



جمهوری اسلامی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

شماره استاندارد ایران

۶۷۷۰



ترانسفورماتورهای روغنی توزیع - مشخصات فنی

چاپ اول



## آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب قانون، تنها مرجع رسمی کشور است که عهده دار وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) میباشد.

تدوین استاندارد در رشته های مختلف توسط کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه، صاحبان مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط با موضوع صورت میگیرد. سعی بر این است که استانداردهای ملی، در جهت مطلوبیت ها و مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فنی و فن آوری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل: تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، بازرگانان، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمانهای دولتی باشد. پیش نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال میشود و پس از دریافت نظرات و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که توسط مؤسسات و سازمانهای علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می گردد. بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره (۵) تدوین و در کمیته ملی مربوط که توسط مؤسسه تشکیل میگردد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد میباشد که در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی استفاده می نماید. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون به منظور حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آنرا اجباری نماید. همچنین بمنظور اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و گواهی کنندگان سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و کالیبره کنندگان وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد اینگونه سازمانها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا نموده و بر عملکرد آنها نظارت می نماید. ترویج سیستم بین المللی یکاها، کالیبراسیون وسایل سنجش تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه می باشد.

کمیسیون استاندارد " ترانسفورماتورهای روغنی توزیع \_ مشخصات فنی "

رئیس	سمت یا نمایندگی
نمازی صالح ، ابراهیم (فوق لیسانس مدیریت)	وزارت نیرو _ سازمان توانیر _ معاونت تحقیقات و فن آوری _ مدیر دفتر استانداردها
اعضاء	
امیدواری نیا ، اسدالله (فوق لیسانس مهندسی قدرت)	وزارت نیرو _ سازمان آب و برق خوزستان
پورآقابا ، رضا (فوق لیسانس مهندسی قدرت)	وزارت نیرو _ سازمان توانیر _ برق منطقه ای اصفهان
تقه الاسلام ، سید احمد (فوق لیسانس مهندسی برق)	وزارت نیرو _ سازمان توانیر _ برق منطقه ای فارس
جدیری ، محمد (لیسانس مهندسی قدرت)	وزارت نیرو _ سازمان توانیر _ برق منطقه ای آذربایجان
جلالی ، مرتضی (فوق لیسانس مهندسی قدرت)	وزارت نیرو _ سازمان توانیر _ برق منطقه ای تهران
صباغ ، سید علی اکبر (لیسانس مهندسی قدرت)	وزارت نیرو _ سازمان توانیر _ برق منطقه ای سمنان
کاویانی ، عباس (فوق لیسانس مهندسی قدرت)	وزارت نیرو _ سازمان توانیر _ برق منطقه ای خراسان
معصومی ، حمید (لیسانس مهندسی الکترونیک)	وزارت نیرو _ سازمان توانیر _ برق منطقه ای آذربایجان
نقیسی نیا ، احمد (لیسانس مهندسی قدرت)	وزارت نیرو _ سازمان توانیر _ برق منطقه ای غرب
والی ، محمد (لیسانس قدرت)	شرکت متانیر
وکیلان ، مهدی (دکتر قدرت)	دانشگاه صنعتی شریف

دبیر

بهشتی ، محمدحسین  
(لیسانس مهندسی قدرت)

وزارت نیرو \_ سازمان توانیر \_ معاونت تحقیقات و  
فن آوری \_ رییس گروه استانداردهای انتقال مخابرات  
دفتر استانداردها

فهرست مندرجات.....	صفحه
پیش‌گفتار.....	پ
مقدمه.....	ث
۱ هدف.....	۱
۲ دامنه کاربرد.....	۱
۳ مراجع الزامی.....	۱-۳
۴ مشخصات فنی.....	۳
۴-۱ کلیات.....	۳
۴-۲ نیازهای عمومی.....	۴
۴-۳ هسته.....	۴
۴-۴ سیم‌پیچ.....	۵-۶
۴-۵ مونتاژ هسته و سیم‌پیچ.....	۶
۴-۶ قابلیت تحمل اتصال کوتاه.....	۶
۴-۷ مخزن یا بدنه ترانسفورماتور.....	۶-۷
۴-۸ کلید تغییردهنده ولتاژ بی‌برقی.....	۷
۴-۹ تجهیزات خنک‌کننده.....	۸
۴-۱۰ پوشش‌ها.....	۸
۴-۱۱ ملحقات.....	۸-۹
۴-۱۲ رنگ و پوشش.....	۹-۱۰
۴-۱۳ نیروی دینامیکی زمین‌لرزه.....	۱۰
۴-۱۴ ضربه شوک و انحراف از شاقول.....	۱۰-۱۱
۴-۱۵ روغن ترانسفورماتور.....	۱۱-۱۲
۴-۱۶ پلاک مشخصات ترانسفورماتور.....	۱۲
۴-۱۷ پلاک مشخص شده قدرت نامی.....	۱۲-۱۳
۴-۱۸ مردود نمودن.....	۱۳
۴-۱۹ وسایل راه‌اندازی.....	۱۳-۱۴
۴-۲۰ آزمون‌های نوعی.....	۱۴

۲۱-۴	اطلاعات و مشخصات همراه پیشنهادات فروشنده.....	۱۴-۲۶
	پیوست الف راهنمای تکمیل و توضیحاتی در ارتباط با جدول ۳ - مقادیر ترانسفورماتور روغنی	
۲۷-۳۳	توزیع (اطلاعاتی).....	۲۷-۳۳
	پیوست ب راهنمای تکمیل جدول ۵- مقادیر ترانسفورماتور روغنی توزیع (اطلاعاتی).....	۳۴-۳۵
۳۶-۴۸	پیوست پ شرایط محیطی (اطلاعاتی).....	۳۶-۴۸
	پیوست ت مقادیر تلفات بی‌باری و بارداری در ترانسفورماتورهای روغنی توزیع نیروی	
۴۹	برق (اطلاعاتی).....	۴۹
	پیوست ث آزمون‌های رنگ‌آمیزی (اطلاعاتی).....	۵۰
	پیوست ج جدول تکمیل شده برای خرید ترانسفورماتور روغنی توزیع ۵۰۰ کیلوولت آمپری	
۵۱-۵۳	(اطلاعاتی).....	۵۱-۵۳

## پیش‌گفتار

استاندارد " ترانسفورماتورهای روغنی توزیع - مشخصات فنی " که پیش‌نویس آن توسط وزارت نیرو - سازمان توانیر - معاونت تحقیقات و فن‌آوری - دفتر استانداردها در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده و در دوپست و چهارمین جلسه کمیته ملی مهندسی برق و الکترونیک مورخ ۸۰/۱۲/۲۶ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارایه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین برای مراجعه به استانداردهای ایران باید همواره از آخرین تجدیدنظر آنها استفاده کرد.

در تهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه، در حد امکان بین این استاندارد و استانداردهای بین‌المللی و ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود.

