



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

معاونت هماهنگی توزیع  
دفتر پشتیبانی فنی



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

# پست هوایی



ویرایش یک - مرداد ۱۳۹۰



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

## دستورالعمل های نصب، نظارت بر نصب، بهره برداری و سرویس و نگهداری

### پست هوایی

وضعیت سند	تاریخ	تهیه کننده	تایید کننده	تصویب کننده
چاپ صفر ویرایش یک	مردادماه ۱۳۹۰	پژوهشگاه نیرو کمیته تخصصی پست	شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ	شرکت توانیر
		امضا	امضا	امضا



## پیشگفتار

در دهه های اخیر شاهد توسعه کمی و کیفی بسیار شتابدار در تمام وجوه علم و صنعت هستیم و صنعت برق نیز بعنوان صنعت پیشرفته و پیچیده با استفاده از تکنولوژی مدرن دارای تجهیزات بسیار متنوع در رشته های مختلف از این قاعده مستثنا نبوده و هر روزه با توجه به روند تغییرات در نوع و سطح نیاز بهره برداران، انجام تغییرات در نوع توپولوژی شبکه ها و بواسطه آن استفاده از تجهیزات جدید در شبکه ها ضروری می گردد. 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 قابلیت های عملیاتی و نیروی انسانی خود اقدام نمایند. این مهم در مجاورت سیاست ها و استراتژی های کلی صنعت برق کشور مبنی بر واگذاری فعالیت های اجرایی به بیرون از سازمان ها، اهمیتی دوچندان می یابد که بتوان علاوه بر ایجاد زبان مشترک فنی، روابط مابین ارکان دست اندرکاران 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 اینصورت با ایجاد وحدت نظر فنی، ارتقای اثربخشی طرح ها و کاهش هزینه های 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 "دستورالعمل های تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون های مترتب بر کالاهای کثیرالمصرف" برنامه تدوین "دستورالعمل های نصب، نظارت بر نصب، بهره برداری و سرویس و نگهداری تجهیزات کثیرالمصرف" را در دستور کار قرار داده 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 تفاهم نامه 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 صاحب نظران قرار می گیرد. بدیهی است کاستی های 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 پست هوایی**" مشتمل بر چهار دستورالعمل به منظور استفاده پیمانکاران و مجریان در حوزه نصب تجهیزات و همکاران و پیمانکاران شاغل در حوزه بهره‌برداری و سرویس و نگهداری و همچنین دستگاه‌های نظارت جهت کنترل و نظارت بر اجرای عملیات نصب و بهره‌برداری تجهیزات توسط پژوهشکده انتقال و توزیع نیروی پژوهشگاه نیرو و با حضور اعضا به شرح زیر تدوین گردیده است.

رئیس پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو	فرضعلی زاده	صفر
مدیر گروه پژوهشی خط و پست	شریعتی	محمد رضا
مدیر گروه تدوین	قدیری	حمیده
کارشناس تدوین	نادری آسا	علی
کارشناس تدوین	خیامیم	سارا

پیش‌نویس مذکور با حضور و مشارکت متخصصین و صاحب‌نظران صنعت برق در قالب کمیته‌ای با حضور اعضای گروه تدوین و افراد مشروحه ذیل در تاریخ ۹۰/۵/۲۳ مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفته است.

شرکت توزیع نیروی برق نواحی استان تهران	آریان‌فر	محمد
شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد	احمدی	محمد علی
شرکت توزیع نیروی برق نواحی استان تهران	اردکانی	حسین
شرکت توزیع نیروی برق خراسان شمالی	باغشنی	وحید
شرکت مپنا	حاجی‌بک‌زاده	کیوان
شرکت صبا خازن	حمیدی	محمد صادق
شرکت وطن نیرو	خیام	اسماعیل
شرکت تکوپادساز	رادمهر	افشین
شرکت توزیع نیروی برق شمالغرب تهران	ربانی	داود
شرکت پایشگران برق آب نیروی البرز	سلام‌زاده	محمود
شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ	صالحی	علیرضا
شرکت توزیع نیروی برق نواحی استان تهران	صبرآموز	سارا
شرکت مهندسين البرز نیرو تابش	طاهریانفر	مجتبی



شرکت تابش تابلو	فتحی‌رضایی	مهدی
شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ	فخاری	اکبر
شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ	فراهانی	محمدرضا
شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ	قلی‌زاده	کامران
شرکت پارس تابلو	کفایی	امیر
شرکت منیران	محمدی	عباس
شرکت قدس نیرو	مستقیمی	مهرداد
شرکت توزیع نیروی برق نواحی استان تهران	میهنی	رضا

بر خود لازم می‌دانم 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 دست‌اندرکاران با رهنمودهای ارزنده خویش ما را در رفع کاستی‌ها 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 پست هوایی

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

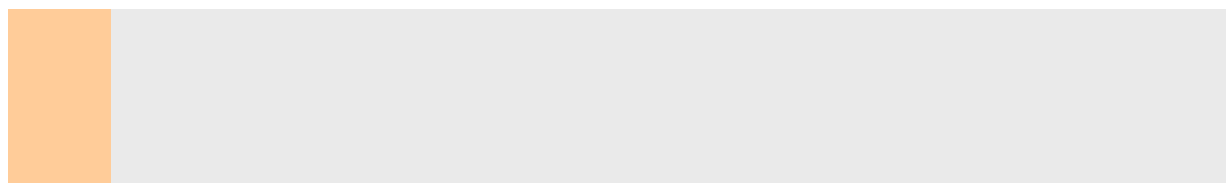
- قبل از نصب، بهره‌برداری و سرویس و نگهداری یا تست پست هوایی این دستورالعمل و دستورالعمل سازنده تجهیزات پست بدقت مطالعه شود. بهره‌برداری، سرویس و نگهداری نادرست پست هوایی می‌تواند منجر به مرگ یا صدمات جانی بسیار شدید شود.
- کارایی رضایت‌بخش پست هوایی به نصب صحیح و سرویس و نگهداری کافی آن بستگی دارد.
- تجهیز توسط پرسنل دارای صلاحیت و آموزش دیده نصب، بهره‌برداری، سرویس و نگهداری شود.
- توجه شود که آسیب‌دیدگی تجهیزات پست هوایی ممکن است عملکرد درست آن را تحت‌الشعاع قرار دهد.
- لازم بذکر است توضیحات کامل درباره روش‌های استاندارد رفع عیب، اصول حفظ سلامتی و عملیات تعمیر در داخل این دستورالعمل وجود ندارد.



## فهرست نسخ:

چاپ	ویرایش	تاریخ	توضیحات
صفر	یک	مرداد ماه ۱۳۹۰	این نسخه توسط پژوهشگاه نیرو تهیه و در کمیته تخصصی پست هوایی مورخ ۹۰/۵/۲۳ برگزار شده در پژوهشگاه نیرو مورد تایید اعضای کمیته قرار گرفته است.

## دریافت کنندگان سند:



پست هوایی



## فهرست مطالب

۱۶	۱-هدف و دامنه کاربرد
۱۶	۲-مراجع
۱۷	۳-محدوده اجرا
۱۷	۴-تعاریف و علائم
۲۰	۵-پست هوایی
۲۱	۱-۵-محل نصب پست هوایی
۲۲	۲-۵-محدوده نصب
۲۲	۳-۵-بخش‌های مختلف پست هوایی
۲۶	۱-۳-۵-ترانسفورماتور
۲۹	۱-۱-۳-۵-مخزن (تانک)
۲۹	۲-۱-۳-۵-کنسرواتور (منبع انبساط)
۲۹	۳-۱-۳-۵-بوشینگ‌ها
۲۹	۴-۱-۳-۵-تپ‌چنجر
۳۰	۵-۱-۳-۵-نشان دهنده سطح روغن (روغن نما)
۳۰	۶-۱-۳-۵-رطوبت‌گیر
۳۰	۷-۱-۳-۵-شیر نمونه برداری و تخلیه روغن
۳۱	۸-۱-۳-۵-ترمینال زمین
۳۱	۹-۱-۳-۵-برقگیر آرماتور (میله‌ای یا شاخکی)
۳۱	۱۰-۱-۳-۵-پلاک مشخصات
۳۲	۲-۳-۵-کات‌اوت فیوز
۳۴	۱-۲-۳-۵-پایه نصب
۳۴	۲-۲-۳-۵-مقره اتکایی
۳۴	۳-۲-۳-۵-پایه فیوز
۳۴	۴-۲-۳-۵-فیوزگیر (دسته کات‌اوت)
۳۴	۵-۲-۳-۵-لینک فیوز





۳۴	.....	۳-۳-۵-برقگیر
۳۵	.....	۴-۳-۵-تابلوی فشار ضعیف
۳۶	.....	۵-۳-۵-پایه
۳۷	.....	۱-۵-۳-۵-آرایش شبکه
۳۷	.....	۶-۳-۵-سکوی ترانسفورماتور
۴۰	.....	۷-۳-۵-کابل
۴۰	.....	۸-۳-۵-سیستم زمین
۴۱	.....	۹-۳-۵-مقره
۴۲	.....	۱۰-۳-۵-هادی آلومینیوم- فولاد
۴۳	.....	۱۱-۳-۵-کنسول
۴۳	.....	۱۲-۳-۵-سکوی زیر تابلو فشار ضعیف
۴۵	.....	۶-دستورالعمل نصب
۴۵	.....	۱-۶-فهرست ابزار و ماشین آلات مورد نیاز
۴۶	.....	۲-۶-انبارداری و حمل و نقل
۴۶	.....	۱-۲-۶-انبارداری و حمل و نقل پایه‌های بتنی
۴۷	.....	۱-۱-۲-۶-انبارداری
۴۸	.....	۲-۱-۲-۶-حمل و نقل
۵۰	.....	۲-۲-۶-انبارداری و حمل و نقل ترانسفورماتور
۵۰	.....	۱-۲-۲-۶-انبارداری
۵۱	.....	۲-۲-۲-۶-حمل و نقل
۵۲	.....	۳-۲-۶-انبارداری و حمل و نقل تابلوی فشار ضعیف
۵۲	.....	۱-۳-۲-۶-انبارداری
۵۳	.....	۲-۳-۲-۶-حمل و نقل
۵۳	.....	۴-۲-۶-انبارداری و حمل و نقل کات اوت فیوز و برقگیر
۵۳	.....	۱-۴-۲-۶-انبارداری
۵۴	.....	۲-۴-۲-۶-حمل و نقل
۵۵	.....	۳-۶-مراحل نصب



- ۵۵ ..... ۱-۳-۶- دستورالعمل نصب پست هوایی تک پایه
- ۵۷ ..... ۱-۱-۳-۶ پایه
- ۶۱ ..... ۲-۱-۳-۶- سکوی ترانسفورماتور
- ۶۲ ..... ۳-۱-۳-۶- ترانسفورماتور
- ۶۳ ..... ۴-۱-۳-۶- کات اوت فیوز و برقگیر
- ۶۴ ..... ۵-۱-۳-۶- تابلو
- ۶۴ ..... ۶-۱-۳-۶- نحوه اتصالات
- ۶۹ ..... ۷-۱-۳-۶- سیستم زمین
- ۷۲ ..... ۸-۱-۳-۶- کاورینگ ترانسفورماتور
- ۷۲ ..... ۲-۳-۶- دستورالعمل نصب پست هوایی دو پایه
- ۷۳ ..... ۱-۲-۳-۶ پایه
- ۷۴ ..... ۲-۲-۳-۶- سکوی ترانسفورماتور
- ۷۴ ..... ۳-۲-۳-۶- ترانسفورماتور
- ۷۴ ..... ۴-۲-۳-۶- کات اوت فیوز و برقگیر
- ۷۵ ..... ۵-۲-۳-۶- تیغه جداسازی هوایی
- ۷۵ ..... ۶-۲-۳-۶- سکوی سرکابل
- ۷۶ ..... ۷-۲-۳-۶- تابلو
- ۷۸ ..... ۸-۲-۳-۶- نحوه اتصالات
- ۸۱ ..... ۹-۲-۳-۶- سیستم زمین
- ۸۱ ..... ۱۰-۲-۳-۶- کاورینگ ترانسفورماتور
- ۸۱ ..... ۴-۶- آزمون‌های مورد نیاز پیش از راه‌اندازی
- ۸۳ ..... ۵-۶- مراحل راه‌اندازی
- ۸۴ ..... ۷- دستورالعمل نظارت بر نصب تجهیز
- ۸۴ ..... ۱-۷- فهرست ابزارآلات مورد نیاز
- ۸۴ ..... ۲-۷- آیین کار و روش اجرایی
- ۹۱ ..... ۸- دستورالعمل بهره‌برداری
- ۹۱ ..... ۱-۸- فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز



- ۲-۸-۲-شرایط بهره‌برداری ..... ۹۱
- ۱-۲-۸-۱-تابلوی فشار ضعیف ..... ۹۱
- ۲-۲-۸-۲-ترانسفورماتور ..... ۹۴
- ۳-۲-۸-۳-کات‌اوت فیوز ..... ۹۴
- ۴-۲-۸-۴-برقگیر ..... ۹۶
- ۳-۸-۳-روش بهره‌برداری ..... ۹۷
- ۱-۳-۸-۱-قطع و وصل فیدر تغذیه‌کننده پست ..... ۹۷
- ۲-۳-۸-۲-نحوه عملکرد انواع کلیدفیوز ..... ۹۹
- ۳-۳-۸-۳-تحلیل ..... ۱۰۰
- ۴-۳-۸-۴-کار با خط گرم ..... ۱۰۰
- ۵-۳-۸-۵-چک لیست سیستم زمین ..... ۱۰۱
- ۹-۲-دستورالعمل سرویس و نگهداری ..... ۱۰۳
- ۱-۹-۱-فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز ..... ۱۰۳
- ۲-۹-۲-آیین کار و روش اجرایی ..... ۱۰۴
- ۳-۹-۳-سرویس و نگهداری ..... ۱۰۸
- ۱-۳-۹-۱-سرویس و نگهداری ترانسفورماتور ..... ۱۰۸
- ۱-۳-۹-۱-۱-دوره‌ای ..... ۱۰۸
- ۲-۳-۹-۱-۲-پس از وقوع خطا ..... ۱۱۰
- ۲-۳-۹-۲-۳-سرویس و نگهداری تابلو فشار ضعیف ..... ۱۱۲
- ۱-۲-۳-۹-۱-دوره‌ای ..... ۱۱۲
- ۲-۲-۳-۹-۲-پس از وقوع خطا ..... ۱۱۳
- ۳-۳-۹-۳-سرویس و نگهداری کات‌اوت فیوز ..... ۱۱۴
- ۱-۳-۳-۹-۱-دوره‌ای ..... ۱۱۴
- ۲-۳-۳-۹-۲-پس از وقوع خطا ..... ۱۱۴
- ۴-۳-۹-۴-سرویس و نگهداری برقگیر ..... ۱۱۵
- ۱-۴-۳-۹-۱-دوره‌ای ..... ۱۱۵
- ۵-۳-۹-۵-پس از وقوع خطا ..... ۱۱۶



- ۹-۴- گزارش‌گیری ..... ۱۱۶
- ۹-۴-۱- گزارش سرویس و نگهداری ..... ۱۱۶
- ۹-۴-۲- گزارش بروز نقص فنی ..... ۱۱۷
- پیوست (۱): پست هوایی RMU ..... ۱۱۸
- پیوست (۲): جنس زمین ..... ۱۲۱
- پیوست (۳): دستورالعمل استفاده از بنتونیت (مواد کاهش دهنده مقاومت) ..... ۱۲۲
- پیوست (۴): حریم ..... ۱۲۴
- پیوست (۵): جریان فشار ضعیف ترانسفورماتور ..... ۱۲۶
- پیوست (۶): آمپراژ المان فیوز فشار متوسط ..... ۱۲۷



## فهرست اشکال

- شکل (۱): پست هوایی نصب شده بر روی شبکه فشار متوسط هوایی ..... ۲۲
- شکل (۲): پست هوایی تک پایه ..... ۲۳
- شکل (۳): پست هوایی نصب شده بر روی شبکه فشار متوسط زمینی ..... ۲۴
- شکل (۴): شماتیک پست هوایی نصب شده بر روی شبکه فشار متوسط هوایی ..... ۲۵
- شکل (۵): انواع متداول ترانسفورماتورهای ۲۵ و ۵۰ کیلوولت آمپر ..... ۲۷
- شکل (۶): انواع متداول ترانسفورماتورهای با ظرفیت بیش از ۵۰ کیلوولت آمپر ..... ۲۸
- شکل (۷): یک نمونه تپ چنجر ..... ۲۹
- شکل (۸): یک نمونه از نشان دهنده‌های سطح روغن (روغن نما) ..... ۳۰
- شکل (۹): انواع کات اوت فیوزها از لحاظ ساختمان ..... ۳۲
- شکل (۱۰): کات اوت فیوز ..... ۳۳
- شکل (۱۱): نمونه‌ای از پایه بتنی ..... ۳۶
- شکل (۱۲): نمونه‌ای از انواع آرایش هادی‌ها در شبکه هوایی ..... ۳۸
- شکل (۱۳): سکوی ترانسفورماتور تک پایه ..... ۳۹
- شکل (۱۴): سکوی ترانسفورماتور دوپایه ..... ۳۹
- شکل (۱۵): هادی‌های آلومینیوم-فولاد استاندارد متداول در شبکه توزیع ..... ۴۲
- شکل (۱۶): نمونه‌ای از سکوی بتنی پیش ساخته ..... ۴۴
- شکل (۱۷): نمونه‌ای از سکوی آجرچینی شده ..... ۴۴
- شکل (۱۸): طرز قرار گرفتن تیرهای بتنی چهارگوش به روی زمین و یا بر روی کف تریلر ..... ۴۸
- شکل (۱۹): قرار دادن تیرهای بر روی تریلر ..... ۴۹
- شکل (۲۰): شاهین جهت بلند کردن تیر ..... ۵۰
- شکل (۲۱): اجرای فونداسیون و نصب پایه‌های بتونی ..... ۵۹
- شکل (۲۲): نحوه سنگ چینی دور پایه برای مناطقی با احتمال آب گرفتگی ..... ۵۹
- شکل (۲۳): روش گودبرداری، نصب و دورچینی‌های تیرهای بتونی در زمین‌های باتلاقی ..... ۶۱
- شکل (۲۴): نحوه نصب سکوی ترانسفورماتور تک پایه ..... ۶۲
- شکل (۲۵): اجرای سیستم زمین حفاظتی و الکتریکی و سیستم پد در اطراف پست هوایی ..... ۶۸
- شکل (۲۶): نمونه‌ای از تیغه جداساز هوایی ..... ۷۶
- شکل (۲۷): فونداسیون سکوی پیش ساخته بتنی ..... ۷۷



- شکل (۲۸): سکوی آجرچینی شده ..... ۷۸
- شکل (۲۹): تعیین ضریب  $K_A$  برای تصحیح ارتفاع محل نصب کلید قدرت ..... ۹۶
- شکل (پ-۱-۱): نمونه‌ای از پست هوایی RMU ..... ۱۲۰

پست هوایی

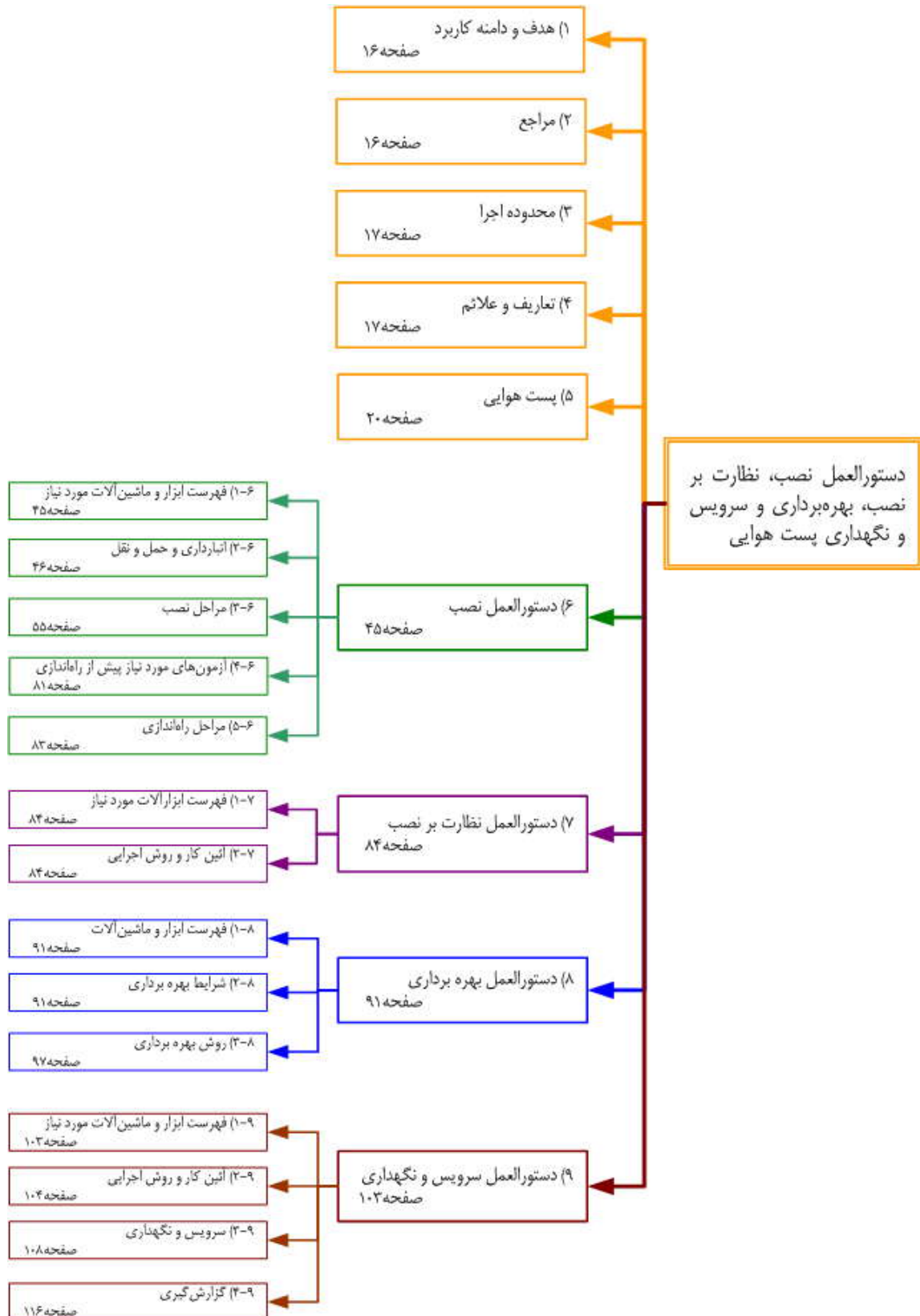


## فهرست جداول

- جدول (۱): مقایسه پست‌های هوایی و زمینی ..... ۲۰
- جدول (۲): ابعاد ترانسفورماتورهای متداول در پست‌های توزیع ..... ۲۶
- جدول (۳): هادی آلومینیوم - فولاد استاندارد متداول در شبکه‌های توزیع ..... ۴۲
- جدول (۴): فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز ..... ۴۵
- جدول (۵): ابعاد گودال مناسب جهت دفن تیرهای بتنی ..... ۵۸
- جدول (۶): نوع پایه و نحوه قرارگیری ترانسفورماتور ..... ۵۸
- جدول (۷): مفتول‌های اصلی ..... ۷۹
- جدول (۸): فهرست ابزارآلات مورد نیاز جهت نظارت بر نصب ..... ۸۴
- جدول (۹): چک لیست کنترلی نظارت بر نصب پست هوایی ..... ۸۵
- جدول (۱۰): فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز جهت بهره‌برداری پست هوایی ..... ۹۱
- جدول (۱۱): ضرایب تصحیح برحسب ارتفاع ..... ۹۳
- جدول (۱۲): پارامترهای آب و هوایی در شرایط کاری استاندارد ترانسفورماتورها ..... ۹۴
- جدول (۱۳): پارامترهای محیطی و شرایط کاری استاندارد ..... ۹۴
- جدول (۱۴): پارامترهای آب و هوایی و شرایط کاری استاندارد برقیگیر ..... ۹۶
- جدول (۱۵): چک لیست الکتروود زمین ..... ۱۰۲
- جدول (۱۶): فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز جهت سرویس و نگهداری پست هوایی ..... ۱۰۳
- جدول (۱۷): کارت مشخصه سرویس و نگهداری پست هوایی ..... ۱۰۵
- جدول (پ-۴-۱): حریم خطوط توزیع ..... ۱۲۴
- جدول (پ-۴-۲): فواصل هوایی مجاز هادی خطوط فشار متوسط و فشار ضعیف ..... ۱۲۵
- جدول (پ-۵-۱): جریان سمت فشار ضعیف ترانسفورماتور ..... ۱۲۶
- جدول (پ-۶-۱): آمپراژ المنت فیوز و متناسب با ظرفیت ترانسفورماتور ..... ۱۲۷



## 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 پست هوایی و هماهنگ‌سازی و شفافیت در نحوه انجام فرآیندهای مربوطه تهیه و تدوین گردیده است. دامنه کاربرد مطالب در این دستورالعمل معیارها و ویژگی‌های فنی و اجرایی پست‌های توزیع هوایی را شامل می‌شود. موارد مرتبط با تعیین الزامات و معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های تجهیزات شبکه‌های توزیع در محدوده کاربرد این دستورالعمل قرار نمی‌گیرد.

## ۲- مراجع

دستورالعمل سیستم اتصال زمین شبکه‌های توزیع	مرکز تحقیقات نیرو (متن) دی‌ماه ۷۴
دستورالعمل نصب پست هوایی تک‌پایه	معاونت هماهنگی توزیع دفتر پشتیبانی فنی توزیع - کمیته تحقیقات بررسی پست‌های هوایی تک‌پایه، ویرایش ۱، ۸۷/۹/۹
استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع	جلدهای اول و دوم و سوم، آذرماه ۷۴
استاندارد خطوط هوایی توزیع	شماره S-۵۱
استاندارد خطوط هوایی توزیع	جلدهای دوم و پنجم، مرداد و شهریور ۷۶
نشریه شماره ۳۷۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور	مشخصات فنی عمومی و اجرایی خطوط توزیع برق هوایی و کابلی فشار متوسط و فشار ضعیف
نشریه شماره ۳۷۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور	مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست‌های توزیع هوایی و زمینی ۲۰ و ۳۳ کیلوولت
بروشورها و مدارک سازندگان	



### ۳- محدوده اجرا

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

### ۴- تعاریف و علائم

#### پست

به مجموعه‌ای از تجهیزات قدرت شامل کلیدها، ترانسفورماتورها، ادوات حفاظتی، اندازه‌گیری و ... که وظیفه انتقال و یا تبدیل انرژی الکتریکی را به عهده دارند پست گویند.

#### پست هوایی

به پست‌هایی که تجهیزات آن در هوای باز و بر روی پایه نصب می‌شوند پست هوایی می‌گویند (در شرکت‌های توزیع به این پست‌ها، ترانس هوایی نیز اطلاق می‌شود).

#### ترانسفورماتور قدرت

مبدلی است که توان مورد نیاز مصرف‌کننده را در سطح ولتاژ مشخص بدون تغییر در فرکانس سیستم تامین می‌کند.

#### تابلو فشار ضعیف

توزیع برق فشار ضعیف به مشترکین، همچنین تامین روشنایی معابر و خیابان‌ها توسط تابلوی فشار ضعیف انجام می‌گیرد. تابلوهای بکار گرفته شده در سطح ولتاژ زیر یک کیلوولت را در اصطلاح تابلوهای فشار ضعیف گویند.

#### کات‌اوت فیوز

کات‌اوت فیوز وسیله‌ای است که دارای یک عنصر ذوب‌شونده بوده و به هنگام عبور جریان خطا و در اثر افزایش دما ذوب شده و جریان عبوری از آن قطع می‌شود.

#### برقگیر

برقگیرها عناصری هستند که جهت مهار اضافه ولتاژهای ناشی از عواملی نظیر کلیدزنی و صاعقه بکار گرفته می‌شوند.



## کنسول

جهت نگهداری هادی‌ها و مقره‌ها بر روی پایه از کنسول استفاده می‌شود.

## مقره

مقره‌ها وسایلی هستند که وظیفه عایق‌سازی شبکه با زمین را به عهده دارند.

## زمین کردن

عبارت است از اتصال یک مدار الکتریکی یا تجهیز با زمین و یا یک بدنه فلزی به اندازه کافی بزرگ که می‌تواند به صورت زمین فرض شود.

## جریان زمین

جریانی که به زمین وارد و یا از زمین خارج می‌گردد.

## الکتروود زمین

یک قطعه یا قسمتی از هادی یا گروهی متشکل از قطعات هادی که در تماس بسیار نزدیکی با زمین بوده و با آن اتصال الکتریکی برقرار می‌کند.

## هادی زمین

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

## مقاومت زمین

مقاومت الکتریکی موجود بین الکتروود زمین و زمین، مقاومت زمین نامیده می‌شود.

## ترانسفورماتور روغنی

به ترانسفورماتوری که هسته و سیم‌پیچ آن داخل روغن قرار دارد و افزایش و کاهش حجم روغن در اثر گرم شدن و سردتر شدن روغن در مخزن کنسرواتور آن جبران می‌شود، ترانسفورماتور روغنی کنسرواتوری گویند.

## کنسرواتوری

## ترانسفورماتور هرمتیک

به ترانسفورماتوری که روغن آن با هوای آزاد هیچگونه ارتباطی نداشته و مخازن آن کاملاً مسدود است ترانسفورماتور هرمتیک گویند.

## مفتول اصلی

مفتولی است که جهت بستن هادی به مقره بکار می‌رود.

## اصلی کردن هادی

بستن هادی به مقره توسط مفتول را اصلی کردن هادی گویند که به دو صورت اصلی کردن هادی به بالای مقره و اصلی کردن هادی به کنار مقره تحقق می‌یابد.



## فیوز

وسیله‌ای که به هنگام عبور جریان‌های خطا، المان ذوب شونده آن ذوب شده و جریان خطا قطع می‌گردد.

## هادی آلومینیوم - فولاد

به هادی با تعدادی مفتول از جنس آلومینیوم به همراه مفتول یا مفتول‌های فولادی در مرکز گفته می‌شود.

## حریم

در احداث یا اصلاح خط هوایی و یا تاسیسات الکتریکی، فواصل هوایی مجاز بین خطوط بر مقدار با عناصر و طبیعت اطراف آن، تابع قوانین و مقرراتی است که در کلیه کشورهای جهان تحت عنوان "حریم خطوط انتقال و توزیع نیرو برق" رعایت می‌شوند.

## پایه

واحد اصلی تکیه‌گاه هادی‌ها است.

این علامت در مدارهای الکتریکی نمایشگر پایه عبوری است.



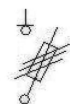
این علامت در مدارهای الکتریکی نمایشگر پایه انتهایی است.



این علامت در مدارهای الکتریکی نمایشگر ترانسفورماتور هوایی است.



این علامت در مدارهای الکتریکی نمایشگر کات اوت فیوز است.



این علامت در مدارهای الکتریکی نمایشگر برقگیر است.



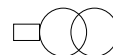
این علامت در مدارهای الکتریکی نمایشگر خطوط سه فاز است.



این علامت در مدارهای الکتریکی نمایشگر زمین الکتریکی یا حفاظتی است.



این علامت در مدارهای الکتریکی نمایشگر پست هوایی تک پایه است.



این علامت در مدارهای الکتریکی نمایشگر پست هوایی دو پایه است.





## ۵- پست هوایی

پست هوایی مجموعه‌ای از تجهیزات مشتمل بر ترانسفورماتور، تابلوی فشار ضعیف، کات‌اوت فیوز، برق‌گیر و ... است که در هوای آزاد و بر روی پایه نصب می‌گردد. پست‌های هوایی به فیدرهای فشار متوسط متصل می‌شود و ولتاژ فشار متوسط را به ولتاژ مصرف می‌دهند. سطوح ولتاژی فشار متوسط در شبکه برق ایران ۱۱، ۲۰ و ۳۳ کیلوولت می‌باشند که گستردگی شبکه ۲۰ کیلوولت در سطح کشور بیشتر و سطوح ولتاژی ۱۱ و ۳۳ کیلوولت در چند شهر جنوبی کشور کاربرد دارند. سطوح ولتاژ فشار ضعیف (ولتاژ مصرف) در شبکه برق کشور (۳۸۰-۴۰۰) ولت سه فاز و (۲۲۰-۲۳۱) ولت تک‌فاز است.

چنانچه افزایش نصب پست هوایی باعث گسترش بهینه شبکه‌های فشار متوسط شود می‌تواند مزایایی از قبیل کاهش اقتصادی تلفات، رفع مشکل ناشی از عدم تعادل جریان در فیدرهای فشار ضعیف طولانی، امکان متعادل‌سازی بار ترانسفورماتورها به دلیل کاهش تعداد مشترکین تحت پوشش هر ترانسفورماتور، کاهش چشمگیر هزینه‌های مربوط به تعمیر و نگهداری فیدرهای فشار ضعیف، افزایش کیفیت برق با جداسازی مشترکین، رفع مشکلات افت ولتاژ در فیدرهای فشار ضعیف طولانی و کاهش انتشار اختلالات را در بردارد. البته استفاده مناسب از شبکه فشار ضعیف نیز مزایایی از جمله رفع مشکلات حریم موجود در شبکه‌های فشار متوسط، افزایش قابلیت اطمینان شبکه از طریق امکان انجام مانور در سطح فشار ضعیف، افزایش ضریب بهره‌برداری ترانسفورماتورهای شبکه از طریق ایجاد پوشش موثر در ناحیه سرویس دهی ترانسفورماتور، افزایش زیبایی شهری از طریق کاهش تعداد ترانسفورماتورهای منصوبه و پایین بودن هزینه‌های احداث در مقایسه با شبکه‌های فشار متوسط را در بر دارد. پست‌های هوایی در مقایسه با پست‌های زمینی دارای مزایا و معایبی هستند که در جدول (۱) به آن پرداخته شده است.

جدول (۱): مقایسه پست‌های هوایی و زمینی

پست زمینی	پست هوایی	مزایا
<p>حفظ زیبایی محیطی</p> <p>سرویس و نگهداری سریع‌تر و راحت‌تر و ایمنی بیشتر</p> <p>عدم امکان استفاده غیر مجاز برق</p> <p>عدم مشکل حریم</p> <p>عمر بیشتر تجهیزات پست</p> <p>استفاده از ظرفیت‌های بالاتر</p> <p>قابلیت اطمینان بالاتر با توجه به رینگ شبکه</p> <p>قابلیت اتوماسیون سهل‌تر</p> <p>سرویس دهی پایدار در شرایط آب و هوایی نامساعد</p>	<p>متعادل سازی بار ترانسفورماتور به دلیل کاهش تعداد مشترکین تحت پوشش هر ترانسفورماتور</p> <p>تلفات کمتر با توجه به محدودسازی گسترش شبکه فشار ضعیف و نزدیکی به مصرف‌کننده</p> <p>عیب یابی سریع و آسان</p> <p>هزینه سرمایه‌گذاری اولیه کمتر</p> <p>کیفیت مناسب توان تحویلی</p> <p>کاهش مشکلات ناشی از زمین پست</p>	



ادامه جدول (۱):

پست زمینی	پست هوایی	معایب
توزیع نامتقارن بار با توجه به افزایش تعداد مشترکین هزینه بیشتر تجهیز پست قیمت بالای زمین جهت احداث پست ساختمانی عدم امکان تخصیص زمین پست در تمامی مناطق مورد نیاز عیب‌یابی زمان‌بر و پر هزینه است.	هزینه بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری بیشتر تجهیز در طول سال‌های بهره‌برداری مشکل رعایت حریم و محدودیت‌های نصب کاهش طول عمر شبکه و تجهیزات در معرض حوادث جوی طبیعی و خطاهای انسانی بوده و نرخ خطا در آن بالاست بر هم زدن زیبایی و مبلمان شهری احتمال بالای سرقت برق ایمنی کمتر و احتمال حادثه آفرینی بالا	

## ۵-۱- محل نصب پست هوایی

پست‌های هوایی از لحاظ محل نصب به سه دسته به شرح ذیل تقسیم‌بندی می‌شوند.

- پست‌های هوایی نصب شده در انتهای خط هوایی
- پست‌های هوایی نصب شده در وسط خط هوایی
- پست‌هایی هوایی نصب شده به روی خطوط زمینی<sup>۱</sup>

محل نصب پست هوایی بایستی دارای مشخصات و شرایط ذیل باشد.

- زمین محل احداث پست هوایی بایستی خشک و عاری از هر گونه موانع هوایی مانند درخت‌های بلند باشد.
- محل احداث پست هوایی بایستی از نظر راه‌های دسترسی مناسب باشد تا در هنگام نصب و تعمیرات مشکلی به وجود نیاید.
- اطراف پایه‌های پست هوایی بایستی به شعاع ۱/۵ متر خالی از معارض باشد.
- خاک اطراف پایه‌های پست هوایی بایستی عاری از هر گونه مانع جهت نصب پایه‌ها و سیستم زمین باشد.
- محل احداث پست هوایی بایستی خارج از محدوده‌های حریم باشد.<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> - در صورتی که به هیچ وجه امکان تجهیز پست زمینی، زیرزمینی و پیش ساخته وجود نداشته باشد، پست هوایی به روی خطوط فشار متوسط زمینی نصب می‌گردد.

<sup>۲</sup> - در پیوست شماره ۳ به محدوده حریم مورد استفاده در این دستورالعمل اشاره شده است.



