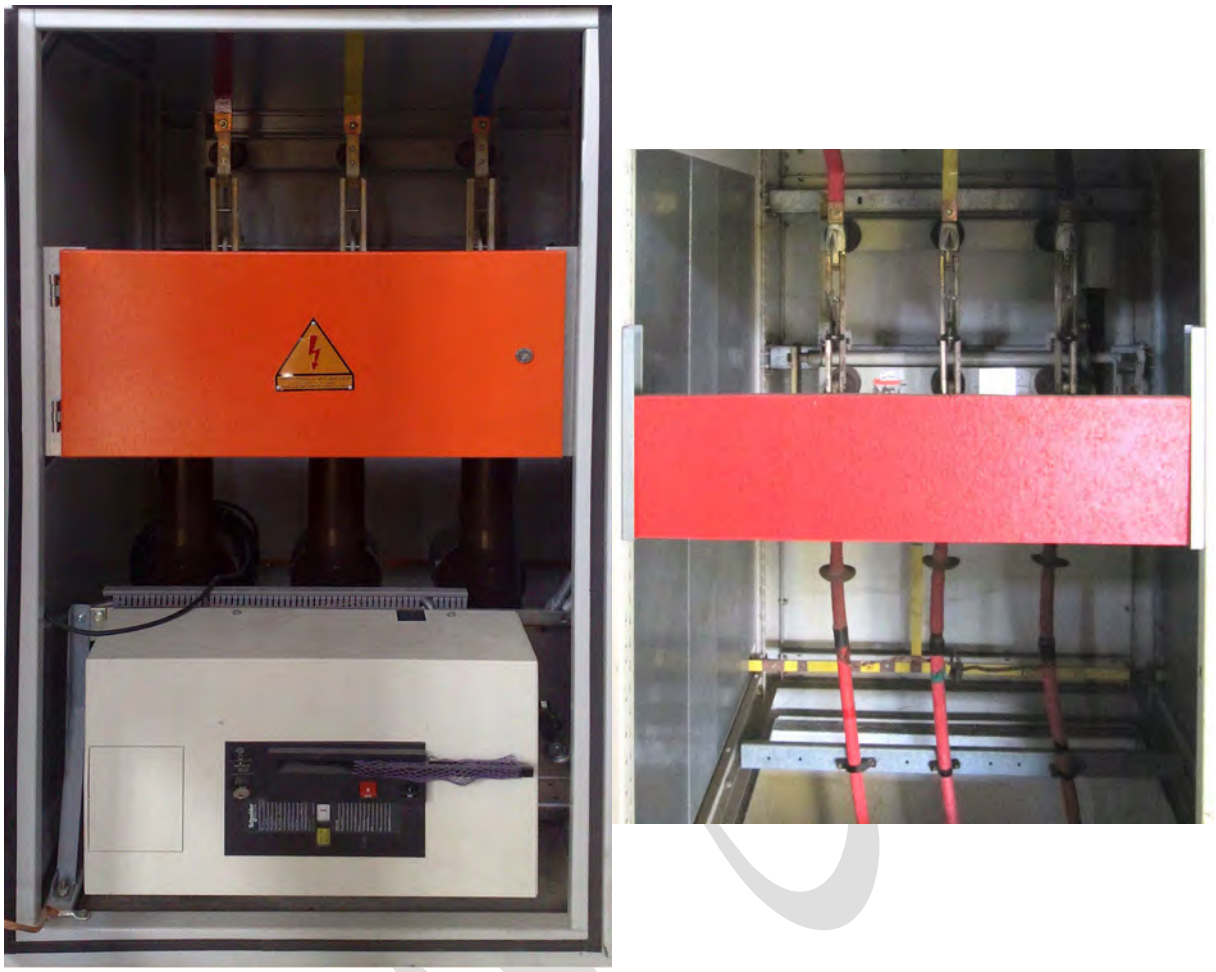
۸-۳-۱- محفظه کنترل و حفاظت

سلول‌های کلید قدرت دارای محفظه ای در بالای درب اصلی سلول می‌باشند که توسط درب‌های جداگانه‌ای که امکان دسترسی به تجهیزات فشار ضعیف کنترلی و حفاظتی داخل آن وجود دارد. روی درب این محفظه معمولا نشان‌دهنده های وضعیت باز یا بسته بودن کلیدهای قدرت، وجود ولتاژ تغذیه رله های ثانویه، آمپرمترها، ولت‌مترها، شستی قطع و وصل کلید قدرت (در صورت موتوری بودن کلید قدرت) و ... نصب می‌شوند. در شکل (۲۷) یک نمونه از این محفظه های کنترل و حفاظت موجود بر روی درب سلول‌ها ی کلید قدرت نشان داده شده است.

شکل (۲۷): نمای روبروی محفظه کنترل و حفاظت

۸-۳-۲- پوشش‌ها

بعضی از تابلوهای فشار متوسط دارای نوعی پوشش حفاظتی هستند که از برخوردهای ناخواسته بهره‌برداران با بخش‌های برقدار آن جلوگیری می‌نماید. این پوشش ها باید دارای قفل بوده و یا اینکه توسط یک اینترلاک مناسب امنیت بهره‌بردار را تامین نمایند. این پوشش‌ها می‌توانند به صورت روبندهای فلزی یا طلق های شفاف عایقی باشند تا بهره‌بردار بتواند بخش‌های درون تابلو را ببیند. نمونه‌هایی از پوشش‌های حفاظتی موجود در تابلوهای فشار متوسط در شکل (۲۸) نشان داده شده است.



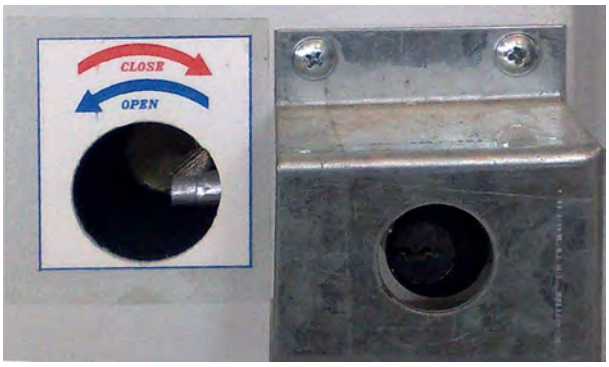
شکل (۲۸): نمونه‌هایی از پوشش‌های حفاظتی نصب شده در تابلوهای فشار متوسط معمولی

۸-۳-۳- تجهیزات اینترلاک

اینترلاک بین قسمت‌های مختلف تجهیزات به دلیل نیاز به ایمنی و عدم اشتباه بهره‌بردار مورد استفاده قرار می‌گیرد. اینترلاک، سیستمی متشکل از اجزای مختلف از قبیل اجزای مکانیکی، کابل‌ها، اتصالات و سیم‌پیچ‌ها می‌باشد. هر جزء باید به عنوان یک قسمت از تجهیزات کنترلی و کمکی مورد بررسی قرار گیرد.

اینترلاک های موجود در تابلوهای فشار متوسط مانع از عملکرد نادرست تجهیزات بواسطه فرمان نادرست به آنها می‌شود.

در سلول کلید قدرت و بالادست کلید قدرت یک سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار وجود دارد که بین بسته بودن سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار و بستن کلید قدرت مکانیزم اینترلاک وجود دارد (شکل (۲۹)).



شکل (۲۹): مکانیزم عملکرد و اینترلاک بین کلید قدرت و سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار

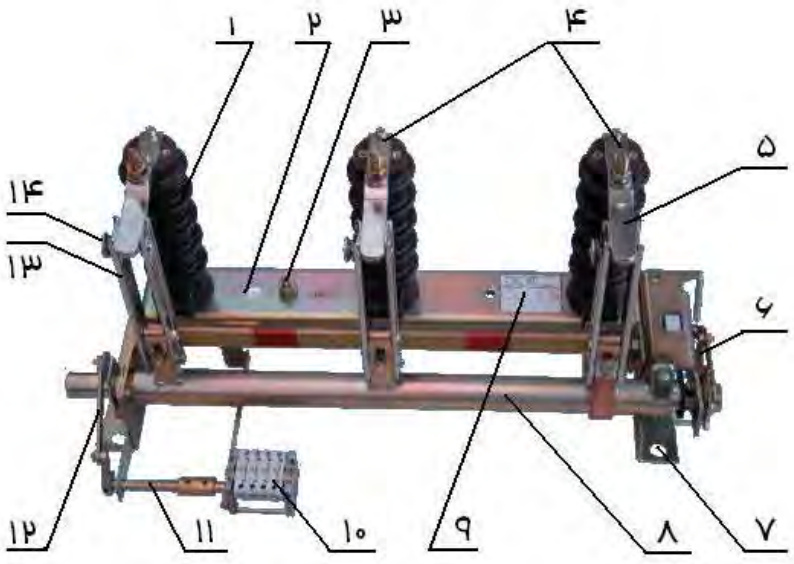
۸-۳-۴- نشان‌دهنده وضعیت

چنانچه کنتاکت‌های کلید قابل رویت نباشند، عمدتا یک نشان‌دهنده واضح و قابل اعتماد از وضعیت کنتاکت‌های مدار اصلی فراهم می‌شود. رنگ‌های نشان دهنده وضعیت در حالت باز، بسته یا زمین شده مطابق استاندارد IEC 60073 می‌باشد. غالبا وضعیت بسته با علامت I (مطابق علامت شماره 417-IEC-5007-a از استاندارد IEC 60417) و وضعیت باز با علامت O (مطابق علامت شماره 417-IEC-5008-a از استاندارد IEC 60417) نشان داده می‌شود. در مورد نشان دهنده چند منظوره، وضعیت ها با علایم گرافیکی مندرج در استاندارد IEC 60617 مشخص می‌گردند.

در بعضی از تابلوها بخش محل فرمان سکسیونر یا کلید زمین وضعیت باز، بسته یا زمین کلید مورد نظر را نشان می‌دهد.