منابع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است :

- 1- ISO 1461 (1990) : Metallic Coatings – Hot Dip Galvanized Coatings on Fabricated Ferrous Products – Requirements.
- 2- IEC 60070 (1997) : Test Probes to Verify Protection by Enclosures.
- 3- IEC 60071-2 (1996) : Insulation Co-Ordination ; Part 2 : Application Guide.
- 4- IEC 60076-1 (2000) : Power Transformers ; Part 1: General.
- 5- IEC 60076-2 (1993 ) : Power Transformers ; Part 2 : Temperature Rise.
- 6- IEC 60076-3 (2000) : Power Transformers ; Part 3 : Insulation Levels and Dielectric Tests.
- 7- IEC 60076-5 (2000) : Power Transformers ; Part 5 : Ability to Withstand Short Circuit.
- 8- IEC 60137 (1996) : Insulated Bushings for Alternating Voltages Above 1000 V.
- 9- IEC 60044 -1 (1996) : Current Transformers.
- 10- IEC 60233 (1988) : Tests on Hollow Insulators for use in Electrical Equipment.
- 11- IEC 60289 (1994) : Reactors.
- 12- IEC 60296 (1986) : Specification for Unused Mineral Insulating Oils for Transformer and Switchgear.
- 13- IEC 60551 (1995) : Determination of Transformer and Reactor Sound Levels.
- 14- IEC 60815 (1986) : Guide for the Selection of Insulator in Respect of Polluted Conditions.
- 15- BS 4232 (1989) : Surface Finish of Blast – Cleaned Steel for Painting.
- 16- BS 5493 (1977) : Practice for Protective Coating or Iron and Steel Structures Against Corrosion.
- 17- DIN 42500 (1993) : Three Phase Oil-Immersed Distribution Transformers 50 HZ, 50 UP to 2500 KVA , General Requirements for Transformers.
- 18- DIN EN50180 (1968) : Transformers ; Bushings for Indoor and Outdoor Types ; Insulation Classes 10N to 30N , 250 A.
- 19- DIN 42566 (1989) : Transformers ; Buchholz Relays ; Requirements and Testing.

20- NEMA 107 (1993) : Methods of Measurement of Radio Influence Voltage (RIV) of High – Voltage Apparatus.

۲۱- استاندارد ملی ایران ۵ : سال ۱۳۷۸ ( تجدید نظر دوم ) استانداردهای ملی ایران - مقررات مربوط به ساختار و

شیوه نگارش



## مقدمه

این مشخصات فنی کمینه الزام‌های مربوط به طراحی، تهیه مواد، ساخت، بازرسی، آزمون، نشانه‌گذاری و آماده‌سازی برای حمل ترانسفورماتورهای روغنی توزیع را در بر می‌گیرد. بندهای مختلف و پیوست‌های این مشخصات باید به عنوان اجزاء یک مجموعه واحد در نظر گرفته شوند.

## ترانسفورماتورهای روغنی توزیع \_ مشخصات فنی

### ۱ هدف

هدف از تدوین این استاندارد تعیین مشخصات فنی جامعی برای ترانسفورماتورهای روغنی توزیع نیروی برق است. این مشخصات برای استفاده در مناقصات، یکنواخت‌سازی درخواست‌های فنی که موجب تسهیل ساخت تجهیزات در داخل کشور می‌شود و همچنین یکنواخت‌سازی روش به کارگیری ترانسفورماتورهای ولتاژ روغنی توزیع نیروی برق، ارایه شده‌اند.

### ۲ دامنه کاربرد

ترانسفورماتورهای روغنی توزیع نیروی برق با ولتاژ ۱۱ و ۲۰ و ۳۳ کیلوولت مورد مصرف در تاسیسات پست‌های شبکه‌های توزیع نیروی برق ایران و همچنین در تأسیسات پست‌های اختصاصی کارخانجات است.

### ۳ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می‌شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و یا تجدیدنظر، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. معهدا بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد امکان کاربرد آخرین اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و یا تجدیدنظر، آخرین چاپ و یا تجدید نظر مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

- 1- ISO 1461 (1990) : Metallic Coatings – Hot Dip Galvanized Coatings on Fabricated Ferrous Products – Requirements.
- 2- IEC 60070 (1997) : Test Probes to Verify Protection by Enclosures.
- 3- IEC 60071-2 (1996) : Insulation Co-Ordination ; Part 2 : Application Guide.
- 4- IEC 60076-1 (2000) : Power Transformers ; Part 1: General.
- 5- IEC 60076-2 (1993 ) : Power Transformers ; Part 2 : Temperature Rise.
- 6- IEC 60076-3 (2000) : Power Transformers ; Part 3 : Insulation Levels and Dielectric Tests.
- 7- IEC 60076-5 (2000) : Power Transformers ; Part 5 : Ability to Withstand Short Circuit.
- 8- IEC 60137 (1996) : Insulated Bushings for Alternating Voltages Above 1000V.
- 9- IEC 60185 (1996) : Current Transformers.

- 10- IEC 60233 (1988) : Tests on Hollow Insulators for use in Electrical Equipment.
- 11- IEC 60289 (1994) : Reactors.
- 12- IEC 60296 (1986) : Specification for Unused Mineral Insulating Oils for Transformers and Switchgear.
- 13- IEC 60551 (1995) : Determination of Transformer and Reactor Sound Levels.
- 14- IEC 60815 (1986) : Guide for the Selection of Insulator in Respect of Polluted Conditions.
- 15- BS 4232 (1989) : Surface Finish of Blast – Cleaned Steel for Painting.
- 16- BS 5493 (1977) : Practice for Protective Coating of Iron and Steel Structures Against Corrosion.
- 17- DIN 42500 (1993) : Three Phase Oil-Immersed Distribution Transformers 50 HZ, 50 UP to 2500 KVA , General Requirements for Transformers.
- 18- DIN 42531 (1968) : Transformers ; Bushings for Indoor and Outdoor Types ; Insulation Classes 10N to 30N , 250 A.
- 19- DIN 42566 (1989) : Transformers ; Buchholz Relays ; Requirements and Testing.
- 20- NEMA 107 (1993) : Methods of Measurement of Radio Influence Voltage(RIV)of High – Voltage Apparatus.

## ۴ مشخصات فنی

### ۴-۱ کلیات

این استاندارد در برگیرنده کمینه نیازهای مربوط به طراحی، تهیه مواد، ساخت، بازرسی، آزمون، نشانه‌گذاری و آماده‌سازی جهت جابجایی ترانسفورماتور روغنی توزیع می‌باشد.

بخش‌های مختلف و ملحقات این استاندارد باید به عنوان اجزا یک واحد در نظر گرفته شوند.

فروشنده باید در پیشنهاد خود هر گونه استثناء و مغایرتی را نسبت به استانداردهای تعیین شده به روشنی و به طور مشخص بیان نماید. لذا فرض بر این است که پیشنهادات ارایه شده منطبق با استانداردهای ذکر شده می‌باشند، مگر در مواردی که به طریق یاد شده قید شده باشد.

در صورت هرگونه ناهماهنگی بخش‌ها و جملات این استاندارد و پیوست‌های آن، فروشنده باید اصلاح این موارد را از خریدار درخواست نماید.

