# Petroleum industry - Fixed and mobile electrical installation in onshore and offshore - Installation and commissioning requirements

# صنعت نفت – تأسیسات الکتریکی واحدهای ثابت و متحرک مستقر در خشکی و فراساحلی – الزامات نصب و راه‌اندازی

**ویرایش دوم**

**دی ۱۴۰۳**

استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۷۳۸ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

## پیش‌گفتار صنعت نفت

استانداردهای نفت ایران (IPS) منعکس‌کننده دیدگاه‌های وزارت نفت ایران است و برای استفاده در تأسیسات تولید نفت و گاز، پالایشگاه‌های نفت، واحدهای شیمیایی و پتروشیمی، تأسیسات انتقال و فراورش گاز، فرآورده‌های نفتی و سایر تأسیسات مشابه تهیه شده است.

استانداردهای نفت، براساس استانداردهای قابل قبول بین‌المللی و داخلی تهیه شده و شامل گزیده‌هایی از استانداردهای مرجع می‌باشد. همچنین براساس تجربیات صنعت نفت کشور و قابلیت تأمین کالا از بازار داخلی و نیز برحسب نیاز، مواردی به طور تکمیلی و یا اصلاحی در این استاندارد لحاظ شده است. مواردی از گزینه‌های فنی که در متن استانداردها آورده نشده است در داده برگ‌ها به صورت شماره‌گذاری شده برای استفاده مناسب کاربران آورده شده است.

استانداردهای نفت، به شکلی کاملاً انعطاف پذیر تدوین شده است تا کاربران بتوانند نیازهای خود را با آن‌ها منطبق نمایند. با این حال ممکن است تمام نیازمندی‌های پروژه‌ها را پوشش ندهند. در این گونه موارد باید الحاقیه‌ای که نیازهای خاص آن‌ها را تامین می‌نماید تهیه و پیوست شوند. این الحاقیه همراه با استاندارد مربوطه، مشخصات فنی آن پروژه و یا کار خاص را تشکیل خواهند داد.

استانداردهای نفت هر پنج سال یکبار مورد بررسی قرارگرفته و روزآمد می‌گردند. در این بررسی‌ها ممکن است استانداردی حذف و یا الحاقیه‌ای به آن اضافه شود و بنابراین همواره آخرین ویرایش آن‌ها ملاک عمل می‌باشد.

در اجرای قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد ابلاغی ریاست محترم جمهوری، این استاندارد در تاریخ ۱۴۰۳/۱۰/۲۴ با شماره (INSO 23738) توسط سازمان ملی استاندارد ملی اعلام گردید.

از کاربران استاندارد، درخواست می‌شود نقطه نظرها و پیشنهادهای اصلاحی و یا هرگونه الحاقیه‌ای که برای موارد خاص تهیه نموده‌اند، به نشانی زیر ارسال نمایند. نظرات و پیشنهادهای دریافتی در کارگروه‌های فنی مربوطه بررسی و در صورت تصویب در تجدید نظرهای بعدی استاندارد منعکس خواهد شد.

ایران، تهران، خیابان کریمخان زند، خردمند شمالی، کوچه چهاردهم، شماره ۱۷
استانداردها و ضوابط فنی
کدپستی : ۱۵۸۵۸۸۶۸۵۱
تلفن : ۶۰ - ۸۸۸۱۰۴۵۹ و ۶۶۱۵۳۰۵۵
دور نگار : ۸۸۸۱۰۴۶۲
پست الکترونیک: Standards@nioc.ir

استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۷۳۸ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

**به نام خدا**

## آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد ، ابلاغ‌شده در دی ماه ۱۳۹۶، وظیفهٔ تعیین، تدوین، به‌روزرسانی و نشر استانداردهای ملی را بر عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

---

1- International Organization for Standardization
2- International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۷۳۸ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

## «صنعت نفت- تأسیسات الکتریکی واحدهای ثابت و متحرک مستقر در خشکی و فراساحلی- الزامات نصب و راه‌اندازی»

| **رئیس:** | **سمت و/یا محل اشتغال:** |
|---|---|
| صفایی، امیر<br>(دکتری مهندسی برق) | رئیس گروه مهندسی برق، ابزاردقیق و مخابرات- اداره کل نظام فنی، اجرایی و ارزشیابی طرح‌ها - معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری وزارت نفت |
| **دبیر:** | |
| امینی زارع، کورش<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- الکترونیک قدرت و ماشینهای الکتریکی) | طراح و ناظر سیستم‌های الکتریکی- شرکت پالایش نفت تهران |
| **اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا) | |
| احمدی، پرستو<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت) | کارشناس دفتر فنی- شرکت صنایع پتروشیمی کرمانشاه |
| ارغایی، مهدی<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت) | سرپرست مهندسی و جانمایی نصب برق - شرکت طراحی و مهندسی صنایع انرژی (EIED) |
| الهوردیزاده، الهبخش<br>(کارشناسی ارشد سیستم‌های انرژی) | سرپرست پروژه مهندسی برق و ابزاردقیق- شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران |
| باسره، ساسان<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت) | مهندس ارشد ابزاردقیق و کنترل- شرکت پالایش نفت آبادان |
| باقری، مهدی<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت) | مسئول پروژه مهندسی برق و مخابرات طرح‌ها - شرکت پالایش نفت شیراز |
| بخشیان، مجتبی<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- اتوماسیون صنعتی) | سرپرست تعمیرات برق صنعتی - شرکت پتروشیمی شیراز |
| برنده، حسن<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت) | مسئول بازرسی- برق شرکت پتروشیمی شیراز |
| جواهرپور، محمد<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت) | مدیر مهندسی- شرکت جابون |

استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۷۳۸ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

| **اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا) | **سمت و/یا محل اشتغال:** |
|---|---|
| حویس، مهین<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت) | مهندس ارشد اجرایی برق- شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب |
| رحمان‌زاده، وحید<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت) | کارشناس طراحی برق- شرکت مهندسی و توسعه نفت |
| سلطان‌پور، قاسم<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت) | رئیس گروه برق و ابزاردقیق - شرکت ملی گاز ایران |
| طالبی، صفا<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- الکترونیک) | کارشناس تحقیق و توسعه و مهندسی- شرکت موتوژن |
| عابدی قشلاقی، احسان<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت) | کارشناس ارشد بخش برق- شرکت مهندسان مشاور سازه |
| علوی‌زاده، سارا<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت) | رئیس نظارت بر پروژه‌های برق- شرکت ملی پخش فراورده‌های نفتی ایران |
| علیجانی، پیمان<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت) | کارشناس ارشد توسعه سامانه - دفتر دیسپاچینگ شرکت ملی گاز ایران |
| علیجانی، سعیده<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- طراحی مدارهای مجتمع) | کارشناس مشاور بازرسی فنی بخش برق و ابزاردقیق- شرکت ملی پخش فراورده‌های نفتی ایران |
| فاتحی، علیرضا<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت) | کارشناس ارشد برق- شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب |
| فرضی، علیرضا<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت) | مدیر گروه تخصصی برق ماشین- شرکت مشانیر |
| قدم‌خیر، رضا<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت) | سرپرست تعمیرات برق- شرکت پتروشیمی کرمانشاه |
| کیانی، عزیز<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت) | نماینده اداره بازرسی فنی مدیریت و پشتیبانی ساخت و تأمین کالا - شرکت ملی نفت ایران |
| محبی اصل، مرتضی<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- کنترل) | کارشناس ارشد خدمات مهندسی برق- شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران |

استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۷۳۸ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳


| **اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا) | **سمت و/یا محل اشتغال:** |
|---|---|
| مشعشعی، سید کافی<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت) | رئیس کارگاه برق پشتیبانی تعمیرات - شرکت پتروشیمی بندر امام |
| نادری، حسین<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت) | مهندس ارشد برق- شرکت پالایش گاز شهید هاشمی نژاد |
| یوسفی خانقاه، نعمت<br>(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت) | کارشناس ایمنی- شرکت ملی گاز ایران |
| **ویراستار:** | |
| میرزاخانی، ایرج<br>(کارشناسی مهندسی برق- قدرت) | کارشناس آزمایشگاه ماشین‌های الکتریکی- پژوهشکده مهندسی و فناوری- پژوهشگاه استاندارد |

## فهرست مندرجات

**عنوان** **صفحه**

استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۷۳۸ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

## پیش‌گفتار

استاندارد «صنعت نفت- تأسیسات الکتریکی واحدهای ثابت و متحرک مستقر در خشکی و فراساحلی - الزامات نصب و راه‌اندازی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در یک‌هزار و چهارصد و هشتاد و هفتمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۱۴۰۳/۱۰/۲۴ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ‌شده در دی‌ماه ۱۳۹۶، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط موردتوجه قرار خواهد گرفت؛ بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورداستفاده قرارگرفته به شرح زیر است:

- IPS-C-EL-115:2009, Construction standard for electrical installation in land

استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۷۳۸ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

# صنعت نفت- تأسیسات الکتریکی واحدهای ثابت و متحرک مستقر در خشکی و فراساحلی- الزامات نصب و راه‌اندازی

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین حداقل الزامات نصب و راه‌اندازی تأسیسات الکتریکی واحدهای ثابت و متحرک در خشکی و فراساحل در صنعت نفت است.

این استاندارد برای ساخت، نصب، تعمیرات و نگهداری کاربرد دارد.

## ۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به‌صورت الزامی یا توصیه به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین‌ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

درصورتی‌که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی به انضمام تمامی اصلاحات و پیوست‌های آنها، برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

**۲-۱** استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۸۵۷: سال ۱۳۹۹، صنعت نفت- خطوط لوله انتقال در خشکی- الزامات فنی و توصیه‌های مهندسی

**2-2** IEC 60079-14, Explosive atmospheres- Part 14: Electrical installations design, selection and election

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۱۴-۵۵۰۵: سال ۱۳۹۷، محیط‌های قابل‌انفجار- قسمت ۱۴: طراحی، انتخاب و نصب تأسیسات الکتریکی با استفاده از استاندارد IEC 60079-14:2013 تدوین شده است.

**2-3** IEC 60079-30-2:2015, Explosive atmospheres- Part 30-2: Electrical resistance trace heating- Application guide for design, installation and maintenance

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۳۰-۵۵۰۵: سال ۱۳۹۷، محیط‌های قابل‌انفجار- قسمت ۳۰-۲: گرمازایی ریسه‌ای با مقاومت الکتریکی- طراحی، نصب و نگهداری- راهنمای کاربرد با استفاده از استاندارد IEC 60079-30-2:2015 تدوین شده است.

**2-4** IEC 60092-352, Electrical installations in ships- Part 352: Choice and installation of electrical cables

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۳۵۲-۷۵۹۹: سال ۱۳۸۶، الزامات نصب تجهیزات الکتریکی در کشتی‌ها- قسمت ۳۵۲: انتخاب و نصب کابل‌های الکتریکی، با استفاده از استاندارد IEC 60092-352:2005 تدوین شده است.

**2-5** IEC 60519-10, Safety in electroheating installations- Part 10: Particular requirements for electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۱۰-۶۴۴۴: سال ۱۳۹۵، ایمنی تأسیسات گرمایش الکتریکی- قسمت ۱۰: الزامات ویژه برای سیستم‌های پیمایش گرمایی مقاومت الکتریکی برای کاربردهای صنعتی و تجاری، با استفاده از استاندارد IEC 60519-10:2013 تدوین شده است.

**2-6** IEC 60364-4-41, Low-voltage electrical installations- Protection for safety- Protection against electric shock

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۴۱-۴-۱۹۳۷: سال ۱۳۹۴، تأسیسات الکتریکی فشار ضعیف- قسمت ۴۱-۴: حفاظت برای ایمنی- حفاظت برای برق‌گرفتگی با استفاده از استاندارد IEC 60364-4-41:2005 تدوین شده است.

**2-7** IEC 60364-4-42, Low-voltage electrical installations- Protection for safety- Protection against thermal effects

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۴۲-۴-۱۹۳۷: سال ۱۳۹۴، تأسیسات الکتریکی فشار ضعیف- قسمت ۴۲-۴: حفاظت برای ایمنی- حفاظت در برابر اثرات حرارتی با استفاده از استاندارد IEC 60364-4-42:2010 تدوین شده است.

**2-8** IEC 60364-5-52, Low-voltage electrical installations- Selection and erection of electrical equipment- Wiring systems

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۵۲-۵-۱۹۳۷: سال ۱۳۹۴، انتخاب و نصب تجهیزات الکتریکی- سیستم‌های سیم‌کشی با استفاده از استاندارد IEC 60364-5-52:2009 تدوین شده است.

**2-9** IEC 60417 , Graphical symbols for use on equipment

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۴۹۶: سال ۱۳۷۹، نمادهای ترسیمی مورداستفاده بر روی دستگاه‌ها، با استفاده از استاندارد IEC 60417:1998 تدوین شده است.

**2-10** IEC 60502-1, Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV)- Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV (Um = 1,2 kV) and 3 kV (Um = 3,6 kV)

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۳۵۶۹: سال ۱۳۹۷، کابل‌های قدرت با عایق اکسترود شده و تجهیزات جانبی آن برای ولتاژهای اسمی 1 kV (Um =1/2 kV) تا و خود 30 kV (Um =36 kV)- قسمت ۱: کابل‌های با ولتاژ اسمی 1 kV (Um =1/2 kV) و 3 kV (Um =3/6 kV)، با استفاده از استاندارد IEC 60502-1:2021 و تصحیح نامهٔ شماره ۱: سال ۱۴۰۳، با استفاده از تصحیح نامهٔ استاندارد IEC 60502-1:2021/ Cor1:2024 تدوین شده است.

**2-11** IEC 60502-2, Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (*U*m = 1,2 kV) up to 30 kV (*U*m = 36 kV)- Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (*U*m = 7,2 kV) up to 30 kV (*U*m = 36 kV)

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۳۵۶۹: سال ۱۳۹۷، کابل‌های قدرت با عایق اکسترود شده و تجهیزات جانبی آن برای ولتاژهای اسمی (Um =1/2 kV) 1 kV تا و خود (Um =36 kV) 30 kV- قسمت ۲: کابل‌های با ولتاژ اسمی 6 kV (Um =7/2 kV) تا و خود (Um =36 kV) 30 kV، با استفاده از استاندارد IEC 60502-2:2005 تدوین شده است.

**2-12** IEC 60840, Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV (Um= 36 kV) up to 150 kV (Um= 170 kV)- Test methods and requirements

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۹۷۰۱: سال ۱۳۹۳، کابل‌های قدرت با عایق اکسترود شده و تجهیزات جانبی آن برای ولتاژهای اسمی بالای (Um=36 kV) 30 kV تا (Um=170 kV) 150 kV- روش‌های آزمون و الزامات، با استفاده از استاندارد IEC 60840: 2011 تدوین شده است.

**2-13** IEC 61111, Live working- Electrical insulating matting

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۹۱۴: سال ۱۳۸۹، کار با برق- کفپوش عایق‌بندی الکتریکی، با استفاده از استاندارد IEC 61111:2009 تدوین شده است.

**2-14** IEC 61537, Cable management - Cable tray systems and cable ladder systems

**2-15** IEC 61643-11, Low-voltage surge protective devices- Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems- Requirements and test methods

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران- آی‌ای‌سی ۱۱-۶۱۶۴۳: سال ۱۳۹۲، تجهیزات حفاظتی موج ضربه فشار ضعیف- قسمت ۱۱: تجهیزات حفاظت موج ضربه برای اتصال به سیستم‌های فشار ضعیف- الزامات و روش‌های آزمون، با استفاده از استاندارد IEC 61643-11:2011 تدوین شده است.

**2-16** IEC 61643-12, Low-voltage surge protective devices- Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power systems- Selection and application principles

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران- آی‌ای‌سی ۱۲-۶۱۶۴۳: سال ۱۳۹۲، افزارهای حفاظت موج ضربه فشار ضعیف- قسمت ۱۲: افزارهای حفاظت موج ضربه متصل به سامانه‌های توزیع فشار ضعیف- اصول انتخاب و کاربرد، با استفاده از استاندارد IEC 61643-12:2008 تدوین شده است.

**2-17** IEC 61643-21, Low voltage surge protective devices- Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks- Performance requirements and testing methods

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران- آی‌ای‌سی ۲۱-۶۱۶۴۳: سال ۱۳۹۲، افزارهای حفاظت موج ضربه فشار ضعیف- قسمت ۲۱: افزارهای حفاظت موج ضربه متصل به شبکه‌های تبادل سیگنال و ارتباط از راه دور- الزامات عملکردی و روش‌های آزمودن، با استفاده از استاندارد IEC 61643-21:2009 تدوین شده است.

**2-18** IEC 61643-22, Low-voltage surge protective devices- Part 22: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks- Selection and application principles

استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۷۳۸ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران- آی‌ای‌سی ۲۲-۶۱۶۴۳: سال ۱۳۹۲، افزارهای حفاظت موج ضربه فشار ضعیف- قسمت ۲۲: افزارهای حفاظت موج ضربه متصل به شبکه‌های تبادل سیگنال و ارتباط از راه دور- اصول انتخاب و کاربرد، با استفاده از استاندارد IEC 61643-22:2004 تدوین شده است.

**2-19** IEC 61892-6, Mobile and fix offshore units- Electrical installations- Part6: Instllation

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۶-۱۲۴۲۷: سال ۱۳۸۸، واحدهای فراساحلی ثابت و متحرک- تأسیسات الکتریکی- قسمت ۶: تأسیسات، با استفاده از استاندارد IEC 61892-6:2007 تدوین شده است.

**2-20** IEC 61936 (all parts), Power installations exceeding 1 kV AC and 1,5 kV DC

**2-21** IEC 62305 (all parts), Protection against lightning

یادآوری- مجموعه استانداردهای ملی ایران- آی‌ای‌سی ۶۲۳۰۵، حفاظت در برابر آذرخش، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استانداردIEC 62305 تدوین شده است.

**2-22** IEC 62395-2, Electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications- Part 2: Application guide for system design, installation and maintenance

**2-23** IEC 62485-1, Safety requirements for secondary batteries and battery installations- Part 1: General safety information

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۲۶۹: سال ۱۳۹۴، الزامات ایمنی برای باتری‌های ثانویه و تأسیسات باتری - قسمت ۱: اطلاعات ایمنی عمومی، با استفاده از استاندارد IEC 62485-1:2015 تدوین شده است.

**2-24** IEC 62485-2, Safety requirements for secondary batteries and battery installations - Part 2: Stationary batteries

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۶۲۶۹: سال ۱۳۹۴، الزامات ایمنی برای باتری‌های ثانویه و ملحقات باتری- قسمت ۲: باتری‌های ساکن، با استفاده از استاندارد IEC 62485-2:2010 تدوین شده است.

**2-25** IEC 62485-5, Safety requirements for secondary batteries and battery installations- Part 5: Safe operation of stationary lithium-ion batteries

**2-26** IEC 62613 (all parts), Plugs, socket-outlets and ship couplers for high-voltage shore connection (HVSC) systems

**2-27** IEC TR 62691, Optical fibre cables- Guidelines to the installation of optical fibre cables

**2-28** IEC/IEEE 80005-1, Utility connections in port- Part 1: High voltage shore connection (HVSC) systems - General requirements

**2-29** IEC/IEEE 80005-2, Utility connections in port- Part 2: High and low voltage shore connection systems - Data communication for monitoring and control

**2-30** IEC PAS 80005-3, Utility connections in port- Part 3: Low Voltage shore connection (LVSC) systems- General requirements

**2-31** ISO 13628-5, Petroleum and natural gas industries- Design and operation of subsea production systems- Part 5: Subsea umbilicals

**2-32** ISO 80000 (all parts), Quantities and units

**یادآوری**- مجموعه استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۱۹، کمیت‌ها و یکاها، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد ISO 80000 تدوین شده است.

**2-33** ITU-T G.971, General features of optical fibre submarine cable systems

**2-34** ITU-T G.972, Definition of terms relevant to optical fibre submarine cable systems

**2-35** ITU-T G.973, Characteristics of repeaterless optical fibre submarine cable systems

**2-36** ITU-T G.974, Characteristics of regenerative optical fibre submarine cable systems

**2-37** ITU-T G.977, Characteristics of optically amplified optical fibre submarine cable systems

**2-38** ITU-T G.978, Characteristics of optical fibre submarine cables

**2-39** API RP 540, Electrical installations in petroleum processing plants

**2-40** API RP 500, Classification of locations for electrical installations at petroleum facilities classified as class I, division 1 and division 2

**2-41** API RP 505, classification of locations for electrical installations at petroleum facilities classified as class I, zone 0, zone 1 and zone 2

**2-42** API RP 552, Transmission systems

**2-43** API RP 686, Machinery installation and installation design

**2-44** API RP 14F, Design, installation, and maintenance of electrical systems for fixed and floating offshore petroleum facilities for unclassified and class 1, division 1 and division 2 locations

**2-45** API RP 14FZ, Design, installation, and maintenance of electrical systems for fixed and floating offshore petroleum facilities for unclassified and class I, zone 0, zone 1, and zone 2 locations

**2-46** API RP 2003, Protection against ignitions arising out of static, lightning, and stray currents

**2-47** IEEE C2, National electrical safety code

**2-48** IEEE 45, IEEE Recommended practice for electric installations on shipboard

**2-49** IEEE 45.6, IEEE Recommended practice for electrical installations on shipboard-Electrical testing

**2-50** IEEE 515, IEEE Standard for the testing, design, installation, and maintenance of electrical resistance trace heating for industrial applications

**2-51** IEEE 998, IEEE Guide for direct lightning stroke shielding of substations

**2-52** IEEE 1185, IEEE Recommended practice for cable installation in generating stations and industrial facilities

**2-53** IEEE 1242, IEEE Guide for specifying and selecting power, control, and special-purpose cable for petroleum and chemical plants

**2-54** NFPA 15, Standard for water spray fixed systems for fire protection

**2-55** NFPA 20, Standard for the installation of stationary pumps for fire protection

**2-56** NFPA 25, Standard for the inspection, testing, and maintenance of water-based fire protection systems

**2-57** NFPA 37, Installation and use of stationary combustion engines and gas turbines

**2-58** NFPA 70, National electrical code

**2-59** NFPA 70E, Standard for Electrical safety in work place

**2-60** NFPA 75, Standard for the fire protection of telecommunications facilities

**2-61** NFPA 77, Recommended practice on static electricity

**2-62** NFPA 79, Electrical standard for industrial machinery

**2-63** NFPA 110, Standard for emergency and standby power system

**2-64** NFPA 385, Standard for tank vehicles for flammable and combustible liquids

**2-65** NFPA 497, Recommended practice for classification of flammable liquids, gases, or vapors and of hazardous (classified) locations for electrical installations in chemical process areas

**2-66** NFPA 780, Standard for the installation of lightning protection systems

**2-67** NFPA 855, Standard for installation of stationary energy storage systems

**2-68** BS 7671, Requirements for electrical installations

**2-69** DNV-RP-F401, Electrical power cables in subsea applications

**2-70** DNV-ST-0145, Offshore substations

**2-71** ICAO Annex 14, Aerodromes- Volume I- Aerodromes design and operations

**2-72** ICAO Doc 9157-4, Aerodromes design and operations (ADM)- Part 4: Visual aids

**2-73** IPS-C-IN-190, installation and construction standard for transmission systems

**2-74** IPS-E-GN-100, Engineering standard for units

**2-75** IPS-E-EL-100, Engineering standard for electrical system design (industrial and non-industrial)

**2-76** IPS-E-EL-110, Engineering standard for hazardous area

**2-77** IPS-E-RP-370, Engineering standard for process design of loading and unloading facilities for road tanker

**2-78** IPS-D-EL-200, Reference drawing power installation details "category 200"

**2-79** IPS-D-EL-300, Reference drawing lighting installation details "category 300"

**2-80** IPS-D-EL-400, Reference drawing grounding installation details "category 400"

**2-81** IPS-D-EL-800, Reference drawing electric heat tracing "category 800"

**2-82** IPS-I-EL-217, Inspection standard for precommissioning electrical tests

**۲-۸۳** استاندارد شرکت ملی گاز ایران شماره IGS-C-SF-015، حریم خطوط لوله گاز ایران

## ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به‌کار می‌رود:[۱]

**۳-۱**

**کارفرما**

**client**

به شرکت‌های مرتبط با صنعت نفت، گاز، پتروشیمی و پالایش و پخش گفته می‌شود.

**۳-۲**

**پیمانکار**

**contractor**

۱- اصطلاحات و تعاریف به‌کاررفته در استانداردهای ISO و IEC در وبگاه‌های www.electropedia.org و www.iso.org/obp قابل‌دسترس می‌باشد.

به شخصیت حقوقی گفته می‌شود که پیشنهاد آن برای مناقصه پذیرفته‌شده است.

**۳-۳**

**حریم**

**minimum clearance distance**

حریم خطوط نیروی برق که به دو نوع زمینی و هوایی تقسیم می‌شود.

**۴-۳**

**حریم زمینی**

**ground clearance distance**

دو نوار در طرفین مسیر خط و متصل به آن از سطح زمین است.

**۵-۳**

**حریم هوایی**

**line clearance distance**

نقاطی در هوا در امتداد هادی و به شکل مستطیل، ناشی از اعمال حریم‌های افقی و عمودی که هادی جریان برق در مرکز آن قرار می‌گیرد.

**۶-۳**

**حریم عمودی**

**vetical clearance distance**

فاصله عمودی در هوا از طرفین هادی جریان برق در راستای قائم است.

**۷-۳**

**حریم افقی**

**horizontal clearance distance**

فاصله افقی در هوا از طرفین هادی جریان برق در راستای افق است.

**۸-۳**

**خط برق**

**powerline**

مجموعه‌ای از تجهیزات و متعلقات نظیر پایه، دکل، هادی، مقره و کابل که به‌منظور انتقال و توزیع نیروی برق مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**۳-۹**

**محور خط**

**line axis**

خط فرضی رابط بین مرکز پایه‌ها در طول خطوط هوایی و در کابل‌های زمینی و زیر سطح آب در طول خط است.

**۳-۱۰**

**مسیر خط**

**line route**

نواری در طول خطوط برق که در خطوط هوایی حاصل از تصویر هادی‌های جانبی خط بر روی زمین و در کابل‌های زمینی و زیر سطح آب منطبق با عرض مستحدثات مربوط است.

## ۴ یکاها

این استاندارد بر مبنای دستگاه بین‌المللی واحدها (SI)[1] منطبق با مجموعه استاندارد ISO 80000 و استاندارد IPS-E-GN-100 می‌باشد، مگر آنکه در متن استاندارد به واحد دیگری اشاره شده باشد.

## ۵ کلیات

برای انجام خدمات برقی، تأمین الزامات و شرایط در ارتباط با تأیید بازرسی‌ها و آزمون‌ها برای تطابق‌دهی با تأسیسات الزامات مراجع ذی‌صلاح باید رعایت شود.

1- Système international d'unités

تمامی اقدامات باید برای شرایط و موارد درج شده در مدارک شامل شرایط محیطی سایت، مشخصات فنی، نقشه‌ها، سفارشات، مقررات، آیین‌نامه‌ها، دستورالعمل‌ها و استانداردهای مرجع، ذی‌صلاح مربوط صورت پذیرد.

**یادآوری۱**- برای آگاهی از برخی مقررات، آیین‌نامه‌ها، دستورالعمل‌های مرتبط به کتاب‌نامه [۳۴] تا [۶۹] مراجعه شود.

تمامی ابزارآلات، وسایل اندازه‌گیری و تجهیزات موردنیاز، به‌منظور نصب صحیح و ایمن تأسیسات الکتریکی برای اجرا باید مطابق با الزامات این استاندارد انتخاب شوند؛ همچنین تمامی وسایل اندازه‌گیری و آزمون باید کالیبره باشند.

الزامات تکمیلی شامل مقررات، آیین‌نامه‌ها، دستورالعمل‌های مرجع ذی‌صلاح و استانداردهای مرتبط یا استفاده از ابزار خاص برای نصب، توسط تولیدکننده وسایل و تجهیزات یا کارفرما (به‌دلیل احتمال بروز حادثه، آسیب به تجهیز یا ضعف در کارایی در صورت استفاده نکردن) باید درنظر گرفته‌شوند.

**یادآوری۲**- الزامات افراد دارای صلاحیت برای انجام نصب در قراردادها توسط کارفرما مشخص می‌شود.

## ۶ بررسی نقشه‌ها و محل نصب تجهیزات

### ۶-۱ کلیات

نقشه‌ها، نمایی از ابعاد، اندازه و جانمایی تجهیزات برقی را به‌طور کلی و عمومی نشان می‌دهند. مختصات دقیق موقعیت نصب، فواصل، ابعاد و کدهای ارتفاعی، باید با توجه به شرایط واقعی موجود در محل نصب تعیین شوند. پیش از شروع هرگونه عملیات ساخت و نصب، شرایط و محدودیت‌های ناشی از موقعیت فیزیکی، سختی‌ها، دشواری‌ها و تداخل‌های فیزیکی محل نصب یا تناقضات موجود در مدارک مهندسی باید توسط پیمانکار مشخص شود.

### ۶-۲ تغییرات

در صورت نیاز به هرگونه اصلاحیه یا تغییر عمده در مدارک مشخصات فنی و نقشه‌ها، در موارد مشخص شده در دستورالعمل‌های کارگاهی باید توافق بین پیمانکار و کارفرما انجام گیرد.

## ۷ نصب

### ۷-۱ نصب کابل

**۷-۱-۱** در خصوص نصب کابل، علاوه بر موارد ذکرشده در این استاندارد، الزامات ارائه شده در استانداردهای NFPA 70 و IEEE C2 نیز باید رعایت شود.

**۷-۱-۲** الزامات ارائه شده در استاندارد IEC 60364-5-52 برای نصب کابل‌های فشار ضعیف(LV) [۱] و الزامات ارائه شده در استاندارد IEC 60502-2 برای نصب کابل‌های فشار متوسط (MV) [۲]باید در نظر گرفته شوند. علاوه بر این، رعایت الزامات استاندارد BS 7671 در هنگام نصب کابل الزامی است.

**۷-۱-۳** توصیه می‌شود، هنگامی‌که کابل‌کشی در دمای کمتر از °C ۰ (صفر) انجام می‌شود، قبل از کابل‌کشی، مطابق با استانداردهای BS 5467 [۱۹]، BS 6724 [۲۱]، BS 6622 [۲۰] وBS 7835 [۲۳] کابل حداقل h ۲۴ در محیطی با دمای بالاتر از °C ۰ (صفر) قرار داده شود.

**۷-۱-۴** قبل از شروع به نصب کابل قدرت و کنترل، حداقل باید از سالم‌بودن عایق و نبودن قطعی هادی‌ها یا اتصال هادی‌های رشته‌های مختلف به‌هم اطمینان حاصل کرد و ظاهر کابل باید سالم باشد. لذا در هنگام سفارش خرید کابل باید به تولیدکننده کابل اعلام شود که برای انجام آزمون در محل، هر دو سر کابلی که بر روی قرقره پیچیده شده در دسترس باشند. آزمون ترجیحاً مطابق دستورالعمل تولیدکننده کابل و در صورت نبودن دستورالعمل، مطابق استاندارد IEEE 525 مندرج در کتاب‌نامه [۱۷] اقدام شود.

**۷-۱-۵** حداقل شعاع خمش کابل برای نصب کابل به‌صورت زیرزمینی، روی مواردی مانند سینی، نردبان کابل، داخل داکت، لوله باید بر اساس دستورالعمل یا راهنما و مشخصات فنی تولیدکننده کابل باشد و در صورت نبودن دستورالعمل باید مطابق استانداردهای NFPA 70، IEEE 1242، IEEE 1185 و جدول ۱ باشد.

در مواقعی لازم است که شعاع خمش کابل از مقادیر داده شده نیز بیشتر باشد، به‌ویژه اگر کابل تحت تنش باشد.

**یادآوری** – شعاع خمش کابل از سطح داخلی کابل و نه از مرکز کابل درنظر گرفته می‌شود.

**جدول ۱- حداقل شعاع خمش کابل بعد از نصب**

| ردیف | نوع کابل | حداقل شعاع خمش کابل بعد از نصب که کابل تحت تنش نباشد |
|---|---|---|
| ۱ | کابل‌های بدون لایه فلزی (آرمور/ زره) [۱] و سرب و ولتاژ نامی حداکثر ۱۰۰۰ V (الزامی) | 5×D |
| ۲ | کابل‌های بدون لایه فلزی و سرب و ولتاژ نامی بیش از ۱۰۰۰ V (الزامی) | 8×D |
| ۳ | کابل‌های با لایه فلزی سیمی یا تخت (توصیه) | 12×D |
| ۴ | کابل‌های دارای لایه سرب یا غلاف[۲] و ولتاژ نامی بیش از ۱۰۰۰ V (الزامی) | 12×D |
| ۵ | کابل‌های فیبر نوری (الزامی) | 20×D |

1 - Low Voltage
2- High Voltage

| |
|---|
| 1- Armour<br>2- Shield<br>D: قطر کابل |
| **یادآوری۱**- واژه (الزامی) در مواردی است که حداقل شعاع خمش برای نوع کابل باید درنظرگرفته شود.<br>**یادآوری ۲**- واژه (توصیه) در مواردی است که در نظر گرفتن حداقل شعاع خمش برای نوع کابل توصیه شود. |

**۷-۱-۶** توصیه می‌شود برای نصب کابل در زیر زمین، ابتدا کابل و تجهیزات نصب کابل، مانند جوراب کابل[1]، دستگاه کشش کابل، نگهدارنده (تکیه‌گاه)[2] قرقره (خرک قرقره کابل)، شماره کابل، بست برای نصب شماره کابل، غلتک کابل به تعداد لازم (به‌گونه‌ای که کابل بر روی زمین یا کابل‌های دیگر کشیده نشود) با اخذ تأیید کارفرما تهیه‌شود و در صورت امکان به محوطه اجرا منتقل شود، سپس مسیر کابل حفاری شود.

**۷-۱-۷** برای نصب کابل در خشکی و در زیر زمین ابتدا باید مطابق شکل‌های ب-۱۱-۱ تا ب-۱۱-۷ و نقشه مسیر کابل‌کشی، زمین به عرض و عمق مناسب حفاری شود، کف ترانشه[3] صاف شود. کف ترانشه باید فاقد هرگونه جسم تیز و برنده و نخاله ساختمانی باشد و سپس ۱۰۰ mm ماسه بادی تمیز و نرم در کف ترانشه برق ریخته و سطح آن یکنواخت شود. سپس کابل بر روی آن قرار داده شده و با ۱۵ cm ماسه بادی تمیز و نرم روی کابل پوشانده می‌شود. وقتی سطح ماسه یکنواخت شد، بر روی آن بلوک‌های سیمانی به ضخامت حداقل ۸۰ mm که ترجیحاً عرض ترانشه را پوشش دهد، قرار داده می‌شود و بر روی آن نوار پلاستیکی که بر روی آن «خطر کابل برق» نوشته‌شده، نصب می‌شود. بعد از آن مسیر حفاری به‌وسیله خاک اولیه، پُر و کوبیده می‌شود. مسیر کابل‌کشی و محل مفصل کابل‌ها باید با نشانه‌گذاری سیمانی و به‌وسیله فلز مقاوم در برابر خوردگی و ساییدگی در فواصل مختلف (حداکثر هر ۲۰ m) در مسیرهای عمودی و افقی و در محل تغییر جهت مسیر کابل مطابق با شکل ب-۹ مشخص شوند.

**۷-۱-۸** تمامی کابل‌ها باید توسط شماره‌ای که مطابق مدارک مربوط به کابل و نقشه مسیر کابل‌کشی است بر روی یک ورق از جنس فولاد مقاوم در برابر زنگ‌زدگی غیر مغناطیسی حک‌شده، (شماره کابل ترجیحاً به‌صورت برجسته درج شوند) و در محل ورود به گلندها، محل ورود و خروج کابل به ترانشه کابل برق نصب شود. علاوه بر آن شماره کابل باید در فواصل هر ۳ m در مسیر کابل‌کشی بر روی کابل با بست فلزی مقاوم در برابر زنگ‌زدگی غیرمغناطیسی نصب شود. این ورق شماره باید دارای گوشه‌های گرد بوده و دارای لبه‌های تیز و برنده نباشد. بست فلزی نیز باید فاقد لبه‌های تیز و بُرنده باشد، برای توضیحات بیشتر به شکل ب-۸، مراجعه شود.

1 - Socks cable
2 - Stand
3 - Trenches

نصب شماره کابل، بر روی قسمتی از کابل که در داخل داکت قرار می‌گیرد، داکت بانک[1] و لوله الزامی ندارد.

**یادآوری**- راهنمای نقشه‌های مربوط به نصب کابل‌های قدرت و کنترل در استاندارد IPS-D-EL-200 در شکل ب-۱ و نقشه-های آن در شکل‌های ب-۲ تا ب-۱۸ نشان داده شده است.

**۷-۱-۹** درصورتی‌که بیش از یک کابل از داخل لوله عبور داده شوند، برای جلوگیری از خراشیدگی باید کابل‌ها به‌صورت گروهی عبور داده شوند.

**۷-۱-۱۰** جز در مواقع خاص و با تأیید کتبی کارفرما، حداقل سطح مقطع داخل لوله باید مطابق جدول ۲ باشد.

**جدول ۲ - حداقل سطح مقطع داخل لوله برق که باید خالی بماند[2]**

| تعداد کابل‌های داخل لوله | حداقل سطح مقطع داخل لوله که باید خالی بماند | حداکثر سطح مقطع داخل لوله که توسط کابل پر می‌شود |
|---|---|---|
| ۱ | ۴۷٪ | ۵۳٪ |
| ۲ | ۶۹٪ | ۳۱٪ |
| ۳ و بیشتر | ۶۰٪ | ۴۰٪ |

**۷-۱-۱۱** کابل‌های فشار قوی و فشار متوسط را با کابل‌های فشار ضعیف در صورتی می‌توان در یک ترانشه قرارداد که این دو کابل بیش از ۶۰۰ mm با هم فاصله داشته باشند و/ یا بین آنها یک بلوک سیمانی به‌عنوان جداکننده قرار گیرد. برای توضیحات بیشتر به شکل‌های ب-۱۱-۱ تا ب-۱۱-۷ مراجعه شود.

**۷-۱-۱۲** برای تقاطع مسیر عبور کابل با جاده به شکل ب-۱۰ و در صورت نیاز به استانداردهای IEEE C2 و NFPA 70 نیز مراجعه شود.

**۷-۱-۱۳** در سیستم AC برای عبور یک کابل تک رشته از داخل کاندوئیت، باید از کاندوئیت غیر مغناطیسی با توجه به شرایط محیط استفاده شود.

**۷-۱-۱۴** کابل‌های فشار قوی یا متوسط و فشار ضعیف تک رشته[3]، باید به‌صورت مثلثی با فاصله ۱۵۰ mm بین گروه کابل‌ها در داخل زمین قرار گیرند. به‌منظور تحمل کابل‌ها در برابر نیروی اتصال کوتاه باید کابل‌ها با بست‌هایی با فواصل ۵۰۰ mm به‌وسیله گیره‌های غیر مغناطیسی محکم به‌هم بسته شوند. برای هر گروه سه فاز با کابل‌های تک رشته باید آرایش مثلثی بکار رود.

1- Duct Bank
2- Table 1 of Chapter 9 of NFPA 70
1- Single core

**۷-۱-۱۵** چنانچه ترانشه با خاک پر نشود کابل‌ها باید به کف ترانشه و یا سینی کابل محکم شوند. حداکثر فاصله بین نقاط محکم شده باید ۳۰۰۰ mm باشد.

**۷-۱-۱۶** کابل‌های قدرت فشار قوی و فشار متوسط در ترانشه‌ها باید به‌صورت یک‌لایه قرار گیرند و فقط با تأیید کارفرما می‌توانند به‌صورت دولایه قرار گیرند که در این صورت فاصله بین دو لایه حداقل باید ۳۰۰ mm باشد.

**۷-۱-۱۷** کابل‌های فشار ضعیف در ترانشه‌ها باید حداکثر در دو لایه قرار گیرند.

**۷-۱-۱۸** ممکن است کابل‌های کنترل در ترانشه‌ها به‌صورت یک لایه اضافی در بالای کابل‌های فشار ضعیف نصب شوند. در این حالت باید کابل‌های کنترل ۳۰۰ mm بالاتر از کابل‌های فشار ضعیف قرار گیرند.

**۷-۱-۱۹** در تقاطع کابل با خطوط لوله، کابل باید با یک فاصله ۳۰۰ mm (با در نظر گرفتن عایق لوله) از زیر لوله مدفون عبور کند. به‌استثنای محلی که عمق اندازه گرفته‌شده در بالای خط لوله بیش از ۱ m باشد.

**۷-۱-۲۰** اگر عبور کابل از نزدیک خط لوله زیرزمینی است که حامل مایعات داغ یا گازها بوده یا به‌طور منظم در معرض بخارشویی قرار داشته باشد، به‌منظور محدود کردن دمای آن (حداکثر تا ۶۰°C)، خط لوله باید عایق‌بندی شده و فاصله کابل تا لوله به ۶۰۰ mm افزایش یابد. در این شرایط ممکن است لازم باشد کابل از بالای خط لوله توسط یک پل بتنی پرشده از شن عبور داده شود.

**۷-۱-۲۱** برای توسعه آتی و تغییر آرایش کابل‌ها در داخل داکت‌بانک باید حداقل به تعداد ٪۲۰ کاندوئیت[1] (مجرا) اضافی در نظر گرفت. در هر صورت باید حداقل یک کاندوئیت خالی هم‌اندازه بزرگ‌ترین کاندوئیت استفاده‌شده در نظر گرفته شود.

**۷-۱-۲۲** کاندوئیت‌های بتنی باید مناسب محلی که در آن نصب می‌شوند باشند و چنانچه از عرض مواردی مانند خیابان، جاده بلوار عبور می‌کنند، برای تعیین ساختار و ابعاد مجاری بتنی با بخش ساختمان هماهنگ شود.

**۷-۱-۲۳** سینی و نردبان کابل و متعلقات آنها باید از جنس مناسب برای محیطی که در آن نصب می‌شود، باشند.

**۷-۱-۲۴** شعاع خمش سینی کابل باید به‌گونه‌ای باشد که به کابل آسیب نرسد.

1- Conduit

**۷-۱-۲۵** حداقل شعاع خمش سینی کابل برای کابل‌های با قطر ۲۵ mm و کمتر و بدون محافظ فلزی[1] باید چهار برابر قطر کابل باشد.

**۷-۱-۲۶** حداقل شعاع خمش سینی کابل برای کابل‌های با قطر بیش از ۲۵ mm تا ۵۰ mm و بدون محافظ فلزی باید پنج برابر قطر کابل باشد.

**۷-۱-۲۷** حداقل شعاع خمش سینی کابل برای کابل‌های با قطر بیش از ۵۰ mm و بدون محافظ فلزی باید شش برابر قطر کابل باشد.

**۷-۱-۲۸** حداقل شعاع خمش سینی کابل برای کابل‌های دارای محافظ فلزی باید ۱۲ برابر قطر کابل باشد.

**۷-۱-۲۹** برای نصب کابل بر روی سینی یا نردبان کابل باید حداقل الزامات ارائه شده در استانداردهای IEEE 1185،NFPA 70, IEC 60364-5-52 ، BS 7671 و IEEE C2 رعایت شود.

**۷-۱-۳۰** در هنگام استفاده از سینی و نردبان کابل الزامات ارائه شده در استاندارد IEC 61537 باید در نظر گرفته شوند.

**۷-۱-۳۱** کابل‌های قدرت در سینی‌ها یا نردبان‌های کابل باید در یک لایه نصب شوند. کابل‌های کنترل روی سینی‌ها حداکثر می‌توانند در دو لایه نصب شوند.

**۷-۱-۳۲** حداقل باید ٪۲۰ از یک سمت کف سینی یا یک سمت نردبان کابل، برای توسعه آینده خالی باشد.

**۷-۱-۳۳** فاصله بین نگهدارنده‌های سینی یا نردبان کابل، در مسیر عمودی ۱۵۰۰ mm و در مسیر افقی حداکثر ۲۵۰۰ mm است.

**۷-۱-۳۴** هنگامی‌که کابل از داخل لوله، داکت (مجاری بتنی) با طول بیش از ۴٫۵ m کشیده می‌شود یا دارای یک یا چند خم با مجموع °۹۰ یا بیشتر است، برای کاهش تنش وارد به کابل، روانکاری توصیه می‌شود. برای اطلاعات بیشتر به استاندارد IEEE 1185 مراجعه شود.

1- Shield

**۷-۱-۳۵** عبور کابل برق و کاندوئیت برق از داخل دریچه آدم‌رو[1] و دریچه دسترسی[2] مربوط به هریک از سیستم‌های آب، فاضلاب، گاز، و سیال‌های حاوی مواد قابل اشتعال، یا خورنده مجاز نیست، مگر برای تغذیه تجهیز الکتریکی که در داخل آنها نصب‌شده، باشد. برای اطلاعات بیشتر به Rule 320 استاندارد IEEE C2 مراجعه شود.

**۷-۱-۳۶** عبور لوله‌ها، شیلنگ‌ها و مانند آن برای سیستم‌های بخار، آب، هوا، گاز، تخلیه، سیالات قابل اشتعال، خورنده و هر تجهیز و وسیله دیگری غیر از موارد مربوط به برق، از داخل مواردی مانند سینی کابل، نردبان کابل، داکت، لوله برق، رایزر[3] برق و کانال برق مجاز نیست. برای اطلاعات بیشتر به Article 300 استاندارد NFPA 70 مراجعه شود.

**۷-۱-۳۷** برای تعیین حداقل فاصله مجاز بین خط لوله ویژه انتقال سیالات هیدروکربنی (رعایت حریم خط لوله) در خشکی و کابل برق و دکل برق در خارج از محیط کارخانه باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۸۵۷ و استاندارد IGS-C-SF-015 باشد. درصورتی‌که الزامی مطابق با شرایط موردنظر در استانداردهای مذکور ارائه نشده باشد، می‌توان به استاندارد IEEE C2 مراجعه کرد.

**۷-۱-۳۸** برای اطلاع از حریم مربوط به بستر و حریم رودخانه‌ها، نهرها، مسیل‌ها، مرداب‌ها، برکه‌های طبیعی و شبکه‌های آب‌رسانی، آبیاری و زهکشی به آیین‌نامه معتبر مربوط مندرج در کتاب‌نامه [۲۹] رجوع شود.

**۷-۱-۳۹** حداقل فاصله بین کابل‌های برق و ابزار دقیق باید مطابق با استاندارد IPS-C-IN-190 باشد. درصورتی‌که الزامی مطابق با شرایط موردنظر در استاندارد مذکور ارائه نشده باشد می‌توان به استاندارد API RP 552 مراجعه کرد.

**۷-۱-۴۰** حریم کابل‌های هوایی و زمینی شبکه عمومی برق باید مطابق جدول ۳ و الزامات مراجع ذی‌صلاح باشد. همچنین در هنگام نصب باید بررسی و دقت لازم صورت پذیرد. برای آگاهی از الزامات نصب در حریم‌های مذکور به آخرین ویرایش مقررات، آیین‌نامه، دستورالعمل و مصوبه‌های معتبر مراجع ذی‌صلاح مندرج درکتاب‌نامه [۳۰] و [۳۹] در این خصوص مراجعه شود.

**یادآوری**- عرض هریک از دو نوار در حریم زمینی مطابق با مصوبه مراجع ذی‌صلاح مندرج در کتاب‌نامه [۳۰] تعیین می‌شود (به جدول ۳ مراجعه شود).