۸-۳-۵- کلید زمین

یک کلید مکانیکی است که برای زمین کردن بخش‌های یک مدار الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. کلیدهای زمین توانایی تحمل جریان‌های الکتریکی در شرایط غیر عادی شبکه نظیر اتصال کوتاه در زمان مشخص را دارا هستند. سلول‌های مربوط به فیدرهای ورودی و خروجی، به کلید زمین تجهیز می‌شوند تا بتوانند در زمان تعمیرات اتصال زمین ایمن را برای بهره‌بردار ایجاد نماید. در شکل (۳۰) یک کلید زمین قابل نصب در تابلوهای فشار متوسط معمولی نشان داده شده و بخش‌های آن در شکل معرفی شده‌اند. در شکل (۳۱) نیز اهرم قطع و وصل کلید زمین نشان داده شده است.



۱ مقره ثابت
۲ شاسی کلید زمین
۳ محل اتصال به هادی زمین
۴ محل اتصال باسبار
۵ کنتاکت ثابت کلید زمین
۶ اینترلاک کلید زمین
۷ محل اتصال کلید به دیواره تابلو
۸ شفت کلید زمین
۹ پلاک مشخصات کلید
۱۰ کلید کمکی
۱۱ شفت کلید کمکی
۱۲ اهرم اتصال کلید زمین به کلید کمکی
۱۳ کنتاکت متحرک کلید زمین
۱۴ فنر فشار

شکل (۳۰): یک نوع کلید زمین قابل نصب در زیر سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار داخلی

شکل (۳۱): یک نمونه اهرم قطع و وصل کلید زمین

⚠ ***عملکردهای مکانیکی باید با نیروهای عادی و بدون اعمال فشار اضافی بر اینترلاک‌ها عمل کنند. در صورتی که عملکرد تجهیز با نیروی عادی امکان‌پذیر نباشد بدین‌معنی است که اینترلاک مانع عملکرد ناصحیح تجهیز می‌شود.***

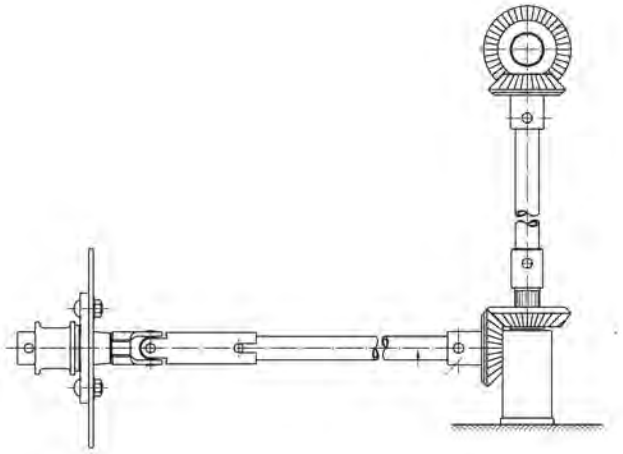
⚠ ***در صورتی که نیروی زیاد بر اینترلاک وارد شود امکان معیوب شدن تجهیز و آسیب به بهره‌بردار محتمل است.***

۸-۳-۶- اهرم قطع و وصل سکسیونر

با قرار دادن اهرم قطع و وصل سکسیونر در محل فرمان سکسیونر یا کلید زمین و با چرخاندن آن در جهت مناسب سکسیونر یا کلید زمین توسط مکانیزم انتقال‌دهنده نیروی اهرم فرمان مانور می‌شود. مکانیزم انتقال نیروی اهرم فرمان

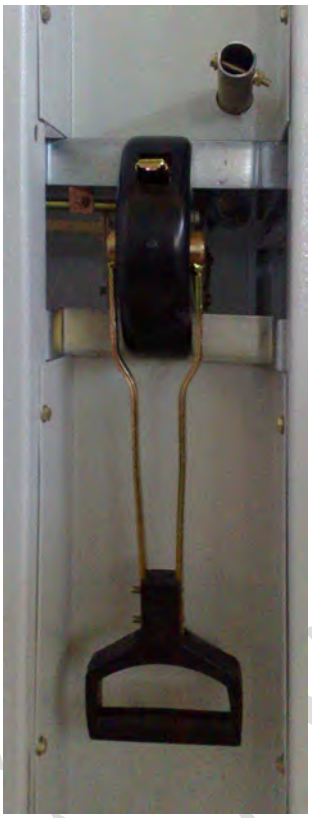
سکسیونر یا کلید زمین می‌تواند به صورت چرخ‌دنده‌ای یا بصورت زنجیری باشد (یک نمونه از این مکانیزم انتقال‌دهنده نیروی چرخ‌دنده‌ای در شکل (۳۲) و یک نمونه اهرم قطع و وصل سکسیونر در شکل (۳۳) نشان داده شده است).

⚠ ***به دلیل احتمال خطای عملکرد مکانیزم انتقال‌دهنده نیروی اهرم، اکیدا توصیه می‌گردد مکانیزم انتقال‌دهنده نیرو (چه از نوع چرخ‌دنده‌ای چه از نوع زنجیری) به وسیله نگهدارنده‌ای به دیواره تابلو اتصال داده شوند تا در صورت پاره شدن زنجیر یا باز شدن مکانیزم چرخ‌دنده‌ای از افتادن آن بر روی فازهای برقدار جلوگیری شده و از وارد آمدن خسارات جانی جلوگیری شود.***



شکل (۳۲): انتقال دهنده نیروی اهرم فرمان به شفت سکسیونر (دورانی)

اهرم فرمان سکسیونر یا کلید زمین می‌تواند از دو نوع دورانی یا اهرمی باشد. نمونه اهرم فرمان دورانی در شکل (۳۱) و مکانیزم فرمان آن در شکل (۳۲) نشان داده شده است.

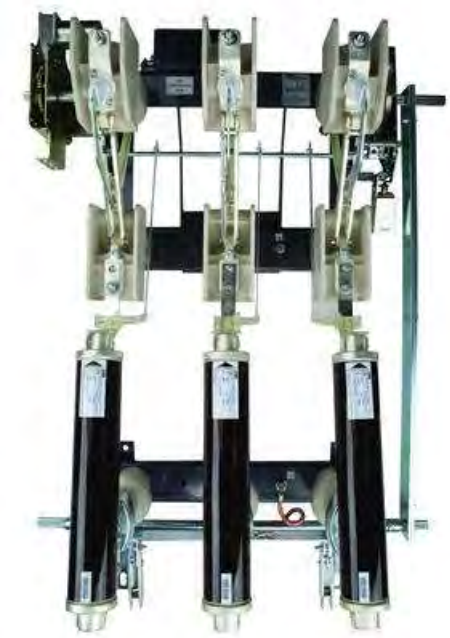


شکل (۳۳): اهرم فرمان سکسیونر (اهرمی)

۸-۳-۷- فیوزهای فشار متوسط

فیوز المانی است که وظیفه قطع جریان اتصالی را با توجه به منحنی مشخصه آن بر عهده دارد (شکل (۳۴)). فیوزهای فشار متوسط در سکسیونرهای فیوزدار مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل (۳۵)).

شکل (۳۴): فیوزهای فشار متوسط



شکل (۳۵): سکسیونر فیوزدار قابل قطع زیربار

۸-۳-۸- قفل

قفلی است که در محل مانور سکسیونرها یا کلیدهای زمین تابلوها قابل نصب بوده و مانع از بهره‌برداری‌های غیرمجاز این تجهیزات می‌شود. نمونه‌ای از این قفل‌ها در شکل (۳۶) نشان داده شده است. این قفل به گونه‌ای است که با ابزار معمول و توسط افراد عادی نمی‌توان آن را باز کرد.

شکل (۳۶): قفل عملکرد سکسیونر یا کلید زمین

۸-۴- روش بهره‌برداری

دستورالعمل بهره برداری تابلوی فشار متوسط باید در محل نصب آن قرار داده شود. درب‌های تابلوهای فشار متوسط معمولی در حالتی که تابلو برقدار است باید کاملا بسته باشد. توصیه می‌شود درب‌های تابلوی فشار متوسط قفل شوند تا از بهره‌بر داری غیر مجاز از آنها جلوگیری شود.

- ***وضعیت سکسیونرها و مکانیزم فرمان آنها باید بصورت بصری و از طریق پنجره تعبیه شده بر روی درب تابلو بازدید شود و در صورت صحت عملکرد آنها اقدام به بهره‌برداری شود.***
- ***در زمان بهره‌برداری از تابلوهای فشار متوسط باید درب آنها بسته باشد؛ مگر در زمانی که تابلوی فشار متوسط فاقد پنجره برای بازدید چشمی قبل از بهره‌برداری باشد. در این حالت باید با رعایت کلیه نکات ایمنی کار با ولتاژهای بالا نظیر استفاده از دستکش فشار قوی و فرش عایق زیرپای خط گرم درب تابلو را بازکرد و به بازدید چشمی تابلو پرداخت.***
- ***عدم توجه به علائم هشداردهنده نصب شده بر روی تابلوی فشار متوسط و قسمت‌های برقدار آن باعث آسیب‌های شدید یا حتی مرگ خواهد شد.***
- ***هنگام بهره‌برداری از تجهیزات موجود در تابلوهای فشار متوسط بهره‌بردار باید دستکش فشارقوی بر دست کرده، از فرش عایقی زیر پای خط و کلاه ایمنی استفاده نماید.***

۸-۴-۱- وضعیت تجهیزات

کلیدهای موجود در تابلو می توانند در جهت های تعیین شده بر روی بدنه تابلوی فشار متوسط باز یا بسته شوند. "I" نشان‌دهنده بسته بودن کلید و "O" نشان‌دهنده باز بودن کلید است.

۸-۴-۱-۱- سکسیونر و کلید زمین

- وضعیت فعلی سکسیونر قابل قطع زیر بار، سکسیونر فیوزدار، سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار و کلید زمین را می‌توان از روی نشان دهنده مکانیکی وضعیت کلید که بر روی درب تابلو وجود دارد ملاحظه نمود.
- در صورتی که درب تابلوی سکسیونر دارای پنجره شیشه‌ای باشد می‌توان از داخل پنجره به صورت بصری وضعیت باز یا بسته بودن سکسیونر را مشاهده کرد.