## ۵-۲- محدوده نصب

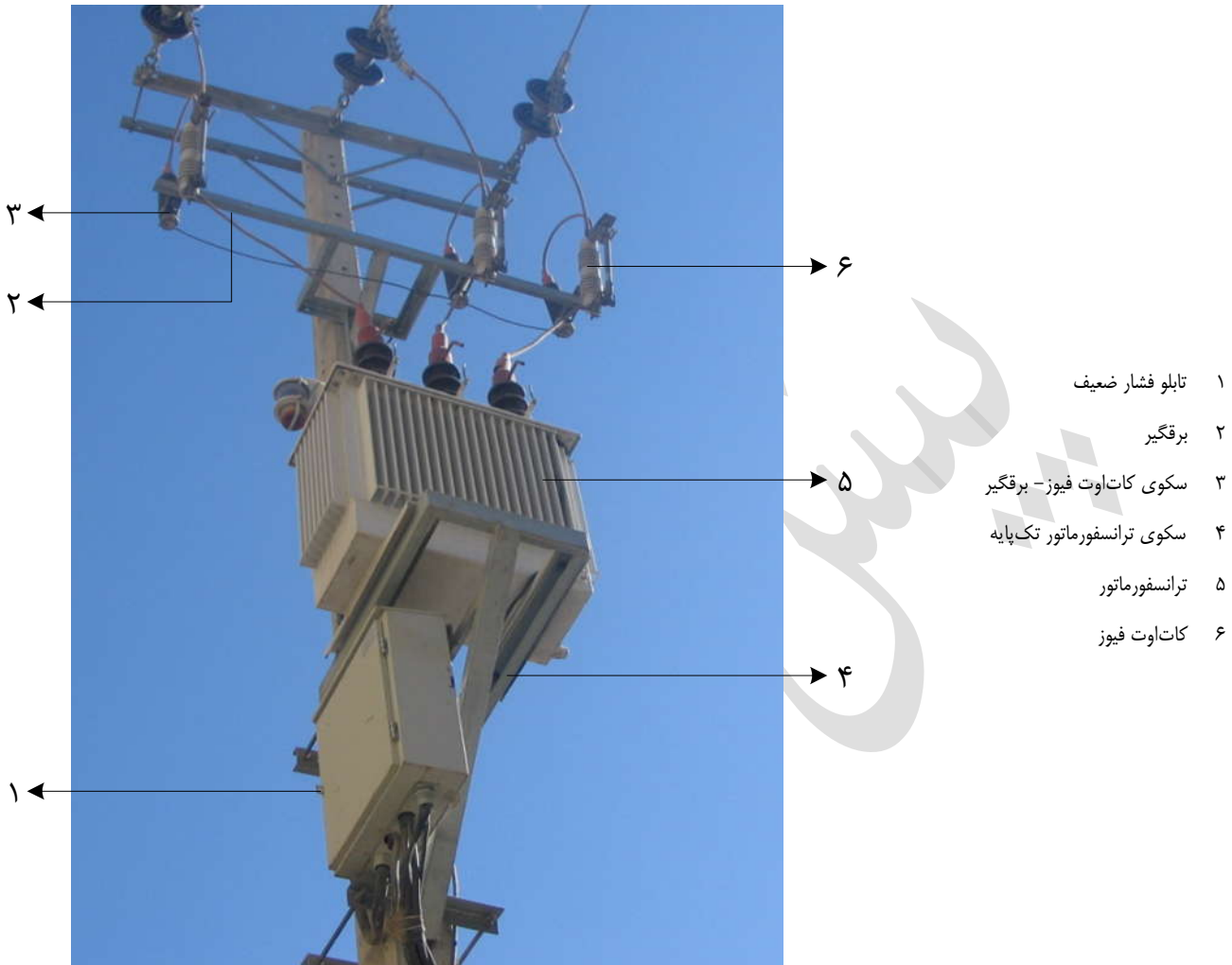
پست‌های هوایی به طور معمول در محدوده‌ها حاشیه بزرگراه‌ها، اتوبان‌های کمربندی و مبادی ورودی شهر و در درون شهرک‌های مسکونی حاشیه‌ای و خیابان‌های با عرض بیشتر از ۱۲ متر نصب می‌گردند.

## ۵-۳- بخش‌های مختلف پست هوایی

شکل واقعی و شماتیک پست هوایی با معرفی بخش‌های مختلف آن در شکل‌های (۱) الی (۴) نشان داده شده است. در ادامه هر یک از قسمت‌های مختلف آن معرفی و تشریح می‌گردد.



شکل (۱): پست هوایی نصب شده بر روی شبکه فشار متوسط هوایی

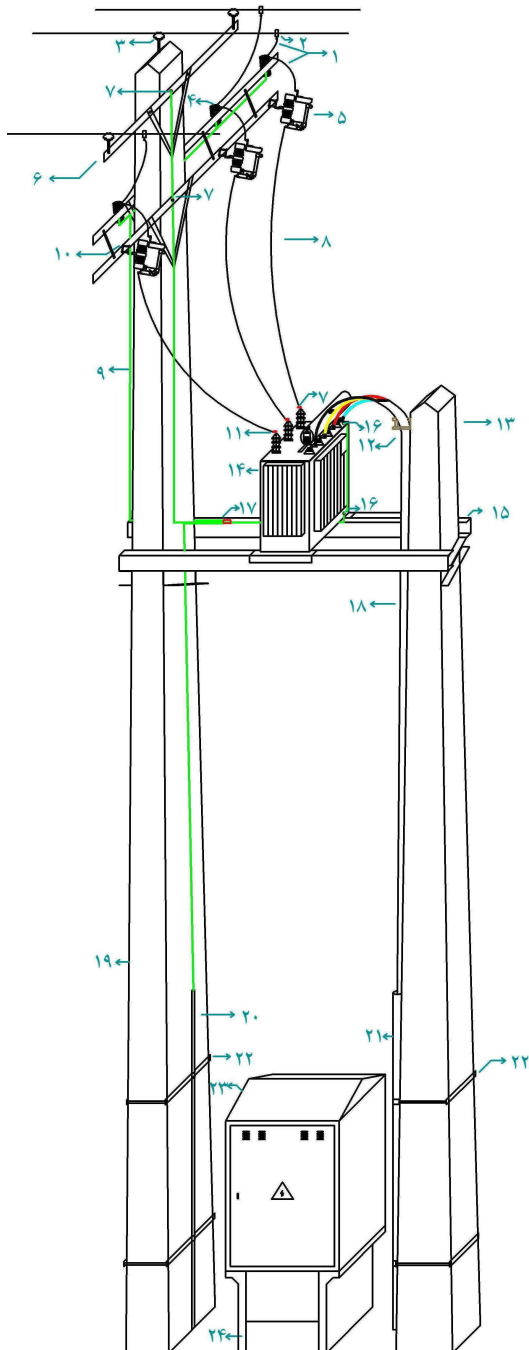


شکل (۲): پست هوایی تک پایه





شکل (۳): پست هوایی نصب شده بر روی شبکه فشار متوسط زمینی



- ۱ هادی آلومینیوم-فولاد (هادی روکش دار) فشار متوسط
- ۲ گیره هات لاین آلومینیومی و یا کلمپ دو پیچه آلومینیومی
- ۳ مقره
- ۴ برقگیر
- ۵ کات اوت فیوز
- ۶ کنسول ۱/۵ متری نمره ۷
- ۷ کابلشو مسی نمره ۵۰
- ۸ سیم یا کابل مسی به مقطع ۵۰ میلیمتر مربع
- ۹ کابل مسی به مقطع ۱ × ۵۰
- ۱۰ براکت کات اوت فیوز
- ۱۱ شینه مسی
- ۱۲ آتریه
- ۱۳ پایه بتونی ۹ متری
- ۱۴ ترانسفورماتور
- ۱۵ سکوی ترانسفورماتور
- ۱۶ پیچ محل اتصال سیستم ارتینگ
- ۱۷ کلمپ مسی نمره ۵۰
- ۱۸ کابل ارتباط ترانس به تابلو
- ۱۹ پایه بتونی ۱۲ متری
- ۲۰ لوله فلزی گالوانیزه یک اینچ
- ۲۱ لوله (متناسب با قطر کابل)
- ۲۲ تسمه گالوانیزه
- ۲۳ تابلو فشار ضعیف
- ۲۴ سکوی بتنی پیش ساخته

شکل (۴): شماتیک پست هوایی نصب شده بر روی شبکه فشار متوسط هوایی



## ۵-۳-۱ - ترانسفورماتور

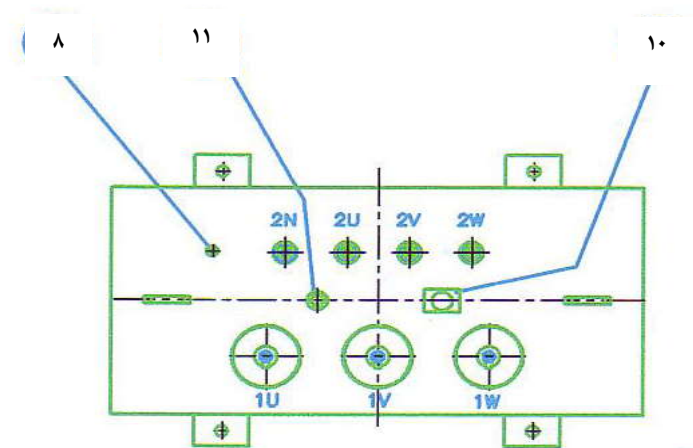
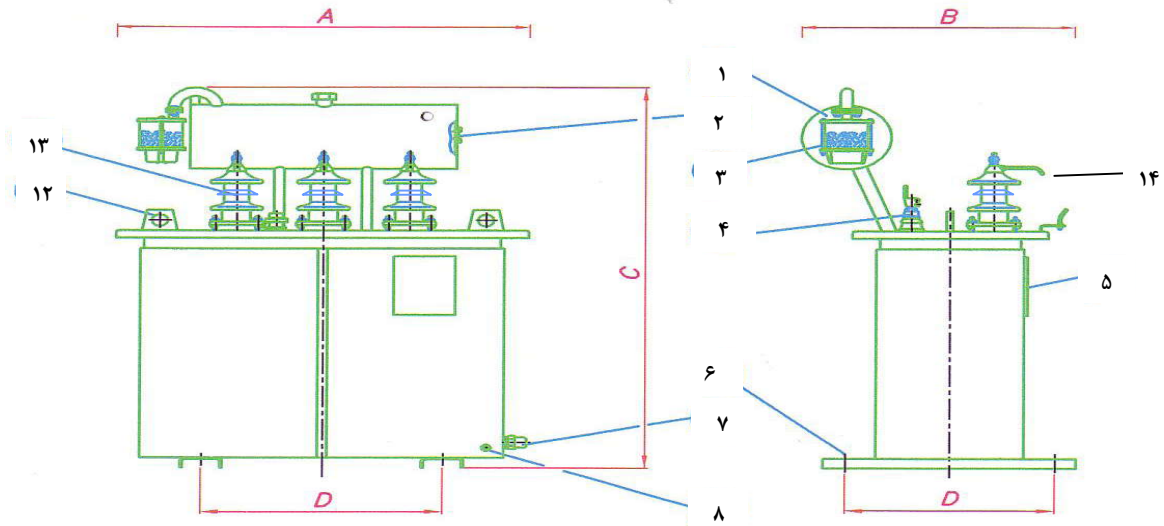
یکی از تجهیزات اصلی مورد نیاز در صنعت برق (از مبدا تولید انرژی الکتریکی تا نقطه مصرف) ترانسفورماتور است که همچون حلقه اتصال، این شبکه گسترده را به هم متصل کرده و با کاهش یا افزایش فاکتورهای الکتریکی (ولتاژ و جریان) امکان انتقال بهینه این انرژی ارزشمند را فراهم نموده است. به عبارت دیگر ترانسفورماتور مبدلی است که بدون تغییر در فرکانس سیستم، توان مورد نیاز مصرف کننده را در سطح ولتاژ مشخص تامین می‌کند.

ترانسفورماتورهای نصب شده در پست‌های هوایی به طور معمول در ظرفیت‌های ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۶۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۱۵ و ۴۰۰ کیلوولت آمپر و از نوع روغنی کنسرواتوری و روغنی هرمتیک است که سطوح ولتاژی فشار متوسط را به ولتاژ فشار ضعیف تبدیل می‌کند. در برخی شرکت‌های توزیع ترانسفورماتور با پوشینگ Plua-in و پست‌های هوایی RMU مورد استفاده قرار گرفته‌اند که در پیوست شماره (۱) به آنها اشاره شده است. اجزای اصلی تشکیل دهنده ترانسفورماتورهای روغنی کنسرواتوری متداول در شکل‌های (۵) و (۶) با دسته‌بندی ظرفیت‌های مربوطه نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود انواع معمول ترانسفورماتورهای با ظرفیت‌های ۲۵ و ۵۰ کیلوولت آمپر فاقد رادیاتور هستند. ابعاد ترانسفورماتورهای مذکور به شرح مندرج در جدول (۲) است.

جدول (۲): ابعاد ترانسفورماتورهای متداول در پست‌های توزیع

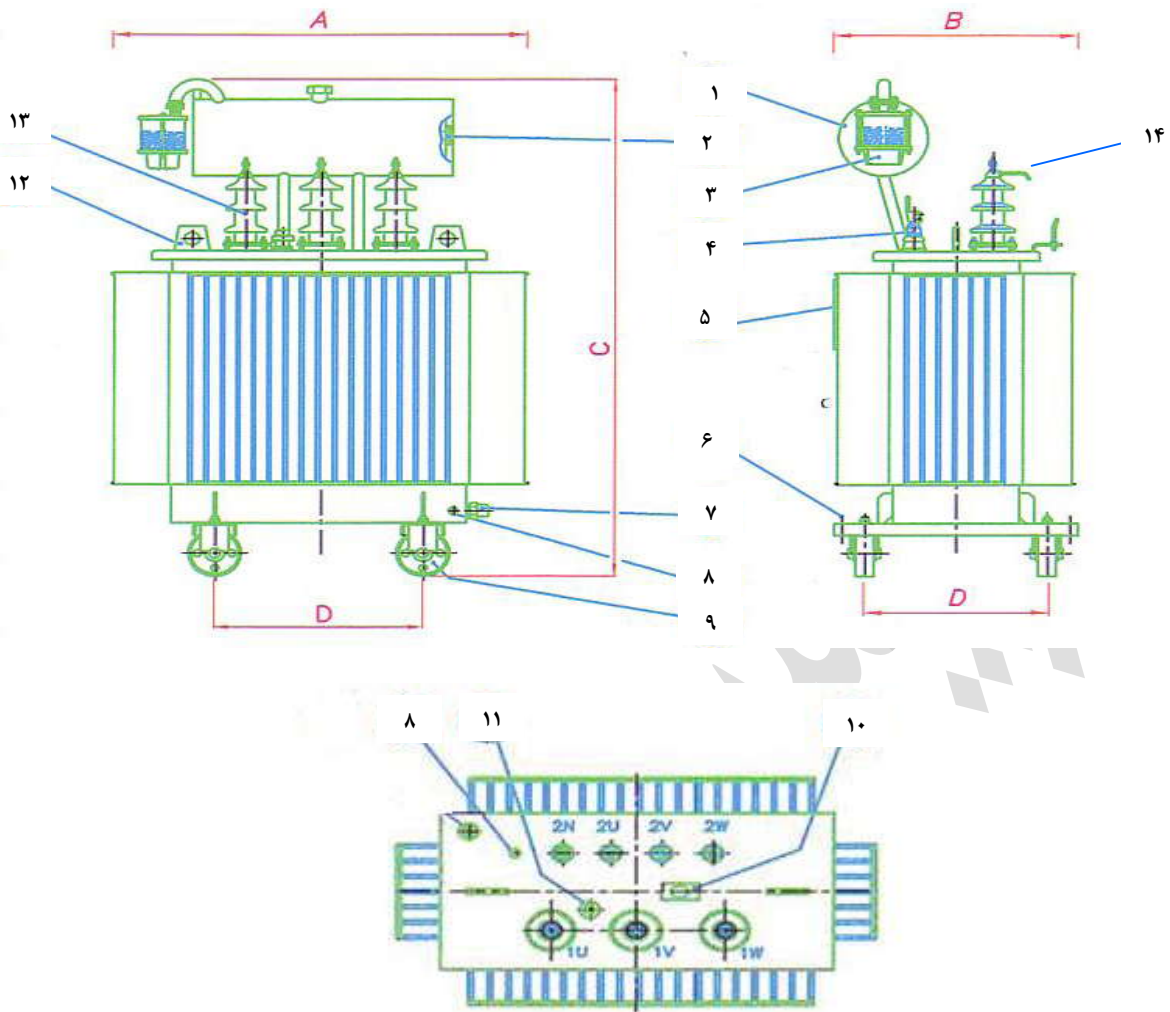
وزن (kg)	D (mm)	C (mm)	B (mm)	A (mm)	قدرت (kVA)
۳۵۰	۵۲۰	۱۲۰۰	۶۹۰	۸۵۰	۲۵
۴۶۰	۵۲۰	۱۳۵۰	۶۹۰	۸۵۰	۵۰
۶۰۰	۵۲۰	۱۵۲۰	۶۹۰	۹۶۰	۱۰۰
۸۶۰	۵۲۰	۱۶۵۰	۷۲۰	۱۰۵۰	۲۰۰
۱۰۱۰	۵۲۰	۱۶۰۰	۸۱۰	۱۳۹۰	۲۵۰
۱۲۱۰	۶۷۰	۱۶۳۰	۹۷۰	۱۴۸۰	۳۱۵
۱۴۹۰	۶۷۰	۱۷۵۰	۹۷۰	۱۶۹۰	۴۰۰

در ادامه بخش‌های مختلف ترانسفورماتور تشریح شده است.



۱	کنسرواتور	۸	ترمینال زمین
۲	نشاندنده سطح روغن	۹	چرخ دو جهت
۳	رطوبت گیر	۱۰	پلاک ترمینال‌ها
۴	بوشینگ فشار ضعیف	۱۱	تپ چنجر
۵	پلاک مشخصات	۱۲	چشمی برای اتصال به جرثقیل
۶	ناودانی	۱۳	بوشینگ فشار متوسط
۷	دریچه نمونه برداری از روغن	۱۴	برقگیر شاخکی

شکل (۵): انواع متداول ترانسفورماتورهای ۲۵ و ۵۰ کیلوولت آمپر



۱ کنسرواتور	۸ ترمینال زمین
۲ نشاندهنده سطح روغن	۹ چرخ دو جهته
۳ رطوبت‌گیر	۱۰ پلاک ترمینال‌ها
۴ پوشینگ فشار ضعیف	۱۱ تپ‌چنجر
۵ پلاک مشخصات	۱۲ چشمی برای اتصال به جرثقیل
۶ ناودانی	۱۳ پوشینگ فشار متوسط
۷ دریچه نمونه‌برداری از روغن	۱۴ برقگیر شاخکی

شکل (۶): انواع متداول ترانسفورماتورهای با ظرفیت بیش از ۵۰ کیلوولت‌آمپر



### ۵-۳-۱-۱- مخزن (تانک)

به منظور حفاظت از قسمت موثر ترانسفورماتور و تقویت عایقی و انتقال حرارت از طریق روغن از مخزن ترانسفورماتور استفاده می‌شود که مجموعه سیم پیچی و هسته در داخل آن قرار می‌گیرد. هسته در یک ترانسفورماتور وظیفه ایجاد مسیر مناسب عبور شار و سیم پیچ وظیفه تبدیل ولتاژ را به عهده دارد. ترانسفورماتور روغنی دارای سیستم خنک کننده طبیعی است بدین منظور بر روی مخزن ترانسفورماتور پره‌هایی نصب می‌گردد تا سرعت خنک سازی را افزایش و تسهیل بخشند.

### ۵-۳-۱-۲- کنسرواتور (منبع انبساط)

به منظور انجام تنفس در هنگام انبساط و انقباض روغن کنسرواتور بر روی مخزن ترانسفورماتور نصب می‌گردد.

### ۵-۳-۱-۳- پوشینگ‌ها

از پوشینگ‌ها جهت اتصال ترانسفورماتور به شبکه و نیز حفظ فاصله عایقی بین بدنه ترانسفورماتور و سیم‌ها و کابل‌های رابط استفاده می‌شود.

### ۵-۳-۱-۴- تپ چنجر

کلید تنظیم ولتاژ غیر قابل تغییر زیر بار<sup>۱</sup> و ولتاژ بوده و می‌توان تغییرات جزئی ولتاژ شبکه را توسط تغییر نقاط اتصال سیم پیچ فشار قوی بر طرف کرد به نحوی که ولتاژ مورد استفاده مصرف کننده (۳۸۰ ولت سه فاز و ۲۲۰ ولت تک فاز) تامین گردد. یک تپ چنجر نمونه در شکل (۷) نشان داده شده است.



شکل (۷): یک نمونه تپ چنجر

<sup>۱</sup> - Off load



### ۵-۱-۳-۵- نشان دهنده سطح روغن (روغن نما)

نمایانگر سطح حداکثر، حداقل و عادی روغن است و چنانچه سطح روغن موجود در ترانسفورماتور از حد مجاز پایین تر آید می بایست روغن تا سطح مجاز اضافه گردد. در دمای  $+20$  درجه سانتیگراد عقربه روغن نما برروی عدد  $+20$  قرار می گیرد. در شکل (۸) نمونه‌ای از نشان دهنده سطح روغن نشان داده شده است.



شکل (۸): یک نمونه از نشان دهنده‌های سطح روغن (روغن نما)

### ۵-۱-۳-۶- رطوبت گیر

به منظور عمل تنفس در هنگام گرم و سرد شدن سیم پیچ‌ها و روغن ترانسفورماتور و برای جلوگیری از ورود رطوبت هنگام تنفس ترانسفورماتور، از محفظه‌ای که در آن ذرات سیلیکاژل وجود دارد استفاده می‌شود. ذرات سیلیکاژل در حالت عادی به رنگ آبی تیره است و در اثر جذب رطوبت فاسد شده و به رنگ صورتی و سفید تغییر رنگ می‌دهد.

در صورتی که روغن ترانسفورماتور به داخل محفظه سیلیکاژل نفوذ کند، ذرات سیلیکاژل را فاسد و رنگ آن را به قهوه‌ای تیره تبدیل می‌کند.

### ۵-۱-۳-۷- شیر نمونه برداری و تخلیه روغن

جهت تخلیه و یا تصفیه روغن ترانسفورماتورها در مواقع لزوم از شیر نمونه برداری و تخلیه روغن استفاده می‌شود.



### ۵-۳-۱-۸- ترمینال زمین

اتصال زمین به بدنه ترانسفورماتور از طریق پیچ مخصوص اتصال زمین انجام می‌گیرد. معمولاً یکی روی درپوش ترانسفورماتور بوده و دیگری زیر مخزن ترانسفورماتور قرار دارد که بایستی هر دو به سیستم ارت اتصال یابد.

### ۵-۳-۱-۹- برقگیر آرماتور (میله‌ای یا شاخکی)

برقگیر آرماتور (میله‌ای یا شاخکی)، پوشینگ فشار متوسط ترانسفورماتور را در برابر اضافه ولتاژ حفاظت می‌کند. برقگیر آرماتور از دو میله فلزی شاخکی که نسبت به هم دارای یک فاصله هوایی است تشکیل می‌شود و در دو سر پوشینگ فشار متوسط ترانسفورماتور نصب می‌گردد. و بدین ترتیب طول مقره‌های فشار متوسط ترانسفورماتور را به طور مصنوعی قدری کوتاه می‌کند. در این صورت اگر به دلیلی ولتاژ شبکه زیاد شود تخلیه الکتریکی بین دو الکترود ایجاد می‌شود و چون الکترود پایین تر از ایزولاتور به بدنه ترانسفورماتور و بدنه ترانسفورماتور نیز به زمین اتصال دارد موج جریان حاصل از صاعقه یا عوامل دیگر را به زمین منتقل می‌کند.

در صورت عدم استفا ده از این برقگیر، اضافه ولتاژ باعث ایجاد جرقه بین دو سر مقره عبوری شده و این جرقه منجر به سوزاندن سطح خارجی آن می‌شود.

فاصله داخلی بین جرقه گیرها در هر پوشینگ فشار متوسط در سطوح ولتاژی ۱۱، ۲۰ و ۳۳ به ترتیب ۸۵، ۱۵۵ و ۲۲۰ میلیمتر است.

### ۵-۳-۱-۱۰- پلاک مشخصات

به منظور معرفی مشخصات ترانسفورماتور نصب می‌گردد که حاوی اطلاعات به شرح ذیل است.

- نوع ترانسفورماتور
- شماره استاندارد
- نام کارخانه سازنده
- شماره سریال سازنده
- تاریخ ساخت
- تعداد فاز
- توان نامی
- فرکانس نامی
- ولتاژ نامی
- جریان نامی





- نحوه اتصالات و گروه‌برداری
- امپدانس ولتاژ برحسب درصد
- نوع سیستم خنک کننده
- وزن کل
- وزن روغن

### ۵-۳-۲ - کات اوت فیوز

لازمه عملکرد صحیح و مطلوب سیستم قدرت، رفع خطاهای به وجود آمده در کوتاه‌ترین زمان ممکن است. کات اوت فیوز به عنوان عنصر محدود کننده جریان خطا نصب می‌گردد و جریان‌های خطای ناشی از اتصال کوتاه اضافه بار را قطع می‌نماید.

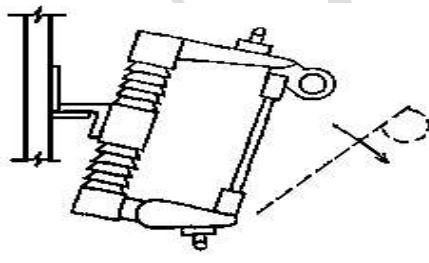
کات اوت فیوز دارای یک عنصر ذوب شونده است که به هنگام عبور جریان خطا و در اثر افزایش دما ذوب شده و جریان عبوری از آن قطع می‌شود<sup>۱</sup>. گستردگی کاربرد این کلید غیر قابل قطع زیر بار به دلیل سهولت نصب روی انواع پایه و ارزانی نسبت به کلیدهای قدرت و سبکی و سهولت سرویس و نگهداری این کلید است.

انواع کات اوت فیوز به شرح زیر است.

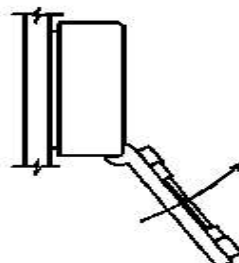
الف- انواع کات اوت فیوز از لحاظ ساختمان

کات اوت فیوزها از لحاظ ساختمان به دو دسته روغنی (پر شده از مایع) و افتادنی تقسیم‌بندی می‌شوند. در فیوزهای نوع روغنی عنصر ذوب شونده در داخل مایع و در محفظه‌ای کاملاً آب‌بندی شده قرار دارند. از این نوع فیوزها در مکان‌هایی با رطوبت و آلودگی بالا استفاده می‌شود.

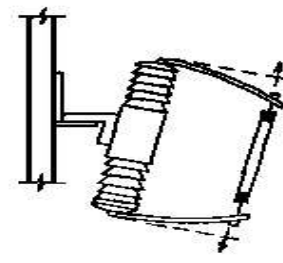
کات اوت فیوزهای افتادنی نیز خود به سه دسته عمده باز، بسته و فنی تقسیم‌بندی می‌شوند.



ج) کات اوت فیوز نوع فنر



ب) کات اوت فیوز نوع بسته



الف) کات اوت فیوز نوع باز

شکل (۹): انواع کات اوت فیوزها از لحاظ ساختمان

<sup>۱</sup> - آمپراژ المنت فیوز متناسب با ظرفیت ترانسفورماتور، در پیوست شماره ۵ ارائه شده است.



در کات اوت فیوزهای نوع باز، لینک فیوز بین دو نگهدارنده قرار داشته و در نوع بسته در داخل محفظه‌ای بسته محصور است. در کات اوت فیوز نوع فنری لینک فیوز توسط دو فنر تحت فشار به پایه فیوز متصل می‌گردد. وجود فنرها، باز شدن و جداسازی مدار را به هنگام عملکرد فیوز تضمین می‌کند. همچنین می‌توان از کات اوت فیوز با قطع سه فاز همزمان نیز بهره برد.

ب- انواع کات اوت فیوز از لحاظ سرعت عملکرد

المان کات اوت فیوزها از لحاظ مشخصه عملکرد زمانی در برابر جریان‌های خطا طبق استاندارد ۲-۶۰۲۸۲ IEC به دو دسته تندکار K و کندکار T تقسیم‌بندی می‌شوند. نوع دیگری از کات اوت فیوز با نام تندکند TK ساخته می‌شود.

برروی پلاک مشخصات کات اوت فیوز اطلاعات به شرح ذیل درج می‌گردد

۱- نام و علامت مشخصه تولید کننده

۲- نوع فیوز کات اوت

۳- محدوده ولتاژ اسمی

۴- جریان مداوم مجاز

۵- سطح عایقی

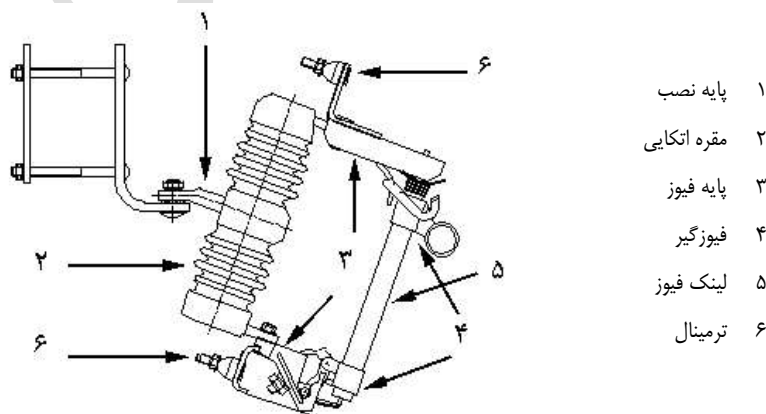
۶- ظرفیت شکست (قطع)

۷- شماره سریال

۸- سال تولید

۹- فرکانس نامی

اجزای اصلی کات اوت فیوز در شکل (۱۰) نشان داده شده است.



شکل (۱۰): کات اوت فیوز



### ۵-۳-۱- پایه نصب

این عنصر قسمت ثابت فیوز است و تمامی بخش‌های دیگر کات اوت فیوز بر روی آن نصب می‌گردند. همچنین این پایه فاصله عایقی کات اوت فیوز را نسبت به زمین تامین می‌کند.

### ۵-۳-۲- مقره اتکایی

از مقره اتکایی به عنوان نگهدارنده کنتاکت‌ها و همچنین عایق نمودن کنتاکت‌های برقدار از ساختار فلزی استفاده می‌شود.

### ۵-۳-۳- پایه فیوز

این قسمت هادی جریان بوده و ارتباط بین لینک فیوز و سیستم را تامین می‌کند.

### ۵-۳-۴- فیوز گیر (دسته کات اوت)

بخش متحرک کات اوت فیوز که وظیفه ارتباط بین لینک فیوز و پایه‌های اتصال فیوز را به عهده دارند فیوز گیر نامیده می‌شوند.

### ۵-۳-۵- لینک فیوز

المان لینک فیوز در اثر اضافه جریان، ذوب شده و موجب قطع مدار می‌شود. لینک فیوز به همراه المان فیوز داخل آن اصلی‌ترین بخش کات اوت فیوز است.

### ۵-۳-۳- برقگیر<sup>۱</sup>

در پست‌های هوایی برای جلوگیری از آسیب به ترانسفورماتور در اثر اضافه ولتاژهای گذرا ناشی از عواملی نظیر کلیدزنی (اضافه ولتاژهای ناشی از سوئیچینگ) و صاعقه در طرف فشار قوی ترانسفورماتور در هر فاز از برقگیر استفاده می‌گردد.

برقگیر در شرایط عادی مقاومتی در حدود چند صد مگا اهم از خود نشان می‌دهد و عملاً مدار باز است و همان موج سیال خط را از ترانسفورماتور عبور می‌دهد. اما وقتی که موجی مانند صاعقه (چندمگاولت) از خط عبور می‌کند این

<sup>۱</sup> - Arrester



مقاومت عدد بسیار کوچکی نزدیک به صفر از خود نشان می‌دهد. و در یک لحظه اتصال کوتاه با زمین برقرار می‌کند تا موج بسیار بزرگ (ولتاژ) از طریق این خط اتصال کوتاه شده به زمین منتقل شود. ازدیاد ولتاژ در شبکه را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم نمود:

• اضافه ولتاژهای گذرا<sup>۱</sup>

• اضافه ولتاژهای دائمی<sup>۲</sup>

ازدیاد ولتاژ ماندگار یا دائمی در اثر بروز خطا و یا عمل ناصحیح سیستم و ازدیاد ولتاژ گذرا در اثر برخورد صاعقه و یا سوئیچینگ در شبکه ایجاد می‌گردد. در مورد ازدیاد ولتاژ در اثر برخورد صاعقه، توسط تعبیه برقگیر مناسب، سیستم می‌تواند مورد حفاظت قرار گیرد. با توجه به شرایط محل نصب می‌توان از برقگیرهای با جریان تخلیه نامی (مقدار پیک) ۵ و ۱۰ کیلوآمپر و همچنین برقگیرهای نوین استفاده کرد.

#### ۵-۳-۴- تابلوی فشار ضعیف

تابلوهای فشار ضعیف وظیفه کنترل و قطع و وصل خطوط فشار ضعیف و همچنین حفظ تجهیزات کلید زنی و اندازه‌گیری را از عوامل محیطی و جوی، بر عهده دارد و شامل بخش‌های اصلی زیر می‌باشد.

الف- کلید اتوماتیک ورودی و دستگاه‌های اندازه‌گیری جریان و ولتاژ

ب- روشنایی معابر

ج- خروجی

تابلوهای فشار ضعیف دو کاربرد اصلی دارند.

• عملیات حفاظت سیستم توزیع در شرایط غیر عادی

• عملیات کنترل سیستم توزیع در شرایط عادی شبکه

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

<sup>1</sup> Transient over voltages

<sup>2</sup> Sustained over voltages



### ۵-۳-۵- پایه

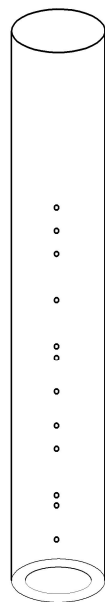
با توجه به کارگیری گسترده پایه‌های بتنی در شبکه‌های توزیع، در این دستورالعمل پایه‌های بتنی در نظر گرفته شده است.

پایه‌های متداول مورد استفاده جهت نصب ترانس هوایی به دو دسته عمده به شرح ذیل تقسیم می‌شوند:

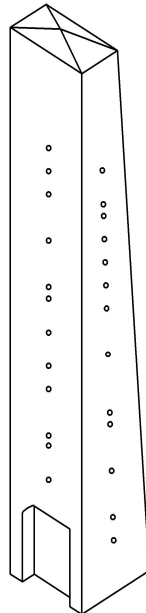
• پایه‌های بتنی مسلح یا توپر با مقطع H، I و چهارگوش

• پایه‌های بتنی پیش‌تنیده با مقطع گرد (توخالی)

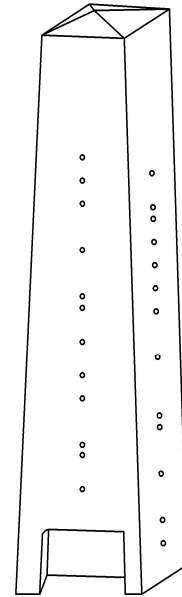
در شکل (۱۱) نمونه‌ای از پایه‌های بتنی مسلح و پیش‌تنیده نشان داده شده است.



ب) پیش‌تنیده



الف) مسلح



شکل (۱۱): نمونه‌ای از پایه بتنی

پایه‌ها براساس نیروهای وارد بر آنها و بار گزایشان از لحاظ محل نصب به سه دسته به شرح ذیل تقسیم می‌شوند:

۱- پایه‌های توخطی (میانی)<sup>۱</sup> که همان پایه‌های میانی در یک خط مستقیم هستند

۲- پایه‌های کششی<sup>۱</sup> که در نقاط زاویه و انحراف خط و در فاصله بین دو سکشن نصب می‌شوند

<sup>۱</sup> - Tangent



۳- پایه‌های انتهایی خط<sup>۲</sup> که در انتهای یک خط نصب می‌شوند

قدرت پایه‌های بتنی مسلح و پیش تنیده که به صورت معمول در نصب ترانسفورماتور هوایی کاربرد دارند به شرح ذیل هستند<sup>۳</sup>:

۱۲/۱۲۰۰-۱۲/۸۰۰-۱۲/۶۰۰-۱۲/۴۰۰-۹/۸۰۰-۹/۶۰۰-۹/۴۰۰

که رقم سمت چپ نمایانگر ارتفاع پایه و رقم‌های سمت راست نمایانگر قدرت پایه (مقاومت نرمال پایه) هستند. مشخصات زیر بر روی پایه‌های بتنی درج می‌گردد.

- علامت اختصاری یا نام شرکت توزیع یا برق منطقه‌ای
- طول تیر به متر و مقاومت طبیعی تیر برحسب کیلوگرم
- نام کارخانه سازنده پایه
- تاریخ ساخت - روز - ماه - سال

#### ۵-۳-۱- آرایش شبکه

منظور از آرایش پایه چگونگی نگهداری سیم‌های هوایی نسبت به یکدیگر بوده و مقطع عرضی موقعیت سیم‌ها را نسبت به یکدیگر نمایش می‌دهد که اغلب دارای آرایش‌های زیر است.

الف- آرایش مثلثی هادی‌ها  
ب- آرایش افقی هادی‌ها  
ج- آرایش عمودی هادی‌ها

در شکل (۱۲) نمونه‌ای از آرایش‌های فوق‌الذکر نشان داده شده است.

#### ۵-۳-۶- سکوی ترانسفورماتور

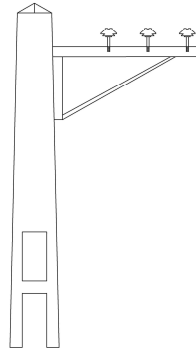
سکوی ترانسفورماتور جهت نصب ترانسفورماتور به صورت هوایی به انواع متداول زیر تقسیم‌بندی می‌شود.

- سکوی ترانسفورماتور جهت نصب به صورت تک پایه
- سکوی ترانسفورماتور جهت نصب ترانسفورماتور تا قدرت ۲۵۰KVA
- سکوی ترانسفورماتور جهت نصب ترانسفورماتور با قدرت ۳۱۵kVA و ۴۰۰kVA

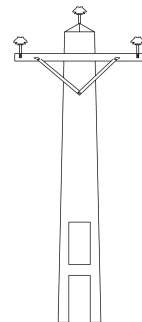
<sup>۱</sup> - Dead end

<sup>۲</sup> - End pole

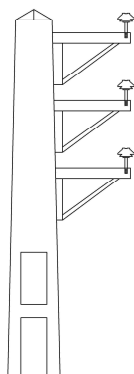
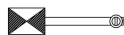
<sup>۳</sup> - ترانسفورماتورها قابل نصب بر روی پایه‌های ۱۴ و ۱۵ متری نیز هستند.