فروشنده باید تمام اطلاعات فنی را که در مرحله اعلام مورد نیاز می‌باشد ارایه نماید. تمام برگه‌های اطلاعات فنی (جدول ۴) باید به طور کامل تکمیل شود. هر قسمت تکمیل نشده از این اطلاعات فنی به منزله پذیرفته شدن مشخصات مورد درخواست خریدار تلقی می‌گردد. فروشنده باید فهرست فروش قبلی، مربوط به کلیه اقلام را ارایه نماید.

### ۴-۲ نیازهای عمومی



۴-۲-۱ ترانسفورماتورهای توزیع باید بر اساس نیازهای کاربردی مندرج در آخرین چاپ استانداردهای بین‌المللی IEC طراحی، ساخته و آزمون شوند، مگر در مواردی که چیز دیگری ذکر شده باشد.

نشریات اصلاحی، مکمل و مرجع فهرست شده در استانداردهای مربوط نیز، باید مورد توجه قرار گیرند. ترانسفورماتورهای توزیع، باید با قطعات یدکی مورد نیاز و کلیه ملحقات برای بهره‌برداری صحیح همراه باشند، مشخصات اصلی تجهیزات و مقادیر نامی آنها، باید با آنچه که در جداول ترانسفورماتورها ذکر گردیده منطبق باشند.

۴-۲-۲ ترانسفورماتورهای توزیع باید از نوع روغنی و دارای منبع انبساط روغن باشند.

۴-۲-۳ کلیه قسمت‌های حامل جریان نظیر بوشینگ‌ها، کلید تنظیم ولتاژ، نقاط و ادوات اتصالی، باید کمینه از ظرفیت جریان پیوسته بار، (که معادل ۱۲۰ درصد جریان سیم‌پیچی‌های مربوط تحت همه شرایط کاری است)، برخوردار باشند.

#### ۴-۳ هسته

هسته ترانسفورماتور، باید از ورقه‌های فولاد سیلیکون‌دار و نو، نورد سرد شده و بخصوص مناسب برای استفاده مورد نظر ساخته شود. هر دو طرف ورقه‌های فولادی، باید با ماده عایقی مناسب (مطابق با استاندارد مربوط) پوشش داده شده باشد. به نحوی که مقاومت الکتریکی مطلوبی را بین ورقه‌های به هم چسبیده ایجاد نماید. قطعات فولادی که برای محکم نمودن ورقه‌های هسته به کار گرفته می‌شوند، باید پس از بریدن، سوراخکاری و جوشکاری‌های لازم، سمباده‌پردازی، یا سنگ زنی بشوند. مجموعه مونتاژ شده هسته و سیم‌پیچی، باید مجهز به گیره‌های مناسب برای بلند کردن این مجموعه باشد.

#### ۴-۴ سیم‌پیچ

در طراحی، ساخت و تهیه سیم‌پیچی‌ها، ملاحظات ویژه‌ای برای همه ویژگی‌ها مانند: قدرت عایقی و مکانیکی عایق، مشخصات سیم‌پیچی، توزیع یکنواخت میدان الکتریکی، کمینه تلفات عایق، امکان عبور جریان آزاد روغن برای ایجاد درجه حرارت یکنواخت، محدود نمودن گرمترین نقطه‌ها، توزیع ولتاژ یکنواخت بین حلقه‌های مجاور و در سرتاسر سیم‌پیچی‌ها، و کنترل ضریب دی الکتریک برای تحمل شرایط بیشینه ولتاژ بهره‌برداری و موج ضربه، باید مورد توجه قرار گیرند.

قابلیت‌های بارگذاری، آن چنان که در این مشخصات و در استانداردهای IEC برای ترانسفورماتورهای توزیع در نظر گرفته شده باید با توجه به طول عمر، نگهداری و دیگر عوامل تأثیرگذار بر روی کار ترانسفورماتور مورد توجه قرار گیرند.

سیم‌پیچی‌های ترانسفورماتور، باید برای تحمل آزمون‌های عایقی ولتاژ نظیر موج صاعقه، آزمون القایی و همچنین آزمون موج بریده (در صورتی که به طور خاص درخواست شده باشد) بر اساس مندرجات استانداردهای IEC طراحی شوند.

#### ۴-۴-۱ هادی سیم‌پیچ

هادی‌های سیم‌پیچی، باید عاری از هر گونه پوسته، برآمدگی و یا شکاف باشد. همه هادی‌های استفاده شده برای سیم‌پیچی، باید از مس الکترولیتی ساخته شده باشند. حلقه‌های سیم‌پیچی باید به طور یک‌دست ساخته شده و طوری پیچیده شده باشند که باعث تقویت استقامت مکانیکی و الکتریکی شوند و کاهش زوال سیم‌پیچی را دربرداشته باشند.

نقطه نوترال سیم‌پیچی‌های ستاره و یا زیگزاک، باید به طور جداگانه و از طریق یک بوشینگ و یا ترمینال مناسب، به بیرون از ترانسفورماتور منتقل گردیده و به قسمت‌های داخل ترانسفورماتور اتصالی نداشته باشد.

#### ۴-۴-۲ عایق سیم‌پیچ

عایق‌بندی سیم‌پیچی باید از نوع یکنواخت یا غیریکنواخت انتخاب شود. لاک زدن روی حلقه‌های سیم‌پیچی فقط می‌تواند به منظور حفاظت مکانیکی (و نه برای اصلاح خاصیت دی‌الکتریکی آن) مورد استفاده قرار گیرد. مواد استفاده شده در عایق‌بندی و مونتاژ سیم‌پیچی‌ها، باید غیر قابل حل، تجزیه ناپذیر و از نظر شیمیایی، در روغن داغ ترانسفورماتور در شرایط کار غیرفعال باشند.

#### ۴-۴-۵ مونتاژ هسته و سیم‌پیچ

توصیه می‌شود هسته سیم‌پیچ مونتاژ شده، تحت شرایط خلاء با فشار کمتر از ۰/۵ میلیمتر جیوه خشک و بلافاصله پس از مرحله خشک شدن، تحت عمل اشباع روغن قرار گیرد تا از کاهش نفوذ رطوبت و هوا در ساختار عایقی آن اطمینان حاصل شده، و سپس در روغن عاری از رطوبت، غوطه‌ور گردد. سایر روش‌ها چنانچه پاسخگوی نیازهای مربوطه باشد قابل قبول خواهد بود.

#### ۴-۴-۶ قابلیت تحمل اتصال کوتاه

ابعاد ترانسفورماتور، باید بر اساس جریان‌های اتصال کوتاه (سه فاز، دو فاز و فاز به زمین) و خطاهای قابل پیش بینی در سیستم، طراحی گردد. سیستم زمین کردن (بدون مقاومت، با مقاومت محدود کننده جریان و یا ایزوله) و همچنین امکان بهره‌برداری از دو یا چند ترانسفورماتور به طور موازی نیز باید مورد توجه قرار گیرد. ترانسفورماتور توزیع، باید بدون آسیب قادر به تحمل اثر حرارتی و دینامیکی اتصال کوتاه‌ها (سه فاز، دو فاز و نیز تک‌فاز به زمین) در ترمینال‌های ولتاژ کم و ولتاژ زیاد با مقادیر جریان و زمان اتصال کوتاه، مشخص شده در این استاندارد و بر اساس استانداردهای IEC باشد.