- در صورتی که سکسیونرهای مورد استفاده در تابلوهای فشار متوسط دارای کلیدهای کمکی باشند و این کلیدها به سیستم اتوماسیون و کنترل از راه دور متصل باشد، می توان وضعیت باز، بسته یا زمین سکسیونرها یا کلیدهای زمین را د ر مرکز دیسپاچینگ ملاحظه نمود.
- برای اطمینان از وضعیت کلید قدرت می‌توان برقدار بودن یا بی‌برق بودن ترمینال های کلید قدرت را با استفاده از فازمتر فشار قوی کنترل نمود.
- قبل از بهره‌برداری از سرکابل های متصل به سکسیونرها و کلیدهای قدرت بازدید چشمی بعمل آید و از عدم وجود دوده و آرک زدگی بر روی آنها اطمینان حاصل شود.

۸-۴-۱-۲- کلید قدرت

- برای اطمینان از وضعیت کلید قدرت می‌توان برقدار بودن یا بی‌برق بودن ترمینال های کلید قدرت را با استفاده از فازمتر فشار قوی کنترل نمود.
- وضعیت باز و بسته بودن کلیدهای قدرت را می‌توان با نشان‌دهنده های وضعیت نصب شده بر روی خود کلید قدرت یا درب محفظه کنترل و حفاظت آن مشاهده کرد.
- در صورتی که کلیدهای قدرت مورد استفاده در تابلوهای فشار متوسط دارای کلیدهای کمکی باشند و این کلیدها به سیستم اتوماسیون و کنترل از راه دور متصل باشد، می‌توان وضعیت باز، بسته یا زمین سکسیونرها یا کلیدهای زمین را در مرکز دیسپاچینگ ملاحظه نمود.

۸-۴-۲- باز کردن

مراحل باز کردن (قطع کردن) تجهیزات کلیدزنی موجود در تابلوهای فشار متوسط در این بخش معرفی شده است.

۸-۴-۲-۱- سکسیونرهای قابل قطع زیر بار و فیوزدار

- سکسیونرهای قابل قطع زیر بار می‌توانند به وسیله اهرم قطع و وصل که در بخش نشانگر وضعیت آن قرار داده می‌شود، باز شوند.
- برای باز کردن سکسیونر قابل قطع زیر بار و فیوزدار باید اهرم قطع و وصل را به اندازه و در جهتی که در بروشور سازنده آن ذکر شده دوران داد. سرعت قطع شدن کنتاکت‌ها وابسته به سرعت دست بهره‌بردار بوده و این کار در سریعترین زمان ممکن انجام می‌شود.

- در صورتی که سکسیونر مجهز به مکانیزم عملکرد موتوری و ارسال فرمان الکتریکی از راه دور باشد، با ارسال فرمان باز[1] از مرکز دیسپاچینگ می توان کلید قدرت را باز نمود.

۸-۴-۲-۲- سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار

- کلید قدرت باز شود.
- از باز ماندن کلید قدرت اطمینان حاصل شود.
- از برقدار نبودن قسمت پایینی کلید قدرت با استفاده از فازمتر فشار قوی اطمینان حاصل شود.
- به وسیله اهرم قطع و وصل باز شود.

۸-۴-۲-۳- کلید قدرت

- با فشردن دکمه باز یا (O) بر روی کلید قدرت یا محفظه موجود بر روی درب سلول آن کلید قدرت باز می‌شود.
- در صورتی که کلید مجهز به مکانیزم عملکرد موتوری و ارسال فرمان الکتریکی ا ز راه دور باشد، با ارسال فرمان باز از مرکز دیسپاچینگ می توان کلید قدرت را باز نمود.

۸-۴-۳- بستن

مراحل بستن (وصل کردن) تجهیزات کلیدزنی موجود در تابلوهای فشار متوسط در این بخش ارایه شده است.

قبل از وصل کردن تجهیزات کلیدزنی موجود در تابلو باید بازدید چشمی از این تجهیزات صورت گیرد و از وجود نداشتن آلودگی زیاد و دوده برروی آنها اطمینان حاصل شود.

۸-۴-۳-۱- سکسیونرهای قابل قطع زیر بار و فیوزدار

- قبل از بستن سکسیونر از باز بودن کلید زمین آن اطمینان حاصل شود.
- قبل از بستن سکسیونر قابل قطع زیر بار در صورت بهره برداری در شبکه رینگ، همفازی فیدرها با استفاده از فازمتر فشارقوی دوبل دو طرف سکسیونر کنترل شود.

---

[1]- Open

- قبل از بستن سکسیونرهای فیوزداری که دارای مکانیزم عملکرد فنری هستند فنر آنها شارژ شود.
- به وسیله اهرم قطع و وصل که در بخش نشانگر وضعیت آن قرار داده می‌شود بسته شود.
- برای بستن سکسیونر قابل قطع زیر بار و فیوزدار باید اهرم قطع و وصل را به اندازه و در جهتی که در بروشور سازنده آن ذکر شده دوران داد. سرعت قطع شدن کنتاکت‌ها وابسته به سرعت دست بهره‌بردار بوده و این کار در سریعترین زمان ممکن انجام می‌شود.
- در صورتی که سکسیونر مجهز به مکانیزم عملکرد موتوری و ارسال فرمان الکتریکی از راه دور باشد، با ارسال فرمان بسته[1] از مرکز دیسپاچینگ می‌توان کلید قدرت را وصل نمود.

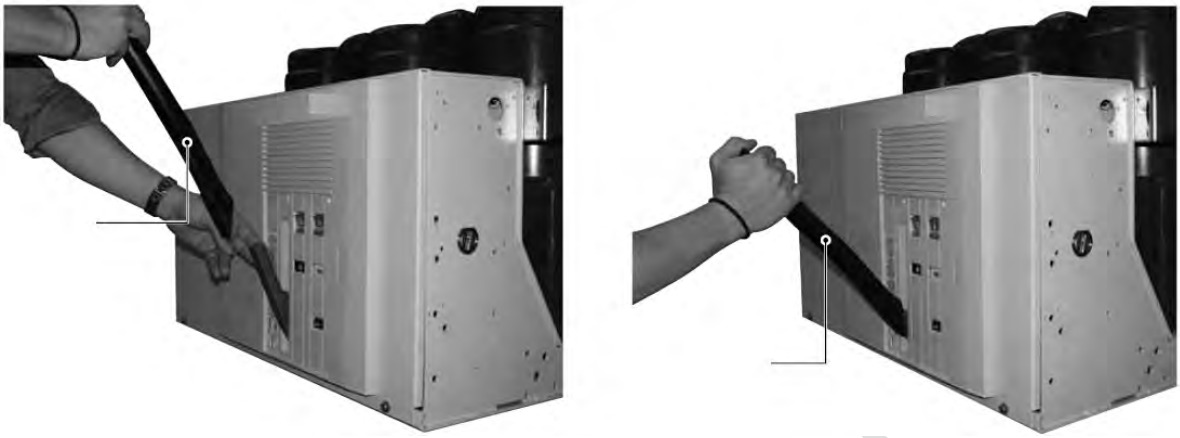
۸-۴-۳-۲- سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار

- قبل از بستن سکسیونر از باز بودن کلید زمین پایین دست آن اطمینان حاصل شود.
- قبل از بستن سکسیونر از باز بودن کلید قدرت پایین دست آن اطمینان حاصل شود.
- از باز ماندن کلید قدرت در حین عملیات بستن سکسیونر اطمینان حاصل شود.
- از برقدار نبودن قسمت پایینی کلید قدرت با استفاده از فازمتر فشار قوی اطمینان حاصل شود.
- به وسیله اهرم قطع و وصل بسته شود.

۸-۴-۳-۳- کلید قدرت

- درکلیدهای دارای مکانیزم‌های فنری به منظور شارژ دستی کلید، بایستی اهرم شارژ را به سمت پایین کشید (شکل (۳۷)).

[1]- Close



شکل (۳۷): شارژ فنر کلید قدرت با مکانیزم فنری

- با فشردن دکمه بسته یا (I) بر روی کلید قدرت یا محفظه موجود بر روی درب سلول آن کلید قدرت وصل می‌شود.
- در صورتی که کلید مجهز به مکانیزم عملکرد موتوری و ارسال فرمان الکتریکی از راه دور باشد، با ارسال فرمان بسته از مرکز دیسپاچینگ می‌توان کلید قدرت را وصل کرد.

۸-۴-۴- زمین کردن

- معمولاً کلید زمین در حالت برقرار کردن اتصال زمین، بر روی علامت ⏚ قرار می‌گیرد.
- قبل از بستن کلید زمین فیدرهای ورودی و خروجی باید از عدم برقدار بودن آنها با استفاده از فازمتر فشار قوی اطمینان حاصل کرد.
- به وسیله اهرم قطع و وصل که در بخش نشانگر وضعیت آن قرار داده می‌شود بسته یا باز شود.

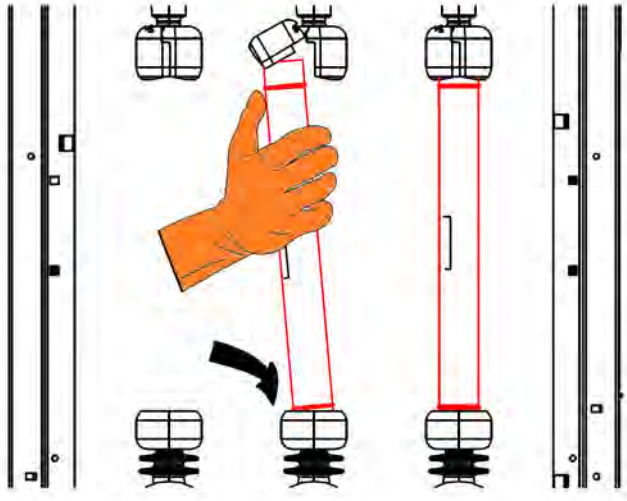
⚠ ***بسته شدن کلید زمین در زمان برقدار بودن آن ممکن است باعث آرک زدن و برق گرفتگی بهره‌بردار شود.***

- بین کلید زمین و سکسیونر قابل قطع زیر بار مکانیزم اینترلاکی وجود دارد که مانع از عملکرد کلید زمین قبل از باز شدن سکسیونر می‌شود.
- بعد از قطع یا وصل کلید زمین قفل کردن مکانیزم فرمان آن توصیه می‌شود.