### الف) آرایش افقی هادی‌ها



### ب) آرایش مثلثی هادی‌ها



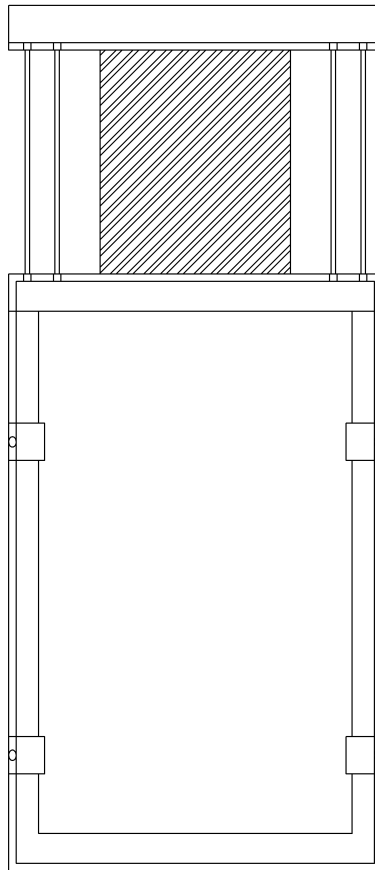
### ج) آرایش عمودی هادی‌ها

شکل (۱۲): نمونه‌ای از انواع آرایش هادی‌ها در شبکه هوایی

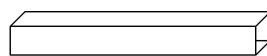
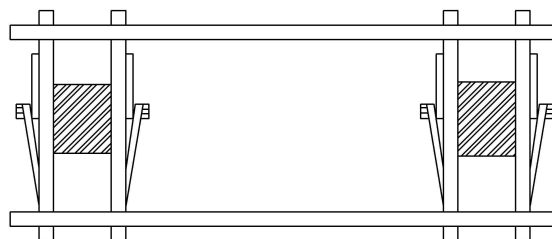
<sup>۱</sup> - در شرایط خاص و در صورتی که امکان احداث پست‌های زمینی و پیش ساخته و پست هوایی دیگری با ظرفیت مناسب میسر نبوده و تقویت پست‌های مجاور امکان پذیر نباشد می توان از ترانسفورماتور با ظرفیت ۵۰۰ کیلوولت آمپر نیز استفاده نمود.



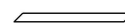
بر روی سکوی ترانسفورماتور علامت اختصاری سازنده بایستی به صورت مشخص حک گردد. در شکل‌های (۱۳) و (۱۴) انواع متداول سکوی ترانسفورماتور تک پایه و دوپایه نشان داده شده است.



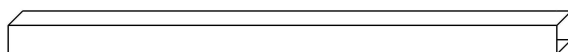
شکل (۱۳): سکوی ترانسفورماتور تک پایه



ناودانی



تسمه گالوانیزه



شکل (۱۴): سکوی ترانسفورماتور دوپایه





## ۵-۳-۷- کابل

از کابل‌های فشار ضعیف جهت ارتباط بین ترانسفورماتور و تابلو فشار ضعیف استفاده می‌شود. کابل‌ها به گونه‌ای انتخاب و استفاده شود که دمای هادی و عایق آنها، اتصالات و ترمینال‌های تجهیزات در شرایط عادی، بهره‌برداری ویژه و شرایط رخداد اتصال کوتاه از حداکثر دمای مجاز فراتر نرود. طراحی و انتخاب کابل‌ها با توجه به ظرفیت ترانسفورماتور و در نظر گرفتن میزان جریان دهی کابل، دمای محیط، دمای کار کابل و افت ولتاژ مجاز (۱٪) صورت می‌گیرد. هادی کابل‌های مورد استفاده عموماً از جنس مس و یا آلومینیوم<sup>۱</sup> و عایق آنها از نوع PVC<sup>۲</sup> هستند. حداقل شعاع خمش کابل، برای کابل‌های تک رشته و کابل‌های چند رشته‌ای با ولتاژ بیش از ۶۰۰ ولت ۱۵ برابر قطر خارجی کابل است. جهت سیستم هم‌بندی ارتینگ از کابل تک رشته مسی به مقطع ۵۰mm<sup>۲</sup> استفاده می‌شود. مشخصات ذیل بر روی کابل درج می‌گردد.

- نوع کاربرد کابل
- ولتاژ نامی
- شماره استاندارد
- مشخصه کارخانه سازنده
- تعداد رشته‌ها، نوع و سطح مقطع هادی
- مترژ کابل نسبت به ابتدای کابل
- سال ساخت

## ۵-۳-۸- سیستم زمین

به طور کلی در انواع سیستم‌های الکتریکی، اتصال نول سیستم و بدنه فلزی تجهیزات به جرم کلی زمین از دو دیدگاه مورد توجه است.

۱- حفظ عایق‌بندی و تامین صحت کار لوازم و دستگاه‌های الکتریکی و محدود کردن دامنه اضافه ولتاژها و کمک به عملکرد صحیح مدارهای حفاظتی و قطع‌کننده‌ها. به این نوع اتصال زمین، اتصال زمین عملیاتی یا اتصال زمین سیستم می‌گویند. به طور خلاصه اتصال نقطه خنثی سیستم به زمین را اتصال زمین سیستم می‌گویند.

<sup>۱</sup> - در برخی مناطق به دلیل احتمال سرقت کابل‌های مسی از کابل‌های آلومینیومی استفاده می‌شود.

<sup>۲</sup> - Poly vinyl choride



۲- ایجاد ایمنی برای افرادی که بنا به وظیفه شغلی در تماس با تجهیزات و سیستم‌های الکتریکی هستند از یک سو و افراد جامعه که مصرف‌کننده نهایی انرژی برق هستند از سوی دیگر، به علاوه محدود کردن خطر آتش سوزی از راه قطع سریع مدار معیوب، که به کمک اتصال بدنه فلزی تجهیزات الکتریکی به هادی خنثی یا زمین صورت می‌گیرد. به این نوع اتصال زمین، اتصال زمین ایمنی یا حفاظتی می‌گویند. به طور خلاصه اتصال بدنه فلزی تجهیزات به نقطه خنثی و زمین را اتصال زمین حفاظتی می‌گویند.

در پست‌های هوایی به دلیل احتمال برخورد صاعقه، بایستی سیستم زمین که نقطه خنثی شبکه فشار ضعیف به آن متصل است (و تجهیزات فشار ضعیف شبکه و مشترکین به آن متصل می‌شوند) از سیستم زمین شبکه فشار متوسط (که تخلیه صاعقه از طریق آن صورت می‌گیرد) از هم مجزا باشند. این کار به دلیل جلوگیری از ایجاد ولتاژهای خطرناک ناشی از صاعقه بر روی سیستم خنثی صورت می‌گیرد. انجام این کار با ایجاد یک فاصله حداقل ۲۰ متری بین چاه‌های الکتریکی و حفاظتی انجام می‌گیرد.

در پست‌های توزیع اعم از زمینی و هوایی مرکز ستاره یا زیگزاگ ترانسفورماتور بایستی توسط چاه زمین شود. مقاومت زمین نقطه خنثی ترانسفورماتور در این حالت نباید از ۵ اهم تجاوز نماید.

از آنجایی که سیستم اتصال زمین به گونه‌ای طراحی و اجرا گردد که خطر برق‌گرفتگی برای پرسنل و عموم مردم به حداقل رسیده و سیستم حفاظتی نیز به فوریت عمل نماید لذا مقاومت چاه حفاظتی باید به مقدار کافی کوچک باشد. اندازه این مقاومت در سیستم‌های TN نباید از  $2\ \Omega$  تجاوز نماید.

به طور کلی هر پست هوایی بایستی دارای دو حلقه چاه ارت باشد که چاه ارت حفاظتی در نزدیک‌ترین فاصله به پست هوایی و چاه ارت الکتریکی به فاصله حداقل ۲۰ متر از چاه حفاظتی احداث می‌گردد. همچنین سیستم پد بایستی در شعاع یک متری اطراف پست هوایی (در فضاهایی که امکان اجرا وجود دارد) با سیم مسی به مقطع ۵۰ میلی‌متر مربع و در عمق ۴۰ سانتیمتری اجرا شود و ارتباط آن به الکتروود حفاظتی صورت گیرد.

در پست‌های هوایی کلیه اتصال بدنه‌های تجهیزات و خروجی برقگیر با کابل  $50\ \text{mm}^2 \times 1$  مسی (و یا سیم مسی نمره ۵۰) به چاه حفاظتی مرتبط و شینه نول تابلو فشار ضعیف که از بدنه تابلو ایزوله است توسط سیم یا کابل با مقطع  $50\ \text{mm}^2$  به الکتروود چاه الکتریکی متصل می‌گردد.

### ۵-۳-۹- مقره

مقره‌ها وسایلی است که برای عایق‌بندی الکتریکی و نگهداری و تثبیت مکانیکی هادی‌ها که نسبت به زمین دارای اختلاف سطح الکتریکی هستند مورد استفاده واقع می‌شوند. به عبارتی مقره‌ها دارای دو کارکرد مکانیکی و الکتریکی



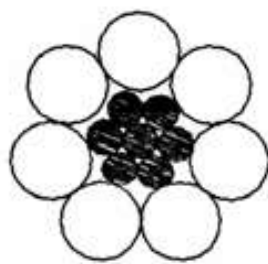
هستند. از نظر مکانیکی مقره‌ها باید استقامت مکانیکی لازم برای نگاهداشتن سیم هوایی و تحمل نیروهای وارد از طرف آن را داشته باشد و از نظر الکتریکی از نشت جریان الکتریکی از خط به سمت پایه‌ها جلوگیری نماید.

### ۵-۳-۱۰- هادی آلومینیوم- فولاد

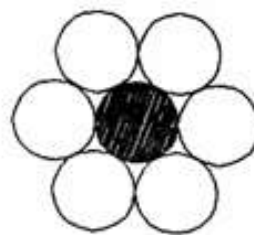
جهت ارتباط شبکه فشار متوسط به برقگیر و کاتاوت فیوز، به طور معمول از هادی‌های آلومینیوم- فولاد استفاده می‌گردد<sup>۱</sup> که مقطع هادی ارتباطی می‌بایست هم مقطع با هادی شبکه فشار متوسط باشد. در جدول (۳) مشخصات هادی‌های آلومینیوم- فولاد استاندارد متداول در شبکه‌های توزیع بیان شده است و شکل (۱۵) نمایانگر تعداد مفتول‌های آلومینیوم و فولاد هادی‌ها است.

جدول (۳): هادی آلومینیوم - فولاد استاندارد متداول در شبکه‌های توزیع

نام تجاری	تعداد مفتول		قطر مفتول (mm)		سطح مقطع (mm <sup>2</sup> )			وزن (kg/km)	
	فولاد	آلومینیوم	فولاد	آلومینیوم	کل	فولاد	آلومینیوم	فولاد	آلومینیوم
فاکس	۱	۶	۲/۷۹	۲/۷۹	۴۲/۷۷	۶/۱۱	۳۶/۶۶	۴۸	۱۰۱
مینک	۱	۶	۳/۶۶	۳/۶۶	۷۳/۶۵	۱۰/۵۲	۶۳/۱۳	۸۲	۱۷۳
هاینا	۷	۷	۱/۹۳	۴/۳۹	۱۲۶/۴۳	۲۰/۴۸	۱۰۵/۹۵	۱۶۰	۲۹۰



(ب) سیم هاینا



(الف) سیم فاکس و مینک

شکل (۱۵): هادی‌های آلومینیوم- فولاد استاندارد متداول در شبکه توزیع

<sup>۱</sup> - اگر هادی شبکه فشار متوسط از جنس مس باشد، باید از هادی همجنس و هم مقطع و کلمپ‌های مسی جهت ارتباط‌ها استفاده شود.



به دلایل زیر مناسب‌تر است از هادی روکشدار استفاده شود.

- حفاظت در مقابل صاعقه و تخلیه‌های جزئی
- کاهش قطعی‌ها
- کاهش انرژی توزیع نشده
- کاهش جریان ناشی
- کاهش هزینه تمام شده در طول دوره بهره‌برداری
- کاهش تعمیرات اضطراری

⚠️ هادی روکشدار عایق نبوده و قابل لمس نیست.

### ۵-۳-۱۱- کنسول

جهت نگهداری هادی‌ها و مقره‌ها روی تیر، از کنسول استفاده می‌شود. به نوعی از کنسول که به شکل بازوی متقاطع با پایه (به شکل صلیب) ساخته می‌شود کراس آرم گفته می‌شود. هدف از نصب کنسول و کراس آرم علاوه بر نگهداری هادی‌ها و مقره‌ها بر روی پایه، حفظ حریم الکتریکی هادی‌ها از یکدیگر است.

انواع کنسول‌های متداول مورد استفاده در شبکه توزیع به شرح ذیل است:

- کنسول‌های افقی
- کنسول‌های جانبی ۹۰ درجه
- کنسول‌های افقی و ۹۰ درجه در طول‌های متداول به شرح ذیل ساخته می‌شوند.
- کنسول افقی ۱/۵، ۲، ۲/۴۴ و ۳ متری
- کنسول جانبی ۹۰ درجه ۰/۷۵، ۰/۹۰، ۱/۲، ۱/۵ متری

### ۵-۳-۱۲- سکوی زیر تابلو فشار ضعیف

سکوهای قابل نصب در زیر تابلو فشار ضعیف به سه دسته عمده به شرح ذیل تقسیم‌بندی می‌شوند:

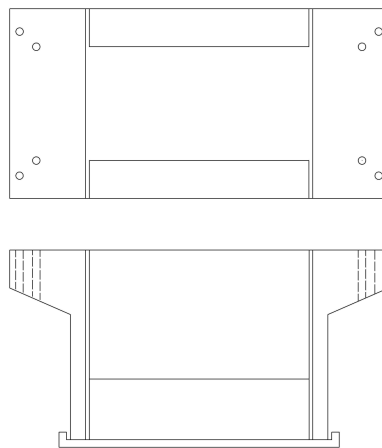
- سکوی بتنی پیش ساخته
- سکوی فلزی
- سکوی آجر چینی شده

به صورت معمول پس از آماده‌سازی فونداسیون سکوی بتنی پیش ساخته، سکوی بتنی متناسب با ابعاد تابلو فشار ضعیف جهت نگهداری و مهار تابلو و رعایت فاصله مجاز تابلو با سطح زمین نصب می‌گردد. ابعاد سکوی بتنی

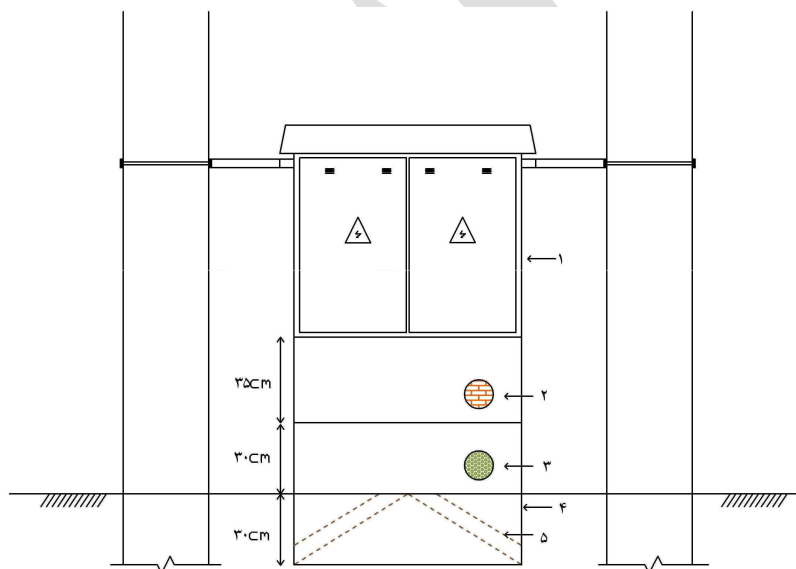


پیش‌ساخته می‌بایست متناسب با ابعاد تابلو فشار ضعیف تهیه گردد. در شکل (۱۶) نمونه‌ای از انواع سکوه‌های بتنی پیش‌ساخته نشان داده شده است. در صورتی که تهیه سکوی بتنی پیش‌ساخته ممکن نباشد از سکوی آجرچینی شده استفاده می‌گردد (شکل (۱۷)).

در شرایطی که رطوبت تأثیری بر روی سکوی زیر تابلو فشار ضعیف نداشته باشد می‌توان از سکوی فلزی استفاده کرد که در این صورت ابعاد و مشخصات سکو بایستی طبق وزن تابلو محاسبه و انتخاب گردد.



شکل (۱۶): نمونه‌ای از سکوی بتنی پیش‌ساخت



- ۱ تابلو فشار ضعیف
- ۲ آجر سفال ۴ سانتی
- ۳ سنگ دو تیشه
- ۴ بتون با عیار ۳۰۰
- ۵ لوله پلیکا نمره ۱۰

شکل (۱۷): نمونه‌ای از سکوی آجرچینی شده



## ۶- دستورالعمل نصب

این قسمت شامل بخش‌های فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز، انبارداری و حمل و نقل تجهیزات، مراحل نصب، آزمون‌های مورد نیاز و مراحل راه‌اندازی است که در ادامه به شرح آنها پرداخته شده است. پست هوایی شامل ترانسفورماتور، تابلوی فشار ضعیف، کات‌اوت فیوز و برقگیر و ... جهت نصب در فضای آزاد و قابل نصب بر روی یک یا دو پایه و عملکرد تحت شرایط محیطی نرمال طراحی می‌شود.

### ۶-۱- فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز

فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز جهت تجهیز پست هوایی به شرح مندرج در جدول (۴) است.

جدول (۴): فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز

ردیف	نام ابزار و یا ماشین‌آلات	توضیحات
۱	جرثقیل	جهت جابجایی تجهیزات
۲	وسیله نقلیه مجاز	جهت حمل تجهیزات به محل کارگاه
۳	کمپرسور	جهت حفاری مسیر و محل پایه‌ها
۴	زنجیر یا تسمه بلند کننده	جهت بلند کردن تجهیزات به وسیله جرثقیل
۵	دستگاه پرس هیدرولیک	جهت پرس کابلشو
۶	چاقوی مخصوص لخت کردن کابل	برای برداشتن پوسته کابل جهت نصب کابلشو
۷	قیچی آهن‌بر (اره آهن‌بر)	جهت بریدن کابل یا هادی
۸	سوهان	جهت تمیز کردن محل اتصالات و ...
۹	برس سیمی	جهت تمیز کردن محل اتصالات
۱۰	خمیر ضد اکسید	جهت استفاده در محل اتصالات
۱۱	سمباده	جهت تمیز کردن محل اتصالات و ...
۱۲	کابل‌بر	جهت بریدن کابل
۱۳	آچار رینگی در اندازه‌های مختلف	جهت محکم کردن اتصالات
۱۴	آچار بکس در اندازه‌های مختلف	جهت محکم کردن اتصالات
۱۵	پیچ گوشتی	
۱۶	انبردست	
۱۷	متر	جهت اندازه‌گیری فواصل
۱۸	فازمتر	



#### ادامه جدول (۴):

ردیف	نام ابزار و یا ماشین‌آلات	توضیحات
۱۹	دستگاه ویبره	اطمینان از پر شدن بتن مابین سنگ‌های لاشه
۲۰	سشوار صنعتی یا نازل	جهت حرارت دادن سرکابل حرارتی (هیت شیرینگ)
۲۱	تراز	جهت نصب ترانسفورماتور و تجهیزات
۲۲	ترکومتر	جهت محکم کردن اتصالات با گشتاور مناسب
۲۳	ارت تستر	جهت اندازه‌گیری مقاومت زمین
۲۴	شاقول	جهت تراز کردن پایه
۲۵	بیل	جهت حفاری مسیر - حفر چاه - حفر چاله تیر
۲۶	کلنگ	جهت حفاری مسیر - حفر چاه - حفر چاله تیر
۲۷	دیلم	جهت کوبیدن سنگ لاشه
۲۸	پتک	
۲۹	متر لیزری	جهت اندازه‌گیری فواصل عمودی
۳۰	فاز متر فشار قوی	

## ۲-۶- انبارداری و حمل و نقل

در این بخش مطالب و نکات مربوط به نحوه انبارداری تجهیزات پست هوایی، حمل و نقل بدون ریسک و ایمنی کامل آن و همچنین نحوه ورود تجهیز به محل استقرار ذکر گردیده است. لازم به ذکر است که نحوه انبارداری و حمل و نقل تجهیزات مطابق دستورالعمل سازنده نیز می‌بایست مورد توجه قرار گیرد.

### ۲-۶-۱- انبارداری و حمل و نقل پایه‌های بتنی

پایه‌های بتنی برخلاف پایه‌های فلزی و چوبی شکننده هستند و در مقابل ضربه و فشار زیاد آسیب‌پذیر هستند. به عنوان مثال چنانچه تیرهای چوبی یا قطعات فولادی از ارتفاع ۲ تا ۳ متری به زمین ریخته شوند آسیب چندانی نمی‌بینند ولی تیرهای بتنی اگر از ارتفاع نیم متری به زمین بیافتند در هم می‌شکنند.

در اصطلاح فنی تیرهای چوبی و فلزی در مقابل تنش‌های کشش مقاومت ولی مقاومت قطعات بتنی در مقابل کشش به شدت پایین است. با در نظر گرفتن این خصیصه در حمل و نقل و جابجایی تیرهای سیمانی لازم است نهایت دقت و مراقبت به عمل آید و شاید به جرات بتوان گفت که اهمیت حمل و نقل و جابجایی این تیرها از ساخت آنها کمتر نیست.



چه بسا تیرهای سیمانی که در تهیه و ساخت آن جمیع جهات فنی مراعات شده ولی در حین بارگیری و تخلیه به علت شتابزدگی و بی دقتی تیر شکسته و یا صدمه دیده و تمام زحمات ساخت و مصالح مورد استفاده به هدر رفته است. در ادامه طریقه صحیح انبارداری، بارگیری و حمل و تخلیه و جابجایی تیرهای سیمانی تشریح شده است.

## ۶-۲-۱-۱- انبارداری

- بلافاصله پس از ورود محموله بایستی مورد بررسی قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که پایه‌ها با مشخصات فنی و استاندارد مطابقت دارد. در صورت هر گونه مغایرت مراتب فوراً به تولید کننده یا فروشنده اطلاع داده شود.
- در صورت مشاهده هر گونه آسیب ناشی از حمل و نقل، فوراً بیمه‌گذار و تولیدکننده مطلع شوند.
- محل دپو کردن پایه‌ها بایستی کاملاً صاف و یکنواخت باشد.
- برای سهولت جابجایی آینده پایه‌ها، بایستی در زیر تمام پایه‌ها در هر ردیف به فاصله ۳ تا ۴ متر چوب یا چهار تراش به ضخامت حداقل ۸ سانتیمتر قرار داده شود (شکل ۱۸).
- فاصله پایه‌ها در هر ردیف حداقل ۵ سانتیمتر باشد تا در موقع بارگیری بتوان از این فاصله برای عبور دادن زنجیر یا تسمه استفاده کرد.
- قرار گرفتن تیرهای ردیف‌های بعدی نیز عیناً مانند ردیف اول است. به خصوص دقیقاً بایستی توجه شود که چوب‌ها یا چهارتراش‌ها در راستای چوب‌های ردیف اول باشد در غیر این صورت خطر شکستن تیرهای زیرین زیاد است.
- حداکثر تعداد ردیف برای تیرهای سبک (۲۰۰) پنج و برای تیرهای نیمه سنگین (۴۰۰ و ۶۰۰) چهار و برای تیرهای سنگین ۳ است.
- پایه‌های وارد شده به انبار قرنطینه در صورتی که با مشخصات فنی مورد درخواست مطابقت داشته باشد و از سالم بودن آن اطمینان حاصل گردد، اجازه ورود به محل نگهداری دائمی کالا در انبار را می‌یابد.
- مسئول انبار در فواصل زمانی یک ماهه اقدام به بازبینی کالاهای موجود در انبار به صورت ظاهری نماید و در صورتی که علائمی از شکستگی و یا ترک در پایه‌ها مشاهده گردد. به موجب حواله انتقال از انبار جاری خارج و به انبار اسقاط تحویل می‌گردد.

⚠ در زمان انبارش برای جابجایی مختصر پایه‌ها مطلقاً نیابستی از دیلم یا هر قطعه فلزی دیگری استفاده

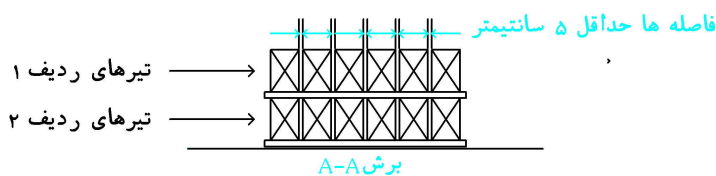
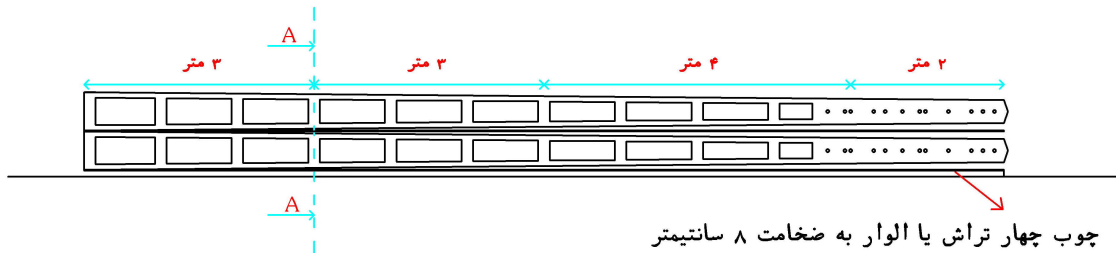
شود زیرا موجب شکستن لبه تیرها می‌گردد.





⚠ پایه‌ها پس از سپری شدن مدت زمان‌های زیر پس از تاریخ بتن‌ریزی قابل حمل به خارج از کارگاه محل ساخت خواهند بود که این مورد می‌بایست توسط انباردار در زمان تحویل مورد بررسی قرار گیرد.

- برای تیرهایی که با سیمان پرتلند معمولی به حالت عادی عمل آورده شده باشند ۲۸ روز.
- برای تیرهایی که با سیمان پرتلند معمول با بخار عمل آورده شده باشند ۱۴ روز.



شکل (۱۸): طرز قرار گرفتن تیرهای بتنی چهارگوش به روی زمین و یا بر روی کف تریلر

## ۶-۲-۱-۲- حمل و نقل

- جهت حمل و نقل پایه‌ها بایستی موارد زیر رعایت گردد.
- طول وسیله نقلیه باید متناسب با طول تیر باشد.
- برای بارگیری با جرثقیل حتماً از شاهین (شکل (۲۰)) استفاده شود.
- زنجیر جرثقیل به قلاب شاهین محکم بسته شود.
- زنجیرها با تسمه‌های دو طرف شاهین در قسمت پر تیر در طرفین مرکز ثقل تیر محکم بسته شود (شکل (۲۰))
- از بستن بیش از یک تیر به زنجیره، به کلی خودداری شود.
- با حرکت آرام، تیر را از جای خود حرکت داده و پس از بالا بردن به اندازه لازم با هدایت کمک راننده تیر به آرامی به روی تریلی قرار گیرد. هر گونه حرکت حساب نشده یا شتاب زده در این حالت ممکن است به قیمت شکستن تیر یا پریدن گوشه آن تمام شود.
- بر روی تریلر و زیر تمام پایه‌های هر ردیف به فاصله ۳ تا ۴ متر چوب یا چهار تراش به ضخامت ۸ سانتیمتر قرار داده شود.

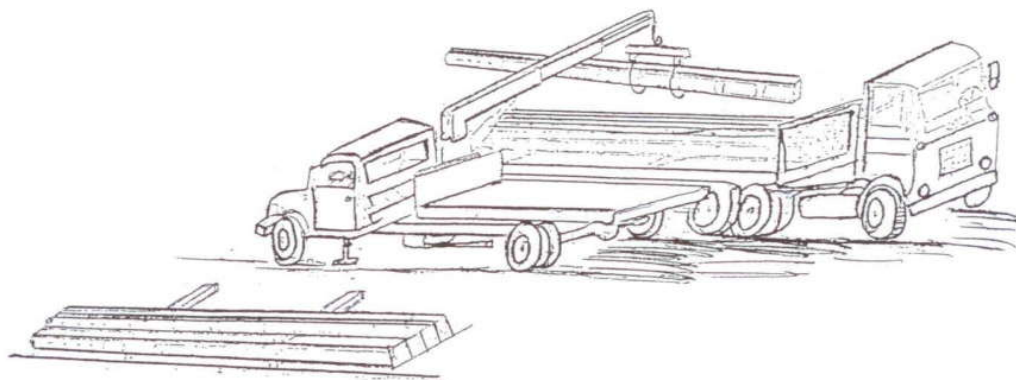


- در موقع قراردادن تیرها در روی تریلی بایستی فاصله مناسب بین تیرها دقیقاً رعایت گردد تا در موقع تخلیه اشکالی پیش نیاید (شکل (۱۹)).
- پس از تکمیل بارگیری در فاصله بین تیرها گوه چوبی مناسب قرار دهند تا از حرکت تیر در حین حمل جلوگیری شود. سپس با سیم بکسل بر روی تریلی بسته شود.
- در موقع بستن سیم بکسل بایستی در نقاط تماس سیم بکسل با تیرها از قطعات چوبی به صورت تخته یا الوار استفاده گردد.
- برای مسیرهای طولانی سعی شود تریلی با حداکثر ظرفیت بارگیری شود. سبک بار بودن تریلی موجب ازدیاد سرعت و آسیب دیدگی تیرها می‌گردد.
- به رانندگان توصیه می‌شود در جاده‌های خاکی یا دست‌انداز تا حد ممکن با سرعت کمتری رانندگی کنند.
- تخلیه عیناً مانند بارگیری است در این حالت نیز بایستی حتماً از شاهین استفاده گردد و در موقع انبار کردن، الوار زیر تیرها و به فاصله مناسب از یکدیگر قرار گیرد و همانند آنچه در بارگیری به آنها اشاره شد موارد دقیقاً رعایت گردد.

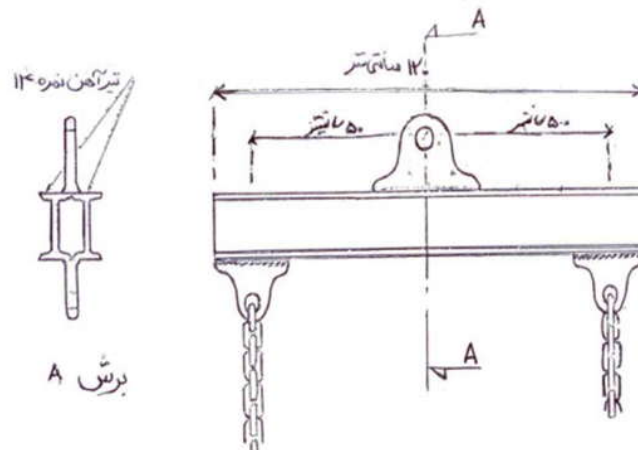
⚠ در هر حال از بارگیری و تخلیه تیرها به صورت دویل قویا بایستی خودداری گردد و تنها تیرها به صورت تک‌تک بایستی بارگیری و تخلیه شوند.

⚠ همواره باید توجه داشت که به هنگام تخلیه پایه‌ها از وارد آمدن ضربه به آنها جلوگیری شود.

⚠ هنگام بلند کردن پایه‌های بتنی به وسیله جرثقیل بایستی قلاب یا زنجیر در مرکز ثقل تیر بسته شود.



شکل (۱۹): قرار دادن تیرهای بر روی تریلر



شکل (۲۰): شاهین جهت بلند کردن تیر

## ۶-۲-۲- انبارداری و حمل و نقل ترانسفورماتور

### ۶-۲-۲-۱- انبارداری

- پس از دریافت ترانسفورماتور محموله بررسی گردد تا اطمینان حاصل شود که تجهیزات کامل دریافت شده‌اند. در صورت مشاهده هر گونه کسری در اجزای تشکیل دهنده، مراتب فوراً به تولیدکننده یا فروشنده تجهیز اطلاع داده شود.
- هنگام ورود ترانسفورماتور به انبار و قبل از تخلیه آن بازرسی کاملی از بدنه به عمل آید و در صورت مشاهده نشانه‌های بارز آسیب‌دیدگی در اثر حمل از جمله کاهش سطح روغن شرکت حمل‌کننده، بیمه‌گر حمل و نقل، نمایندگی مجاز و کارخانه سازنده به سرعت مطلع گردند. خسارت‌های جزیی که ممکن است مهم به نظر نیاید نیز گزارش گردند، ادعاهای بعد از مهلت مقرر در هنگام مذاکره با شرکت‌های بیمه‌ای ایجاد اشکال خواهد نمود.
- ترانسفورماتور توسط جرثقیل در محل‌های از پیش تعیین شده قرار داده شوند.
- ترانسفورماتور قبل از ثبت در کاردکس انبار و ملحق شدن به مجموعه کالاهای انبار قرنطینه شده و پس از بازرسی و آزمون طبق روش اجرایی بازرسی و آزمون، انبارش شوند.
- ترانسفورماتورهای وارد شده به انبار قرنطینه فقط در صورتی که با نمونه ارائه شده توسط فروشنده و با مشخصات فنی مورد درخواست مطابقت داشته باشند و از سالم بودن آن اطمینان حاصل گردد، اجازه ورود به محل نگهداری دائمی کالا در انبار را می‌یابند.
- به منظور حصول اطمینان از مطلوب بودن وضعیت ترانسفورماتورهای موجود در انبار و تشخیص وجود خرابی و نشستی روغن در آنها، مسئول انبار در فواصل زمانی یک ماهه اقدام به ارزیابی کالای موجود در انبار



به صورت ظاهری نماید و سالم بودن بدنه ترانسفورماتور، بوشینگ‌ها، منبع ژل سیلیکاژل و ... مورد بازدید قرار گیرد.

- در صورت مشاهده هر گونه خرابی در ترانسفورماتورها علت خرابی شناسایی شده و دستورات لازم جهت حفظ و نگهداری تجهیزات به نحو صحیح در انبارها صادر شود.
- در صورت معیوب بودن (قابل تعمیر بودن) ترانسفورماتور طبق دستورالعمل مربوطه جهت رفع عیب از انبار خارج و پس از تعمیر به انبار تحویل گردد.
- در صورت ناسالم و اسقاط (غیر قابل تعمیر) بودن ترانسفورماتور، به موجب حواله انتقال از انبار جاری خارج و به انبار اسقاط تحویل می‌گردند.
- در صورتی که ترانسفورماتور تحت شرایط گارانتی دچار خرابی شده باشد می‌بایست قبل از تعمیر هماهنگی با شرکت سازنده صورت پذیرد.

**⚠️ موقعیت ترانسفورماتورها در انبار بایستی به گونه‌ای باشد که دسترسی آن به راحتی انجام پذیرد و بازرسی آن به راحتی صورت گیرد. همچنین حمل و نقل ترانسفورماتورها باعث صدمه دیدن ترانسفورماتورهای دیگر نگردد.**

**⚠️ ترانسفورماتورها بایستی به همان ترتیب که وارد انبار می‌گردند از انبار خارج گردند تا ترانسفورماتور در زمان طولانی در انبار نماند.**

## ۶-۲-۲- حمل و نقل

ترانسفورماتورهای توزیع عموماً به صورت کامل در کارخانه مونتاژ و تست گردیده‌اند و به هنگام تحویل در محل آماده بهره‌برداری است. در هنگام بارگیری، ترانسفورماتورها با چوب‌های الوار به کف تریلر یا وسیله نقلیه مربوطه میخ‌کوبی می‌شوند و توسط سیم‌بکسل‌ها از محل قلاب‌های مهار یا پایه‌های ترانسفورماتور به کف خودرو مهار می‌شوند. شتاب حمل می‌بایست ثابت بوده و از حرکت و توقف سریع و تکان‌های شدید جلوگیری گردد.

برای تخلیه ترانسفورماتور، مناسب‌ترین شیوه استفاده از جرثقیل است. در این هنگام ترانسفورماتور یا وسیله حامل آن زیر بازوی جرثقیل قرار گرفته و بعد از باز شدن بندها و مهارها به آرامی از جا بلند شود و به محل مورد نظر منتقل شود.

هنگام جابجایی ترانسفورماتور دقت نمود که امتداد اصلی آن همواره در وضعیت قائم قرار گیرد. و تحت هیچ شرایطی بیش از ۱۵ درجه منحرف نشود. همچنین باید توجه داشت که حلقه قلاب‌های تعبیه شده در بالای



ترانسفورماتور عموماً به منظور بلند کردن کامل ترانسفورماتور به وضعیت قائم طراحی گردیده و برای کشیدن ترانسفورماتور به کمک سیم و قرقره باید از حلقه‌های مخصوص که در قسمت شاسی و پایه آن تعبیه شده استفاده نمود.

**⚠️ جابجایی ترانسفورماتور در هر یک از مراحل بارگیری و تخلیه تا استقرار نهایی آن روی سکوی مربوطه می‌باید به آرامی و بدون وارد آوردن ضربه و شتاب زیاد انجام گیرد.**

### ۳-۲-۶- انباردای و حمل و نقل تابلوی فشار ضعیف

#### ۱-۳-۲-۶- انبارداری

- پس از دریافت تابلو فشار ضعیف باید مورد بررسی قرار گرفته تا اطمینان حاصل شود که تجهیزات کامل دریافت شده‌اند. در صورت مشاهده هر گونه کسری در اجزای تشکیل دهنده مراتب فوراً به تولید کننده یا فروشنده تجهیز اطلاع داده شود.
- به هنگام ورود تابلو فشار ضعیف به انبار و قبل از تخلیه آن بازرسی کاملی از بدنه و تجهیزات داخلی به عمل آید و در صورت مشاهده هر گونه آسیب دیدگی در اثر حمل، شرکت حمل کننده، بیمه گر حمل و نقل، نمایندگی مجاز و کارخانه سازنده به سرعت مطلع گردند.
- در هنگام بلند کردن تابلو از جرثقیل استفاده شود.<sup>۱</sup>
- برای جابجایی تابلو از وسایل مناسب مثل جرثقیل و لیفتراک استفاده شود.
- در صورتی که کف تابلو از قطعات فلزی مستحکم مانند ناودانی ساخته شده باشد. قرار دادن لوله زیر کلاف تحتانی و یا لغزاندن آن روی صفحات فلزی مجاز است.
- تابلو فشار ضعیف قبل از ثبت در کاردکس انبار و ملحق شدن به مجموعه کالاهای انبار قرنطینه شده و پس از بازرسی و آزمون طبق روش اجرایی بازرسی و آزمون، انبارش شوند.
- تابلو فشار ضعیف وارد شده به انبار قرنطینه فقط در صورتی که با نمونه ارائه شده فروشنده و با مشخصات فنی مورد در خواست مطابقت داشته باشند اجازه ورود به محل نگهداری دائمی کالا در انبار را می‌یابند.
- مسئول انبار در فواصل یک ماهه اقدام به بازرسی و ارزیابی کالای موجود در انبار به صورت ظاهری نماید.