محاسبات اتصال کوتاه برای قابلیت تحمل دینامیکی ترانسفورماتور باید به طور اعم بر اساس استاندارد IEC 60076-5 باشد.

#### ۷-۴ مخزن یا بدنه ترانسفورماتور

۷-۴-۱ مخزن ترانسفورماتور، باید از فولاد کم کربن نورد شده گرم یا سرد، ساخته شود، مخزن و درپوش آن، باید به نحو خوبی آب‌بندی شده و غیر قابل نفوذ گردند. درپوش مخزن، باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شود که آب روی آن راکد نماند.

واشرها، باید از مواد نرم ارتجاعی و از نظر شیمیایی غیر قابل حل در روغن، (که تحت تأثیر حرارت روغن قرار نگرفته و آب‌بندی خوبی را در مقابل نفوذ روغن داغ ایجاد کند)، ساخته شود.

۷-۴-۲ مخزن ترانسفورماتور، رادیاتورها، لوله‌های ارتباطی روغن و کنسرواتور، باید ضمن این که قادر به تحمل خلاء مناسب و کافی هستند، تحمل اضافه فشار داخلی، معادل با اختلاف ارتفاع پایین‌ترین سطح و بالاترین سطح روغن ترانسفورماتور، به علاوه سطح روغن مخزن را داشته باشند.

۷-۴-۳ بدنه خارجی هر ترانسفورماتور، باید مجهز به دو ترمینال برای اتصال سیستم زمین به بدنه ترانسفورماتور بوده و در هر ترمینال، دو محل اتصال برای وصل هادی زمین در نظر گرفته شده باشد.

۷-۴-۴ در صورتی که ترانسفورماتور مجهز به وسایل مناسبی برای استقرار و حرکت روی ریل آهن باشد، باید امکان جابجایی آن را در جهت طولی یا عرضی و یا هر دو (بسته به انتخاب)، در حالتی که پر از روغن است فراهم سازد.

۷-۴-۵ ساختمان مخزن اصلی و مخزن انبساط روغن، باید با در نظر گرفتن تغییرات درجه حرارت‌های مورد نظر برای سردترین و گرمترین شرایط کار طراحی گردد.

#### ۸-۴ کلید تغییر دهنده ولتاژ بی‌برقی

ترانسفورماتورها، باید مجهز به تغییر دهنده دستی ولتاژ برای تغییر اتصالات به پله‌های مختلف در سیم‌پیچی باشند. تغییر پله، باید فقط موقعی انجام بگیرد که ترانسفورماتور بی‌برق باشد. تغییر دهنده ولتاژ، باید شامل دستگیره‌ای

جهت تنظیم، همراه با نشان‌دهنده پله‌ها و نیز وسایلی برای قفل نمودن دستگیره تغییر دهنده ولتاژ در هر یک از پله‌های مورد نظر باشد.

کنتاکت‌های تغییر دهنده ولتاژ، باید قادر به تحمل جریان کامل اتصال کوتاه ترانسفورماتور بدون هیچ‌گونه صدمه و آسیب دیدن بوده و جریان نامی مستمر بیش از  $1/2$  برابر بیشینه جریان بار کامل سیم‌پیچی را تحمل نمایند. دسته تغییر دهنده ولتاژ باید به وسایل مناسبی برای حفاظت در برابر عملکرد ناصحیح مجهز باشد.

#### ۹-۴ تجهیزات خنک‌کننده

ترانسفورماتورها، باید دارای سیستم خنک شدن طبیعی روغن باشند. رادیاتورها، باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شوند که به راحتی برای تمیز نمودن یا رنگ‌آمیزی قابل دسترسی بوده، همچنین به نحوی روی بدنه قرار گیرند که هنگام تخلیه تانک ترانسفورماتور، روغن رادیاتورها نیز به طور کامل تخلیه شود و هنگام پرکردن تانک از روغن نیز هوای آن به داخل تانک ترانسفورماتور رانده شود تا اطمینان خاطر از عدم تجمع حباب‌های گاز در آن حاصل گردد.

#### ۱۰-۴ پوشینگ‌ها

پوشینگ‌ها باید بر اساس چاپ استاندارد EN50180 بوده و به گونه‌ای باشند که مناسب کار در شرایط محیطی عنوان شده در جدول ۳ باشند. پوشینگ‌های هم ولتاژ، با یکدیگر قابل تعویض باشند. پوشینگ‌ها باید در مقابل روغن، هوا و آب نفوذ ناپذیر باشند. پوشینگ‌ها باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شوند، که از جمع شدن گازهای قابل انفجار در آنها پیشگیری شود.

#### ۱۱-۴ ملحقات

کلیه نشان دهنده‌ها، وسایل اندازه‌گیری، رله‌ها و اندازه‌گیرهای درجه حرارت و رطوبت گیر، باید به گونه‌ای روی ترانسفورماتور نصب شوند که ارتعاشات ترانسفورماتور به آنها منتقل نگردد. کنتاکت‌های لوازم فوق باید نسبت به زمین عایق شده و از نوع حرکت سریع (مغناطیسی) یا نوع جیوه‌ای باشند. کنتاکت‌های هشدار دهنده و کنترل، باید در شرایط عادی باز بوده و خود تنظیم باشند (به جز کنتاکت‌های فشار ناگهانی)، و نیز مناسب ولتاژ فشار ضعیف داخل پست باشند.

در صورتی که ترانسفورماتور دارای ملحقات زیر باشد، ویژگی‌های آنها باید بر اساس شرایط زیر انتخاب گردد.

#### ۱-۱۱-۴ مخزن انبساط روغن

مخزن انبساط روغن، باید با ایجاد شیب مناسبی در کف آن، روی ترانسفورماتور قرار گیرد. کف این مخزن در انتهای شیب، باید مجهز به صافی با اندازه مناسب و با درپوش لازم باشد.

مخزن انبساط روغن، باید به طور کامل در مقابل نفوذ هوا آب‌بندی گردد که این امر باید از طریق یک محفظه هوایی مقاوم در مقابل هوا و روغن که به رطوبت‌گیر متصل است انجام گیرد.

مخزن انبساط روغن، باید مجهز به نشان دهنده سطح روغن باشد. این نشان دهنده، باید از سطحی هم سطح محل نصب ترانسفورماتور قابل رؤیت باشد و روی سطح خارجی منبع انبساط نصب گردد. عقربه (عامل) نشان‌دهنده باید نمایانگر سطوح بیشینه، کمینه و نرمال در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  باشد.

همچنین حجم منبع انبساط، باید کمینه برابر ۹ درصد از حجم کل روغن، در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  باشد.

#### ۴-۱۱-۲ رله تشخیص گاز ۱

رله تشخیص گاز، باید روی لوله ارتباطی بین کنسرواتور و تانک ترانسفورماتور قرار گیرد. رله باید مجهز به یک یا دو سری کنتاکت باشد، که برای وصل مدار هشداردهنده یا قطع در اثر تجمع تدریجی گاز یا حرکت سریع روغن در محفظه روغن است.