۸-۴-۵- تعویض فیوزهای سکسیونر فیوزدار

برای تعویض فیوزهای سکسیونرهای فیوزدار مراحل زیر باید طی شود (شکل (۳۸)):

- بهره‌بردار دستکش فشار قوی بر دست نماید.
- سکسیونر باید باز شود.
- از بی‌برق بودن ترمینال های سکسیونر فیوزدار با فازمتر فشار قوی اطمینان حاصل شود.
- کلید زمین سکسیونر فیوزدار بسته شود.
- برای جدا کردن فیوز از محل آن باید فیوز از گوشه آن گرفته شده و با فشار دست از محل آن جدا شود.
- برای قرار د ادن فیوز در محل آن ابتدا بخش پایین آن در نگهدارنده فیوز قرار داده شود و سپس بخش فوقانی فیوز در محل آن محکم گردد. در طول نصب فیوز فشار وارد شده به آن هیچگاه نباید به وسط فیوز اعمال گردد چون ممکن است فشار بیش از اندازه به آن باعث شکسته شدن آن گردد.
- در صورت سوختن یک فیوز از فیوزهای سه فاز توصیه می‌شود دو فیوز دیگر نیز تعویض شوند.
- در صورت موجود نبودن فیوزکش ۲۰kV ، برای جدا کردن فیوزها از دستکش فشارقوی استفاده شود.



شکل (۳۸): نحوه تعویض فیوز در سکسیونر فیوزدار (در صورت موجود نبودن فیوزکش ۲۰kV)

در زمان تعویض فیوز باید دقت شود که فیوز در جهت مناسب بر روی سکسیونر فیوزدار نصب شود. زیرا نصب برعکس فیوز بر روی سکسیونر فیوزدار باعث عملکرد نادرست مکانیزم قطع سه فاز موجود در سکسیونرهای فیوزدار می‌شود. در آن صورت هنگامی که در اثر خطای تکفاز یکی از فیوزها بسوزد دو فیوز دیگر در مدار باقی مانده و مدار پایین دست سکسیونر فیوزدار را دوفاز می‌نماید.

فیوزها باید در جهت درست در سکسیونرهای فیوزدار نصب شوند. بخش بالا و پایین فیوز فشار متوسط با هم متفاوت بوده و در بخشی که در طرف مکانیزم قطع سه فاز قرار می‌گیرد زائده‌ای وجود دارد که در صورت سوختن فیوز از آن خارج شده و مکانیزم را فعال می‌کند.

۸-۵- بهره‌برداری ایمن

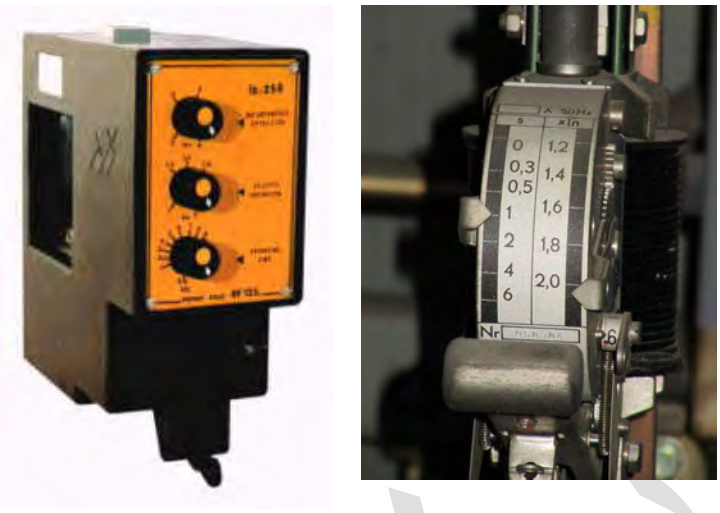
به منظور فراهم آوردن ایمنی کافی برای افراد در هنگام کار با تجهیزات تابلوهای فشار متوسط بایستی نکات به شرح ذیل مورد توجه قرار گیرد.

- در هنگام بهره‌برداری اتصالات سست با استفاده از دوربین های ترموویژن بررسی شود.
- بعضی از تابلوهای فشار متوسط دارای رله‌های اولیه[1] و بعضی از تابلوها دارای رله‌های ثانویه[2] هستند. تنظیم و تست هرکدام از این رله ها باید با توجه به دستورالعمل سازنده و واحد رولیاژ شرکت توزیع صورت گیرد.
- در هنگام مانور سکسیونرهای داخل تابلو در صورتی که مکانیزم فرمان آنها از نوع چرخ‌دنده‌ای باشد قبل از مانور، مکانیزم عملکرد بازدید چشمی شود.
- همانطور که در تعریف رله های اولیه ذکر گردیده اینگونه رله ها مستقیماً بر روی شبکه فشار متوسط نصب می‌گردند لذا بدنه این رله ها در میدان ولتاژ شبکه قرار داشته و نزدیک شدن به تابلو در حالیکه کلید قدرت وصل (بسته) باشد خطر جانی بدنبال دارد.
- بهره بردار قبل از بازگشایی درب تابلوی کلید قدرت و انجام هرگونه تنظیم بر روی رله اولیه از بی‌برق بودن آن اطمینان حاصل نماید.
- برخلاف رله‌های اولیه (شکل (۳۹))، چون رله‌های ثانویه (شکل (۴۰)) بوسیله ترانسفورماتورهای جریان به شبکه فشار متوسط متصل می باشند و در معرض میدان الکتریکی شینه های فشار متوسط نیستند، می‌توان آنها را حتی در زمانی که تابلو برقدار است تنظیم نمود.

---

[1]- Primary

[2]- Secondary



شکل (۳۹): نمونه‌هایی از رله‌های اولیه مورد استفاده در تابلوهای فشار متوسط

⚠ ***تنظیم رله‌های اولیه در حالتی که شبکه برقدار است به هیچ وجه مجاز نیست.***

شکل (۴۰): نمونه‌ای از رله‌های ثانویه

⚠ ***در صورت عدم استفاده از خروجی ترانسفورماتور جریان برای دستگاه‌های اندازه‌گیری ثانویهٔ آن حتما اتصال کوتاه شود.***

⚠ ***کلیه تجهیزات ایمنی فردی و گروهی بطور مستمر کنترل شوند و از سالم بودن آنها قبل از بهره‌برداری اطمینان حاصل شود.***

⚠ ***برای سالم ماندن دستکش فشارقوی می‌توان از یک پوشش روی آن استفاده نمود.***

۹- دستورالعمل سرویس و نگهداری

این قسمت شامل بخش های فهرست ابزارآلات مورد نیاز و آیین کار و روش اجرایی است که در ادامه به شرح آنها پرداخته شده است. دستورالعمل سرویس و نگهداری شامل دستورالعمل سرویس و نگهداری سازنده و این دستورالعمل است. پرسنل بهره بردار قبل از آغاز هرکاری باید دستورالعمل بهره برداری و سرویس و نگهداری تابلوی فشار متوسط را مطالعه نمایند.

۹-۱- فهرست ابزارآلات مورد نیاز

فهرست ابزارآلات مورد نیاز جهت سرویس و نگهداری تابلوی فشار متوسط معمولی در جدول (۸) ارایه شده است.

جدول (۷): فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز جهت سرویس و نگهداری

ردیف	نام ابزارآلات	توضیحات
۱	برس سیمی برنجی	جهت تمیز کردن اتصالات
۲	برس سیمی فولادی	جهت تمیز کردن اتصالات
۳	دستگاه اندازه‌گیری مقاومت زمین	
۴	آچار ترکمتردار	جهت محکم کردن اتصالات مکانیکی
۵	مواد شوینده	جهت تمیز کردن سکسیونر
۶	پارچه بدون پرز	جهت تمیز کردن سکسیونر
۷	دوربین ترموویژن	برای تست اتصالات الکتریکی سست
۸	ادوات زمین کردن سیار	جهت زمین کردن تجهیزات در صورت نیاز

۹-۲- آیین کار و روش اجرایی

دستورالعمل‌های سرویس و نگهداری تابلو فشار متوسط باید در محل نصب تجهیز قرار داده شود. قبل از انجام عملیات سرویس و نگهداری بر روی تابلو فشار متوسط یا ادوات نصب شده در درون آن، کلیه اقدامات ایمنی باید انجام شود. در زمان سرویس و نگهداری‌های کلی تابلوهای فشار متوسط، لازم است تابلو بی برق شده و کلیه تجهیزات موجود در آن سرویس شوند. در انجام عملیات سرویس توجه به نکات زیر ضروری است.

- قبل از انجام هر عملی برروی تابلوها باید از بی برق شدن مدارات کمکی و اصلی (ورودی و خروجی) اطمینان حاصل گردد.
- بی برقی تابلو و تجهیزات داخل آن با استفاده از فازمتر فشار قوی کنترل شود.

- کلید های زمین موجود در تابلو بسته شوند.
- قبل و بعد از بی برق شدن با یک نمایشگر ولتاژ مناسب باید ولتاژ قرائت شود.
- هنگامی که سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار عملیات قطع را انجام می دهد باید نشانگر وضعیت کلید قدرت روی off قرار گرفته باشد.
- قبل از حصول اطمینان از بی‌برق شدن و زمین کردن سرکابل تجهیز مورد نظر، از سرویس آن خودداری شود.
- با قفل کردن کلید زمین و نیز اتصال زمین دائمی، از برقدار شدن تصادفی و ناخواسته تجهیزات جلوگیری گردد.
- همواره بایستی احتمال دوباره برقدار شدن مدار اصلی و یا کمکی را مد نظر قرار داده و از بربرقی مدارات کنترل کلیدها، اینترلاک ها و جداسازی قطعات اطمینان حاصل نمود.