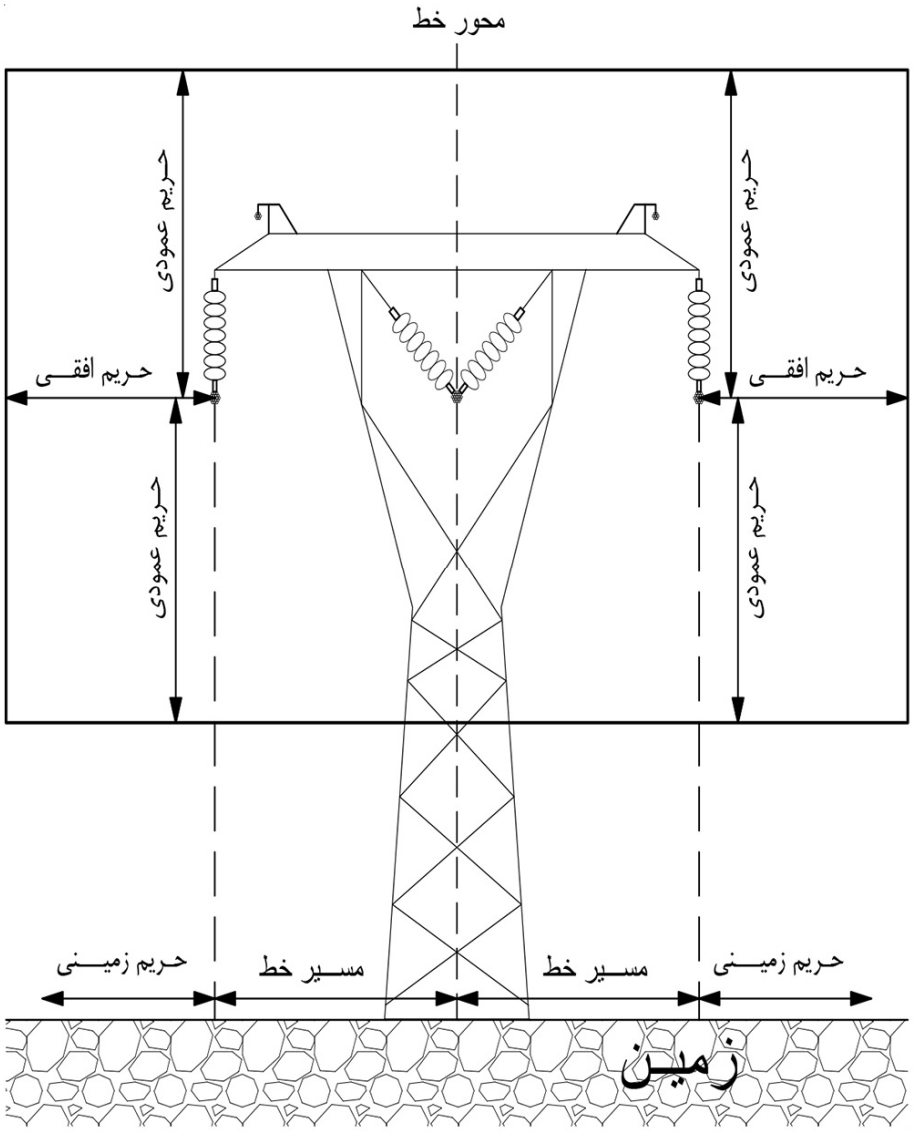
1- Manhole
2- Handhole
3-Rizer

استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۷۳۸ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

**جدول ۳ - حریم کابل‌های هوایی و زمینی شبکه عمومی برق**

| سطح ولتاژ و موقعیت محلی هادی | حریم زمینی (m) | حریم هوایی افقی (m) | حریم هوایی عمودی (m) |
|---|---|---|---|
| خطوط برق با سیم لخت در مجاورت اعیان و مستحدثات بدون قابلیت دسترسی عرفی [الف] به خط | ۰/۷ | - | - |
| خطوط برق با سیم لخت در مجاورت علائم راهنما، آنتن، کیوسک تلفن، چراغ روشنایی خیابان، تابلوی تبلیغاتی و پایه پرچم و نظایر آنها با ویژگی غیرموقت | - | ۰/۹ | ۱/۳ |
| کابل خودنگهدار فشار ضعیف (LV) در مجاورت اعیان و مستحدثات با قابلیت دسترسی عرفی به خط | - | ۰/۹ | ۱/۳ |
| کابل خودنگهدار فشار ضعیف (LV) در مجاورت اعیان و مستحدثات بدون قابلیت دسترسی عرفی به خط | - | ۰/۵ | ۰/۹ |
| خطوط برق با کابل خودنگهدار در مجاورت علائم راهنما، آنتن، کیوسک تلفن، چراغ روشنایی خیابان، تابلوی تبلیغاتی، پایه پرچم و نظایر آنها با ویژگی غیرموقت | - | ۰/۵ | ۰/۵ |
| کابل خودنگهدار فشار ضعیف (LV) دیواری، منصوب بر اعیان و مستحدثات | - | ۰/۰۵ | ۰/۰۵ |
| کمتر از ۱۰۰۰V | ۱/۳ | - | - |
| ۲۰ kV | ≤۲/۱ | - | - |
| ۳۳ kV | ≤۳/۵ | - | - |
| ۶۳ kV | ۸ | ۳ | ۶ |
| ۱۳۲ kV | ۹ | ۴/۵ | ۷ |
| ۲۳۰ kV | ۱۱/۹ | ۶/۵ | ۸ |
| ۴۰۰ kV | ۱۴ | ۹ | ۱۰ |
| ۷۶۵ kV | ۲۵ | ۲۰ | ۱۵ |

الف- منظور از دسترسی عرفی به خط برق، مواردی نظیر مستحدثات (سازه‌های) دارای پنجره یا در بازشو به سمت خطوط برق، بالکن یا پیش‌آمدگی و/یا دسترسی از طریق پشت‌بام، دیوار و نردبان ثابت است؛ که فاصله افقی و عمودی لبه انتهایی آن‌ها از خطوط برق به ترتیب کمتر از ۱/۲۵ m و ۲/۵ m باشد [ ۳۱].




**شکل ۱- خط برق، حریم خط، محور خط و مسیر خط**

**۷-۱-۴۱** حریم افقی کابل‌های زیرزمینی شبکه عمومی برق و زیر سطح آب ۰٫۵ m از محور کابل است.

**۷-۱-۴۲** ایجاد شبکه‌های آبیاری، حفر چاه و قنوات و راه‌سازی نباید در فاصله‌ای کمتر از ۳ m از پی پایه‌های خطوط هوایی انجام شود.

**۷-۱-۴۳** هرگونه عملیات ساختمانی و اقداماتی نظیر ایجاد تأسیسات صنعتی، مسکونی، مخازن سوخت، انبارداری، دامداری، باغداری، کاشت درخت در حریم زمینی و هوایی خطوط انتقال ممنوع است.

**۷-۱-۴۴** برای اطلاع بیشتر در خصوص حریم خطوط برق به آخرین ویرایش مصوبه‌های معتبر مربوط [۳۰] و [۳۱] مراجعه شود.

**۷-۱-۴۵** عبور سیم‌ها یا کابل‌های بدون عایق بر روی سینی کابل، نردبان کابل و داخل لوله فلزی مجاز نیست. برای اطلاعات بیشتر به Table 4A1 استاندارد BS 7671 مراجعه شود.

**۷-۱-۴۶** درصورتی‌که الزامی مطابق با شرایط موردنظر مطرح نشده باشد، برای نصب کابل‌های فیبر نوری به استاندارد IEC 62691 مراجعه شود.

**۷-۱-۴۷** برای تغذیه (مدار قدرت و فرمان) پمپ شناور آب در چاه آب آشامیدنی، نباید از کابل‌های با عایق و روکش PVC استفاده کرد.

**۷-۱-۴۸** برای نصب کابل بر روی کشتی به استاندارد IEC 60092-352 مراجعه شود.

**۷-۱-۴۹** برای نصب کابل بر روی واحدهای فراساحلی ثابت یا متحرک غیرنفتی به استاندارد IEC61892-6 مراجعه شود.

**۷-۱-۵۰** برای نصب کابل در دریا و واحدهای فراساحلی ثابت یا متحرک زیرمجموعه صنعت نفت بنا به نظر کارفرما، به استانداردهای DNV-RP-F401، DNV-RP-0360، ISO 13628-5، IEEE 1242، IEEE 45، IEEE 45.6 ، API RP 14F و API RP 14FZ و در صورت لزوم DNV-ST-0145 و سایر استانداردهای معتبر بین‌المللی یا ملی کشورهای توسعه‌یافته مراجعه شود.

**۷-۱-۵۱** برای جلوگیری از آسیب فیزیکی به کابل در زیر دریا با انجام مطالعات کف دریا و بررسی نقشه‌های مرتبط، کابل‌های برق، مخابرات، داده، لوله‌ها و تأسیسات موجود در مسیر تعیین‌شده و سپس با رعایت حریم و در نظر گرفتن شرایط، در صورت امکان باید مطابق استانداردهای معتبر بین‌المللی یا ملی کشورهای توسعه‌یافته مانند DNV-RP-0360 [۲۷] و ISO 13628-5 ترانشه در کف دریا حفر شود و کابل در آن دفن شود.

**۷-۱-۵۲** کابل‌های قدرت و کنترل تا سطح ولتاژ خط ۱ kV مورداستفاده در زیر دریا باید طبق استانداردهای معتبر تولید و عایق کابل XLPE باشد و برای نصب در زیر دریا تولید و آزمون شده باشند.

**۷-۱-۵۳** برای نصب کابل‌های فیبر نوری در زیر دریا ویژه نصب در زیر دریا باید کابل‌ها تولیدشده باشند و نصب باید طبق استانداردهای معتبر بین‌المللی یا ملی کشورهای توسعه‌یافته مانند IUT-T G.974, ITU-T G.973, ITU-T G.972, ITU-T G.971 ITU-T G.978, ITU-T G.977 انجام شود. برای آگاهی از مشخصات کابل‌ها به استانداردهای معتبر بین‌المللی یا ملی کشورهای توسعه‌یافته مانند مجموعه استاندارد IEC 60794 مندرج در کتاب‌نامه [۷] مراجعه شود.

**۷-۱-۵۴** کابل‌های با سطح ولتاژ خط ۶ kV تا ۶۰ kV مورداستفاده در زیر دریا، حداکثر تا عمق ۲۵۰m، باید طبق استانداردهای معتبر بین‌المللی یا ملی کشورهای توسعه‌یافته مانند IEC 60502-2 و IEC 60840 برای نصب در زیر دریا[1] تولید و الزامات استاندارد IEC63026 را دارا باشند و آزمون‌های آن را با موفقیت گذرانده باشند.

**۷-۱-۵۵** سیستم‌های اتصال (کابل‌های) دریایی، ویژه برق فشار متوسط (HVSC)[2] و انتقال توان ۱ MW یا بیشتر و سطح ولتاژ ۶/۶kV یا ۱۱kV، (مانند انتقال برق به کشتی‌ها و سیستم‌های توزیع برق HV دریایی) باید مطابق استاندارد IEC/IEEE 80005-1 باشد.

**۷-۱-۵۶** سیستم‌های اتصال (کابل‌های) دریایی ویژه برق فشار ضعیف LVSC[3] و انتقال توان کمتر از یک مگاوات و ولتاژ فازی حداکثر ۳۰۰V (مانند انتقال برق به کشتی‌ها و سیستم‌های توزیع برق LV دریایی) باید مطابق استاندارد IEC/IEEE 80005-3 باشد.

**۷-۱-۵۷** سیستم‌های اتصال (کابل‌های) دریایی، برای شبکه‌های انتقال اطلاعات ویژه پایش و کنترل برق HVSC و LVSC باید مطابق استاندارد IEC/IEEE 80005-2 باشد.

**۷-۱-۵۸** برای اتصال دریایی بین کابل‌های با هادی مس، در سیستم برق HVSC تا سطح ولتاژ ۱۲ kV و حداکثر ۵۰۰ A و در محل با طبقه‌بندی غیرخطرناک[4]، می‌توان از دوشاخه و پریز (پلاگ و سوکت) که مطابق استاندارد IEC 62613-1 و IEC 62613-2 تولیدشده باشند، استفاده کرد.

**۷-۱-۵۹** برای کابل‌کشی شبکه رایانه و مرکز داده‌ها، به مقررات مراجع ذی‌صلاح [۳۲] و [۳۷] و به مجموعه استاندارد ISO/IEC 11801 [۱] یا استانداردهای معتبر بین‌المللی یا ملی کشورهای توسعه‌یافته مانند TIA[5]، BICSI[6]، ETSI[7]، CENELEC[8] مراجعه شود. روش استاندارد از بین موارد فوق با اخذ نظر کارفرما و در نظر گرفتن الزامات مراجع ذی صلاح [۳۲] و [۳۷] انتخاب می‌شود.

1- Subsea
2- High voltage shore connection
3- Low voltage shore connection
4- Noun hazardous Area Classifications
5- Telecommunications Industry Association (www.tiaonline.org)
6- Brightlands Institute for Supply Chain Innovation (www.bisci-institute.com)
7- European Telecommunications Standards Institute (www.etsi.org)
8- European Committee for Electrotechnical Standardization (www.cencenelec.eu)

**۷-۱-۶۰** برای کابل‌کشی شبکه مخابرات به استانداردهای مرتبط تدوین شده توسط سازمان بین‌المللی (ITU)[1] یا سایر استانداردهای معتبر بین‌المللی و ملی کشورهای توسعه‌یافته مراجعه شود. روش استاندارد از بین موارد فوق با اخذ نظر کارفرما در نظر گرفتن الزامات مراجع ذی صلاح (در صورت وجود) انتخاب می‌شود.

## ۷-۲ نصب اتصال زمین مدارهای برقی و تجهیزات

**۷-۲-۱** روش مورداستفاده برای اتصال سازه‌های فلزی به زمین باید با نوع تأسیسات و سیستم تغذیه آن مطابقت داشته باشد. الزامات و شرایط اتصال قسمت فلزی لوازم برقی غیر از قسمت‌هایی که در حالت عادی حامل جریان می‌باشند در استاندارد IPS-E-EL-100 مشخص شده است.

**۷-۲-۲** در صورت نبودن نقشه‌های اتصال زمین، تمامی سازه‌های فلزی، ظروف، مخازن، پمپ‌ها، موتورها و سایر تجهیزات باید به‌طور کامل به یکدیگر همبند و به سیستم زمین نیز به‌طور مجزا متصل شوند. برای اطلاع از مثال‌های نوعی به مجموعه نقشه‌های IPS-D-EL-400 مندرج در شکل پ-۱ ارائه شده است، مراجعه شود.

**یادآوری**- راهنمای نقشه‌های مربوط به نصب سیستم زمین در استاندارد IPS-D-EL-400 در شکل پ-۱ و نقشه‌های آن در شکل‌های پ-۲ تا پ-۱۵ نشان داده شده است.

**۷-۲-۳** در خصوص سیستم زمین و همبندی، لازم است که حداقل مواردی که در مجموعه نقشه‌های IPS-D-EL-400 مندرج در شکل پ-۱ درج شده است، موارد آیین‌نامه ایمنی سامانه اتصال زمین مندرج در کتاب‌نامه [۳۳] و موارد زیر رعایت شود:

۱- لوله‌ها وقتی‌که از نظر الکتریکی به‌هم اتصال ندارند باید با سیم رابط مسی به یکدیگر وصل شوند؛

۲- وقتی‌که فلنج‌های عایق شده در مسیر لوله وجود دارد در مکان‌هایی که حفاظت کاتدی در روی خطوط لوله اعمال می‌شود، باید از به‌کار بردن رابط اتصال اجتناب کرده و از جداکننده‌های مخصوصی استفاده شود.

در مورد ردیف ۲، به‌منظور رعایت الزامات حفاظت کاتدی باید تمهیدات لازم انجام شود.

**۷-۲-۴** روش اتصال به سیستم زمین باید با روش‌های توافق شده بین کارفرما و پیمانکار تطابق داشته باشد یعنی برای اتصالات زیرزمینی از اتصالات جوشی و برای اتصالات روی زمین از اتصالات جوشی یا پیچ و مهره استفاده شود. بست‌ها برای وسایل باید به‌کار برده شوند، پیچ و مهره‌ها باید قلع اندود باشند.

**یادآوری**- برای آگاهی از برخی استانداردهای مرتبط به کتاب‌نامه [۲۴] تا [۲۶] مراجعه شود.

1- International Telecommunication Union (www.itu.int)

**۷-۲-۵** برای اطلاعات بیشتر در خصوص نصب سیستم زمین به استانداردهای IEC 60364-4-41، IEEE 80 [۱۸]، NFPA 70، IEEE 3003.1 [۱۵] ، IEEE 3003.2 [۱۶]، IEEE C2 و BS 7430 [۲۲] مراجعه شود.

## ۷-۳ نصب سیستم حفاظت از آذرخش[1]

**۷-۳-۱** نصب سیستم حفاظت از آذرخش باید با توجه به استاندارد IPS-E-EL-100 مطابق استانداردهای IEC 62305-1، IEC 62305-2، IEC 62305-3 و IEC 62305-4 باشد و در صورت نبودن الزامات در شرایط موردنظر، باید مطابق استاندارد NFPA 780 و API RP 2003 باشد.

**یادآوری ۱**- استاندارد IEC 62305-1 درخصوص موارد زیر کاربرد ندارد:

- سیستم‌های خط آهن؛
- وسایل نقلیه، کشتی‌ها، هواپیماها، تأسیسات دریایی؛
- خطوط لوله زیرزمینی فشار قوی؛
- لوله، خطوط شبکه برق و ارتباطات که در بیرون از ساختمان قرار گرفته است.

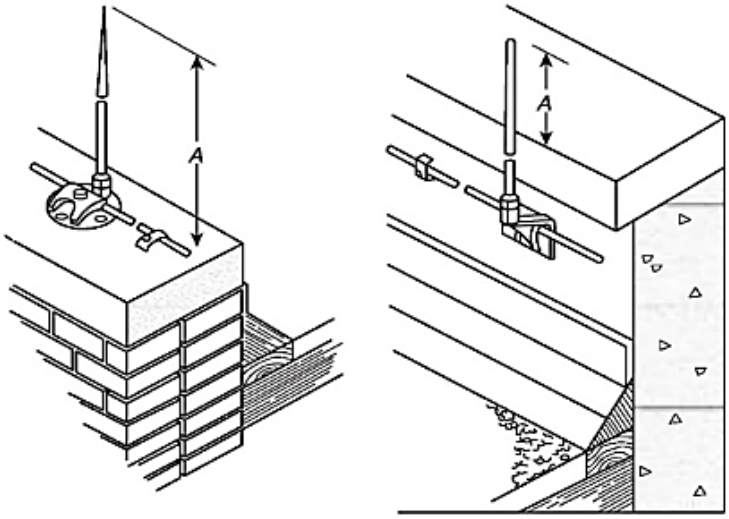
**یادآوری ۲**- برای نصب سیستم حفاظت از آذرخش ویژه مخازن به استاندارد مربوط و آیین‌نامه ایمنی سامانه اتصال به زمین مندرج در کتاب‌نامه [۳۳] مراجعه شود.

**۷-۳-۲** جایی‌که سیستم حفاظتی موردنیاز است این سیستم شامل برق‌گیر، سیم‌های رابط و ترمینال‌های زمینی می‌باشد و باید به‌نحوی نصب شوند تا به علت عبور جریان الکتریکی از کابل‌ها امکان القای ولتاژ حداقل شود.

**۷-۳-۳** برای یک سازه فلزی که یک مسیر به‌طور ذاتی با مقاومت کم توسط سازه فولادی با پیچ و مهره و جوشکاری از بالاترین نقطه واحد تا زمین ایجاد گشته است، سیستم حفاظتی موردنیاز نیست.

**۷-۳-۴** پایانه هوایی[2] باید از میله‌های[3] مسی یا آلیاژ مس با قطر حداقل ۱۲ mm ساخته‌شده و حداقل ۳۰۰ mm بالاتر از انتهای بالاترین قسمت سازه باشند.

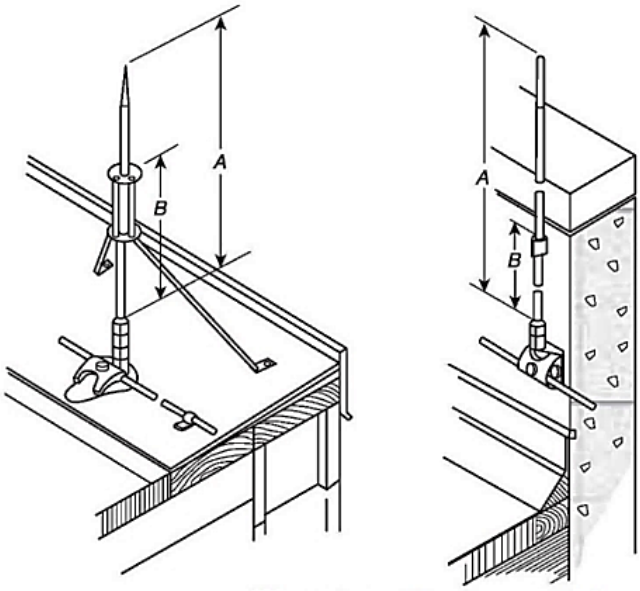
1 - Lightning protection system
2- Air termination
3- Rod




A: حداقل 300mm

**شکل ۲ - پایانه هوایی**

**۷-۳-۵** صورتی که پایانه هوایی بلندتر از ۶۰۰ mm باشد باید برای مهار آن نگهدارنده در نظر گرفت که در ارتفاع کمتر از نصف طول پایانه‌بندی هوایی نصب می‌شود.




A: پایانه بندی هوایی با طول بیش از 600mm

B: نگهدارنده پایانه بندی هوایی در ارتفاع کمتر از نصف طول پایانه بندی هوایی قرار می‌گیرد

**شکل ۳ - پایانه هوایی با طول بیش از ۶۰۰ mm**

**۷-۳-۶** هادی‌ها باید به‌صورت نوار (تسمه) یا کابل از جنس مس یا آلیاژ مس باشند. کابل در این مورد ترجیح داده می‌شود زیرا هم عایق آن و هم‌شکل دایره‌ای آن مانع تخلیه‌های سطحی می‌شود.

**۷-۳-۷** برای تأسیسات واقع در دریا از موادی که در مقابل آب دریا مقاوم هستند استفاده می‌شود. برای مثال در مورد نوک برق‌گیر و هادی‌ها فولاد مقاوم در برابر زنگ‌زدگی یا آلیاژ آلومینیم کاربرد دارد.

**۷-۳-۸** سیستم حفاظت از آذرخش خارجی (LPS)[1] [شامل پایانه هوایی، هادی نزولی و سیستم زمین] برای ممانعت از برخورد آذرخش به سازه و سطوح جانبی سازه و هدایت جریان آذرخش به زمین بدون آنکه اثرات حرارتی و آسیب‌های مکانیکی یا جرقه‌های خطرناک که ممکن است موجب آتش‌سوزی یا انفجار شود، در نظر گرفته می‌شود.

**۷-۳-۹** در اغلب موارد ممکن است سیستم حفاظت از آذرخش خارجی بر روی سازه‌ای که قرار است در مقابل آذرخش محافظت شود، نصب شود.

**۷-۳-۱۰** سیستم حفاظت از آذرخش ایزوله[2] هنگامی توصیه می‌شود که تأثیرات حرارت و انفجار در محل برخورد آذرخش یا هادی‌هایی که جریان آذرخش را هدایت می‌کنند، ممکن است موجب آسیب به سازه یا محتویات آن شود (برای اطلاعات بیشتر به پیوست E استاندارد IEC 62305-3 مراجعه شود). مثال‌های نوعی شامل سازه‌هایی که مواد قابل اشتعال را پوشش داده‌اند، سازه‌هایی با دیوارهای قابل‌اشتعال و محیط‌هایی با خطر انفجار و اشتعال، می‌شود.

**۷-۳-۱۱** همچنین یک سیستم حفاظت از آذرخش ایزوله ممکن است زمانی که حساسیت نسبت به ضمانت‌هایی برای کاهش تابش‌های میدان الکترومغناطیسی ناشی از جریان ضربه آذرخش در هادی نزولی وجود، در نظر گرفته شود.

**۷-۳-۱۲** سیستم‌های پایانه هوایی می‌تواند از هر ترکیبی از میله‌ها (شامل برج‌های بدون نگهدارنده)، سیم‌های کاتناری[3] و هادی‌های شبکه شده[4] باشند.

**۷-۳-۱۳** توصیه می‌شود که میله‌های (رادهای) مجزای پایانه هوایی در سطح (ارتفاع) بام به‌هم ارتباط داده شوند تا از تقسیم جریان اطمینان حاصل شود.

**۷-۳-۱۴** حداقل شعاع خمش هادی نزولی نباید کمتر از ۲۰۰ mm باشد.

**۷-۳-۱۵** حداقل زاویه خمش هادی نزولی باید °۹۰ باشد. به شکل ۴ مراجعه شود.

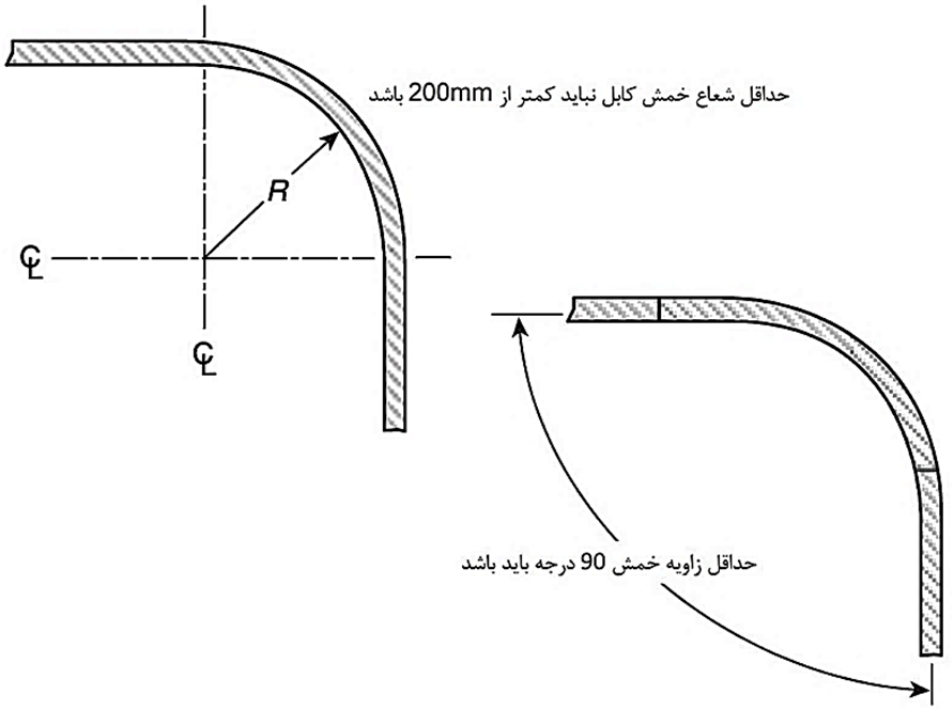
---

1-External Lightening Protection System

۲ - سیستم حفاظت از آذرخش ایزوله شامل سیستم پایانه هوایی و سیستم هادی نزولی که به‌گونه‌ای تعبیه می‌شود که مسیر هدایت جریان آذرخش بدون تماس با سازه تحت حفاظت (به سیستم زمین) منتقل شود.

3- Catenary wires

4- Mesh



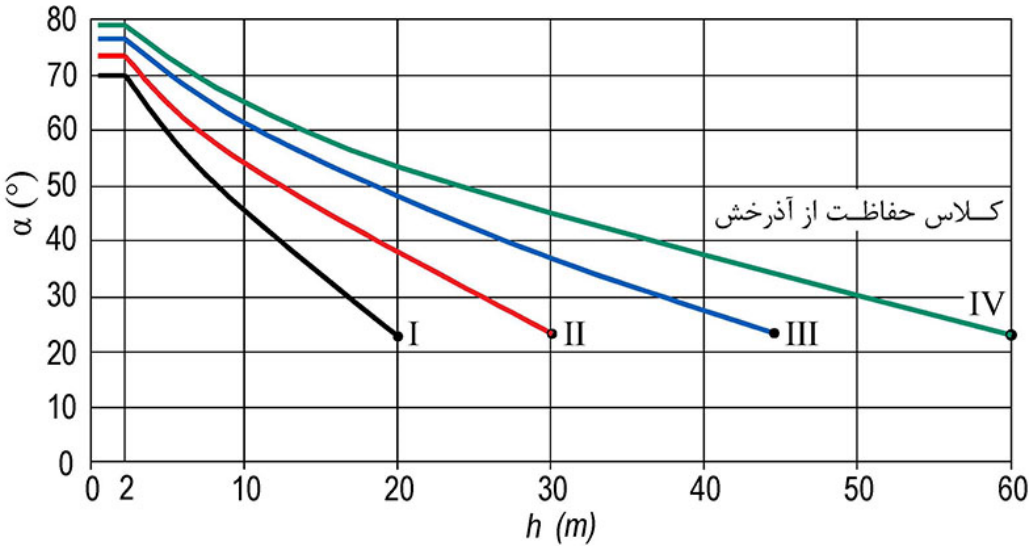

**شکل ۴ - حداقل شعاع خمش و حداقل زاویه خمش**

**۷-۳-۱۶** هادی‌ها باید به سازه مهار شوند به‌گونه‌ای که فاصله بین بست‌های نگهدارنده هادی‌ها نباید بیشتر از ۱ m باشد.

**جدول ۴ - حداکثر شعاع گوی غلتان[1]، ابعاد مش و زاویه حفاظتی[2] برای کلاس[3] های حفاظت در برابر آذرخش**

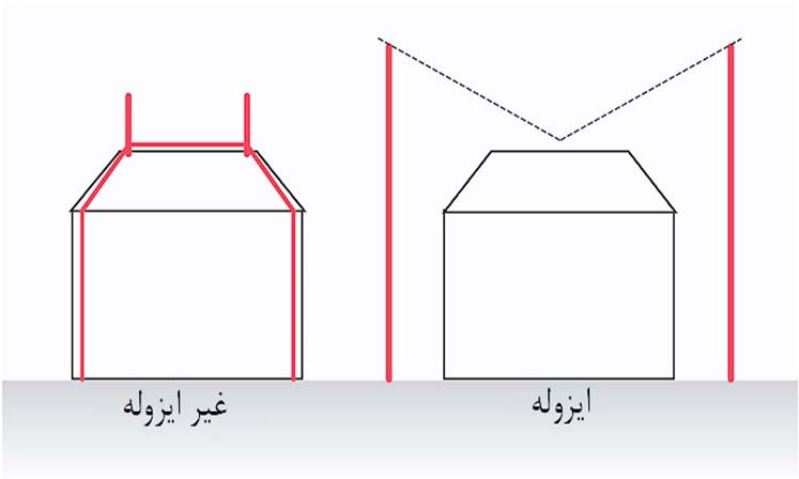
| کلاس‌های حفاظت از آذرخش | روش حفاظتی | | |
|---|---|---|---|
| | شعاع گوی غلتان m | ابعاد مش | زاویه حفاظتی $^{o}\alpha$ |
| I | ۲۰ | ۵ m × ۵ m | به شکل ۵ مراجعه شود |
| II | ۳۰ | ۱۰ m ×۱۰ m | |
| III | ۴۵ | ۱۵ m ×۱۵ m | |
| IV | ۶۰ | ۲۰ m ×۲۰ m | |

1 - Rolling sphere radius
2 - Protection angle
۳ - چهار کلاس سیستم حفاظت از آذرخش (I، II، III و IV) بر اساس سطح حفاظت از آذرخش تعیین شده است.




**شکل ۵ - زاویه حفاظتی پایانه هوایی با توجه به ارتفاع آن از سطح**

**۷-۳-۱۷** برای سیستم حفاظت از آذرخش که از سازه ایزوله نیستند[1]، حداقل تعداد هادی‌های نزولی[2] برابر دو است و هادی‌های نزولی باید در پیرامون سازه با توجه به محدودیت‌های معماری و عملی توزیع شوند.




**شکل ۶ - سیستم حفاظت از آذرخش ایزوله[3] و غیرایزوله**

**۷-۳-۱۸** در صورت امکان هادی‌های نزولی برای سیستم غیرایزوله باید دارای فواصل یکسان از یکدیگر باشند، با توجه به کلاس حفاظت از آذرخش این فواصل ترجیحی در جدول ۵ آورده شده است.

1- Non -Isolated
2- Down-conductor
3- Isolated

**جدول ۵- فواصل ترجیحی رایج[1] بین هادی‌های نزولی بدون عایق مطابق با کلاس حفاظت از آذرخش**

| کلاس سیستم حفاظت از آذرخش | فواصل رایج (m) |
|---|---|
| I | ۱۰ |
| II | ۱۰ |
| III | ۱۵ |
| IV | ۲۰ |

**۷-۳-۱۹** در جایی‌که امکان‌پذیر است، ترجیحاً یک هادی نزولی در هر کنج سازه که در معرض دید است نصب شود.

**۷-۳-۲۰** در صورت امکان هادی‌های نزولی باید مستقیماً به ادامه پایانه‌بندی هوایی متصل شوند.

**۷-۳-۲۱** هادی‌های نزولی باید مستقیم و عمود نصب شوند. فرم‌دهی مجاز نیست و در جایی‌که اجتناب‌ناپذیر باشد باید مطابق با استاندارد IEC 62305-3 اقدام شود.

**۷-۳-۲۲** هادی‌های نزولی حتی اگر با مواد عایق پوشانده شوند نباید در ناودان یا مجاری عبور آب قرار گیرند.

**۷-۳-۲۳** توصیه می‌شود که فواصل هادی‌های نزولی از درب یا پنجره مطابق استاندارد IEC 62305-3 باشد.

**۷-۳-۲۴** توصیه می‌شود که در هنگام اتصال هر هادی نزولی به پایانه‌بندی زمین[2]، یک اتصال (مفصل) آزمون[3] تعبیه شود.

**۷-۳-۲۵** ۱۸۰cm از قسمت پایین هادی نزولی باید از لحاظ فیزیکی محافظت شود، عبور هادی نزولی از داخل لوله فلزی مجاز نیست (NFPA 780).

**۷-۳-۲۶** در صورت لزوم باید برای حفاظت تجهیزات برقی، مخابرات، شبکه کامپیوتر، CCTV و نظایر آن با ولتاژ نامی کمتر از 1000V AC یا 1500V DC در مقابل اضافه ولتاژهای گذرا ناشی از تأثیر مستقیم یا غیرمستقیم آذرخش با در نظر گرفتن شرایط استانداردهای IEC 62305-3 و IEC 62305-4 و نیز مجموعه استاندارد IEC 61643، تجهیزات حفاظت از اضافه ولتاژ (SPD)[4] نصب کرد.

1- Typical
2- Earth termination
3- Test joints
4- Surge Protective Devices

**۷-۳-۲۷** برای هم‌بندی در مقابل تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم آذرخش به استانداردهای IEC 62305-3، IEC 62305-4 و در صورت نبودن الزامات مرتبط با شرایط موردنظر به استاندارد NFPA 780 مراجعه شود.

**۷-۳-۲۸** در سیستم‌های حفاظت از آذرخش برای سیستم‌های پایانه زمین دو نوع آرایش الکترود زمین شامل نوع (A)[1] و نوع (B)[2] استفاده می‌شود.

**۷-۳-۲۹** سیستم اتصال زمین نوع A برای سازه‌های کوچک، سازه‌های موجود، یا یک سیستم حفاظت از آذرخش که با رادها یا سیم‌های کشیده شده ساخته‌شده یا یک سیستم حفاظت از آذرخش ایزوله مناسب می‌باشد.

**۷-۳-۳۰** در نوع A حداقل طول هر الکترود زمین برای سیستم حفاظت از آذرخش در کلاس III و IV برابر با ۵ m است.

**۷-۳-۳۱** اگر حداقل طول هر الکترود زمین افقی از پای هادی نزولی برابر با $l_1$ برحسب متر باشد آنگاه حداقل طول هر الکترود زمین عمودی یا شیب‌دار از پای هادی نزولی برابر با ۰/۵ $l_1$ است ($l_1$ در شکل ۷ نمایش داده شده است).

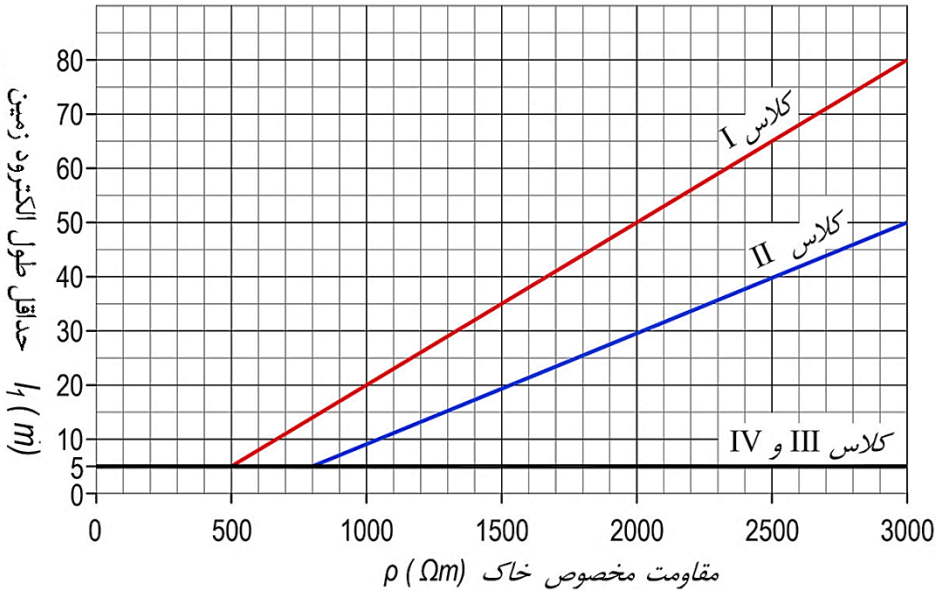
**یادآوری**- کلاس‌های III و IV وابسته به مقاومت مخصوص خاک نیستند.

**۷-۳-۳۲** در نوع A هر هادی نزولی به الکترود زمین افقی یا عمودی در خارج از سازه به هر هادی نزولی یا الکترودهای زمین فونداسیون که تشکیل حلقه نمی‌دهند، به‌طور مطمئن متصل می‌شوند.

**۷-۳-۳۳** در نوع A مجموع تعداد الکترودهای زمین نباید کمتر از دو باشد. وقتی‌که الزامات تعیین‌شده برای نوع A نتواند محقق شود، باید سیستم نوع B مورداستفاده قرار گیرد.

**یادآوری**- برای اطلاعات بیشتر به متن و پیوست E استاندارد IEC62305-3 مراجعه شود.

1- Type A arrangement
2- Type B arrangement




**شکل ۷ - حداقل طول هر الکترود زمین برای کلاس‌های مختلف سیستم حفاظت از آذرخش**

**یادآوری**- کلاس‌های III و IV وابسته به مقاومت مخصوص خاک نیستند.

**۷-۳-۳۴** در آرایش نوع A الکترود زمین باید به‌گونه‌ای نصب شود که قسمت بالایی الکترود حداقل در عمق ۰٫۵ m از سطح زمین قرار گیرد و به‌صورت یکنواخت توزیع شود تا اثرات تزویج الکتریکی[1] به حداقل برسد.

**۷-۳-۳۵** آرایش زمین نوع B از یک هادی که تشکیل حلقه[2] داده و در خارج از سازه‌ای که قرار است محافظت شود، به‌طوری‌که حداقل ٪ ۸۰ کل طول هادی با خاک در تماس است، تشکیل‌شده است. یا الکترود زمین فونداسیون[3] که تشکیل حلقه بدهد. چنین الکترودهایی ممکن است به‌صورت مش (مشبک) باشند.

**۷-۳-۳۶** اگرچه ممکن است که ٪ ۲۰ (هادی) با خاک در تماس نباشد، حلقه هادی باید همیشه در سراسر طول هادی متصل باشد.

**۷-۳-۳۷** برای الکترود زمین نوع حلقه‌ای (یا الکترود زمین فونداسیون) شعاع متوسط $r_e$ که به‌وسیله حلقه الکترود زمین (یا الکترود زمین فونداسیون) محصور می‌شود نباید کمتر از $l_1$ مطابق با فرمول ۱ باشد.

$$(r_e \geq l_1) \qquad (۱)$$

مقدار $l_1$ برای کلاس‌های I، II، III و IV حفاظت از آذرخش در شکل ۷ نمایش داده شده است.

1- Electrical coupling effects
2- Ring
3- Foundation electrode

هنگامی‌که مقدار $l_1$ بزرگ‌تر از مقدار مناسب $r_e$ باشد، باید الکترودهای افقی یا عمودی (یا شیب‌دار) با طول‌های مجزای $l_r$ (برای الکترود عمودی) و $l_v$ برای الکترود افقی مطابق فرمول‌های ۲ و ۳ لحاظ شود.

$$l_r = l_1 - r_e \quad (۲)$$

$$l_v = (l_1 - r_e)/2 \quad (۳)$$

در نوع B توصیه می‌شود که تعداد الکترودهای زمین از تعداد هادی‌های نزولی کمتر نباشد و حداقل تعداد الکترودهای زمین باید دو باشد.

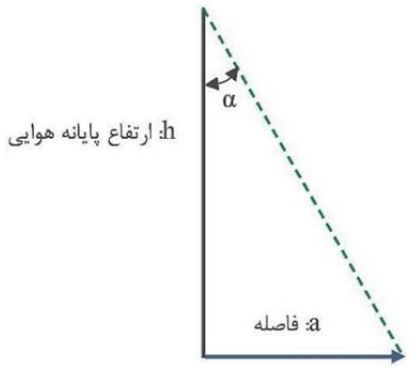
**۷-۳-۳۸** توصیه می‌شود که الکترودهای اضافی در نقاطی که هادی نزولی به حلقه الکترود زمین حلقوی متصل می‌شود، اتصال داده شوند و تا حد امکان در فواصل مساوی از یکدیگر نصب شوند.

**۷-۳-۳۹** در آرایش نوع B ترجیحاً توصیه می‌شود الکترود زمین نوع حلقوی حداقل در عمق ۰٫۵ m و در فاصله حدود ۱ m از دیوارهای جانبی سازه دفن شوند.

**۷-۳-۴۰** برای صخره‌های بدون پوشش گیاهی آرایش زمین نوع B توصیه می‌شود.

**۷-۳-۴۱** برای سازه‌هایی با سیستم‌های الکترونیکی گسترده یا خطر زیاد آتش‌سوزی، آرایش زمین نوع B ارجح است.

**۷-۳-۴۲** سیستم اتصال زمین نوع B برای سیستم حفاظت از آذرخش برای سازه‌هایی که خطر انفجار دارند ترجیح داده می‌شود.



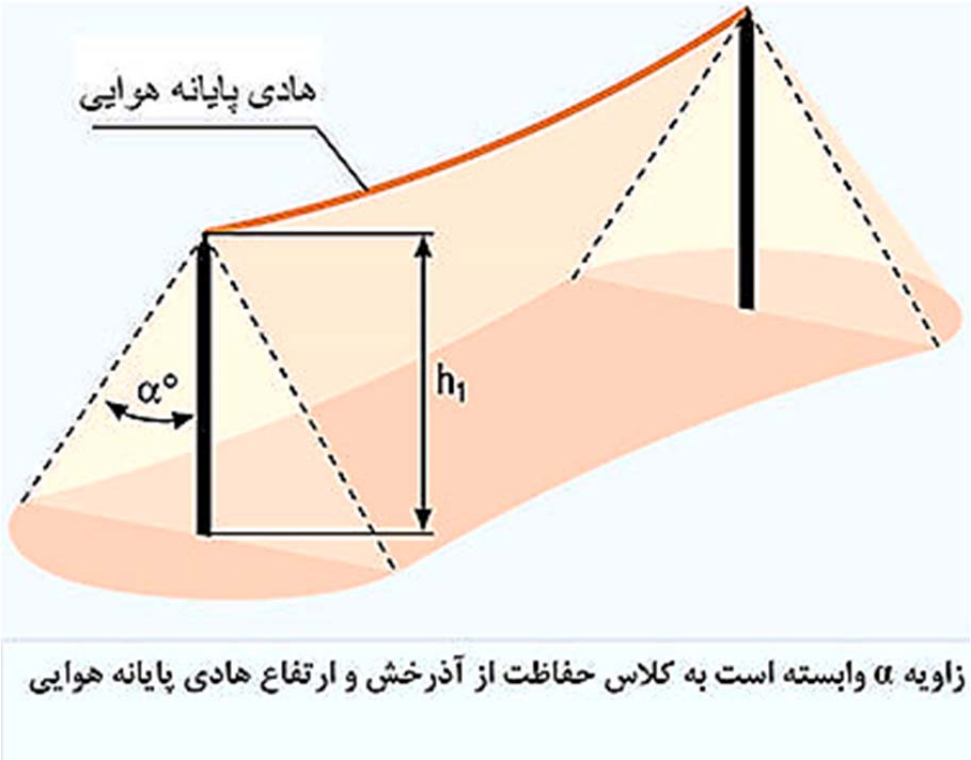

**شکل ۸- ارتفاع پایانه هوایی با زاویه و فاصله حفاظتی**

استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۷۳۸ (چاپ اول): سال ۱۴۰۳

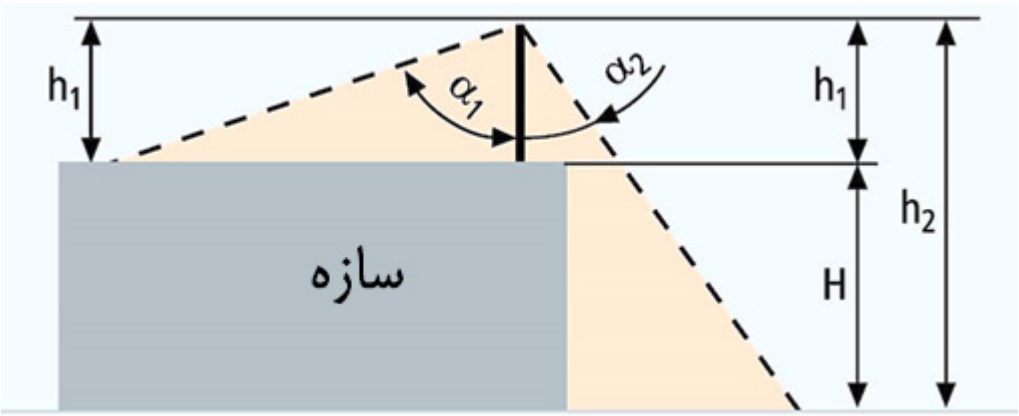
**جدول ۶ - رابطه ارتفاع پایانه هوایی با زاویه و فاصله حفاظتی برای کلاس‌های مختلف حفاظت از آذرخش**

| h: ارتفاع پایانه هوایی (m) | کلاس I حفاظت از آذرخش | | کلاس II حفاظت از آذرخش | | کلاس III حفاظت از آذرخش | | کلاس IV حفاظت از آذرخش | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | زاویه α (درجه) | فاصله a (m) | زاویه α (درجه) | فاصله a (m) | زاویه α (درجه) | فاصله a (m) | زاویه α (درجه) | فاصله a (m) |
| ۱ | ۷۱ | ۲٫۹ | ۷۴ | ۳٫۴۹ | ۷۷ | ۴٫۳۳ | ۷۹ | ۵٫۱۴ |
| ۲ | ۷۱ | ۵٫۸۱ | ۷۴ | ۶٫۹۶ | ۷۷ | ۸٫۶۶ | ۷۹ | ۱۰٫۲۹ |
| ۳ | ۶۶ | ۶٫۷۴ | ۷۱ | ۸٫۷۱ | ۷۴ | ۱۰٫۴۶ | ۷۶ | ۱۲٫۰۳ |
| ۴ | ۶۲ | ۷٫۵۲ | ۶۸ | ۹٫۹۰ | ۷۲ | ۱۲٫۳۱ | ۷۴ | ۱۳٫۹۵ |
| ۵ | ۵۹ | ۸٫۳۲ | ۶۵ | ۱۰٫۷۲ | ۷۰ | ۱۳٫۷۴ | ۷۲ | ۱۵٫۳۹ |
| ۶ | ۵۶ | ۸٫۹۰ | ۶۲ | ۱۱٫۲۸ | ۶۸ | ۱۴٫۸۵ | ۷۱ | ۱۷٫۴۳ |
| ۷ | ۵۳ | ۹/۲۹ | ۶۰ | ۱۲٫۱۲ | ۶۶ | ۱۵٫۷۲ | ۶۹ | ۱۸٫۲۴ |
| ۸ | ۵۰ | ۹٫۵۳ | ۵۸ | ۱۲٫۸۰ | ۶۴ | ۱۶٫۴۰ | ۶۸ | ۱۹٫۸۰ |
| ۹ | ۴۸ | ۱۰٫۰۰ | ۵۶ | ۱۳٫۳۴ | ۶۲ | ۱۶٫۹۳ | ۶۶ | ۲۰٫۲۱ |
| ۱۰ | ۴۵ | ۱۰٫۰۰ | ۵۴ | ۱۳٫۷۶ | ۶۱ | ۱۸٫۰۴ | ۶۵ | ۲۱٫۴۵ |
| ۱۱ | ۴۲ | ۱۰٫۲۶ | ۵۲ | ۱۴٫۰۸ | ۵۹ | ۱۸٫۳۱ | ۶۴ | ۲۲٫۵۵ |
| ۱۲ | ۴۰ | ۱۰٫۰۷ | ۵۰ | ۱۴٫۳۰ | ۵۸ | ۱۹٫۲۰ | ۶۲ | ۲۲٫۵۷ |
| ۱۳ | ۳۸ | ۱۰٫۱۶ | ۴۹ | ۱۴٫۹۵ | ۵۷ | ۲۰٫۰۲ | ۶۱ | ۲۳٫۴۵ |
| ۱۴ | ۳۶ | ۱۰٫۱۷ | ۴۷ | ۱۵٫۰۱ | ۵۵ | ۱۹٫۹۹ | ۶۰ | ۲۴٫۲۵ |
| ۱۵ | ۳۴ | ۱۰٫۱۲ | ۴۵ | ۱۵٫۰۰ | ۵۴ | ۲۰٫۶۵ | ۵۹ | ۲۴٫۹۶ |
| ۱۶ | ۳۲ | ۱۰٫۰۰ | ۴۴ | ۱۵٫۴۵ | ۵۳ | ۲۱٫۲۳ | ۵۸ | ۲۵٫۶۱ |
| ۱۷ | ۳۰ | ۹٫۸۱ | ۴۲ | ۱۵٫۳۱ | ۵۱ | ۲۰٫۹۹ | ۵۷ | ۲۶٫۱۸ |
| ۱۸ | ۲۷ | ۹٫۱۷ | ۴۰ | ۱۵٫۱۰ | ۵۰ | ۲۱٫۴۵ | ۵۶ | ۲۶٫۶۹ |
| ۱۹ | ۲۵ | ۸٫۸۶ | ۳۹ | ۱۵٫۳۹ | ۴۹ | ۲۱٫۸۶ | ۵۵ | ۲۷٫۱۳ |
| ۲۰ | ۲۳ | ۸٫۴۹ | ۳۷ | ۱۵٫۰۷ | ۴۸ | ۲۲٫۲۱ | ۵۴ | ۲۷٫۵۳ |
| ۲۱ | | | ۳۶ | ۱۵٫۲۶ | ۴۷ | ۲۲٫۵۲ | ۵۳ | ۲۷٫۸۷ |
| ۲۲ | | | ۳۵ | ۱۵٫۴۰ | ۴۶ | ۲۲٫۷۸ | ۵۲ | ۲۸٫۱۶ |
| ۲۳ | | | ۳۳ | ۱۶٫۷۱ | ۴۵ | ۲۴٫۶۶ | ۵۳ | ۳۰٫۵۲ |
| ۲۴ | | | ۳۲ | ۱۵٫۰۰ | ۴۴ | ۲۳٫۱۸ | ۵۰ | ۲۸٫۶۰ |
| ۲۵ | | | ۳۰ | ۱۴٫۴۳ | ۴۳ | ۲۳٫۳۱ | ۴۹ | ۲۸٫۷۶ |
| ۲۶ | | | ۲۹ | ۱۴٫۴۱ | ۴۱ | ۲۲٫۶۰ | ۴۹ | ۲۹٫۹۱ |
| ۲۷ | | | ۲۷ | ۱۳٫۷۶ | ۴۰ | ۲۲٫۶۶ | ۴۸ | ۲۹٫۹۹ |
| ۲۸ | | | ۲۶ | ۱۳٫۶۶ | ۳۹ | ۲۲٫۶۷ | ۴۷ | ۳۰٫۰۳ |
| ۲۹ | | | ۲۵ | ۱۳٫۵۲ | ۳۸ | ۲۲٫۶۶ | ۴۶ | ۳۰٫۰۳ |
| ۳۰ | | | ۲۳ | ۱۲٫۷۳ | ۳۷ | ۲۲٫۶۱ | ۴۵ | ۳۰٫۰۰ |
| ۳۱ | | | | | ۳۶ | ۲۲٫۵۲ | ۴۴ | ۲۹٫۹۴ |
| ۳۲ | | | | | ۳۵ | ۲۲٫۴۱ | ۴۴ | ۳۰٫۹۰ |
| ۳۳ | | | | | ۳۵ | ۲۳٫۱۱ | ۴۳ | ۳۰٫۷۷ |
| ۳۴ | | | | | ۳۴ | ۲۲٫۹۳ | ۴۲ | ۳۰٫۶۱ |
| ۳۵ | | | | | ۳۳ | ۲۲٫۷۳ | ۴۱ | ۳۰٫۴۳ |
| ۳۶ | | | | | ۳۲ | ۲۲٫۵۰ | ۴۰ | ۳۰٫۲۱ |

| h: ارتفاع پایانه هوایی (m) | کلاس I حفاظت از آذرخش | | کلاس II حفاظت از آذرخش | | کلاس III حفاظت از آذرخش | | کلاس IV حفاظت از آذرخش | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | زاویه α (درجه) | فاصله a (m) | زاویه α (درجه) | فاصله a (m) | زاویه α (درجه) | فاصله a (m) | زاویه α (درجه) | فاصله a (m) |
| ۳۷ | | | | | ۳۱ | ۲۲٫۲۳ | ۴۰ | ۳۱٫۵۰ |
| ۳۸ | | | | | ۳۰ | ۲۱٫۹۴ | ۳۹ | ۳۰٫۷۷ |
| ۳۹ | | | | | ۲۹ | ۲۱٫۶۲ | ۳۸ | ۳۰٫۴۷ |
| ۴۰ | | | | | ۲۸ | ۲۱٫۲۷ | ۳۷ | ۳۰٫۱۴ |
| ۴۱ | | | | | ۲۷ | ۲۰٫۸۹ | ۳۷ | ۳۰٫۹۰ |
| ۴۲ | | | | | ۲۶ | ۲۰٫۴۸ | ۳۶ | ۳۰٫۵۱ |
| ۴۳ | | | | | ۲۵ | ۲۰٫۰۵ | ۳۵ | ۳۰٫۱۱ |
| ۴۴ | | | | | ۲۴ | ۱۹٫۵۹ | ۳۵ | ۳۰٫۸۱ |
| ۴۵ | | | | | ۲۳ | ۱۹٫۱۰ | ۳۴ | ۳۰٫۳۵ |
| ۴۶ | | | | | | | ۳۳ | ۲۹/۸۷ |
| ۴۷ | | | | | | | ۳۲ | ۲۹٫۳۷ |
| ۴۸ | | | | | | | ۳۲ | ۲۹٫۹۹ |
| ۴۹ | | | | | | | ۳۱ | ۲۹٫۴۴ |
| ۵۰ | | | | | | | ۳۰ | ۲۸٫۸۷ |
| ۵۱ | | | | | | | ۳۰ | ۲۹٫۴۴ |
| ۵۲ | | | | | | | ۲۹ | ۲۸٫۸۲ |
| ۵۳ | | | | | | | ۲۸ | ۲۸٫۱۸ |
| ۵۴ | | | | | | | ۲۷ | ۲۷٫۵۱ |
| ۵۵ | | | | | | | ۲۷ | ۲۸٫۰۲ |
| ۵۶ | | | | | | | ۲۶ | ۲۷٫۳۱ |
| ۵۷ | | | | | | | ۲۵ | ۲۶٫۵۸ |
| ۵۸ | | | | | | | ۲۵ | ۲۷٫۰۵ |
| ۵۹ | | | | | | | ۲۴ | ۲۶٫۲۷ |
| ۶۰ | | | | | | | ۲۳ | ۲۵٫۴۷ |