<sup>۱</sup> - تابلوهای بارانی با ابعاد کوچک توسط کارگران جابجا می‌شوند.



- در صورت معیوب بودن (قابل تعمیر بودن) تابلو طبق دستورالعمل مربوطه جهت رفع عیب از انبار خارج و پس از تعمیر به انبار تحویل گردد و در صورت غیر قابل تعمیر بودن به موجب حواله انتقال از انبار خارج و به انبار اسقاط تحویل می‌گردند.
- در صورتی که تابلو فشار ضعیف در مدت ضمانت کارخانه سازنده دچار خرابی و نقص گردد و نقص ایجاد شده در تعهد شرکت سازنده باشد. قبل از هر گونه تعمیر بایستی هماهنگی جهت رفع عیب به عمل آید.

⚠ در مورد تابلوهایی که برای استفاده در محیط‌های با رطوبت و تغییرات دمای زیاد در نظر گرفته شده‌اند اقدامات مناسب برای جلوگیری از تعریق زیان‌آور به عمل آید.

## ۶-۲-۳- حمل و نقل

تابلو، طبق مشخصات فنی خریدار در کارخانه سازنده مونتاژ و بعد از تکمیل برگه آزمون‌های معمول (روتین) کارخانه، به محل پست حمل می‌گردند. لذا برای جلوگیری از صدمات مکانیکی و یا تاثیرات محیطی ناشی از حمل و نقل و پیاده کردن تابلو، بعد از ساخت بایستی به گونه‌ای مناسب بسته‌بندی شوند و بر روی بسته‌بندی اطلاعات لازم از جمله نام شرکت سازنده بایستی درج شده باشد.

تابلو فشار ضعیف می‌بایست بر روی وسیله حمل کننده به صورت کامل مهار گردد و شتاب جهت حمل ثابت بوده و از حرکت و توقف سریع و تکان‌های شدید جلوگیری گردد.

در هنگام حمل، تابلو را باید با نایلون حباب دار و یا کارتون پوشاند. زیرا در صورت ایجاد خراش بر روی بدنه، در شرایط رطوبت باعث فرسایش و زنگ زدگی در بدنه تابلو می‌شود.

برای تخلیه تابلو از جرثقیل و یا لیفتراک استفاده شود. در صورت حمل با لیفتراک باید از لیفتراکی استفاده شود که طول شاخک‌های آن بزرگتر یا مساوی عمق تابلو باشد.

## ۶-۲-۴- انبارداری و حمل و نقل کات‌اوت فیوز و برقگیر

### ۶-۲-۴-۱- انبارداری

- پس از دریافت بسته‌بندی‌های حاوی کات‌اوت فیوز و یا برقگیر، باید مورد بررسی قرار گیرند تا اطمینان حاصل شود که تجهیزات به صورت کامل دریافت شده است و در صورت هر گونه کسری در اجزای تشکیل دهنده مراتب فوراً به تولید کننده یا فروشنده تجهیز اطلاع داده شود.



- کات اوت فیوز و برقگیر پس از تخلیه به صورت دستی توسط کارگران و یا توسط لیفتراک حمل شود و در محل‌های از پیش تعیین شده قرار گیرند.
- تجهیزات قبل از ثبت در کاردکس انبار و ملحق شدن به مجموعه کالاهای انبار قرنطینه شده و پس از بازرسی و آزمون طبق روش اجرایی بازرسی و آزمون، انبارش شوند.
- بسته‌های حاوی کات اوت فیوز و برقگیر در محل خشک انبار نگهداری شود<sup>۱</sup>.
- بسته‌های کات اوت فیوز و برقگیر وارده شده به انبار قرنطینه فقط در صورتی که با نمونه ارائه شده فروشنده و با مشخصات فنی مورد درخواست مطابقت داشته باشند اجازه ورود به محل نگهداری دائمی کالا در انبار را می‌یابند.
- مسئول انبار در فواصل یک ماهه اقدام به بازرسی و ارزیابی کالای موجود در انبار به صورت ظاهری نماید.
- در صورت معیوب بودن (قابل تعمیر بودن) تابلو طبق دستورالعمل مربوطه جهت رفع عیب از انبار خارج و پس از تعمیر به انبار تحویل گردد و در صورت غیر قابل تعمیر بودن به موجب حواله انتقال از انبار خارج و به انبار اسقاط تحویل می‌گردند.

#### ۶-۲-۴-۲- حمل و نقل

احتیاط لازم جهت محافظت از تجهیزات حین حمل و نقل صورت گیرد و همچنین لرزش‌ها هنگام حمل و نقل به حداقل برسد. بسته بندی قطعات باید ضد آب بوده و بر روی آن یک برچسب حاوی اطلاعات به شرح ذیل نصب گردد.

- احتیاطات لازم جهت حمل و نقل
- نام و آدرس کارخانه سازنده
- نوع تجهیز
- وزن کامل
- شماره سریال
- سال تولید
- فرکانس نامی
- محدوده ولتاژ
- جریان اسمی

<sup>۱</sup> - بسته‌های کات اوت فیوز و برقگیر لازم است بر روی سکو و با فاصله از سطح زمین انبارش شوند.



⚠️ بسته‌بندی‌ها با علامت دستگاه‌های حساس "شکستنی" و غیره علامت‌گذاری شود.

⚠️ بسته‌بندی محموله به گونه‌ای باشد که از صدمات ناشی از جابجایی و انبار کردن در فضای باز محفوظ بماند و دارای استحکام کافی باشد.

## ۳-۶- مراحل نصب

در این بخش مراحل نصب و تجهیز پست هوایی تک پایه و دو پایه تشریح می‌گردد. افراد دارای صلاحیت که با پست هوایی آشنایی کامل دارند می‌توانند آن را نصب کرده، مورد بررسی قرار دهند و سرویس و نگهداری آن را به عهده داشته باشند.

فرد دارای صلاحیت فردی است که مهارت‌های زیر را داشته باشد.

- کاملاً با این دستورالعمل و دستورالعمل سازنده تجهیزات مورد استفاده آشنا باشد.
- کاملاً با قطع و وصل کردن و ایزوله کردن و زمین کردن تجهیزات سیستم توزیع آشنا باشد.
- کاملاً با نحوه بهره‌برداری ایمن از تجهیزات فشار قوی و فشار ضعیف آشنا باشد.
- مواردی نظیر: استفاده از تکنیک‌های پیشگیرانه، تجهیزات حفاظت شخصی موارد ایمنی لازم برای کار در نزدیکی ادوات برقدار الکتریکی و ... را در عملیات نصب رعایت نماید.
- کاملاً با مقررات ایمنی درباره حمل و نقل تجهیزات سیستم توزیع آشنا باشد.
- دوره‌های آموزشی مرتبط را سپری کرده باشد و دارای گواهینامه‌های مورد تایید شرکت توزیع باشد.
- دارای سابقه کار بر روی شبکه‌های متوسط هوایی و زمینی و شبکه‌های فشار ضعیف باشد.

قبل از تجهیز پست هوایی موارد زیر به طور کلی باید مورد بازرسی قرار گیرند:

- پلاک مشخصات تجهیزات و مقایسه آن با مشخصات سفارش شده به تامین کننده
- وضعیت کلی قطعات تشکیل دهنده تجهیزات

## ۳-۶-۱- دستورالعمل نصب پست هوایی تک پایه

مشخصات کلی پست‌های هوایی تک پایه از دیدگاه نصب به شرح زیر است.





- ۱- حداکثر ظرفیت پست تک پایه  $100\text{ kVA}$  است<sup>۱</sup>.
- ۲- نصب ترانسفورماتور روی یک پایه انجام می‌گیرد.
- ۳- استقامت پایه بتنی با لحاظ کردن اثرات زلزله متناسب با ظرفیت ترانس انتخاب می‌گردد.
- ۴- تعداد برقگیرهای نصب شده با توجه به طول خط  $20$  کیلوولت لحاظ شده، و در محل مناسب نصب می‌گردد (معمولا نصب برقگیر در تمامی ترانس‌ها ضروری نیست).
- ۵- ارتفاع نصب  
الف- ترانسفورماتور  
حداقل ارتفاع نصب سکوی ترانسفورماتور از سطح زمین  $5/50$  متر است.  
ب- تابلو فشار ضعیف:  
تابلو فشار ضعیف، بسته به مسائلی همچون استفاده غیر مجاز می‌تواند در بالای پایه قرار گیرد و یا در قسمت پایین آن واقع شود. کنتور مربوطه نیز با توجه به شرایط موجود و نظر طراح بالا و یا پایین تیر و یا در منزل مشترکین قرار داده شود.<sup>۲</sup>  
ج- کات اوت فیوز و برقگیر  
ارتفاع نصب کات اوت فیوز و برقگیر با توجه به آرایش شبکه و رعایت فواصل مجاز از هادی خطوط و رعایت فاصله سکوی کات اوت فیوز و برقگیر از سکوی زیر ترانس تعیین می‌گردد.  
در صورتی که پست هوایی تک پایه در انتهای خط  $20$  کیلوولت با آرایش افقی و یا مثلثی نصب می‌گردد، برقگیرها در بالای پایه خط و کات اوت فیوز  $125$  سانتیمتر پایین‌تر از برقگیر نصب می‌شود.  
اگر پست هوایی در زیر خط عبوری با آرایش افقی و یا مثلثی نصب گردد، کات اوت فیوز و برقگیر در فاصله  $145$  سانتیمتری از بالای پایه نصب می‌شود.

<sup>۱</sup> - معمولا ظرفیت ترانسفورماتور پست هوایی تک پایه بر حسب کیلوولت-آمپر عبارت از  $25$ ،  $50$  و  $100$  است. در شرایط خاص ترانسفورماتور تا ظرفیت  $200\text{ kVA}$  بر روی تک پایه  $12/1200$  نصب می‌شود.  
<sup>۲</sup> - در صورت نصب لوازم اندازه‌گیری در ارتفاع زیاد بر روی پایه برای قرائت کنتور نیاز به بالا بر است که برای حل مشکل می‌توان از فناوری قرائت از راه دور استفاده کرد. استفاده از تابلوی کنتور فلزی در بالا ی تیر به ویژه در مناطق گرمسیری موجب صدمه دیدن کنتور و کاهش دقت اندازه‌گیری خواهد بود که در این موارد و در صورت اجبار می‌توان از کنتورهای outdoor، و تابلوهای غیر فلزی استفاده کرد.



در آرایش پرچمی یا عمودی سکوی کاتاوت فیوز و برقگیر با توجه به رعایت فواصل مجاز از هادی خطوط و همچنین با فاصله مناسب از سکوی ترانسفورماتور نصب می‌شوند. همچنین مناسب‌ترین فاصله بین سکوی ترانسفورماتور تا سکوی کاتاوت فیوز ۲۸۵ سانتیمتر است.

#### ۶- آرایش کلی تجهیزات پست

آرایش تجهیزات در پست‌های هوایی تک پایه به دو حالت کلی زیر تقسیم می‌گردد:

الف- آرایش تجهیزات پست هوایی زیر خط ۲۰ کیلوولت

ب- آرایش تجهیزات پست هوایی در انتهای خط ۲۰ کیلوولت

دستورالعمل اجرایی تجهیزات مختلف پست هوایی تک پایه به تفکیک در ادامه ارائه شده است.

### ۶-۳-۱-۱- پایه

#### چاله تیر

برای کندن یک چاله تیر به اندازه مناسب که بتواند همه نیروها و گشتاور (لنگر) های وارده را تحمل کرده و پایه را در خاک استوار نگهدارد باید موارد زیر را در نظر گرفت:

- جنس زمین
- طول تیر
- وزن
- عوامل کشش

معمول‌ترین روش نصب پایه‌های بتنی دفن مستقیم آنها در خاک است. مقدار طول تیر دفن شده در خاک با توجه به مقاومت جانبی خاک (جنس زمین) بدست می‌آید. قطر چاله‌ای که کنده می‌شود متناسب با اندازه قطر پایه مورد نظر که باید در چاله قرار گیرد است. یعنی قطر چاله به اندازه‌ای باشد که فضای کافی در هر طرف پایه برای پر کردن اطراف و محکم نمودن آن و همچنین برای مانور تیر و قرار دادن آن در طول خط وجود داشته باشد. به عنوان یک قانون تجربی می‌توان عمق گودال را برابر ۱۰ درصد طول تیر به علاوه ۶۰ سانتیمتر در زمین معمولی در نظر گرفت. عمق گودال در زمین‌های سخت و سنگی ۱۴ درصد طول تیر در نظر گرفته می‌شود. ابعاد جانبی گودال بایستی به گونه‌ای باشد که در ته تیر از هر طرف ۲۰ سانتیمتر فاصله وجود داشته باشد. ابعاد گودال مناسب جهت دفن تیرهای بتنی با توجه به مشخصات و جنس زمین به عنوان نمونه در جدول (۵) درج است.



**جدول (۵): ابعاد گودال مناسب جهت دفن تیرهای بتنی**

زمین‌های سفت و سخت و سنگلاخ		زمین‌های معمولی		زمین‌های سست		طول تیر (m)	قدرت اسمی (kgf)
عمق (cm)	عرض × طول (cm <sup>۲</sup> )	عمق (cm)	عرض × طول (cm <sup>۲</sup> )	عمق (cm)	عرض × طول (cm <sup>۲</sup> )		
۱۴۰	۹۰ × ۸۰	۱۵۰	۹۰ × ۸۰	۱۷۰	۹۰ × ۸۰	۹	۶۰۰ تا ۲۰۰
۱۷۰	۱۰۰ × ۸۰	۱۸۰	۱۰۰ × ۸۰	۲۰۰	۱۰۰ × ۸۰	۱۲	۶۰۰ تا ۲۰۰
۲۰۰	۱۱۰ × ۹۰	۲۱۰	۱۱۰ × ۹۰	۲۲۰	۱۱۰ × ۹۰	۱۵	۶۰۰ تا ۲۰۰
۱۴۰	۱۰۰ × ۸۰	۱۵۰	۱۰۰ × ۸۰	۱۷۰	۱۰۰ × ۸۰	۹	۱۲۰۰ تا ۸۰۰
۱۷۰	۱۱۰ × ۹۰	۱۸۰	۱۱۰ × ۹۰	۲۰۰	۱۱۰ × ۹۰	۱۲	۱۲۰۰ تا ۸۰۰
۲۰۰	۱۲۰ × ۱۰۰	۲۱۰	۱۲۰ × ۱۰۰	۲۲۰	۱۲۰ × ۱۰۰	۱۵	۱۲۰۰ تا ۸۰۰

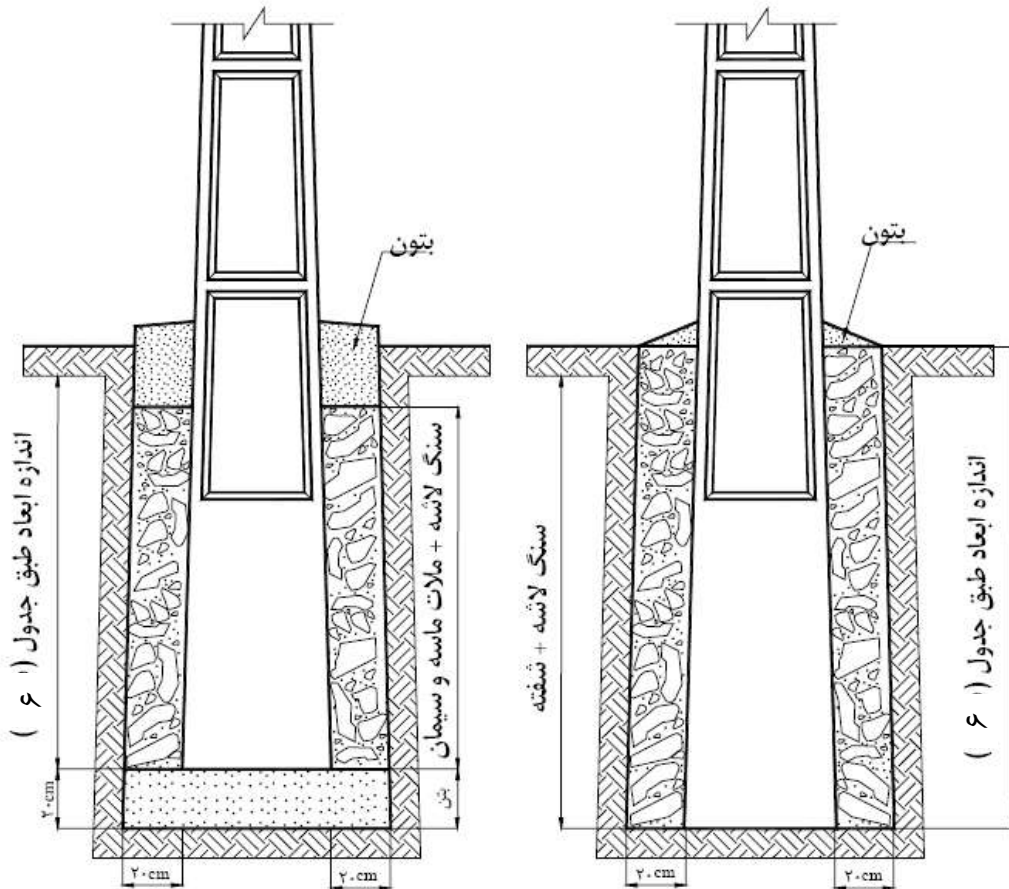
### نوع پایه

نوع پایه متناسب با ظرفیت و نحوه قرارگیری ترانسفورماتور تعیین می‌گردد<sup>۱</sup> در شرایط معمول، در نصب ترانسفورماتور تک پایه قدرت پایه‌ها مطابق جدول (۶) است.

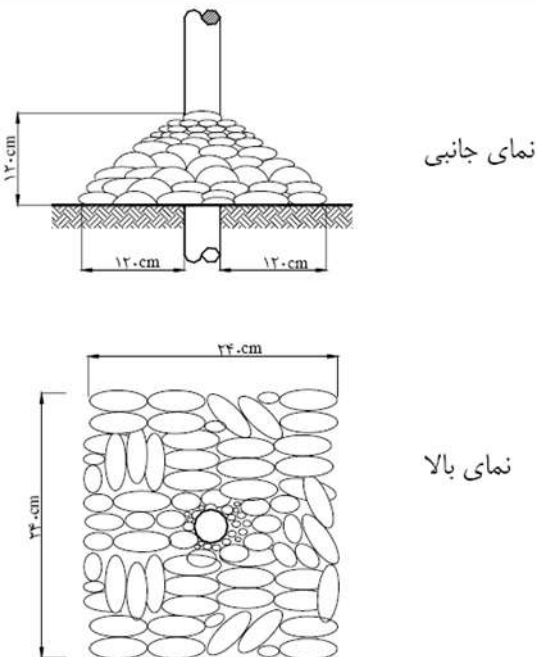
**جدول (۶): نوع پایه و نحوه قرارگیری ترانسفورماتور**

پایه بتنی پیش‌تنیده	پایه بتنی مسلح چهارگوش نصب ترانس در طرف مادگی	پایه بتنی مسلح چهارگوش نصب ترانس در طرف نری	جهت نصب
			نوع ترانس
۱۲/۴۰۰	۱۲/۴۰۰	۱۲/۴۰۰	۲۵kVA
۱۲/۶۰۰	۱۲/۸۰۰	۱۲/۶۰۰	۵۰kVA
۱۲/۸۰۰	۱۲/۱۲۰۰	۱۲/۸۰۰	۱۰۰kVA

<sup>۱</sup> - در تجهیز پست هوایی تک پایه مجموعه پایه و ترانسفورماتور از پایدار استاتیکی و مکانیکی کمتری نسبت به پست هوایی دو پایه برخوردار است. لذا نیاز به تعیین دقیق مشخصات پایه و ابعاد آن با توجه به شرایط منطقه است.



شکل (۲۱): اجرای فونداسیون و نصب پایه‌های بتونی



شکل (۲۲): نحوه سنگ چینی دور پایه برای مناطقی با احتمال آب گرفتگی



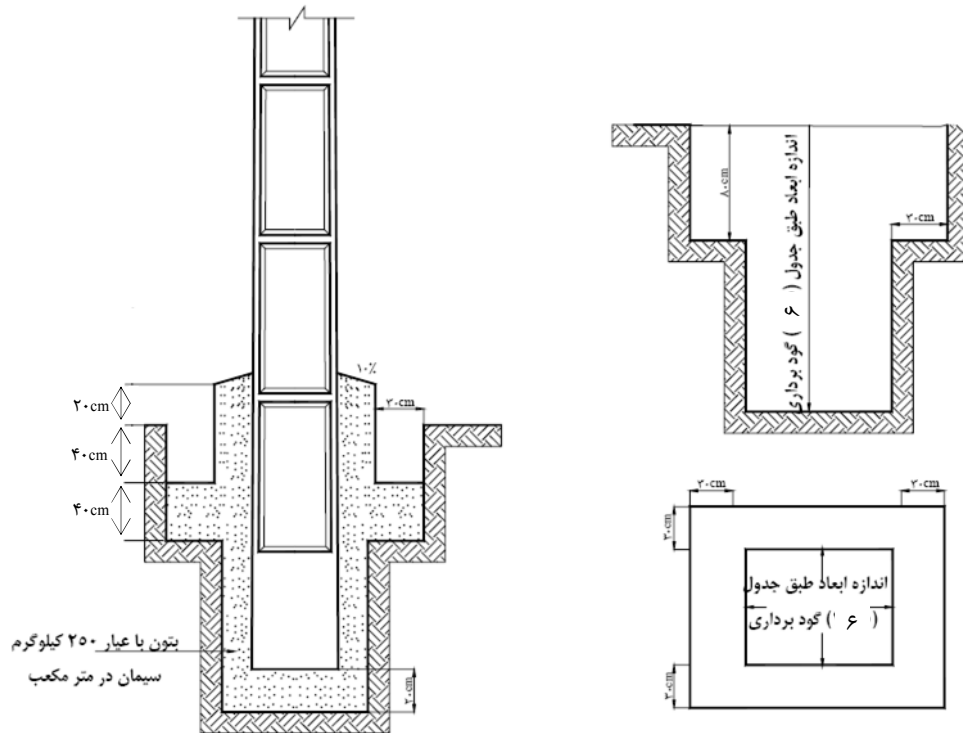
## نصب پایه

جهت نصب پایه بایستی مراحل زیر صورت گیرد:

- هنگام بلند کردن پایه های بتنی به وسیله جرثقیل بایستی قلاب یا زنجیر در مرکز ثقل تیر بسته شود.
  - برای جابجایی پایه‌های بتنی از شاهین و یا حائل بزرگ استفاده شود.
  - پایه بایستی در وسط گود قرار داده شود و اطراف آن با سنگ لاشه پر شود.
  - پایه را توسط شاقول بایستی طوری تنظیم کرد که پایه عمود بر زمین باشد.
  - هنگام نصب پایه بتنی جهت حصول به استقامت کافی پس از سنگ چین با سنگ لاشه، هر لایه سنگ توسط دیلم کوبیده شده و تا زمانی که عملیات کوبیدن اطراف پایه خاتمه نیافته است جرثقیل پایه را رها نکند.
  - بتن بایستی بلافاصله پس از تهیه مصرف شود و بتنی که بیش از یک ساعت از تهیه آن گذشته باشد به هیچ وجه نباید استفاده شود.
  - بتن با ماشین، و بتنیر ماشین مخلوط کن ساخته شود.
  - اگر عمل بتن ریزی در هوای خیلی سرد صورت گیرد باید دمای بتن حداقل ۴ درجه سانتیگراد باشد.
  - جهت پایه‌های نگهدارنده ترانسفورماتوری بایستی از بتن با عیار ۳۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب استفاده شود.
  - بتن بایستی با همان عیار و به صورت رقیق باشد تا خلل و فرج به صورت کامل پر شود.
  - پای تیر بایستی به صورت سطح شیب‌دار ایجاد گردد تا به وسیله آب باران شسته نشود.
- بتن نسبت به خاک درشت دانه‌ای که خوب کوبیده شده باشد دارای مزیت خاصی نیست. تنها امتیاز پر کردن با بتن این است که به علت یکپارچه‌سازی فونداسیون نیازی به کوبیدن خاک نیست. معمولاً در اجرا برای هر گود پایه فشار متوسط تقریباً به  $0/7$  متر مکعب سنگ لاشه و برای هر گود پایه فشار ضعیف تقریباً به  $0/5$  متر مکعب سنگ لاشه نیاز است. در شکل (۲۱) نحوه اجرای فونداسیون و نصب پایه‌های بتنی نشان داده شده است.
- جهت نصب پایه در زمین‌هایی که احتمال آب گرفتگی وجود دارد از روش سنگ‌چینی دور پایه استفاده شود در این روش اطراف پایه به شعاع ۱۲۰ سانتیمتر و به ارتفاع ۱۲۰ سانتیمتر از سطح زمین به صورت مخروط، سنگ‌چینی صورت می‌گیرد. در شکل (۲۲) نمونه‌ای از نحوه سنگ‌چینی دور پایه برای مناطق با احتمال آب گرفتگی نشان داده شده است.
- در زمین‌های سست و باتلاقی نیز جهت غلبه بر سستی زمین بایستی برای استقرار پایه بتونی گودالی به ابعاد مناسب طبق جدول (۵) حفر گردد با این تفاوت که تا عمق ۸۰ سانتیمتری از سطح زمین ابعاد چاله از هر طرف ۳۰ سانتیمتر افزایش یافته و قبل از نصب جهت افزایش استقامت پایه کف گودال به ارتفاع ۲۰ سانتیمتر با بتن پر شود. بعد از قرارگیری پایه در وسط گود اطراف پایه با بتن با عیار ۲۵۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب پر شود و در ارتفاع ۲۰



سانتیمتر بالاتر از سطح زمین شیب مناسب اطراف پایه ایجاد شود. در شکل (۲۳) نمونه‌ای از روش گودبرداری، نصب و دورچینی تیرهای بتنی در زمین‌های باتلاقی نشان داده شده است.



شکل (۲۳): روش گودبرداری، نصب و دورچینی تیرهای بتنی در زمین‌های باتلاقی

⚠ نبایستی پایه‌های بتنی را از سمت مادگی بر روی زمین خواباند زیرا اگر زمین ناصاف باشد باعث شکستن تیر می‌شود.

⚠ نبایستی پایه یک مرتبه از جا برداشته شود زیرا باعث خورده شدن بتن در محل آویز قلاب می‌گردد.

⚠ استفاده از بتنی که در سرما آسیب دیده باشد به هیچ وجه مجاز نیست.

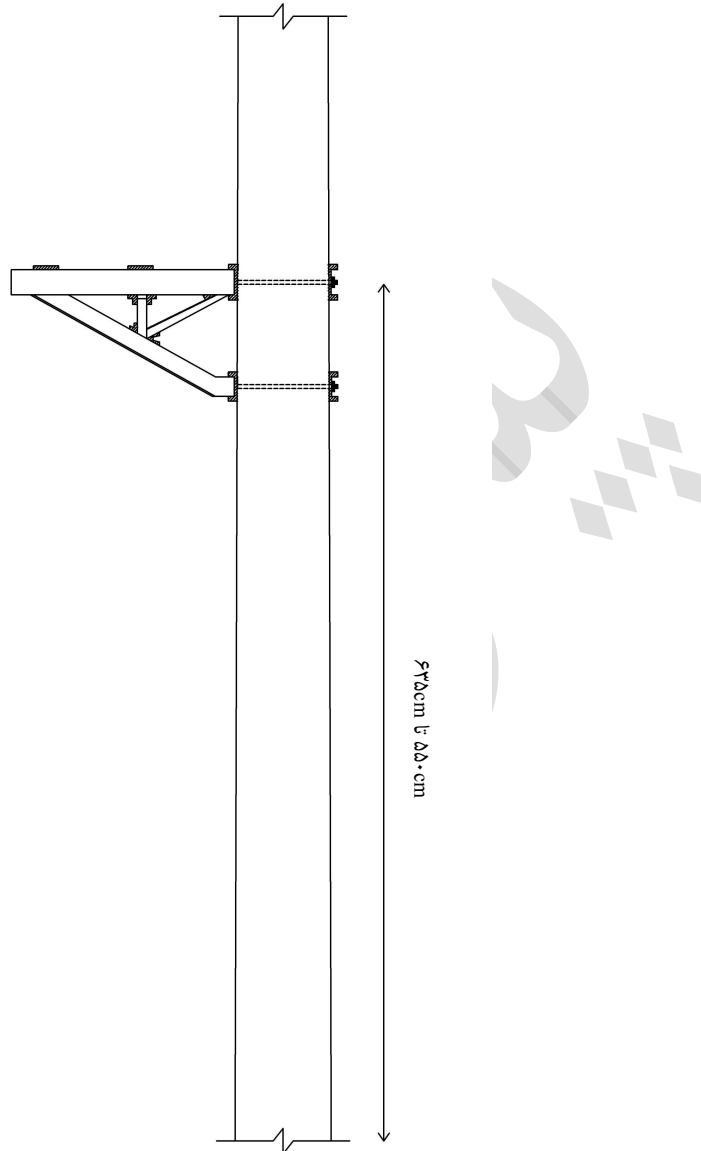
⚠ نصب حلقه آرماتور در طرفین پایه به منظور حمل و نقل و بلند کردن مجاز نیست.

### ۶-۳-۱-۲- سکوی ترانسفورماتور

سکوی ترانسفورماتور تک پایه با گالوانیزه گرم با رعایت فاصله از سطح زمین که معمولا بین ۵/۵۰ تا ۶/۳۵ متر است و با رعایت فاصله مناسب ترانسفورماتور از سکوی کات اوت فیوز و برقگیر به وسیله پیچ و مهره با اندازه مناسب به صورت تراز نصب می‌گردد.



ابعاد و مشخصات سکوی ترانسفورماتور با توجه به وزن و ابعاد ترانسفورماتور تعیین می‌گردد. در شکل (۲۴) نحوه نصب سکوی ترانسفورماتور تک پایه نشان داده شده است.



شکل (۲۴): نحوه نصب سکوی ترانسفورماتور تک پایه

### ۳-۱-۳-۶ - ترانسفورماتور

برای انتقال ترانسفورماتور بر روی سکو از جرثقیل استفاده می‌شود. در این هنگام ترانسفورماتور زیر بازوی جرثقیل قرار گرفته و برای انتقال بر روی سکو از دو چنگک که در محل قلاب‌ها قرار می‌گیرد استفاده می‌شود تا در هنگام بالا بردن ترانسفورماتور، تعادل آن حفظ شود.



هنگام شروع به بالا بردن ترانسفورماتور توسط جرثقیل تعادل به وسیله نگهداشتن آن حفظ شود تا از برخورد مخزن ترانسفورماتور با زمین جلوگیری گردد. دقت شود که زاویه انحراف ترانسفورماتور در هنگام جابجایی بیشتر از ۱۵ درجه نباشد.

ترانسفورماتور بایستی کاملاً بر روی سکو تراز شده و طوری نصب گردد که پوشینگ‌های LV به طرف پایه باشد و فاصله ترانسفورماتور در سمت پوشینگ‌های HV تا پایه کمتر از ۶۵ سانتیمتر نباشد. ترانسفورماتور بر روی سکو طوری مستقر گردد که ریل زیر آن بر روی ناودانی قرار داشته و توسط چهار عدد پیچ و مهره محکم گردد.

**⚠️ ترانسفورماتور بایستی همیشه در حالت افقی و رو به بالا جابجا گردد مگر آنکه در دستورالعمل سازنده اعلام گردیده باشد که آن را بایستی به صورت دیگری جابجا نمود.**

## ۶-۳-۱-۴- کات اوت فیوز و برقگیر

### پست هوایی زیر خط عبوری

کات اوت فیوز و برقگیر بر روی دو عدد کنسول ۲/۴۴ متری نمره ۷ که بر روی پایه ۱۲ متری نصب می‌شود قرار می‌گیرند. جهت افزایش استقامت کنسول‌های افقی ۲/۴۴ متری بر روی پایه از دو تسمه حائل فلزی استفاده شده و در سه نقطه توسط پیچ و مهره به یکدیگر متصل شوند. کات اوت فیوز جهت ارتباط به پوشینگ‌های فشار متوسط به طرف سکوی نصب ترانسفورماتور و برقگیر در پشت پایه نصب می‌گردند و جهت محکم کردن آنها بر روی کنسول از براکت و پیچ و مهره با اندازه مناسب استفاده شود. زاویه نصب کات اوت فیوز نسبت به حالت قائم حدود ۱۵ تا ۲۰ درجه است.

فاصله محل نصب سکوی کات اوت فیوز و برقگیر از سکوی ترانسفورماتور حدود ۲۸۵ سانتیمتر و فاصله آنها از انتهای پایه حدود ۱۴۵ سانتیمتر در نظر گرفته شود. در نصب سکوی کات اوت فیوز و برقگیر دقت کافی جهت مستحکم بودن تمام پیچ‌ها و اتصالات صورت گیرد تا از پایداری کافی در برابر نیروهای شدید ناشی از اتصال کوتاه و یا سوختن فیوز برخوردار باشد.

### پست هوایی در انتهای خط

در این پست‌ها محل استقرار برقگیر در امتداد خط است و از آنجایی که در این حالت الزاماً پایه انتهایی مقره بشقابی و ملزومات آن را دارد مناسب‌تر است از کلمپ انتهایی موجود، جهت اتصال هادی خط به برقگیر استفاده و برقگیر توسط براکت مخصوص خود روی کنسول بیرونی خط قرار گیرد.





جهت استقرار کات‌اوت فیوز از دو عدد کنسول ۲/۴۴ متری که به فاصله حدودا ۱/۲ متری زیر کنسول افقی خط نصب می‌گردد استفاده می‌شود و برای افزایش استقامت کنسول از دو تسمه حائل فلزی استفاده می‌گردد.

### ۶-۳-۱-۵- تابلو

در پست‌های هوایی تک پایه تابلو فشار ضعیف بارانی به صورت معمول با فاصله مناسب از سطح (۲/۳ متری از سطح زمین) بر روی پایه توسط تسمه‌ای حائل (پشت‌بند) محکم می‌گردد. هنگام نصب تابلو دقت شود که درب اصلی تابلو در سمت پیاده‌رو واقع گردد. آمپراژ کلید کل تابلوی فشار ضعیف متناسب با جریان سمت فشار ضعیف و ضریب باردهی ترانسفورماتور تعیین می‌گردد. در پیوست شماره ۴ جریان سمت فشار ضعیف ترانسفورماتورهای متداول در پست هوایی ارائه شده است.

### ۶-۳-۱-۶- نحوه اتصالات

#### اتصال کات‌اوت فیوز به ترانسفورماتور

ارتباط بین کات‌اوت فیوز و بوشینگ‌های فشار متوسط ترانسفورماتور با استفاده از سیم مسی و یا سیم مسی روکش‌دار با سطح مقطع ۵۰ میلیمتر مربع و کابلشوی مسی نمره ۵۰ برقرار می‌گردد. کابلشو مورد استفاده بایستی دارای عیار مناسب و ابعاد آن مطابق مشخصات فنی باشد<sup>۱</sup> و توسط دستگاه پرس هیدرولیک با لقمه نمره ۵۰ در دو نقطه بر روی کابلشو و با فاصله مناسب از یکدیگر پرس شوند. جهت جلوگیری از فشار وارد بر بوشینگ‌ها در هنگام ارتباط کابلشو به بوشینگ بایستی از دو آچار استفاده کرد و محل ارتباط بر روی بوشینگ‌ها از هر گونه زنگ‌زدگی و آلودگی پاک شده و با یک پوشش از گریس هادی پوشانیده شود. پس از محکم کردن پیچ‌ها گریس اضافی از کلیه سطوح زدوده شود. با توجه به شرایط محیطی و جغرافیایی می‌توان از سیم روکش‌دار نمره ۵۰ مسی نیز جهت ارتباط استفاده کرد. در محل ارتباط‌ها بایستی از واشر و واشر فنی با ابعاد مناسب استفاده شود.

⚠️ **هادی ارتباط کات‌اوت فیوز به ترانسفورماتور بایستی انعطاف‌پذیر بسته شود تا انقباض ناشی از سرد و گرم شدن هوا باعث قطعی نشود و همچنین در شرایط باد و طوفان فازها با یکدیگر برخورد نداشته باشد.**

⚠️ **در هنگام نصب کابلشو بایستی مفتول‌های هادی بریده شود.**

<sup>۱</sup> - کلیه تجهیزات از جمله کابلشو باید از لیست تعیین صلاحیت شده شرکت توزیع تهیه شوند.



## ارتباط به شبکه

### ۱- پست هوایی زیر خط عبوری

جهت ارتباط خط به کات اوت فیوز و برقگیر از سیم آلومینیوم - فولاد و گیره قابل قطع تحت ولتاژ (گیره خط گرم آلومینیومی) و یا کلمپ دو پیچه آلومینیومی در طرف خط استفاده می‌شود. توجه گردد که محل اتصال گیره هات لاین یا کلمپ دو پیچه آلومینیومی بر روی هادی خط توسط پیچاندن یک رشته سیم آرموراد<sup>۱</sup> یا آلومینیوم بر روی هادی تقویت گردد. سیم آلومینیوم - فولاد ارتباط به برقگیر نیز توسط یک کلمپ دو پیچه شکافدار از سیم کات اوت فیوز انشعاب شده و با کابلشوی بی مثال به برقگیر متصل می‌گردد<sup>۲</sup>. فاصله هوایی میان فازها نباید از مقدار فاصله بین فازهای خطوط کمتر باشد. در ضمن لازم است جمپرهای ارتباطی دارای فلش لازم باشند تا در شرایط جوی نامناسب به هم برخورد نداشته باشند و در مواقع اتصال کوتاه بتوانند تنش‌های الکتریکی ناشی از آن را تحمل کنند.