#### ۴-۱۱-۳ نشان‌دهنده دمای روغن

نشان‌دهنده عقربه‌ای درجه حرارت روغن، همراه عنصر حساس آن که در حول و حوش گرمترین موقعیت روغن قرار می‌گیرد، در صورت لزوم تهیه شود. نشان‌دهنده، باید روی بدنه ترانسفورماتور در محلی که از سطحی هم سطح محل نصب ترانسفورماتور قابل رؤیت باشد، نصب گردد. نشان‌دهنده دما می‌تواند مجهز به کنتاکت‌های قابل تنظیم زیر باشد:

- تحریک مدار هشدار

- تحریک مدار فرمان قطع

#### ۴-۱۲ رنگ و پوشش

#### ۴-۱۲-۱ گالوانیزاسیون (در صورت استفاده از ورق گالوانیزه):

گالوانیزه نمودن قطعات باید بر اساس آخرین چاپ استاندارد ISO 1461 انجام گیرد.

#### ۴-۱۲-۲ زیرسازی و رنگ آمیزی:

#### ۴-۱۲-۱-۲ زیرسازی:

زیرسازی باید بر اساس آخرین چاپ استاندارد ANSI A159.1 انجام گیرد.



## الف - زنگ زدایی:

قطعات آهنی و صفحات فولادی، باید بوسیله شن پاشی بر اساس آخرین چاپ استاندارد BS 4232 از زنگ پاک شود.

## ب - چربی زدایی:

قطعات آهنی و صفحات فولادی باید با استفاده از حلال‌ها از چربی پاک شود.

## ۴-۲-۲ رنگ آمیزی خارجی:

رنگ روی قطعات آهنی و صفحات فولادی، باید از سه لایه پوشش به ضخامت هر یک کمینه ۴۰ میکرون (کمینه ۵۰ میکرون برای آب و هوای مرطوب) تشکیل گردد که یک لایه ضد زنگ، پوشش دوم و رنگ آستری و در نهایت پوشش سوم، رنگی مقاوم در مقابل رطوبت، تابش آفتاب و تغییرات دما با ضخامت کلی کمینه ۱۲۰ میکرون (کمینه ۱۵۰ میکرون برای آب و هوای مرطوب) می‌باشد. رنگ آمیزی باید بر اساس آخرین چاپ استاندارد BS 5493 باشد و یک صفحه رنگ شده به عنوان نمونه باید بر اساس فهرست مندرج در پیوست الف آزمون شود. اضافه کردن لایه‌های رنگ می‌تواند با توافق صورت پذیرد.

## ۴-۱۳ نیروی دینامیکی زمین لرزه

ترانسفورماتورهایی که به طور کامل مونتاژ و نصب می‌گردند (به انضمام کلیه ملحقات آنها)، باید طوری طراحی شده باشند که نیروهای دینامیکی زمین لرزه را بدون هرگونه صدمه‌ای تحمل نمایند. شتاب‌های افقی و عمودی زلزله باید در همان جهتی هدایت و ختشی گردند که شدیدترین وضعیت بارگذاری ترانسفورماتور و ملحقات آن ایجاد می‌نمایند. (مقدار این شتاب به طور عموم باید  $0/3$  شتاب ثقل زمین در نظر گرفته شود مگر در شرایط خاصی که توسط خریدار مشخص گردیده باشد).

## ۴-۱۴ ضربه شوک و انحراف از شاقول

ترانسفورماتورها، باید از آن چنان طراحی، مواد و ساختی برخوردار باشند که در اثر وارد آمدن شوک و ضربات احتمالی در ضمن بارگیری، تخلیه، نقل و انتقالات زمینی و دریایی یا هر گونه جابجایی تا حد ۳ برابر شتاب ثقل زمین در هر یک از جهات (طول، عرض، ارتفاع) آسیبی به آنها وارد نگردد. انحراف از قائم تا میزان بیشینه ۱۵ درجه نسبت به خط شاقول نیز نباید سبب وارد آمدن صدمه به ترانسفورماتور گردد.

## ۴-۱۵ روغن ترانسفورماتور

### ۴-۱۵-۱ کیفیت روغن

روغن ترانسفورماتور باید بر اساس آخرین چاپ استاندارد IEC 60296 بوده و از نوع روغن عایق، استفاده نشده، و بدست آمده از پالایش و تصفیه نفت باشد. این روغن باید از محصولات نفتی خالص با پایه نفتان در کلاس ۲، برای

مناطق طبقه‌بندی شده در گروه C<sup>1</sup> (از نظر کمینه درجه حرارت) و پایه نفتان یا پارافین در کلاس ۱، برای نیاز مناطق طبقه‌بندی شده در گروه A<sup>2</sup> و B<sup>3</sup> (از نظر کمینه درجه حرارت) باشد. روغن باید بدون هر گونه ماده ضد اکسیدکنندگی (به عبارت دیگر روغن بدون مواد افزودنی) باشد.

#### ۴-۱۵-۲ ویژگی‌های روغن

ویژگی‌های روغن برحسب کلاس آن طبق جدول ۱ باید باشد.

جدول ۱- ویژگی‌های روغن

ویژگی‌ها	واحد	کلاس ۱	کلاس ۲
گرانروی جنبشی	$cSt = 10^{-6} m^2/s$	کوچکتر یا مساوی ۱۶/۵	کوچکتر یا مساوی ۱۱
	در ۴۰ سلسیوس	کوچکتر یا مساوی ۴۰	کوچکتر یا مساوی ۲۵
	در ۲۰ سلسیوس	کوچکتر یا مساوی ۸۰۰	-----
	در ۱۵- سلسیوس	-----	کوچکتر یا مساوی ۱۸۰۰
	در ۳۰- سلسیوس	بزرگتر یا مساوی ۱۴۰	بزرگتر یا مساوی ۱۳۰
	درجه سلسیوس	کوچکتر یا مساوی ۳۰-	کوچکتر یا مساوی ۴۵-
	درجه سلسیوس		
درجه حرارت اشتعال			
درجه حرارت خمیری شدن (نقطه ریزش)			

عوامل مشترک ویژگی‌های روغن کلاس‌های ۱ و ۲ در جدول ۲ آمده است.

۱- مناطقی که کمینه درجه حرارت محیط آنها معادل ۴۰- درجه سلسیوس باشد.

۱- مناطقی که کمینه درجه حرارت محیط آنها معادل ۲۰- درجه سلسیوس باشد.

۲- شامل مناطقی که کمینه درجه حرارت محیط آنها معادل ۳۰- درجه سلسیوس باشد.