**ب- هادی پایانه هوایی**




**راهنما:**

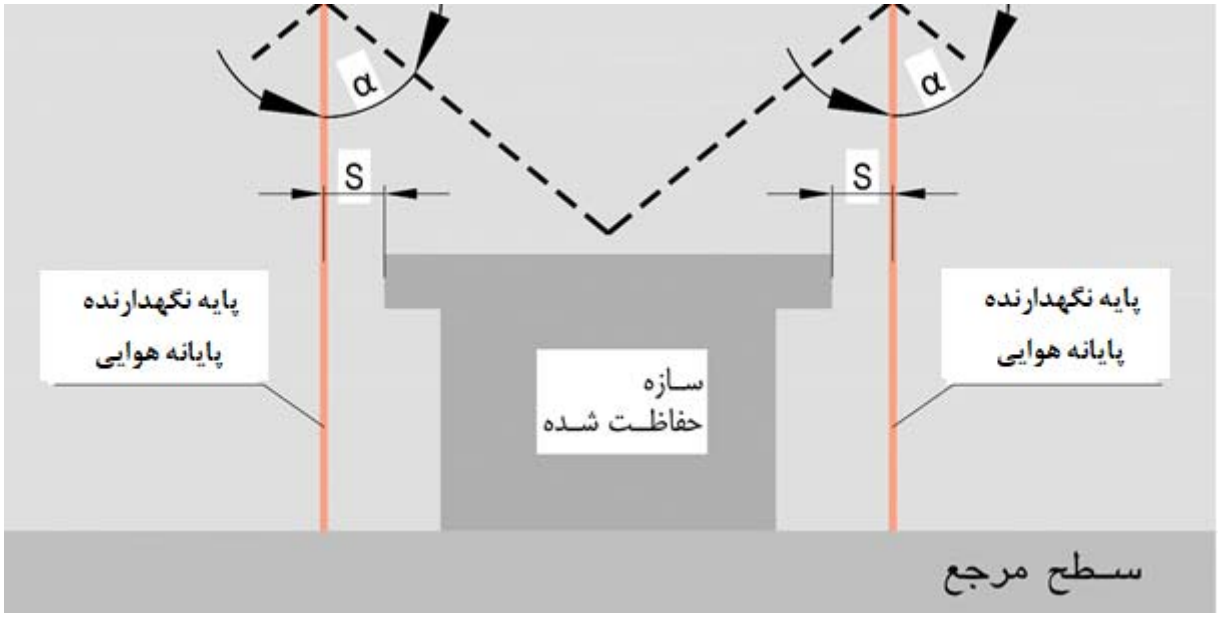
$h_1$ ارتفاع راد پایانه هوایی بالاتر از لبه بام

**یادآوری۱**- زاویه حفاظتی $\alpha_1$ با توجه به ارتفاع سیستم، پایانه هوایی سطح روی بام را محافظت می‌کند.

**یادآوری۲**- زاویه حفاظتی $\alpha_2$ با توجه به ارتفاع $h_2=h_1+H$ هنگامی‌که سطح زمین مرجع در نظر گرفته‌شده است، محافظت می‌کند.

**الف- زاویه حفاظتی با توجه به ارتفاع پایانه هوایی**

**شکل ۹- هادی و زاویه حفاظتی پایانه هوایی**




**راهنما:**

S فاصله از سازه مطابق زیربند 6.3 استاندارد IEC 62305-3

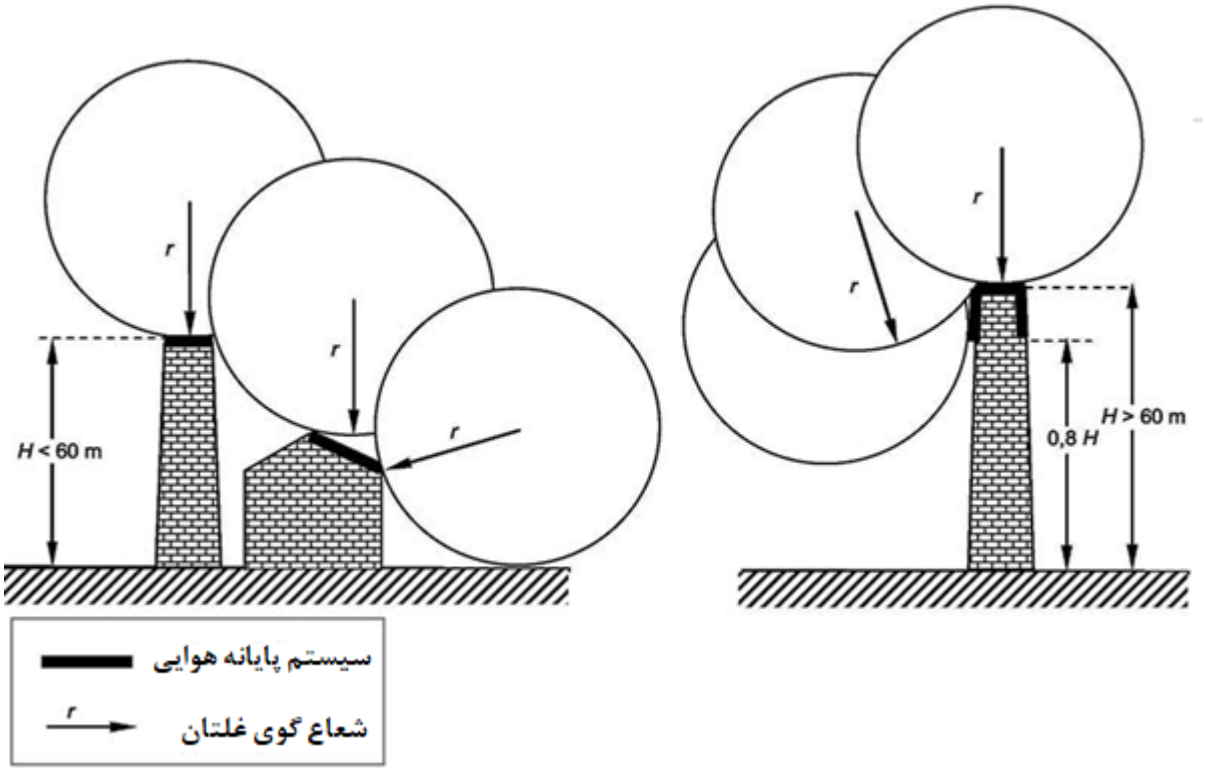
α زاویه حفاظتی مطابق جدول ۶

سیستم حفاظت از آذرخش با دو پایه نگهدارنده برای پایانه هوایی مطابق روش حفاظت زاویه‌ای که بر روی سطح افقی اجرا شده است.

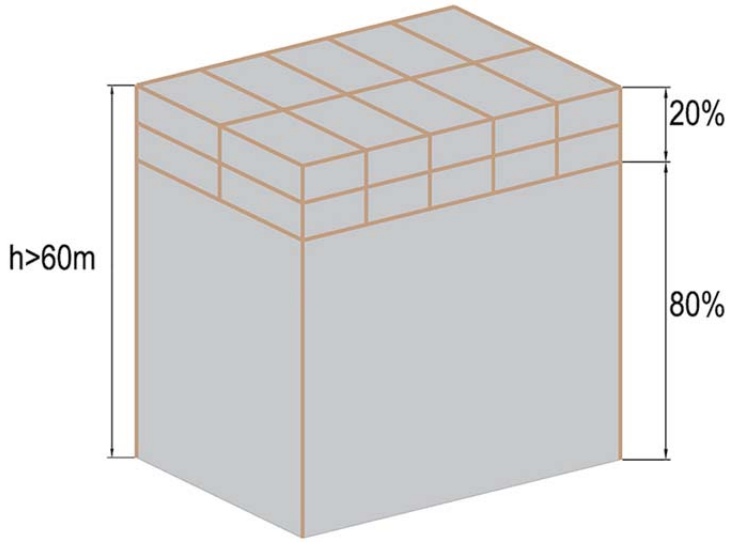
**شکل ۱۰ – حفاظت از آذرخش ایزوله**

**۷-۳-۴۳** برای سازه‌های بلندتر از شعاع گوی غلتان ممکن است که آذرخش به دیواره جانبی آن برخورد کند. هر نقطه بر روی دیواره جانبی ساختمان که توسط گوی غلتان لمس شود احتمال برخورد آذرخش وجود دارد ولی برای سازه‌های با ارتفاع کمتر از m ۶۰ احتمال برخورد آذرخش به سطوح جانبی سازه، ناچیز است.

**۷-۳-۴۴** برای سازه‌های بلندتر از m ۶۰ قسمت بیشتر آذرخش به بالای سازه و لبه‌های افقی و گوشه‌ها برخورد می‌کند و فقط چند درصد به سطوح جانبی برخورد می‌کند. لذا توصیه می‌شود که ٪۲۰ قسمت بالایی از سطوح جانبی توسط سیستم پایانه هوایی محافظت شوند و از روش گوی غلتان فقط برای تعیین موقعیت نصب پایانه هوایی استفاده می‌شود.




**شکل ۱۱- سیستم حفاظت از آذرخش به روش گوی غلتان برای سازه‌های با ارتفاع کمتر از ۶۰ m و بیشتر از ۶۰ m**




**شکل ۱۲- سیستم حفاظت از آذرخش به روش مش برای سازه‌های با سطوح صاف و ارتفاع بیشتر از ۶۰ m**

**۷-۳-۴۵** استفاده از روش مش به‌جای پایانه هوایی در صورت رعایت تمام موارد زیر امکان‌پذیر است.

هادی‌های پایانه هوایی در قسمت‌های زیر نصب‌شده‌اند:

- لبه‌های بام؛
- پیش‌آمدگی بام[1]؛
- در خط الرأس سقف[2] درصورتی‌که شیب سقف بیش از ٪۱۰ باشد.

**یادآوری۱**- روش مش برای سقف‌های افقی و شیب‌دار بدون انحنا مناسب است.

**یادآوری۲**- روش مش برای حفاظت از سطوح جانبی تخت مناسب است.

**یادآوری۳**- اگر شیب سقف بیش از ۰/۱ ( معادل ٪۱۰) باشد هادی‌های موازی به‌جای مش ممکن است استفاده شود به‌طوری‌که فاصله بین هادی‌ها نباید از الزامات ابعاد مش بزرگ‌تر باشد.

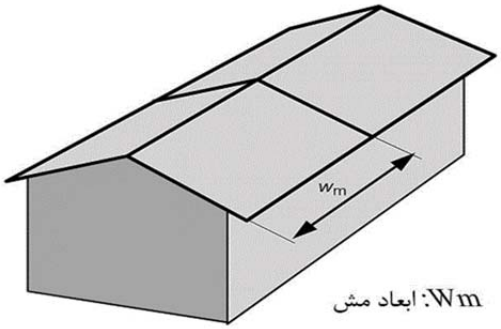
**۷-۳-۴۶** ابعاد مش، شبکه پایانه هوایی نباید از مقادیر ابعاد مش جدول ۴ بزرگ‌تر باشد.

**۷-۳-۴۷** سیستم پایانه هوایی به‌گونه‌ای ساخته می‌شوند که جریان آذرخش حداقل از دو مسیر فلزی به پایانه زمین منتقل شوند.

**۷-۳-۴۸** هیچ فلز نصب‌شده‌ای نباید از حجم محافظت‌شده توسط پایانه هوایی بیرون زده باشد.

**یادآوری**- برای اطلاعات بیشتر به پیوست E استاندارد IEC62305-3 مراجعه شود.

**۷-۳-۴۹** برای هادی‌های پایانه هوایی باید کوتاه‌ترین و مستقیم‌ترین مسیر در نظر گرفته شود.




**شکل ۱۳ - روش مش در سیستم حفاظت از آذرخش برای سازه با سقف شیب‌دار بیش از ٪۱۰**

1- On roof overhangs
2- On roof ridge lines

**۷-۳-۵۰** برای سیستم حفاظت از آذرخش سوله و سازه‌هایی با سقف شیب‌دار به استاندارد IEC62305-3 مراجعه شود.

**۷-۳-۵۱** در سیستم حفاظت از آذرخش ویژه خطوط انتقال هوایی برق علاوه بر مجموعه استاندارد IEC 62305 و NFPA 780 باید الزامات ارائه شده در استاندارد IEEE 1243 نیز رعایت شود.

**۷-۳-۵۲** در سیستم حفاظت از آذرخش ویژه پست‌های برق بیرونی[1] علاوه بر مجموعه استاندارد IEC 62305 و NFPA 780 باید الزامات ارائه شده در استاندارد IEEE 998 نیز رعایت شود.

### ۷-۴ نصب حفاظت از اضافه ولتاژ ناگهانی[2]

**۷-۴-۱** در خصوص الزامات و آزمون تجهیزات حفاظت از اضافه ولتاژ ناگهانی برای سیستم‌های فشار ضعیف به استاندارد IEC 61643-11 مراجعه شود.

**۷-۴-۲** در خصوص موارد کاربرد و اصول انتخاب تجهیزات حفاظت از اضافه ولتاژ ناگهانی برای سیستم‌های فشار ضعیف به استاندارد IEC 61643-12 مراجعه شود.

**۷-۴-۳** در خصوص الزامات عملکرد و روش‌های آزمون تجهیزات حفاظت از اضافه ولتاژ ناگهانی برای سیستم‌های مخابراتی و شبکه سیگنالی[3] به استاندارد IEC 61643-21 مراجعه شود.

**۷-۴-۴** در خصوص موارد کاربرد و اصول انتخاب تجهیزات حفاظت از اضافه ولتاژ ناگهانی برای سیستم‌های مخابراتی و شبکه سیگنالی به استاندارد IEC 61643-22 مراجعه شود.

**۷-۴-۵** برای اطلاع از الزامات قطعات اتصال سیستم حفاظت از آذرخش به استاندارد IEC 62561-1 مندرج در کتاب‌نامه [۸] مراجعه شود.

**۷-۴-۶** برای اطلاع از الزامات هادی‌ها و الکترود زمین سیستم حفاظت در برابر آذرخش به استاندارد IEC 62561-2 مندرج در کتاب‌نامه [۹] مراجعه شود.

**۷-۴-۷** برای اطلاع از الزامات برای فواصل جداسازهای جرقه سیستم حفاظت در برابر آذرخش به استاندارد IEC 62561-3 مندرج در کتاب‌نامه [۱۰] مراجعه شود.

---

1- Outdoor Substation
2- Surge
3- Signaling network

**۷-۴-۸** برای اطلاع از الزامات برای محکم‌کننده‌های هادی سیستم حفاظت در برابر آذرخش به استاندارد IEC 62561-4 مندرج در کتاب‌نامه [۱۱] مراجعه شود.

**۷-۴-۹** برای اطلاع از الزامات برای شمارنده‌های ضربه آذرخش (LSC) به استاندارد IEC62561-6 مندرج در کتاب‌نامه [۱۲] مراجعه شود.

**۷-۴-۱۰** برای اطلاع از الزامات برای ترکیب‌های افزودنی ویژه زمین‌کردن به استاندارد IEC62561-7 مندرج در کتاب‌نامه [۱۳] مراجعه شود.

**۷-۴-۱۱** برای اطلاع از الزامات اجزاء سیستم حفاظت از آذرخش ایزوله به استاندارد IEC62561-8 مندرج در کتاب‌نامه [۱۴] مراجعه شود.

**۷-۴-۱۲** برای حفاظت از اضافه ولتاژ ناگهانی، برای سیستم‌های بیش از 1 kVAC توسط برق‌گیر[1]هایی با ساختار اکسید فلز و بدون فاصله هوایی به استاندارد IEC60099-4 مندرج در کتاب‌نامه [۲] مراجعه شود.

**۷-۴-۱۳** برای اطلاع از الزامات، توصیه‌ها، نحوه انتخاب و موارد کاربرد برق‌گیرها برای سیستم‌های سه فاز بیش از 1 kVAC شامل برقگیرهای اکسید فلز بدون فاصله هوایی، و برقگیرهای با مقاومت غیر خطی و فاصله هوایی، به استاندارد IEC60099-5 مندرج در کتاب‌نامه [۳] مراجعه شود.

**۷-۴-۱۴** برای برق‌گیرهای دارای هر دو ساختار دارای فاصله هوایی سری و موازی ویژه سیستم‌های با سطح ولتاژ کمتر از 52 kV به استاندارد IEC 60099-6 مندرج در کتاب‌نامه [۴] مراجعه شود.

**۷-۴-۱۵** برای اطلاع از برق‌گیرهای اکسید فلزی با فواصل هوایی متوالی خارجی (EGLA) برای خطوط هوایی انتقال و خطوط توزیع برای سیستم‌های AC بالاتر از 1 kV به استاندارد IEC60099-8 مندرج در کتاب‌نامه [۵] مراجعه شود.

### ۷-۵ نصب تجهیزات برای تخلیه الکتریسیته ساکن و جریان‌های سرگردان

**۷-۵-۱** در خصوص نصب تجهیزات برای تخلیه الکتریسیته ساکن و جریان‌های سرگردان[2] به استاندارد NFPA 77 و API RP 2003 و نیز API RP 686 مراجعه شود.

1- Surge arrester
2- Stray current

**۷-۵-۲** در خصوص نصب تجهیزات تخلیه الکتریسیته ساکن برای سکوهای تخلیه و بارگیری کامیون‌های حمل‌کننده مواد قابل اشتعال به استاندارد IPS-E-RP-370، NFPA 385، API RP 2003 و NFPA 77 مراجعه شود.

**۷-۶ نصب لوازم به‌طور کلی**

**۷-۶-۱** تمامی لوازم الکتریکی مثل ماشین‌های دوار، ترانسفورماتورها، ترانسفورماتور یکسوکننده‌ها، تابلوهای قدرت و فرمان، مرکز کنترل موتور، سیستم حفاظتی، باتری‌ها، دستگاه‌های شارژ و منابع تغذیه بدون وقفه باید بر طبق دستورالعمل‌های تولیدکننده و نقشه‌های مهندسی که توسط شرکت تأییدشده نصب شود مگر اینکه تولیدکنندگان مسئول نصب وسایل تحویلی خود باشند.

**۷-۶-۲** موارد ایمنی در نصب تجهیزات الکتریکی باید مطابق با استانداردهای IEC60364-4-41، IEC 60364-4-42 و NFPA 70E رعایت شود.

**۷-۶-۳** مطابق استاندارد IEC 60364-4-42 باید اقدامات ایمنی لازم برای اثرات حرارتی تجهیزات الکتریکی لحاظ شود.

**۷-۷ نصب تجهیزات الکتریکی در محیط‌های خطرناک (فضاهای مستعد انفجار)**

**۷-۷-۱** نصب تجهیزات الکتریکی در محیط‌های کلاس‌بندی شده خطرناک[1]، الزامات و شرایط مذکور در استاندارد IEC 60079-14 به‌همراه نقشه‌های طبقه‌بندی محیط و استاندارد IPS-E-EL-110 و در صورت عدم وجود الزامات مرتبط با شرایط مدنظر، استانداردهای API RP 500, API RP 505, API 540, API RP 14F API RP 14FZ و NFPA 497 باید ملاک عمل قرار گیرد.

**۷-۸ نصب ژنراتورها و موتورها**

**۷-۸-۱** ژنراتورها باید در فضاهایی که به‌خوبی تهویه می‌شوند و گازهای قابل اشتعال در آن‌ها نمی‌تواند جمع شوند، نصب شوند.

**۷-۸-۲** در جاهایی که ژنراتورها و موتورها به‌کار می‌روند باید کمترین اثرات ارتعاشی را روی دستگاه داشته باشند.

**۷-۸-۳** برای اطلاع از نصب افقی و عمودی موتورهای الکتریکی به شکل‌های ب-۲-۱، ب-۲-۲، ب-۳-۱، ب-۳-۲ و همچنین شکل‌های پ-۴-۱، پ-۴-۲، پ-۵-۱ و پ-۵-۲ مراجعه شود.

1 - Hazardous Area Classifications

**۷-۸-۴** برای نصب ژنراتور و موتور با ولتاژ بیش از ۱۰۰۰VAC یا ۱۵۰۰VDC باید الزامات ارائه شده در استاندارد IEC 61936-1 و IEC 61936-2 نیز رعایت شود.

**۷-۸-۵** الزامات ارائه شده در استاندارد API RP 686 در خصوص نصب موتورهای الکتریکی باید رعایت شود.

**۷-۸-۶** موتورهای الکتریکی، مدارهای قدرت، کنترل، زمین الکتریکی و پمپ‌های آتش‌نشانی، باید مطابق با استاندارد NFPA 20 و ترجیحاً دفترچه راهنمای آن نصب شوند. در ضمن باید موارد الزامی استانداردهای NFPA 70 و NFPA 25 نیز رعایت شود.

**۷-۸-۷** الزامات ارائه شده در استاندارد NFPA 79 برای نصب ماشین‌های الکتریکی صنعتی با ولتاژ کمتر از ۱۰۰۰V باید رعایت شوند.

**۷-۸-۸** الزامات ارائه شده در استاندارد NFPA 110 در خصوص نصب ژنراتورهای اضطراری و آماده‌به‌کار[1] برای ساختمان‌ها و تأسیسات جانبی باید درنظر گرفته شوند.

**۷-۸-۹** در خصوص نصب موتورهای درون‌سوز ثابت و توربین‌های گازی الزامات ارائه شده در استاندارد NFPA 37 باید رعایت شود.

**۷-۹ نصب ترانسفورماتورها**

**۷-۹-۱** ترانسفورماتورهای روغنی بزرگ باید بر روی یک چاله روغن که حجم آن با مقدار روغن موجود در ترانسفورماتور هماهنگی دارد نصب شود. ترانسفورماتورهای روغنی باید در محیطی با پیش‌بینی‌های لازم برای کنترل و جمع‌آوری نشت مایعات نصب شود. هنگامی‌که مایع قابل اشتعالی مثل روغن بکار می‌رود الزامات مربوط به وسایل اطفای حریق با توجه به سایر وسایلی که ممکن است در همان مکان نصب‌شده باشند باید موردتوجه قرار گیرد.

**۷-۹-۲** ترانسفورماتورها را می‌توان بر روی چرخ یا سازه مناسب (اسکید)[2] قرار داد. درصورتی‌که ترانسفورماتور روی چرخ نصب می‌شود برای حرکت ترانسفورماتور باید ریل آهنی مناسب تعبیه شود. اطراف پایه ترانسفورماتور، باید توسط شن همان‌گونه که در نقشه‌های مربوط نشان داده شده احاطه شود.

**۷-۹-۳** ترانسفورماتورها و اتصالات مربوط باید در مقابل صدمات مکانیکی، تجمع مایعات و خوردگی مورد انتظار، محافظت شوند.

1 -Standby
2- Skid

**۷-۹-۴** نصب ترانسفورماتور باید مطابق استاندارد IEC 61936-1 باشد.

**۷-۹-۵** چنانچه ترانسفورماتور در خارج از ساختمان نصب شود باید پایه‌های آن ۰٫۵ m بالاتر از زمین‌های اطراف قرار گیرند.

**۷-۹-۶** در هنگام نصب ترانسفورماتور باید الزامات استاندارد NFPA 15 درنظر گرفته شود.

**۷-۱۰ نصب تابلوهای قدرت و فرمان**

**۷-۱۰-۱** تابلوی قدرت و فرمان باید در محلی نصب شود که دسترسی به آن آسان بوده و هوای آنها به‌خوبی تهویه شده و مواردی مانند گازهای قابل اشتعال و بخارهای اسیدی وجود نداشته باشد و همچنین باید دور از منابع گرمایی نظیر دیگ‌های بخار، مخازن روغن گرم شده و لوله‌های خروج بخار و دیگر لوله‌های گرم باشند.

**۷-۱۰-۲** هنگامی‌که تابلوی قدرت و فرمان در اتاق‌های مخصوص خود مستقر می‌شوند لوله‌ها و/یا کانال‌های آب، بخار، گاز، روغن و غیره که به وسایل الکتریکی ارتباطی ندارند مجاز به عبور از محل مذکور نیستند.

**۷-۱۱ موارد ایمنی در نصب تأسیسات فشار قوی**

**۷-۱۱-۱** موارد ایمنی مطرح‌شده در استاندارد IEC 61936-0 در خصوص نصب تأسیسات فشار قوی (ولتاژ بیش از VAC ۱۰۰۰ یا ۱۵۰۰V DC) باید علاوه بر آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مرتبط رعایت شود.

**۷-۱۲ نصب باتری و سیستم‌های ذخیره انرژی**

**۷-۱۲-۱** الزامات ایمنی مطرح‌شده در استانداردهای IEC 62485-1, IEC 62485-2 برای باتری‌های نصب ثابت[1] و پشتیبان[2] (مانند باتری‌های UPS)، ویژه نصب باید رعایت شود.

**۷-۱۲-۲** برای اطلاع از الزامات ایمنی نصب باتری‌های لیتیومی به استانداردهای IEC 62485-1، IEC 62485-5 و IEC 63056 مراجعه شود.

**۷-۱۲-۳** الزامات مطرح‌شده در Article 480 استاندارد NFPA70 در خصوص باتری‌های پشتیبان نصب ثابت باید رعایت شود.

1 - Stationary batteries
2 - Secondary batteries

**۷-۱۲-۴** الزامات استاندارد NFPA 855 در خصوص بانک‌های باتری با ظرفیت متوسط ۷۰ kW و بیشتر، باید برای باتری‌های سرب-اسید از هر نوع و نیکل-کادمیوم[1] علاوه بر الزامات مندرج در استاندارد NFPA70 رعایت شوند.

**۷-۱۲-۵** الزامات استاندارد NFPA 855 در خصوص بانک‌های باتری با ظرفیت متوسط ۲۰ kW و بیشتر برای باتری‌های لیتیومی از هر نوع علاوه بر موارد الزامات مندرج در استاندارد NFPA70 باید رعایت شوند.

**۷-۱۲-۶** برای اطلاع از سایر الزامات در خصوص نصب سیستم‌های ذخیره انرژی به استاندارد NFPA 855 مراجعه شود.

### ۷-۱۳ نصب تجهیزات روشنایی

**۷-۱۳-۱** در نصب تجهیزات روشنایی، موارد نقشه‌های مندرج در استاندارد IPS-D-EL-300 باید علاوه بر آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مرتبط رعایت شود.

### ۷-۱۴ نصب تجهیزات فناوری اطلاعات (IT)[2]

**۷-۱۴-۱** در هنگام نصب تجهیزات فناوری اطلاعات باید الزامات NFPA 75 رعایت شود.

### ۷-۱۵ نصب کف‌پوش عایق[3]

**۷-۱۵-۱** کف‌پوش عایق متناسب با بالاترین سطح ولتاژ تابلوهای پست‌های برق داخلی[4] و مطابق استاندارد IEC 61111 تهیه و باید در قسمت جلو و پشت تابلوی قدرت و فرمان اگر دسترسی از پشت باشد، نصب شود و کف‌پوش عایق باید مقاوم در مقابل روغن بوده و سطح آن‌ها لغزنده نباشد، علاوه بر آن الزامات آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مرتبط رعایت شود.

**۷-۱۵-۲** توصیه می‌شود که کل کف پست برق داخلی با کفپوش عایق فوق پوشانده شود.

1 - Nickle battery technologies include nickle cadmium (Ni-Cad), nickle metal hydride (Ni-MH), and nickle zinc (Ni-Zn)
2- Information Technology
3- Insulating mats
4- Indoor Substation

**جدول ۷ - مشخصات کلاس عایقی کفپوش برای جلو و پشت تابلوهای برق مطابق استاندارد IEC 61111**

| کلاس | حداکثر ولتاژ قابل‌استفاده | | رنگ | حداکثر ضخامت mm | ولتاژ آزمون kV (rms) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | AC V (rms) | DC V | | | آزمون تنش[1] زمان یک دقیقه | آزمون تحمل ولتاژ[2] نرخ افزایش ولتاژ ۱۰۰۰V/s مدت‌زمان آزمون پس از رسیدن به ولتاژ آزمون سه دقیقه |
| ۰ | ۱۰۰۰ | ۱۵۰۰ | قرمز | ۶ | ۵ | ۱۰ |
| ۱ | ۷۵۰۰ | ۱۱۲۵۰ | سفید | ۶ | ۱۰ | ۲۰ |
| ۲ | ۱۷۵۰۰ | ۲۵۵۰۰ | زرد | ۸ | ۲۰ | ۳۰ |
| ۳ | ۲۶۵۰۰ | ۳۹۷۵۰ | سبز | ۱۱ | ۳۰ | ۴۰ |
| ۴ | ۳۶۰۰۰ | ۵۴۰۰۰ | نارنجی | ۱۴ | ۴۰ | ۵۰ |

**۷-۱۵-۳** کفپوش باید دارای نماد IEC 60417-5216 (2002-10) به شکل زیر مطابق با استاندارد IEC 61111 باشد.

نماد IEC 60417-5216 (2002-10):

## ۷-۱۶ نصب گرم‌کننده الکتریکی

**۷-۱۶-۱** سیستم گرم‌کننده سطحی باید بر طبق مدارک نصب شود. باید دقت کافی درنظر گرفته شود و نیز اطمینان حاصل شود که حرارت از حد مشخص شده در مدارک بیشتر نشود.

**۷-۱۶-۲** کابل‌های گرم‌کننده سطحی باید به‌صورت باند یا تسمه به کمک نوار فیبر شیشه‌ای یا روش دیگری روی لوازم و لوله‌ها بر طبق مدارک تولیدکننده نصب‌شده و در فواصل ۳۰۰ mm از یکدیگر در طول لوله‌ها و در جای دیگر مطابق آنچه خواسته‌شده قرار گیرند.

**۷-۱۶-۳** کابل‌های سیستم گرم‌کننده سطحی باید به‌نحوی باشند که اتصالات ماشین‌آلات، وسایل ابزار دقیق و غیره بدون پاره‌کردن و/یا آسیب رساندن به کابل را از روی دستگاه بتوان جدا کرد.

**۷-۱۶-۴** در هنگام طراحی و نصب سیستم گرم‌کننده الکتریکی باید تمهیدات لازم در خصوص سیستم حفاظت کاتدی در نظر گرفته شود.

1- Proof test
2- Voltage withstand test

**۷-۱۶-۵** دو فلنج که به رینگ‌های عایق مجهز هستند نباید توسط سیم اتصال رابط به یکدیگر مرتبط شوند. هرگونه اتصال به زمین روی خطوط لوله باید با توجه به واشرهای عایق برای حفاظت کاتدی و با تأیید کارفرما یا نماینده وی اجرا شود.

**۷-۱۶-۶** برای نصب کابل‌های گرمایشی ویژه کاربردهای تجاری و صنعتی به استاندارد IEC 62395-2 و نقشه‌های IPS-D-EL-800 مندرج در شکل ت-۱ آورده شده است، مراجعه شود و در صورت نبود الزامات مرتبط با شرایط، به استاندارد IEEE 515 مراجعه شود.

**یادآوری- راهنمای نقشه‌های مربوط به نصب کابل، تجهیزات و مدارهای کلی تابلو برق سیستم کابل‌های گرمایشی (گرمازا) استاندارد IPS-D-EL-800 در شکل ت-۱ و نقشه‌های آن در شکل‌های ت-۲ تا ت-۴ نشان داده شده است.**

**۷-۱۶-۷** برای رعایت الزامات ایمنی نصب ویژه سیستم‌های گرمایشی الکتریکی در محیط‌های صنعتی و تجاری در محیط‌های غیرقابل‌انفجار به استاندارد IEC 60519-10 مراجعه شود.

**۷-۱۶-۸** برای نصب کابل‌های گرمازای ریسه‌ای در محیط‌های قابل‌انفجار به استاندارد IEC 60079-30-2 و نقشه‌های IPS-D-EL-800 مندرج در شکل ت-۱ مراجعه شود.

### ۷-۱۷ نصب چراغ هشداردهنده هواپیما[1]

**۷-۱۷-۱** برای انتخاب و نصب چراغ هشداردهنده هواپیما باید به مدارک ICAO Annex 14 و ICAO Doc 9157-4[2] و در صورت لزوم به مدرک ICAO Doc 9157-5 مندرج در کتاب‌نامه [۲۸] مراجعه شود.

### ۷-۱۸ احداث پست برق در دریا

**۷-۱۸-۱** برای احداث پست برق در دریا به استاندارد DNV-ST-0145 و IEC 61892-6 و در صورت نبود الزامات در شرایط موردنظر، به سایر استانداردهای ملی ایران، بین‌المللی یا ملی کشورهای توسعه‌یافته مراجعه شود.

1- Air craft warning light
2- International Civil Aviation Organization

## ۸ رنگ‌آمیزی تأسیسات الکتریکی

پیمانکار باید پس از بررسی نسبت به ترمیم رنگ سطوح تمامی وسایل الکتریکی و تجهیزات کنترلی که در اثر حمل‌ونقل آسیب دیده‌اند با استفاده از رنگ اصلی اقدام کند.

## ۹ علامت‌گذاری و مشخص‌کردن وسایل و مدارها

تمامی وسایل توزیع الکتریکی باید دارای برچسب‌های دائمی «خطر» با حروف سیاه روی زمینه زرد بوده و مطابق با استاندارد IEC 60417 باشد.

هر تابلو توزیع باید مجهز به «فهرست مدار یا مسیر توزیع» باشد. در مقابل هر مدار، نام و تعداد لوازم مصرف‌کننده باید درج شود و ظرفیت فیوز آن نیز ذکر شود.

کلید فیوزهای شینه توزیع باید مجهز به برچسب‌هایی باشد که بیانگر ولتاژ و تعداد فازها بوده و نشان دهد از کجا تغذیه می‌شود و کجا را تغذیه می‌کند.

هر کلیدی که در محلی دور از دید، باری را کنترل می‌کند باید دارای برچسب‌هایی شامل نشان‌دهنده نام بار مربوط و هشداردهنده موارد احتیاطی لازم در زمان روشن یا خاموش کردن کلید باشد.

کلیدهای خروجی، پریزها و پریزهای با سیم سیار، باید دارای برچسب‌هایی ثابت که برای اتصال وسیله مربوط را به‌همراه منبع تغذیه‌کننده آن نشان می‌دهد، باشند.

## ۱۰ پاک‌سازی محیط پس از اتمام کار

**۱۰-۱** پیمانکار باید موارد ایمنی و پاک‌سازی محیط کار را درتمامی مراحل نصب و راه‌اندازی درنظر بگیرد.

**۱۰-۲** داخل تمامی جعبه‌های الکتریکی، قفسه‌ها، تابلوهای کنترل، مراکز کنترل موتور و موارد مشابه باید از وجود گردوخاک و مواد زائد پاک شوند. مسیرهای عبور سیم در زیر کامپیوتر و موارد مشابه باید از رطوبت و بقایای مواد پاک‌شده و محیط‌های بالاتر از کف نیز به‌وسیله جارو برقی تمیز باشد.

**۱۰-۳** تمامی منافذ و سوراخ‌ها در محفظه‌ها، تابلوها و ورودی‌های کابل‌ها که بدون استفاده (یدک) هستند باید مسدود شده تا از ورود گردوخاک، حشرات و غیره به تأسیسات الکتریکی ممانعت به‌عمل آید.

## ۱۱ بازرسی و بازدید اولیه

**۱-۱۱** تمامی تأسیسات الکتریکی باید قبل از آزمون‌های مربوط به راه‌اندازی توسط نصاب، بازرسی و آزمون شود و تا حد امکان اطمینان حاصل شود که تمام الزامات و شرایط مطابق قرارداد انجام‌یافته و تأسیسات آماده انجام مراحل پیش‌راه‌اندازی باشد.

**۲-۱۱** مطابق قرارداد قسمت‌های انجام‌شده به‌هیچ‌وجه نباید خطری برای افراد، اموال و/یا وسایل ایجاد کنند حتی اگر یک مدار معیوب باشد. لازم است که اقدامات زیر قبل از آزمون‌های راه‌اندازی انجام شوند:

الف- بررسی پیوستگی مدار نهایی در صورت لزوم؛
ب- بررسی پیوستگی سیم زمین و اتصالات آن؛
پ- اندازه‌گیری مقاومت الکترود زمین؛
ت- اندازه‌گیری مقاومت عایقی؛
ث- اندازه‌گیری مقاومت عایقی تجهیزات نصب‌شده در محل؛
ج- حفاظت توسط جداسازی الکتریکی؛
چ- حفاظت توسط جداکننده‌ها و محفظه‌ها؛
ح- کنترل قطب‌ها؛
خ- بررسی امپدانس خطای زمین؛
د- بررسی کارکرد وسایل نشتی سنج جریان؛
ذ- اطمینان عبور جریان از کلید و فیوز در کلیدهای ۲، ۳ و ۴ پل؛
ر- در محیط‌های خطرناک اطمینان حاصل شود فازها از فیوزها و کلیدها می‌گذرند و نول یکسره. (بدون فیوز و مستقیماً به ترمینال خروجی کلید فیوز متصل می‌شود).

**۳-۱۱** علائم اخطار در هنگام بازرسی و آزمون‌ها باید به تأسیسات الکتریکی الصاق شود.

**۴-۱۱** بازرسی و آزمون نباید خطری برای افراد یا حیوانات ایجاد کرده یا به اموال و وسایل خسارت وارد کند حتی اگر مدار معیوب باشد و باید اخطار لازم برای بازرسی دوره‌ای و زمان آزمون مجدد تهیه شود. زمان بین آزمون‌ها ممکن است حداکثر ۳ تا ۵ سال با توجه به محیط و خدمات تعمیرات در نظر گرفته شود.

**۵-۱۱** کارفرما یا نماینده وی در تمامی مراحل نصب و راه‌اندازی توسط پیمانکار، می‌تواند بازرسی و نظارت بر آزمون‌های کنترلی را انجام دهد.

**۶-۱۱** پس از اتمام کار نصب و انجام بازدیدهای اولیه، مراحل پیش‌راه‌اندازی (آزمون قبل از تحویل) باید مطابق استاندارد IPS-I-EL-217 باشد.

## ۱۲ بازگرداندن مواد و تجهیزات استفاده‌نشده

در پایان کار پیمانکار باید فهرستی از مواد و تجهیزات استفاده‌نشده، به‌منظور بازگرداندن کالا و تجهیزات به انبار کارفرما تهیه کند. مگر آنکه روش دیگری در قرارداد پیش‌بینی‌شده باشد.

## ۱۳ آماده کردن نقشه‌های اجرایی چون‌ساخت[1]

پیمانکار باید یک مجموعه از نقشه‌های اجرایی را به‌طور روزانه برای ارائه به کارفرما تهیه کند.

قبل از تحویل نهایی کار، پیمانکار باید یک مجموعه کامل از نقشه‌های اجرایی (چون‌ساخت) با جزئیات کامل که محل و نقاط اتصال برای تمامی کارهای الکتریکی انجام‌یافته را برای ارائه به کارفرما تهیه کند. همچنین نقشه‌های اجرایی باید شامل تمامی یادداشت‌ها و ابعاد موردنیاز برای نشان دادن محل و مشخصات فیزیکی کاندوئیت‌ها، سیم‌ها، کابل‌ها و اتصالات باشد.

## ۱۴ آماده‌سازی برای آزمون‌های پیش‌راه‌اندازی

**۱-۱۴** برنامه‌ای شامل جدول زمان‌بندی و روش‌های آزمون مطابق با الزامات این استاندارد و نیز منطبق با مدارک قرارداد توافق‌شده بین کارفرما و پیمانکار برای آزمون‌های پیش‌راه‌اندازی باید تهیه شود.

**۲-۱۴** تدارکات موردنیاز مثل تجهیزات و وسایل آزمون، ابزارهای مخصوص و هماهنگی‌های لازم برای برق‌دارکردن و اخذ مجوزهای ضروری ویژه آزمون‌های پیش‌راه‌اندازی مطابق با استاندارد IPS-I-EL-217 باید پیش‌بینی شود.

## ۱۵ آزمون تأسیسات نصب‌شده

### ۱-۱۵ بازرسی و آزمون‌ها

بازرسی و آزمون‌ها باید مطابق استاندارد IPS-I-EL-217 باشد؛ و در صورت نبود موضوع در استاندارد IPS-I-EL-217 ، روش بازرسی و آزمون بر اساس سایر روش‌های معتبر مرتبط مورد توافق بین کارفرما و پیمانکار انتخاب می‌شود.

1-As built

## ۱۶ اسناد و مدارک

**۱-۱۶** نصب تجهیزات باید بر اساس طراحی تفصیلی و مدارک نصب مطابق با روش‌های معتبر مرتبط مورد توافق بین کارفرما و پیمانکار انجام شود. پس از نصب باید تمامی تغییرات انجام‌یافته در طی زمان ساخت و نصب واحد در این مدارک درج شود.

**۲-۱۶** روش‌های تعمیراتی و سوابق تجهیزات الکتریکی باید به‌صورت مستند به‌همراه یک برنامه توصیه شده، نگهداری شود. این برنامه باید اطمینان دهد که تجهیزات به‌طور همیشگی برای کاربرد مربوط مناسب می‌باشند.

**۳-۱۶** پیمانکار تأسیسات باید به‌طور مستند و کتبی اعلام کند که تمامی تجهیزات، کابل‌ها و سایر موارد مرتبط بر طبق روش‌ها و راهنماها و دستورالعمل‌های ارائه‌شده توسط تولیدکننده بوده و نیز بر طبق نصب است.

## ۱۷ تحویل موقت تأسیسات الکتریکی

با اتمام نصب و راه‌اندازی، تحویل تأسیسات الکتریکی به‌منظور بررسی نواقص احتمالی و تهیه فهرست آن به‌صورت موقت انجام می‌شود و تحویل کامل نیاز به تأیید بازرسی‌ها توسط کارفرما یا نماینده وی دارد. زمان رفع نواقص باید مورد توافق کارفرما و پیمانکار باشد.

## ۱۸ کالاها

### ۱-۱۸ کلیات

تمامی کالاها و تجهیزات تأمین‌شده توسط پیمانکار باید مناسب برای نصب و راه‌اندازی در مکان‌های موردنظر مطابق با الزامات این استاندارد و سایر الزامات تکمیلی مورد توافق کارفرما و پیمانکار باشند.

### ۲-۱۸ کالاهای تأمین شونده توسط کارفرما

کالاهای تأمین شونده توسط کارفرما که در روی نقشه‌ها مشخص شده و در فهرست کالا وجود دارد و/یا در مدارک قرارداد ذکر شده است، باید توسط پیمانکار تحویل گرفته، نگهداری و سپس نصب شود.

### ۱۸-۳ کالاهای تأمین شونده توسط پیمانکار

فهرست کالا باید توسط پیمانکار در ابتدا بررسی و کنترل شود. تمامی کالاهای موردنیاز برای تأسیسات کامل الکتریکی نشان‌داده شده در نقشه‌ها که در فهرست کالاهای تأمین شونده توسط کارفرما درج نشده است، باید توسط پیمانکار تأمین شود.

### ۱۸-۴ پیگیری

پیگیری تأمین کالاهایی که برای انجام کار مطابق جداول زمانی توافق شده، بر عهده پیمانکار می‌باشد.

### ۱۸-۵ تحویل

پیمانکار باید تسهیلات لازم را به‌منظور انبار تمام لوازم برقی و کالاها به‌منظور نگهداری آنها مطابق دستورالعمل تولیدکننده (درصورت وجود)، به‌صورت تمیز و خشک و بدون خطرات احتمالی تا قبل از نصب فراهم کند.

## ۱۹ انبارکردن و مراقبت از تجهیزات الکتریکی

### ۱۹-۱ کلیات

کالاهای الکتریکی، تجهیزات و ماشین‌های برقی تحویل‌گرفته‌شده، در ابتدا باید به‌منظور تطابق با مشخصات و الزامات نصب مطابق با این استاندارد و سایر مشخصات درج‌شده در مدارک توافق‌شده باید بازبینی شوند تا در صورت وجود کسری و/یا نبود تطابق الزامات نصب، گزارش مربوط انجام شود.

لوازم تحویل گرفته‌شده باید به‌صورت بسته‌بندی اولیه در انبار نگهداری شوند.

### ۱۹-۲ انبارکردن و نگهداری

روش‌های انبارکردن و چگونگی نگهداری بسته به نوع لوازم و محل متغیر است. جزئیات و روش‌های پیشنهادی انبارداری لوازم و وسایل الکتریکی باید با کارفرما یا نماینده وی مورد توافق قرار گیرد.

### ۱۹-۳ انبارکردن کابل و بازرسی

کابل زیرزمینی که با سفارش کلی و عمده خریداری شده است به‌صورت مرحله‌ای که عمدتاً توسط تولیدکننده با توجه به حجم و محتوای هر محموله تعیین می‌شود حمل و تحویل می‌شود. طرح اولیه فضای موردنیاز برای انبارکردن کابل بر اساس حجم کلی کابل‌های موردنظر و سهولت انتقال آنها به نقاط مختلف منطقه صورت می‌پذیرد.

تا جایی‌که امکان‌پذیر است باید انواع و اندازه‌های مختلف کابل از یکدیگر جدا و گروه‌بندی‌شده و به‌نحوی نشانه‌گذاری شوند که کاملاً قابل‌دیدن باشد.