⚠ ***در صورت لزوم در پست‌های مجاور علائم هشدار نصب شود یا از قفل ایمنی برای جلوگیری از اقدامات ناخواسته یا نادانسته، استفاده شود.***

- تجهیزات تابلو از قبیل هشدار دهنده‌ها، اینترلاک‌ها، مدارات، گرمکن ها، روشنایی و منابع باتری دارای منابع تغذیه متفاوت می باشند که با ولتاژ اصلی تابلو فرق می‌کنند. لذا همواره هنگام بی‌برق کردن مدار اصلی و هنگامی که کلید جدا کننده حالت خاموش و قطع را نشان می‌دهد، تمامی خطوط بی‌برق نیستند. جهت جلوگیری از وقوع اشتباه باید پیام‌های هشداردهنده مناسب نصب گردد. در ضمن باید از برقدار شدن معکوس ترانسفورماتور ولتاژ و یا باز شدن ثانویه ترانسفورماتور جریان جلوگیری نمود.
- حتما از صحت عملکرد باتری و شارژر رلهٔ ثانویه اطمینان حاصل شود.
- در صورت وجود نداشتن کلیدهای زمین در تابلو از ادوات زمین کردن سیار استفاده شده و کلیه بخش‌هایی که نیاز به سرویس و نگهداری دارند زمین شوند.
- کلیه فازها زمین شوند حتی اگر عملیات روی فاز دیگری صورت می‌گیرد.
- قبل از وصل کردن سیم زمین به فاز ابتدا سیم زمین به سیستم زمین وصل شده و پس از اینکه از صحت اتصال و محکم بودن آن اطمینان حاصل شد آن را به فاز متصل نمود.
- بعد از انجام کار سیم زمین ابتدا از هادی فاز جدا شده و سپس از سیستم زمین جدا گردد.
- سیم زمین به هیچ عنوان نباید برای سلول‌ها یا قسمت‌هایی که در معرض هادی‌های برقدار فشار متوسط هستند به کار رود.

⚠ ***از موانع و مانیتورهایی جهت اعلام خطر برق گرفتگی استفاده شود.***

عملیات سرویس و نگهداری باید همواره در حضور حداقل دو نفر انجام پذیرد.

تجهیزات الکتریکی به شرایط محیطی حساسند و به راحتی با شرایط عملکردی غیرعادی آسیب می‌بینند. گردوغبار، گرما ، سرما، رطوبت، اتمسفر خورنده، پسماندهای شیمیایی، بخار، ارتعاش و سایر شرایط می توانند برعملکرد و عمر تجهیز الکتریکی تاثیر بگذارند. این شرایط، مخصوصا وقتی با هم ترکیب شوند، باعث خطاهای زودرس می‌گردند. می‌توان با پیروی از توصیه های سازنده در عملیات نگهداری، از هزینه های تعمیر اجتناب کرد. مهمترین قوانینی که باید از آنها پیروی کرد عبارتند از:

- تجهیز تمیز نگهداشته شود.
- تجهیز خشک نگهداشته شود.
- از اصطکاک بیش از از حد قطعات مکانیکی جلوگیری شود.

۹-۳- بازرسی و سرویس و نگهداری

بازدید سالیانه برای تابلوهای فشار متوسط باید انجام شود؛ حتی اگر کلیدها و سایر تجهیزات تابلو در طول این مدت عمل نکرده باشند. بازه های سرویس و نگهداری دوره ای تابلوهای فشار متوسط در مناطق دارای شرایط آب و هوایی خاص باید در بازه های زمانی کوتاهتری انجام شود. مناطقی نظیر:

- مناطق دارای اتمسفر خورنده
- محیط های دارای گرد و خاک زیاد
- محیط های دارای رطوبت بالا
- تابلوهایی با تعداد عملکرد بالای کلیدهای موجود در آن

در سرویس دوره ای تابلوهای فشار متوسط باید موارد زیر در نظر گرفته شود:

- کلیه عایق های نگهدارنده شینه ها و عایق های سکسیونرها باید تمیز شوند
- کنتاکت‌های سکسیونرها باید تمیز شده و با یک لایه از گریس کنتاکت پوشانیده شوند.
- در صورتی که آسیبی در تجهیزات داخل تابلو ملاحظه شد سریعا سازنده تابلو مطلع گردد و اقدامات لازم برای سرویس یا تعویض قطعه مذکور صورت گیرد.
- اتصالات مکانیکی بررسی و در صورت نیاز اصلاح شوند.
- پیچ و مهره‌ها باید کاملا محکم شده و قسمت های متحرک به طور آزادانه حرکت کنند.

- به جز مواردی که در توصیه های سازنده آمده است، یاتاقان‌ها، شفت‌ها و سایر قسمت های متحرک باید به صورت مناسب روغن‌کاری شوند.
- ترانسفورماتورهای اندازه گیری باید تمیز شده و از لحاظ آسیب دیدگی مورد بررسی قرار گیرند.
- مکانیزم عملکرد باید بی‌عیب بوده و اینترلاک‌ها و قفل ها کنترل شوند و نشانگر محل کنتاکت‌ها (وضعیت کلید) صحیح عمل کند.
- کنتاکت‌های اصلی و کمکی باید از لحاظ فرسودگی (مطابق دستورات کارخانه) و اضافه دما بررسی و در صورت نیاز تعویض گردند. اضافه دما ممکن است بر اثر بدی تهویه، اضافه بار، سست بودن اتصالات، کافی نبودن نیروی کنتاکت‌ها و ... ایجاد شود.
- جافیوزها باید به طور کامل بازرسی شده و مقادیر نامی و اضافه دما بازرسی گردد. اضافه دما ممکن است ناشی از انتخاب نامناسب فیوز، اضافه بار فیدر و سست بودن اتصالات باشد.
- در صورت سوختن فیوز باید یک فیوز با همان مقادیر نامی در آن محل قرار گیرد. کنتاکت و بدنه فیوزها باید به دقت تمیز گردند.
- کنتاکت های سکسیونرها باید به دقت تنظیم شده و از قطع و وصل آسان آنها اطمینان حاصل شود.

⚠ ***در ترانسفورماتورهای جریان قبل از اقدام به عملیات سرویس و نگهداری باید از بی‌برقی ترانسفورماتور و دشارژ بودن آن اطمینان حاصل کرد. در صورتی که اولیه ترانسفورماتور روی بار و ثانویه آن باز شود حالت خطرناکی ایجاد می‌گردد که لازم است به صورت موقت اتصال کوتاه گردد.***

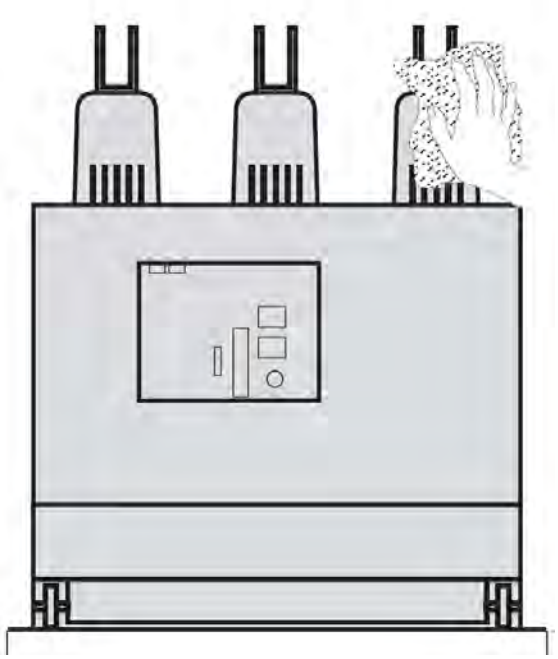
⚠ ***قبل از انجام عملیات سرویس و نگهداری، ترانسفورماتور ولتاژ باید زمین گردیده و از بی‌برقی و دشارژ بودن آن مطمئن شد.***

- باید دقت گردد تا به طور سهوی ترانسفورماتور ولتاژ از طریق پسخورد طرف ثانویه برقدار نشود.
- عملکرد صحیح دریچه های ایمنی باید بازرسی شده و در صورت به کار رفتن فیوزهای حفاظتی و مقاومت محدوده کننده جریان باید از نقطه نظر اتصال داشتن و سالم بودن کنترل گردند.

۹-۳-۱- تمیز کردن

برای عملکرد صحیح تجهیزات، تمیز کردن و تهویه طبیعی آنها ضروری است. قبل از برداشتن پوشش‌ها و بازکردن درب ها برای جلوگیری از ورود گرد و غبار باید احتیاط لازم به عمل آید. برای تمیز کردن داخل تابلوها وسیله مکشی توصیه می‌شود. در هر مرحله از تمیز کردن، تجهیزات باید بی‌برق باشند. برای تمیز کردن قطعات روغنی باید از پارچه جیر و یا ابر پلاستیکی نو استفاده شده و به هیچ عنوان از تکه پارچه های کتان نباید استفاده شود. پارچه‌های به کار رفته باید بدون پرز و از لحاظ شیمیایی تمیز باشند (شکل (۴۱)).

اگر از مواد حلال برای تمیز کردن استفاده می گردد باید دقت شود تا برای تجهیزات مضر نباشد. همچنین مواد آتش زا و یا سمی نیز به هیچ عنوان نباید مورد استفاده قرار گیرد. در طول مدت تمیز کردن باید دقت شود که بدون دلیل درب ها باز نمانده و بعد از انجام کار درب ها بسته و از لحاظ ایمنی، اینترلاک ها مرتب کنترل شوند. همچنین بایستی در طول مدت مذکور مراقبت لازم از برچسب ها و علایم نصب شده صورت گیرد تا خللی در وضعیت آنها ایجاد نشود.