جدول ۲\_ عوامل مشترک ویژگی‌های روغن کلاس‌های ۱ و ۲

ویژگی‌ها	واحد/شرایط	عوامل مشترک در کلاس‌های ۱ و ۲
شکل ظاهری	---	رنگ روشن و بدون هرگونه مواد معلق یا ته‌نشینی
چگالی	کیلوگرم بر دسی‌متر مکعب در 20 °C	کوچکتر یا مساوی ۰/۸۹۵
کشش سطحی	نیوتن بر متر در 25°C	بزرگتر یا مساوی ۴۰×۱۰ <sup>-۳</sup>
درجه خثی بودن	میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن	کوچکتر یا مساوی ۰/۰۳
خورندگی گوگردی	---	غیر خورنده
مقدار آب محلول	میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن	کوچکتر یا مساوی ۴۰
مواد افزودنی ضد اکسیدکننده	---	غیر قابل تشخیص
درجه خثی بودن*	میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن	کوچکتر یا مساوی ۰/۴
مقدار لجن روغن*	درصد وزنی روغن	کوچکتر یا مساوی ۰/۱
ولتاژ شکست عایقی	کیلوولت	بزرگتر یا مساوی ۳۰ کیلوولت
روغن تازه قبل از انجام عملیات (تصفیه و خشک کردن)		
روغن بعد از تصفیه		بزرگتر یا مساوی ۵۰ کیلوولت
ضریب تلفات در شدت میدان ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ ولت بر میلی‌متر برای نمونه روغن خشک و فیلتر شده	در 90°C فرکانس ۴۰ تا ۶۲ هرتز	کوچکتر یا مساوی ۰/۰۰۵
* بعد از اکسید شدن روغن بدون افزودنی		

#### ۴-۱۵-۳ ظرف محموله روغن

الف - روغن ترانسفورماتور باید در بشکه‌های پر تحویل داده شود.

ب - بشکه‌ها باید نو و از مناسب‌ترین جنس و به طور کلی از نوعی باشند که عموماً در صنعت نفت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

#### ۴-۱۶ پلاک مشخصات ترانسفورماتور

پلاک مشخصات ترانسفورماتور باید شامل اطلاعات لازم مطابق IEC 60070,60289,60185 باشد و امکان نصب آن در چهار طرف ترانسفورماتور باشد.

#### ۴-۱۷ پلاک مشخص شده قدرت نامی

در صورت درخواست خریدار، فروشنده باید پلاکی را که بیانگر قدرت نامی ترانسفورماتور بر حسب کیلوولت آمپر است بر روی بدنه ترانسفورماتور نصب کند. این پلاک باید در حالی که ترانسفورماتور در ارتفاع شش متری نصب

شده است از سطح زمین قابل رؤیت باشد. این صفحه باید از جنس مشابه پلاک مشخصات ترانسفورماتور ( مشخص شده در بند ۴-۱۶ ) باشد. زمینه این صفحه باید به رنگ زرد و اعداد باید به رنگ مشکی و هر یک از اعداد در مستطیلی فرضی به ابعاد  $۸۴ \times ۱۲۶$  میلیمتر رسم شوند.

#### ۴-۱۸ مردود نمودن

خریدار حقوق خود را برای رد ترانسفورماتور و درخواست ترانسفورماتور جدید، در صورت بروز هر یک از موارد مغایرت زیر، در رابطه با مقادیر تضمین شده، و مقادیر اندازه‌گیری شده در زمان انجام آزمون‌ها یا کار ترانسفورماتور محفوظ می‌دارد:

الف - تلفات اندازه‌گیری شده نسبت به مقادیر تضمینی، بیش از رواداری‌هایی باشد، که در استاندارد IEC مشخص گردیده است.

ب - ولتاژ اмпدانس اندازه‌گیری شده نسبت به مقادیر تضمینی، بیش از ۱۰ درصد اختلاف داشته باشد.

پ - افزایش درجه حرارت روغن یا سیم پیچی، نسبت به مقادیر تضمینی از ۵ درجه سلسیوس تجاوز کند.

ت - ترانسفورماتور، در آزمون تحمل موج ضربه، رد شود.

ث - ترانسفورماتور، در آزمون تحمل ولتاژ با فرکانس برق صنعتی، رد شود.

ج - چنانچه ثابت شود که ترانسفورماتور طبق مشخصات توافق شده ساخته نشده است.

چنانچه مقادیر اندازه‌گیری شده برای موارد فوق‌الذکر، در محدوده مقادیر تضمینی نبوده و در عوض در محدوده‌های ذکر شده در فوق قرار گرفته باشند، در صورت موافقت خریدار، سازنده یا باید ترانسفورماتور را اصلاح نماید یا پرداخت جریمه‌ای را که توسط خریدار پیشنهاد می‌گردد، تقبل نماید.

#### ۴-۱۹ وسایل راه‌اندازی

وسایل اضافی زیر باید جهت راه‌اندازی ترانسفورماتور، به عنوان کمینه نیازها، برای هر ترانسفورماتور باید در نظر گرفته شود:

الف - یک سری کامل واشر همراه با مواد لازم، جهت تثبیت واشرها؛

ب - لوازم ویژه (در صورت نیاز)؛

پ - یک قوطی رنگ سطح نهایی؛

ت - ۱۰٪ کل مقدار روغن؛

ث - مواد و وسایل ضروری دیگر طبق پیشنهاد سازنده با توجه به نوع ترانسفورماتور.

#### ۴-۲۰ آزمون‌های نوعی

آزمون‌های نوعی در صورت حصول توافق بین خریدار و فروشنده هنگام عقد قرارداد، باید انجام پذیرند. فروشنده باید گزارش آزمون نوعی ترانسفورماتور مورد نظر را ارایه نماید. در صورتی که گزارش آزمون از نظر خریدار قابل قبول نباشد و یا آزمایشگاهی که آزمون را انجام داده است مورد قبول خریدار نباشد، فروشنده موظف به انجام مجدد آزمون، به هزینه خود می‌باشد.

#### ۴-۲۱ اطلاعات و مشخصات همراه پیشنهادات فروشنده

۴-۲۱-۱ اطلاعات و مشخصات زیر، باید همراه پیشنهاد، جهت تأیید و بررسی در مناقصه ارایه شوند:

الف - نقشه‌های کلی، که ساخت، ابعاد خارجی، وزن قطعات و نحوه مونتاژ تجهیزات پیشنهاد شده را نشان بدهند. نقشه‌ها باید نمایانگر فواصل الکتریکی مابین قسمت‌های مختلف داخلی و خارجی ترانسفورماتور، اطلاعات الکتریکی و مکانیکی لازم و نحوه خارج ساختن هسته و روغن از مخزن و غیره باشند؛

ب - کاتالوگ‌های همه اجزاء اصلی و ملحقات؛

پ - لیست آپارها، ابزارآلات، قلاب‌ها و لوازم مخصوص که طبق پیشنهاد ضروری می‌باشند؛

ت - آزمون‌های اضافی کارگاهی مورد نظر سازنده (در صورت لزوم)، غیر از آنهایی که قبلاً مشخص شده‌اند.

۴-۲۱-۲ مشخصات فنی تفصیلی، طبق آنچه که در جداول ۳ و ۴ مشخص شده است.

۴-۲۱-۳ لیست لوازم یدکی، به انضمام قیمت (و تعدیل) آنها برای دوره قابل توجه (کمینه ۵ سال) بهره‌برداری و نگهداری.

۴-۲۱-۴ گزارش آزمون‌های نوعی.

۴-۲۱-۵ لیست تجربیات فروشنده در ساخت ترانسفورماتورهای مشابه.

۴-۲۱-۶ اسناد و نقشه‌های لازم برای نصب، نگهداری و تعمیرات.

۴-۲۱-۷ کلیه تجهیزات موقت و دائمی لازم برای نصب، همچنین مشخصات خودروهای مورد نیاز برای حمل و نقل صحیح و نیز چگونگی بارگیری و تخلیه باید برای خریدار مشخص گردد.