باید فضای کافی بین قرقره کابل‌ها برای حرکت وسایل سنگین و حمل‌ونقل پیش‌بینی شود. کابل‌ها باید در زمان ورود به منطقه مورد بازدید و کنترل قرار گیرند.

**۱۹-۴ انبارکردن موتور الکتریکی**

در طی مدت انبارکردن الکتروموتور باید مطابق موارد استاندارد API RP 686 اقدام شود، در صورت وجود دستورالعمل تولیدکننده آنها نیز لحاظ شوند.

**۱۹-۵ انبارکردن سایر تجهیزات و ملزومات برقی**

انبارکردن ترانسفورماتور، ژنراتور، تابلوهای برق، AC UPS، DC UPS، باتری، اینورتر[1]، راه‌انداز نرم[2] و سایر تجهیزات و ملزومات برقی باید مطابق دستورالعمل و راهنمای تولیدکننده، استاندارد ساخت و با رعایت موارد ایمنی صورت پذیرد.

**۱۹-۶ انبارکردن در فضای آزاد**

به‌طور کلی فضای انبار باید در ساختمانی ایمن و مقاوم در مقابل شرایط آب هوایی باشد. این استثنا در مورد اقلامی از وسایل که خود در هوای آزاد نصب می‌شود وجود دارد. در مورد اقلامی چون موتورها و غیره، باید توجه شود که چنین وسایلی لزوماً نیاز به حفاظت کامل تا زمان تکمیل روند نصب ندارند.

فلنج‌های ماشین‌کاری شده مربوط به بدنه‌های مقاوم در برابر آتش و گلند کابل‌ها در این مورد آسیب‌پذیر بوده و وسایلی در این رده باید هم قبل و هم در دوران انبارداری دقیقاً بازدید شوند.

دستگاه‌ها و وسایل الکتریکی باید روی یک طبقه بالاتر از سطح زمین قرار گرفته و در فضای آزاد، به‌طور کامل پوشیده شوند تا اطمینان حاصل شود که حفاظت در مقابل هوای محلی، محیط و غیره به‌ویژه باران، برف و گردوخاک حسب مورد به‌طور مطلوبی تأمین شده است. هرگونه مغایرت و/یا خسارت وارده بلافاصله باید به کارفرما یا نماینده وی اطلاع داده شود.

1- Inverter
2- Soft starter

# پیوست الف
# (الزامی)
# فواصل سیم و کابل، حداقل حجم جعبه و پنل[1] برق

**یادآوری**- موارد این پیوست از به Article 312 استاندارد NFPA 70 و دفترچه راهنمای آن اقتباس شده است در صورت نیاز به اطلاعات تکمیلی به آنها مراجعه شود.

## الف-۱ حداقل فاصله پایانه و حفاظ پایانه[2] از دیواره مقابل برای تابلو، پنل و جعبه برق

حداقل فاصله مجاز حفاظ پایانه از دیواره مقابل تابلو، پنل یا جعبه برق برای خمش سیم که در شکل الف-۱ با حرف (G) نشان داده شده باید مطابق جدول الف - ۱ باشد.

**جدول الف - ۱- حداقل فاصله حفاظ پایانه *(G)* برای خمش سیم**

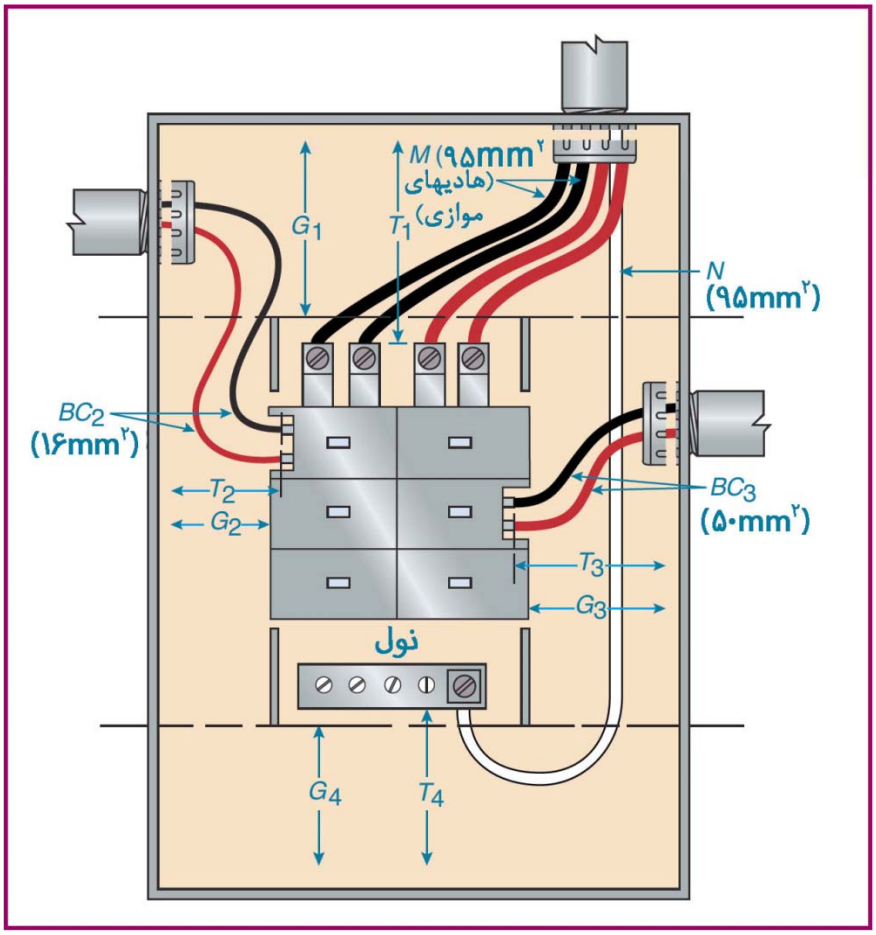
| ردیف | سطح مقطع هر هادی از جنس مس | تعداد سیم‌های متصل به هر پایانه | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
| | $mm^2$ | حداقل فاصله حفاظ پایانه از دیواره mm | | | | |
| ۱ | ۱۰ | ۳۸/۱ | - | - | - | - |
| ۲ | ۱۶ | ۳۸/۱ | - | - | - | - |
| ۳ | ۲۵ | ۵۰/۸ | - | - | - | - |
| ۴ | ۳۵ | ۶۳/۵ | - | - | - | - |
| ۵ | ۵۰ | ۸۸/۹ | ۱۲۷ | ۱۷۸ | - | - |
| ۶ | ۷۰ | ۸۸/۹ | ۱۲۷ | ۱۷۸ | - | - |
| ۷ | ۹۵ | ۱۰۲ | ۱۵۲ | ۲۰۳ | - | - |
| ۸ | ۱۲۰ | ۱۱۴ | ۱۵۲ | ۲۰۳ | ۲۵۴ | - |
| ۹ | ۱۵۰ | ۱۲۷ | ۲۰۳ | ۲۵۴ | ۳۰۵ | - |
| ۱۰ | ۱۸۵ | ۱۲۷ | ۲۰۳ | ۲۵۴ | ۳۰۵ | - |
| ۱۱ | ۲۴۰ | ۱۵۲ | ۲۰۳ | ۲۵۴ | ۳۰۵ | ۳۵۶ |
| ۱۲ | ۳۰۰ | ۲۰۳ | ۲۵۴ | ۳۰۵ | ۳۵۶ | ۴۰۶ |
| ۱۳ | ۴۰۰ | ۲۰۳ | ۳۰۵ | ۳۵۶ | ۴۰۶ | ۴۵۷ |
| ۱۴ | ۵۰۰ | ۲۵۴ | - | - | - | - |

1- Electric Panel
2 - Gutter

حداقل فاصله مجاز پایانه از دیواره مقابل تابلو، پنل یا جعبه برق که در شکل الف- ۱ با حرف (T) نشان داده شده باید مطابق باشد.

**جدول الف-۲- حداقل فاصله پایانه (T) تا دیواره مقابل تابلو با توجه به سطح مقطع هادی**

| ردیف | سطح مقطع هر هادی از جنس مس $mm^2$ | تعداد سیم‌های متصل به هر پایانه | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ و بیشتر |
| | | حداقل فاصله پایانه از دیواره mm | | | |
| ۱ | ۱۰ | ۳۸٫۱ | - | - | - |
| ۲ | ۱۶ | ۵۰٫۸ | - | - | - |
| ۳ | ۲۵ | ۷۶٫۲ | - | - | - |
| ۴ | ۳۵ | ۸۸٫۹ | - | - | - |
| ۵ | ۵۰ | ۱۴۰ | ۱۴۰ | ۱۷۸ | - |
| ۶ | ۷۰ | ۱۵۲ | ۱۵۲ | ۱۹۰ | - |
| ۷ | ۹۵ | ۱۶۵ | ۱۶۵ | ۲۰۳ | - |
| ۸ | ۱۲۰ | ۲۱۶ | ۲۲۹ | ۲۵۴ | ۲۵۴ |
| ۹ | ۱۵۰ | ۲۵۴ | ۲۵۴ | ۲۷۹ | ۳۰۵ |
| ۱۰ | ۱۸۵ | ۳۰۵ | ۳۰۵ | ۳۳۰ | ۳۵۶ |
| ۱۱ | ۲۴۰ | ۳۵۶ | ۳۵۶ | ۳۸۱ | ۴۰۶ |
| ۱۲ | ۳۰۰ | ۳۸۱ | ۴۰۶ | ۴۵۷ | ۴۸۳ |
| ۱۳ | ۴۰۰ | ۴۵۷ | ۵۰۸ | ۵۵۹ | ۶۱۰ |
| ۱۴ | ۵۰۰ | ۵۰۸ | - | - | - |




**راهنما:**

$G_1$ برای هادی‌های M با فرض سطح مقطع $۹۵\ mm^2$ از جدول الف - ۱ با توجه به دو هادی موازی برابر با ۱۵۲ mm تعیین می‌شود.

$T_1$ برای هادی‌های M با فرض سطح مقطع $۹۵\ mm^2$ از جدول الف-۲ با توجه به دو هادی موازی برابر با ۱۹۰ mm تعیین می‌شود.

$G_2$ برای هادی‌های $BC_2$ با فرض سطح مقطع $۱۶\ mm^2$ از جدول الف - ۱ برابر ۳۸٫۱ mm تعیین می‌شود.

$T_2$ برای هادی‌های $BC_2$ با فرض سطح مقطع $۱۶\ mm^2$ از جدول الف-۲ برابر با ۵۰٫۸ mm تعیین می‌شود.

$G_3$ برای هادی‌های $BC_3$ با فرض سطح مقطع $۵۰\ mm^2$ از جدول الف - ۱ برابر با ۸۸٫۹ mm تعیین می‌شود.

$T_3$ برای هادی‌های $BC_3$ با فرض سطح مقطع $۵۰\ mm^2$ از جدول الف-۲ برابر با ۱۴۰ mm تعیین می‌شود.

$G_4$ برای هادی N (نول) با فرض سطح مقطع $۹۵\ mm^2$ از جدول الف - ۱ برابر با ۱۰۲ mm تعیین می‌شود.

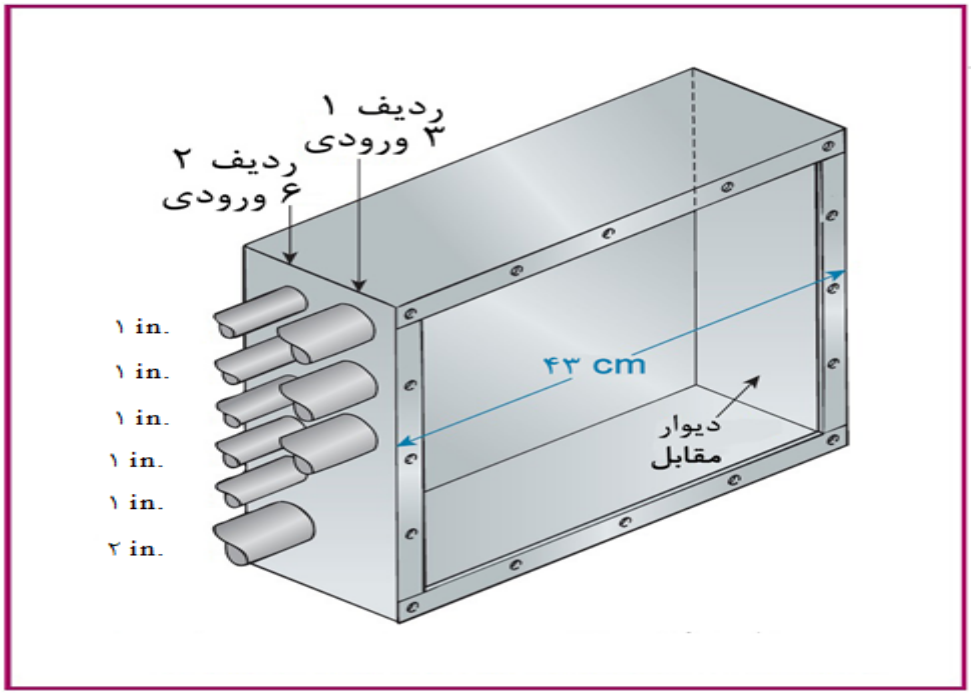
$T_4$ برای هادی N (نول) با فرض سطح مقطع $۹۵\ mm^2$ از جدول الف - ۱ برابر با ۱۶۵ mm تعیین می‌شود.

**شکل الف- ۱ - فواصل قرارگیری حفاظ پایانه و پایانه از دیواره تابلو**

**الف-۲ حداقل ابعاد جعبه برق برای کشش سیم (کابل)[1]**

**الف-۲-۱** حداقل ابعاد جعبه برق برای کشش سیم (کابل) با سطح مقطع $۲۵\ mm^2$ و بزرگ‌تر، درصورتی‌که سیم (کابل) به‌صورت مستقیم از جعبه عبور کند به‌اندازه هشت برابر قطر بزرگ‌ترین رزوه متصل به جعبه است.

**الف-۲-۲** حداقل ابعاد جعبه برق برای کشش سیم (کابل)، درصورتی‌که سیم (کابل) به‌صورت زاویه‌دار یا رفت‌وبرگشت U شکل از جعبه عبور کند به‌اندازه شش برابر قطر بزرگ‌ترین لوله متصل به جعبه در آن ردیف است که به این مقدار باید اندازه لوله‌های متصل به جعبه در آن ردیف اضافه شود. شعاع خمش در داخل جعبه باید مطابق زیربند ۷-۱-۵ رعایت شود.




**راهنما:**

- (شش برابر بزرگترین رزوه مسیر ورودی به جعبه) ۶× ۲ in. =۱۲ in.
- (مجموع قطر ورودی‌های دیگر جعبه، فقط برای ردیف ۲) ۱۲ in. + ۵ in. =۱۷ in.
- (حداقل فاصله هر ورودی به جعبه از دیوار مقابل جعبه) ۱۷ in. =۴۳ cm

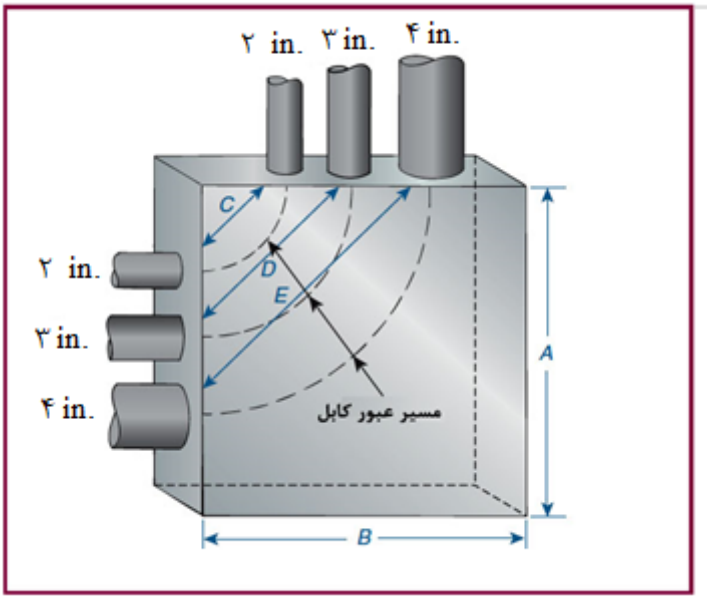
۱ in. =۲٫۵۴ cm

**شکل الف-۲- نمونه محاسبات ابعاد جعبه برای کشش‌های کابل به‌صورت رفت‌وبرگشت *(U)*، یا کشش‌های با زاویه**

1 - NFPA 70 - Article 314

**الف-۲-۳** ابعاد جعبه وقتی‌که همان کابل ورودی با زاویه از جعبه خارج شود

حداقل ابعاد جعبه برق برای کشش سیم (کابل)، درصورتی‌که سیم (کابل) به‌صورت زاویه‌دار از جعبه عبور کند به‌اندازه شش برابر قطر بزرگ‌ترین لوله متصل به جعبه در آن ردیف است که به این مقدار باید اندازه لوله‌های متصل به جعبه در آن ردیف اضافه شود. شعاع خمش در داخل جعبه باید مطابق زیربند ۷-۱-۵ رعایت شود. حداقل فاصله بین لوله ورودی و لوله خروجی باید شش برابر قطر لوله باشد؛ که برای مثال در شکل الف-۲-۴ حداقل حجم جعبه با توجه به سطح مقطع هادی‌های موجود در داخل جعبه، هادی‌های ورودی و هادی‌های خروجی با حروف C، D و E نمایش داده شده است.




**راهنما:**

- A= (۶× ۴ in.) + ۲ in.+ ۳ in. =۲۹ in. (حداقل)
- B= (۶× ۴ in.) + ۲ in.+ ۲ in. =۲۸ in. (حداقل)
- C= (۶× ۳ in.) =۱۸ in. ((حداقل فاصله لازم بین ورودی وخروجی جعبه برای همان سیم (کابل))
- E= (۶× ۴ in.) =۲۴ in. ((حداقل فاصله لازم بین ورودی وخروجی جعبه برای همان سیم (کابل))

۱ in. =۲٫۵۴ cm

**شکل الف-۳- درصورتی‌که همان کابل ورودی با زاویه از جعبه خارج شود حداقل فواصل باید مطابق شکل فوق باشد.**

**الف-۲-۴** حداقل حجم جعبه با توجه به سطح مقطع هادی‌های موجود در داخل جعبه، هادی‌های ورودی و هادی‌های خروجی

**جدول الف - ۳ حداقل حجم موردنیاز هر سیم در داخل جعبه[1]**

| سطح مقطع سیم $mm^2$ | فضای خالی در داخل جعبه برای هر سیم $cm^3$ |
|---|---|
| ۰/۷۵ | ۲۴/۶ |
| ۱/۵ | ۲۸/۷ |
| ۲/۵ | ۳۲/۸ |
| ۴ | ۳۶/۹ |
| ۶ | ۴۱/۰ |
| ۱۰ | ۴۹/۲ |
| ۱۶ | ۸۱/۹ |

**یادآوری**- این مورد شامل جعبه پایانه الکتروموتورها و ژنراتورها نمی‌شود.

خلاصه مواردی که در هنگام محاسبه ابعاد جعبه باید در نظر گرفت:

الف- هر سیمی که از بیرون جعبه به داخل آن وارد می‌شود یک مرتبه در نظر گرفته می‌شود؛

ب- هر سیمی که طول آن کمتر از mm ۳۰۰ باشد و از جعبه عبور کند و در داخل جعبه ترمینال یا انشعاب‌گیری نشود، یکی درنظر گرفته می‌شوند؛

پ- هر سیم عبوری از جعبه که در داخل جعبه ترمینال یا انشعاب‌گیری نشود با طول بیش از mm ۳۰۰ و در داخل جعبه حلقه شود دو مرتبه درنظر گرفته می‌شوند؛

ت- هر سیمی که در داخل جعبه انشعاب گیری شود و از جعبه خارج نشود در محاسبه ابعاد جعبه درنظر گرفته نمی‌شود؛

ث- سیم خود تجهیزات در داخل جعبه قرار دارند درنظر گرفته نمی‌شود؛

ج- بست‌های نگهدارنده کابل‌های داخلی جعبه، به ازای بزرگ‌ترین کابل بست شده یک مرتبه درنظرگرفته می‌شوند؛

---

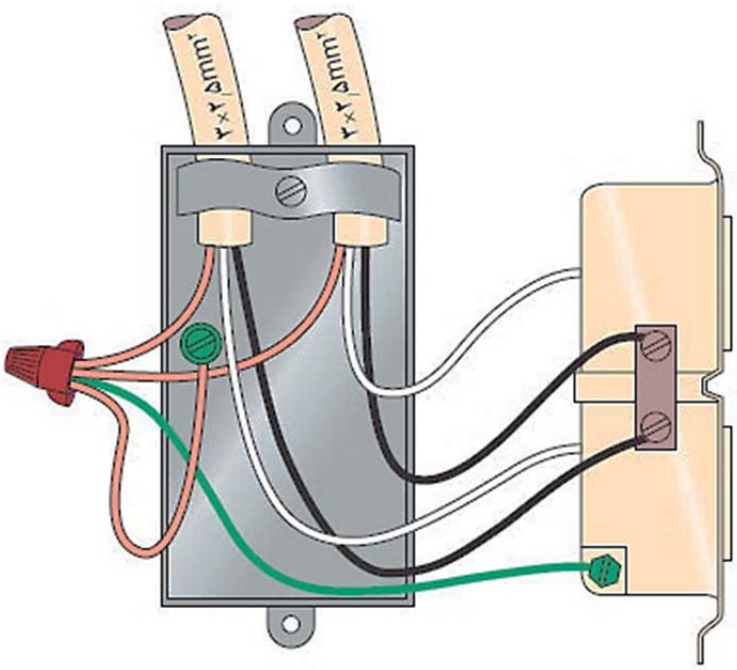
۱- اندازه سیم در NFPA 70 برحسب AWG داده است که بر اساس استاندارد IEC 61439-5 مندرج در کتاب‌نامه[۶] به میلی‌متر مربع تبدیل‌شده است

چ- به‌ازای هر نگهدارنده چراغ باید یکی به‌ازای بزرگ‌ترین اندازه سیم داخل جعبه در نظر گرفته شود؛

ح- برای هر تجهیز بر اساس دو برابر بزرگ‌ترین سطح مقطع سیم متصل به تجهیز باید در نظرگرفت؛

خ- به ازای سیم زمین یا سیم همبندی تجهیز داخل جعبه باید یک به ازای بزرگ‌ترین اندازه سیم زمین‌کردن یا اندازه سیم همبندی هرکدام که بزرگ‌تر بود درنظر گرفته می‌شوند؛

د- برای توضیحات بیشتر به Article 314 استاندارد NFPA 70 مراجعه شود.




**شکل الف-۴- یک جعبه دارای بست نگهدارنده کابل و یک تجهیز با دو کابل ورودی مشابه**

**مثال ۱ : تعیین حجم جعبه‌ای که دارای بست نگهدارنده کابل، یک تجهیز، دو کابل ورودی مشابه است:**

- چهار عدد سیم برق با سطح مقطع ۲٫۵ $mm^2$ که طبق جدول الف-۳ برابر با ۳۲٫۸ $cm^3$ ×۴=۱۳۱٫۲ $cm^3$ محاسبه می‌شود..
- بست نگهدارنده (سیم /کابل) به تعداد یک که برای سطح مقطع ۲٫۵ $mm^2$ که مطابق جدول الف-۳ برابر با ۳۲٫۸ ×۱=۳۲٫۸ $cm^3$ محاسبه می‌شود..
- یک تجهیز به ازای سطح مقطع ۲٫۵ $mm^2$ که دو برابر بزرگ‌ترین اندازه سیم متصل به آن برابر با ۳۲٫۸ $cm^3$ ×۲=۶۵٫۶ $cm^3$ محاسبه می‌شود..
- به ازای تمام سیم‌های زمین سطح مقطع ۲٫۵ $mm^2$ که طبق جدول الف-۳ برابر با ۳۲٫۸ $cm^3$ ×۱=۳۲٫۸ $cm^3$ محاسبه می‌شود.
- حداقل حجم جعبه برابر با ۲۶۲٫۴ $cm^3$= ۳۲٫۸ $cm^3$+۶۵٫۶ $cm^3$+۳۲٫۸ $cm^3$+۱۳۱٫۲ $cm^3$ محاسبه می‌شود.

**مثال ۲: تعیین جعبه‌ای که دارای دو بست نگهدارنده، دو تجهیز، سه ورودی با اندازه‌های مختلف و دارای دو سیم زمین ورودی غیر یکسان است:**

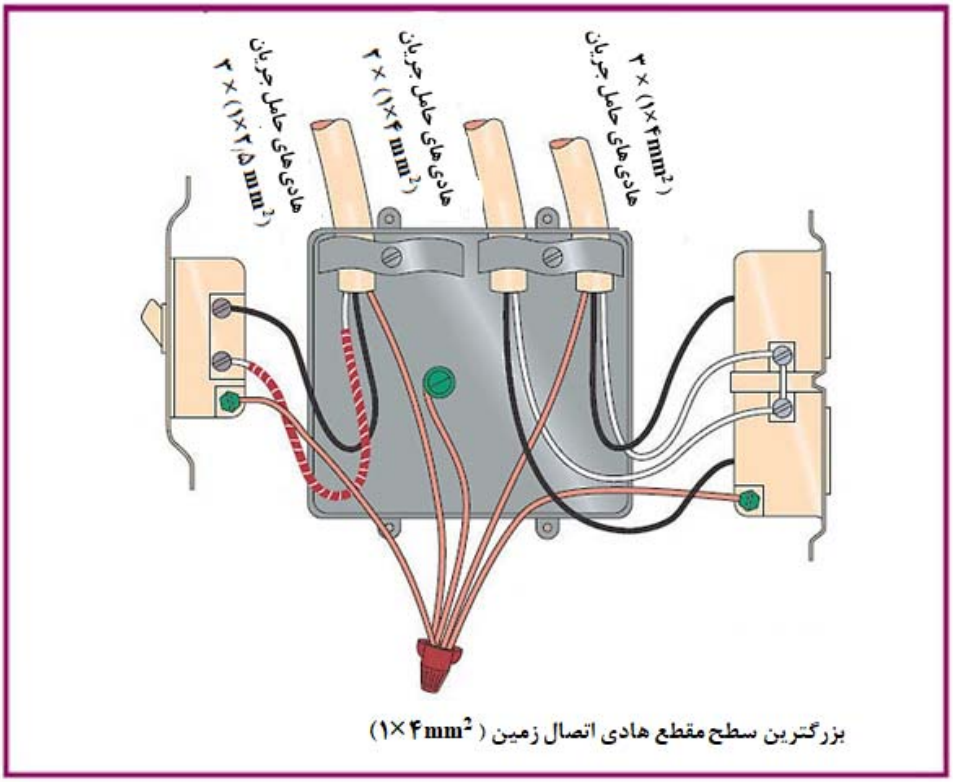
- دو عدد هادی برق، با سطح مقطع ۲٫۵ $mm^2$ برابر با ۲× ۳۲٫۸ $cm^3$=۶۵٫۶ $cm^3$ محاسبه می‌شود..
- چهار عدد هادی برق، با سطح مقطع ۴ $mm^2$ برابر با ۴× ۳۶٫۹ $cm^3$=۱۴۷٫۶ $cm^3$ محاسبه می‌شود..

۱- دو عدد بست که به ازای بزرگ‌ترین اندازه سیم، یک مرتبه برابر با ۱× ۳۶٫۹ $cm^3$=۳۶٫۹ $cm^3$ محاسبه می‌شود.

- به یک تجهیز سیم برق با سطح مقطع ۲٫۵ $mm^2$ متصل شده برابر با ۱× ۳۲٫۸ $cm^3$=۳۲٫۸ $cm^3$ محاسبه می‌شود.
- به یک تجهیز سیم برق با سطح مقطع ۴ $mm^2$ متصل شده که می‌شود ۱× ۳۶٫۹ $cm^3$=۳۶٫۹ $cm^3$ محاسبه می‌شود.

۲- به ازای تمام سیم‌های زمین، بزرگ‌ترین اندازه سیم زمین لحاظ می‌شود که می‌شود ۱× ۳۶٫۹ $cm^3$=۳۶٫۹ $cm^3$ محاسبه می‌شود.

- حداقل حجم جعبه برابر است با ۳۵۶٫۹ $cm^3$= ۳۶٫۹ $cm^3$ + ۳۶٫۹ $cm^3$ + ۳۲٫۸ $cm^3$ + ۳۶٫۹ $cm^3$ + ۱۴۷٫۶ $cm^3$ + ۶۵٫۶$cm^3$ محاسبه می‌شود.




**شکل الف-۵- جعبه دارای دو بست نگهدارنده، دو تجهیز، دارای دو سیم زمین ورودی غیر یکسان**

### الف-۳ جعبه بین‌راهی

برای هادی‌هایی با سطح مقطع ۱۶ $mm^2$ و کوچک‌تر، سطح مقطع جعبه بین راهی متصل به لوله نباید از دو برابر سطح مقطع، بزرگ‌ترین لوله قابل اتصال به جعبه کوچک‌تر باشد.


**شکل الف-۵- جعبه بین راهی متصل به لوله**

# پیوست ب

## (الزامی)

## نقشه‌های مربوط به نصب کابل‌های قدرت و کنترل

### فهرست نقشه ها

| ویرایش | تعداد صفحه | شرح | شماره نقشه |
|---|---|---|---|
| | 1 | فهرست جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت | IPS-D-EL-200 |
| | 2 | جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت الکتروموتورهای با ولتاژ نامی کمتر از ۱۰۰۰ ولت با نصب افقی | IPS-D-EL-201 |
| | 2 | جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت الکتروموتورهای با ولتاژ نامی بیشتر از ۱۰۰۰ ولت با نصب عمودی | IPS-D-EL-202 |
| | 1 | جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت ــ الکتروموتورهای شیر برقی مربوط به مخازن | IPS-D-EL-203 |
| | 1 | جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت ــ سوکت | IPS-D-EL-204 |
| | 1 | جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت ــ کاندوئیت‌های محافظ کابل که از زمین بیرون می آیند | IPS-D-EL-205 |
| | 1 | جزئیات نصب سیستم قدرت ــ سربندی کابل الکتروموتور | IPS-D-EL-206 |
| | 1 | جزئیات نصب نوعی سیستم قدرتی ــ پلاک شناسایی کابل و محل نصب آن | IPS-D-EL-207 |
| | 1 | جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت ــ نشانه مسیر کابل و محل نصب آن | IPS-D-EL-208 |
| | 1 | جزئیات نصب نوعی سیستم قدرتی ــ مجاری کابل در تقاطع با جاده | IPS-D-EL-209 |
| | 7 | جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت ــ کابلهای زیر زمینی برق (ترانشه کابل برق) | IPS-D-EL-210 |
| | 2 | جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت ــ نگهدارنده کابل و کاندوئیت | IPS-D-EL-211 |
| | | | |
| | 1 | جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت ــ ایستگاه کنترل چندتایی (الکتروموتور) | IPS-D-EL-213 |
| | | | |
| | 1 | جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت ــ اتاق کابل | IPS-D-EL-215 |
| | 1 | جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت ــ نگهدارنده ایستگاه کنترل | IPS-D-EL-216 |
| | 1 | جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت ــ نصب نگهدارنده ایستگاه کنترل | IPS-D-EL-217 |
| | 1 | جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت ــ جدول انتخاب کاندوئیت | IPS-D-EL-218 |
| | 1 | جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت ــ جدول انتخاب گلند کابل | IPS-D-EL-219 |
| | | | |
| | | | |

یادآوری

| | | |
|---|---|---|
| C | | |
| B | | |
| A | به روز رسانی | 1402/07/22 |
| ویرایش | شرح | تاریخ |

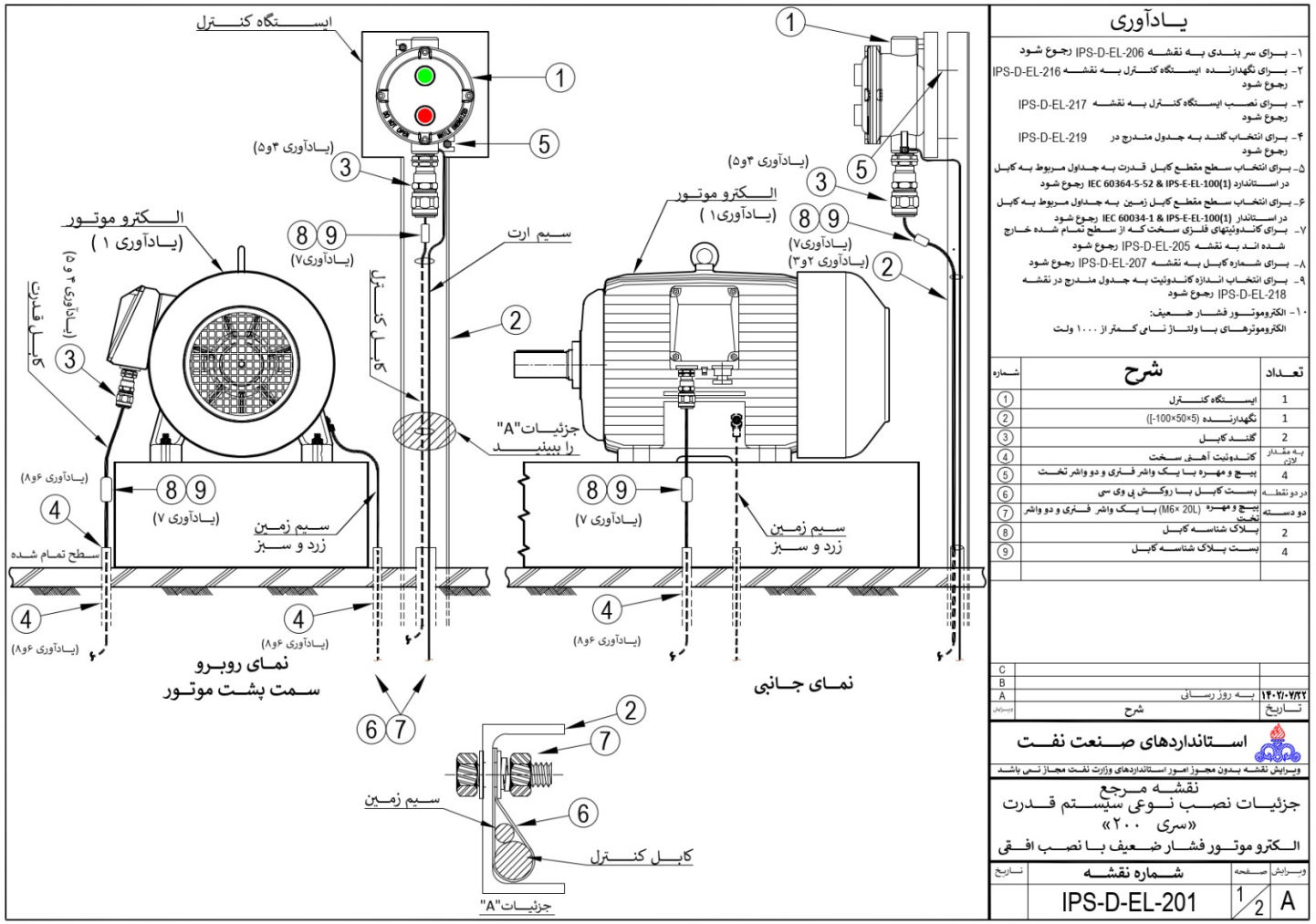
استانداردهای صنعت نفت

ویرایش نقشه بدون مجوز امور استانداردهای وزارت نفت مجاز نمی باشد

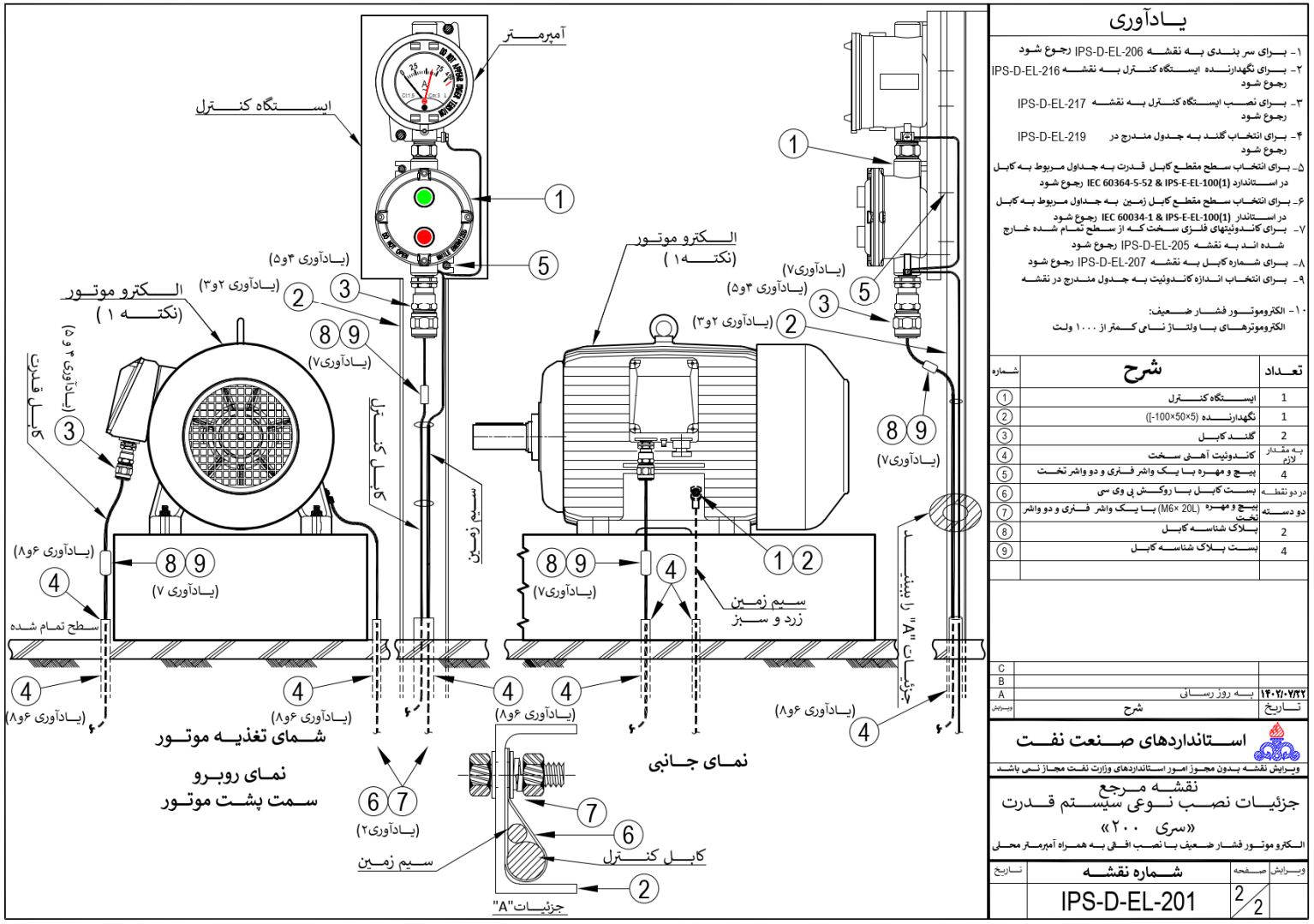
نقشه مرجع
جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت
«سری ۲۰۰»
فهرست

| ویرایش | صفحه | شماره نقشه | تاریخ |
|---|---|---|---|
| A | 1/1 | IPS-D-EL-200 | |

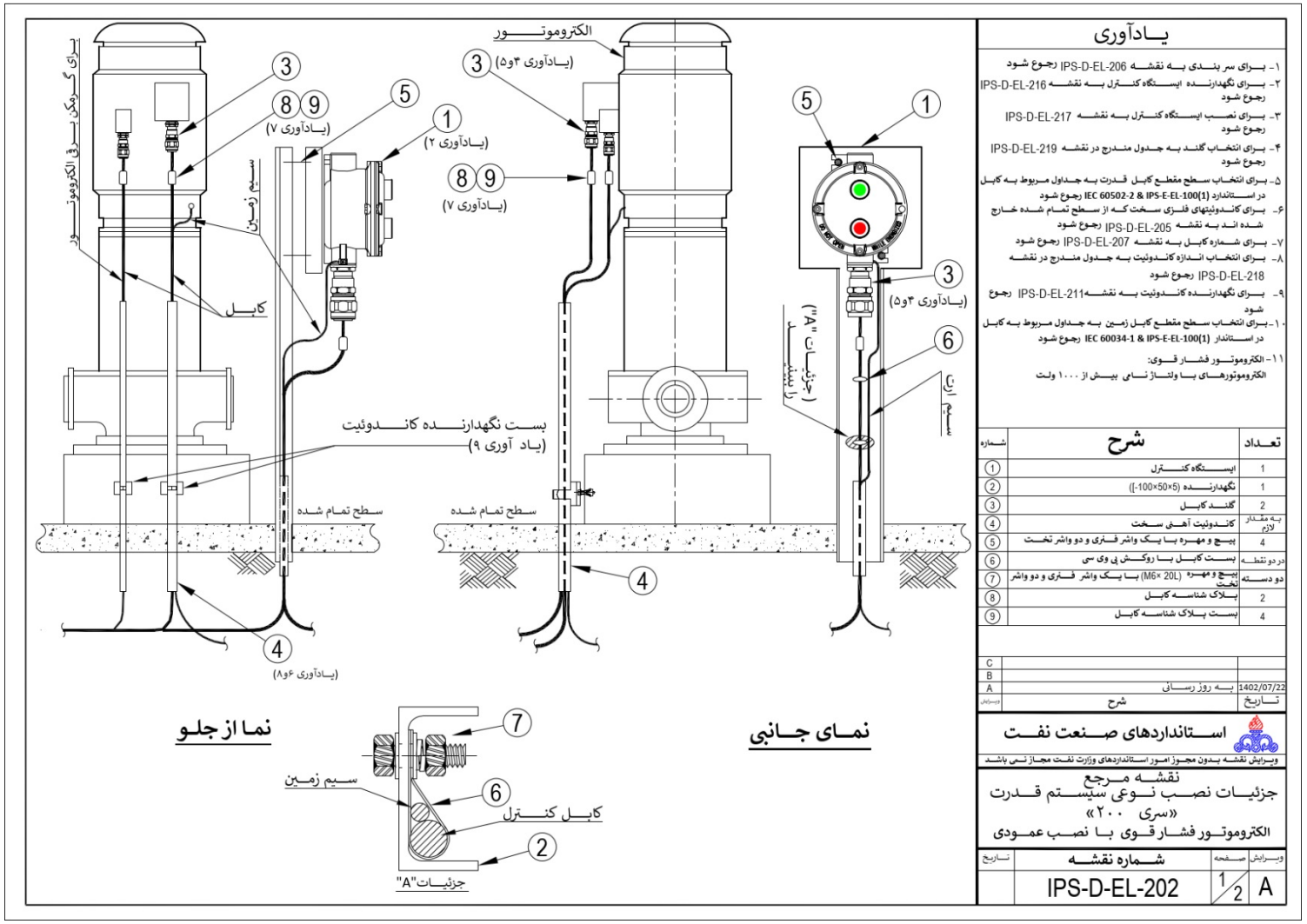
**شکل ب-۱- فهرست نقشه‌های مربوط به نصب سیستم قدرت و کنترل**



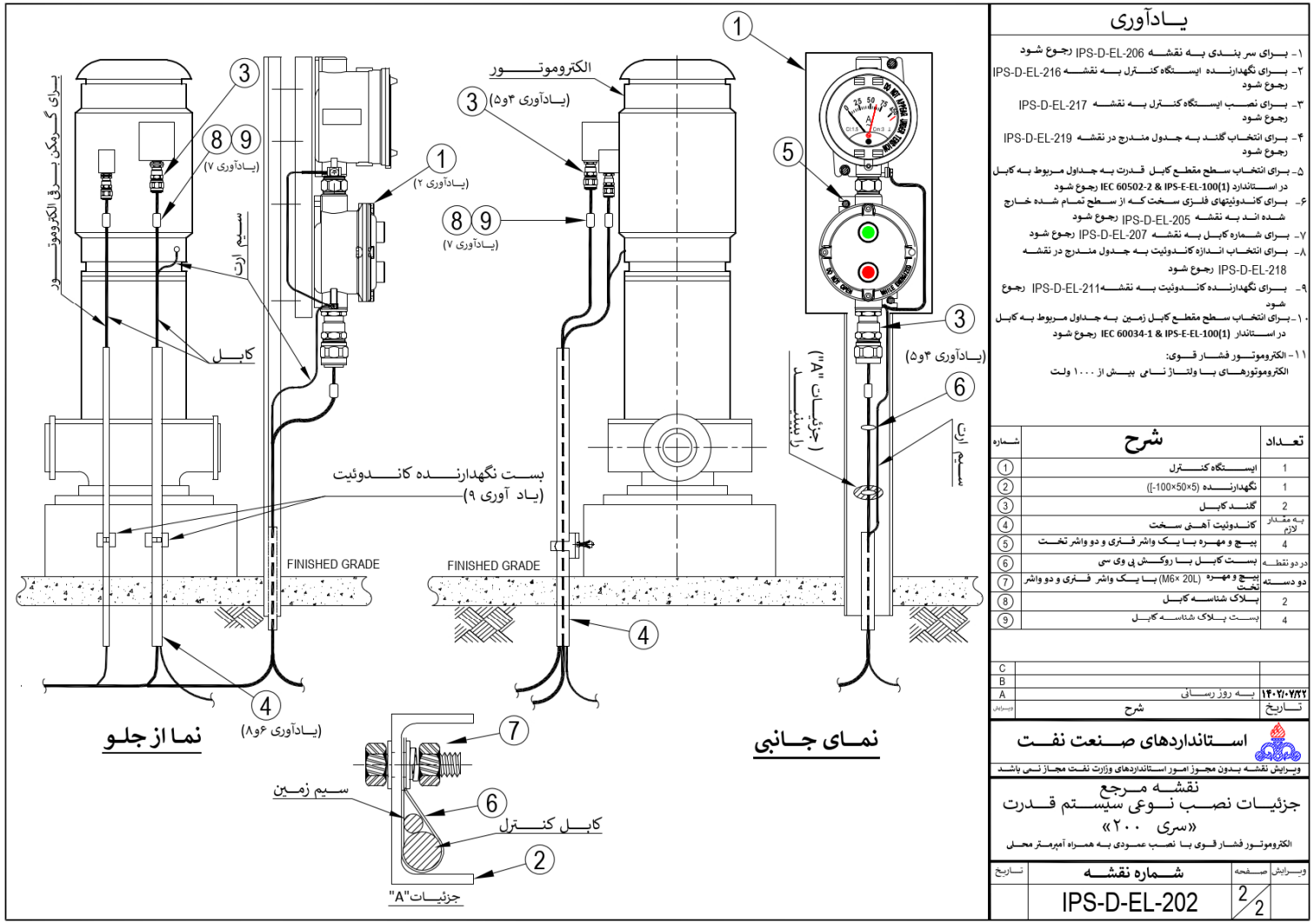

**شکل ب-۲- جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت و کنترل ایستگاه محلی برای الکتروموتورهای LV (۱ از ۲)**



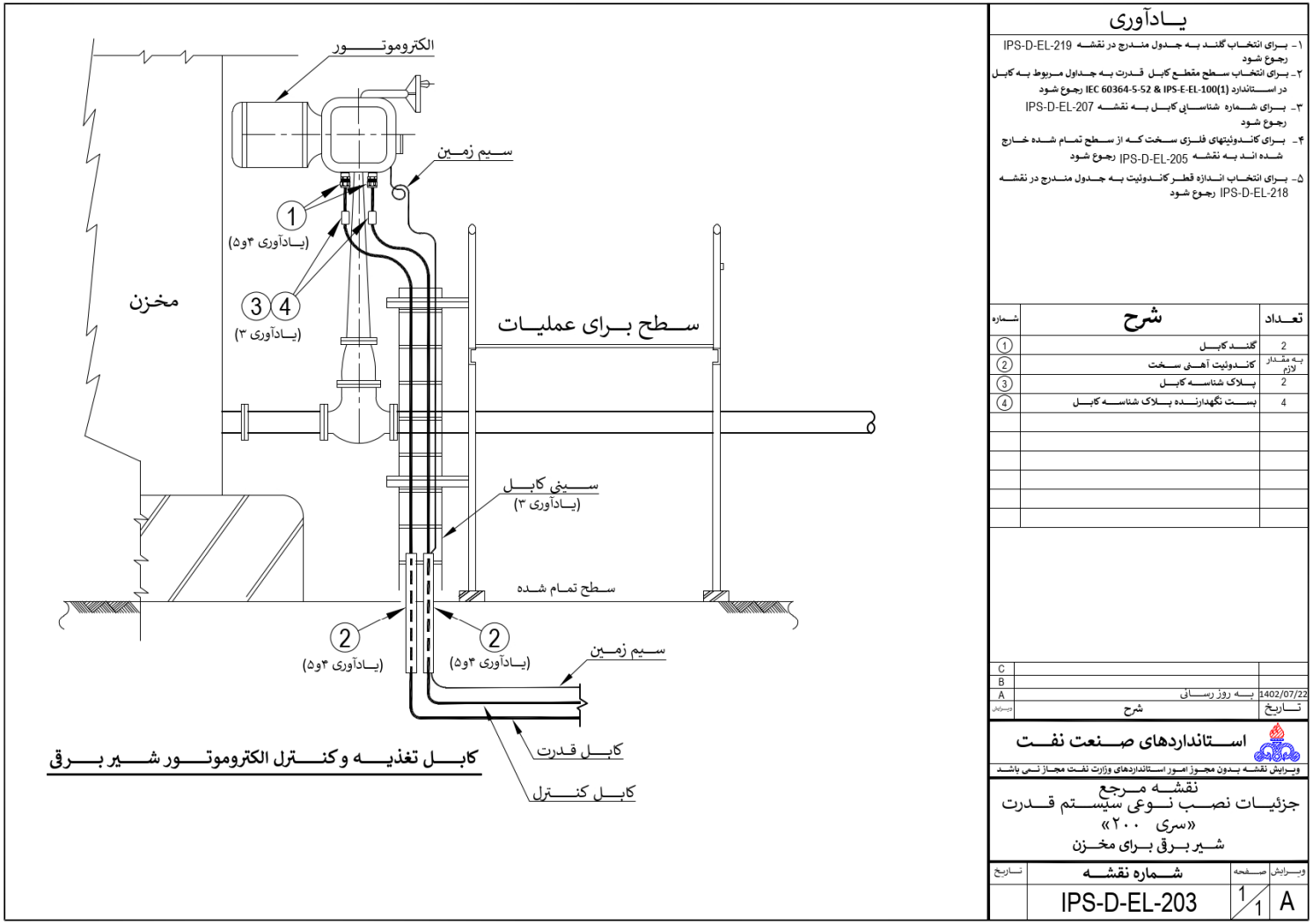

**شکل ب-۲ - جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت و کنترل ایستگاه محلی، مجهز به آمپرمتر برای الکتروموتورهای *LV* (۲ از ۲)**