پیرو مطالب ارائه شده در بخش (۶-۳-۱-۸) می‌توان از هادی روکش دار جهت ارتباط خط به کات اوت فیوز و برقگیر استفاده کرد.

### ۲- پست هوایی در انتهای خط

در این حالت هادی اصلی خط با کابلشوی متناسب با محل اتصال به برقگیر متصل می‌گردد. در شرایطی که احداث پست هوایی همزمان با احداث شبکه فشار متوسط هوایی صورت می‌گیرد مناسب‌تر است هادی اصلی خط پس از عبور از کلمپ انتهایی به برقگیر متصل شود و جهت ارتباط خط به کات اوت فیوز از گیره قابل قطع تحت ولتاژ (گیره‌های لاین آلومینیومی) و یا کلمپ دو پیچه آلومینیومی متناسب با مقطع هادی خط استفاده شود.

⚠️ **سطح مقطع هادی ارتباط خط به کات اوت فیوز و برقگیر هم‌مقطع با سطح مقطع هادی خط در نظر گرفته شود.**

⚠️ **عدم هماهنگی جنس کلمپ و کابلشو با هادی خطوط باعث اکسید شدن آنها در محل اتصال می‌گردد.**

⚠️ **اتصال شل جمپرها باعث افزایش دما در محل اتصال می‌گردد.**

<sup>۱</sup> - Armourad

<sup>۲</sup> - با توجه به نوع برقگیر نحوه اتصال متفاوت است.



## اتصال کابل ترانسفورماتور به تابلو

جهت ارتباط بین بوشینگ‌های فشار ضعیف ترانسفورماتور و کلید اصلی تابلوی فشار ضعیف عموماً از کابل‌های چهار رشته‌ای که رشته‌های سه فاز و نول در داخل یک پوسته قرار گرفته است استفاده می‌شود. در کابل‌های چند رشته‌ای ابتدا پوسته کابل به اندازه مناسب<sup>۱</sup> برداشته شده و هر رشته از کابل به اندازه عمق کابلشو لخت می‌شود و پس از پرس ضمن آرایش و فرم‌دهی کابل و به وسیله شمش مسی ۱۰ سانتی، مطابق رنگ‌بندی فازها در فشار ضعیف (رعایت ترتیب فازها) به بوشینگ‌های ترانسفورماتور متصل می‌گردد.

جهت برقراری ارتباط کابل به کلید اصلی تابلوی فشار ضعیف نیز پوسته کابل به طول ۲۵ تا ۳۰ سانتیمتر (متناسب با فاصله کلید تا محل گلند تابلو) برداشته و هر رشته به اندازه عمق کابلشو لخت و پس از پرس مطابق آنچه گفته شد به ورودی کلید اصلی و شینه نول تابلو متصل می‌گردد. کابلشو باید متناسب با جنس و مقطع کابل و دارای عیار مناسب بوده و با مشخصات فنی مورد تایید مطابقت داشته باشد. در صورت استفاده از کابل‌های آلومینیومی بایستی از کابلشوهای بی‌متال استفاده کرد. تعداد پرس کابلشو، متناسب با مقطع کابلشو است. قسمتی از کابل که دارای پوسته بوده و درون تابلو قرار گرفته است توسط بست مناسب یا گلند به بدنه تابلو محکم می‌شود.

توجه به این نکته ضروری است که کابل به نحوی بر روی پایه محکم شود که از وارد شدن وزن کابل بر روی بوشینگ ترانسفورماتور جلوگیری کند. بدین منظور بهتر است که کابل حدود ۲۰ سانتیمتر بالاتر از سطح بوشینگ بر روی پایه توسط راک تک‌خانه و یا بست مناسب مستقر گردد.

⚠ در آرایش و فرم‌دهی کابل‌ها رعایت شعاع خم‌ش کابل الزامی است.

⚠ کابلشو می‌بایست توسط دستگاه پرس هیدرولیک و با فواصل مناسب پرس گردد و تعداد پرس و نوع لقمه متناسب با سطح مقطع کابل باشد.

⚠ پس از برداشتن عایق کابل، بایستی بلافاصله کابلشو در محل قرار گیرد، زیرا رشته‌های هادی با طول‌های نام‌ساوی بر روی یکدیگر حرکت خواهند کرد. توجه به اینکه ضروریست که مفتول‌های رشته کابل نباید بریده شود.

⚠ پرس‌ها بایستی توسط دستگاه پرس هیدرولیک به صورت کامل اجرا شود و لبه‌ها زائده ایجاد شده در محل پرس توسط سوهان برطرف گردد.

<sup>۱</sup> - با توجه به آرایش و فرم‌دهی مناسب رشته‌ها کابل در محل ارتباط به بوشینگ‌های فشار ضعیف پوسته کابل برداشته می‌شود.



⚠ در صورتی که مقدار لخت شده کابل کوتاه‌تر از عمق کابلشو باشد احتمال بریده شدن کابلشو وجود دارد.

## اتصال برقی به زمین

جهت اتصال نقطه خنثی برقی به زمین از کابل مسی تک رشته به مقطع ۵۰ میلی‌متر مربع استفاده می‌شود. این کابل در محل‌های اتصال به خروجی برقی لخت شده و پس از اتصال به برقی به سمت چاه حفاظتی هدایت می‌گردد و سیستم هم‌بندی ارتینگ در محل سکوی ترانسفورماتور به آن متصل می‌گردد که در بخش سیستم زمین پست هوایی (۶-۳-۱-۷) به تفصیل به آن پرداخته خواهد شد. جهت ارتباط نقطه خنثی برقی به زمین به نوع برقی و دستورالعمل سازنده توجه شود.

## اتصال تجهیزات به سیستم زمین حفاظتی

سیستم زمین حفاظتی بایستی در نزدیک‌ترین فاصله به پست هوایی اجرا گردد. سپس کنسول‌ها - سکوی کات‌اوت برقی - سکوی ترانسفورماتور، در پوش فوقانی ترانسفورماتور، بدنه ترانس و ارت برقی با کابل به مقطع  $50 \times 1$  میلی‌متر مربع به وسیله کابلشو و کلمپ مسی در محل سکوی ترانسفورماتور به یکدیگر متصل گردد. سپس از محل سکو با کابل مسی به مقطع  $50 \times 1$  میلی‌متر مربع از داخل لوله به قطر ۲۰mm و ارتفاع ۳ متر عبور داده شده و به الکتروود زمین حفاظتی متصل می‌گردد<sup>۱</sup>. همچنین بدنه تابلوی فشار ضعیف که به شینه ارت PE متصل و از شینه نول جدا است با سیم مسی به مقطع ۵۰ میلی‌متر مربع پس از اجرای سیستم پد (حلقه) به الکتروود زمین حفاظتی متصل می‌شود.

## اتصال نقطه نوترال به سیستم زمین الکتریکی (نقطه خنثی)

الکتروود نقطه خنثی بایستی در فاصله حداقل ۲۰ متری از الکتروود زمین حفاظتی احداث شود<sup>۲</sup>. سپس این سیستم زمین الکتریکی به شینه نول تابلو (که باید با مقره اتکایی از بدنه تابلو ایزوله باشد و از شینه ارت PE نیز جدا شده باشد) مرتبط می‌شود این ارتباط به یکی از دو روش زیر برقرار می‌گردد:

● روش ۱: در صورتی که پست هوایی فاقد شبکه فشار ضعیف باشد می‌بایست شینه نول تابلو فشار ضعیف (ایزوله با بدنه) با کابل مسی  $50 \times 1$ mm<sup>۲</sup> مطابق با استاندارد کابل کشی زمینی اجرا و به الکتروود اتصال زمین نقطه خنثی که در فاصله ۲۰ متری از سیستم حفاظتی قرار دارد وصل شود. فاصله بین دو چاه حفاظتی

<sup>۱</sup> - با توجه به شرایط منطقه و جلوگیری از سرقت کابل می‌توان از تسمه فلزی با ابعاد مناسب حد فاصل سکوی ترانسفورماتور تا چاه حفاظتی استفاده کرد و یا طول لوله محافظ کابل مسی را به ارتفاع ۶ متر در نظر گرفت.

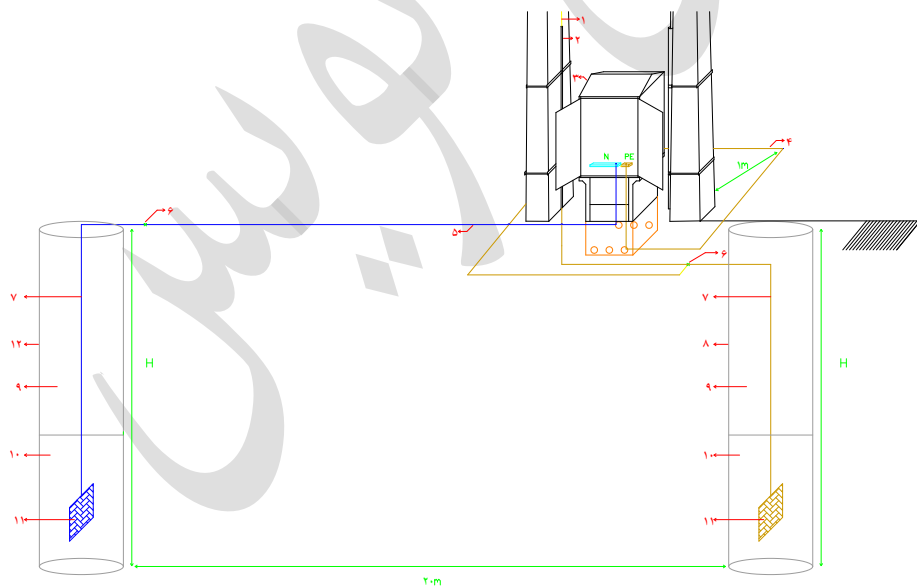
<sup>۲</sup> - فاصله بین دو چاه باید به اندازه‌ای باشد که چاه‌ها در حوزه مقاومت یکدیگر قرار نگیرد.



و الکتریکی می‌بایست به اندازه‌ای باشد که چاه‌ها در حوزه یکدیگر قرار نگیرند. بهتر است کابل  $1 \times 50$  از لوله پلی‌اتیلن فشار قوی به قطر  $110\text{mm}$  در مسیر خود تا محل سیستم اتصال زمین نقطه خنثی عبور داده شود که امکان تداخل با سیستم زمین حفاظتی در فاصله  $20$  متر فراهم نشود. به جای کابل مسی  $1 \times 50\text{mm}^2$  فشار ضعیف می‌توان از کابل مسی  $1 \times 50\text{mm}^2$  فشار متوسط استفاده نمود که در این حالت احتمال خرابی در اثر تخلیه اضافه ولتاژهای شبکه زمین حفاظتی در زمین اطراف پست هوایی وجود ندارد.

• روش ۲: در پست‌های هوایی با شبکه فشار ضعیف هوایی در پای اولین پایه فشار ضعیف بعد از ترانسفورماتور که فاصله آن کمتر از  $20$  متر نباشد. سیم نول شبکه هوایی که باید مقطع آن کمتر از  $50\text{mm}^2$  مسی نباشد توسط کابل یا سیم مسی به مقطع  $1 \times 50$  میلیمتر مربع از داخل لوله به قطر  $20\text{mm}$  و به ارتفاع  $3$  متر عبور داده شده و به الکتروود سیستم زمین الکتریکی وصل می‌گردد، و شینه نول تابلو فشار ضعیف نیز مطابق موارد اشاره شده در روش یک به الکتروود نقطه خنثی متصل شود.

تبصره: یک حلقه پد در پست هوایی و به فاصله یک متر از تاسیسات در هر سمت که امکان اجرا باشد با استفاده از سیم مسی به مقطع  $50\text{mm}^2$  در عمق  $40$  سانتیمتری زمین می‌بایست ایجاد و به الکتروود سیستم زمین حفاظتی متصل گردد. در شکل (۲۵) سیستم زمین حفاظتی و الکتریکی و سیستم پد اطراف پست هوایی به تصویر کشیده شده است.



- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| ۷ سیم مسی به مقطع $50$ میلیمتر مربع | ۱ کابل تک رشته به مقطع $50$ میلیمتر مربع       |
| ۸ چاه حفاظتی                        | ۲ لوله گالوانیزه $1/5$ اینچ $3$ متری           |
| ۹ خاک رس                            | ۳ تابلو فشار ضعیف                              |
| ۱۰ مخلوط خاک-زغال-نمک               | ۴ سیم مسی به مقطع $50$ میلیمتر مربع (سیستم پد) |
| ۱۱ صفحه مسی                         | ۵ کابل تک رشته به مقطع $50$ میلیمتر مربع       |
| ۱۲ چاه الکتریکی                     | ۶ کلمپ مسی دو پیچه مقطع $50$                   |

شکل (۲۵): اجرای سیستم زمین حفاظتی و الکتریکی و سیستم پد در اطراف پست هوایی



## ۶-۳-۱-۷- سیستم زمین

با توجه به شرایط محل نصب پست هوایی از نظر جنس زمین و نوع خاک جهت رسیدن به مقاومت مورد نظر نحوه اجرای سیستم زمین متفاوت است. متداولترین روش اجرای سیستم زمین استفاده از صفحه مسی به ابعاد  $500 \times 500 \times 5$  میلیمتر مکعب و یا سبد بافته شده از سیم مسی نمره ۵۰ به عنوان الکتروود زمین است که در عمق زمین دفن می‌شود. عمق نصب الکتروود در منطقه ای از زمین محاسبه می‌شود که در آن نم طبیعی به طور دائم وجود داشته باشد.

جهت اجرای سیستم زمین، در زمین‌های معمولی چاه به قطر یک متر و ارتفاع مناسب (حداقل ۱۰ متر) حفر شود. پس از رسیدن به رطوبت دائمی چاه به وسیله صفحه مسی یا سبد بافته شده از سیم مسی به مقطع ۵۰ میلیمتر مربع (چمبره) و وزن حداقل ۲۰ کیلوگرم، نمک، خاک ذغال و خاک رس به روش زیر تجهیز می‌گردد.

هنگام استفاده از صفحه مسی و سبد به عنوان الکتروود زمین، صفحه مسی یا سبد به صورت قائم در ته چاه قرار داده شود. هادی زمین (سیم مسی نمره ۵۰) به یکی از دو روش زیر به صفحه مسی متصل می‌شود:

الف- هادی توسط کلمپ دو پیچ مسی که به دو عدد پیچ یا مهره‌های قفل کننده مجهز است و یا کابلشو با پرس هیدرولیک توسط پیچ مسی مجهز به مهره‌های اصلی و قفل کننده به صفحه مسی محکم شود.

ب- به جای استفاده از پیچ می‌توان اتصالات را با استفاده از جوش اکسیژن (لحیم سخت) انجام داد. در این حالت دقت شود هادی به کابلشو و کابلشو به صفحه مسی در کل سطح تماس خود جوشکاری شده باشد و تنها به جوشکاری در طول محیط کابلشو اکتفا نشود. استفاده از این روش به دلیل استقامت و استحکام بیشتر و خوردگی کمتر، پیشنهاد می‌گردد.

می‌توان به جای صفحه مسی از سبد بافته شده از سیم مسی نمره ۵۰ که وزن آن حداقل ۲۰ کیلوگرم باشد استفاده کرد و به عنوان الکتروود در زمین قرار داد. سبد بایستی به صورت فشرده و به شکل حلقه بافته شود و سیم آن یکپارچه و بدون اتصال باشد و به صورت قائم در چاه قرار گیرد.

عمل آوردن خاک به جهت کم کردن مقاومت زمین به روش‌های ذیل صورت می‌گیرد:

### ۱- مخلوط نمک و ذغال و خاک

سنگ نمک کوبیده شده و سرند شده با خاک ذغال چوب و خاک سرند شده که بهتر است خاک رس یا مشابه آن باشد با نسبت وزنی زیر با هم مخلوط و حداقل تا ارتفاع ۱/۵ متری از ته چاه پوشیده و کوبیده شود.

نمک/ذغال چوب/خاک رس با نسبت ۱، ۵/۰، ۱۰

بقیه چاه با خاک سرند شده پوشیده، پر و لایه به لایه کوبیده شود.

### ۲- لایه بندی نمک و ذغال



خاک ذغال چوب در اطراف صفحه الکتروود ریخته شده و کوبیده شود به نحوی که حداقل  $0/2$  متر ذغال بالاتر از الکتروود قرار گیرد سپس به تناوب یک لایه نمک و یک لایه ذغال چوب در لایه‌های به ضخامت  $0/15$  متر در اطراف الکتروود تا ارتفاع  $1/5$  متر از ته چاه پوشیده شده و کمپکت شود و بقیه چاه با خاک سرند شده پر و کوبیده شود.

از آنجایی که عمل آوردن خاک معمولاً یک بار انجام شده و در طول عمر الکتروود قابل تجربه نیست بایستی دقت لازم در نحوه اجرا صورت گیرد.

هنگام اجرای عملیات یاد شده باید تا جایی که ممکن است الکتروود هادی در وسط چاه قرار بگیرد و به هیچ وجه نباید آن را تحت نیروی کشش قرار داد.

همچنین هادی زمین از محل اتصال به صفحه مسی تا خارج شدن از چاه (و یا محل ارتباط به شینه ارت یا نول) یکپارچه باشد و هیچ نوع زدگی و خوردگی در طول آن وجود نداشته باشد. در صورت استفاده از سبد بافته شده و سیم مسی، به صورت یکپارچه و بدون استفاده از اتصال و کلمپ تا محل ارتباط ادامه یابد. جهت عمر بیشتر چاه باید تا حد امکان اتصالات را در طول مسیر کاهش داد. مقدار مقاومت زمین جهت چاه حفاظتی (چاه نزدیک) کمتر از  $2 \Omega$  و جهت چاه الکتریکی (چاه دور) کمتر از  $5 \Omega$  است.

⚠ در هنگام اتصال صفحه مسی به هادی نباید از لچیم نرم (سرب یا قلع) استفاده شود.

⚠ چاهی که به منظور احداث الکتروود در زمین حفر می شود باید مختص همان کار باشد و از آن نباید برای هیچ منظور دیگری استفاده شود.

⚠ استفاده از هر گونه چاه (آب یا فاضلاب و غیره) به منظور ایجاد اتصال زمین، تحت هر عنوان و به هر دلیلی ممنوع است.

⚠ هادی‌های دفن شده به عنوان الکتروود زمین و همچنین هادی ارتباط الکتروود به زمین نباید از نوع افشان باشد.

⚠ قطر هر مفتول هادی‌های چند مفتولی نباید از  $1/8$  میلیمتر کمتر باشد.

در صورتی که مقاومت زمین به حد مطلوب نرسد می توان از یک چاه موازی بهره برد که در این صورت سعی شود که الکتروود در خارج از حوزه مقاومت الکتروود دیگر قرار گیرد. فقط در این حالت است که هر الکتروود به صورت مستقل عمل کرده و مقاومت معادل آنها در حداقل ممکن خواهد بود. جهت ارتباط دو چاه از کابل تک رشته به مقطع  $50$



میلیمتر استفاده می‌شود که می‌بایست مطابق دستورالعمل کابل‌کشی اجرا گردد و همچنین می‌توان فاصله بین دو چاه کابل را از داخل لوله پلی‌اتیلن عبور داد.

عمر الکتروود و مدت زمان اثر عمل آوردن خاک به عوامل زیر بستگی دارد.

● جنس الکتروود هادی

● بست‌ها و نوع اتصالات الکتروود

● ترکیب خاک

● مواد عمل آوردن خاک

در مواردی که نوع خاک منطقه به نحوی است که الکتروود احداث شده در آن دارای مقاومتی بیش از حد معمول شود با استفاده از مواد شیمیایی مجاز می‌توان از مقدار مقاومت زمین کاست.

مواد شیمیایی مورد استفاده نباید دارای خاصیت خوردگی الکتروود و یا آلاینده‌گی بیش از حد محیط زیست باشد. از انواع موادی که در عمل بیش از همه مورد مصرف هستند عبارتند از:

● نمک طعام (سنگ)

● سولفات منیزیم

● سولفات مس

● خاک زغال چوب یا کک در اختلاط با نمک

خاصیت خوردگی سولفات منیزیم کمتر از سایر موارد است و نمک طعام ارزان‌تر از همه و دارای خاصیت خوردگی بالا است.

نوع الکتروود و مشخصات فیزیکی آنها در هنگام نصب لازم است به تفصیل ارائه شود و در پرونده پست هوایی ثبت شود.

الکتروود چمبره‌ای، جنس، ساختار (تعداد  $\times$  قطر مفتول‌ها)، سطح مقطع، طول کل بخش دفن شده (بخش زیرزمینی با احتساب بخش قائم هادی)

الکتروود صفحه‌ای جنس، ابعاد (طول  $\times$  عرض  $\times$  ضخامت) سطح مقطع هادی اتصال، نوع اتصال هادی به صفحه (جوش، پیچی - پرسی).

عمق چاه، قطر چاه، نوع عمیق‌ترین لایه خاک و تاریخ خاتمه حفر چاه، نحوه عمل آوردن خاک، موارد بکار رفته در آن.

در صورتی که چاه ارت در زمین‌های خشک و سنگی حفر گردد می‌توان از بنتونیت (مواد کاهش دهنده مقاومت) بجای مخلوط نمک و ذغال استفاده کرد. که در این صورت قطر و عمق چاه کاهش یافته و فوائد زیر را به دنبال دارد.





- بالا رفتن خاصیت تبادل یونی، بالا بردن قدرت جذب و نگهداری آب به علت اکتیو شدن و ترکیب با زئولیت.
  - پایین آمدن مقاومت الکتریکی زمین در جریان مصرف.
  - قابلیت استفاده در مناطق خشک که فصول خشک و طولانی دارند.
  - نقطه انجماد خاک را کاهش می‌دهد.
  - در این سیستم می‌توان از میله ارت نیز به عنوان الکتروود زمین استفاده کرد.
- دستورالعمل استفاده از بنتونیت (مواد کاهش دهنده مقاومت) در پیوست (۲) درج شده است.

### ۶-۳-۱-۸- کاورینگ ترانسفورماتور

جهت کاهش خاموشی و کاهش انرژی توزیع نشده ناشی از اتصال کوتاه می‌توان از سیستم کاورینگ استفاده کرد. در این حالت بر روی پوشینگ‌های فشار متوسط و برقگیر از کاور عایق استفاده شده و جهت ارتباط بین هادی خطوط و کات‌اوت فیوز و برقگیر از هادی روکش دار آلومینیوم- فولاد و جهت ارتباط بین کات‌اوت فیوز و پوشینگ‌های فشار متوسط از سیم مسی روپوش دار به مقطع ۵۰ میلی‌متر مربع استفاده می‌گردد.

استفاده از سیستم کاورینگ خط‌های اتصال کوتاه ناشی از برخورد فازها در اثر باد و طوفان، برخورد پرندگان و ... را به شدت کاهش می‌دهد.

### ۶-۳-۲- دستورالعمل نصب پست هوایی دو پایه

- مشخصات کلی پست‌های هوایی دو پایه از دیدگاه نصب به شرح زیر است.
- ۱- حداکثر ظرفیت پست هوایی دو پایه ۴۰۰ kVA است<sup>۱</sup>.
  - ۲- نصب ترانسفورماتور به روی دو پایه انجام می‌گیرد.
  - ۳- استقامت پایه‌های بتنی با لحاظ کردن اثرات زلزله متناسب با ظرفیت ترانس انتخاب می‌گردد.
  - ۴- با توجه به شرایط محل و برقگیرهای موجود در طول خط ۲۰ کیلوولت، نصب برقگیر صورت می‌گیرد.
  - ۵- ارتفاع نصب

<sup>۱</sup> - ظرفیت ترانسفورماتور پست هوایی دو پایه برحسب کیلوولت‌آمپر ۲۵-۵۰-۱۰۰-۱۲۵-۱۶۰-۲۰۰-۲۵۰-۳۱۵ و ۴۰۰ است. ترانسفورماتور با ظرفیت ۵۰۰ کیلوولت‌آمپر در شرایط خاص و در مکان‌هایی که امکان نصب پست‌های زمینی، پیش‌ساخته و پست هوایی دیگری با ظرفیت کمتر از ۵۰۰ کیلوولت‌آمپر وجود نداشته باشد پست هوایی با ظرفیت ۵۰۰ kVA بر روی دو پایه نصب می‌گردد.



الف- ترانسفورماتور: معمولا حداقل ارتفاع نصب سکوی ترانسفورماتور از سطح زمین ۵ متر است.  
ب- تابلو فشار ضعیف: به صورت معمول تابلو فشار ضعیف در ارتفاع ۶۵ سانتیمتری از سطح زمین بر روی سکوهایی پیش ساخته بتنی نصب می‌گردد.  
ج- کات اوت فیوز و برقگیر: در صورتی که پست هوایی دو پایه در انتهای خط ۲۰ کیلوولت با آرایش افقی و یا مثلی نصب گردد برقگیرها در بالای پایه خط و کات اوت فیوز ۱۲۵ سانتیمتر پایین تر از برقگیر نصب می‌شود اگر پست هوایی در زیر خط عبوری با آرایش افقی و یا مثلی نصب گردد کات اوت فیوز و برقگیر با فاصله ۱۴۵ سانتیمتری بالای پایه نصب می‌گردد.  
در آرایش پرچی یا عمودی فاصله سکوی کات اوت فیوز و برقگیر با توجه به رعایت فاصله مجاز از هادی خطوط و سکوی ترانسفورماتور صورت می‌گیرد. مناسب ترین فاصله بین سکوی ترانسفورماتور تا سکوی کات اوت فیوز ۲۸۵ سانتیمتر است.

#### ۶- آرایش کلی تجهیزات پست

آرایش تجهیزات در پست‌های هوایی دو پایه به حالات کلی زیر تقسیم می‌گردد.

الف- آرایش تجهیزات پست هوایی زیر خط ۲۰ کیلوولت

ب- آرایش تجهیزات پست هوایی در انتهای خط ۲۰ کیلوولت

ج- آرایش تجهیزات پست هوایی بر روی شبکه ۲۰ کیلوولت زمینی

دستورالعمل اجرایی تجهیزات مختلف پست هوایی دو پایه به تفکیک در ادامه ارائه شده است.

#### ۶-۱-۲-۳-۶ پایه

جهت تجهیز ترانسفورماتور هوایی به روی شبکه فشار متوسط هوایی پایه‌های بتنی در خلاف جهت یکدیگر (متناسب با محل نصب و نیروهای وارده به پایه) و با فاصله ۱/۸ متر از یکدیگر (داخل به داخل پایه‌های بتنی) نصب می‌گردند<sup>۱</sup>. که ارتفاع و قدرت پایه‌ها با توجه به ظرفیت ترانسفورماتور و شرایط محل نصب تعیین می‌گردد. در شرایط معمول و با توجه به احتمال افزایش قدرت پست ارتفاع و قدرت پایه‌ها ۱۲/۶۰۰ و ۹/۶۰۰ انتخاب می‌گردد<sup>۲</sup>.

<sup>۱</sup> - جهت ترانسفورماتور با ظرفیت ۵۰۰ و ۴۰۰ کیلوولت امپر فاصله داخلی پایه‌های بتنی ۲ متر از یکدیگر لحاظ می‌گردد.

<sup>۲</sup> - ارتفاع و قدرت پایه‌ها با توجه به ظرفیت ترانسفورماتور، نوع زمین، محل جغرافیایی محل نصب و محاسبات مکانیکی خط (شرایط باد و طوفان و ...) تعیین می‌گردد.



در شبکه فشار متوسط زمینی جهت احداث پست هوایی از دو پایه ۱۲ متری که به صورت موازی قرار دارند استفاده می‌شود که قدرت پایه‌ها در شرایط معمول و با توجه به احتمال افزایش قدرت پست ۱۲/۶۰۰ لحاظ می‌گردد. نحوه اجرای چاله تیر و نصب پایه مطابق مواد مندرج در بخش ۶-۳-۱-۱ صورت می‌گیرد.

### ۶-۳-۲-۲- سکوی ترانسفورماتور

سکوی ترانسفورماتور با رعایت فاصله از سطح زمین که باید بین ۵ تا ۶/۳۵ متر باشد<sup>۱</sup> به صورت تراز و به وسیله پیچ و مهره‌ها با اندازه مناسب نصب می‌گردد.

### ۶-۳-۲-۳- ترانسفورماتور

نحوه انتقال و استقرار ترانسفورماتور بر روی سکو مطابق موارد مندرج در بخش ۶-۳-۱-۳ صورت می‌گیرد. ترانسفورماتور به نحوی بر روی سکو قرار می‌گیرد که پوشینگ‌های فشار متوسط به طرف پایه ۱۲ متری و پوشینگ‌های فشار ضعیف به طرف پایه کمکی (پایه ۹ متری) قرار گرفته و فاصله مجاز تا پایه رعایت گردد، در این حالت ریل‌ها بر روی ناودانی‌های سکو ترانسفورماتور قرار گرفته و توسط پیچ و مهره محکم می‌گردد. در شرایطی که با این روش نصب پوشینگ‌های فشار متوسط در حریم قرار گیرند جهت رعایت حریم می‌توان ترانسفورماتور را مطابق روش دیگری و به صورتی نصب کرد که پوشینگ‌های فشار متوسط به سمت سواره‌رو و پوشینگ‌های فشار ضعیف به سمت پیاده‌رو قرار گیرد. در این روش ترانسفورماتور توسط ناودانی و پیچ و مهره با اندازه مناسب و به فاصله یکسان از دو طرف نصب می‌شود.

### ۶-۳-۲-۴- کات‌اوت فیوز و برقگیر

#### پست هوایی دو پایه زیر خط عبوری

کات‌اوت فیوز و برقگیر بر روی دو عدد کنسول افقی ۲/۴۴ متری بر روی پایه ۱۲ متری و به فاصله ۱/۲ متر از هادی خط نصب می‌گردد<sup>۲</sup>. جهت نصب کنسول‌های افقی و افزایش استقامت کنسول‌ها از تسمه‌های حائل استفاده شده و کنسول‌های افقی در سه نقطه توسط پیچ و مهره به یکدیگر متصل شوند. در این حالت برقگیرها به سمت خارج از پایه و کات‌اوت فیوز به سمت داخل پایه‌ها نصب می‌شود. در شرایطی که با توجه به محل نصب

<sup>۱</sup> - با توجه به نوع آرایش شبکه تعیین می‌گردد.

<sup>۲</sup> - جهت تسهیل در نصب و جداسازی لینک فیوز، کات‌اوت فیوزها با زاویه ۱۵ تا ۲۰ درجه نسبت به امتداد قائم نصب می‌شوند.



و رعایت حریم، ترانسفورماتور مطابق روش جدید نصب گردد سکوی کات‌اوت برقگیر حد فاصل دو پایه اجرا می‌گردد که در این حالت به صورت معمول کات‌اوت فیوز به سمت سواره‌رو و برقگیر به سمت پیاده‌رو قرار می‌گیرد. با توجه به شرایط نصب بهتر است کات‌اوت فیوز به سمتی نصب گردد که امکان قطع و وصل و تعویض المان آن در شرایط ایمن صورت پذیرد.

### پست هوایی دو پایه در انتهای خط

در این پست‌ها محل استقرار برقگیر در امتداد خط است و از آنجایی که در این حالت پایه انتهایی دارای مقره بشقابی و ملزومات آن می‌باشد مناسب‌تر است از کلمپ انتهایی موجود جهت اتصال سیم به برقگیر استفاده شود. در صورتی که اجرای پست و شبکه هوایی به صورت همزمان نشود، جهت ارتباط می‌توان از کلمپ دو پیچه آلومینیومی که از سیم هادی ارتباط کات‌اوت به خط منشعب می‌شود و سیم آرموراد در محل اتصال بهره‌برد. در این حالت کات‌اوت فیوز با فاصله  $1/2$  متر زیر کنسول افقی خط و بر روی کنسول  $2/44$  متری نصب شده بر روی پایه ۱۲ متری (در امتداد کنسول افقی) قرار می‌گیرد. در صورتی که ترانسفورماتور به جهت رعایت حریم به روش جدید نصب گردد. مطابق موارد یاد شده در بند فوق اجرا صورت می‌گیرد.

### پست هوایی نصب شده بر روی شبکه زمینی

کات‌اوت فیوز و برقگیر بر روی دو عدد کنسول  $2/44$  متری حد فاصل دو پایه ۱۲ متری و به فاصله  $1/2$  متر از کنسول خط نصب می‌گردد.

### **۶-۳-۲-۵- تیغه جداسازی هوایی**

در تجهیز پست هوایی بر روی شبکه زمینی تیغه جداسازی هوایی بالاتر از سکوی سرکابل و بر روی سکوی مناسب نصب می‌گردد. تیغه جداساز تجهیزاتی غیر قابل قطع زیر بار بوده و جهت انجام تعمیرات و عملیات سرویس و نگهداری در حالت بی‌برق و مانور شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل (۲۶) نمونه‌ای از تیغه جداساز هوایی نشان داده شده است.

### **۶-۳-۲-۶- سکوی سرکابل**

در پست‌های نصب شده بر روی شبکه زمینی سکوی سرکابل در محل سکوی کات‌اوت برقگیر، توسط تسمه‌های حائل و پیچ و مهره به صورت تراز نصب می‌گردد. ابعاد سکوی سرکابل بایستی به نحوی انتخاب گردد که سرکابل از



بدنه پایه حداقل ۴۵ سانتیمتر فاصله داشته باشد. کابل فشار متوسط پس از نصب سرکابل، بر روی سکوی سر کابل، توسط بست فلزی روکشدار در دو نقطه مهار می‌گردد. جهت رعایت فاصله کابل تا بدنه پایه، کابل فشار متوسط در نزدیکی سکوی ترانسفورماتور توسط جلوبر، حائل کنسول (تسمه) و بست فلزی روکش دار مهار می‌گردد. محل نصب جلوبر در محل پله های پایه، و بالاتر از سکوی ترانسفورماتور است. جهت کابل های روغنی از سکوی سرکابل روغنی و جهت کابل های خشک از سکوی سرکابل غیر روغنی استفاده می‌شود. که در شبکه های جدیدالاحداث عموماً از کابل های خشک استفاده می‌گردد.



شکل (۲۶): نمونه ای از تیغه جداساز هوایی

#### ۶-۳-۲-۷- تابلو

تابلوهای فشار ضعیف در پست های هوایی بر روی سکوی بتنی پیش ساخته، سکوهای آجر چینی شده و یا سکوی فلزی مشابه با سکوهای ترانسفورماتور قدرت نصب می‌گردند. آمپراژ کلید کل تابلوی فشار ضعیف متناسب با جریان سمت فشار ضعیف ترانسفورماتور و ضریب باردهی ترانسفورماتور تعیین می‌گردد. جریان سمت فشار ضعیف ترانسفورماتور در پیوست شماره ۴ ارایه شده است.<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> - تنظیمات کلید فشار ضعیف با توجه به درصد بارگذاری ترانسفورماتور در شبکه توزیع صورت می‌گیرد.



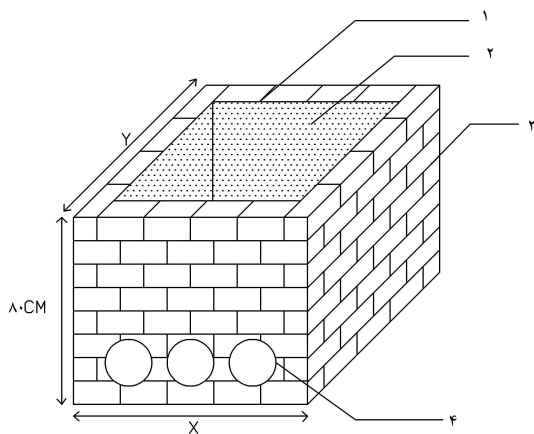
در پست‌های هوایی دو پایه، تابلو فشار ضعیف بارانی به صورت معمول بر روی سکوهایی پیش ساخته نصب می‌گردد. در این حالت بایستی قبل از نصب سکو، آماده سازی فونداسیون سکوی بتنی پیش ساخته صورت گیرد. جهت اجرای فونداسیون از هشت ردیف آجر همراه با ملات سیمان (به صورت دیوارچینی) و لوله‌های ورود و خروج کابل استفاده می‌شود (شکل (۲۷)).

ابعاد دیوارچینی باید متناسب با ابعاد سکوی بتنی پیش ساخته باشد و از سه ردیف لوله در دو طرف طول فونداسیون جهت کابل‌های ورودی و خروجی استفاده شود.

لوله‌ها از جنس پلیکا و یا پلی اتیلن و به قطر ۱۵۰ میلی‌متر بوده و پس از اجرای دیواره‌ها، فضای داخل سیمان و کفی سکو بر روی فونداسیون توسط ملات سیمان محکم می‌گردد.

ارتفاع نصب تابلو از سطح زمین ۶۵ سانتیمتر است. کفی سکو همسطح با سطح زمین قرار گرفته و دریچه‌های بازدید بایستی بالاتر از سطح قرار گیرند.

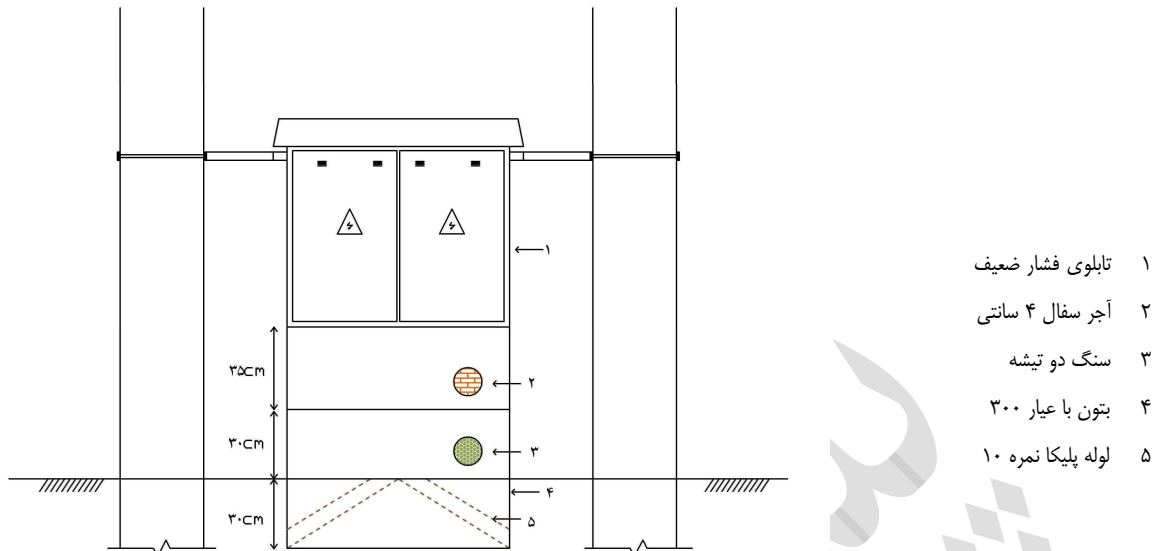
پس از نصب سکوی پیش ساخته به صورت تراز تابلوی فشار ضعیف توسط ۴ عدد پیچ یکسر تخت گالوانیزه به سکو مرتبط می‌گردد که سر تخت پیچ به سمت پایین و مهره دورن تابلو قرار می‌گیرد.