شکل (۴۱): تمیز کردن کلید قدرت موجود در تابلو

۹-۳-۲- علامت‌گذاری سلول‌ها و اتصالات

تمامی سلول‌ها و خروجی کابل ها باید قبل از جابجایی علامت‌گذاری شوند. همچنین اتصالات باز شده یا ایجاد شده موقت که برای آزمایش در نظر گرفته شده‌اند باید به دقت مشخص گردند تا بعد از انجام عملیات به صورت اول برگردانده شوند.

۹-۳-۳- چگونگی اتصالات

صحت اتصالات و سالم بودن آنها باید به طور مرتب بازرسی شده و به هر گونه نشانه اضافه دما دقت شود. بعد از وقوع اختلال، پیچ و مهره‌ها، پین‌ها و قفل ها و تمام وسایلی که از آنها جریان عبور می کند همچنین اتصالات زمین باید بررسی شده و در صورت تغییر وضعیت، دوباره به صورت اول برگردانده شوند. به محکم بودن یک پیچ نباید اکتفا شود زیرا ممکن است به علت درازی پیچ و یا گیر کردن در سوراخ کور مدتی بعد سست شود. کلیه اتصالات توسط آچار ترکمتردار بایستی بررسی شود. اتصالات متحرک مدار قدرت مثل تیغه ها باید از لحاظ عملکرد، پاکیزگی و هر گونه نشانه اضافه دما بازرسی گردند. اتصالات قابل انعطاف بافته شده نیز باید از لحاظ ساییدگی و قابلیت انعطاف بازرسی شده و در صورت لزوم تعویض گردند.

۹-۳-۴- اینترلاک‌ها

شخص مسئول سرویس و نگهداری باید ماهیت و هدف استفاده از اینترلاک و تجربه کار مربوطه را داشته باشد. هنگام سرویس و نگهداری اینترلاک‌ها نکات به شرح ذیل مد نظر قرار گیرد:

- پیچ‌ها، اهرم‌ها، فنرها، کشوها، قفل و بست ها باید تمیز شده و به منظور عملکرد صحیح به حد کافی روغن‌کاری شوند.
- هر نشانه ای از پوسیدگی به دقت بررسی و در صورت لزوم قطعه تعویض گردد.
- تمامی اجزای ثابت مانند پیچ و مهره‌ها، پیچ تنظیم، پین‌ها و ... بازرسی گردد.
- مدارات سیم‌بندی و ترمینال‌ها کنترل و قسمت‌های معیوب تعویض و یا سرویس شود.
- آزمون مقاومت عایقی روی مدارات کنترل صورت گیرد.
- بعد از بی‌باری شینه ها و فیدرها عملکرد تمام اینترلاک‌ها بررسی گردد. این آزمایش‌ها بایستی هم در جهت عملکرد و هم در جهت عدم عملکرد اینترلاک ترتیب داده شود تا هم از کار صحیح سیستم و هم از رفع خطر در مواقع لزوم اطمینان حاصل گردد.

۹-۳-۵- کارت مشخصه سرویس و نگهداری

کارت مشخصه سرویس و نگهداری تابلوهای فشار متوسط معمولی در جدول (۸) ارایه شده است.

جدول (۸): کارت مشخصه سرویس و نگهداری تابلوی فشار متوسط معمولی

نام تجهیز :	تاریخ تکمیل فرم:	
تاریخ نصب :	کد GIS:	
سازنده :	نوع :	شماره سریال :

ردیف	شرح فعالیت	وضعیت انجام		شرایط رد یا پذیرش	توضیحات
		قابل قبول	غیر قابل قبول		
۱	پاکیزگی/ وضعیت رنگ				
۲	وضعیت اتصالات				
۳	جا فیوزها				
۴	کنتاکت‌های ثابت				
۵	کنتاکت‌های متحرک				
۶	شمش‌ها و کلیه سرکابل‌های متصل به آنها				
۷	مقره‌ها				
۸	مدارهای قطع کننده				
۹	اتصالات زمین				
۱۰	وسایل اندازه‌گیری				
۱۱	سیم کشی تابلو با توجه به نقشه‌های موجود				
۱۲	مکانیزم عملکرد				
۱۳	کلید کمکی				
۱۴	توصیه برای بازدید بعدی				
۱۵	مکانیزم شارژ فنر سکسیونر فیوزدار				
۱۶	عملکرد صحیح اینترلاک‌ها				

همچنین با توجه به نقش کلید قدرت بعد از وقوع خطا در تابلو باید نکات به شرح زیر مورد توجه قرار گیرد.

- عایق‌ها و سایر قسمت های در معرض بخار فلز باید تمیز شده و هر گونه نشانه ای از ترک، شکاف، سوختگی و یا سایر خسارات مورد رسیدگی قرار گیرد.
- مکانیزم عملکرد باید آزمایش گردد.
- وضعیت ظاهری و مکانیکی کلید قدرت بعد از وقوع خطا در پست باید بازرسی گردد.

پیوست (۱): ابعاد تابلو

حداکثر ابعاد تابلوهای فشارمتوسط تمام بسته قابل دسترسی از جلو به شرح مندرج در جدول (پ-۱-۱) است.

جدول (پ-۱-۱): ابعاد تابلوهای فشار متوسط تمام بسته

ابعاد	تابلوهای ۲۰ کیلوولت	تابلوهای ۳۳ کیلوولت
حداکثر ارتفاع (cm)	۲۲۰	۲۲۵
حداکثر عرض (cm)	۱۴۰	۱۶۰
حداکثر عمق (cm)	۱۴۰	۱۶۰

پیش نویس

پیوست (۲): درجه حفاظت تابلوی فشار متوسط

جداول (پ-۲-۱) و (پ-۲-۲) درجات مختلف حفاظت مربوط به تابلوهای فشار متوسط را نشان می‌دهند.

جدول (پ-۲-۱): درجات مختلف حفاظت (رقم اول)

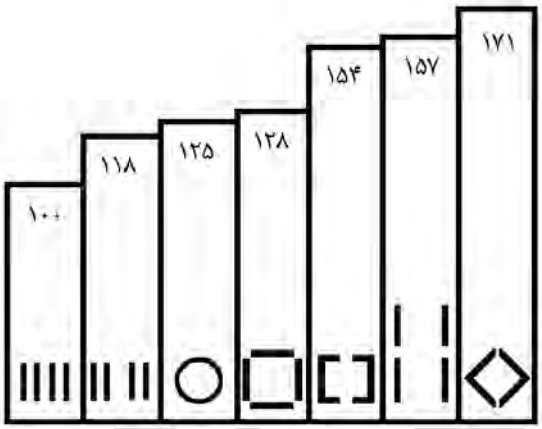
درجه حفاظتی	حفاظت در مقابل تماس با قسمت‌های برقدار و متحرک
IP۲X	انگشت یا اشیاء با قطر بزرگتر از ۱۲ میلیمتر
IP۳X	ابزار، سیم ها و غیره با قطر یا ضخامت بیشتر از ۲/۵ میلیمتر
IP۴X	سیم با قطر یا نوار با ضخامت بیش از ۱/۰ میلیمتر

جدول (پ-۲-۲): درجات مختلف حفاظت (رقم دوم)

درجه حفاظتی	حفاظت در مقابل قطرات آب و مایع
IPX۲	ریزش قطرات آب به صورت عمودی برروی تابلویی که ۱۵ درجه از وضعیت عادی خود کج شده است مضر نیست.
IPX۳	ریزش قطرات آب تا زاویه ۶۰ درجه نسبت به حالت عمودی نبایستی هیچگونه آسیبی به تابلو برساند.
IPX۴	مایع پاشیده شده از هر جهت نبایستی به تابلو آسیب برساند.

پیوست (۳): ابعاد استاندارد شینه های مورد استفاده در تابلوهای فشار متوسط

در جریان‌های پایین شینه تکی یا دوبل تخت با توجه به سهولت در نصب و فواصل مجاز کم، ترجیح داده می‌شود و در این حالت استفاده از شینه دوبل تلفات را پایین می‌آورد. در جریان‌های بالاتر از شینه‌های گرد (لوله‌ای) و ناودانی می‌توان استفاده نمود. در شکل (پ-۳-۱) درصد باردهی شینه های مختلف که دارای سطح مقطع مجموع یکسان هستند با هم مقایسه شده‌اند.



شکل (پ-۳-۱): درصد باردهی شینه‌های مختلف (با سطح مقطع‌های یکسان)

مشخصه‌های استاندارد مس و آلومینیوم مورد استفاده در شینه‌ها مطابق جدول (پ-۳-۱) می‌باشد.

جدول (پ-۳-۱): مشخصات هادی‌های مس و آلومینیوم

جنس	کد شناسایی	تنش کشش گسستن $R_m\ (N/mm^2)$	مدول الاستیسیته (مدول یانگ) $E(N/mm^2)$	کشش نهایی (N/mm^2)		حداقل رسانایی در $20\ ^\circ C$ $(m/\Omega.\ mm^2)$
				حداکثر	حداقل	
مس	E-Cu F25	۲۵۰	۱۱ × ۱۰۴	۲۹۰	۲۰۰	۵۶
	E-Cu F30	۳۰۰	۱۱ × ۱۰۴	۳۶۰	۲۵۰	۵۶
	E-Cu F37	۳۷۰	۱۱ × ۱۰۴	۴۰۰	۳۳۰	۵۶
آلومینیوم	E- AL F6.5/7	۶۵/۷۰	۶/۵ × ۱۰۴	۸۰	۲۵	۳۵/۴
	E-AL F8	۸۰	۶/۵ × ۱۰۴	۱۰۰	۵۰	۳۵/۲
	E-AL F10	۱۰۰	۶/۵ × ۱۰۴	۱۲۰	۷۰	۳۴/۸

در جدول (پ-۳-۲) و جدول (پ-۳-۳) ظرفیت جریان پیوسته‌ای که شینه های مسی و آلومینیومی می‌توانند از خود عبور دهند با توجه به فرضیات زیر بدست آمده است.