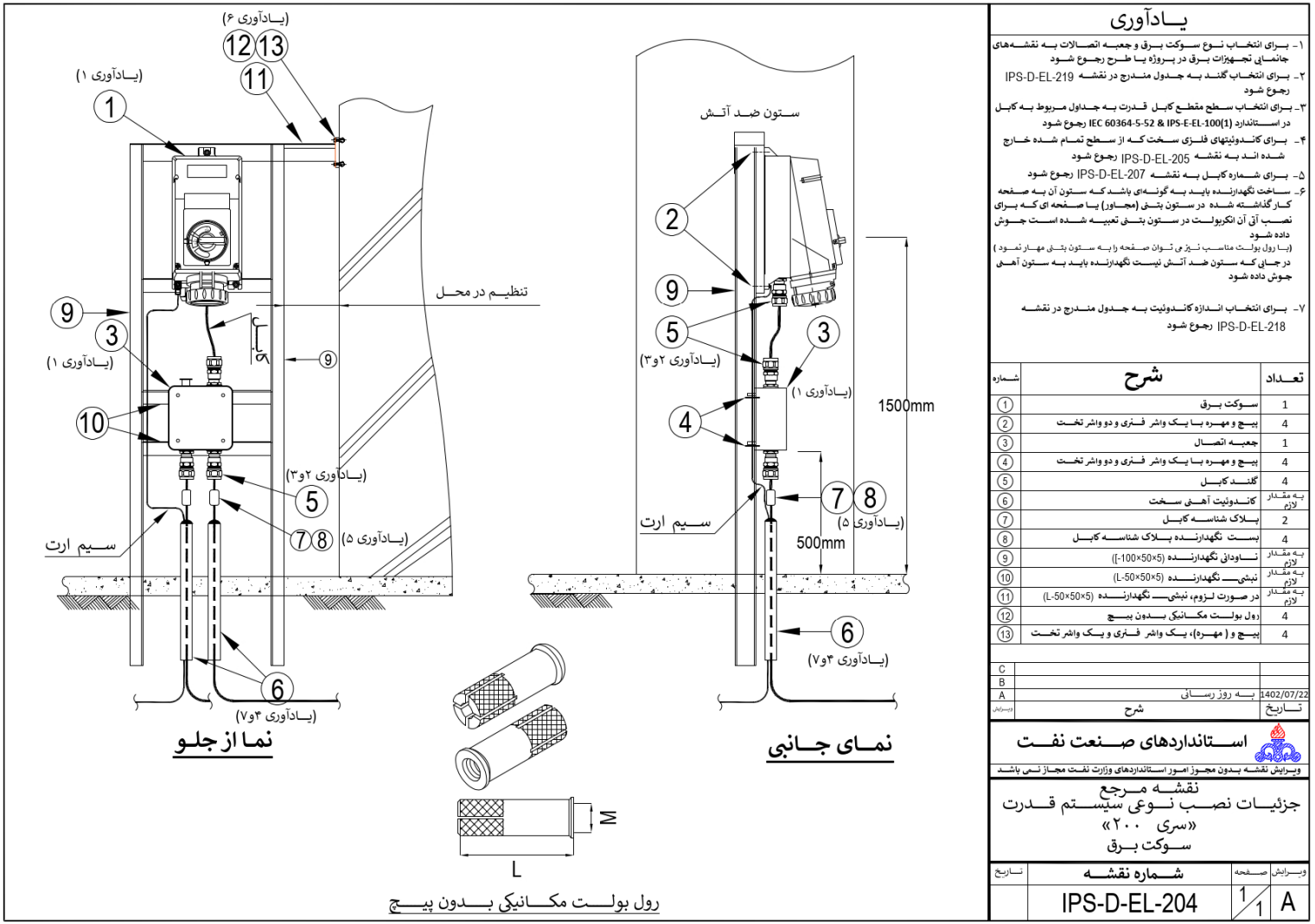

**شکل ب-۳- جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت و کنترل ایستگاه محلی، برای الکتروموتورهای MV با نصب عمودی(۱ از ۲)**



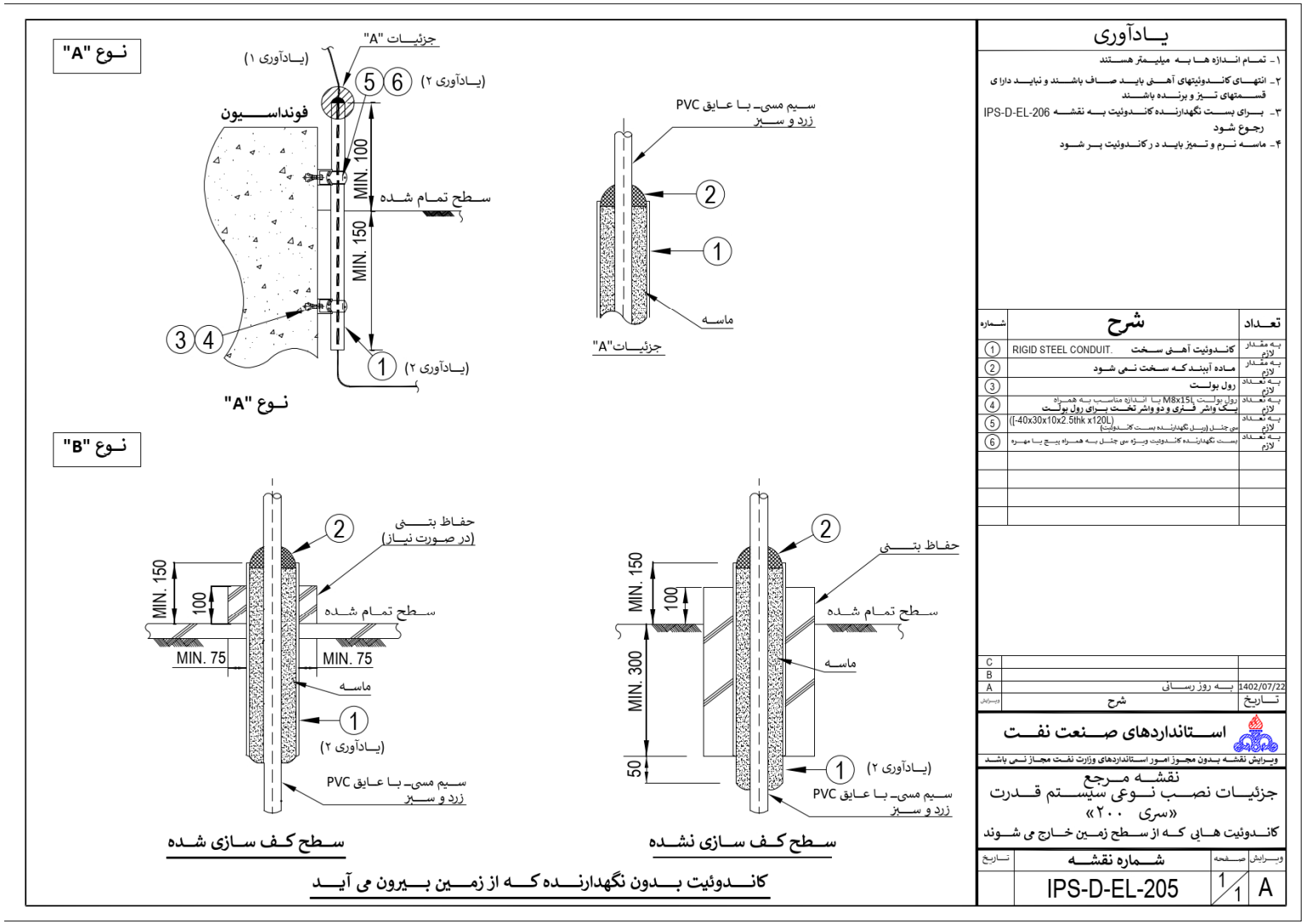

**شکل ب-۳ - جزئیات نصب سیستم نوعی قدرت و کنترل ایستگاه محلی، مجهز به آمپرمتر برای الکتروموتورهای MV با نصب عمودی(۲ از ۲)**



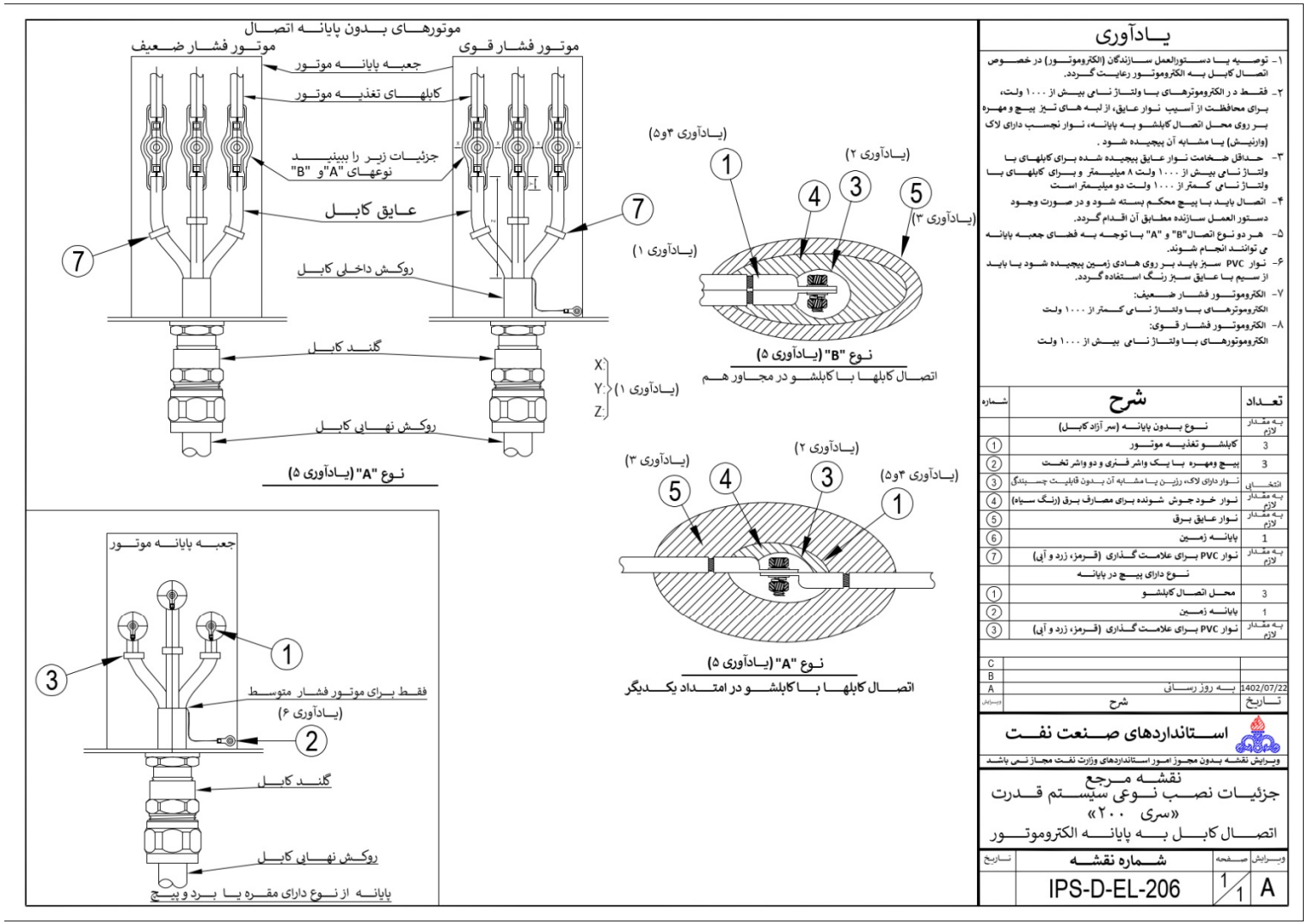

**شکل ب-۴- جزئیات نصب نوعی کابل‌های قدرت و کنترل شیر برقی موتوردار (MOV)**



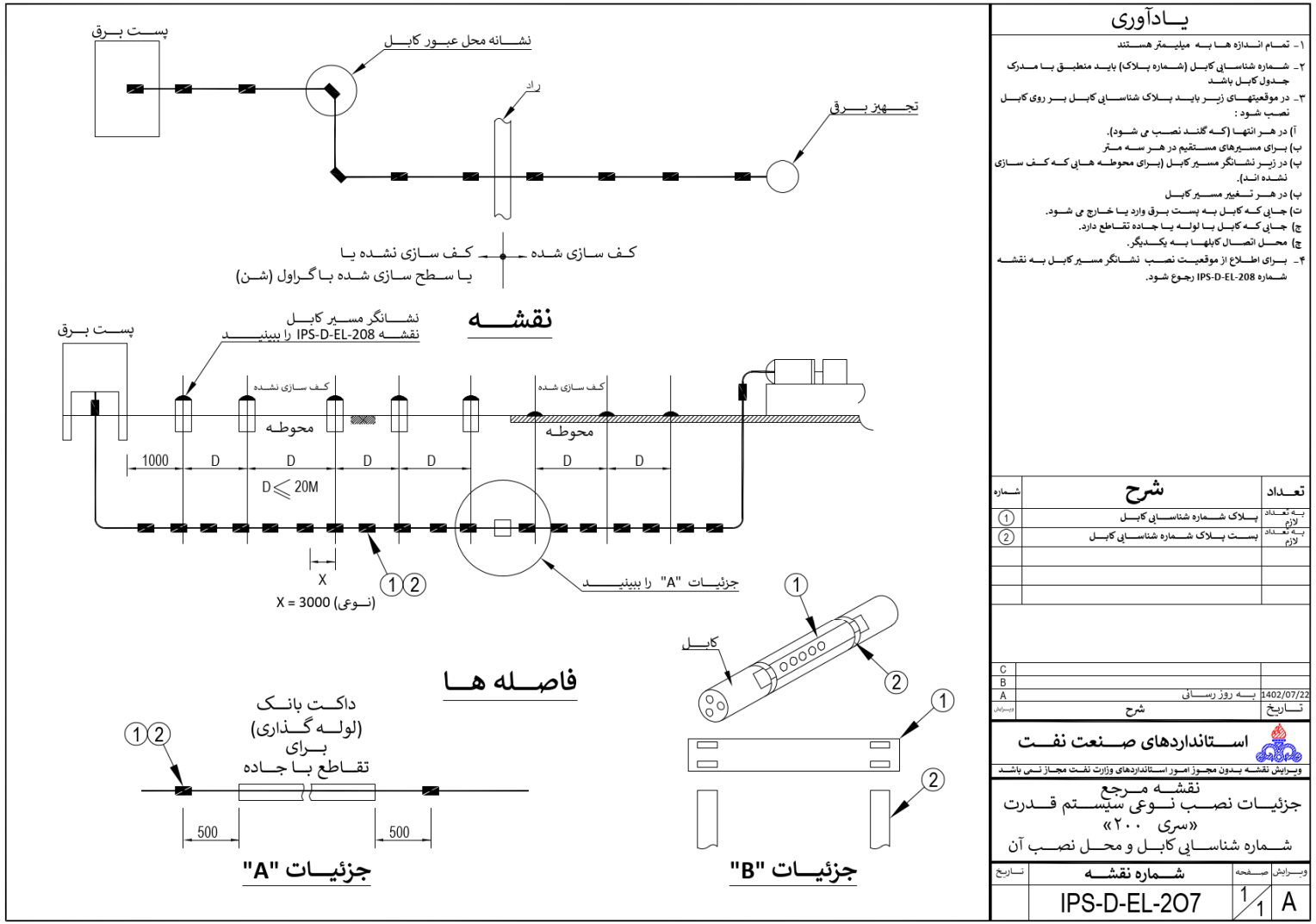

**شکل ب-۵ - جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت سوکت (پریز صنعتی)**



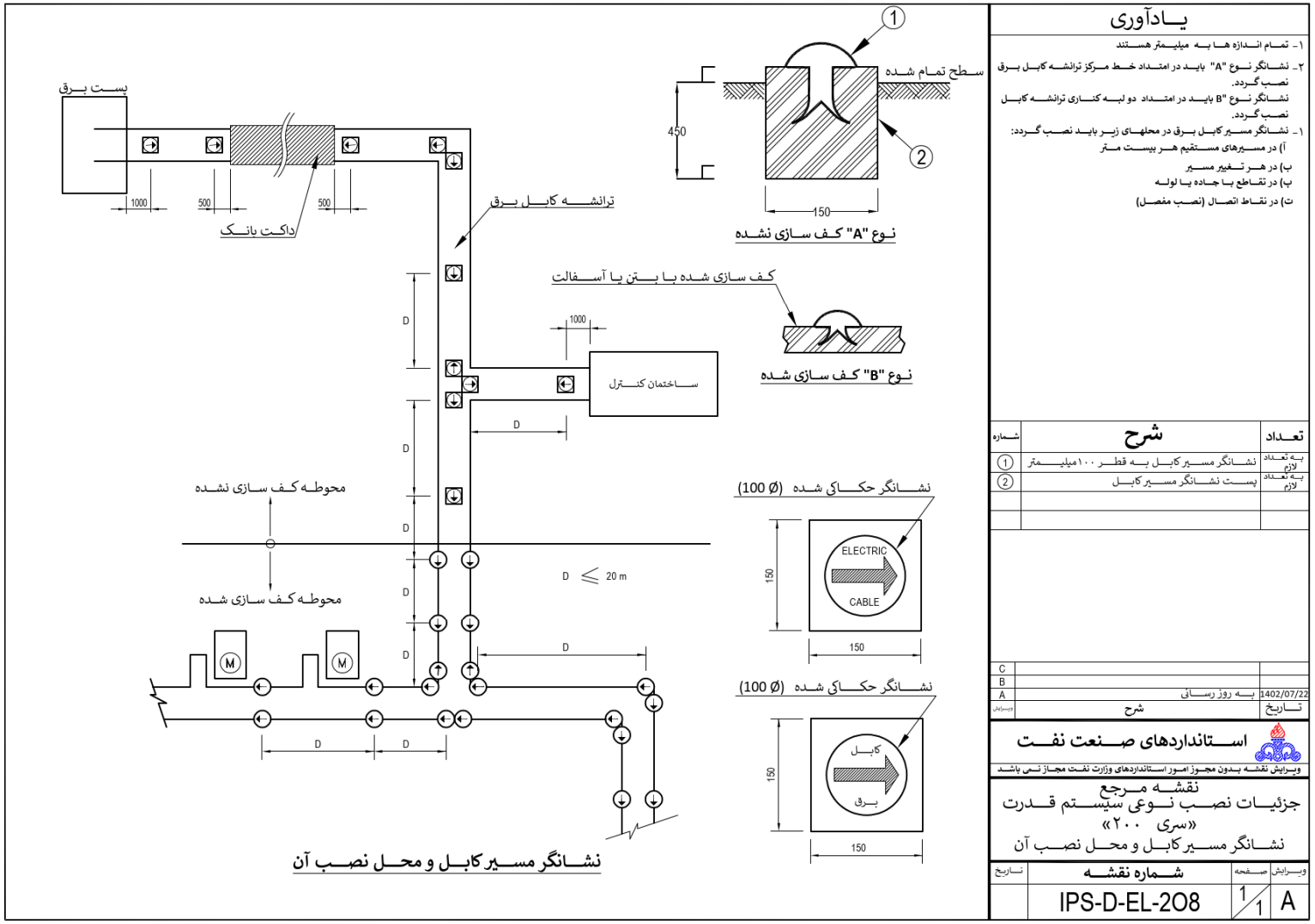

**شکل ب-۶- جزئیات نصب نوعی کابل و لوله برق**



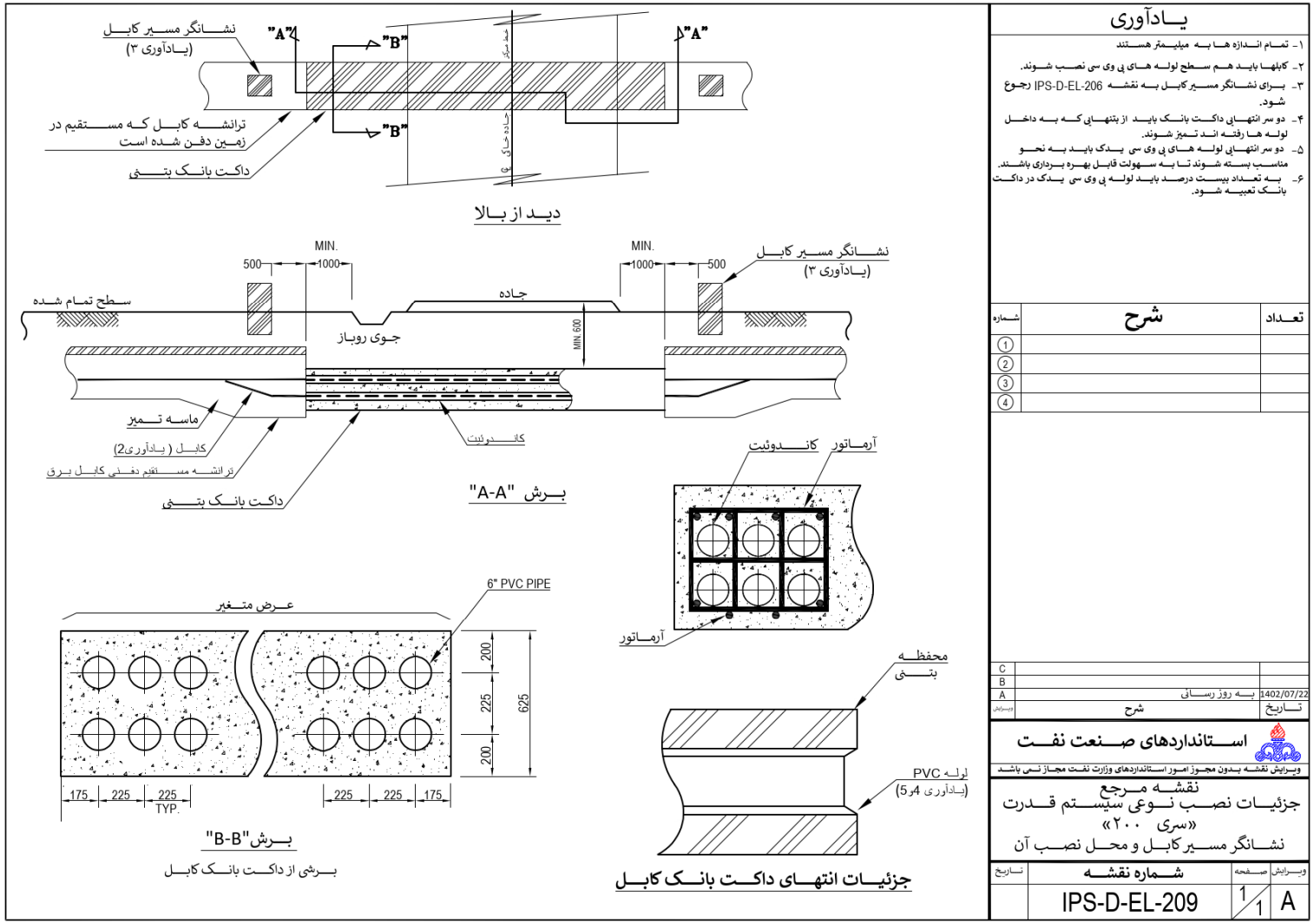

**شکل ب-۷- جزئیات نصب نوعی کابل داخل جعبه ترمینال الکتروموتور**



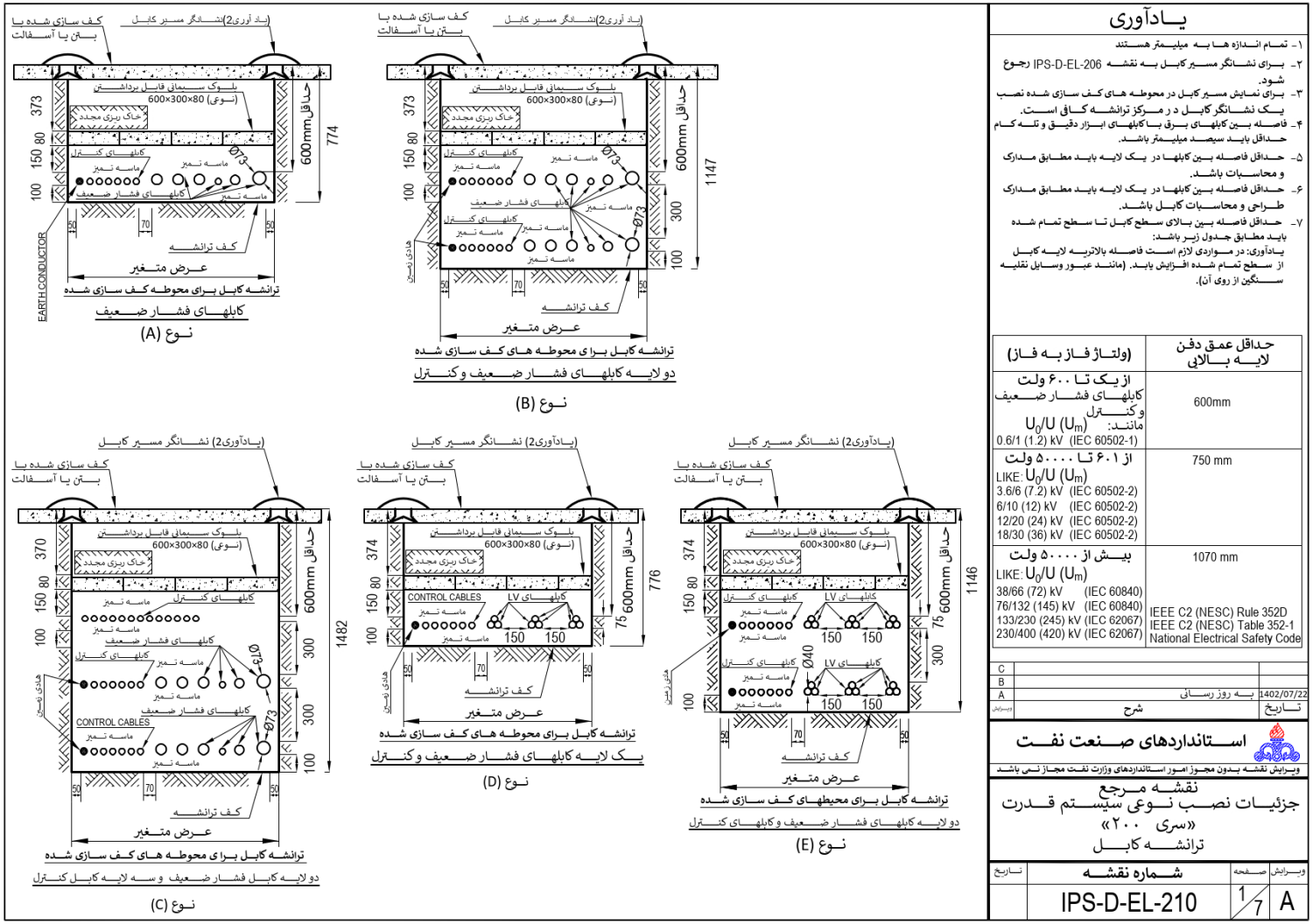

**شکل ب-۸- جزئیات نصب نوعی شماره کابل و فواصل نصب آنها**



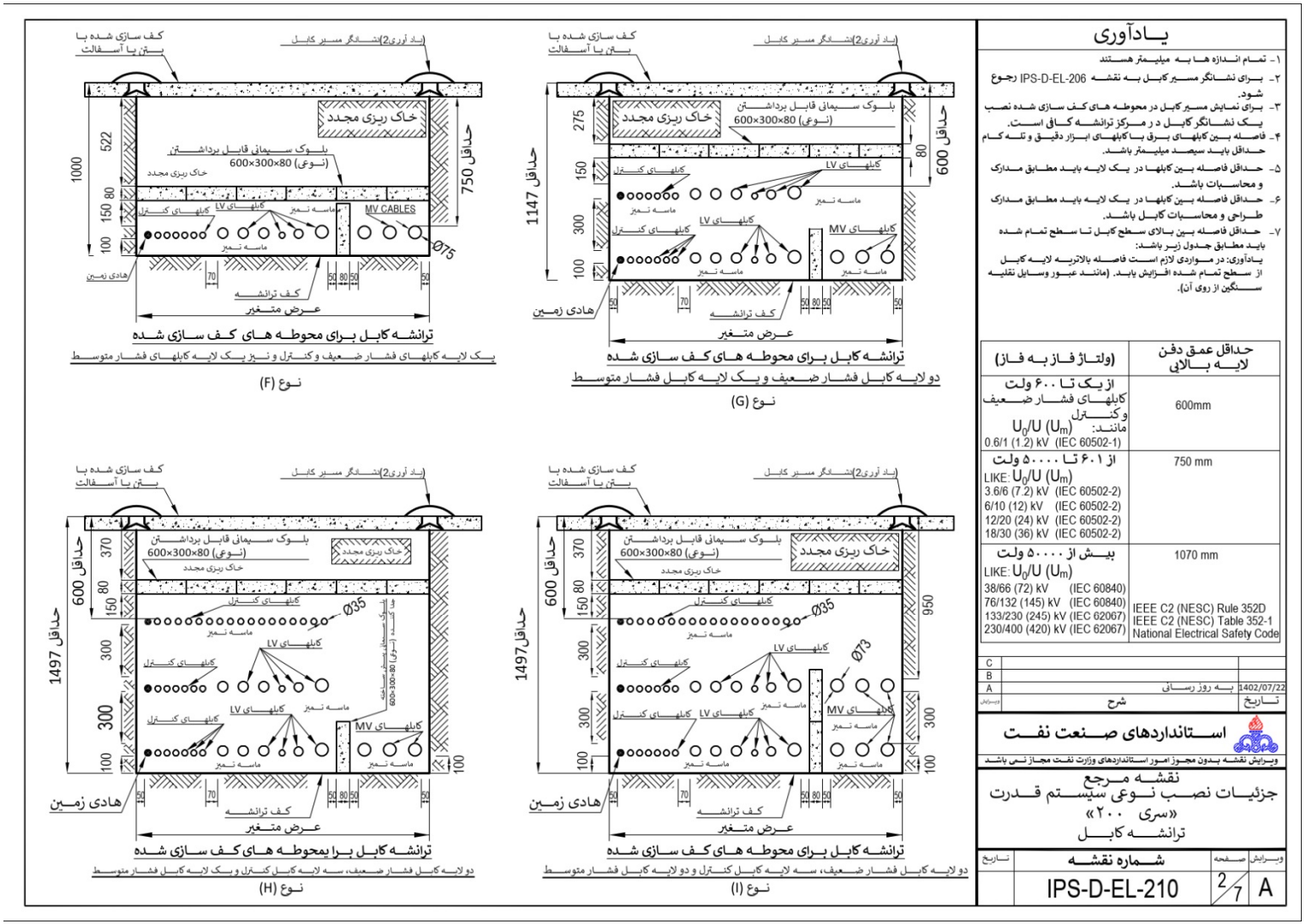

**شکل ب-۹ - نقشه نشانگر مسیر کابل و محل قرارگیری آن به‌صورت نوعی**



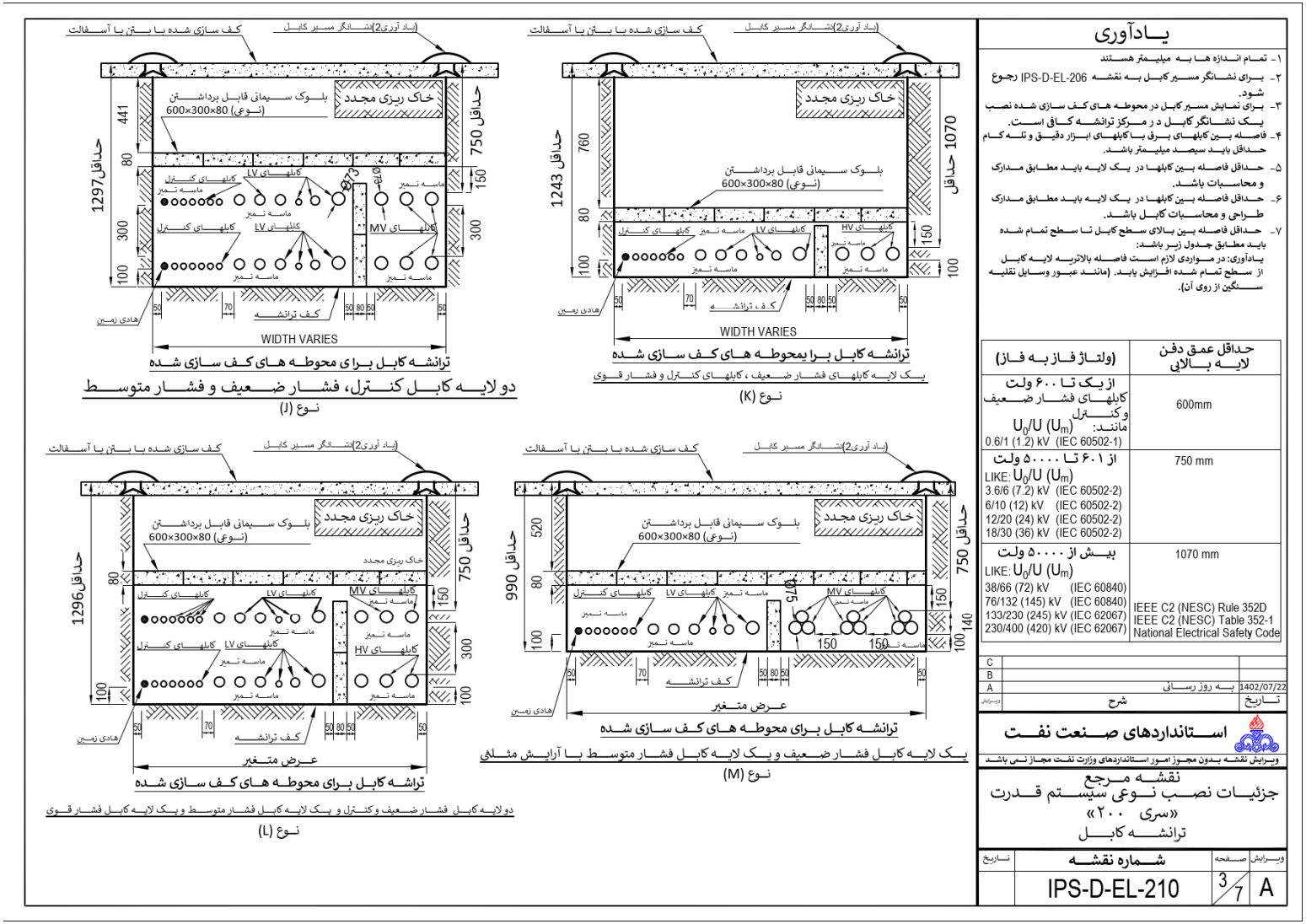

**شکل ب- ۱۰- نقشه مجاری بتنی عبور کابل و نیز تقاطع آن با جاده به‌صورت نوعی**



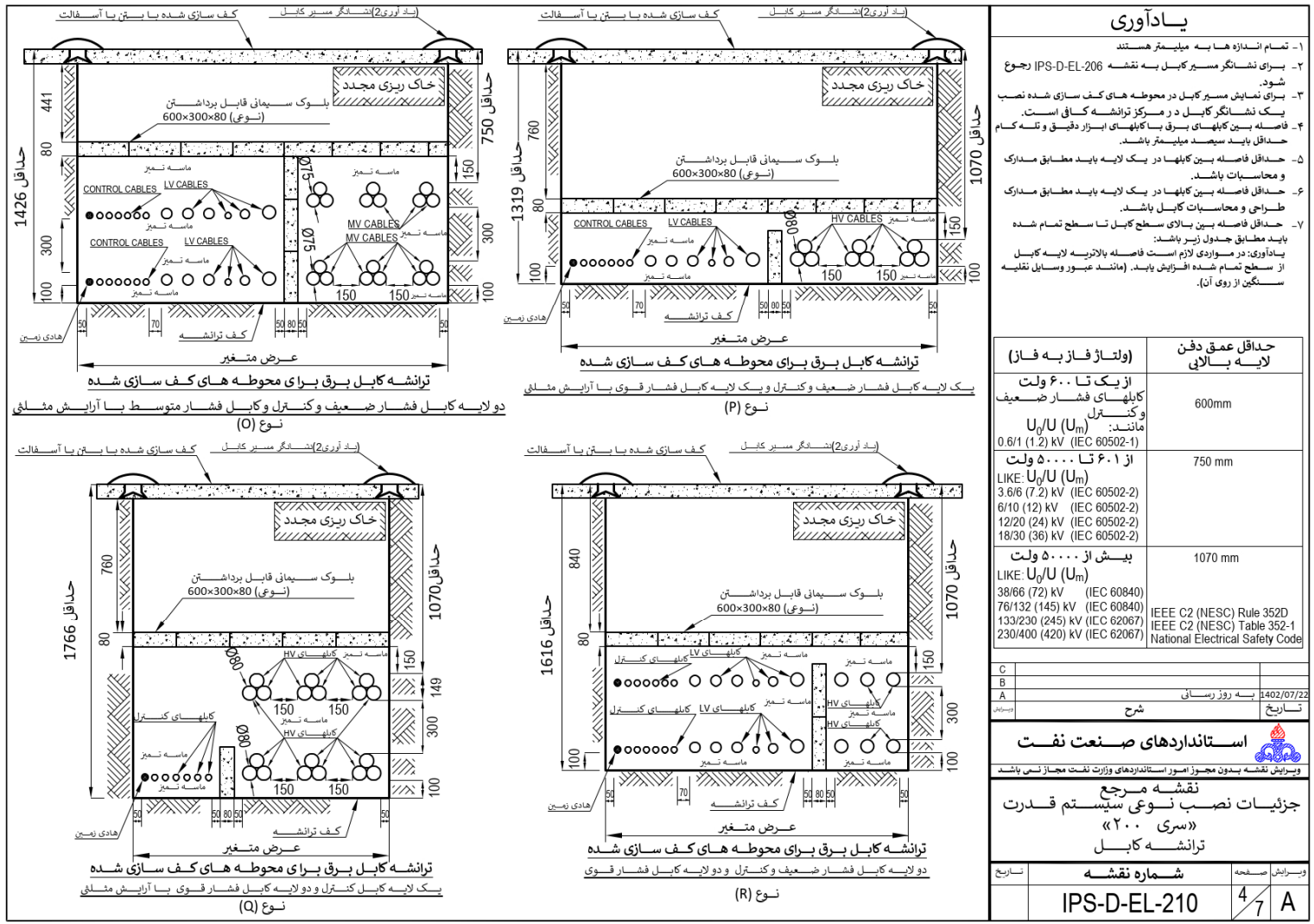

**شکل ب- ۱۱- نقشه جزئیات نصب نوعی ترانشه زیرزمینی کابل برق فشار ضعیف و کابل کنترل (۱ از ۷)**



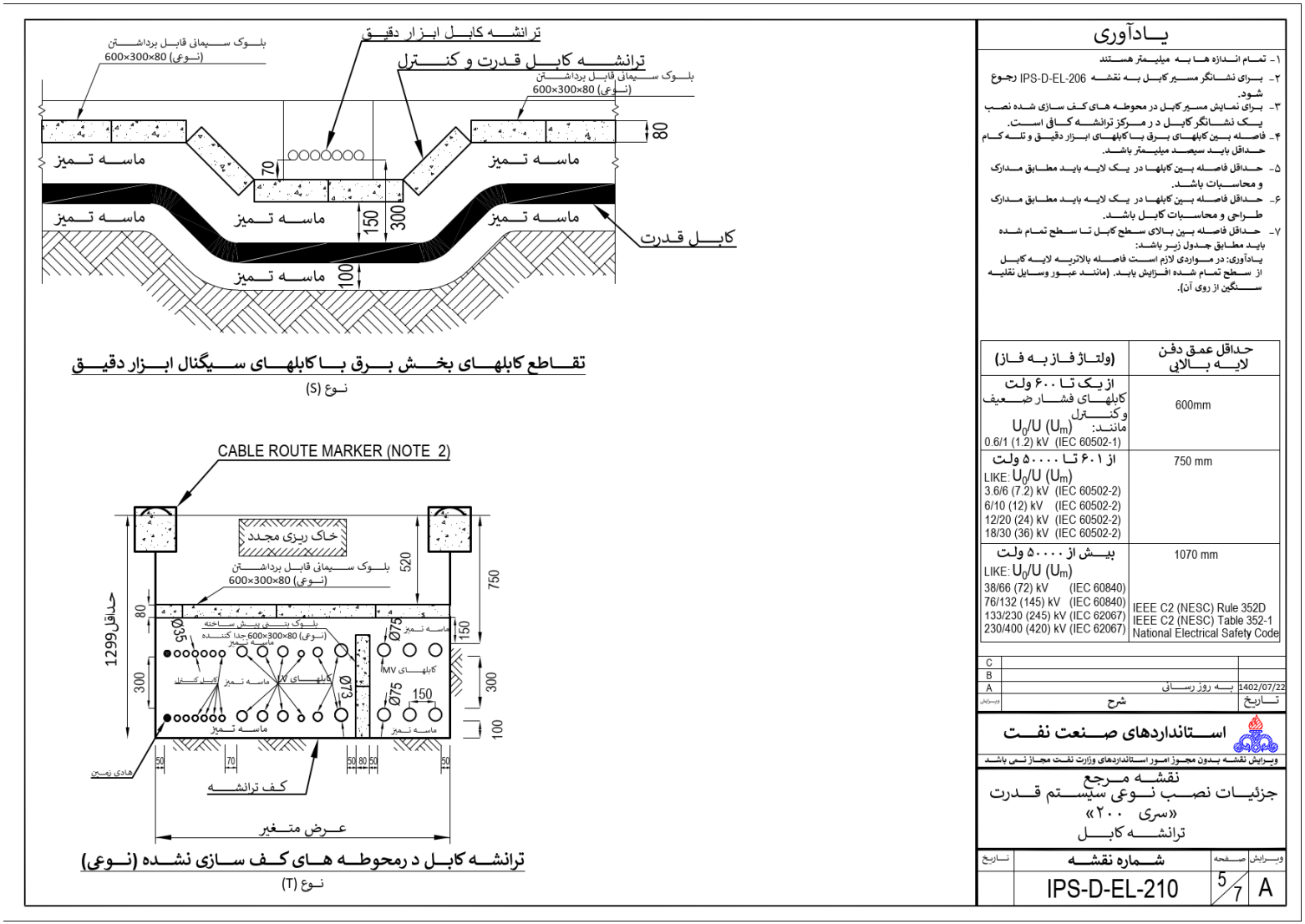

**شکل ب-۱۱- جزئیات نصب نوعی ترانشه کابل برق فشار متوسط، فشار ضعیف و کابل کنترل (۲ از ۷)**



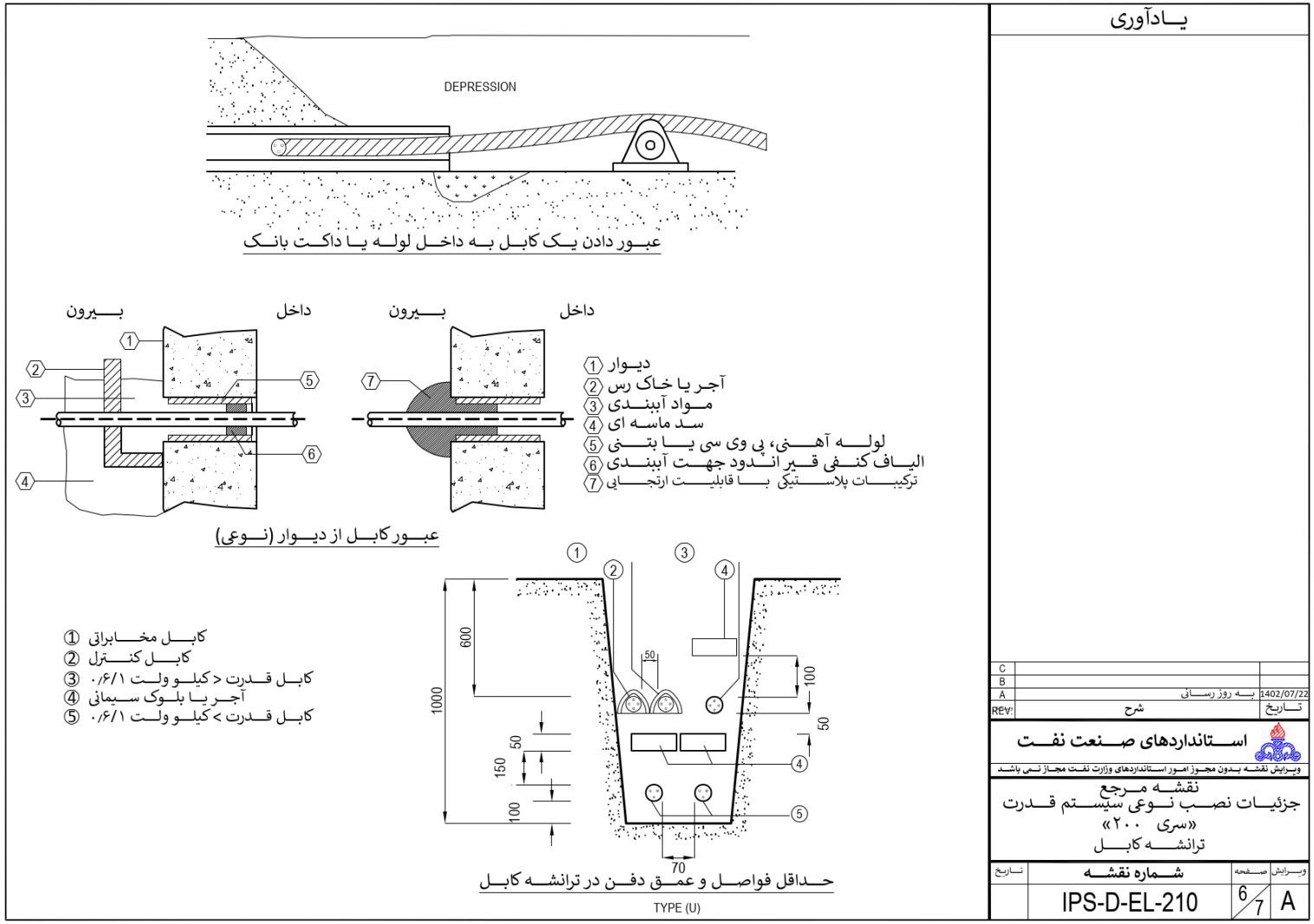

**شکل ب-۱۱- جزئیات نصب نوعی ترانشه کابل برق فشار قوی، فشار متوسط، فشار ضعیف و کابل کنترل (۳ از ۷)**



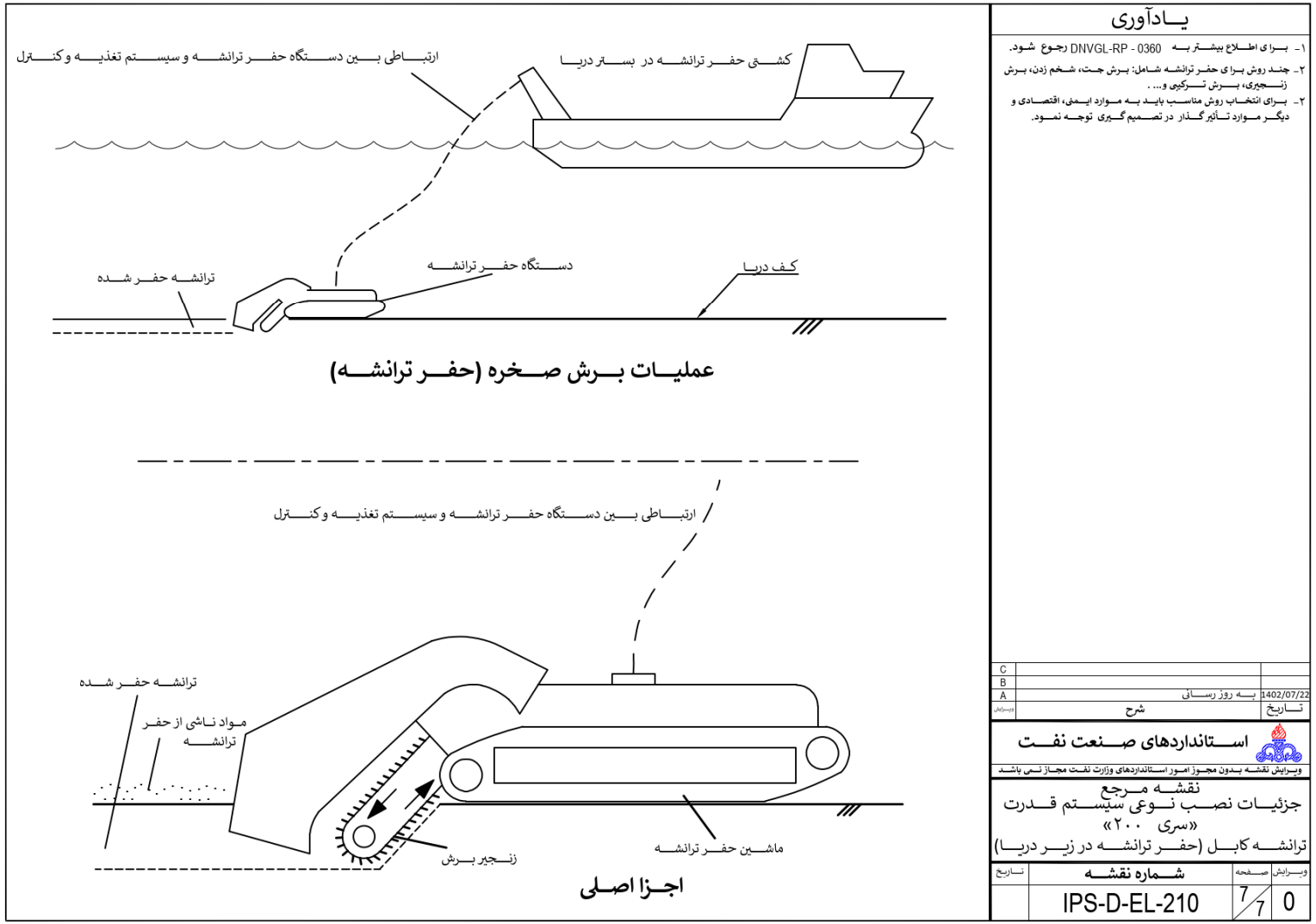

**شکل ب-۱۱- جزئیات نصب نوعی ترانشه کابل برق فشار قوی، فشار متوسط، فشار ضعیف و کابل کنترل (۴ از ۷)**



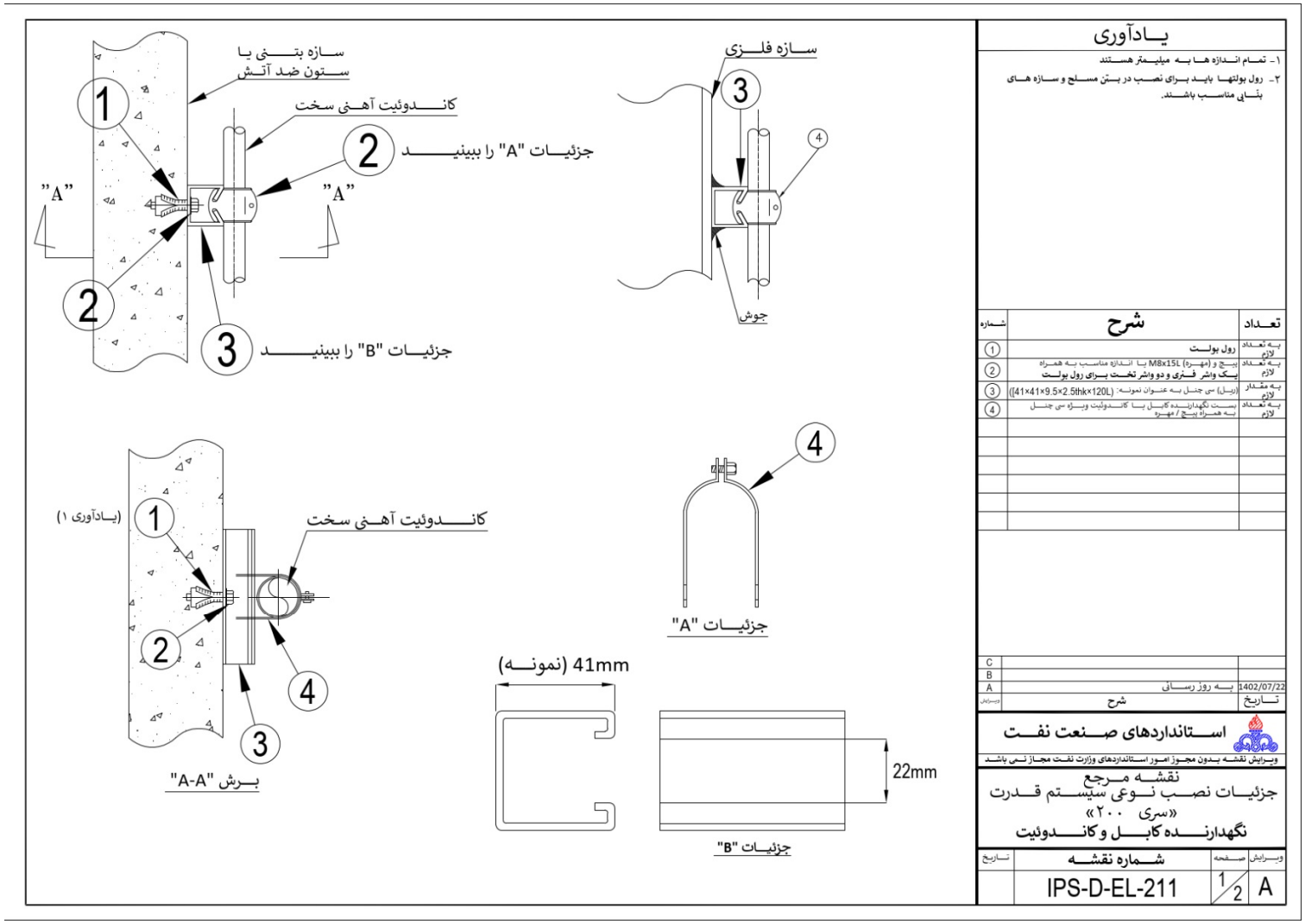

**شکل ب-۱۱- نقشه نوعی جزئیات نصب ترانشه کابل برق در تقاطع با ترانشه کابل ابزار دقیق و زمین‌هایی که کف سازی نشده‌اند (۵ از ۷)**