- |   |   |
|---|---|
| ۱ | محل استقرار کفی سکوی شالتر پیش ساخته بتنی |
| ۲ | دیواره داخلی با سطح سیمان                 |
| ۳ | دیوار چینی با اجر و ملات سیمان            |
| ۴ | لوله پلیکا با نمره ۱۵۰                    |
|   | X و Y: با توجه به ابعاد سکوی پیش ساخته    |
|   | بتنی تعیین می‌گردد.                       |

شکل (۲۷): فونداسیون سکوی پیش ساخته بتنی

در صورتی که تهیه سکوی بتنی پیش ساخته جهت نصب تابلوی فشار ضعیف بارانی ممکن نباشد از سکوی آجرچینی شده طبق شکل (۲۸) استفاده می‌گردد. در این حالت تابلو توسط پشتبند نیز به پایه‌ها متصل می‌شود. در صورت استفاده از سکوهایی فلزی جهت نصب تابلوی فشار ضعیف، ابعاد و مشخصات سکو بایستی طبق وزن تابلو محاسبه و انتخاب گردد. در این حالت تابلو مشابه ترانسفورماتور قدرت توسط پیچ و مهره بر روی سکو نصب می‌گردد.



شکل (۲۸): سکوی آجرچینی شده

⚠ تست تراز بودن قبل و بعد از نصب، تابلوی فشار ضعیف صورت گیرد.

⚠ پس از نصب از محکم شدن سکو و تابلو اطمینان حاصل گردد.

## ۶-۳-۲-۸- نحوه اتصالات

### اتصال کات اوت فیوز به ترانسفورماتور

نحوه اتصال مطابق موارد مندرج در بخش ۶-۳-۱-۶ است.

### ارتباط به شبکه

در صورتی که جهت نصب ترانسفورماتور نیاز به نصب پایه در زیر خط عبوری و یا انتهای خط باشد نوع آرایش شبکه متناسب با آرایش شبکه موجود انتخاب گردد. کراس آرم و یا کنسول توسط پیچ یکسر رزوه که از جنس فولاد گالوانیزه است در محل مناسب به روی پایه محکم می‌گردد. در صورتی که از کنسول افقی استفاده گردد. به منظور افزایش استقامت مکانیکی بین کنسول و سینه تیر از تسمه‌های فولادی (حائل کنسول) استفاده شود.



در پایه‌های میانی خطوط هوایی از مقره‌های سوزنی استفاده می‌شود که توسط میله مقره به روی کنسول محکم می‌گردد. هادی خط توسط مفتول که باید از جنس آلومینیوم نرم و فاقد روکش باشد به مقره، اصلی می‌شود. سطح مقطع مفتول‌های اصلی متناسب با قطر هادی خط در جدول (۷) مشخص شده است.

جدول (۷): مفتول‌های اصلی

وزن در واحد طول (gr/m)	سطح مقطع مفتول اصلی (mm <sup>2</sup> )	هادی خط هوایی
۴۳	۱۶	فاکس
۶۸	۲۵	مینک
۶۸	۲۵	هاینا

در پایه‌های انتهایی از مقره بشقابی و کلمپ انتهایی استفاده می‌گردد که قدرت پایه با توجه به محاسبات مکانیکی خط و ظرفیت ترانسفورماتور تعیین شود.

در صورتی که پست هوایی بر روی شبکه زمینی فشار متوسط نصب گردد بایستی مراحل ذیل صورت گیرد:  
در این حالت کنسول‌ها با توجه به آرایش پیشنهادی توسط طراح بر روی پایه‌ها نصب می‌گردد. حد فاصل دو پایه از سیم آلومینیوم فولاد جهت ارتباط بین دو سر کابل استفاده شده و توسط کابلشو آلومینیومی با پرس هیدرولیک و پیچ و مهره به کابلشوی سر کابل متصل می‌گردد. سیم آلومینیوم- فولاد توسط سیم اصلی به مقره سوزنی محکم می‌گردد. جهت ارتباطات می‌توان از هادی روکش دار آلومینیومی با مقطع مناسب نیز بهره برد.  
کابل‌های فشار متوسط از داخل لوله ۳ متری دال بر شده با قطر ۲ برابر مجموع قطر کابل‌های فشار متوسط عبور کرده و لوله توسط تسمه در دو محل بر روی پله‌های تیر مهار می‌شود. جهت مهار کابل بر روی پایه از جلوبور و سکوی سر کابل استفاده می‌گردد. که در بخش (۶-۵-۹) به آن پرداخته شده است.

⚠️ **کابلشو، تعداد پرس و نوع لقمه باید متناسب با سطح مقطع هادی باشد.**

نحوه اتصال خط اصلی به کاتوت فیوز و برقگیر به شرح زیر است.

۱- پست هوایی دو پایه زیر خط عبوری

<sup>۱</sup> - لوله از نوع فلزی گالوانیزه و در صورت صلاحدید شرکت توزیع می‌توان از لوله پلی اتیلن فشار قوی مقاوم در برابر اشعه UV نیز استفاده کرد.





مطابق موارد مندرج در بخش ۶-۳-۱-۶ اجرا صورت می‌گیرد.

۲- پست هوایی دو پایه در انتهای خط

مطابق موارد مندرج در بخش ۶-۳-۱-۶ اجرا صورت می‌گیرد.

۳- پست هوایی دو پایه بر روی شبکه زمینی

جهت ارتباط خط به کات اوت فیوز و برقگیر از سیم آلومینیوم - فولاد و گیره قابل قطع تحت ولتاژ و یا کلمپ دو پیچه آلومینیومی استفاده می‌شود. فاصله بین فازها رعایت گردد و به صورتی صورت گیرد که در اثر انقباض و انبساط، سیم تحت کشش نباشد و باعث بروز قطعی نشود.

### اتصال کابل ترانسفورماتور به تابلو

جهت ارتباط کابل به کلید اصلی تابلوی فشار ضعیف پوسته کابل به طول ۲۵ تا ۳۰ سانتیمتر (متناسب با فاصله کلید تا محل گلند) برداشته شده<sup>۱</sup> و هر رشته از کابل به اندازه عمق کابلشو لخت و پس از پرس به ورودی کلید و شینه نول با رعایت ترتیب فازها و آرایش مناسب مطابق رنگ‌بندی متصل می‌گردد. طول معینی از کابل در پای تیر به عنوان رزرو منظور می‌گردد و کابل پس از عبور از داخل لوله به بالای پایه جهت ارتباط به پوشینگ‌های فشار ضعیف ترانسفورماتور هدایت می‌شود. توجه به این نکته ضروری است که کابل به نحوی بر روی پایه محکم شود که از وارد آمدن وزن کابل بر روی پوشینگ ترانسفورماتور جلوگیری گردد. بدین منظور کابل حدود ۲۰ سانتیمتر بالاتر از سطح پوشینگ، بر روی پایه توسط راک تک‌خانه مستقر گردد.

جهت ارتباط کابل چهار رشته‌ای به پوشینگ‌های فشار ضعیف ابتدا پوسته کابل به اندازه مناسب برداشته شده و هر رشته از کابل به اندازه عمق کابلشو لخت می‌گردد. پس از پرس کابلشو توسط دستگاه پرس هیدرولیک ضمن آرایش و فرم‌دهی کابل توسط پیچ و مهره با اندازه مناسب، واشر تخت برنجی و واشر فنری از جنس فسفر برنز مطابق رنگ‌بندی کابل در فشار ضعیف (رعایت ترتیب فازها) به پوشینگ متصل می‌گردد.<sup>۲</sup> در صورت استفاده از کابل‌های تک‌رشته، سه رشته کابل‌های فاز و رشته نول بایستی از یک لوله عبور کند. به طور معمول طول کابل ارتباط ۱۲ متر انتخاب می‌گردد. قسمتی از کابل که دارای پوسته بوده و درون تابلو قرار گرفته است توسط بست مناسب یا گلند به بدنه تابلو محکم می‌گردد.

<sup>۱</sup> - در صورت استفاده از کابل‌های تک رشته جهت ارتباط، هر رشته از کابل به اندازه عمق کابلشو لخت می‌گردد.

<sup>۲</sup> - جهت ارتباط کابل‌های ارتباط ترانسفورماتور به پوشینگ فشار ضعیف ترانسفورماتور تا قدرت ۲۰۰kVA به طور معمول از شینه ۱۰ سانتی و برای ترانسفورماتور با قدرت ۲۰۰kVA و بالاتر از کفشک مسی استفاده می‌شود.



- ⚠️ سطح مقطع لوله بایستی بیشتر از  $1/5$  برابر قطر کابل (مجموع رشته کابل‌ها) باشد<sup>۱</sup>.
- ⚠️ تسمه‌های حائل لوله بایستی بر روی پله‌های تیر و با فواصل مناسب نصب گردند.
- ⚠️ طول تسمه‌های حائل و پیچ و مهره باید متناسب با سطح مقطع پایه انتخاب گردند.
- ⚠️ در صورتی که جهت ارتباط از کابل‌های تک رشته استفاده می‌شود، رشته کابل‌های سه فاز و نول از داخل یک لوله با اندازه مناسب عبور داده شود.
- ⚠️ در آرایش و فرم‌دهی کابل‌ها رعایت شعاع خم‌ش کابل الزامی است.
- ⚠️ جهت عدم آسیب به پوسته کابل در محل ورود به لوله فلزی بایستی لوله به صورت صحیح فارسی بر شود.

### اتصال برقگیر به زمین

نحوه اجرا مطابق موارد مندرج در بخش ۶-۳-۱-۶ است.

### ۶-۳-۲-۹ - سیستم زمین

نحوه اجرا مطابق موارد مندرج در بخش ۶-۳-۱-۷ است.

### ۶-۳-۲-۱۰ - کاورینگ ترانسفورماتور

نحوه اجرا مطابق موارد مندرج در بخش ۶-۳-۱-۸ است.

### ۶-۴ - آزمون‌های مورد نیاز پیش از راه‌اندازی

برای اطمینان از آمادگی کامل پست هوایی برای راه‌اندازی، آزمون‌های جاری پست هوایی انجام شود. آزمون‌هایی که با علامت \* مشخص شده‌اند در صورتی که برگه آزمایش جاری کارخانه‌ای ترانسفورماتور موجود باشد ضروری نخواهد بود. لیکن با توجه به وسایل و امکانات و با توجه به اهمیت ترانسفورماتور پست، انجام این آزمون‌ها می‌توانند سابقه‌ای برای تعمیر و نگهداری و آزمون‌های آینده به شمار آیند.

<sup>۱</sup> - لوله از نوع فلزی گالوانیزه و در صورت صلاحدید شرکت توزیع می‌توان از لوله پلی‌اتیلن فشار قوی مقاوم در برابر اشعه UV نیز استفاده کرد.



آزمون‌های زیر بعد از تجهیز پست هوایی در محل توصیه می‌گردد.

● اندازه‌گیری مقاومت عایقی بین بوبین‌های فشار قوی و ضعیف ترانسفورماتور نسبت به هم و نسبت به بدنه  
● اندازه‌گیری نسبت تبدیل و تست عملکرد کلید تنظیم ولتاژ و مقایسه آن با مقادیر پلاک مشخصات  
ترانسفورماتور

● اندازه‌گیری مقاومت اهمی (DC) سیم‌پیچ‌ها به کمک پل الکتریکی و مقایسه آن با نتایج آزمون‌های  
کارخانه سازنده ترانسفورماتور

● کنترل مسیرهای گردش روغن ترانسفورماتور

● کنترل استقامت عایقی روغن ترانسفورماتور

● اندازه‌گیری مقاومت زمین چاه‌های حفاظتی و الکتریکی پست هوایی

● بازدید چشمی از سطح روغن و ژل سیلیکاژل

● بازدید چشمی از برقگیر و کات اوت فیوز و صحت سالم بودن آنها

● بازدید چشمی از مقره‌های خط و صحت سالم بودن آنها

● بازدید چشمی از بوشینگ‌های ترانسفورماتور

● آزمون‌های عملکرد مکانیکی کلید اصلی تابلو فشار ضعیف

● آزمون‌های عملکرد مکانیکی کلید فیدرهای خروجی تابلو فشار ضعیف

● آزمون‌های عملکرد مکانیکی دسته کات اوت فیوز توسط پرچ

● بازدید چشمی از محل اتصالات و اطمینان از برقراری ارتباط صحیح در محل اتصالات

● تجهیزات داخل تابلو از قبیل کلیدها، باسبارها، فیدرها و لوازم اندازه‌گیری بازرسی و کلیه سیم‌بندی‌ها و

مدارهای الکتریکی مطابق دیاگرام‌های سازنده بازرسی و استحکام سیم‌ها به ترمینال‌ها مورد معاینه قرار

گیرند.

⚠ در صورتی که مقدار مقاومت چاه‌های الکتریکی و حفاظتی اندازه‌گیری شده در تابلوی فشار ضعیف به هم

نزدیک بوده و این مقدار با مقاومت اندازه‌گیری شده از سرجاه مغایرت زیادی داشته باشد، جهت

جلوگیری از ارتباط دو چاه بایستی بازرسی مجدد به عمل آید.

⚠ به هنگام استفاده از دستگاه تست مقاومت، "مگر" تماس دست با رشته کابل‌های در حال آزمایش وجود

نداشته باشد.



## ۶-۵- مراحل راه‌اندازی

پس از آنکه تجهیز پست هوایی به پایان رسید و در صورت نیاز کلیه آزمون‌های آن انجام گرفت تجهیز آماده راه‌اندازی و بهره‌برداری خواهد بود. برای برقرار کردن و راه‌اندازی تجهیز کارهای زیر انجام شود.

- ۱- تیغه کات اوت فیوز به صورت باز نگهداشته شود.
- ۲- با رعایت کلیه اصول ایمنی و فنی و مطابق دستورالعمل مربوطه قطع موقت شبکه صورت گیرد.
- ۳- پس از قطع موقت شبکه، بی‌برق بودن آن توسط یک دستگاه تست مطمئن سنجیده شود.
- ۴- خطوط بی‌برق شده توسط ادوات زمین کردن سیار زمین شود، این کار با اندازه‌گیری مداوم مقاومت اتصال زمین کنترل شود.
- ۵- با رعایت کلیه اصول ایمنی و مطابق دستورالعمل مربوطه، خطوط ورودی به شبکه متصل گردند.
- ۶- در حالی که فیدرهای خروجی تابلو فشار ضعیف باز است و کلید اصلی تابلو در حالت Off است، تیغه کات‌اوت فیوز پس از نصب المان فیوز بسته شود و اطمینان از برقراری اتصال کامل حاصل شود و مطابق دستورالعمل مربوطه شبکه برقرار شود.
- ۷- ولتاژ ثانویه بررسی شده و صحت توالی فاز آن ارزیابی شود.
- ۸- پس از آنکه ترانسفورماتور با ولتاژ مورد نظر آزمایش و راه‌اندازی شد برق آن برای مدتی قطع شود تا اتصالات آن مورد بازرسی مجدد قرار گیرد.
- ۹- بعد از برقراری مجدد جریان و اطمینان از صحت عملکرد، کلید ثانویه ترانسفورماتور (کلید اصلی تابلو فشار ضعیف) در وضعیت ON قرار گیرد تا شینه‌ها برقرار گردد.
- ۱۰- پس از زمان انتظار بی‌باری تجهیزات که توسط سازنده توصیه شده، آماده بارگذاری است.

⚠️ شیر یا مجرای بین محفظه روغن و تانک ترانسفورماتور بازرسی شود و از باز بودن کامل آن اطمینان حاصل شود.

⚠️ قبل از برقرار کردن ترانسفورماتور باید توجه داشت که ترمینال ثانویه ترانسفورماتور اتصال کوتاه نباشد.

⚠️ پلمپ منبع سیلیکاژل قبل از برقرار کردن ترانسفورماتور برداشته شود.

⚠️ هنگام اعمال ولتاژ به ترانسفورماتور بایستی صدای وزوز آرام و یکنواختی از آن بدون سوت کشیدن یا صدا ناهنجار شنیده شود.

⚠️ قبل از راه‌اندازی از بی‌برق بودن کابل‌های خروجی فشار ضعیف اطمینان حاصل شود.



## ۷- دستورالعمل نظارت بر نصب تجهیزات

این قسمت شامل بخش‌های فهرست ابزار آلات مورد نیاز و آیین کار و روش اجرایی نظارت بر فرآیند نصب است که در ادامه به صورت مشروح به این موضوعات پرداخته می‌شود. به طور کلی دستگاه نظارت شرکت‌هایی هستند که مسئولیت نظارت بر اجرای استانداردها در پروژه‌های توزیع نیروی برق را به عهده دارند و ناظر کسی است که مسئولیت نظارت بر رعایت استاندارد در پروژه‌های توزیع و تشکیل پرونده نظارتی و ارزیابی پیمانکاران را بر عهده دارد.

### ۷-۱- فهرست ابزار آلات مورد نیاز

در این بخش فهرست ابزار آلات مورد نیاز جهت نظارت بر نصب تجهیزات در جدول (۸) درج شده است.

جدول (۸): فهرست ابزار آلات مورد نیاز جهت نظارت بر نصب

ردیف	نام ابزار آلات	توضیحات
۱	دستگاه تست مقاومت زمین	جهت اندازه‌گیری مقدار مقاومت چاه‌های حفاظتی و الکتریکی
۲	دستگاه تست استقامت عایقی	جهت اندازه‌گیری استقامت عایقی
۳	تراز	جهت تست تراز بودن تجهیزات
۴	ترکمتر	جهت اندازه‌گیری مقدار گشتاور نیرو (بررسی اتصالات)
۵	کولیس	جهت اندازه‌گیری ابعاد و اندازه شینه‌های تابلو و ...
۶	چرخ متر (متر)	جهت اندازه‌گیری فواصل
۷	متر لیزری	جهت اندازه‌گیری فواصل عمودی
۸	میکرومتر (ریزسنج)	جهت اندازه‌گیری ضخامت ورق تابلو
۹	ضخامت سنج	جهت اندازه‌گیری ضخامت رنگ، ضخامت گالوانیزه و ...

### ۷-۲- آیین کار و روش اجرایی

در این بخش از دستورالعمل چک لیست کنترلی نظارت بر نصب پست هوایی در جدول (۹) درج شده است.



**جدول (۹): چک لیست کنترلی نظارت بر نصب پست هوایی**

نام تجهیز :		تاریخ تکمیل فرم:	
تاریخ نصب :		کد GIS:	
سازنده :		نوع :	
		شماره سریال :	
ردیف	شرح فعالیت	وضعیت انجام	
		قابل قبول	غیر قابل قبول
توضیحات	شرایط رد یا پذیرش		
۱	آیا عمق و ابعاد چاله‌ها جهت نصب پایه مناسب است؟		
۲	آیا پایه‌ها فاقد ترک خوردگی و شکستگی است؟		
۳	آیا قدرت پایه‌ها متناسب با ظرفیت ترانسفورماتور و مطابق طرح است؟		
۴	آیا وضعیت ظاهری پایه‌ها مطابق با شرایط استاندارد است؟		
۵	آیا پایه‌ها به صورت قائم نصب گردیده است؟		
۶	آیا پایه‌های پست هوایی در جهت متناسب با نیروی وارده به آنها نصب شده‌اند؟		
۷	آیا مراحل پر کردن چاله تیر و بتن‌ریزی پایه‌ها به صورت صحیح اجرا شده است؟		
۸	آیا در پست هوایی دو پایه فاصله بین پایه‌ها طبق استاندارد رعایت گردیده است؟		
۹	آیا اجرای فونداسیون سکوی بتنی پیش ساخته به صورت صحیح صورت گرفته است؟		
۱۰	آیا کلید ورودی تابلو فشار ضعیف متناسب با ظرفیت ترانسفورماتور و مطابق طرح است؟		
۱۱	آیا ابعاد سکوی بتونی پیش ساخته (در صورت استفاده) متناسب با ابعاد تابلوی فشار ضعیف است؟		
۱۲	آیا سکوی بتونی پیش ساخته فاقد ترک خوردگی و سالم است؟		
۱۳	آیا ضخامت ورق تابلو مطابق با مشخصات فنی ارائه شده توسط شرکت توزیع (کارفرما) است؟		



ادامه جدول (۹):

ردیف	شرح فعالیت	وضعیت انجام		شرایط رد یا پذیرش	توضیحات
		قابل قبول	غیر قابل قبول		
۱۴	آیا ضخامت رنگ تابلو مطابق با مشخصات فنی ارائه شده توسط شرکت توزیع (کارفرما) است؟				
۱۵	آیا اندازه و ابعاد شیشه‌های تابلوی فشار ضعیف مطابق با مشخصات فنی ارائه شده توسط شرکت توزیع (کارفرما) است؟				
۱۶	آیا فواصل بین شیشه‌ها رعایت گردیده است؟				
۱۷	آیا رنگ‌بندی شیشه‌ها مطابق با الزامات شرکت توزیع است؟				
۱۸	آیا درب تابلوی فشار ضعیف توسط سیم مسی بافته شده نمره ۱۶ به بدنه تابلو ارتباط دارد؟				
۱۹	آیا تابلوی فشار ضعیف در ارتفاع مناسب از سطح زمین نصب شده است؟				
۲۰	آیا فاصله سکوی ترانسفورماتور از سطح زمین رعایت شده است؟				
۲۱	آیا سکوی ترانسفورماتور به صورت صحیح و تراز نصب شده است؟				
۲۲	آیا فاصله سکوی ترانسفورماتور از سکوی کات اوت فیوز و برقگیر رعایت شده است؟				
۲۳	آیا اندازه ناودانی‌های سکوی ترانس مطابق استاندارد است؟				
۲۴	آیا ناودانی‌های سکوی ترانسفورماتور از نوع گالوانیزه گرم با ضخامت گالوانیزه مناسب (حداقل ۸۰ میلیون) است؟				
۲۵	آیا ظرفیت ترانسفورماتور هوایی مطابق طرح است؟				
۲۶	آیا ترانسفورماتور دارای رطوبت‌گیر سالم است؟				
۲۷	آیا تانک روغن ترانسفورماتور دارای درجه روغن نما و سطح روغن مناسب است؟				
۲۸	آیا بوشینگ‌های فشار قوی و فشار ضعیف ترانسفورماتور سالم و عاری از آلودگی است؟				



ادامه جدول (۹):

ردیف	شرح فعالیت	وضعیت انجام		شرایط رد یا پذیرش	توضیحات
		قابل قبول	غیر قابل قبول		
۲۹	آیا فاصله ترانسفورماتور از پایه رعایت گردیده است؟				
۳۰	آیا تپ چنجر ترانسفورماتور روی محدوده مناسب تنظیم شده است؟				
۳۱	آیا سطح مقطع کابل ارتباط ترانس به تابلوی فشار ضعیف متناسب با ظرفیت ترانسفورماتور و مطابق طرح است؟				
۳۲	آیا جهت حفاظت کابل‌ها از صدمات مکانیکی از لوله با قطر مناسب استفاده شده است؟				
۳۳	آیا جهت جلوگیری از زخمی شدن کابل، لوله‌ها دال بر شده اند؟				
۳۴	آیا کابل ارتباط ترانس به تابلوی فشار ضعیف به صورت صحیح در بالای پایه و با فاصله مناسب از سطح پوشینگ‌ها مهار شده است؟				
۳۵	آیا تسمه‌های حائل نگهدارنده لوله در فواصل مناسب بر روی پله‌های تیر نصب شده است؟				
۳۶	آیا کابل ارتباط ترانس به تابلوی فشار ضعیف توسط بست فلزی روکش دار و یا گلند با اندازه مناسب داخل تابلو مهار شده است؟				
۳۷	آیا رنگ بندی فازها داخل تابلوی فشار ضعیف و در محل ارتباط به پوشینگ‌های فشار ضعیف رعایت گردیده است؟				
۳۸	آیا فرم‌دهی کابل‌ها به صورت صحیح صورت گرفته است؟				
۳۹	آیا رزرو کافی جهت کابل ارتباط ترانس به تابلو منظور شده است؟				
۴۰	آیا شعاع خمش کابل‌ها با توجه به مقطع کابل‌ها مناسب است؟				
۴۱	آیا جنس کابلشو متناسب با جنس کابل مورد استفاده است؟				
۴۲	آیا کابلشو به نحو صحیح توسط دستگاه پرس هیدرولیک، پرس شده است؟				





ادامه جدول (۹):

ردیف	شرح فعالیت	وضعیت انجام		شرایط رد یا پذیرش	توضیحات
		قابل قبول	غیر قابل قبول		
۴۳	آیا تعداد پرس کابلشو متناسب با سطح مقطع کابل است؟				
۴۴	آیا لقمه مورد استفاده جهت پرس متناسب با سطح مقطع کابل است؟				
۴۵	آیا در محل اتصال کابلشو از پیچ و مهره، واشر و واشر فنری با اندازه و جنس مناسب استفاده شده است؟				
۴۶	آیا سکوی کات اوت فیوز و برقگیر توسط پیچ و مهره و به صورت محکم بر روی پایه نصب شده است؟				
۴۷	آیا سکوی کات اوت فیوز و برقگیر به صورت تراز نصب شده است؟				
۴۸	آیا زاویه نصب کات اوت فیوز مناسب است؟				
۴۹	آیا المان کات اوت فیوز متناسب با ظرفیت ترانسفورماتور و مطابق طرح است؟				
۵۰	آیا سطح مقطع هادی‌های ارتباط خط به کات اوت فیوز و برقگیر متناسب با هادی خط است؟				
۵۱	آیا سطح مقطع هادی ارتباط کات اوت فیوز به بوشینگ فشار قوی مناسب است؟				
۵۲	آیا نوع نبشی کراس‌آرم (کنسول) درست انتخاب شده است؟				
۵۳	آیا تسمه‌های حائل با صورت صحیح نصب شده است؟				
۵۴	آیا ضخامت گالوانیزه یراق آلات فلزی مناسب است؟				
۵۵	آیا مقره‌ها فاقد ترک خوردگی و سالم هستند؟				
۵۶	آیا مقره‌ها به صورت صحیح به شبکه، اصلی شده است؟				
۵۷	آیا جنس سیم اصلی و اندازه آن متناسب با هادی خط است؟				



ادامه جدول (۹):

ردیف	شرح فعالیت	وضعیت انجام		شرایط رد یا پذیرش	توضیحات
		قابل قبول	غیر قابل قبول		
۵۸	آیا جهت نصب کلیه یراق آلات فلزی (کراس آرم، کنسول، سکوی ترانسفورماتور و ...) از پیچ و مهره با اندازه مناسب استفاده شده است؟				
۵۹	آیا فاصله بین چاه‌های حفاظتی و الکتریکی رعایت شده است؟				
۶۰	آیا درصد مواد عمل آورنده خاک در چاه‌های حفاظتی و الکتریکی مطابق با استاندارد است؟				
۶۱	آیا نحوه تجهیز چاه‌ها به صورت صحیح و مطابق دستورالعمل اجرا شده است؟				
۶۲	آیا مقدار مقامت چاه‌های حفاظتی و الکتریکی مناسب است؟				
۶۳	آیا کنسول، سکوی کات‌اوت، برقگیر، سکوی ترانسفورماتور، محل ارت بدنه و درپوش ترانسفورماتور، در محل سکوی ترانسفورماتور به کابل ارت برقگیر متصل و به چاه حفاظتی (چاه نزدیک) ارتباط داده شده است؟				
۶۴	آیا شینه ارت تابلو فشار ضعیف (بدنه) توسط سیم با سطح مقطع مناسب به چاه حفاظتی متصل شده است؟				
۶۵	آیا شینه نول تابلو فشار ضعیف توسط کابل با سطح مقطع مناسب به چاه الکتریکی متصل شده است؟				
۶۶	آیا شینه ارت و نول تابلو فشار ضعیف از یکدیگر مجزا است؟				
۶۷	آیا فاصله هادی‌های فشار متوسط از پایه در حد قابل قبول است و فواصل ایزولاسیون بین هادی‌ها رعایت شده است؟				
۶۸	آیا تجهیزات مصرفی در لیست سازندگان تشخیص صلاحیت شده شرکت توزیع قرار دارند؟				



ادامه جدول (۹):

ردیف	شرح فعالیت	وضعیت انجام		شرایط رد یا پذیرش	توضیحات
		قابل قبول	غیر قابل قبول		
۶۹	آیا چک لیست ترانسفورماتور با پلاک مشخصات و شماره حک شده در بالای ترانس آن مطابقت دارد؟				
۷۰	آیا ترانسفورماتور دارای چک لیست، برگ فروش، ضمانتنامه و برنامه اصلی کارخانه سازنده است؟				
۷۱	آیا مشخصات تجهیزات مطابق با مشخصات فنی ابلاغی از طرف شرکت توزیع به سازنده است؟				



## ۸- دستورالعمل بهره‌برداری

این قسمت شامل بخش‌های فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز، شرایط بهره‌برداری و روش بهره‌برداری از پست‌های هوایی است.

### ۸-۱- فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز

فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز جهت بهره‌برداری از پست‌های هوایی به شرح مندرج در جدول (۱۰) است.

جدول (۱۰): فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز جهت بهره‌برداری پست هوایی

ردیف	نام	تعداد	توضیحات
۱	بالابر	۱	جهت نزدیک شدن به تجهیزات منصوبه در بالای پایه
۲	چوب پرچ (قلاب‌گیر)	۱	جهت مانور و قطع و وصل کات اوت فیوز
۳	دستکش عایق	۱	جهت جلوگیری از خطر برق گرفتگی
۴	اپرومتر	۱	جهت تست بی‌برق بودن شبکه فشار متوسط
۵	ادوات زمین کردن سیار	۱	جهت زمین کردن خطوط ورودی و خروجی
۶	جرتقیل	۱	جهت جابجایی تجهیزات

### ۸-۲- شرایط بهره‌برداری

پست هوایی متشکل از تجهیزاتی همچون ترانسفورماتور، تابلوی فشار ضعیف، کات اوت فیوز و برقگیر است که در ادامه شرایط بهره‌برداری هر یک از تجهیزات بیان شده است.

⚠️ در هنگام انجام هر کاری در نزدیکی تجهیزات برق‌دار، اکیداً تمامی قوانین ایمنی رعایت شود. رعایت نکردن این مقررات باعث آسیب‌های جدی یا مرگ می‌گردد.

#### ۸-۲-۱- تابلوی فشار ضعیف

##### شرایط بهره‌برداری عادی

شرایط بهره‌برداری به شرح ذیل معتبر است.

۱- دمای محیط



دمای هوای محیط نباید از  $+40^{\circ}C$  تجاوز نماید و میانگین آن نیز در یک دوره ۲۴ ساعته نباید از  $+35^{\circ}C$  فراتر رود. حد پایین دمای هوای محیط بر روی آب و هوای معتدل برابر با  $-25^{\circ}C$  و برای آب و هوای سرد و یخبندان برابر با  $-50^{\circ}C$  است.

## ۲- شرایط جوی

افزایش رطوبت نسبی تا ۱۰۰ درصد در حداکثر دمای  $+25^{\circ}C$  - مجاز است.

## ۳- درجه آلودگی

درجه آلودگی به شرایط محیطی که تابلو برای آن طراحی شده است وابسته است.

درجه آلودگی ۱: هیچ آلودگی وجود ندارد و یا تنها آلودگی‌های خشک و بدون هدایت الکتریکی دیده می‌شود.

درجه آلودگی ۲: معمولاً تنها آلودگی بدون هدایت الکتریکی وجود دارد. هر چند به ندرت یک هدایت موقت ایجاد شده در اثر میعان انتظار می‌رود.

درجه آلودگی ۳: آلودگی با هدایت الکتریکی وجود دارد یا اینکه آلودگی خشک غیر رسانا که در اثر میعان هادی می‌شوند، دیده می‌شود.

درجه آلودگی ۴: در اثر عواملی مانند ذرات هادی باران یا برف، هدایت الکتریکی پایدار ایجاد می‌کند. به غیر از موارد خاص در مورد تابلوهایی که برای محیط‌های صنعتی در نظر گرفته می‌شوند. درجه آلودگی ۳ برای محیط نصب آنها در نظر گرفته می‌شود.

## ۴- ارتفاع

ارتفاع محل نصب نباید بیشتر از ۱۰۰۰ متر باشد.

## ۵- سرعت وزش باد

در صورت افزونی سرعت باد از ۳۴ متر بر ثانیه مقدار آن برای سازنده مشخص گردد.

## ۶- ضخامت یخ

در مواردی که ضخامت یخ بیش از ۲۰ میلیمتر باشد با سازنده توافق حاصل گردد.



## ۷- لرزش‌ها

بار زلزله به عنوان ضریبی از شتاب ثقل زمین بین  $g(0/3-0/5)$  انتخاب می‌شود. برای تاسیساتی که احتمال وقوع زلزله در محل نصب آنها بالاست. استحکام لرزه ای مناسب برای تجهیز طبق استاندارد IEC 61166 تامین گردد.

## ۸- سایر پارامترها

در صورتی که دیگر پارامترهای محیطی تاثیرگذار در محل نصب تابلو وجود داشته باشد این پارامترها مطابق استاندارد IEC 60727 توسط خریدار تعیین گردد.

## شرایط بهره‌برداری ویژه

چنانچه شرایط ویژه بهره‌برداری به شرح زیر موجود باشد ملزومات مورد نیاز تهیه گردد و یا توافق خاصی بین سازنده و مصرف کننده صورت گیرد.

الف- مقادیر نامی سطح عایقی ارائه شده، برای ارتفاع‌های ۱۰۰۰ متر و کمتر از آن بکار رود. برای ارتفاع‌های بیش از ۱۰۰۰ متر (تا ۳۰۰۰ متر) ضرایب تصحیح مطابق جدول (۱۱) اعمال شود.

جدول (۱۱): ضرایب تصحیح بر حسب ارتفاع

حد اکثر 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 میان‌یابی خطی از جدول (۱۱) ضرایب تصحیح بدست می‌آیند.

ب- برای تاسیسات در هوای آزاد، سازنده باید وجود رطوبت، باران، برف، لایه‌ای از یخ یا برف تا ۵ کیلوگرم به متر مربع، تغییرات سریع دما و فشار بالا تا ۷۰۰ نیوتن بر متر مربع و اثرات تشعشع خورشیدی را مد نظر قرار دهد.

ج- برای تاسیساتی که در مکان‌هایی قرار دارند که دمای محیط آنها به طور شاخص، خارج از محدوده شرایط بهره‌برداری عادی است بازده 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



## ۸-۲-۲- ترانسفورماتور

به منظور عملکرد بهینه یک ترانسفورماتور بایستی شرایط پارامترهای آب و هوایی مندرج در جدول (۱۲) به طور کامل مشخص گردد. مقادیر ذکر شده برای این پارامترها طبق استاندارد IEC 60076 شرایط کاری استاندارد است و در صورتی که ترانسفورماتور برای شرایط کاری دیگری طراحی شود بایستی ضریب تصحیح مناسب به هنگام طراحی به کار برده شود.

جدول (۱۲): پارامترهای آب و هوایی در شرایط کاری استاندارد ترانسفورماتورها

پارامترهای آب و هوایی	شرایط کاری استاندارد ترانسفورماتورها مطابق با استاندارد IEC 60076
حداکثر درجه حرارت محیط	$40^{\circ}C$
حداکثر متوسط درجه حرارت سالیانه محیط	$20^{\circ}C$
حداکثر متوسط درجه حرارت روزانه محیط	$30^{\circ}C$
حداقل درجه حرارت محیط	در فضای آزاد $-25^{\circ}C$ و در فضای بسته $-5^{\circ}C$
ارتفاع از سطح دریا	کمتر از ۱۰۰۰ متر
حداکثر سرعت باد	۱۰-۲ متر بر ثانیه
رطوبت نسبی	کمتر از ۹۰ درصد در طول یک ماه
ضخامت یخ	۱ میلیمتر
میزان و نوع آلودگی	آلودگی متوسط یا درجه ۲
شتاب زلزله	$0.3g$ متر بر مجذور ثانیه

## ۸-۲-۳- کات اوت فیوز

از عوامل بسیار مهم و تعیین کننده انتخاب کات اوت فیوز شناخت دقیق و صحیح شرایط محیطی و اقلیمی محل نصب است. پارامترهای محیطی و شرایط کاری عادی طبق استاندارد IEC 62271-100 در جدول (۱۳) اشاره شده است.

جدول (۱۳): پارامترهای محیطی و شرایط کاری استاندارد

پارامتر محیطی	شرایط کارکرد استاندارد ترانسفورماتورها مطابق با استاندارد IEC 60076
حداکثر دمای روزانه	$40^{\circ}C$
حداکثر دمای متوسط روزانه	$35^{\circ}C$
حداقل دمای روزانه	$10^{\circ}C$ - برای کلیدهای با کلاس منهای ۱۰ درجه
	$25^{\circ}C$ - برای کلیدهای با کلاس منهای ۲۵ درجه
	$40^{\circ}C$ - برای کلیدهای با کلاس منهای ۴۰ درجه



ادامه جدول (۱۳):

پارامتر محیطی	شرایط کارکرد استاندارد ترانسفورماتورها مطابق با استاندارد IEC 60076
تابش خورشید	کمتر از ۱۰۰۰ وات بر متر مربع
آلودگی	طبق استاندارد IEC60815 حداکثر آلودگی محیط درجه II یا متوسط باشد
ارتفاع محل نصب	کمتر از ۱۰۰۰ متر
سرعت باد	کمتر از ۳۴ متر بر ثانیه
ضخامت یخ	کمتر از ۱ میلی‌متر برای کلاس ۱
	کمتر از ۱۰ میلی‌متر برای کلاس ۱۰
	کمتر از ۲۰ میلی‌متر برای کلاس ۲۰

در صورتی که برای شرایط کاری غیر از آنچه که در جدول (۱۲) آمده است طراحی صورت گیرد، بایستی نکاتی به شرح ذیل رعایت گردد.