- هوای محیط آرام و بدون حرکت باشد.
- قسمت های اکسید شده هادی های لخت، دارای ضریب تشعشع ۰/۴ برای مس و ۰/۳۵ برای آلومینیوم باشند.
- هادی های رنگ شده دارای ضریب تشعشع تقریبی ۰/۹ باشند.
- دمای محیط $35^{\circ}C$ و دمای هادی $65^{\circ}C$ باشد.

جداول مربوط به هادی‌های مسی مطابق استاندارد DIN 43671 و جداول هادی‌های آلومینیومی مطابق DIN 43670 می‌باشد. در جدول (پ-۳-۲) ظرفیت باردهی شینه های مسی با سطح مقطع مستطیلی آمده است. فاصله بین دو شینه که به طور عمودی و از پهنا کنار هم قرار گرفته‌اند برابر ضخامت شینه می‌باشد.

جدول (پ-۳-۲): ظرفیت باردهی شینه‌های مسی با سطح مقطع مستطیلی

جریان پیوسته متناوب (A)				جنس ماده*	وزن** (kg/m)	سطح مقطع (mm^2)	پهنا × ضخامت (mm × mm)
آرایش هادی لخت		آرایش هادی رنگ شده					
۳۱۲	۱۷۷	۳۴۵	۲۰۳	E-Cu F37	۰/۵۲۹	۵۹/۵	۱۲×۵
۵۵۳	۲۸۵	۶۰۵	۳۲۶	E-Cu F37	۱/۰۶۳	۱۱۹/۵	۱۲×۱۰
۵۰۰	۲۷۴	۵۶۰	۳۱۹	E-Cu F37	۰/۸۸۲	۹۹/۱	۲۰×۵
۸۲۵	۴۲۷	۹۲۴	۴۹۷	E-Cu F30	۱/۷۷	۱۹۹	۲۰×۱۰
۶۷۲	۳۷۹	۷۶۰	۴۴۷	E-Cu F37	۱/۳۳	۱۴۹	۳۰×۵
۱۰۶۰	۵۷۳	۱۲۰۰	۶۷۶	E-Cu F30	۲/۶۶	۲۹۹	۳۰×۱۰
۸۳۶	۴۸۲	۹۵۲	۵۷۳	E-Cu F37	۱/۷۷	۱۹۹	۴۰×۵
۱۲۹۰	۷۱۵	۱۴۷۰	۸۵۰	E-Cu F30	۲/۵۵	۳۹۹	۴۰×۱۰
۹۹۴	۵۸۳	۱۱۴۰	۶۹۷	E-Cu F37	۲/۲۲	۲۴۹	۵۰×۵
۱۵۱۰	۸۵۲	۱۷۲۰	۱۰۲۰	E-Cu F30	۴/۴۴	۴۹۹	۵۰×۱۰
۱۱۵۰	۶۸۸	۱۳۳۰	۸۲۶	E-Cu F30	۲/۶۶	۲۹۹	۶۰×۵
۱۷۲۰	۹۸۵	۱۹۶۰	۱۱۸۰	E-Cu F30	۵/۳۳	۵۹۹	۶۰×۱۰
۱۴۵۰	۸۸۵	۱۶۸۰	۱۰۷۰	E-Cu F30	۳/۵۵	۳۹۹	۸۰×۵

ادامه جدول (پ-۳-۲):

جریان پیوسته متناوب (A)				جنس ماده*	وزن** (kg/m)	سطح مقطع (mm^2)	پهنا × ضخامت (mm × mm)
آرایش هادی لخت		آرایش هادی رنگ شده					
۲۱۱۰	۱۲۴۰	۲۴۱۰	۱۵۰۰	E-Cu F30	۷/۱۱	۷۹۹	۸۰×۱۰
۱۷۳۰	۱۰۸۰	۲۰۱۰	۱۳۰۰	E-Cu F30	۴/۴۴	۴۹۹	۱۰۰×۵
۲۴۸۰	۱۴۹۰	۲۸۵۰	۱۸۱۰	E-Cu F30	۸/۸۹	۹۸۸	۱۰۰×۱۰
۲۸۶۰	۱۷۴۰	۳۲۸۰	۲۱۱۰	E-Cu F30	۱۰/۷	۱۲۰۰	۱۲۰×۵

* وزن با توجه به چگالی $8/9\ kg/dm^3$ محاسبه شده است.

** مواد E-Cu و سایر مواد مطابق استاندارد DIN 40500 Sheet 3 می‌باشند و لبه شینه‌ها مطابق استاندارد DIN 46433 گرد شده است.

جدول (پ-۳-۳): مشخصات باردهی شینه‌های آلومینیومی با سطح مقطع مستطیلی

جریان پیوسته متناوب تا فرکانس ۶۰ هرتز (A)				جنس ماده*	وزن ** (kg/m)	سطح مقطع (mm^2)	پهنا × ضخامت (mm × mm)
آرایش تعداد هادی لخت		آرایش هادی رنگ شده					
۲۶۳	۱۳۹	۲۹۲	۱۶۰	E-Al F10	۰/۱۶۰	۵۹/۵	۱۲ × ۵
۴۴۰	۲۲۴	۴۹۰	۲۵۷	E-Al F10	۰/۳۲۲	۱۱۹/۵	۱۲ × ۱۰
۳۹۲	۲۱۴	۴۴۶	۲۵۴	E-Al F10	۰/۲۶۸	۹۹/۱	۲۰ × ۵
۶۴۳	۳۳۱	۷۳۰	۳۹۳	E-Al F10	۰/۵۳۸	۱۹۹	۲۰ × ۱۰
۵۲۶	۲۹۵	۶۰۶	۳۵۶	E-Al F10	۰/۴۰۳	۱۴۹	۳۰ × ۵
۸۳۲	۴۴۵	۹۵۶	۵۳۶	E-Al F10	۰/۸۰۸	۲۹۹	۳۰ × ۱۰
۶۵۸	۱۰۶	۷۶۲	۴۵۶	E-Al F10	۰/۵۳۸	۱۹۹	۴۰ × ۵
۱۰۳۰	۵۵۷	۱۱۸۰	۶۷۷	E-Al F10	۱/۰۸	۳۹۹	۴۰ × ۱۰
۷۸۶	۴۵۵	۹۱۶	۵۵۶	E-Al F10	۰/۶۷۳	۲۴۹	۵۰ × ۵
۱۲۱۰	۶۶۷	۱۴۰۰	۸۱۵	E-Al F10	۱/۳۵	۴۹۹	۵۰ × ۱۰

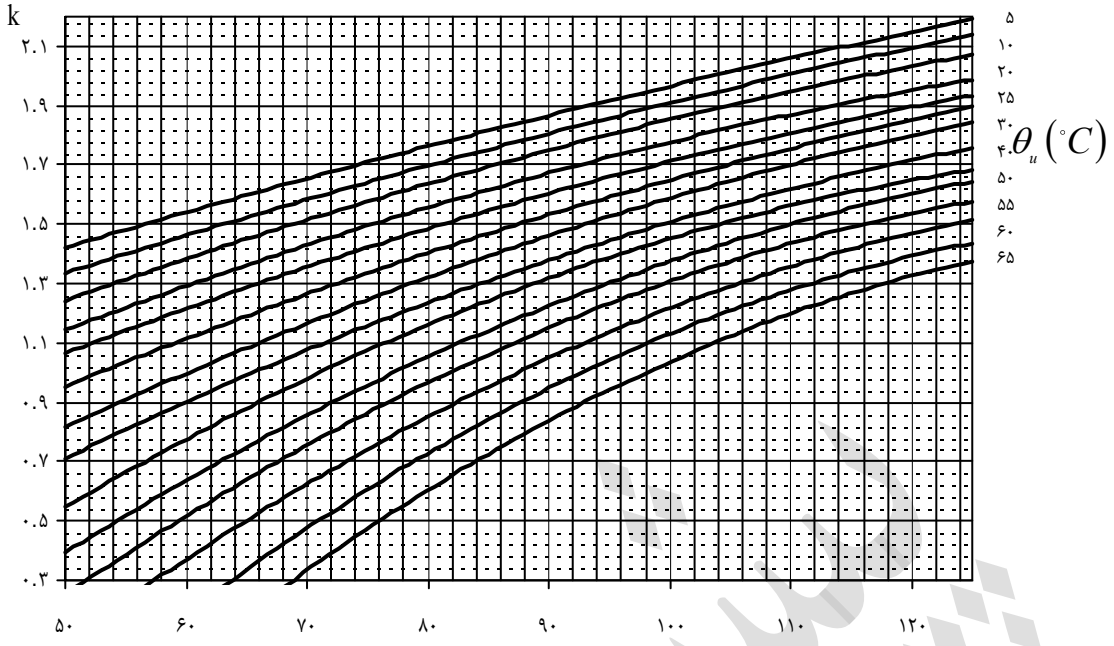
ادامه جدول (پ-۳-۳):

جریان پیوسته متناوب تا فرکانس ۶۰ هرتز (A)				جنس ماده*	وزن ** (kg/m)	سطح مقطع (mm^2)	پهنا × ضخامت (mm × mm)
آرایش تعداد هادی لخت		آرایش هادی رنگ شده					
۹۱۰	۵۳۳	۱۰۷۰	۶۵۵	E-Al F10	۰/۸۰۸	۲۹۹	۶۰ × ۵
۱۳۹۰	۷۷۴	۱۶۱۰	۹۵۱	E-Al F10	۱/۶۲	۵۹۹	۶۰ × ۱۰
۱۱۵۰	۶۸۸						
		۱۳۶۰	۸۵۱	E-Al F10	۱/۰۸	۳۹۹	۸۰ × ۵
۱۷۲۰	۹۸۳	۲۰۰۰	۱۲۲۰	E-Al F10	۲/۱۶	۷۹۹	۸۰ × ۱۰
۱۳۹۰	۸۴۶	۱۶۵۰	۱۰۵۰	E-Al F6.5	۱/۳۵	۴۹۹	۱۰۰ × ۵
۲۰۵۰	۱۱۹۰	۲۳۹۰	۱۴۸۰	E-Al F6.5	۲/۷۰	۹۹۹	۱۰۰ × ۱۰
۲۵۰۰	۱۴۵۰	۲۹۱۰	۱۸۰۰	E-Al F6.5	۴/۰۴	۱۵۰۰	۱۰۰ × ۱۵
۲۳۶۰	۱۳۹۰	۲۷۵۰	۱۷۳۰	E-Al F6.5	۳/۲۴	۱۲۰۰	۱۲۰ × ۱۰
۲۸۵۰	۱۶۸۰	۳۳۲۰	۲۰۹۰	E-Al F6.5	۴/۸۶	۱۸۰۰	۱۲۰ × ۱۵

* وزن با توجه به چگالی $۲/۷\ kg/dm^3$ محاسبه شده است.