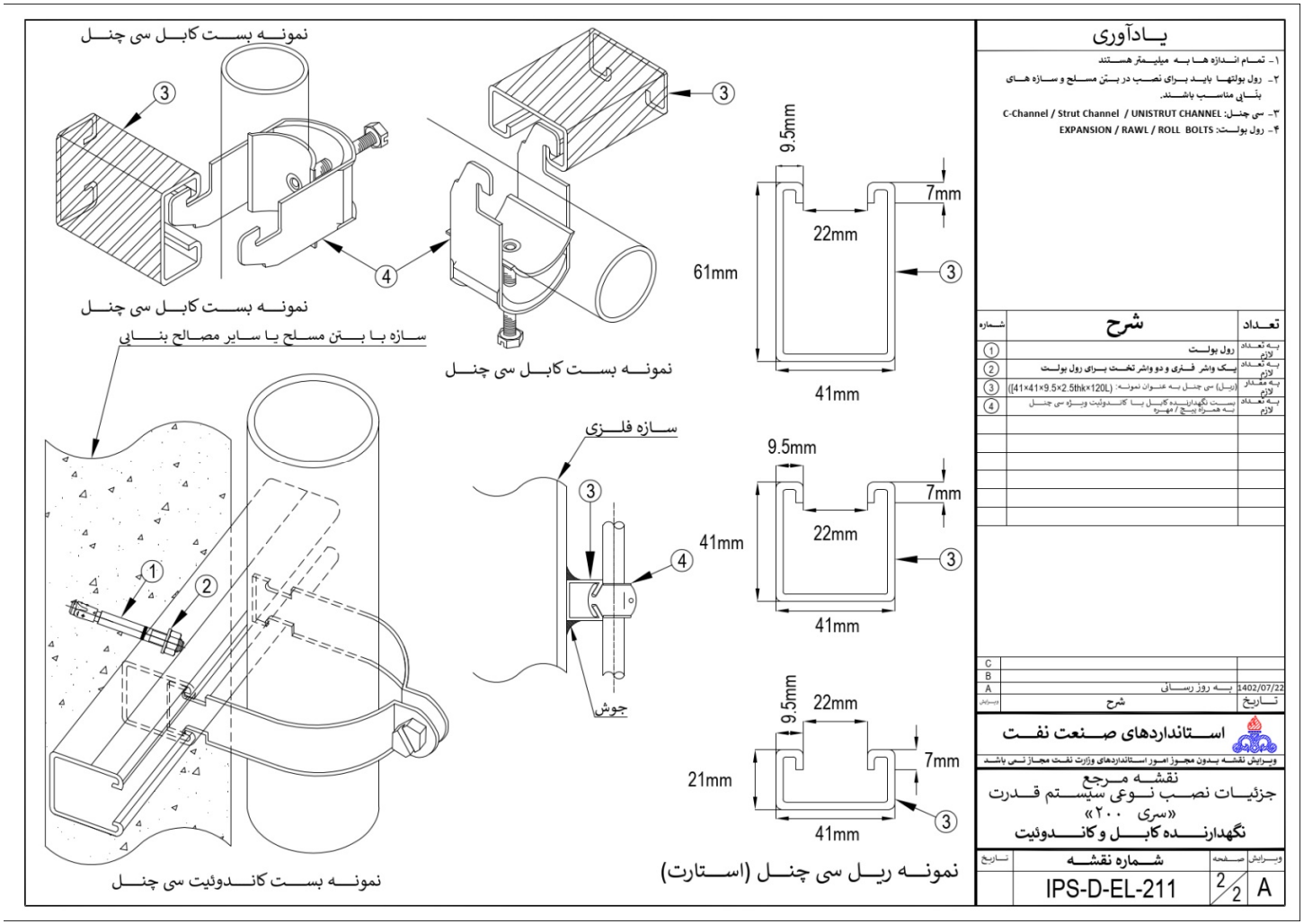

**شکل ب-۱۱- نقشه نوعی هدایت کابل به داخل لوله و حداقل فواصل در یک مدل از ترانشه کابل برق (۶ از ۷)**



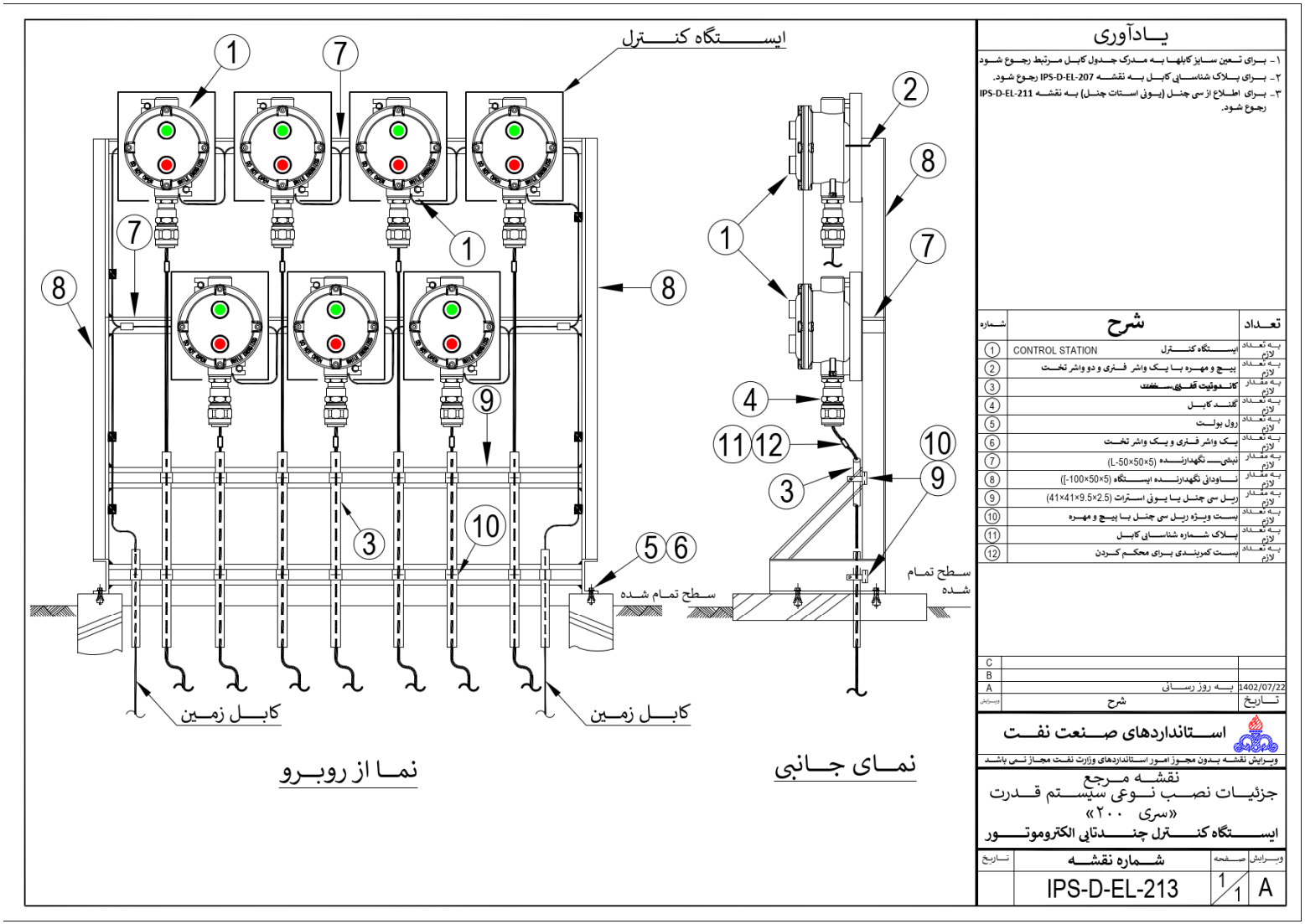

**شکل ب-۱۱- حفر نوعی ترانشه در کف دریا (۷ از ۷)**



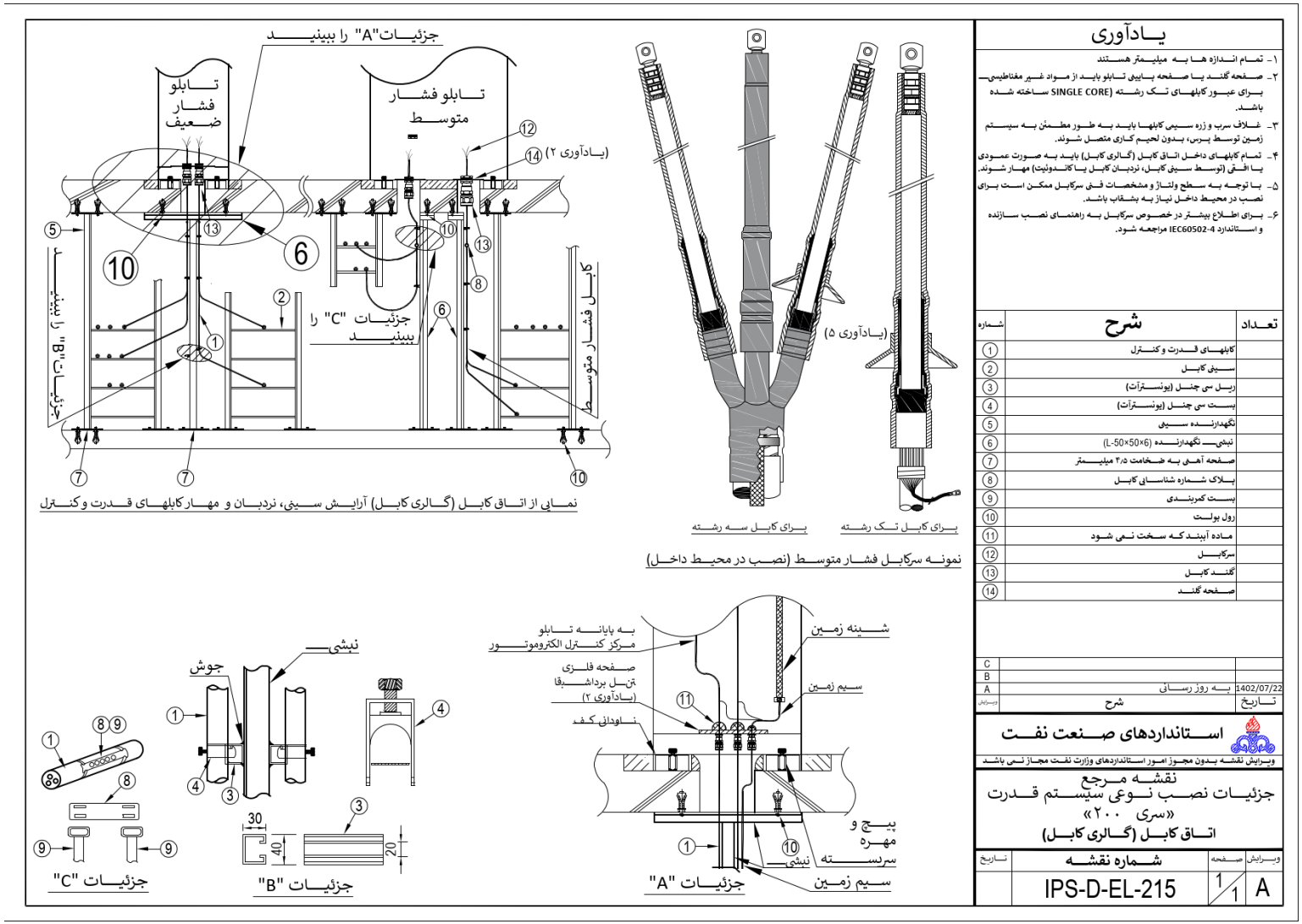

**شکل ب-۱۲- نقشه نوعی نگهدارنده لوله (۱ از ۲)**



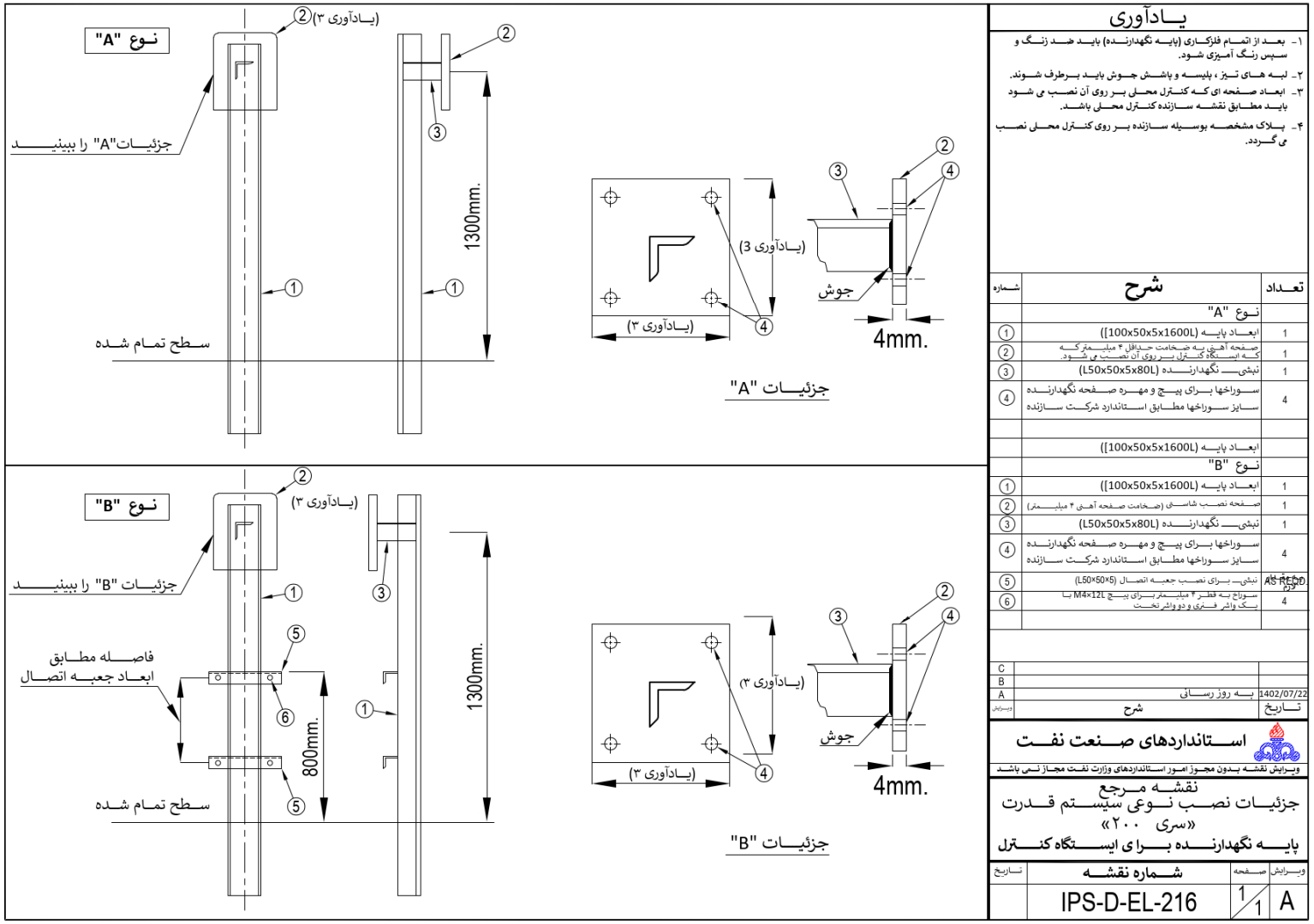

**شکل ب-۱۲- نقشه نمونه ریل و بست نگهدارنده لوله روی ریل به‌صورت نوعی (۲ از ۲)**




**شکل ب- ۱۳- نقشه ایستگاه کنترل محلی چندتایی الکتروموتور به‌صورت نوعی**




**شکل ب-۱۴- نقشه آرایش کابل‌ها در زیر زمین پست برق به‌صورت نوعی**




## یادآوری

۱- بعد از اتمام فلزکاری (پایه نگهدارنده) باید ضد زنگ و سپس رنگ آمیزی شود.

۲- لبه های تیز ، پلیسه و پاشش جوش باید برطرف شوند.

۳- ابعاد صفحه ای که کنترل محلی بر روی آن نصب می شود باید مطابق نقشه سازنده کنترل محلی باشد.

۴- پلاک مشخصه بوسیله سازنده بر روی کنترل محلی نصب می گردد.

| شماره | شرح | تعداد |
|---|---|---|
| | نوع "A" | |
| ① | ابعاد پایه ([100x50x5x1600L]) | 1 |
| ② | صفحه آهنی به ضخامت حداقل ۴ میلیمتر که که ایستگاه کنترل بر روی آن نصب می شود. | 1 |
| ③ | نبشی نگهدارنده (L50x50x5x80L) | 1 |
| ④ | سوراخها برای پیچ و مهره صفحه نگهدارنده سایز سوراخها مطابق استاندارد شرکت سازنده | 4 |
| | | |
| | ابعاد پایه ([100x50x5x1600L]) | |
| | نوع "B" | |
| ① | ابعاد پایه ([100x50x5x1600L]) | 1 |
| ② | صفحه نصب شاسی (ضخامت صفحه آهنی ۴ میلیمتر) | 1 |
| ③ | نبشی نگهدارنده (L50x50x5x80L) | 1 |
| ④ | سوراخها برای پیچ و مهره صفحه نگهدارنده سایز سوراخها مطابق استاندارد شرکت سازنده | 4 |
| ⑤ | نبشی برای نصب جعبه اتصال (L50×50×5) | AS REQ'D |
| ⑥ | سوراخ به قطر ۴ میلیمتر برای پیچ M4x12L با یک واشر فنری و دو واشر تخت | 4 |
| | | |
| C | | |
| B | | |
| A | به روز رسانی | 1402/07/22 |
| ویرایش | شرح | تاریخ |

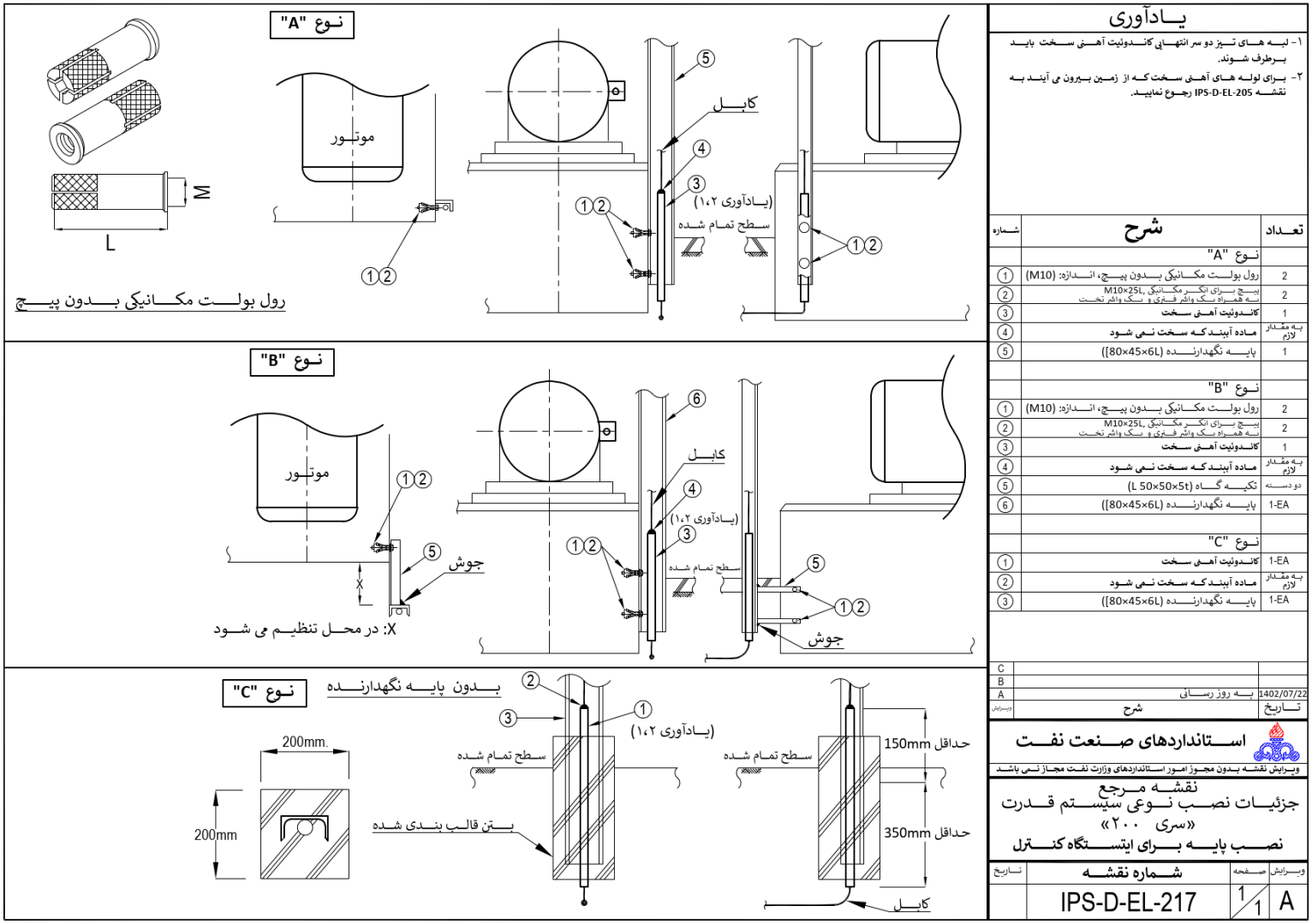
استانداردهای صنعت نفت

ویرایش نقشه بدون مجوز امور استانداردهای وزارت نفت مجاز نمی باشد

نقشه مرجع
جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت
«سری ۲۰۰»
پایه نگهدارنده برای ایستگاه کنترل

| ویرایش | صفحه | شماره نقشه | تاریخ |
|---|---|---|---|
| A | 1/1 | IPS-D-EL-216 | |

**شکل ب-۱۵- نقشه پایه نگهدارنده برای ایستگاه کنترل به‌صورت نوعی**




**شکل ب-۱۶- نقشه نصب ایستگاه کنترل در جنب الکتروموتور به‌صورت نوعی**

| سطح مقطع mm² / رشته -3 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| قطر بیرونی تقریبی (mm) | 66.1 | 70.4 | 75.2 | 79.2 | 84.4 | 88.5 | 95.2 |
| اندازه کاندوئیت (mm) | 100 | | | | | | |

A.) برای کابلهای قدرت: 6/10 (12)KV XLPE/LC/SWA/PVC (IEC 60502-2)

| سطح مقطع mm² | | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| قطر بیرونی تقریبی (mm) | 2C | 19.6 | 21 | 24.5 | 26.5 | 30.3 | 31.5 | 32.5 | 34 | 38 | 41.5 | 45 | 49 | 55 |
| | 3C | 20.5 | 23 | 25 | 27.5 | 31.5 | 34.5 | 36 | 38 | 44 | 47.5 | 51 | 57 | 63 |
| | 4C | 23 | 24.5 | 27 | 29.5 | | | | | | | | | |
| اندازه کاندوئیت (mm) | 2C | 50 | | | | | | | 75 | | | 100 | | |
| | 3C | | | | | | | | | | | | | |
| | 4C | | | | | | | | | | | | | |

B.) برای کابلهای قدرت: 0.6/1.0 (1.2)KV XLPE/LC/SWA/PVC (IEC 60502-1)

CORE AND SIZE mm²

| تعداد رشته و سطح مقطع mm² | 2×2.5mm² | 3×2.5mm² | 4×2.5mm² | 5×2.5mm² | 7×2.5mm² | 12×2.5mm² | 24×2.5mm² |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| قطر بیرونی تقریبی (mm) | 17.7 | 18.3 | 19.3 | 23.3 | 25.3 | 27 | 29 |
| اندازه کاندوئیت (mm) | 40 | | | | | 50 | |

C.) برای کابلهای کنترل: 0.6/1 (1.2)KV PVC/LC/SWA/PVC (IEC 60502-1)

یادآوری

۱- برای کابلهای 10KV و 20KV باید کاندوئیت اندازه M100 استفاده شود.
۲- این جدول حداقل اندازه کاندوئیت را نشان می دهد.

| ویرایش | شرح | تاریخ |
|---|---|---|
| C | | |
| B | | |
| A | به روز رسانی | 1402/07/22 |

استانداردهای صنعت نفت

ویرایش نقشه بدون مجوز امور استانداردهای وزارت نفت مجاز نمی باشد

نقشه مرجع
جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت
«سری ۲۰۰»
جدول انتخاب کاندوئیت

| تاریخ | شماره نقشه | صفحه | ویرایش |
|---|---|---|---|
| | IPS-D-EL-218 | 1/1 | A |

**شکل ب-۱۷- جدول انتخاب حداقل اندازه لوله برق (کاندوئیت) با توجه به قطر خارجی کابل به‌صورت نوعی**

**20KV XLPE/LC/SWA/PVC : برای کابل**

| تعداد رشته | سطح مقطع هادی $mm^2$ | قطر بیرونی (mm.) | اندازه رزوه ISO (IEC60423) | شرح |
|---|---|---|---|---|
| 3 | 150 | 86 | M80 | |
| 3 | 185 | 90 | M90 | |
| 3 | 240 | 96 | M90 | |

**10KV XLPE/LC/SWA/PVC : برای کابل**

| تعداد رشته | سطح مقطع هادی $mm^2$ | قطر بیرونی | اندازه رزوه ISO (IEC60423) | شرح |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 120 | 37 | M40 | |
| 3 | 120 | 70 | M75 | |
| 3 | 150 | 71 | M75 | |
| 3 | 185 | 79 | M80 | |
| 3 | 240 | 85 | M80 | |

**6KV XLPE/LC/SWA/PVC : برای کابل**

| تعداد رشته | سطح مقطع هادی $mm^2$ | قطر بیرونی | اندازه رزوه ISO (IEC60423) | شرح |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 120 | 33 | M40 | |
| 1 | 240 | 44 | M50 | |
| 3 | 25 | 46 | M50 | |
| 3 | 35 | 48.5 | M50 | |
| 3 | 50 | 52 | M50 | |
| 3 | 70 | 56 | M63 | |
| 3 | 95 | 60 | M63 | |
| 3 | 120 | 64 | M63 | |
| 3 | 150 | 68 | M75 | |
| 3 | 185 | 72 | M75 | |
| 3 | 240 | 80 | M80 | |

**1KV PVC/LC/SWA/PVC : برای کابل**

| تعداد رشته | سطح مقطع هادی $mm^2$ | قطر بیرونی | اندازه رزوه ISO (IEC60423) | شرح |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 630 | 50 | M50 | |
| 1 | 800 | 55 | M63 | |
| 1 | 1000 | 60 | M63 | |
| 2 | 2.5 | 17.7 | M20 | |
| 2 | 4 | 19.6 | M25 | |
| 2 | 6 | 21 | M25 | |
| 2 | 10 | 24.5 | M25 | |
| 2 | 16 | 26.5 | M32 | |
| 2 | 25 | 30 | M32 | |
| 2 | 35 | 34 | M40 | |
| 2 | 50 | 31.5 | M32 | |
| 2 | 70 | 34 | M40 | |
| 2 | 95 | 38 | M40 | |
| 2 | 120 | 41.5 | M50 | |
| 2 | 150 | 45 | M50 | |
| 2 | 185 | 49 | M50 | |
| 2 | 240 | 55 | M63 | |
| 3 | 2.5 | 18.3 | M20 | |

**1KV PVC/LC/SWA/PVC : برای کابل**

| تعداد رشته | سطح مقطع هادی $mm^2$ | قطر بیرونی (mm.) | اندازه رزوه ISO (IEC60423) | شرح |
|---|---|---|---|---|
| 3 | 4 | 20.5 | M25 | |
| 3 | 6 | 23 | M25 | |
| 3 | 10 | 25.5 | M25 | |
| 3 | 16 | 27.5 | M32 | |
| 3 | 25 | 31.5 | M32 | |
| 3 | 35 | 35 | M40 | |
| 3 | 50 | 35 | M40 | |
| 3 | 70 | 38 | M40 | |
| 3 | 95 | 44 | M50 | |
| 3 | 120 | 47.5 | M50 | |
| 3 | 150 | 51 | M50 | |
| 3 | 185 | 57 | M63 | |
| 3 | 240 | 63 | M63 | |
| 4 | 2.5 | 19.3 | M25 | |
| 4 | 4 | 23 | M25 | |
| 4 | 6 | 24.5 | M25 | |
| 4 | 10 | 27 | M32 | |
| 4 | 16 | 29.5 | M32 | |
| 4 | 25 | 35 | M40 | |
| 4 | 35 | 39 | M40 | |
| 4 | 50 | 39 | M40 | |
| 4 | 70 | 44 | M50 | |
| 4 | 95 | 50 | M50 | |
| 4 | 120 | 55 | M63 | |
| 4 | 150 | 58 | M63 | |
| 4 | 185 | 62 | M63 | |
| 4 | 240 | 73 | M75 | |
| 5 | 2.5 | 21 | M25 | |
| 5 | 4 | 24 | M25 | |
| 7 | 2.5 | 23 | M25 | |
| 7 | 4 | 27 | M32 | |
| 12 | 2.5 | 28 | M32 | |
| 12 | 4 | 34 | M40 | |
| 24 | 2.5 | 36 | M40 | |

## یادآوری

۱- انواع کابلهای مورد استفاده شامل موارد ذیل است:

20KV XLPE/LC/SWA/PVC
10KV XLPE/LC/SWA/PVC
6KV XLPE/LC/SWA/PVC
1KV XLPE/LC/SWA/PVC
1KV PVC/LC/SWA/PVC

۲- گلند کابل مطابق استاندارد BS6121 می باشد
نصب در فضای آزاد E1W EXD E2WF
نصب در فضای آزاد A1/A2

| ویرایش | شرح | تاریخ |
|---|---|---|
| C | | |
| B | | |
| A | به روز رسانی | 1402/07/22 |

استانداردهای صنعت نفت
ویرایش نقشه بدون مجوز امور استانداردهای وزارت نفت مجاز نمی باشد

نقشه مرجع
جزئیات نصب نوعی سیستم قدرت
«سری ۲۰۰»
**جدول انتخاب گلند کابل**

| ویرایش | صفحه | شماره نقشه | تاریخ |
|---|---|---|---|
| A | 1/1 | IPS-D-EL-219 | |

**شکل ب-۱۸- جدول انتخاب گلند با توجه به قطر خارجی کابل به‌صورت نوعی**

# پیوست پ

## (الزامی)

## نقشه‌های مربوط به نصب سیستم زمین

### فهرست نقشه ها

| ویرایش | تعداد صفحه | شرح | شماره نقشه |
|---|---|---|---|
| A | 1 | فهرست جزئیات نصب سیستم زمین | IPS-D-EL-400 |
| A | 1 | جزئیات نصب راد در سیستم زمین | IPS-D-EL-401 |
| A | 1 | جزئیات انشعاب گرفتن از سیم زمین | IPS-D-EL-402 |
| A | 2 | جزئیات نصب سیم زمین برای الکتروموتور با نصب افقی | IPS-D-EL-403 |
| A | 2 | جزئیات نصب سیم زمین برای الکتروموتور با نصب عمودی | IPS-D-EL-404 |
| | | | |
| | | | |
| A | 1 | جزئیات زمین نمودن ایستگاه کنترل الکتروموتور چندتایی | IPS-D-EL-407 |
| A | 1 | جزئیات زمین نمودن ظرف، درام، برج، مخزن | IPS-D-EL-408 |
| A | 1 | جزئیات زمین نمودن دروازه و فنس | IPS-D-EL-409 |
| A | 1 | جزئیات زمین نمودن سازه نگهدارنده لوله ها | IPS-D-EL-410 |
| A | 1 | جزئیات زمین نمودن پایه روشنایی | IPS-D-EL-411 |
| A | 2 | جزئیات زمین نمودن سکو بارگیری | IPS-D-EL-412 |
| A | 1 | جزئیات نصب کابلشو زمین | IPS-D-EL-413 |
| A | 1 | جزئیات نصب لوله محافظ برای سیم زمین | IPS-D-EL-414 |
| A | 2 | جزئیات نصب بست لوله محافظ برای سیم زمین | IPS-D-EL-415 |
| | | | |
| A | 1 | جدول انتخاب سیم زمین | IPS-D-EL-417 |
| | | | |

یادآوری

| ویرایش | شرح | تاریخ |
|---|---|---|
| C | | |
| B | | |
| A | به روز رسانی | 2023/14/10 |

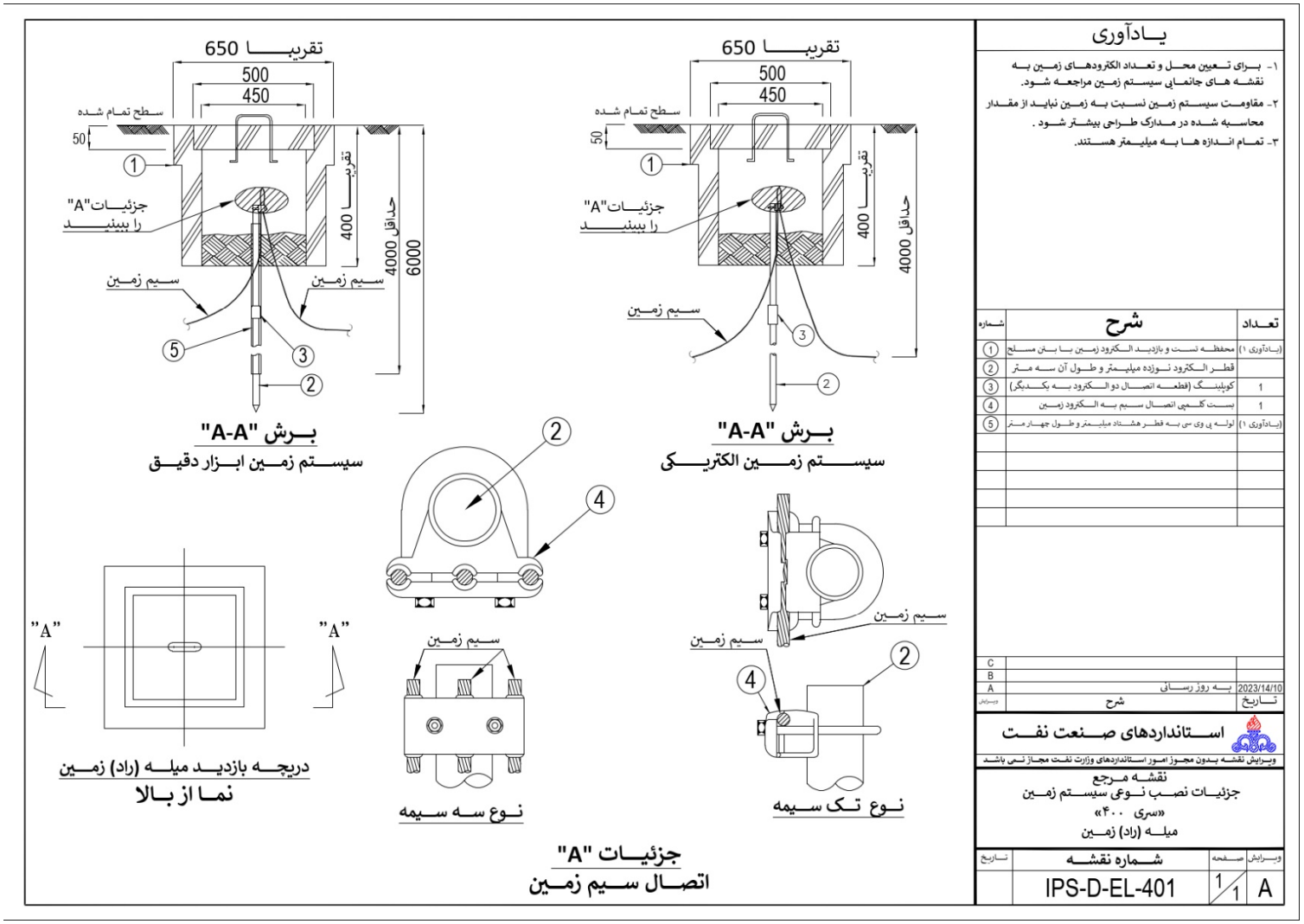
استانداردهای صنعت نفت

ویرایش نقشه بدون مجوز امور استانداردهای وزارت نفت مجاز نمی باشد

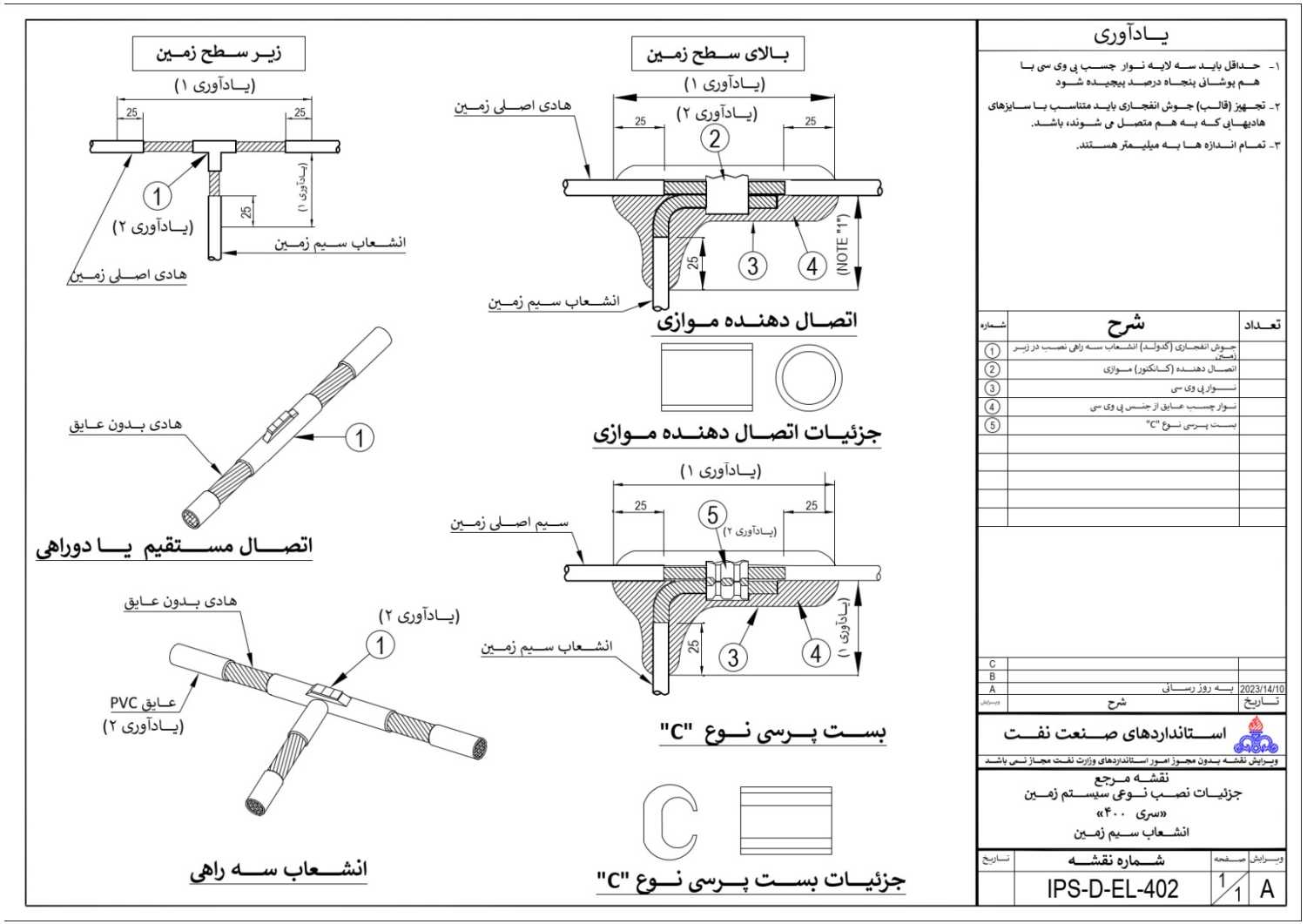
نقشه مرجع
جزئیات نصب نوعی سیستم زمین
«سری ۴۰۰»
فهرست

| ویرایش | صفحه | شماره نقشه | تاریخ |
|---|---|---|---|
| A | 1/1 | IPS-D-EL-400 | |

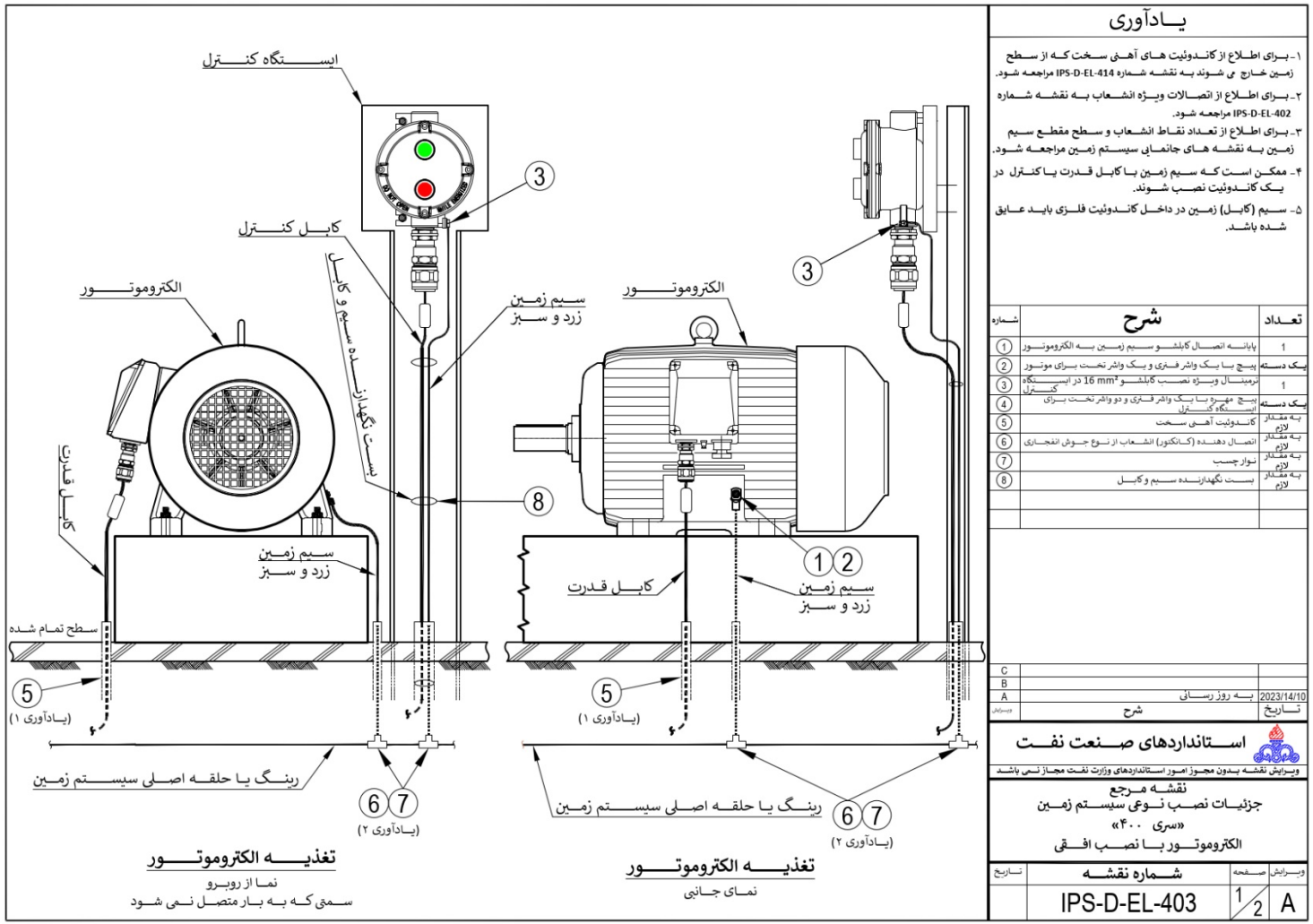
**شکل پ-۱- فهرست نقشه‌های مربوط به سیستم زمین**