- اگر دمای محیط از مقادیر ارایه شده در جدول (۱۳) تجاوز نماید محدوده دمای کار برای مناطق سردسیر از  $50^{\circ}C$  الی  $40^{\circ}C$  و برای مناطق گرمسیر از  $5^{\circ}C$  الی  $50^{\circ}C$  لحاظ گردد.
- برای تعیین سطوح عایقی با توجه به میزان آلودگی محیط یکی از سطوح آلودگی طبق استاندارد IEC60815 بایستی انتخاب گردد.
- اگر ارتفاع محل نصب بیشتر از ۱۰۰۰ متر باشد سطح ولتاژ عایقی خارجی طبق شرایط جوی بایستی با ضرب در ضریب تصحیح  $k_a$  که در شکل (۲۶) آمده اصلاح گردد. همچنین می‌توان این ضریب را با استفاده از رابطه زیر به صورت ذیل محاسبه نمود.

$$k = e^{m(H - 1000) / 8150}$$

که در رابطه بالا

H: ارتفاع نصب [m]

m: مقداری ثابت است که برای حالات مختلف به صورت ذیل انتخاب می‌گردد.

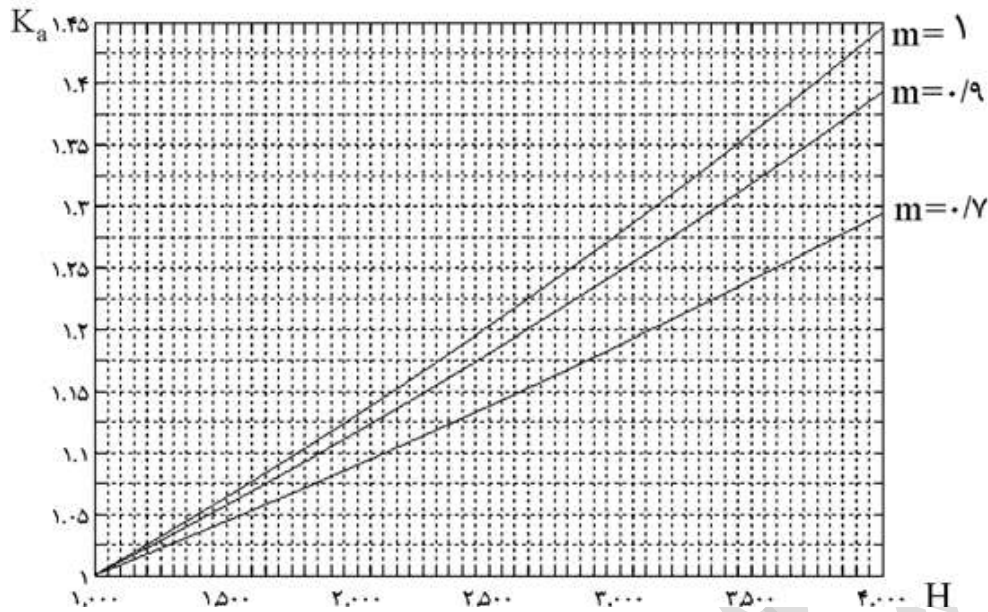
$m = 1$ : برای ولتاژهای با فرکانس قدرت، ضربه صاعقه و ولتاژ ضربه کلیدزنی فاز به فاز

$m = 0.95$ : برای ولتاژهای ضربه صاعقه طولانی مدت

$m = 0.75$ : برای ولتاژهای ضربه فاز به زمین

در مناطق زلزله خیز بایستی طبق استاندارد IEC 61166 ملاحظات لازم انجام گیرد.





شکل (۲۹): تعیین ضریب  $K_a$  برای تصحیح ارتفاع محل نصب کلید قدرت

#### ۸-۲-۴ - برقگیر

برای ایجاد تطابق کافی بین برقگیر انتخابی و محل نصب بایستی شرایط محیطی و اقلیمی محل نصب قبل از طراحی مشخص گردد. این پارامترها به همراه شرایط کاری عادی طبق استاندارد IEC 60099-4 در جدول (۱۴) درج گردیده است.

جدول (۱۴): پارامترهای آب و هوایی و شرایط کاری استاندارد برقگیر

پارامترهای آب و هوایی	شرایط کارکرد استاندارد برقگیرها مطابق با استاندارد IEC 60099-4
حداکثر درجه حرارت محیط	$40^{\circ}C$
حداقل دمای محیط	$-40^{\circ}C$
ارتفاع نصب از سطح دریا	کمتر از ۱۰۰۰ متر
رطوبت نسبی	کمتر از ۹۰ درصد در طول یک ماه
تابش خورشید	کمتر از ۱/۱ وات بر متر مربع
میزان و نوع آلودگی	آلودگی متوسط یا درجه ۲
شتاب زمین لرزه	$0.3g$
سرعت باد	کمتر از ۴۵ متر بر ثانیه
ضخامت یخ و برف	کمتر از ۳۰ میلیمتر



## ۸-۳- روش بهره‌برداری

در بهره‌برداری از پست‌های هوایی، جهت اصلاحات و تعمیرات پیشگیرانه، رفع خطاهای احتمالی، تعویض یا تعمیر تجهیزات و همچنین افزایش (کاهش) قدرت پست و کلیه اقداماتی که نیازی به بی‌برق نمودن پست هوایی باشد، مطابق روش‌های اجرایی بی‌برق نمودن تاسیسات در شبکه ۲۰ کیلوولت و برقراری مجدد جریان اقدام شود، عملیات بی‌برق نمودن با توجه به نوع شبکه تغذیه‌کننده (هوایی یا زمینی)، موقعیت نصب و تجهیزات قابل قطع زیر بار منصوبه بر روی فیدر مورد نظر صورت پذیرد.

### ۸-۳-۱- قطع و وصل فیدر تغذیه‌کننده پست

جهت قطع و وصل فیدر تغذیه‌کننده پست هوایی در شبکه‌های فشار متوسط هوایی به‌طور معمول از سکسیونرهای قابل قطع زیر بار خارجی و در مواردی که در شرایط خاص پست هوایی بر روی شبکه فشار متوسط زمینی نصب شده باشد از سکسیونرهای قابل قطع زیر بار داخلی و یا تیغه جداساز نصب شده بر روی پایه پست هوایی استفاده می‌شود که در این خصوص توجه به جهت جریان تغذیه و نزدیکترین سکسیونر قابل قطع زیر بار بایستی صورت گیرد. در صورت وجود تیغه جداساز هوایی بر روی پایه پست هوایی تیغه‌ها در حالت بی‌باری باز شوند.<sup>۱</sup> قبل از قطع فیدر فشار متوسط تغذیه‌کننده، پست هوایی با قطع کلید اصلی تابلوی فشار ضعیف از زیر بار خارج و پس از آن فیدر تغذیه‌کننده مطابق دستورالعمل مربوطه بی‌برق گردد و سیستم ارت موقت در طرفین شبکه دایر شود.<sup>۲</sup> اطراف محل پست باید با نصب علائم هشداردهنده ایمن گردد. جهت کار بر روی بخش پایین دست سکسیونر لازم است کلیه مقررات ایمنی مربوطه رعایت شوند. تعدادی از این قوانین عبارتند از:

- ۱- در شبکه فشار متوسط هوایی سکسیونر مطابق دستورالعمل مربوطه باز شود و از باز بودن آن با مشاهده نشان دهنده وضعیت سکسیونر اطمینان حاصل شود.<sup>۳</sup>
- ۲- از بسته شدن ناگهانی و ناخواسته سکسیونر توسط تمهیداتی نظیر علائم هشداردهنده، قفل کردن مکانیزم عملکرد دستی و ... جلوگیری شود.

<sup>۱</sup> - تیغه جداساز غیرقابل قطع زیر بار است.

<sup>۲</sup> - دیزل ژنراتورهای مشترکین می‌تواند باعث برگشت جریان شوند.

<sup>۳</sup> - در شرایطی که فیدر تغذیه‌کننده پست هوایی، شبکه فشار متوسط زمینی باشد لازم است جهت بی‌برق کردن شبکه، سکسیونر داخلی باز شود و از باز بودن پل‌های آن اطمینان حاصل شود و با استفاده از فازمتر فشار متوسط مورد بازمینی قرار گیرد.



۳- اطمینان حاصل شود که خط کاملاً بی‌برق شده و بی‌برق شدن آن توسط یک دستگاه تست مطمئن سنجیده شود.

۴- در صورت وجود داشتن کلید زمین بخش بی‌برق پایین دست سکسیونر توسط آن زمین شود<sup>۱</sup>

۵- جهت ایمنی بیشتر دو طرف پست هوایی توسط ادوات زمین کردن سیار زمین شود. سیستم زمین باید در معرض دید کاربران بوده و مقاومت آن به صورت مداوم اندازه‌گیری شود.

⚠️ به منظور کار بر روی پست هوایی که فیدر تغذیه‌کننده آن توسط سکسیونر بی‌برق شده باشد. در صورتی که سکسیونر فاقد کلید زمین بوده و بخواهیم فیدر پایین دست را با ابزارهای زمین کردن دستی زمین کنیم. اکیدا توصیه می‌شود که از بی‌ولتاژ بودن هر سه فاز سکسیونر توسط فشار متوسط اطمینان حاصل شود. از آنجایی که ممکن است مکانیزم سکسیونر یک یا دو فاز از فازهای آن را باز نکرده باشد و این امر باعث برق‌گرفتگی شدید سیمیانان شود.

⚠️ در صورتی که به همراه سکسیونر ترانسفورماتورهای جریان ۲ هم بکار رفته باشد این ترانسفورماتورها باید حتماً زمین شوند.

پس از اطمینان از بی‌برق بودن کامل پست و کابل‌های فشار ضعیف خروجی<sup>۳</sup> مراحل زیر صورت گیرد:

• المان‌های کات‌اوت فیوز توسط چوب پرچ که در ضامن فیوزگیر قرار می‌گیرد با حرکت روبه پایین از پایه فیوز جدا شود.

• فیدرهای خروجی با توجه به نوع فیدر و نحوه عملکرد آن که در بخش (۸-۳-۲) به آن پرداخته خواهد شد در حالت باز قرار داده شود<sup>۴</sup>.

بعد از انجام اصلاحات مورد نظر که خام‌وشی جهت آن صادر شده است بایستی مراحل ذیل صورت پذیرد:

۱- تجهیزاتی که مورد تعویض و یا تعمیر قرار گرفته است بررسی و از صحت عملکرد آنها اطمینان حاصل شود.

<sup>۱</sup> - در صورت وجود نداشتن کلید زمین برای بخش پایین دست سکسیونر، خطوط بی‌برق شده و پست هوایی توسط ادوات زمین کردن سیار زمین شوند و این کار با اندازه‌گیری مداوم مقاومت اتصال زمین چک شود.

<sup>۲</sup> - Carrent transformers

<sup>۳</sup> - کابل‌های فشار ضعیف می‌توانند باعث برگشت جریان از شبکه‌های برق دار همجوار شوند.

<sup>۴</sup> - از آنجایی که کات‌اوت فیوز نوع فنری به صورت متداول مورد استفاده قرار می‌گیرند لذا مورد بحث در این بخش هستند.



- ۲- در صورتی که تجهیزات اصلی پست مورد اصلاح قرار گرفته اند بایستی از تطابق قدرت ترانسفورماتور با کلید اصلی تابلوی فشار ضعیف و محدوده المان فیوز و همچنین مقطع کابل ارتباط ترانسفورماتور به تابلوی فشار ضعیف اطمینان حاصل شود.
  - ۳- کلیه تجهیزات، اتصالات و ارتباط ها بررسی و از سالم بودن و تطابق آن با اصول استاندارد اطمینان حاصل شود.
  - ۴- محدوده تنظیمی تپ چنجر ترانسفورماتور با توجه به طول فیدر محل نصب پست هوایی و همچنین درصد افت ولتاژ مورد بازبینی و تنظیم قرار گیرد.
  - ۵- از روغن ترانسفورماتور نمونه برداری و تست روغن صورت گیرد.
  - ۶- مقاومت چاه‌های الکتریکی و حفاظتی اندازه‌گیری شود.
  - ۷- سطح روغن ترانسفورماتور و سالم بودن ژل سیلیکاژل مورد بررسی قرار گیرد و در صورت نیاز اصلاح شود.
  - ۸- تنظیمات کلید اتوماتیک با توجه به بار مجاز ترانسفورماتور صورت گیرد.<sup>۱</sup>
- پس از ثبت فعالیت های صورت گرفته و موارد بازبینی و اصلاح شده در دفاتر، مطابق روش برقراری مجدد جریان برق در شبکه ۲۰ کیلوولت اقدام و المان‌های کاتوت فیوز توسط اهرم (چوب پرچ) در محل پایه فیوز قرار گرفته و فیدر فشار متوسط با وصل مجدد تحت بار قرار گیرد.
- بعد از برق دار شدن ترانسفورماتور و اطمینان از صحت عملکرد آن، تابلوی فشار ضعیف از طریق کلید اتوماتیک (کلید اصلی تابلوی فشار ضعیف) و با وصل اهرم و قرار دادن کلید در وضعیت ON برقرار می‌گردد. سپس فیدرهای خروجی به ترتیب و با فاصله زمانی تحت بار قرار می‌گیرند.
- در ادامه به نحوه عملکرد کلید فیوزها با توجه به انواع آن پرداخته شده است.

## ۸-۳-۲- نحوه عملکرد انواع کلید فیوز

کلید فیوزها به طور معمول در انواع زیر ساخته و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### • کلید فیوزهای معمولی

در کلید فیدرهای معمولی سه فیوز در داخل محل تعبیه شده در درب فیدر قرار گرفته و با حرکت کشویی و رو به جلو فیوزها در محل پایه فیوز قرار گرفته و اتصال برقرار می‌گردد.

<sup>۱</sup> - عملکرد کلید اتوماتیک باید به گونه ای باشد که همیشه قبل از اینکه جریان خطا به ترانسفورماتور آسیب برساند. جریان خطا را قطع نماید. به این منظور استفاده از منحنی تخریب ترانسفورماتور یا روابط تقریبی در این زمینه الزامی است.



#### • کلید فیوزهای گردان

در کلید فیدرهای گردان فیوزها در حالت قطع Off در داخل فیدر قرار گرفته و کاربر با حرکت دورانی دسته تعبیه شده بر روی فیدر اقدام به برق دار نمودن سه فاز می‌نماید.

#### • کلید فیوزهای عمودی

کلید فیدرهای عمودی به دو دسته کلید فیدرهای عمودی با قابلیت قطع تک فاز و سه فاز تقسیم می‌شود.

#### • کلید فیدر عمودی با قابلیت قطع تک فاز

در این نوع کلید فیدر، فیوزها در داخل درب کشویی و در محل تعبیه شده قرار گرفته و به صورت تک فاز با حرکت روبه جلوی درب در محل پایه فیوز قرار گرفته و تحت بار قرار می‌گیرند.  
در این نوع کلید فیدر با قطع تک فاز تعداد مشترکین تک فاز کمتری دچار خاموش می‌شوند ولی باعث اختلال در سیستم‌های سه فاز می‌گردند.

#### • کلید فیدر عمودی با قابلیت قطع سه فاز

در این نوع کلید فیدر، فیوزها در محل تعبیه شده بر روی درب های فیدر قرار گرفته و با حرکت رو به جلو هر سه فاز به طور همزمان برقرار می‌گردند. در این نوع باید دقت کافی به عمل آید تا فیوزها به صورت صحیح در محل پایه فیوز قرار گرفته و اتصال صحیح برقرار گردد.

### ۸-۳-۳- تحلیل

در بهره‌برداری از پست های هوایی به منظور کاهش حوادث و در نتیجه کاهش خسارات، همچنین جلوگیری از اتلاف وقت نیروی انسانی و کاهش طول عمر تجهیزات و جلب رضایت مشترکین می‌بایست بازدیدهای ادواری صورت گرفته و موارد ذیل مدنظر قرار گیرد.

- شناسایی حوادث و خطاهای مهم و تجزیه و تحلیل آنها به منظور ریشه یابی و شناسایی منشا بروز خطا
- شناسایی حوادث و خطاهای تکراری و تجزیه و تحلیل آنها به منظور جلوگیری از تکرار خطا
- جهت دهی فعالیت سرویس، تعمیرات و نگهداری صحیح و به موقع
- شناسایی نقاط قابل بهبود تجهیزات

### ۸-۳-۴- کار با خط گرم

جهت کاهش زمان خاموشی می‌توان اصلاحات را به روش خط گرم انجام داد. در این حال باید کلیه مقررات ایمنی کار با خطوط گرم مورد توجه قرار گرفته و کلیه موارد ذکر شده در دستورالعمل‌های شرکت پیمانکار در خصوص کار با خطوط گرم نیز رعایت شود.



## ۸-۳-۵- چک لیست سیستم زمین

برای هر الکتروود زمین مستقل (چاه‌های حفاظتی و الکتریکی)، لازم است یکی شناسنامه با مشخصات مندرج در جدول (۱۵) و به ترتیب زیر تهیه شود.

### ۱- محل الکتروود

هر الکتروود با استفاده از نام، شماره یا کد پست و یا هر نوع مشخصه دیگری که محل استقرار آن را به سادگی و بدون ایجاد ابهام، تعیین می‌کند، مشخص شود.

### ۲- تاریخ احداث

روز، ماه و سال خاتمه عملیات احداث الکتروود اتصال زمین مشخص شود.

### ۳- مقدار اندازه‌گیری شده مقاومت

مقدار مقاومت اندازه‌گیری در خاتمه احداث الکتروود و همچنین مقدار مقاومت در اندازه‌گیری‌های دوره‌ای، باید با ذکر نوع و فواصل و محل و جهت و عمق الکتروودها در هر اندازه‌گیری تعیین شده و درصد دقت اندازه‌گیری نیز مشخص شود. لازم است برای محل استقرار الکتروودها و فواصل آنها طرح‌واره‌ای ارائه شود.

### ۴- تاریخ، زمان و شرایط دیگر اندازه‌گیری

برای هر نوبت اندازه‌گیری، لازم است موارد زیر یادداشت و در چک لیست قید شود.

• تاریخ

• ساعت

• دمای هوای محیط

• رطوبت نسبی هوا یا شرایط ظاهری جوی

• مقدار تقریبی بارندگی در ۴۸ ساعت گذشته

فاصله زمانی بین دو اندازه‌گیری نباید از ۶ ماه بیشتر باشد.

### ۵- وسیله یا دستگاه اندازه‌گیری

شرح و مختصری از وسیله یا دستگاه مورد استفاده در اندازه‌گیری، ارائه شود.



**جدول (۱۵) چک لیست الکتروود زمین**

ردیف	عنوان
۱	نام/شماره/کد
۲	تاریخ احداث
۳	تاریخ اندازه‌گیری
۴	ساعت اندازه‌گیری
۵	دمای هوا
۶	درجه رطوبت نسبی
۷	بارندگی در ۴۸ ساعت گذشته
۸	مقدار مقاومت
۹	نوع چاه <input type="checkbox"/> حفاظتی <input type="checkbox"/> الکتریکی
۱۰	نوع الکتروود <input type="checkbox"/> صفحه <input type="checkbox"/> چمبره <input type="checkbox"/> میله‌ای <input type="checkbox"/> غیره
۱۱	توضیحات:



## ۹- دستورالعمل سرویس و نگهداری

این قسمت شامل بخش‌های فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز و آیین کار و روش اجرایی است که در ادامه به صورت مشروح به موضوعات پرداخته می‌شود.

### ۹-۱- فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز

فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز جهت سرویس و نگهداری پست هوایی در جدول (۱۶) درج شده است.

جدول (۱۶): فهرست ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز جهت سرویس و نگهداری پست هوایی

ردیف	نام	توضیحات
۱	دستگاه اندازه‌گیری مقاومت زمین	جهت اندازه‌گیری مقاومت چاه‌های حفاظتی و الکتریکی
۲	دستگاه اندازه‌گیری مقاومت عایقی	جهت اندازه‌گیری مقاومت عایقی
۳	دستگاه ترموویژن	جهت بررسی اتصالات پست
۴	آمپر متر	
۵	فاز متر	
۶	آچار ترکمتر	جهت محکم کردن اتصالات مکانیکی
۷	پارچه بدون پرز	جهت تمیز کردن تجهیزات
۸	دستکش عایقی	
۹	دستگاه مکش	جهت تمیز کردن تابلو فشار ضعیف
۱۰	مواد شوینده	جهت تمیز کردن تجهیزات
۱۱	برس سیمی برنجی	جهت تمیز کردن اتصالات
۱۲	برس سیمی فولادی	جهت تمیز کردن اتصالات
۱۳	سوهان	جهت تمیز کردن اتصالات
۱۴	سنباده	جهت تمیز کردن اتصالات
۱۵	بالابر	جهت نزدیک شدن به تجهیزات
۱۶	اپرومتر	جهت تست بی‌برق بودن شبکه فشار متوسط
۱۷	ادوات زمین کردن سیار	جهت زمین کردن خطوط ورودی و خروجی
۱۸	هندل‌این	جهت جابجایی و انتقال تجهیزات بر روی پایه
۱۹	جرثقیل	جهت جابجایی تجهیزات
۲۰	گریس نسوز	جهت استفاده در محل اتصالات





## ۹-۲- آیین کار و روش اجرایی

در این بخش سرویس و نگهداری دوره‌ای تجهیزات اصلی تشکیل دهنده پست هوایی فشار متوسط و نگهداری پس از وقوع آنها مورد بحث قرار می‌گیرد. در جدول (۱۷) کارت مشخصه سرویس و نگهداری پست هوایی ارائه شده است. تجهیزات اصلی پست هوایی مشتمل بر ترانسفورماتور، تابلوی فشار ضعیف، کات اوت فیوز و برقیگر هستند که در بازدیدهای دوره‌ای و سرویس و نگهداری مورد ارزیابی و مدنظر قرار گیرند.

جهت بازدید، سرویس و نگهداری تجهیزات بایستی برنامه زمان‌بندی بازدید طبق فرم مربوطه تنظیم گردیده و سپس کلیه معایب مشهود، طبق کد عیب در چک لیست مربوطه با تعیین اولویت وارد می‌شود. بازدید دوره‌ای از پست هوایی با توجه به شرایط نصب و نیز توصیه کارخانه سازنده تجهیزات، حداقل به صورت سالیانه صورت می‌گیرد. معایب مشخص شده در چک لیست براساس فرم زمان‌بندی و دستورالعمل‌های مرتبط اقدام به رفع عیب می‌گردد. جهت رفع معایب، کلیه گروه‌های تعمیراتی می‌بایست براساس دستورالعمل تعمیرات و تعویض تجهیزات معیوب شبکه فشار متوسط و پس از کسب اجازه کار و رعایت کامل مسائل ایمنی و با توجه به روش اجرایی نحوه بی‌برق نمودن تاسیسات شبکه فشار متوسط و یا به روش خط گرم مبادرت به انجام کار و رفع معایب نمایند. معایب کلیه تجهیزات هنگام بی‌برقی و یا با روش خط گرم و با رعایت کامل دستورالعمل‌ها برطرف شود. پس از پایان سرویس مراتب را جهت برقراری مجدد جریان برق باید اعلام نموده و پس از اطمینان از برقراری جریان و برق دار شدن کلیه مشترکین، گروه تعمیرات محل را ترک نمایند.

⚠ در هنگام سرویس از بی‌برق بودن کامل پست و بالاخص از بی‌برق بودن کابل‌های خروجی فشار ضعیف و عدم بازگشت جریان‌های شبکه‌های برقدار هم‌جوار اطمینان حاصل شود.

⚠ اطراف محل کار را باید با نصب علائم هشدار دهنده ایمن گردد.

⚠ با توجه به اینکه در پست از تجهیزاتی استفاده می‌گردد که مربوط به سازندگان مختلف است لذا رعایت دستورالعمل سازنده جهت تعمیرات و سرویس ضروری است.

⚠ در هنگام بازدید تجهیزاتی که معایب آن مشهود نیست از طریق قطع برق معایب آن مشخص شود و یا با مراجعه به سوابق مربوطه اطلاعات مورد نیاز اخذ گردد.

⚠ سطوح اکسید شده هادی‌ها و خراش‌های موجود در روی آنها باید توسط برس سیمی فولادی صاف و تمیز شده و بلافاصله بعد از آن سطوح مذکور توسط گریس مخصوص به منظور جلوگیری از اکسید شدن مجدد آن پوشانیده شود.

⚠ لایه اکسید آلومینیوم باعث افزایش مقاومت شده و ممکن است افزایش دمای خطرناکی را ایجاد نماید.



**جدول (۱۷): کارت مشخصه سرویس و نگهداری پست هوایی**

نام تجهیز :		تاریخ تکمیل فرم:	
تاریخ نصب :		کد GIS:	
سازنده :		نوع :	
		شماره سریال :	
ردیف	شرح فعالیت	وضعیت انجام	
		قابل قبول	غیر قابل قبول
توضیحات	شرایط رد یا پذیرش		
۱	آیا ترانسفورماتور فاقد نشت روغن در محل اتصال درپوش، بست‌ها و شیر تخلیه می‌باشد؟		
۲	آیا سطح روغن مخزن انبساط ترانسفورماتور با در نظر گرفتن درجه حرارت محیط مناسب است؟		
۳	آیا محفظه سیلیکاژل ترانسفورماتور سالم است؟		
۴	آیا سیلیکاژل سالم است؟		
۵	آیا سطح روغن ترانسفورماتور مناسب است؟		
۶	آیا بوشینگ‌های ترانسفورماتور سالم است؟		
۷	آیا آثار حرارتی ناشی از جرقه اتصال کوتاه روی کابل و شینه‌ها در محل اتصال به بوشینگ‌های ترانسفورماتور وجود دارد؟		
۸	آیا اتصالات سیستم زمین در محل ارت درپوش ترانسفورماتور و محل ارت مخزن به درستی برقرار شده است؟		
۹	آیا بدنه ترانسفورماتور نیاز به شستشو و رنگ آمیزی دارد؟		
۱۰	آیا تپ ترانسفورماتور با توجه به موقعیت نصب در محل صحیح تنظیم شده است؟		
۱۱	آیا سکوی نصب تابلو فشار ضعیف سالم است؟		
۱۲	آیا تابلو به صورت صحیح بر روی سکو نصب شده است؟		
۱۳	آیا وضعیت ظاهری تابلو مناسب است؟		
۱۴	آیا صفحه محافظ و ایمنی تابلو بر روی شینه‌ها وجود داشته و سالم است؟		
۱۵	آیا مقره‌های اتکایی تابلو فشار ضعیف فاقد هر گونه ترک خوردگی و شکستگی است؟		



ادامه جدول (۱۷):

ردیف	شرح فعالیت	وضعیت انجام		شرایط رد یا پذیرش	توضیحات
		قابل قبول	غیر قابل قبول		
۱۴	آیا صفحه محافظ و ایمنی تابلو بر روی شینه‌ها وجود داشته و سالم است؟				
۱۵	آیا مقره‌های اتکایی تابلو فشار ضعیف فاقد هر گونه ترک خوردگی و شکستگی است؟				
۱۶	آیا داخل تابلو فشار ضعیف نیاز به تمیز کردن دارد؟				
۱۷	آیا آمپراژ و ستینگ کلید اصلی تابلو متناسب با ظرفیت ترانسفورماتور است؟				
۱۸	آیا آمپراژ فیوزها متناسب با مقاطع هادی فیدرها است؟				
۱۹	آیا سیستم روشنایی تابلو فشار ضعیف به درستی برقرار شده است؟				
۲۰	آیا کلید اتوماتیک از نظر ظاهری سالم است؟				
۲۱	آیا مقره اتکایی کات اوت فیوز سالم و فاقد شکستگی است؟				
۲۲	آیا سطح مقره کات اوت فیوز نیاز به رفع آلودگی دارد؟				
۲۳	آیا سیم‌ها دارای آرایش صحیح و فاصله فازها مناسب است؟				
۲۴	آیا برقگیر در محل نصب شده است؟				
۲۵	آیا خروجی برقگیر به سیستم زمین توسط اتصالات مطمئن مرتبط شده است؟				
۲۶	آیا برقگیر از لحاظ ظاهری سالم است؟				
۲۷	آیا مقاومت چاه حفاظتی مطابق دستورالعمل کمتر از $2 \Omega$ است؟				
۲۸	آیا مقاومت چاه الکتریکی مطابق دستورالعمل کمتر از $5 \Omega$ است؟				
۲۹	آیا آمپراژ فیوزهای فشار متوسط متناسب با ظرفیت ترانسفورماتور است؟				
۳۰	آیا پایه‌های پست هوایی سالم است؟				
۳۱	آیا پایه‌ها به صورت قائم قرار گرفته‌اند؟				



ادامه جدول (۱۷):

ردیف	شرح فعالیت	وضعیت انجام		شرایط رد یا پذیرش	توضیحات
		قابل قبول	غیر قابل قبول		
۳۲	آیا اندازه و ارتفاع پایه‌ها متناسب با ظرفیت ترانسفورماتور است؟				
۳۳	آیا سیستم ارتینگ و هم‌بندی به صورت صحیح برقرار است؟				
۳۴	آیا ارتفاع نصب ترانسفورماتور مناسب است؟				
۳۵	آیا فاصله بین سکوی ترانسفورماتور و سکوی برقگیر مناسب است؟				
۳۶	آیا فاصله بین شاخک‌های جرقه‌گیر ترانسفورماتور به صورت صحیح رعایت گردیده است؟				
۳۷	آیا ترانسفورماتور به صورت تراز به روی سکوی ترانسفورماتور قرار گرفته است؟				
۳۸	آیا کابلشوها متناسب با سطح مقطع و نوع کابل است؟				
۳۹	آیا کابل‌های فشار ضعیف داخل تابلو فشار ضعیف به درستی مهار شده است؟				
۴۰	آیا مقطع کابل‌های ورودی و خروجی مناسب است؟				
۴۱	آیا لوله‌های محافظ کابل و بست آنها به صورت صحیح نصب شده است؟				
۴۲	آیا مقطع سیم ارت مناسب است؟				
۴۳	آیا ترانسفورماتور به صورت تراز بر روی سکوی ترانسفورماتور قرار گرفته است؟				
۴۴	آیا به شاخه‌زنی درختان در محل نیاز است؟				
۴۵	در صورتی که شبکه تغذیه‌کننده زمینی باشد آیا سرکابل‌ها و اتصالات بدرستی برقرار شده است؟				
۴۶	آیا در صورت وجود سرکابل‌های روغنی سطح روغن سرکابل مناسب است؟				



## ۳-۹- سرویس و نگهداری

این قسمت شامل بخش‌های سرویس و نگهداری دوره‌ای و سرویس و نگهداری پس از وقوع خطا است که در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرند.

### ۱-۳-۹ سرویس و نگهداری ترانسفورماتور

#### ۱-۱-۳-۹ دوره‌ای

نکاتی که در رابطه با ترانسفورماتور در هنگام بازدیدهای دوره‌ای بایستی مورد توجه بازرسی قرار گیرد به شرح زیر است.

- تانک اصلی ترانسفورماتور باید دست نخورده و سالم بوده، آثار نشت روغن در محل اتصال درپوش، بست‌ها و شیر تخلیه وجود نداشته باشد:
- سطح روغن مخزن انبساط ترانسفورماتور با در نظر گرفتن درجه حرارت محیط به اندازه کافی باشد.
- از سالم بودن واشرهای آب بندی اطمینان حاصل گردد.
- جهت جذب رطوبت موجود در روغن، محفظه سیلیکاژل بررسی و علاوه بر کنترل خود محفظه از نظر عدم وجود شکستگی و ترک خوردگی در دیواره آن باید سیلیکاژل را جهت کنترل و عدم فساد مورد بررسی قرار داد.
- از عدم وجود حائل بین منبع انبساط و رطوبت گیر (منبع ژل سیلیکاژل) اطمینان حاصل گردد.
- \* وضعیت اتصالات بوشینگ‌ها و کنترل نیاز به آچارکشی در محل اتصالات بررسی گردد.
- بررسی سلامت بوشینگ‌ها و عدم شکستگی و ترک خوردگی در طرف اولیه و ثانویه ترانسفورماتور و نیاز به سوهان کشی در محل اتصالات مورد بررسی قرار گیرد.
- آثار حرارتی ناشی از جرقه اتصال کوتاه روی کابل‌ها، شینه‌ها و در محل سربندی آنها مورد بازرسی قرار گیرد.
- برقراری و محکم بودن اتصالات سیستم زمین باید مورد بازرسی قرار گیرد.
- وضعیت بدنه ترانسفورماتور از نقطه نظر عدم نیاز به شستشو و رنگ آمیزی مورد بررسی قرار گیرد.
- تنظیم بودن شاخک‌های برقگیر مورد بازدید قرار گیرد.
- \* جهت امکان تغییر و تنظیم سطح ولتاژ خروجی ترانسفورماتور تپ چنجر تعبیه شده است که باید علاوه بر کنترل تپ مناسب با توجه به موقعیت نصب ترانسفورماتور بر روی فیدر فشار متوسط، درست جای گرفتن آن نیز کنترل شود.



- ارتباط مخزن انبساط روغن با تانک ترانسفورماتور باید برقرار باشد. این امر با خالی کردن کمی از روغن ترانسفورماتور از زیر شیر تخلیه و مشاهده کاهش سطح روغن روی درجه روغن نما قابل مشاهده است.
  - بررسی وضعیت کیفی روغن در صورت لزوم در هنگام سرویس بایستی انجام گیرد.
  - با توجه به اینکه ترانسفورماتور هوایی فشار متوسط بر روی پایه‌ها قرار گرفته‌اند و ممکن است به دلایل مختلف چون رانش زمین، برخورد اجسام خارجی و خودرو، عدم نصب صحیح اولیه و ... پایه‌ها از حالت قائم خارج شده باشد و یا در اصطلاح ترانسفورماتور کج شده باشد. لذا صحت نصب و قائم بودن پایه‌های پست هوایی باید مورد بررسی قرار گیرند.
  - با توجه به قدرت ترانسفورماتور (وزن ترانسفورماتور) و مسائل دخیل در طراحی (رژیم باد و طوفان منطقه و ... ) اندازه و ارتفاع پایه‌های پست هوایی را باید کنترل کرد.
  - با توجه به رعایت فواصل مجاز بایستی ارتفاع نصب ترانسفورماتور کنترل شود.
  - چون بعضاً ترانسفورماتورهای هوایی از شبکه فشار متوسط زمینی (کابل‌های فشار متوسط) تغذیه می‌شوند بایستی کابل‌ها و سرکابل‌های مربوطه و همین‌طور اتصالات آن مورد بررسی قرار گیرند.
  - مشاهده هر گونه اشکالی در حین بازرسی به سرعت گزارش داده شود و در صورت احتمال بروز حادثه بایستی پست بلافاصله از مدار خارج گردد.
- موارد ستاره‌دار \* در شرح بازدید می‌بایست در شرایط بی‌برقی و توسط سرویس کار کنترل و بررسی شود.

**⚠️ دقت نمایید در زمان سرویس ترانسفورماتور به هیچ‌عنوان تمپ چنجر را زیر بار از حالت قبلی خود خارج ننمایید.**

ورود بازرس به حریم پست هوایی جهت سرویس و نگهداری تنها هنگامی مجاز است که برق ترانسفورماتور قطع و ترمینال‌های آن زمین شده باشد. مواردی که می‌بایستی در زمان سرویس ترانسفورماتور و بی‌برقی بودن آن کنترل نمود به شرح ذیل است:

- ۱- ترانسفورماتور به طریقه استاندارد و تراز نصب شده باشد.
- ۲- اتصالات ترانسفورماتور به سکو کنترل شود.
- ۳- کلیه واشرهای لاستیکی ترانسفورماتور را بازدید و در صورتی که نشستی روغن نداشته باشد از آچارکشی بی‌مورد خودداری گردد.
- ۴- کابلشوها را کنترل و آچارکشی نموده و از انطباق سطح مقطع کابل‌های فشار ضعیف با ظرفیت ترانسفورماتور اطمینان حاصل گردد.



- ۵- از اتصال سیم ارت به تانک و درپوش ترانسفورماتور اطمینان حاصل گردد.
- ۶- بست های کابل را آچارکشی کرده و در صورتی که هر کدام از کابل ها فاقد بست باشند نسبت به تعمیر و نصب آن اقدام گردد.
- ۷- نحوه استقرار کابل ها را تنظیم کرده به گونه ای که آشفستگی پیچ و تاب کابل ها در کانال و داخل تابلو مرتفع گردد.
- ۸- ارتباط هادی طرف اولیه ترانسفورماتور باید باشینه به بوشینگ ها برقرار شده باشد در غیر این صورت نسبت به اصلاح آن اقدام گردد.
- ۹- شیشه روغن نما کنترل و تمیز شده و آلودگی های روی آن با الکل یا تینر فوری برطرف گردد.
- ۱۰- پس از انجام عملیات فوق بدنه ترانسفورماتور را ابتدا باید تمیز نموده و در پایان با نفت لکه گیری شود (ترجیحا شستشو با دستگاه بخار تحت فشار توصیه می گردد).
- ۱۱- بوشینگ ها با مواد مخصوص تمیز و با هوای فشرده خشک شوند.
- ۱۲- رطوبت گیر ترانسفورماتور را بازدید و کنترل کرده و در صورتی که رنگ آن تغییر کرده باشد و از حالت بلوری (آبی رنگ) به رنگ صورتی و یا قهوه ای تغییر رنگ داده باشد نسبت به تعویض آن اقدام گردد.
- ۱۳- در صورت تغییر رنگ شدید روغن پس از وقوع خطا باید روغن با رعایت دستورالعمل مربوطه تعویض گردد.
- ۱۴- در صورتی که ترانسفورماتور نشتی روغن دارد نسبت به آچارکشی آن اقدام گردد.
- ۱۵- در صورتی که یکی از بوشینگ ها معیوب شده و نیاز به تعویض دارد، نسبت به تخلیه روغن (در ظرف تمیز و فاقد رطوبت) به اندازه کافی اقدام و با رعایت احتیاط کامل بوشینگ صدمه دیده را تعویض و سپس مجددا روغن ترانسفورماتور را تکمیل و از بوشینگ ها هواگیری به عمل آید.