** مواد E-Al و سایر مواد مطابق استاندارد DIN 40501 Sheet 3 می‌باشند و لبه شینه‌ها مطابق استاندارد DIN 46433 گرد شده است.

اگر دمای محیط و شینه با مقادیر در نظر گرفته شده متفاوت باشد (دمای هوای غیر از $35^\circ C$ و دمای هادی غیر از $65^\circ C$) ضریب تصحیح K مطابق شکل (پ-۳-۲) بدست می‌آید.



شکل (پ-۳-۲): ضریب تصحیح K برحسب دمای شینه (θ_S) و دمای متوسط هوا در ۲۴ ساعت (θ_u)

انتخاب سطح مقطع شینه، باید با توجه به حداکثر دمای عملکرد مجاز تجهیزات و اتصالات و مواد عایقی مربوطه انجام گیرد.

پس از تعیین K جریان دایمی شینه در دمای مربوطه از رابطه زیر بدست خواهد آمد.

$$I_{\text{دایمی}} = I_{\text{جدول}} \times K$$

پیوست (۴): زمین

در این بخش فقط به یک نمونه چاه زمین و الکترود اتصال زمین که با الکترولیت سدیم بنتونیت آماده‌سازی می‌شود، پرداخته می‌شود. بعنوان الکترود می‌توان هم از میله های کاپرولد یا فولاد گالوانیزه استفاده نمود و هم بجای میله، هادی چند مفتولی ۳۵×۱ میلیمتر مربع به شرطی که قطر هر مفتول آن کمتر از ۱/۸ میلیمتر نباشد، بعنوان الکترود بکار برد. یک سیم مسی به ارتفاع یک متر از ته چاه بصورت حلقه مارپیچی به قطر حدود ۸۰ سانتیمتر و فاصله ۱۵ سانتیمتر حلقه ها از هم آماده و در چاه مستقر شود.

الف: استفاده از بنتونیت فعال شده در کانال‌های سطحی

۱- کانالی به عرض ۳۰ تا ۴۰ سانتیمتر به عمق ۷۵ سانتیمتر و به طول مورد نظر حفر شود. اگر عمق نفوذ یخ‌زدگی خاک بیشتر از ۷۵ سانتیمتر باشد، باید کانالی عمیق‌تر (تا زیر لایه یخ‌زدگی) حفر گردد.
۲- کف کانال تا ارتفاع ۱۰ سانتیمتر از بنتونیت بصورت دوغاب سفت (۳۵ درصد بنتونیت و ۶۵ درصد آب) پر شود.
۳- سیم یا صفحه مسی روی لایه بنتونیت مطابق دستورالعمل اجرای سیستم اتصال زمین (sw/30/071) خوابانیده شود.
۴- روی سیم به ارتفاع ۱۵ سانتیمتر با بنتونیت به صورت دوغاب سفت پوشانیده شود.
۵- بقیه کانال با خاک سرند شده پر و کمپکت گردد.

توجه:با توجه به حجم کانال و شرایط ذکر شده برای هر متر طول، ۳۰-۴۵ کیلوگرم بنتونیت خشک مورد نیاز است.

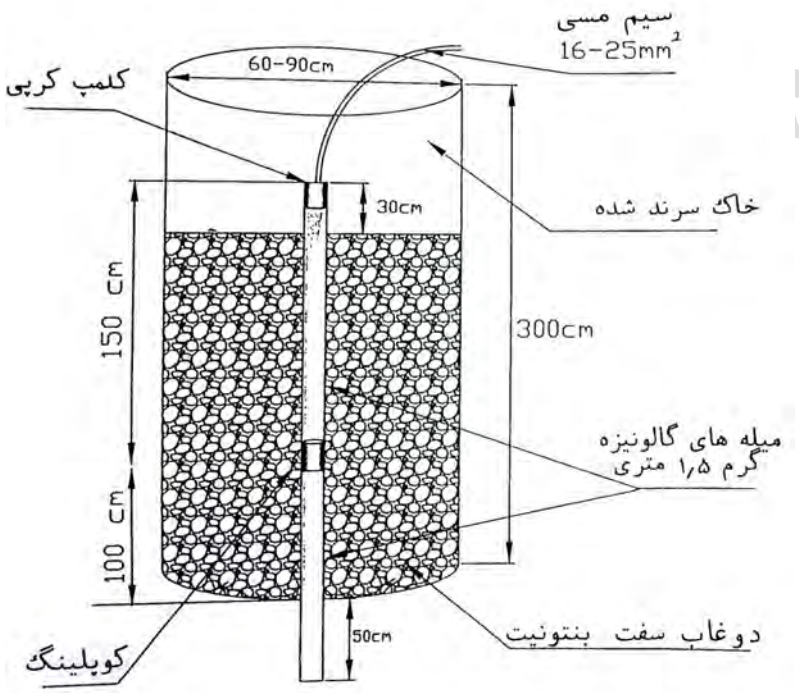
ب: استفاده از بنتونیت فعال شده در چاه های عمودی با نصب میله زمین

۱- چاهی به قطر تقریبی ۶۰-۹۰ سانتیمتر و به عمق ۳ متر حفر شود.
۲- دو عدد میله زمین ۱/۵ متری با استفاده از کوپلینگ در وسط حفره طوری کوبیده شود که ۵۰ سانتیمتر از میله زمین در داخل زمین فرو رود.
۳- بنتونیت بصورت دوغاب سفت کاملاً بهم زده شده (۳۵ درصد بنتونیب و ۶۵ درصد آب) و دور میله تخلیه شود. این کار تا ۳۰ سانتیمتر پایین تر از لبه فوقانی میله زمین ادامه داده شود.
۴- اتصالات لازم به میله زمین انجام شود. در صورت تمایل دریچه بازدید نصب شود و یا چاه کاملاً با خاک سرند شده پر گردد. در صورت حساس بودن محل، ۴۰ درصد بنتونیت را با خاک و آب مخلوط کرده و گودال بوسیلهٔ آن پر شود.

۵- هنگام پر کردن چاه ضروری است بعد از هر ۲۰ سانتیمتری که با مواد پر می‌شود، مواد دوغاب سفت را فشار داده تا کاملاً به میله زمین بچسبد. این عمل، فشردگی و چسبندگی لایه‌ها را به میله زمین افزایش داده و به پر کردن فضای خالی کمک می‌کند.

توجه: با توجه به اینکه حدود ۲ متر ارتفاع از کف چاه با بنتونیت به صورت دوغاب سفت پر می‌شود تقریباً ۴۰۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم بنتونیت خشک مورد نیاز خواهد بود.

تبصره: در صورتی که با ایجاد یک حلقه چاه، مقاومت کمتر از ۲ اهم حاصل نشود، باید چاه دیگری را با همین مشخصات در فاصله حداقل ۶ متری از چاه اول حفر نمود. ضمناً ارتباط دو چاه باید مطابق بند الف انجام گیرد.



شکل (پ-۴-۱): یک نمونه چاه زمین و الکترود اتصال زمین که با الکترولیت سدیم بنتونیت

پیوست (۵): درجات آلودگی

درجه های آلودگی که ممکن است تابلو برای آن طراحی شده باشد در جدول (پ-۵-۱) ارایه شده است.

جدول (پ-۵-۱): درجات آلودگی

درجه آلودگی	توضیحات
درجه آلودگی ۱	هیچ آلودگی وجود ندارد و یا تنها آلودگی های خشک و بدون هدایت الکتریکی دیده می‌شود.
درجه آلودگی ۲	معمولا تنها آلودگی های بدون هدایت الکتریکی وجود دارد. هر چند به ندرت یک هدایت موقت ایجاد شده در اثر میعان انتظار می‌رود.
درجه آلودگی ۳	آلودگی‌های با هدایت الکتریکی وجود دارد یا اینکه آلودگی های خشک غیررسانا که در اثر معیان هادی می‌شوند، دیده می‌شود.
درجه آلودگی ۴	در اثر عواملی مانند ذرات هادی، باران یا برف و هدایت الکتریکی پایدار ایجاد می‌کند.

این دستورالعمل تحت نظارت شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ (دبیرخانه) توسط پژوهشگاه نیرو تدوین و پس از طرح در جلسات کمیته‌های تخصصی و اعمال نقطه‌نظرات صاحبنظران نهایی شده است.

تهران - میدان ونک - خیابان ملاصدرا - خیابان شیراز جنوبی - نبش کوچه سرو www.tbtb.ir
کد پستی: ۱۴۳۵۸۹۳۷۳۷ تلفن: ۵-۸۸۰۵۷۰۹۰ - دورنگار: ۸۸۰۳۹۴۱۷ info@tbtb.ir

تهران - شهرک قدس - انتهای بلوار شهید دادمان (پونک باختری) www.nri.ac.ir
صندوق پستی: ۵۱۷-۱۴۶۶۵ تلفن: ۸۸۰۷۹۴۰۰ - دورنگار: ۸۸۰۷۸۲۹۶ info@nri.ac.ir

تهران - خیابان ولی عصر (عج) - بالاتر از میدان ونک - خیابان رشید یاسمی
جنب بیمارستان خاتم الانبیا (ص) - شرکت توانیر
تلفن : ۲۷۹۳۵۰۷۱ - دورنگار: ۸۸۶۴۴۹۷۰

www.tavanir.org.ir