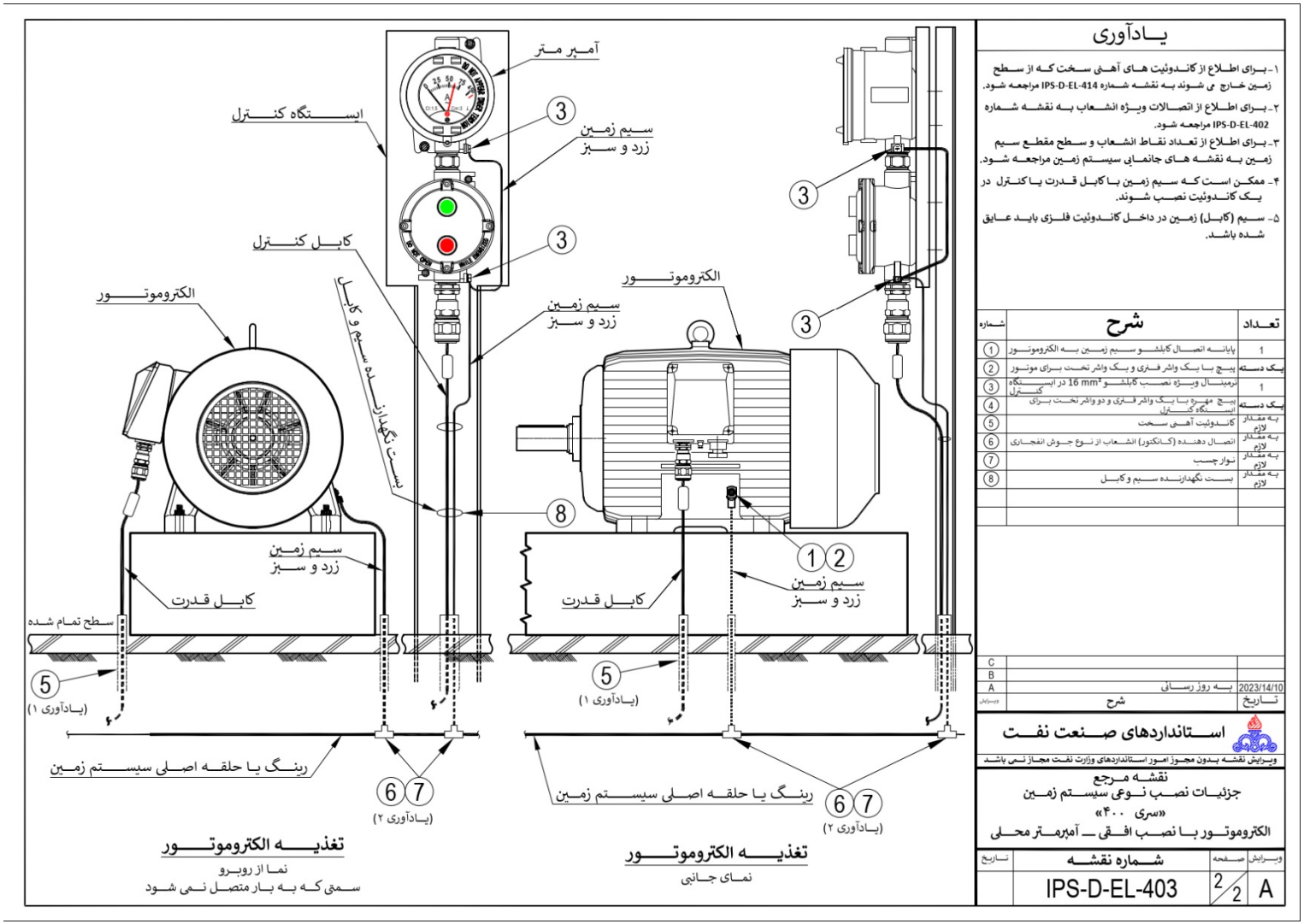

**شکل پ-۲- زمین الکتریکی و زمین ابزار دقیق**



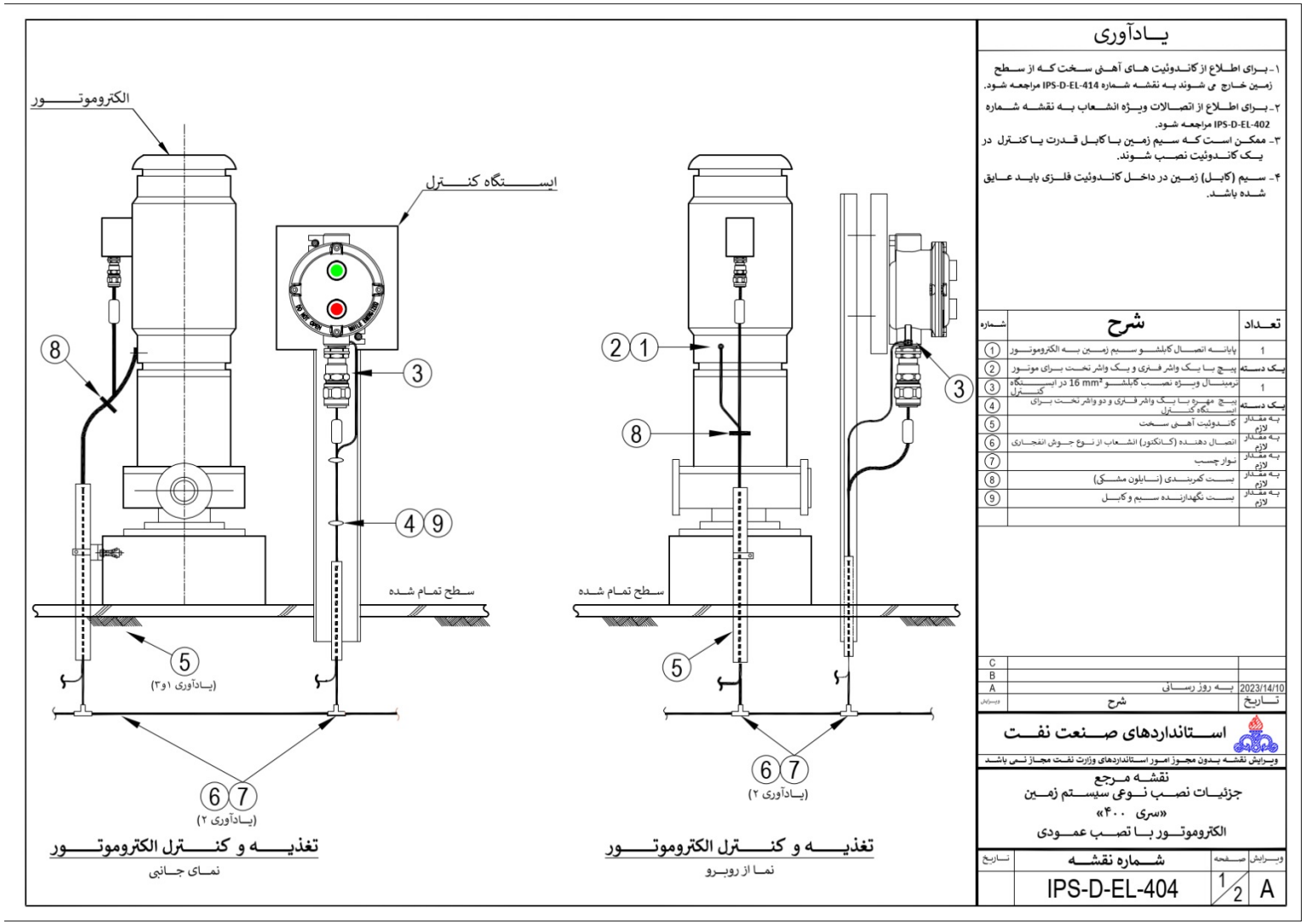

**شکل پ- ۳- انواع اتصالات کابل زمین**



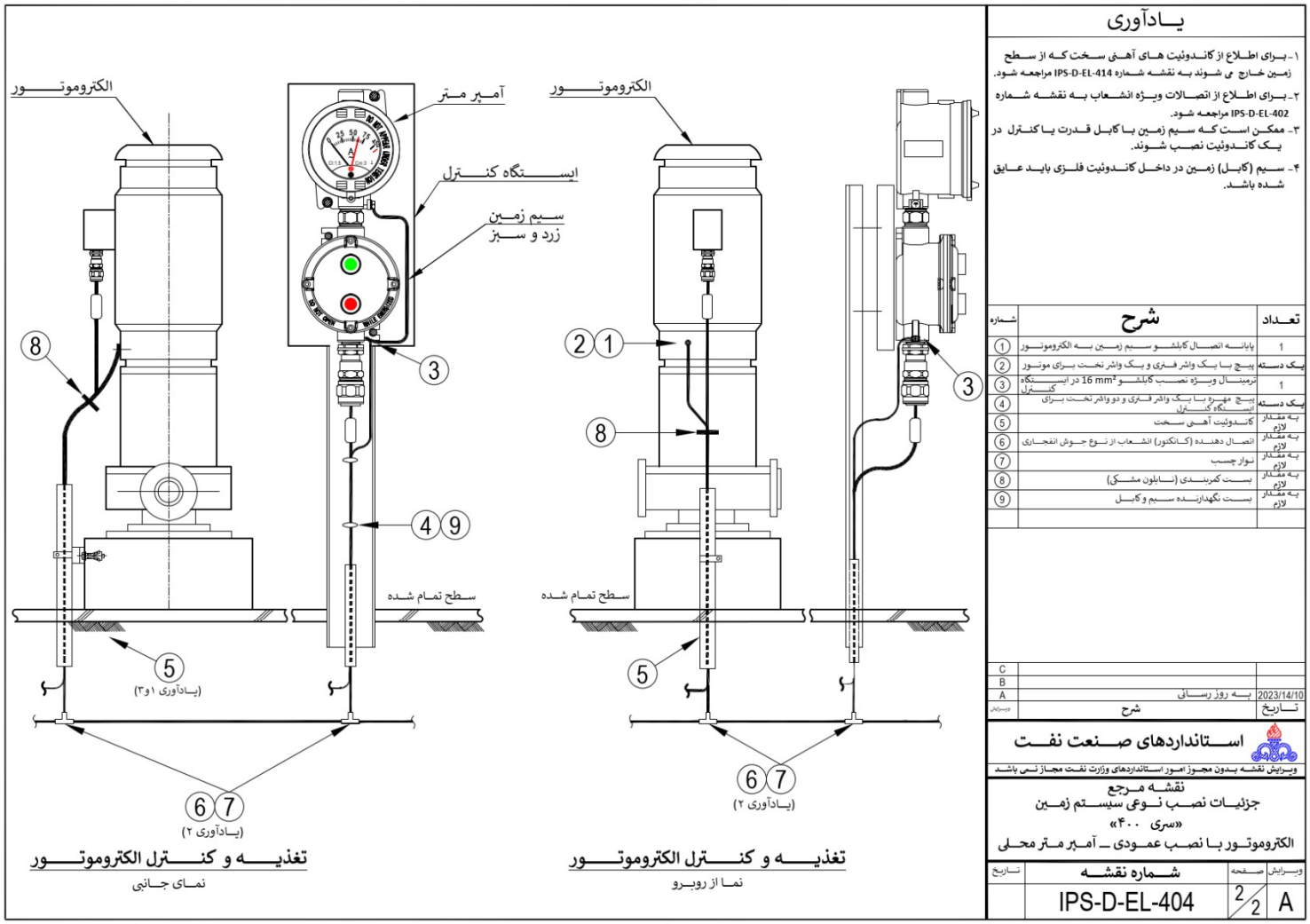

**شکل پ-۴- زمین نمودن الکتروموتور با نصب افقی و ایستگاه کنترل محلی آن (۱ از ۲)**



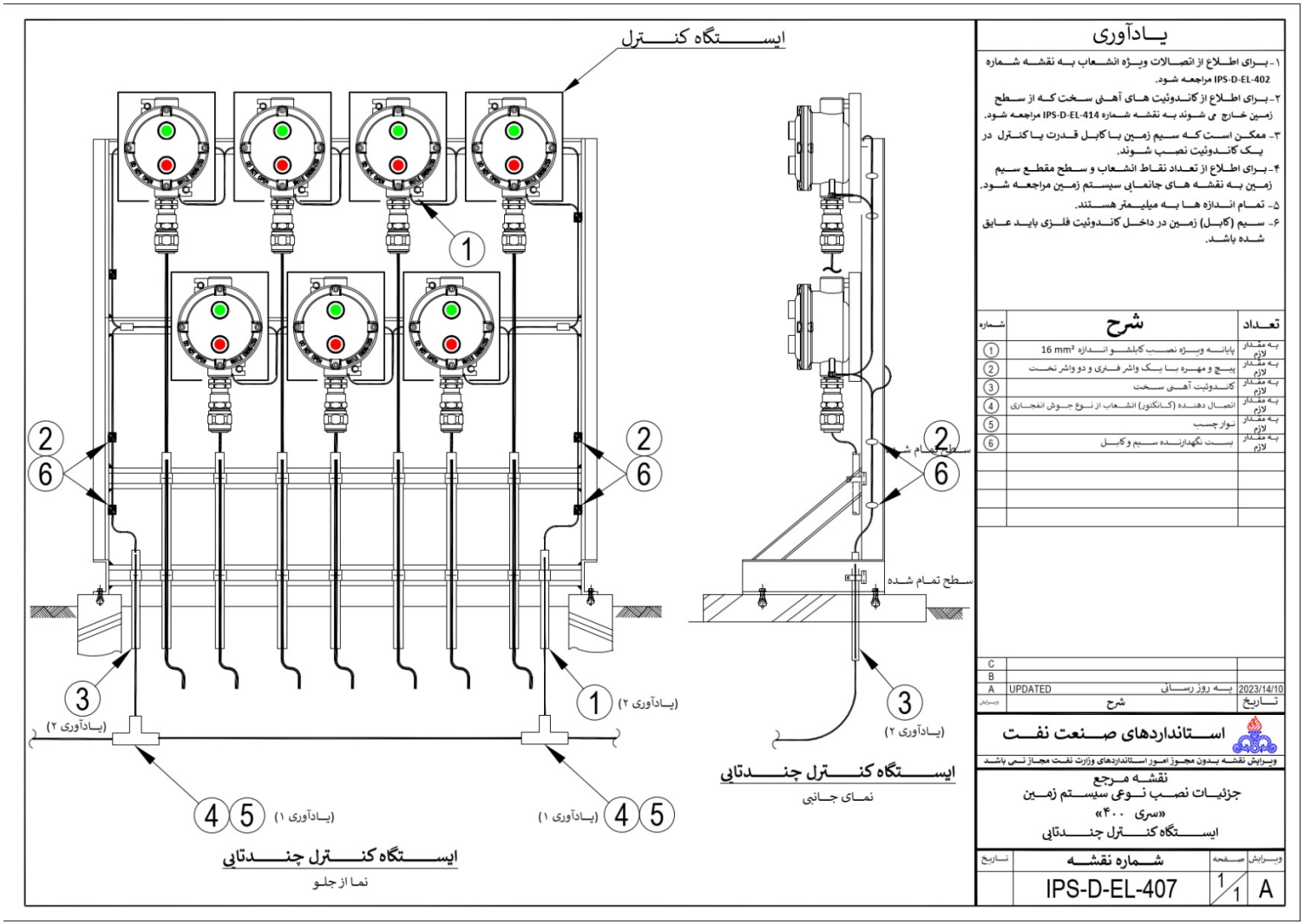

**شکل پ-۴- زمین نمودن الکتروموتور با نصب افقی و ایستگاه کنترل محلی آن مجهز به آمپرمتر(۲ از ۲)**



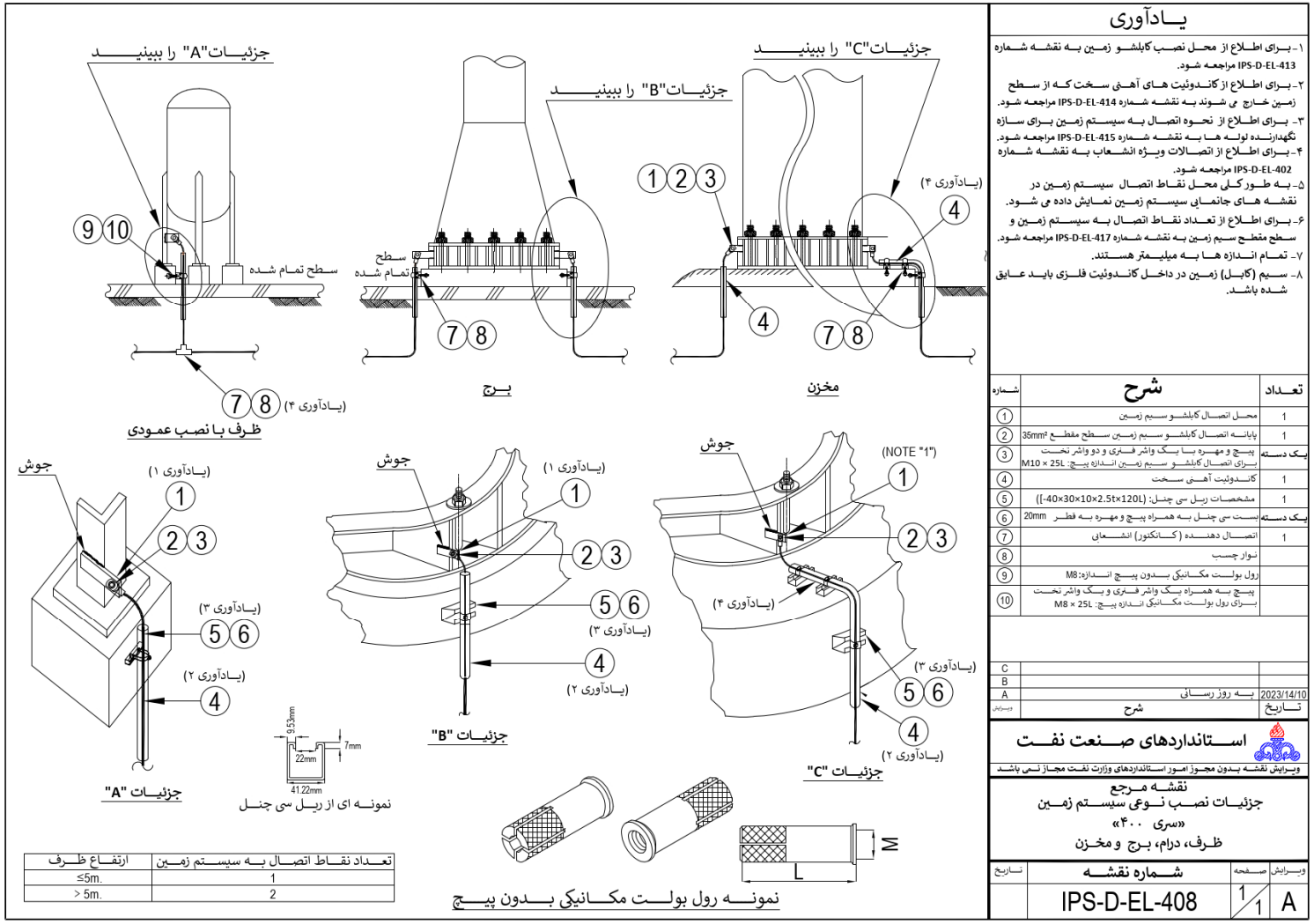

**شکل پ-۵- زمین نمودن الکتروموتور با نصب عمودی و ایستگاه کنترل محلی آن (۱ از ۲)**



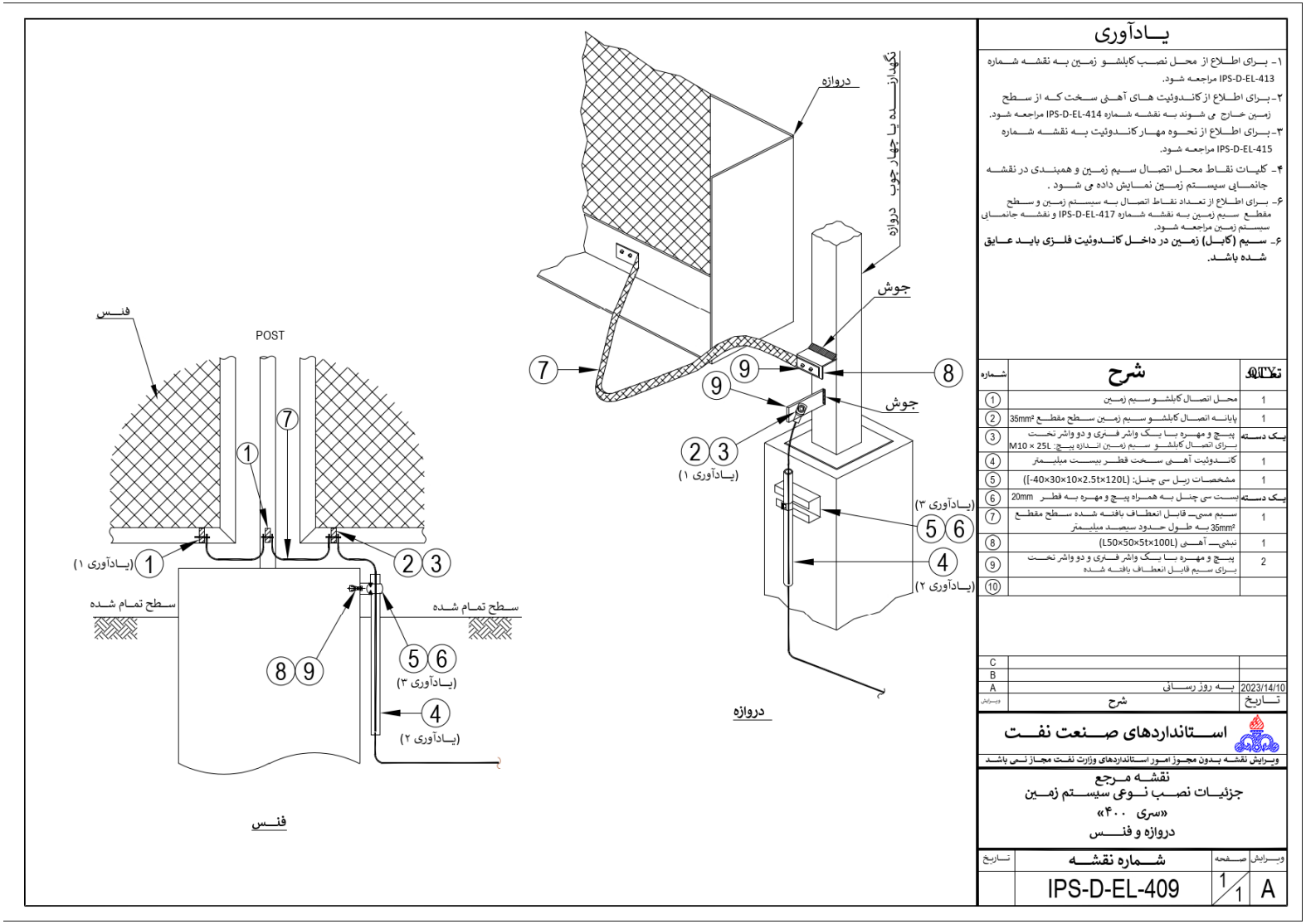

**شکل پ-۵- زمین نمودن الکتروموتور با نصب عمودی و ایستگاه کنترل محلی آن مجهز به آمپرمتر (۲ از ۲)**



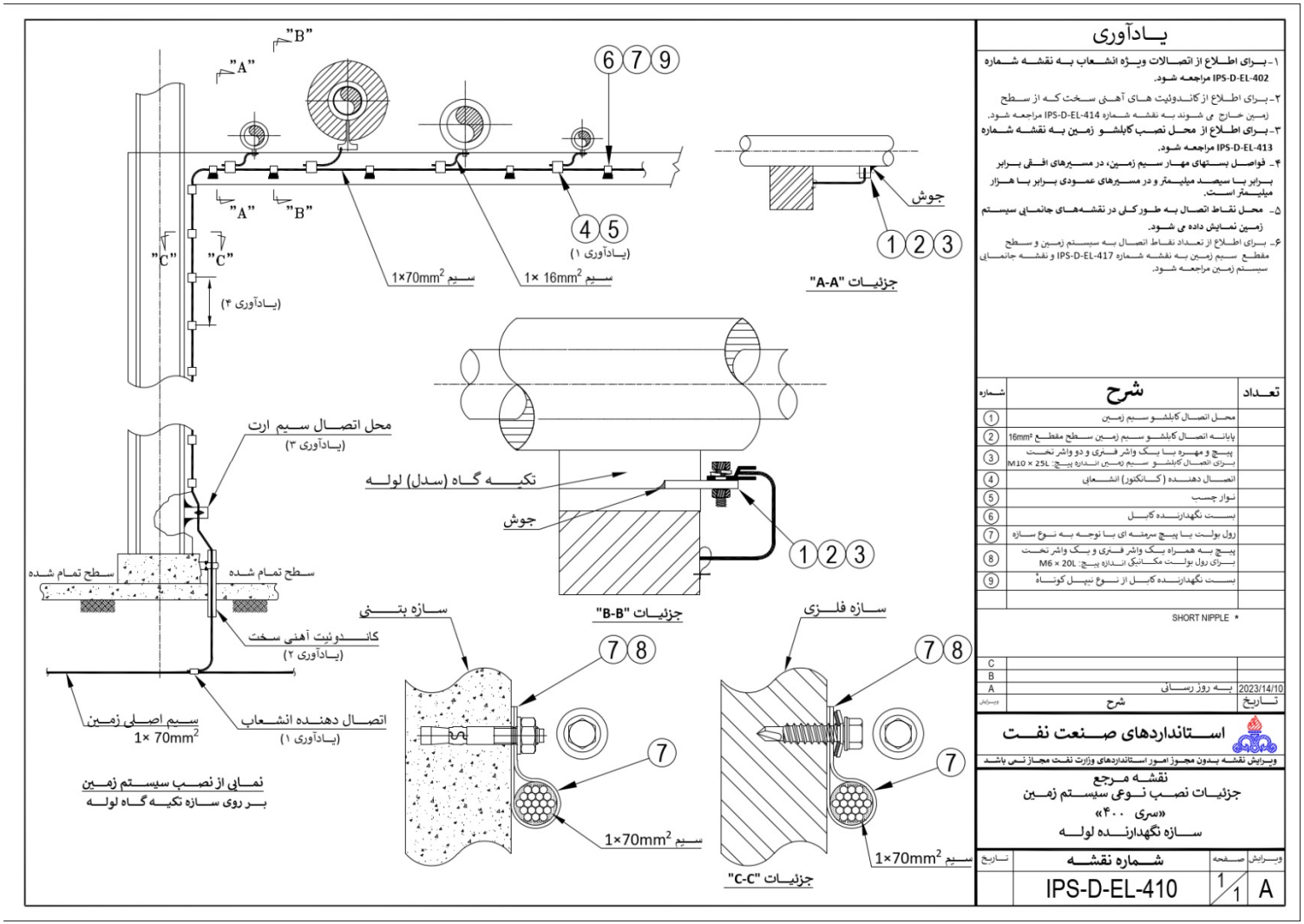

**شکل پ-۶- زمین نمودن ایستگاه کنترل محلی چندتایی الکتروموتور**



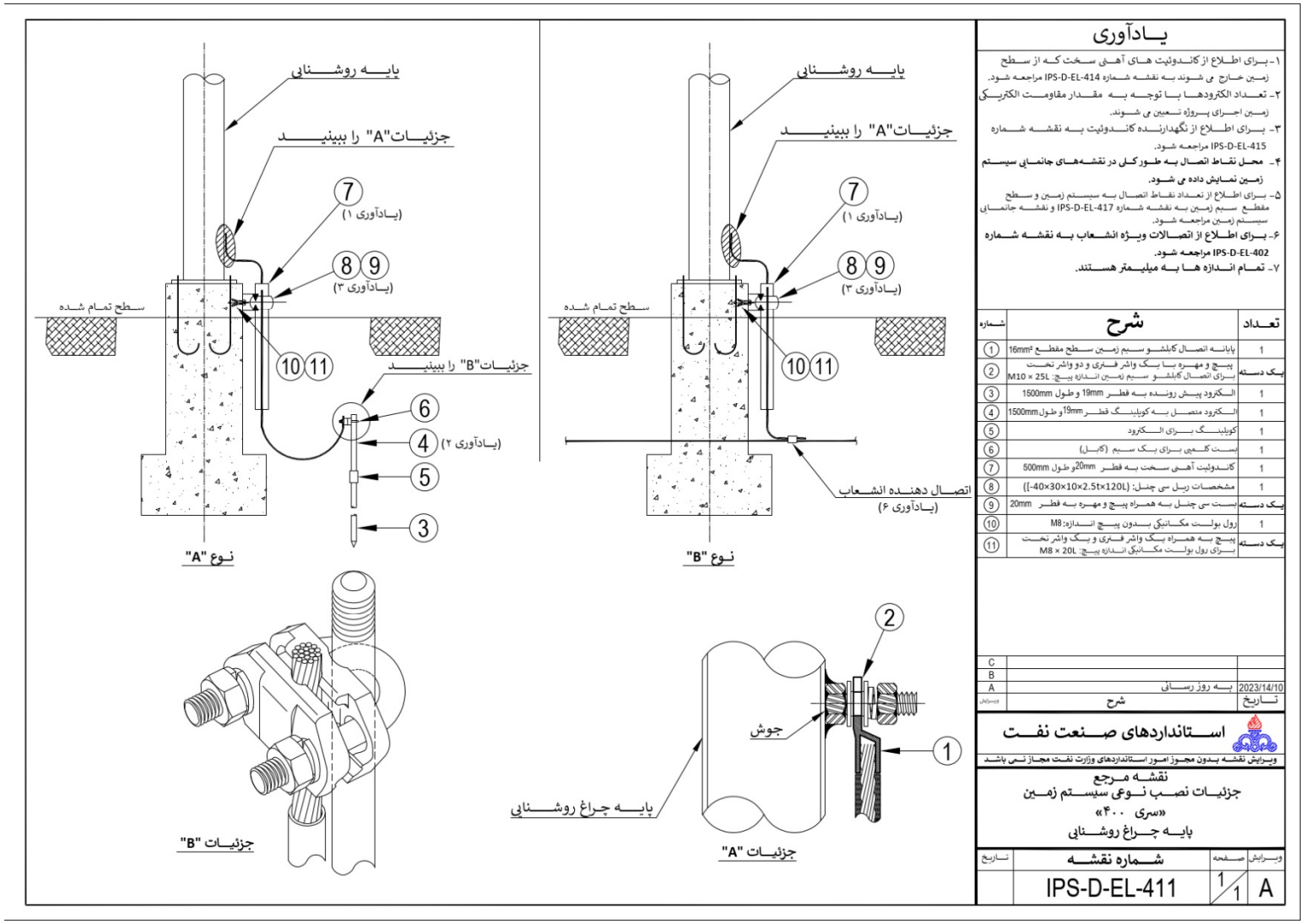

**شکل پ-۷- جزئیات زمین نمودن مخزن، برج و درام**



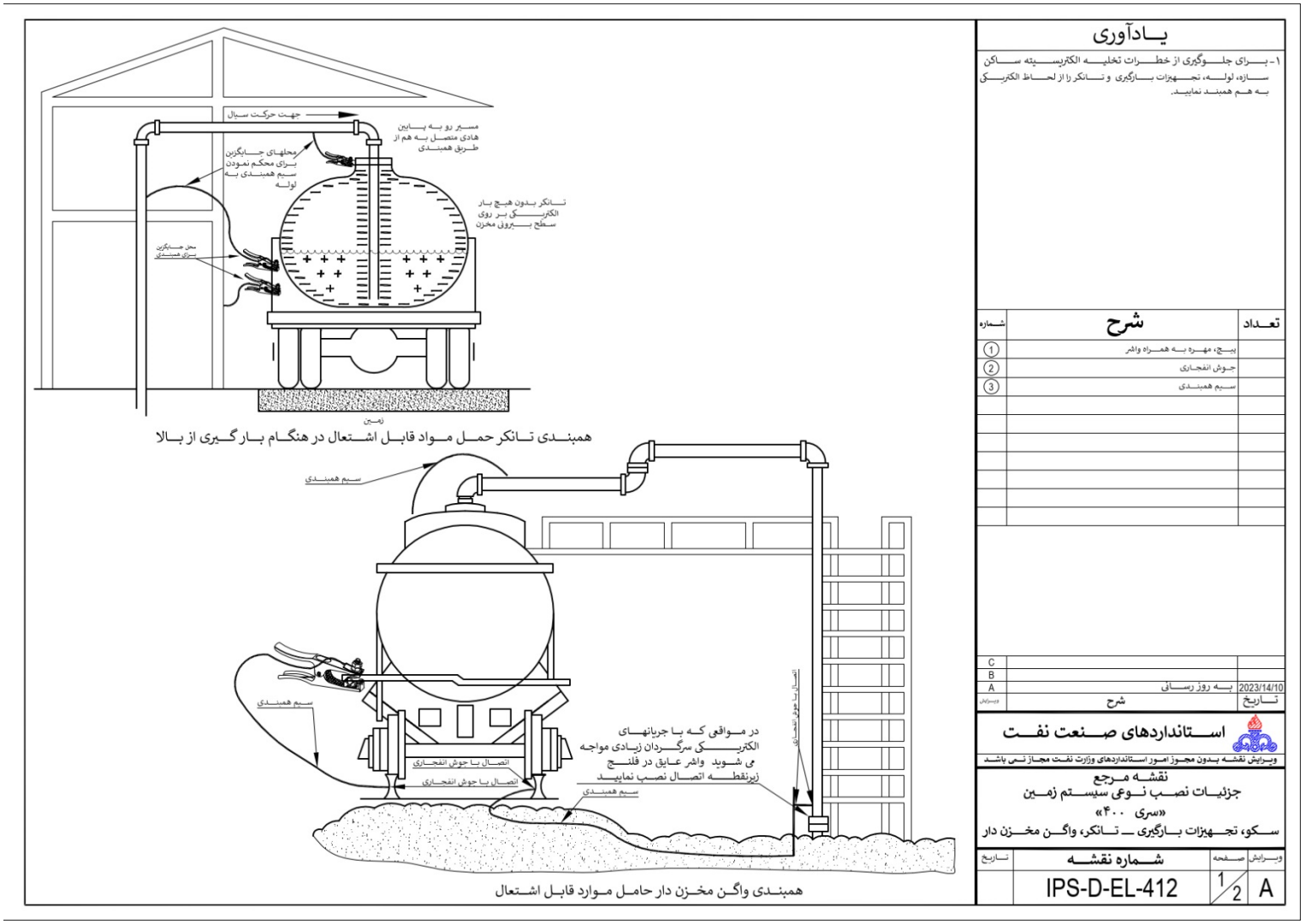

**شکل پ-۸ - زمین نمودن دروازه و فنس**



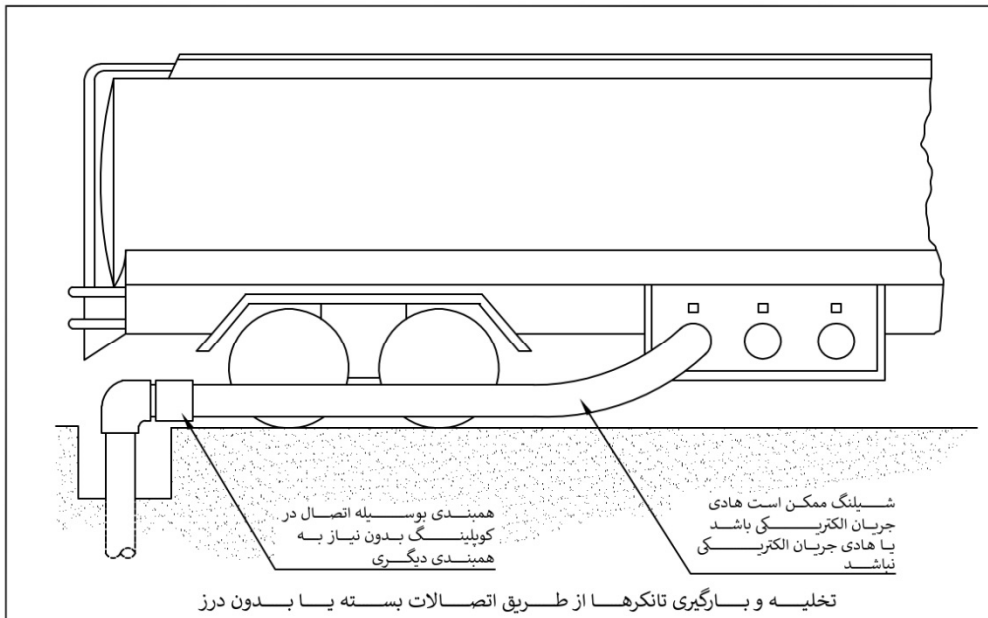

**شکل پ-۹- زمین نمودن نگهدارنده لوله، لوله**




**شکل پ-۱۰- زمین نمودن پایه روشنایی**




**شکل پ-۱۱- زمین نمودن تانکر و واگن در هنگام بارگیری سیالات هیدروکربنی (۱ از ۲)**




**یادآوری**

۱- برای جلوگیری از خطرات تخلیه الکتریسیته ساکن سازه، لوله، تجهیزات بارگیری و تانکر را از لحاظ الکتریکی ترجیحا به هم همبند نمایید

۲- برای اطلاعات بیشتر به آخرین ویرایش استانداردهای زیر مراجعه شود:

API RP 2003
NFPA 77
IPS-E-RP-370

| شماره | شرح | تعداد |
|---|---|---|
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| C | | |
| B | | |
| A | به روز رسانی | 2023/14/10 |
| ویرایش | شرح | تاریخ |

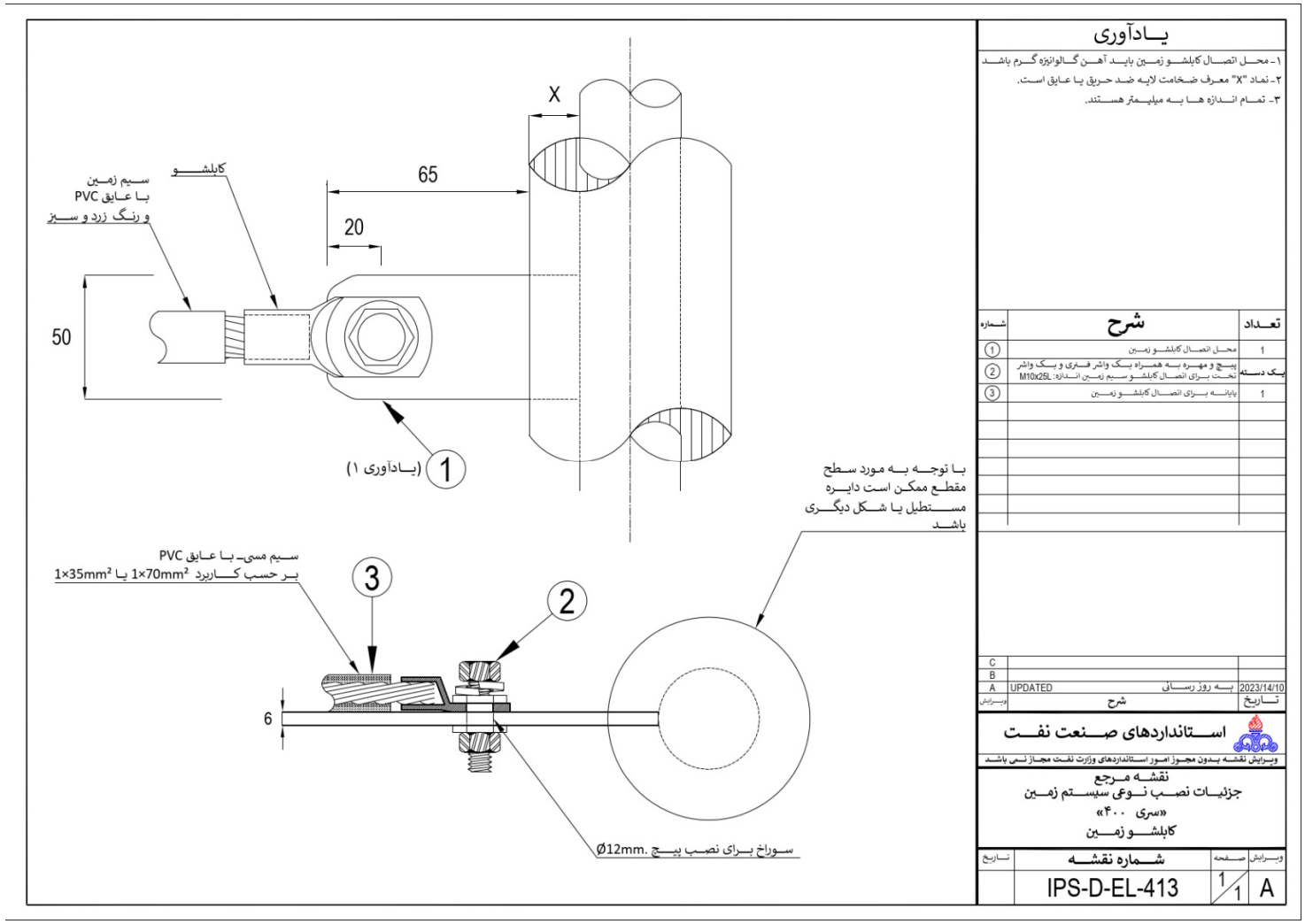
استانداردهای صنعت نفت

ویرایش نقشه بدون مجوز امور استانداردهای وزارت نفت مجاز نمی باشد

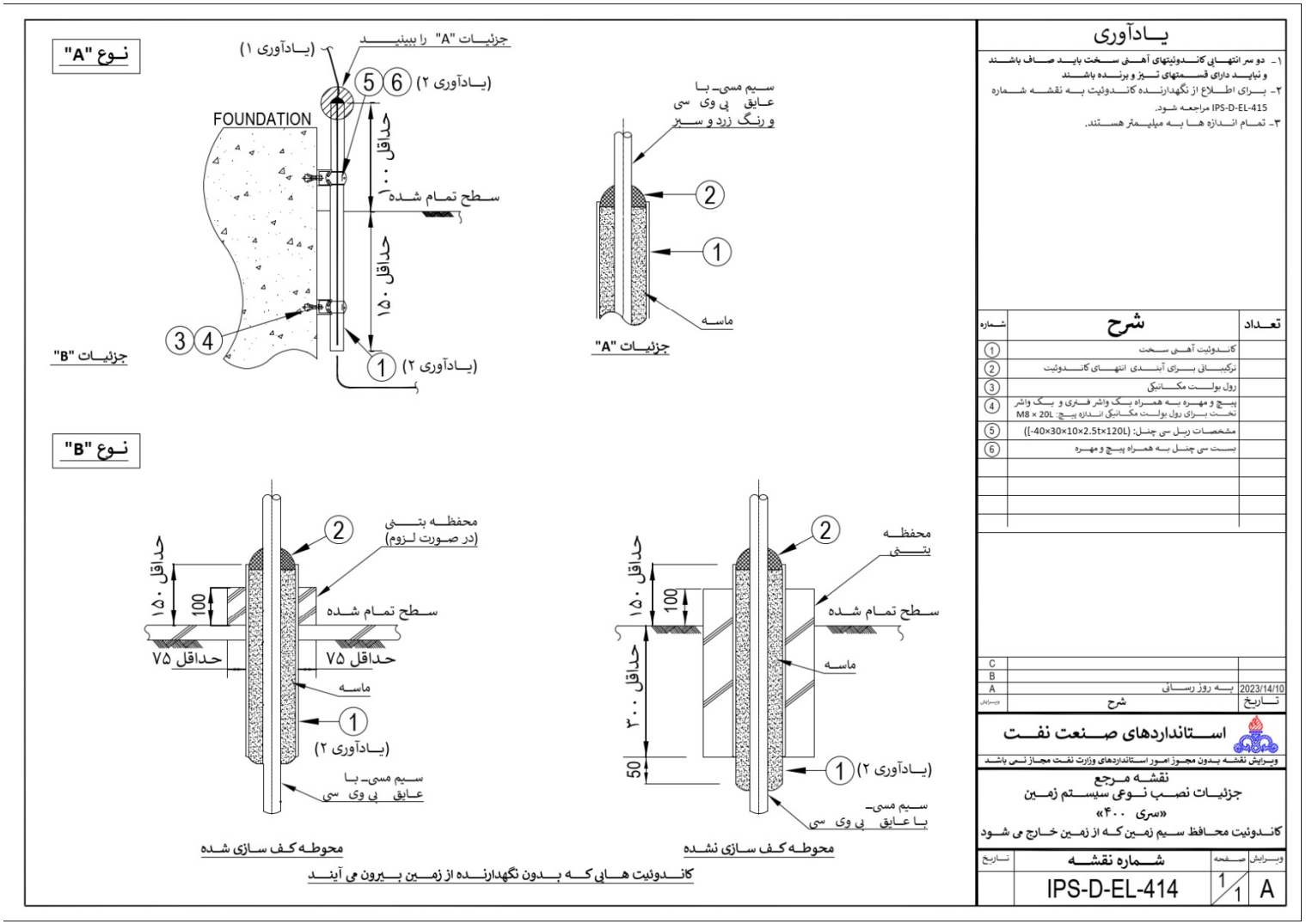
نقشه مرجع
جزئیات نصب نوعی سیستم زمین
«سری ۴۰۰»
تجهیزات تخلیه و بارگیری تانکر از پایین

| تاریخ | شماره نقشه | صفحه | ویرایش |
|---|---|---|---|
| | IPS-D-EL-412 | 2/2 | A |

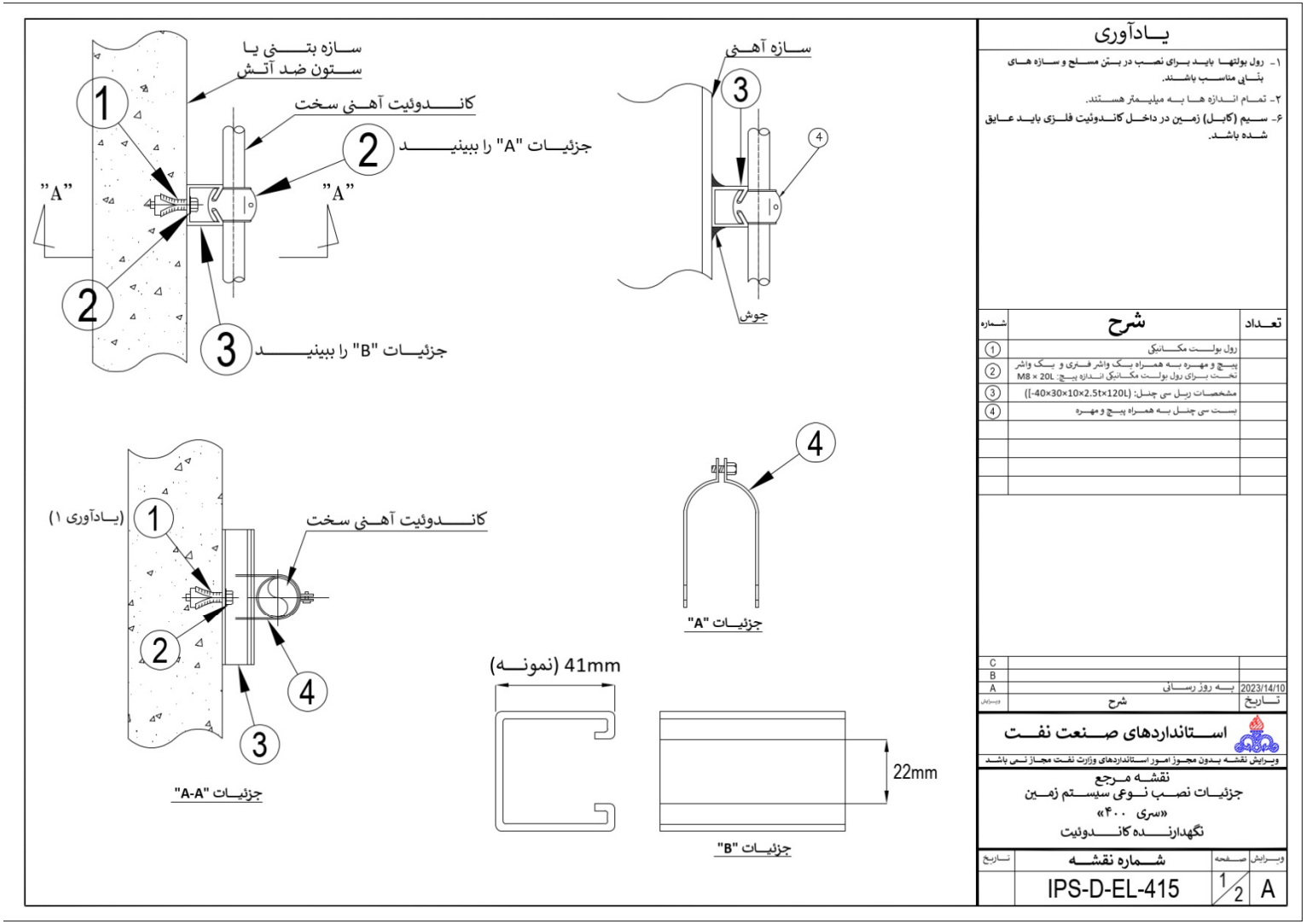
**شکل پ-۱۱- تخلیه و بارگیری تانکر حمل سیالات هیدروکربنی با سیستم بسته (۲ از ۲)**