### ۹-۳-۱-۲- پس از وقوع خطا

- در صورت بروز هر یک از وضعیت های زیر ترانسفورماتور بایستی از سرویس خارج شود.
- صداهای ناهنجار و غیر عادی از آن شنیده شود.
  - افزایش درجه حرارت آن غیر عادی بوده و دمای آن در شرایط بار نامی و تهویه عادی به طور دائم افزایش یابد.
  - روغن از بالای مخزن انبساط روغن سرریز کرده باشد.
  - روغن نشست کرده و سطح آن پایین آمده باشد.
  - روغن تغییر رنگ داده باشد.



• عایق چینی روی بوشینگ‌ها شکسته یا ترک خورده بوده و یا آثار تخلیه جزئی بارهای خزنده روی سطح آن مشاهده شده و یا مسیرهای تخلیه الکتریکی روی آن یافت شود.

• روغن حاوی کربن، رطوبت و قطعات بزرگ ضایعات مکانیکی بوده و یا حالت اسیدی آن بالا رفته و ولتاژ عایقی آن کاهش یافته باشد.

سرویس و تعمیر ترانسفورماتور فقط در صورتی مجاز است که تغذیه ترانسفورماتور قطع گردیده و ترمینال‌ها زمین شوند. سرویس و نگهداری ترانسفورماتور شامل سرکشی منظم و طبق برنامه، بازرسی دوره‌ای از کارکرد آن، انجام سرویس‌های جاری و منظم، انجام آزمون‌های دوره‌ای و کنترل درجه حرارت و بار آن است. برای پیشگیری از هر نوع حادثه‌ای، بازرسی ترانسفورماتور، تنها توسط افراد مسئول و آزموده از یک فاصله حفاظتی صورت گیرد.

**⚠️ از فشار بیش از حد به پیچ و مهره‌ها که باعث دفرمه شدن واشرها گردیده و به آنها صدمه وارد می‌شود جدا خودداری گردد.**

در صورتی که ترانسفورماتور معیوب بوده و بایستی تعویض گردد به شرح ذیل اقدام می‌گردد:

- ۱- بست‌ها و کابل‌های ارتباط ترانسفورماتور به ۲۰ کیلوولت و فشار ضعیف باز شود.
- ۲- ارتینگ ترانسفورماتور باز گردد.
- ۳- پیچ و مهره‌های ارتباط به سکوی ترانسفورماتور باز گردد.
- ۴- ترانس با رعایت کلیه نکات ایمنی و مطابق بخش حمل و نقل اشاره شده در این دستورالعمل توسط جرثقیل از روی سکو برداشته و توسط وسیله نقلیه مجاز حمل گردد.
- ۵- ترا نسفورماتور جدید با رعایت کلیه مسائل ایمنی و احتیاط کامل در جای خود مستقر، تراز و محکم گردد.
- ۶- سرکابل‌ها، بست‌ها و ارتینگ به صورت صحیح برقرار گردند.
- ۷- چک لیست بازدید فنی ترانسفورماتور پر و تکمیل گردد.

**⚠️ مطمئن شوید در آرایش و محل ارتباط کابل‌های فشار ضعیف تغییری حاصل نشده است.**

**⚠️ به هیچ عنوان به رادیاتورهای ترانسفورماتور فشار یا ضربه‌ای وارد نگردد.**





## ۹-۳-۲ - سرویس و نگهداری تابلو فشار ضعیف

### ۹-۳-۲-۱ - دوره‌ای

در بازدیدهای دوره ای از تابلو فشار ضعیف باید موارد زیر مورد بررسی و کنترل قرار گیرد.

- سالم بودن سکوی قرار گرفتن تابلوی فشار ضعیف کنترل و بازدید شود.
- قرار گرفتن تابلو بر روی سکو به صورت صحیح مورد بازدید قرار گیرد.
- زنگ تابلو و براکتهای آن مورد بازدید قرار گیرد، تا رنگ نامناسب باعث زنگ زدگی و کاهش عمر تابلو نشده و مبلمان شهری و زیبایی محیطی را بر هم نزند.
- بدنه و درب تابلو از لحاظ آسیب دیدگی و له شدگی مورد بازدید قرار گیرد.
- جهت رعایت اصول ایمنی باید قفل و لولا و چفت و بست تابلو به صورت مناسب نصب شده باشد.
- \* ارت بدنه و درب تابلوها کنترل شود و همینطور اتصال مناسب ارت الکتریکی (نول) نیز کنترل شود.
- \* مقدار اهمی مقاومت اتصال زمین الکتریکی (چاه نول) و مقاومت اتصال زمین حفاظتی (چاه ارت) اندازه گیری و ثبت گردد.
- صفحه محافظ و ایمنی تابلوها که حائلی به روی شیشه‌ها است از نقطه نظر وجود داشتن و سالم بودن باید مورد توجه فرد بازدید کننده قرار گیرد.
- \* جهت کنترل جریان خزش بایستی تمیز بودن و مقره‌های اتکایی کنترل شود. همین طور مقره‌های اتکایی بایستی جهت عاری بودن از هر گونه ترک خوردگی و یا شکستگی کنترل شود.
- جهت حفاظت ترانسفورماتور و کنترل بار شبکه بایستی آمپراژ و ستینگ کلید اصلی متناسب با ظرفیت ترانسفورماتور باشد.
- کلید فیدر و پایه فیوزها مورد بازدید قرار گرفته و از سالم بودن آنها اطمینان حاصل شود.
- آمپراژ فیوزها باید با آمپراژ فیدرها، مقاطع هادی میزان بار فیدرها و بار مجاز کابل‌ها متناسب باشد.
- \* اتصالات (شینه‌ها و کابلشوها) از لحاظ دوده زدایی، تمیزکاری یا تعویض و بررسی نیاز به آچارکشی، مورد بازدید قرار گیرد.
- \* برای تمیز کردن داخل تابلو وسیله مکش توصیه می‌شود.
- هنگام بازدید در صورت وجود کنتور مصرف در تابلو، از لحاظ صحت عملکرد بررسی شود.
- با توجه به کنترل مصرف روشنایی معابر اگر کنتور روشنایی معابر نصب شده باشد از نظر وضعیت ظاهری کنترل شود.
- مدار روشنایی معابر شامل کنتاکتور، فتوسل، مدار تغذیه و سیم‌های رابط بایستی کنترل شود.



- جهت حفظ ایمنی بایستی تابلوی فشار ضعیف مجهز به سیستم روشنایی داخلی باشد.
  - \* جهت تمیز کردن قطعات بهتر است از پارچه جبر و یا ابر پلاستیکی نو استفاده شود و پارچه‌های بکار رفته باید بدون پرز و از لحاظ شیمیایی تمیز باشد.
  - کلید اتوماتیک از نظر آرک‌زدگی، دوده گرفتگی و یا نیاز به هر گونه سرویس و تعمیر بررسی گردد.
  - با توجه به استاندارد و تخلیه جریان هر گونه اضافه ولتاژ احتمالی و یا کنترل و محدودسازی تلفات ناشی از جریان نول بایستی مقطع سیم ارت کنترل شود.
  - تابلو فشار ضعیف باید دارای جیب کارت جهت قرار دادن نقشه مسیرهای تغذیه فیدرهای فشار ضعیف باشد.
  - بایستی صحت عملکرد ولت متر و آمپر متر موجود در تابلو فشار ضعیف کنترل شود.
  - موارد ستاره‌دار (\*) در شرح بازدید می‌بایست در شرایط بی‌برقی و توسط سرویس کار کنترل و بررسی شود.
- توصیه می‌شود که در محوطه اطراف پست و محل‌های کار بنا به نیاز یکسری از قواعد ایمنی به صورت مدون در محل دید قرار داده شده و به صورت مشخص دنبال شود تا حدود دسترسی افراد و نوع و طرز نگهداری به صورت مشخص به اجرا درآید.
- کلیه افراد مرتبط با نگهداری تجهیزات باید تعالیم لازم برای برخورد با فرد برق گرفته را دیده باشند و وسایل و کمک‌های اولیه در دسترس داشته باشند.
- قواعد کار مربوطه، در دسترس تمام افراد مسئول و بر روی تابلو نصب و نحوه رفتار با شخص برق گرفته نمایش داده شود. همچنین دیاگرام خط‌های احتمالی و حفاظت‌های تاسیسات در دسترس بوده و بر روی دستگاه قابل مشاهده باشد.

⚠ جهت شناسایی معایب پنهان از دستگاه ترموویژن استفاده شود.

⚠ در هر مرحله از تمیز کردن، وسایل باید بی‌برق باشند.

⚠ پس از اتمام کار بازرسی نهایی صورت گرفته و از قفل بودن درب تابلوها اطمینان حاصل شود.

## ۹-۳-۲-۲- پس از وقوع خطا

بعد از وقوع اختلال و یا اتصال کوتاه در پست تمام اجزا مرتبط و کلیه اتصالات و رله‌هایی که عمل کرده‌اند پیچ و مهره‌ها، مقره‌های تابلو و تمام وسایلی که از آنها جریان عبور می‌کند و همچنین اتصالات زمین بررسی و مورد آزمایش قرار گیرند و در صورت تغییر وضعیت دوباره به صورت اول برگردانده شود.



به سفت و محکم شدن یک پیچ اکتفا نشود زیرا ممکن است به علت درازی پیچ و یا گیر کردن در سوراخ بعداً شل شود. یک آزمایش ولتاژ حدود میلی‌ولت می‌تواند اتصالات بد را نشان دهد.  
اتصالات آلومینیوم به آلومینیوم و یا به مس به دقت بررسی و دستورات لازم در هر مورد دقیقاً رعایت گردد.

### ۹-۳-۳- سرویس و نگهداری کات اوت فیوز

#### ۹-۳-۳-۱- دوره‌ای

جهت اطمینان از صحت عملکرد و سلامت کات اوت فیوزها به هنگام بازدیدهای دوره‌ای می‌بایست نکات به شرح ذیل مدنظر قرار گیرد.

- بازدید مقرره اتکایی صورت گرفته و از عدم وجود شکاف یا شکستگی در آن اطمینان حاصل گردد.
- از صحت اتصالات پیچ‌ها و سیم‌های رابط و گیره‌های نگهدارنده اطمینان حاصل گردد.
- اتصالات و کنتاکت‌ها از نظر سوختگی، خال زدگی و هر گونه عیب مورد بررسی قرار گیرند.
- شستشو و رفع آلودگی سطح مقرر و لینک فیوز در محل‌های آلوده به صورت دوره‌ای صورت پذیرد.
- سیم‌ها از نظر آرایش صحیح بررسی و همچنین فاصله فازها مورد بازدید قرار گیرد.
- مواردی از قبیل خاک زدگی و یا کاهش نیروی فنر کنتاکت‌ها و آلودگی لوله دسته کات اوت در مجرای درونی و سطح بیرونی و همچنین تجمع و لانه سازی حشرات مورد بررسی قرار گیرد.

⚠ کات اوت فیوزهای سالم و بدون عملکرد در مدت طولانی نیز در بازدیدهای دوره‌ای مورد بازرسی قرار گیرند.

#### ۹-۳-۳-۲- پس از وقوع خطا

بعد از وقوع خطا در پست مراحل زیر باید صورت گیرد:

- تمیز کردن لوله دسته کات اوت پس از عملکرد فیوز لینک در هنگام اتصالی انجام شود.
- محل‌های سوختگی، خال زدگی که باعث عدم اتصال مناسب می‌گردد مورد بررسی و اصلاح قرار گیرد.
- بررسی فشار فنر کنتاکت‌ها صورت گیرد.
- تعویض فیوز لینک‌های سالم در هنگام سوختن فیوز لینک یک فاز به دلیل تغییر مشخصه جریان-زمان صورت گیرد.
- از فیوز لینک مناسب توصیه شده توسط کارخانه سازنده استفاده گردد.



- آمپراژ فیوزلینک متناسب با ظرفیت ترانسفورماتور انتخاب گردد.
- بعد از عمل تعویض از اتصال کافی و خوب فیوزگیر اطمینان حاصل گردد.
- سیم‌های ارتباطی کات اوت فیوز از لحاظ سوختگی و صحت اتصالات بررسی و در صورت لزوم تعویض گردد.
- مقره اتکایی از لحاظ وجود شکاف و شکستگی مورد بررسی قرار گیرد.

⚠️ بعد از وقوع خطا هر سه المان فیوز اعم از فیوزهای سالم و معیوب تعویض گردد.

⚠️ از لینک فیوز با همان ابعاد لینک فیوز سوخته و متناسب با توصیه سازنده استفاده گردد.

⚠️ آلودگی لوله باعث عبور جریان نشتی و عدم امکان خروج گازهای ناشی از سوختن فیوز لینک می‌شود که بایستی حتما برطرف گردد.

⚠️ در هنگام انجام هر کاری در نزدیکی خطوط فشار متوسط و ادوات با ولتاژ بالا، کلیه قوانین ایمنی رعایت گردد.

- در صورتی که نیاز به تعویض کات اوت فیوز باشد مراحل زیر صورت گیرد.
- ۱- ارتباط ترانس و ارتباط خط از زیر و روی کات اوت فیوز باز شود.
  - ۲- مقره کات اوت را از روی سکو جدا و به وسیله هندل‌لین به پایین فرستاده شود.
  - ۳- کات اوت فیوز جدید را با هندل‌لین بالا برده شده و در جای خود محکم شود.
  - ۴- سیم‌ها و ارتباط‌ها بررسی شده و در صورتی که دارای اشکال است حتما تعویض گردد.
  - ۵- ارتباط‌ها بسته شود و اتصالات محکم گردد.

## ۹-۳-۴ - سرویس و نگهداری برقگیر

### ۹-۳-۴-۱ - دوره‌ای

موارد قابل بررسی در بازدید دوره‌ای به شرح ذیل است:

- محل اتصال برقگیر به شبکه و خروجی به سمت سیستم زمین مورد بررسی قرار گیرد.
- با توجه به اینکه خروجی برقگیر (ارت برقگیر) به سیستم ارت حفاظتی متصل می‌شود با کنترل مدار آن بایستی از صحت مدار و عدم وجود هیچگونه قطعی در آن اطمینان حاصل گردد.
- سالم بودن ظاهری برقگیر و صحت نصب آن مورد بازرسی قرار گیرد.



- وضعیت شمارنده (در صورت وجود) مورد بررسی قرار گیرد.
  - مناسب بودن آرایش و فاصله فازها از هم مورد بازدید قرار گیرد.
  - لوله محافظ سیستم ارت و حائل‌های نگهدارنده آن مورد بازدید قرار گیرد.
  - جریان ناشی اندازه‌گیری شود.
  - جهت اندازه‌گیری جریان ناشی می‌توان از آمپر مترهای چنگکی استفاده نمود.
- زمان بازدیدهای دوره‌ای از برقگیرها به شرح ذیل است.

- ۱- هنگام وقوع صاعقه در منطقه
  - ۲- بعد از فصل زمستان و تابستان به منظور اطمینان از عدم تاثیر شرایط سخت جوی بر روی عملکرد برقگیر
  - ۳- هر سه ماه یکبار در مناطق آلوده و در مناطق با آب و هوای گرم
  - ۴- هر شش ماه یکبار در مناطقی که به خاطر طراحی‌های ضعیف موارد اتصال کوتاه زیاد اتفاق می‌افتد.
- به طور معمول توصیه می‌شود حداقل‌المقدور هر شش ماه یکبار از برقگیرها بازدید به عمل آید.

### ۹-۳-۵- پس از وقوع خطا

- پس از وقوع صاعقه و کلیدزنی بایستی از برقگیرها بازدید و از صحت و سلامت آنها اطمینان حاصل شود و از سیستم ارتینگ و اتصالات بازدید صورت گرفته و جریان ناشی اندازه‌گیری شود.
- در صورتی که نیاز به تعویض برقگیر باشد مراحل زیر صورت گیرد.
- ۱- سیم‌های ارتباط به برقگیر باز شود.
  - ۲- برقگیر از روی سکو جدا شده و به وسیله هندل‌لاین به پایین فرستاده شود.
  - ۳- برقگیر با هندل‌لاین بالا برده شده و در جای خود محکم شود.
  - ۴- ارتباط‌ها بسته شود و در صورتی که ارتباط‌ها اشکال داشت حتما تعویض گردد.
  - ۵- سیم (کابل) ارت برقگیر را کنترل و در صورت نیاز اصلاح و یا تعویض شود.

### ۹-۴- گزارش‌گیری

#### ۹-۴-۱- گزارش سرویس و نگهداری

این گزارش باید شامل اطلاعات به شرح زیر باشد.

- شماره سریال و سال ساخت
- تاریخ شروع بهره‌برداری از تجهیزات



• نتایج کلیه اندازه‌گیری‌ها و آزمون‌ها

• تاریخ انجام تعمیرات

• سابقه سرویس پست هوایی

## ۹-۴-۲- گزارش بروز نقص فنی

در صورت بروز نقص فنی در تجهیزات، یک گزارش نقص فنی به سازنده تجهیز ارائه شود. گزارش نقص فنی تجهیز به منظور استاندارد کردن ثبت نقص فنی آن با اهداف به شرح زیر تهیه و تدوین گردد:

- توصیف نقص فنی با بکارگیری اصطلاحات و تعاریف مشترک
- فراهم نمودن اطلاعات آماری
- فراهم کردن یک پس‌خورد معنی‌دار به سازنده برای بهبود کیفیت تجهیز



## پیوست (۱): پست هوایی RMU

پست هوایی با تابلوی RMU به نوعی استفاده از ترکیب پست هوایی و شبکه زمینی است که ترانسفورماتور به صورت هوایی و تابلوی ۲۰ کیلوولت به صورت زمینی اجرا می‌گردد. در برخی از موارد که شبکه فشار متوسط، زمینی است جهت نصب انواع پست‌ها با محدودیت‌های زیر مواجه می‌باشیم:

- امکان نصب پست‌های زمینی ساختمانی به دلیل عدم تصرف زمین و پست‌های کیوسک، پدمانتد و دفنی به دلیل عرض کم معبر و وجود تاسیسات زیاد در داخل زمین مقدور نیست.
- نصب پست هوایی معمولی در کنار خیابان‌ها یا معابر اصلی با موانعی از جمله عدم رعایت حریم شبکه فشار متوسط، عدم رعایت میلمان شهری و زون‌بندی و ... مواجه است. در صورتی که احداث پست برای کاهش تلفات و رفع افت ولتاژ ضرورت داشته باشد برای رفع مشکلات می‌توان از ترانس هوایی با تابلوی فشار متوسط RMU استفاده نمود. در این طرح ترانسفورماتور مطابق پست‌های هوایی معمول بر روی دو پایه در محل نصب شده و پوشینگ فشار متوسط آن به صورت پلاگ‌این است. کابل فشار متوسط عبوری در تابلوی RMU که بین دو پایه بتونی نصب شده ورود و خروج می‌گردد. از خروجی سلول تغذیه ترانسفورماتور تابلوی RMU، با استفاده از سرکابل چپقی<sup>۱</sup>، کابل فشار متوسط به سرپوشینگ‌های ترانسفورماتور (که به صورت پلاگ‌این است) متصل می‌شود. ضمناً تابلوی فشار ضعیف این پست در مجاورت آن و در یک مکان مناسب نصب و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. از جمله مزایای سرکابل‌های چپقی از طول کوتاه‌تر، قابلیت نصب به صورت افقی، عمودی و وارونه - قابلیت نصب و جداسازی سریع و آسان - قابلیت استفاده به صورت خشک و بدون نیاز به روغن عایق‌کننده، قابلیت قطع سریع اتصال از سیستم در مواقع بروز مشکل و مقاوم بودن در برابر اشعه خورشید است. این سرکابل‌ها به طور کامل عایق هستند و به دلیل وجود بی‌متال در داخل سرکابل‌ها، امکان استفاده از هر دو نوع اتصال (مسی و آلومینیومی) در آنها وجود دارد. تابلوهای RMU به صورت GIS بوده و کلیه شینه‌ها و محفظه قطع در داخل گاز SF<sub>6</sub> قرار می‌گیرند. به دلیل حفاظت این گونه تابلوها در برابر ضربات خارجی و همچنین رعایت ایمنی بالا این تابلوها می‌بایست در داخل انکلوژر قرار گیرند. تابلوی RMU در شرکت سازنده بر روی انکلوژر مونتاز می‌شود.

<sup>1</sup> - ELBOW



همچنین جهت جلوگیری از آسیب و ایجاد خطر در اثر برخورد وسایل نقلیه و سیلاب‌های سطحی و همچنین فرم‌دهی و رعایت شعاع خمش کابل‌های فشار متوسط تابلوی RMU بر روی سکوی آجرچینی شده با استحکام بالا و در ارتفاع ۰/۷ متر از سطح زمین نصب می‌گردند.

نصب تابلو می‌بایستی به صورتی انجام گیرد که بهره‌بردار جهت عملیات قطع و وصل و تعویض سرکابل با مشکل مواجه نشود.

برای کابل‌های فشار متوسط تک رشته خشک ورودی و خروجی به تابلوی RMU می‌بایست رزرو کابل در نظر گرفته شود.

با توجه به اینکه کابل مورد استفاده در شبکه ۲۰ کیلوولت عموماً با مقطع ۱۸۵ میلیمتر مربع آلومینیوم است. سرکابل‌های ELBOW برای سلول‌های ورود و خروج می‌بایست دارای کابلشوه‌های بی‌متال بوده<sup>۱</sup> و برای سلول تغذیه ترانسفورماتور با توجه به مسی بودن کابل<sup>۲</sup>، از سرکابل‌های ELBOW با کابلشوی مسی استفاده شود. جریان نامی فیوز فشار متوسط متناسب با جریان سمت اولیه ترانسفورماتور انتخاب می‌گردد. در این طرح، ترانسفورماتورهای با ظرفیت ۳۱۵ و ۴۰۰ کیلوولت آمپر را می‌توان بر روی پایه‌های بتنی ۹/۸۰۰ و با رعایت الزامات استاندارد نصب نمود.

می‌توان بر روی کابلشوه‌های کابل فشار ضعیف ارتباط ترانس به تابلو فشار ضعیف در محل اتصال به ترانسفورماتورهای از روکش عایق حرارتی استفاده کرد.

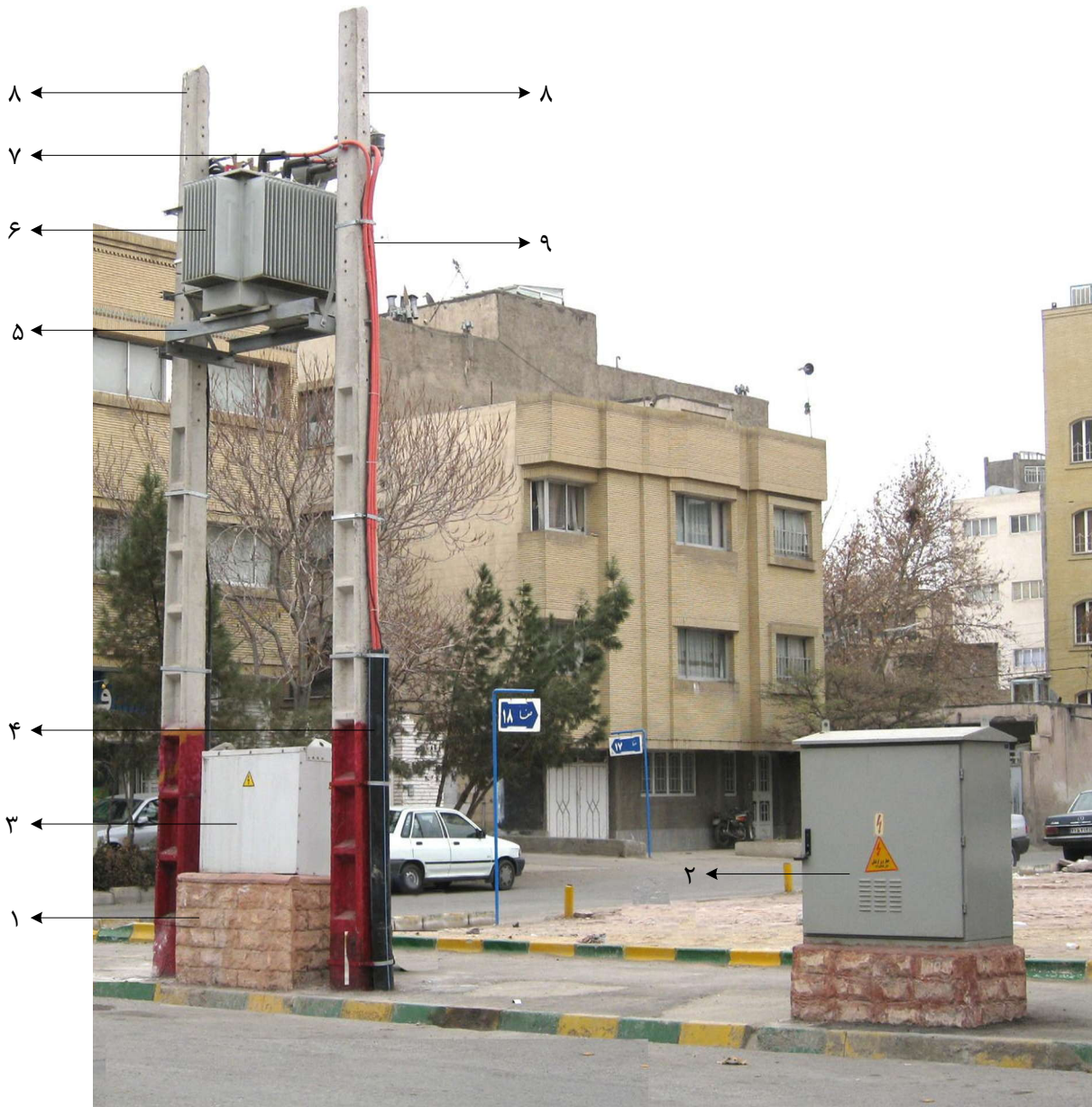
در خصوص سیستم زمین، می‌بایستی از دو چاه و زمین حفاظتی و الکتریکی استفاده شود. چاه حفاظتی در کنار پست و چاه الکتریکی به فاصله حداقل ۲۰ متری آن احداث می‌شود. تابلو فشار ضعیف نیز در نزدیکی چاه الکتریکی و در فضای مناسب احداث شود.

بدنه ترانسفورماتور، بدنه تابلو فشار متوسط و شیلد کابل با استفاده از هادی بدون روکش به چاه حفاظتی و بدنه تابلو فشار ضعیف و شینه نول به چاه الکتریکی با کابل یا هادی روکش دار متصل می‌شود. در شکل (پ-۱-۱) نمونه‌ای از پست هوایی RMU نشان داده شده است.

<sup>۱</sup> - در صورتی که کابل فشار متوسط از نوع مسی باشد از کابلشوی مسی استفاده می‌شود.

<sup>۲</sup> - عموماً از کابل پروتولین ۱×۵۰ مسی جهت ارتباط سکسیونر فیوزبیل و ترانسفورماتور استفاده می‌شود.





۱	سکوی آجر چینی شده	۴	لوله	۷	سرکابل چپقی
۲	تابلوی RMU	۵	سکوی ترانسفورماتور	۸	پایه ۹ متری
۳	تابلوی فشار ضعیف	۶	پست RMU	۹	کابل تک رشته خشک

شکل (پ-۱-۱): نمونه‌ای از پست هوایی RMU



## پیوست (۲): جنس زمین

به طور کلی طبق استاندارد وزارت نیرو خاک به چهار دسته سست، معمولی، سفت یا سخت و سنگلاخ تقسیم می‌شود.

الف- زمین‌های سست: این زمین‌ها شامل شن نرم، خاک رس نرم یا مرطوب، سنگریزه و ریگ سست و یا ترکیبی از انواع آن است. این زمین‌ها سست بوده و با بیل و کلنگ به راحتی کنده می‌شوند.

ب- زمین‌های معمولی: این نوع از زمین‌ها شامل گل خشک و سفت شده، شن زار خشک شده و سفت شده و همچنین شن و ماسه به هم فشرده و سفت است.

ج- زمین‌های سفت یا سخت: این نوع زمین‌ها خاک رس و شن درشت، سنگریزه و خاک ریگ‌دار سفت، رسوب سخت و یا ترکیبی از آنها است. این زمین‌ها به سختی با کلنگ کنده می‌شوند.

د- زمین‌های سنگلاخ: در این زمین‌ها برای کندن چاله به دینامیت یا کمپرسور احتیاج است. زمین‌های سنگلاخی از تخته سنگ‌های سخت و یکپارچه تشکیل شده است.



## پیوست (۳): دستورالعمل استفاده از بنتونیت (مواد کاهش دهنده مقاومت)

### پ-۲-۱- استفاده از بنتونیت در نصب صفحه مسی چاه ارت

- چاهی به قطر تقریبی ۶۰-۹۰ سانتیمتر و عمق ۳ متر حفر شود.
- سیم ارت (سیم مسی به مقطع ۵۰ میلیمتر مربع) حداقل در دو نقطه به صفحه متصل شود (توسط جوش کاریت (اکسیژن)).
- صفحه ارت ۵۰۰ × ۵۰۰ × ۵ میلیمتر به صورت عمودی در انتهای گودال قرار داده شود.
- بنتونیت به صورت دوغاب سخت طوری تخلیه شود که ضمن فشردگی مناسب تا ۳۵cm بالای سطح صفحه را بپوشاند.
- برای پر کردن مابقی چاه به نسبت ۳۰٪ بنتونیت و ۷۰٪ خاک مخلوط کرده و چاه پر شود.
- برای فشردگی بیشتر خاک اطراف هادی با صفحه، و کیفیت مناسب‌تر پس از هر ۲۰cm که با مخلوط مواد پر می‌شود عملیات کمپکت صورت گیرد.
- برای پر کردن چاه ارت با مشخصات فوق در یک متر ۲۵۰-۲۰۰ کیلوگرم و برای دو متر بعد از آن برای مخلوط کردن با خاک ۱۵۰-۱۲۰ کیلوگرم بنتونیت خشک مورد نیاز است.

⚠ استفاده از نمک و ذغال در این نوع چاه ممنوع است.

⚠ بایستی از بنتونیت مخصوص چاه ارت (بنتونیت اکتیوه و دهیدراته) استفاده کرد.

⚠ با توجه به جذب رطوبت بالای بنتونیت بایستی محل استفاده خشک و عاری از هر گونه گیاه و درخت باشد.

### پ-۲-۲- استفاده از بنتونیت اکتیوه در شبکه عمودی زمین (نصب میله ارت)

- چاهی به قطر تقریبی ۶۰ تا ۹۰ سانتیمتر و عمق ۳ متر حفر شود.
- میله ارت در وسط حفره طوری کوبیده شود که ۵۰ سانتیمتر از میله ارت در داخل زمین فرو رود.
- بنتونیت به دور میله به صورت دوغاب سفت کاملاً بهم زده (و ۳۵٪ بنتونیت و ۶۵٪ آب) مخلوط گردد و این عمل تا ۳۰ سانتیمتر پایین‌تر از لبه فوقانی میله ارت ادامه یابد.
- اتصالات لازم به میله ارت انجام شود و در صورت تمایل دریاچه بازدید نصب گردد و یا حفره کاملاً با خاک سرند شده پر شود در صورت حساس بودن محل ۴۰٪ بنتونیت را با خاک و آب مخلوط کرده و گودال را



پر شود. هنگام پر کردن حفره ضروری است ۲۰ سانتیمتری که با مواد پر می‌شود با دست مواد دوغاب را فشار داده تا کاملاً به میله ارت بچسبد این عمل، فشردگی و چسبندگی لایه‌ها را به میله ارت افزایش داده و به پر کردن فضای خالی کمک می‌کند. ۲ متر ارتفاع از کف چاه با بنتونیت به صورت دوغاب سفت پر شود که تقریباً به ۴۰۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم بنتونیت خشک نیاز خواهد بود.

**⚠ میله ارت باید از جنس فولاد گالوانیزه گرم و یا فولاد باروک ش‌م‌س باشد.**

مقاطع میله ارت می‌بایستی مطابق دستورالعمل سیستم زمین باشد و می‌توان از دو میله به صورت کویلینگ نیز استفاده کرد در صورتی که با ایجاد یک چاه به مقاومت مورد نظر نرسیم باید چاه دیگری با همین مشخصات در فاصله ۶ متری از چاه اول حفر شود ضمناً ارتباط دو چاه می‌بایست مطابق زیر صورت گیرد:

کانال به عرض ۳۰ تا ۴۰ متر به عمق ۷۵ سانتیمتر و به طول مورد نظر حفر گردد. اگر عمق نفوذ یخ‌زدگی خاک بیشتر از ۷۵ سانتیمتر باشد کانالی عمیق‌تر (تا زیر لایه یخ‌زدگی) حفر شود کف کانال تا ارتفاع ۱۰ سانتیمتر از بنتونیت به صورت دوغاب سفت (۳۵٪ بنتونیت و ۶۵٪ آب) پر شود و سیم روی لایه مطابق دستورالعمل سیستم زمین خوابانده شود.

روی سیم به ارتفاع ۱۵ سانتیمتر با بنتونیت به صورت دوغاب سفت پوشانده شده و بقیه کانال را با خاک سرند شده پر شود با توجه به حجم کانال و شرایط ذکر شده برای هر متر طول به ۳۰-۴۵ کیلوگرم بنتونیت خشک نیاز خواهد بود.



## پیوست (۴): حریم

### حریم

در نصب پست هوایی لازم است پست در خارج از محدوده‌های حریم نصب گردد و قبل از نصب استعلام‌های لازم به عمل آید. در ادامه محدوده‌های حریم درجه ۱ و ۲ بیان شده است.

### حریم درجه ۱

به دو نوار در طرفین مسیر خط و متصل به آن که عرض هر کدام براساس جدول (پ-۴-۱) و متناسب با ولتاژ خط تعیین می‌گردد حریم درجه ۱ اطلاق می‌شود.

در حریم درجه ۱، اقدام به هر گونه عملیات ساختمانی و ایجاد تاسیسات مسکونی، دامداری یا باغ، درختکاری و انبارداری، تا هر ارتفاع ممنوع است. زراعت فصلی و سطحی، حفر چاه و قنات، راهسازی و شبکه آبیاری مشروط بر اینکه سبب ایجاد خسارت برای تاسیسات شبکه توزیع نگردد و با رعایت اصول حفاظتی به منظور جلوگیری از بروز خطرات جانی و مالی بلامانع است.

### حریم درجه ۲

به دو نوار در طرفین حریم درجه ۱ و متصل به آن که فاصله افقی حد خارجی آن از محور خط براساس جدول (پ-۴-۱) تعیین می‌گردد. حریم درجه ۲ اطلاق می‌شود. در حریم درجه ۲ تنها ایجاد تاسیسات ساختمانی اعم از مسکونی، صنعتی و مخازن سوخت تا هر ارتفاعی ممنوع است.

جدول (پ-۴-۱): حریم خطوط توزیع

ولتاژ خط (kV)	۱۱	۲۰	۳۳
حریم درجه ۱ (m)	۳	۳	۵
حریم درجه ۲ (m)	۵	۵	۱۵

در جدول (پ-۴-۲) فاصله هوایی مجاز هادی خطوط فشار متوسط و فشار ضعیف مورد کاربرد در نصب پست هوایی درج شده است.



جدول (ب-۴-۲): فواصل هوایی مجاز هادی خطوط فشار متوسط و فشار ضعیف

۳۳ (kV)	۲۰ (kV)	۱۱ (kV)	۴۰۰ (V)	
۳/۵	۳	۳	۱/۳	فاصله افقی از ساختمان‌ها
۴/۶	۴	۴	۳	فاصله قائم از ساختمان‌ها
۳/۵	۳	۳	۳	فاصله افقی از درختان
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱	فاصله افقی از سازه‌های نگهدارنده خطر دیگر علائم و چراغ راهنمایی
۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۴	فاصله قائم از سازه‌های نگهدارنده خط دیگر علائم و چراغ راهنمایی
۱۷	۱۷	۱۷	-	فاصله افقی تیر از محور ریل راه‌آهن
-	۲	-	۰/۵	فاصله پایه خطوط از جدار لوله گاز
-	۲۰	-	-	فاصله پایه دکل از جدار لوله گاز (مسیر مشترک > ۵km)
-	۳۰	-	-	فاصله پایه دکل از جدار لوله گاز (مسیر مشترک < ۵km)
۱۳	۱۳	۱۳	-	فاصله از خطوط ۶۳kV
۱۵	۱۵	۱۵	-	فاصله از خطوط ۱۳۲kV
۱۷	۱۷	۱۷	-	فاصله از خطوط ۲۳۰kV
۲۰	۲۰	۲۰	-	فاصله از خطوط ۴۰۰kV



## پیوست (۵): جریان فشار ضعیف ترانسفورماتور

جدول (پ-۵-۱): جریان سمت فشار ضعیف ترانسفورماتور

ردیف	ظرفیت ترانسفورماتور k.V.A	جریان نامی فشار ضعیف (آمپر)
۱	۲۵	۳۶/۱
۲	۵۰	۷۲/۲
۳	۱۰۰	۱۴۴/۳
۴	۲۰۰	۲۸۹
۵	۲۵۰	۳۶۱
۶	۳۱۵	۴۵۵
۷	۴۰۰	۵۷۷
۸	۵۰۰	۷۲۲



## پیوست (۶): آمپراژ المان فیوز فشار متوسط

جدول (پ-۶-۱): آمپراژ المانت فیوز و متناسب با ظرفیت ترانسفورماتور

المنت فیوز (آمپر)		جریان فشار قوی (آمپر)	ظرفیت ترانسفورماتور k.V.A	ردیف
TK	k یا T			
۱	۳	۰/۷۲	تک فاز ۲۵	۱
۱	۳	۰/۷۲	سه فاز ۲۵	۲
۱/۴	۳	۱/۴	۵۰	۳
۳/۱	۶	۲/۹	۱۰۰	۴
۵/۲	۱۰	۵/۸	۲۰۰	۵
۷	۱۰	۷/۲	۲۵۰	۶
۷/۸	۱۲	۹/۱	۳۱۵	۷
۱۰/۴	۱۵	۱۱/۶	۴۰۰	۸
۱۴	۲۰	۱۴/۴	۵۰۰	۹





پژوهشگاه نیرو



شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ

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 نقطه نظرات صاحبان نظران نهایی شده است.

تهران - میدان ونک - خیابان ملاصدرا - خیابان شیراز جنوبی - نبش کوچه سرو  
www.tbttb.ir  
کد پستی: ۱۴۳۵۸۹۳۷۳۷ تلفن: ۵-۸۸۰۵۷۰۹۰ - دورنگار: ۸۸۰۳۹۴۱۷  
info@tbttb.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: ۸۱۶۴۴۹۷۰