۴-۲۱-۸ اسناد و مدارک مناقصه باید توسط نماینده مجاز فروشنده، مهر و امضاء شوند.

جدول ۳- مقادیر نامی ترانسفورماتور روغنی توزیع

ویژگی‌ها	واحد	شرح	ردیف
فضای آزاد/ فضای بسته لوله ای/کنگره ای یکفاز / سه فاز ONAN/ONOF	-	مشخصات سیستم	۱
	-	محل نصب	۱-۱
	-	نوع رادیاتور	۲-۱
	فاز	تعداد فاز	۳-۱
	-	نوع سیستم خنک کننده	۴-۱
	هرتز	فرکانس نامی	۵-۱
	کیلوولت آمپر	توان خروجی نامی	۶-۱
	کیلوولت مقدار مؤثر	ولتاژ نامی در HV/LV در حالت بی باری	۷-۱
	کیلوولت مقدار مؤثر	بیشینه ولتاژ سیستم در HV/LV	۸-۱
	-	سیستم زمین	۹-۱
-	سیستم زمین فشار قوی	۱-۹-۱	
-	سیستم زمین فشار ضعیف	۲-۹-۱	
متر درجه سلسیوس درجه سلسیوس درجه سلسیوس درجه سلسیوس	-	شرایط کار	۲
	-	ارتفاع	۱-۲
	-	بیشینه درجه حرارت محیط	۲-۲
	-	بیشینه درجه حرارت متوسط روزانه	۳-۲
	-	بیشینه درجه حرارت تابش آفتاب	۴-۲
	-	کمینه دما	۵-۲
	-	تعداد روزهای سال با درجه حرارت زیر صفر	۶-۲
	-	سطح آلودگی (طبق استاندارد IEC 60815)	۷-۲
-	بار زلزله (ضریبی از شتاب ثقل زمین)	۸-۲	
درجه سلسیوس درجه سلسیوس	-	بیشینه افزایش دما در توان نامی	۳
	-	سیم پیچ	۱-۳
-	روغن	۲-۳	
بلی / خیر	درصد	تپ چنجر بی برقی	۴
		محل استقرار تپ چنجر	۱-۴
		جریان نامی	۲-۴
		محدوده تغییرات انشعاب ( ± % )	۳-۴
-	-	تعداد پله‌ها	۴-۴

ویژگی‌ها	واحد	شرح	ردیف
		گروه برداری	۵
	درصد	کمینه ولتاژ امیدانس در انشعاب اصلی و دمای ۷۵ درجه سلسیوس (°C)	۶
		پایداری در مقابل اتصال کوتاه :	۷
	آمپر	خطای سه فاز در سیستم فشار قوی	۱-۷
	آمپر	خطای سه فاز در سیستم فشار ضعیف	۲-۷
	ثانیه	مدت زمان اتصال کوتاه	۳-۷
		عایق‌بندی به صورت تدریجی یا یکنواخت ( در صورت وجود سیم پیچ ستاره یا زیگززاک )	۸
		سطح عایقی	۹
		سیم پیچ‌ها	۱-۹
		تحمل موج ولتاژ ضربه	۱-۱-۹
کیلو ولت پیک		الف - در ترمینال فشار قوی	
کیلو ولت پیک		ب - در ترمینال فشار ضعیف	
کیلو ولت پیک		پ - در ترمینال زمین	
کیلو ولت موثر		تحمل ولتاژ در مدت یک دقیقه با فرکانس صنعتی	۲-۱-۹
کیلو ولت موثر		الف - در ترمینال فشار قوی	
کیلو ولت موثر		ب - در ترمینال فشار ضعیف	
کیلو ولت موثر		پ - در ترمینال زمین	
		بوشینگ‌ها	۲-۹
		تحمل موج ولتاژ ضربه	۱-۲-۹
کیلو ولت پیک		الف - در ترمینال فشار قوی	
کیلو ولت پیک		ب - در ترمینال فشار ضعیف	
کیلو ولت پیک		پ - در ترمینال زمین	
کیلو ولت موثر		تحمل ولتاژ در مدت یک دقیقه با فرکانس صنعتی	۲-۲-۹
کیلو ولت موثر		الف - در ترمینال فشار قوی	
کیلو ولت موثر		ب - در ترمینال فشار ضعیف	
کیلو ولت موثر		پ - در ترمینال نوترال	

ردیف	شرح	واحد	ویژگی‌ها
۱۰	کمینه فاصله خزشی :		
۱-۱۰	بوشینگ فشار قوی	میلیمتر	
۲-۱۰	بوشینگ فشار ضعیف	میلیمتر	
۳-۱۰	بوشینگ نوترال	میلیمتر	
۱۱	نحوه اتصالات ترمینال :		
۱-۱۱	ترمینال فشار قوی		
۲-۱۱	ترمینال فشار ضعیف		
۳-۱۱	ترمینال نوترال		
۱۲	بیشینه سطح صدا بر اساس استاندارد IEC 60551 در ولتاژ نامی	دسی بل	
۱۳	بیشینه تداخل رادیویی (RIV) در فرکانس یک مگاهرتز و ولتاژی برابر با ۱۰۵٪ ولتاژ نامی فشار قوی (بر اساس استاندارد NEMA 107)	میکرو ولت	
۱۴	لوازم جانبی اختیاری		
۱-۱۴	جک هیدرولیک		بلی / خیر
۲-۱۴	کیت آزمون روغن		بلی / خیر
۳-۱۴	آنالایزر گاز		بلی / خیر
۴-۱۴	رله بوخهلتس (بر اساس استاندارد DIN 42566)		بلی / خیر
۵-۱۴	پمپ آزمون رله بوخهلتس		بلی / خیر
۶-۱۴	پایه‌های برقیگیر		بلی / خیر
۷-۱۴	دماسنج		بلی / خیر
۸-۱۴	پلاک قدرت نامی		بلی / خیر
۹-۱۴	چرخ :		بلی / خیر
۱-۹-۱۴	مورد نیاز است ؟		بلی / خیر
۲-۹-۱۴	قابل حرکت در دو جهت / قابل حرکت در یک جهت		
۱۰-۱۴	هر مشخصه و وسیله دیگر		



ویژگی‌ها	واحد	شرح	ردیف
		روغن :	۱۵
		کلاس ( طبق استاندارد IEC ۶۰۲۹۶ )	۱-۱۵
		نشان‌دهنده سطح روغن	۲-۱۵
بلی / خیر		آیا ماده افزودنی به روغن به کار گرفته شود.	۳-۱۵
بلی / خیر		نوع ماده افزودنی به روغن	۴-۱۵
	متر	بیشینه ارتفاع هنگام حمل و نقل	۱۶

جدول ۴- مشخصات فنی و داده‌های تضمین شده برای ترانسفورماتورهای روغنی توزیع (اطلاعاتی که توسط پیمانکار ارائه

می‌گردد)