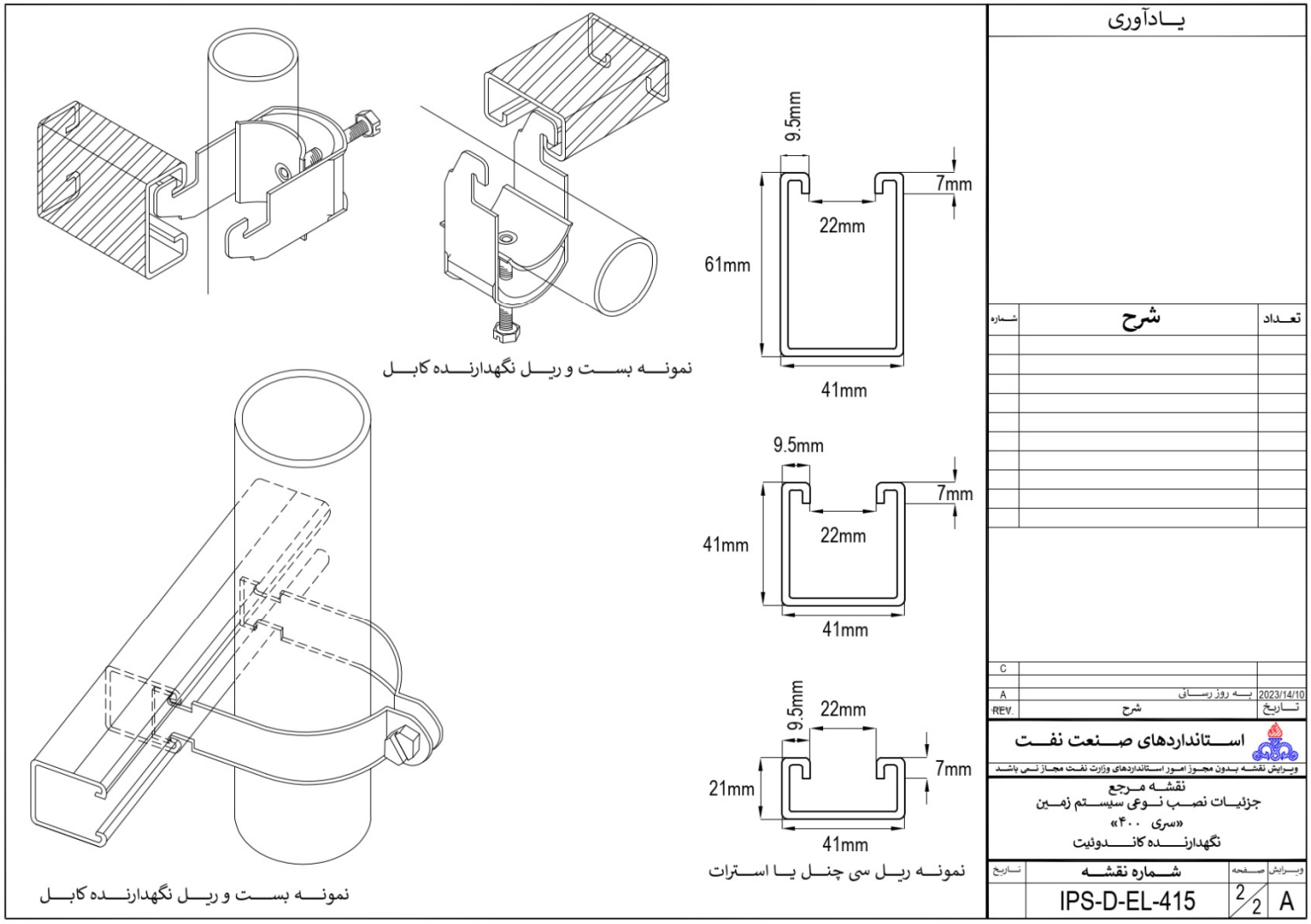

**شکل پ-۱۲ - کابلشو و محل اتصال زمین**




**شکل پ-۱۳ - لوله‌های محافظ برای کابل‌های زیرزمینی که از زمین خارج می‌شوند**




**شکل پ-۱۴- نگهدارنده لوله (۱ از ۲)**




**شکل پ-۱۴- نمونه بست و ریل نگهدارنده لوله و کابل (۲ از ۲)**

**حداقل سطح مقطع هادی زمین برای الکتروموتور**

| سطح مقطع هادی فاز (mm²) | سطح مقطع هادی زمین یا هادی حفاظتی (mm²) |
|---|---|
| 4 | 16 |
| 6 | 16 |
| 10 | 16 |
| 16 | 16 |
| 25 | 25 |
| 35 | 25 |
| 50 | 25 |
| 70 | 35 |
| 95 | 50 |
| 120 | 70 |
| 150 | 70 |
| 185 | 95 |
| 240 | 120 |
| 300 | 150 |
| 400 | 185 |

**حداقل سطح مقطع هادی زمین برای زمین نمودن تجهیزات فرآیندی**

| سطح مقطع هادی زمین (mm²) | تعداد نقاط اتصال به زمین | تجهیزات | |
|---|---|---|---|
| 35 | 2 | تا قطر ده متر | مخزن |
| 35 | (یادآوری ۲) | قطر بیش از ده متر | |
| 35 | 1 | ارتفاع کمتر از بیست متر | برج |
| 35 | 2 | ارتفاع بیش از بیست متر | |
| 35 | 1 | ——— | ظرف یا درام |
| 16 | 1 | ——— | مبدل حرارتی |
| 35 یا 70 | 2 | ——— | سازه فلزی |
| 70 | هر 30m | ——— | سازه نگهدارنده لوله |
| 16 | (یادآوری ۱) | ——— | لوله |
| 35 | (یادآوری ۱) | ——— | پله و راه پله |
| | | | |
| | | | |

**حداقل سطح مقطع هادی زمین برای زمین نمودن تجهیزات برقی**

| سطح مقطع هادی زمین (mm²) | تعداد نقاط اتصال به زمین | تجهیزات | |
|---|---|---|---|
| 70 | 1 | بدنه | ترانسفورماتور |
| 120 | 2 | تابلو | تابلو فشار متوسط MV و تابلو فشار قوی HV |
| 70 | 1 | حفاظت از آذرخش | |
| 70 | (یادآوری ۱) | ——— | تابلو فشار ضعیف LV و تابلو روشنایی و سوکت |
| 16 | 1 | ——— | ایستگاه کنترل محلی الکتروموتور |
| 35 | 1 | ——— | ایستگاه کنترل محلی روشنایی |
| 35 | 1 | ——— | سوکت جوشکاری |
| به جدول بالا رجوع شود | 1 | به جدول بالا رجوع شود | موتور |
| | | | |
| 70 | (یادآوری ۱) | ——— | حلقه یا رینگ اصلی سیستم زمین محوطه پروژه |
| 120 | (یادآوری ۱) | ——— | حلقه یا رینگ اصلی سیستم زمین پست برق |

**یادآوری**

۱- تعداد نقاط اتصال به سیستم زمین باید مطابق نقشه جانمایی سیستم زمین باشد.
۲- فواصل نقاطی که مخزن را به سیستم زمین متصل می کند نباید بیش از سی متر بر روی محیط مخزن باشد.
۳- هادی سیم زمین باید از جنس مس و عایق آن از جنس پی وی سی باشد و مطابق با استاندارد IEC60227 ساخته شده باشد.

| | | |
|---|---|---|
| C | | |
| B | | |
| A | به روز رسانی | 2023/14/10 |
| ویرایش | شرح | تاریخ |

استانداردهای صنعت نفت

ویرایش نقشه بدون مجوز امور استانداردهای وزارت نفت مجاز نمی باشد

نقشه مرجع
جزئیات نصب نوعی سیستم زمین
«سری ۴۰۰»
جدول انتخاب سیم زمین

| ویرایش | صفحه | شماره نقشه | تاریخ |
|---|---|---|---|
| A | 1/1 | IPS-D-EL-417 | |

**شکل پ-۱۵- جدول حداقل اندازه کابل‌ها برای سیستم زمین**

# پیوست ت

## (الزامی)

## نقشه‌های مربوط به نصب کابل، تجهیزات و مدارات کلی تابلو برق سیستم کابل‌های گرمایشی (گرمازا)

فهرست نقشه ها

| ویرایش | تعداد صفحه | شرح | شماره نقشه |
|---|---|---|---|
| | 1 | فهرست نقشه های گرم کننده الکتریکی کابلی | IPS-D-EL-800 |
| | 5 | جزئیات نصب گرم کننده الکتریکی کابلی | IPS-D-EL-801 |
| | 1 | جزئیات نصب برای مخزن و مسیر پای بس | IPS-D-EL-802 |
| | 1 | نمونه ای از تابلو گرم کننده الکتریکی کابلی | IPS-D-EL-803 |

یادآوری

| ویرایش | شرح | تاریخ |
|---|---|---|
| C | | |
| B | | |
| A | به روز رسانی | 2023/14/10 |

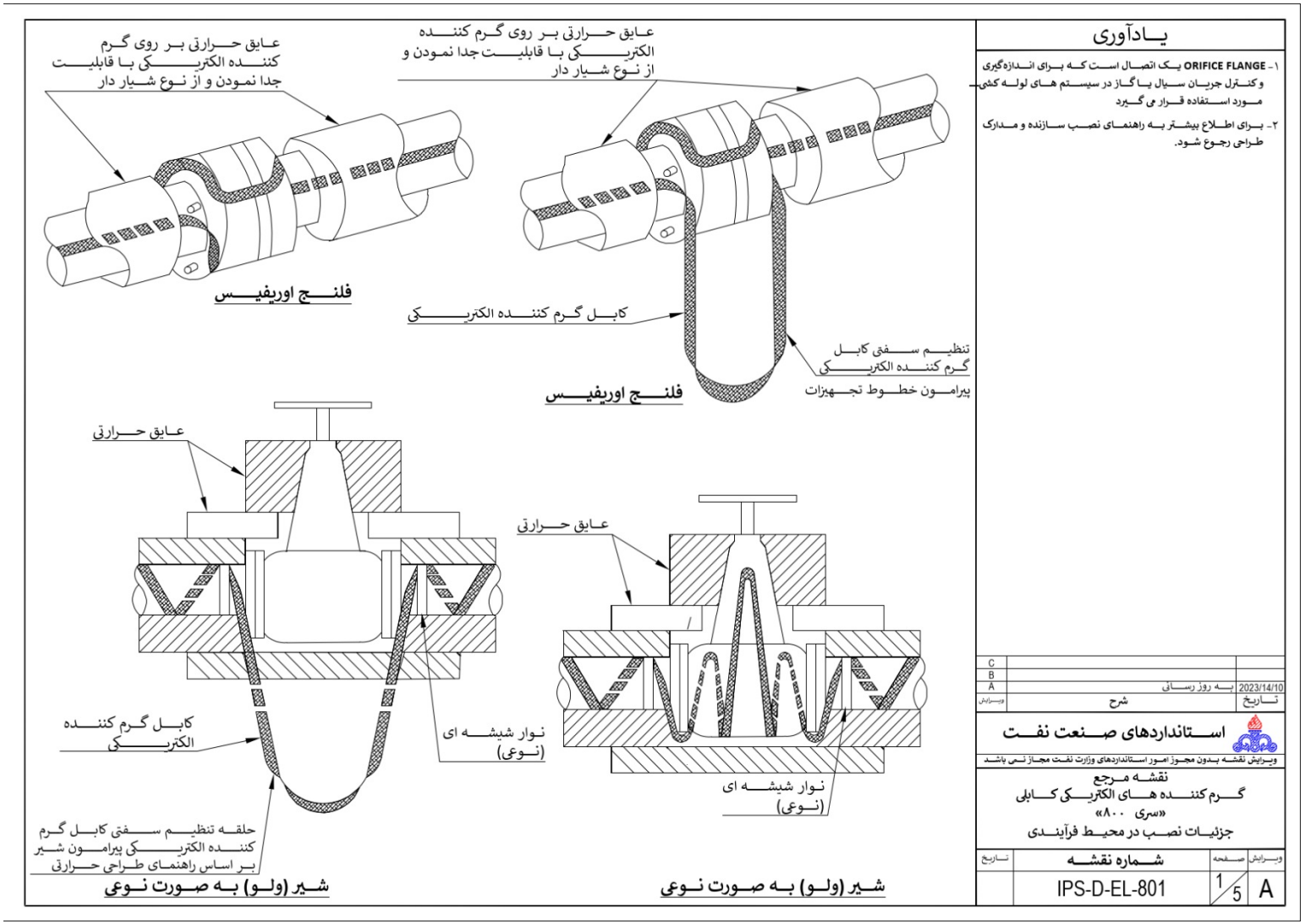
استانداردهای صنعت نفت

ویرایش نقشه بدون مجوز امور استانداردهای وزارت نفت مجاز نمی باشد

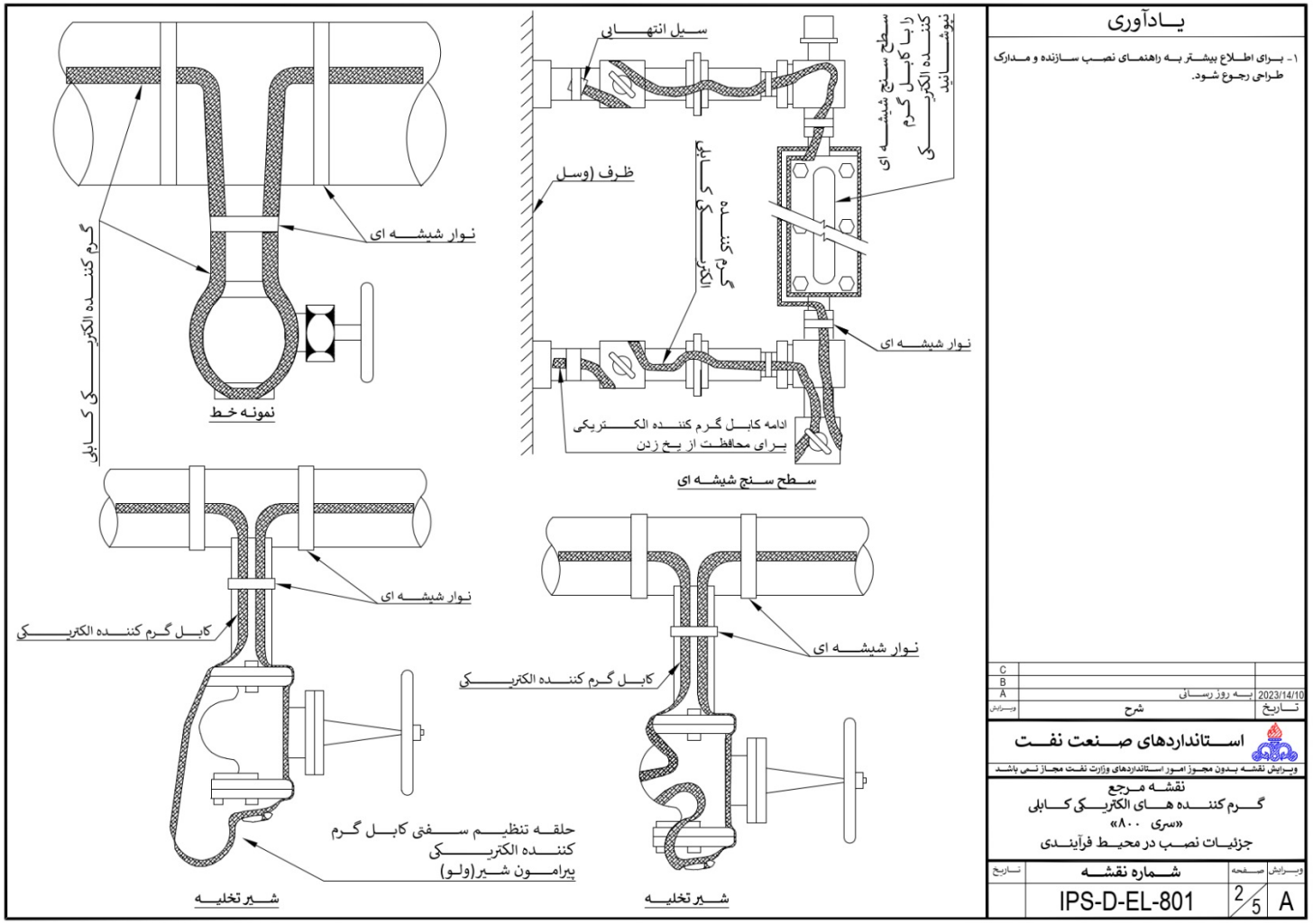
نقشه مرجع
گرم کننده های الکتریکی کابلی
«سری ۸۰۰»
فهرست نقشه ها

| ویرایش | صفحه | شماره نقشه | تاریخ |
|---|---|---|---|
| A | 1/1 | IPS-D-EL-800 | |

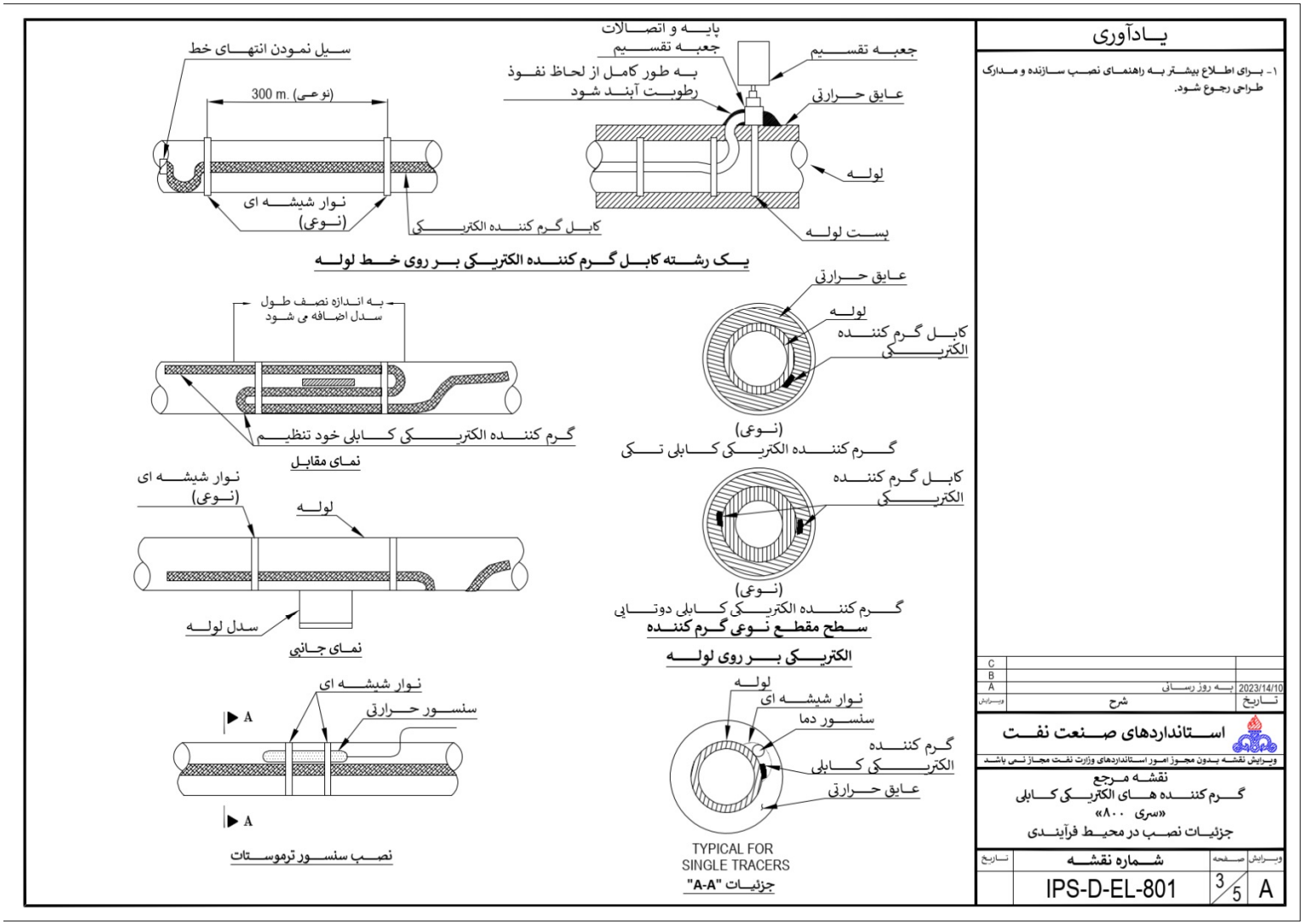
**شکل ت- ۱- فهرست نقشه‌های کابل‌های گرمایشی (گرمازا) الکتریکی**



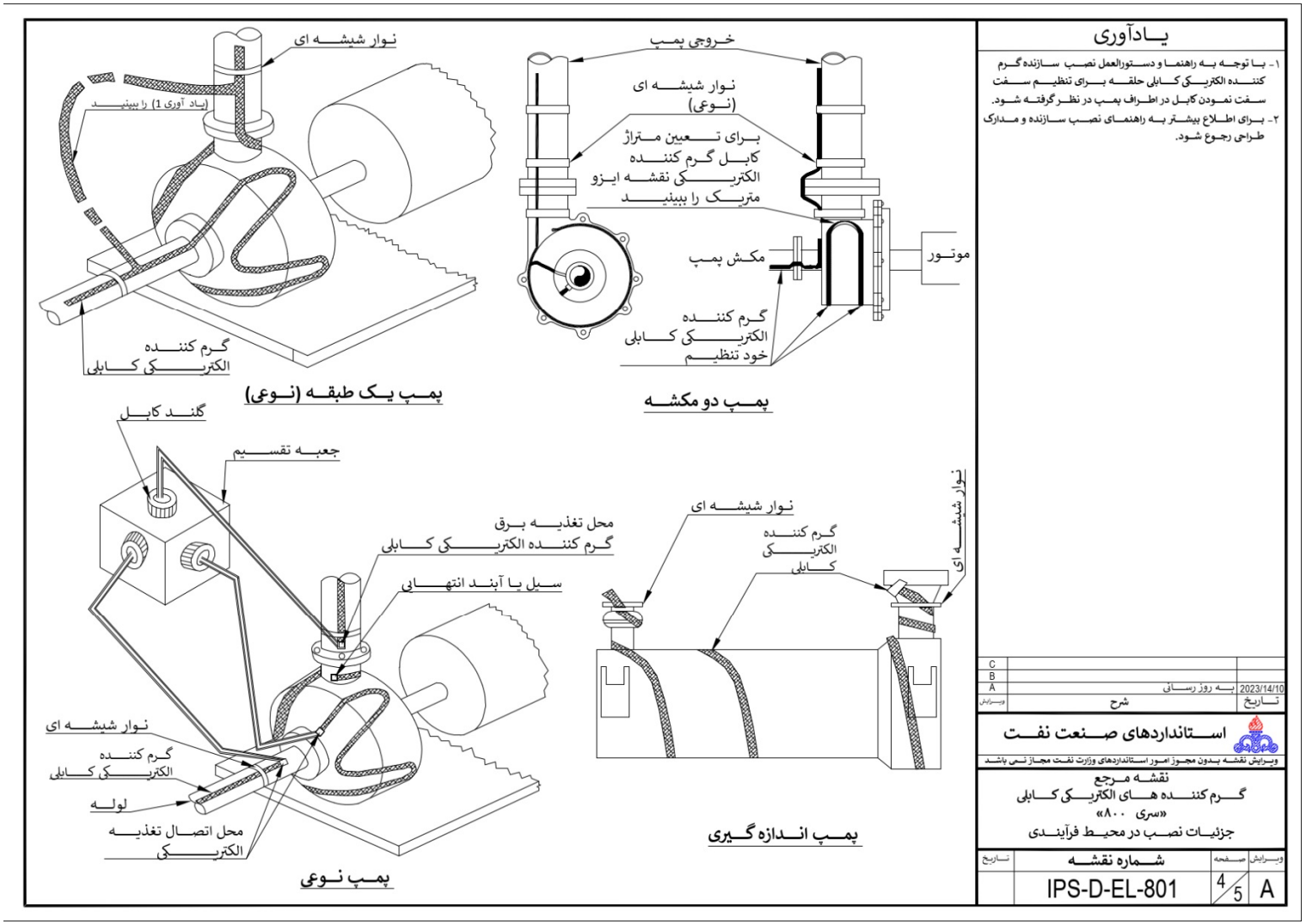

**شکل ت-۲- جزئیات نصب کابل‌های گرمایشی (گرمازا) الکتریکی برای محیط فرآیندی (۱ از ۵)**



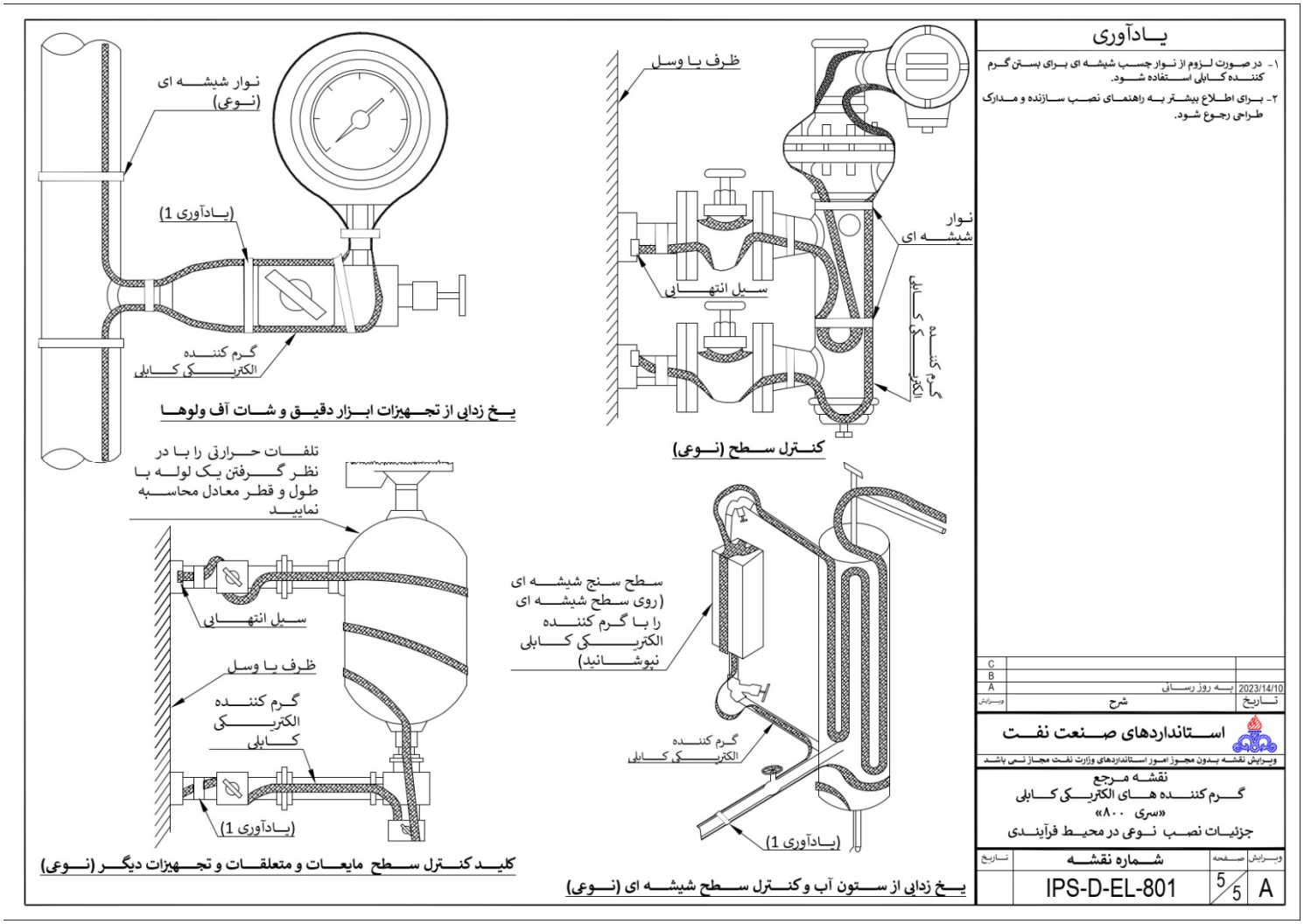

**شکل ت-۲- جزئیات نصب کابل‌های گرمایشی (گرمازا) الکتریکی برای محیط فرآیندی (۲ از ۵)**



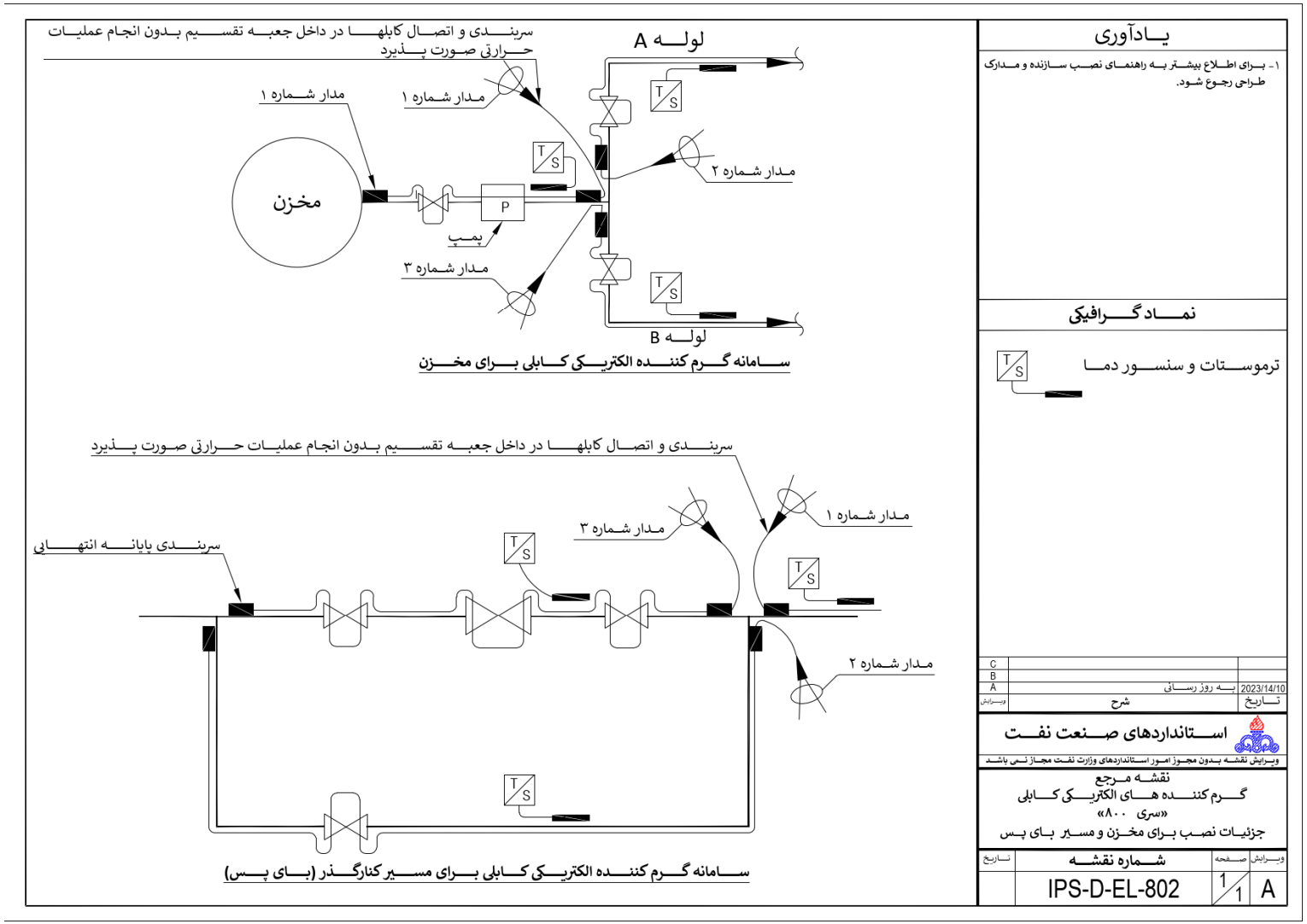

**شکل ت-۲- جزئیات نصب کابل‌های گرمایشی (گرمازا) الکتریکی برای محیط فرآیندی (۳ از ۵)**



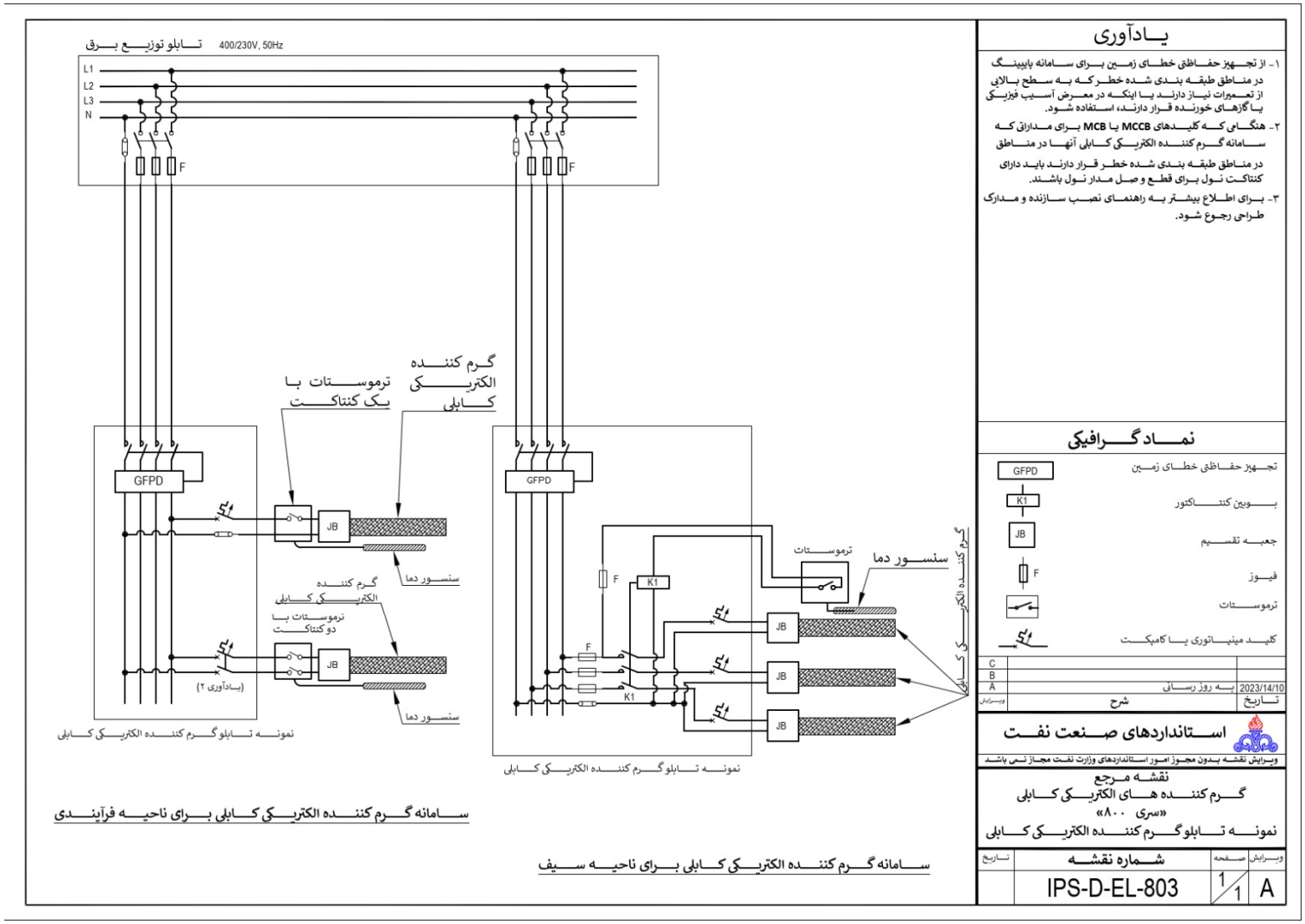

**شکل ت-۲- جزئیات نصب کابل‌های گرمایشی (گرمازا) الکتریکی برای محیط فرآیندی (۴ از ۵)**




**شکل ت -۲- جزئیات نصب کابل‌های گرمایشی (گرمازا) الکتریکی برای محیط فرآیندی (۵ از ۵)**




**شکل ت-۳- مدارات نوعی برای نصب کابل‌های گرمایشی (گرمازا) الکتریکی برای محیط فرآیندی و مخازن**




**شکل ت-۴- نمونه تابلو و مدارات سیستم کابل‌های گرمایشی (گرمازا) الکتریکی**

## کتاب‌نامه

[1] ISO/IEC 11801 (all parts), Information technology — Generic cabling for customer premises

**یادآوری**- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۹۶۳۵، فناوری اطلاعات- کابل کشی عمومی برای محدوده‌های مشتری، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد ISO/IEC 11801 تدوین شده است.

[2] IEC 60099-4, Surge arresters- Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران- آی‌ای‌سی ۴-۶۰۰۹۹: سال ۱۳۹۱، برق‌گیرها- قسمت ۴: برق‌گیرهای اکسید فلزی بدون شکاف برای سامانه‌های AC، با استفاده از استاندارد IEC 60099-4:2009 تدوین شده است.

[3] IEC 60099-5 Surge arresters- Part 5: Selection and application recommendations

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران- آی‌ای‌سی ۵-۶۰۰۹۹: سال ۱۳۹۰، برق‌گیرها- قسمت ۵: توصیه‌هایی درباره نحوه انتخاب و کاربرد، با استفاده از استاندارد IEC 60099-5:2000 تدوین شده است.

[4] IEC 60099-6 Surge arresters- Part 6: Surge arresters containing both series and parallel gapped structures- System voltage of 52 kV and less

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران- آی‌ای‌سی ۶-۶۰۰۹۹: سال ۱۳۹۱، برق‌گیرها- قسمت ۶: برق‌گیرهای دارای هر دو ساختار شکاف خورده سری و موازی- ولتاژاسمی kV ۵۲ و کمتر، با استفاده از استاندارد IEC 60099-6:2002 تدوین شده است.

[5] IEC 60099-8 Surge arresters- Part 8: Metal-oxide surge arresters with external series gap (EGLA) for overhead transmission and distribution lines of a.c. systems above 1 kV

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران- آی‌ای‌سی ۸-۶۰۰۹۹: سال ۱۳۹۰، برق‌گیرها- قسمت ۸: برق‌گیرهای اکسید فلزی با فواصل هوایی متوالی خارجی (EGLA) برای خطوط هوایی انتقال و خطوط توزیع برای سیستم‌های a.c بالاتر از kV ۱، با استفاده از استاندارد IEC 60099-8:2011 تدوین شده است.

[6] IEC 61439-5, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 5: Assemblies for power distribution in public networks

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۵-۱۲۱۰۳: سال ۱۳۹۵، تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف- قسمت ۵: تابلوهای توزیع برق در شبکه‌های عمومی، با استفاده از استاندارد IEC 61439-5: 2014 + COR1: 2015 تدوین شده است.

[7] IEC 60794 (all parts), Optical fibre cables

**یادآوری**- مجموعه استاندارد ملی ایران شماره ۸۷۱۶، کابل‌های تار نوری، با استفاده از برخی قسمت‌های استاندارد IEC 60794 تدوین شده است.

[8] IEC 62561-1, Lightning protection system components (LPSC)- Part 1: Requirements for connection components

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۸۴۹۹: سال ۱۳۹۳، قطعات سیستم حفاظت در برابر آذرخش (LPSC)- برق‌گیر- قسمت ۱: الزامات برای قطعات اتصال، با استفاده از استاندارد IEC 62561-1:2012 تدوین شده است.

[9] IEC 62561-2, Lightning protection system components (LPSC)- Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۸۴۹۹: سال ۱۳۹۳، قطعات سیستم حفاظت در برابر آذرخش (LPSC)- برق‌گیر- قسمت ۲: الزامات برای هادی‌ها و الکترودهای زمین با استفاده از استاندارد IEC 62561-2:2012 تدوین شده است.

[10] IEC 62561-3, Lightning protection system components (LPSC)- Part 3: Requirements for isolating spark gaps (ISG)

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۸۴۹۹: سال ۱۳۹۳، قطعات سیستم حفاظت در برابر آذرخش (LPSC)- برق‌گیر- قسمت ۳: الزامات برای جداسازهای فواصل جرقه (ISG)، با استفاده از استاندارد IEC 62561-3:2012 تدوین شده است.

[11] IEC 62561-4, Lightning protection system components (LPSC)- Part 4: Requirements for conductor fasteners

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۸۴۹۹: سال ۱۳۹۳، قطعات سیستم حفاظت در برابر آذرخش (LPSC)- برق‌گیر- قسمت ۴: الزامات برای محکم کننده‌های هادی‌ها، با استفاده از استاندارد IEC 62561-4:2012 تدوین شده است.

[12] IEC 62561-6, Lightning protection system components (LPSC)- Part 6: Requirements for lightning strike counters (LSC)

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۶-۱۸۴۹۹: سال ۱۳۹۳، قطعات سیستم حفاظت در برابر آذرخش(LPSC) - برق‌گیر- قسمت ۶: الزامات برای شمارنده‌های ضربه آذرخش (LSC) با استفاده از استاندارد IEC 62561-6:2011 تدوین شده است.

[13] IEC 62561-7, Lightning protection system components (LPSC)- Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۷-۱۸۴۹۹: سال ۱۳۹۳، قطعات سیستم حفاظت در برابر آذرخش (LPSC) - برق‌گیر- قسمت ۷: الزامات برای ترکیب‌های افزودنی برای زمین‌کردن، با استفاده از استاندارد IEC 62561-7:2011 تدوین شده است.

[14] IEC 62561-8, Lightning protection system components (LPSC)- Part 8: Requirements for components for isolated LPS
[15] IEEE 3003.1, IEEE Recommended practice for system grounding of industrial and commercial power systems
[16] IEEE 3003.2, IEEE Recommended practice for equipment grounding and bonding in industrial and commercial power systems
[17] IEEE 525, IEEE Guide for the Design and Installation of Cable Systems in Substations
[18] IEEE 80, Guide for safety in AC substation grounding
[19] BS 5467, Electric cables- Thermosetting insulated, armoured cables for voltages of 600/1000 V and 1900/3300 V

[20] BS 6622, Electric cables- Armoured cables with thermosetting insulation for rated voltages from 3.8/6.6 kV to 19/33 kV- Requirements and test methods
[21] BS 6724, Electric cables- Thermosetting insulated, armoured cables of rated voltages of 600/1000 V and 1900/3 300 V for fixed installations, having low emission of smoke and corrosive gases when affected by fire- Specification
[22] BS 7430, Code of practice for protective earthing of electrical installations

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شماره ۴۱۲۳: سال ۱۳۸۸، زمین حفاظتی تأسیسات الکتریکی- آیین کار، با استفاده از استاندارد BS 7430: 2011+ A1:2015 تدوین شده است.

[23] BS 7835, Electric cables- Armoured cables with thermosetting insulation for rated voltages from 3.8/6.6 kV to 19/33 kV having low emission of smoke and corrosive gases when affected by fire- Requirements and test methods
[24] ASTM B49 Standard Specification for Copper Rod for Electrical Purposes
[25] ASTM B187 Standard Specification for Copper, Bus Bar, Rod, and Shapes and General Purpose Rod, Bar, and Shapes
[26] ASTM B193 Standard Test Method for Resistivity of Electrical Conductor Materials
[27] DNV-RP-0360, Subsea power cables in shallow water
[28] ICAO Doc 9157-5, Aerodromes design and operations (ADM)- Part 5: Electrical systems
[۲۹] آیین‌نامه بستر و حریم رودخانه‌ها، نهرها، مسیل‌ها، مرداب‌ها، برکه‌های طبیعی و شبکه‌های آب‌رسانی، آبیاری و زهکشی مصوب ۱۳۷۹/۰۸/۱۱ هیئت‌وزیران بنا به پیشنهاد شماره ۱۰۰/۳۱/۴۸۵۵۶ مورخ ۱۳۷۹/۰۳/۰۸
[۳۰] تصویب‌نامه حریم خطوط هوایی انتقال و توزیع نیروی برق به شماره ۱۲۷۲۷/ت۵۰۷۳۲ هـ تاریخ ۱۳۹۴/۰۲/۲۶ مصوب هیئت‌وزیران به پیشنهاد شماره ۹۱/۳۷۸۱۴/۳۰/۱۰۰ مورخ ۱۳۹۳/۳/۲۰ وزارت نیرو در جلسه مورخ ۱۳۹۴/۰۱/۳۰
[۳۱] ابلاغیه شماره ۱۰۰/۳۰/۴۹۴۹۳/۹۵ مورخ ۹۵/۱۲/۰۱ وزارت نیرو ، حداقل میزان حریم‌های زمینی و هوایی خطوط توزیع فشار ضعیف
[۳۲] نشریه شماره ۷۵۰ سازمان برنامه‌وبودجه، راهنمای کلی طراحی، اجرا و بهره‌برداری مراکز داده
[۳۳] آیین‌نامه ایمنی سامانه اتصال زمین به شماره ۲۳۶۸۲۲ تاریخ تصویب ۱۴۰۱/۰۹/۳۰ وزارت کار تعاون و رفاه اجتماعی
[۳۴] مقررات، آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های بهداشت، ایمنی، محیط‌زیست (HSE) وزارت نفت
[۳۵] نشریه شماره ۱-۱۱۰ سازمان برنامه‌وبودجه، مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی ساختمان جلد اول: تأسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط قابل‌دسترسی در وبگاه < <https://sama.mporg.ir
[۳۶] نشریه شماره ۲-۱۱۰ سازمان برنامه‌وبودجه، مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی- جلد دوم: تأسیسات برقی جریان ضعیف قابل‌دسترسی در وبگاه < <https://sama.mporg.ir

[۳۷] نشریه شماره ۳-۱۱۰ سازمان برنامه و بودجه، مشخصات فنی و اجرایی تأسیسات ساختمان ـ جلد سوم: شبکه رایانه‌ای و سیستم مدیریت هوشمند ساختمان قابل دست رسی در وبگاه <Nezamfanni.ir>
[۳۸] نظام‌نامه بهره‌برداری، نگهداری، تست و راه‌اندازی ترانسفورماتورهای قدرت (تهیه و تنظیم: معاونت برنامه‌ریزی و نظارت بر امنیت شبکه ـ شرکت مدیریت شبکه برق ایران، شرکت مادر تخصصی توانیر)
[۳۹] آیین‌نامه حفاظت تأسیسات الکتریکی در کارگاه‌ها (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)
[۴۰] آیین‌نامه ایمنی سیستم اتصال به زمین (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)
[۴۱] آیین‌نامه ایمنی در عملیات انتقال نیروی برق (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)
[۴۲] آیین‌نامه ایمنی کار بر روی خطوط و تجهیزات برق‌دار (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)
[۴۳] آیین‌نامه حفاظت و بهداشت عمومی در کارگاه‌ها (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)
[۴۴] آیین‌نامه پیشگیری و مبارزه با آتش‌سوزی در کارگاه‌ها (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)
[۴۵] آیین‌نامه کار با ابزارهای دستی و دستی قدرتی (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)
[۴۶] آیین‌نامه حفاظتی ماشین سنگ‌زنی (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)
[۴۷] آیین‌نامه حفاظتی ماشین‌افزار (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)
[۴۸] آیین‌نامه ایمنی دستگاه‌های مخلوط‌کن و همزن در کارگاه‌ها (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)
[۴۹] آیین‌نامه جوشکاری و برشکاری گرم
[۵۰] آیین‌نامه حفاظتی وسایل حمل‌ونقل و جابجا کردن مواد و اشیاء در کارگاه‌ها (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)
[۵۱] آیین‌نامه حفاظتی ماشین‌افزار (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)
[۵۲] آیین‌نامه ایمنی ماشین‌های لیفتراک (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)
[۵۳] آیین‌نامه ایمنی کار در ارتفاع (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)
[۵۴] آیین‌نامه کمیته حفاظت فنی و بهداشت کار (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)
[۵۵] آیین‌نامه ایمنی امور پیمانکاری (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)
[۵۶] آیین‌نامه مشاوران فنی و خدمات ایمنی (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)
[۵۷] دستورالعمل اجرایی آیین‌نامه ایمنی امور پیمانکاری (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)
[۵۸] آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های حفاظت و بهداشت کار، شورای‌عالی حفاظت فنی (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی)
[59] Electrical Installation Guide, schneider electric, Available from <https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Technical+leaflet&p_File_Name=Electrical+Installation+Guide+2018.pdf&p_Doc_Ref=EIGED306001EN>
[60] Legrand power guide, Available from <https://www.legrandgroup.com/en/our-solutions/ international-power-guide>
[61] Lightning density maps VAISALA, Available from <https://www.vaisala.com/en/blog/2021-04/lightning-density-maps-every-country-world>
[62] Lightning protection guide - Dhen, Available from <https://www.dehn-international.com/sites/default/files/media/files/lpg-2015-e-complete.pdf >

[63] Lightning protection guide - OBO, Available from <https://www.obo.com.tr/fileadmin/DMS/Broschueren/02_TBS/Blitzschutz-Leitfaden_en.pdf >
[64] Moeller wiring manual, Available from <https://ecat.eaton.com/flip-cat/WMERS/blaetter katalog/pdf/complete.pdf >
[65] NFPA National Electrical Code Hand book
[66] NFPA Stationary fire pumps Handbook
[67] Submarine Power Cables Design, Installation, Repair, Environmental Aspects - eBook ISBN: 978-3-642-01270-9, Hardcover ISBN: 978-3-642-01269-3
[68] Submarine Cables The Handbook of Law and Policy - e-Book ISBN: 978-90-04-26033-7
[69] Submarine Optical Cable Engineering
[70] ABB Switchgear manual
[71] Electrical installation guide-schneider electric