ردیف	شرح	واحد	ویژگی‌ها
۱	اطلاعات همگون ساخت		
۱-۱	سازنده :		
۱-۱-۱	نام	-	
۲-۱-۱	کشور	-	
۲-۱	نوع طراحی	-	
۳-۱	استاندارد به کار گرفته شده	-	
۴-۱	نوع رادیاتور	-	
۵-۱	نوع خنک کننده	-	
۶-۱	فرکانس نامی	هرتز	
۷-۱	قدرت خروجی نامی	کیلوولت-آمپر	
۸-۱	ولتاژ نامی (در اولیه و ثانویه)	کیلوولت-مؤثر	
۹-۱	ماکزیمم ولتاژ سیستم (در اولیه و ثانویه)	کیلوولت-مؤثر	
۲	قدرت خروجی دائم در انشعاب اصلی	کیلوولت-آمپر	
۳	بیشینه افزایش دما در توان نامی خروجی با در نظر گرفتن ارتفاع و دمای محیط در محل نصب		
۱-۳	دما در سطح روغن ، اندازه‌گیری به وسیله دماسنج	درجه سلسیوس	
۲-۳	دمای سیم پیچ ، اندازه‌گیری به روش مقاومتی	درجه سلسیوس	
۳-۳	دمای بالاترین نقطه	درجه سلسیوس	
۴	تپ چنجر بی برقی		بلی / خیر
۱-۴	نوع	-	
۲-۴	سازنده	-	
۳-۴	جریان نامی	-	
۴-۴	محدوده تغییرات کلی	-	
۵-۴	تعداد مراحل تغییر ولتاژ	-	
۶-۴	تغییر ولتاژ در هر مرحله	-	
۷-۴	محل استقرار	-	
۵	گروه برداری	-	

ردیف	شرح	واحد	ویژگی‌ها
۶	امپدانس‌ها (در مبنای توان نامی)		
۱-۶	امپدانس توالی مثبت در دمای $75^{\circ}\text{C}$ ، در انشعاب اصلی	درصد	
۲-۶	امپدانس توالی مثبت در دمای $75^{\circ}\text{C}$ و بیشینه افزایش ولتاژ	درصد	
۳-۶	امپدانس توالی مثبت در دمای $75^{\circ}\text{C}$ و بیشینه کاهش ولتاژ	درصد	
۴-۶	امپدانس صفر در دمای $75^{\circ}\text{C}$ در انشعاب اصلی	درصد	
۷	پایداری در مقابل اتصال کوتاه سیم پیچ‌ها		
۱-۷	در سیستم فشار قوی مقدار جریان اتصال کوتاه تکفاز و سه فاز متقارن	کیلوآمپر	
۲-۷	در سیستم فشار ضعیف مقدار جریان اتصال کوتاه تکفاز و سه فاز متقارن	کیلوآمپر	
۳-۷	مدت زمان اتصال کوتاه	ثانیه	
۴-۷	محاسبات اتصال کوتاه ارایه خواهد شد ؟		بلی / خیر
۸	سطح عایقی		
	( هنگامی که آزمون در ارتفاع هم سطح دریا انجام می‌گیرد. )		
۱-۸	پایداری عایق در مقابل موج ضربه		
۱-۱-۸	سیم فشار قوی / بوشینگ	کیلوولت-پیک	
۲-۱-۸	سیم فشار ضعیف / بوشینگ	کیلوولت-پیک	
۳-۱-۸	انتهای سیم پیچ / بوشینگ نوترال	-	
۲-۸	پایداری ولتاژ در فرکانس صنعتی در مدت یک دقیقه		
۱-۲-۸	سیم پیچ فشار قوی / بوشینگ	کیلوولت- مؤثر	
۲-۲-۸	سیم پیچ فشار ضعیف / بوشینگ	کیلوولت- مؤثر	
۳-۲-۸	انتهای سیم پیچ / بوشینگ نوترال فشار ضعیف	کیلوولت- مؤثر	
۳-۸	طراحی با ارتفاع بیشتر از سطح دریا	متر	
۹	اطلاعات در مورد بوشینگ		
۱-۹	سازنده	-	
۲-۹	نوع	-	
۳-۹	فاصله خزشی برای دو طرف فشار قوی و ضعیف	میلیمتر	
۴-۹	بیشینه نیروی مکانیکی روی بوشینگ‌های فشار قوی و ضعیف	-	
۱-۴-۹	استاتیک ، افقی	-	
۲-۴-۹	استاتیک ، عمودی	-	

ردیف	شرح	واحد	ویژگی ها
۳-۴-۹	دینامیک ، افقی	-	
۴-۴-۹	دینامیک ، عمودی	-	
۵-۹	زاویه تلفات در ولتاژ کار	-	
۶-۹	ظرفیت الکترواستاتیکی بوشینگ	پیکوفاراد	
۷-۹	مقدار روغن هر بوشینگ	لیتر	
۸-۹	استاندارد آزمون	-	
۱۰	<b>جریان تحریک</b>		
۱-۱۰	در ولتاژ نامی هنگامی که تحریک از طرف فشار قوی انجام می گیرد.	آمپر موثر	
۲-۱۰	در ۱۱۰ درصد ولتاژ نامی هنگامی که تحریک از طرف فشار قوی صورت می گیرد.	آمپر موثر	
۱۱	<b>تلفات</b>		
۱-۱۱	تلفات بار در فرکانس نامی ، دمای $75^{\circ}\text{C}$ و جریان نامی با انشعاب اصلی در حالت ONAN	کیلووات	
۲-۱۱	تلفات بار در دمای $75^{\circ}\text{C}$ و بیشینه افزایش ولتاژ انشعاب در حالت ONAN	کیلووات	
۳-۱۱	تلفات بار در دمای $75^{\circ}\text{C}$ و بیشینه کاهش ولتاژ انشعاب در حالت ONAF	کیلووات	
۴-۱۱	تلفات بار در دمای $75^{\circ}\text{C}$ و فرکانس نامی با انشعاب اصلی در حالت ONAF	کیلووات	
۱۲	راندمان ترانسفورماتور در فرکانس نامی و $75^{\circ}\text{C}$ و جریان نامی با ضریب توان $0.9$ پس فاز در حالت ONAF با مقادیر بار : نامی، $3/4$ نامی، $1/2$ نامی و $1/4$ نامی	-	
۱۳	<b>اطلاعات مربوط به شدت جریان و شدت فلوی مغناطیسی</b>		
۱-۱۳	نوع ورقه و ورقه شدن هسته فولادی	میلیمتر	
۲-۱۳	ضخامت ورقه های فولادی در هسته ترانس	و بر بر متر مربع	
۳-۱۳	شدت فلوی مغناطیسی هسته در سمت فشار قوی با ولتاژ نامی با انشعاب اصلی	و بر بر متر مربع	
۴-۱۳	همانند شماره ۳-۱۳ در حالت ۱۱۰ درصد ولتاژ نامی	سانتی متر مربع	
۵-۱۳	مساحت هسته		
۶-۱۳	چگالی جریان در توان و ولتاژ نامی		

ردیف	شرح	واحد	ویژگی‌ها
۱-۶-۱۳	سیم پیچ فشار قوی	آمپر بر میلیمتر مربع	
۲-۶-۱۳	در سیم پیچ فشار ضعیف	آمپر بر میلیمتر مربع	
۱۴	<b>عایق بندی</b>		
۱-۱۴	نوع عایق بندی	-	یکنواخت / غیر یکنواخت
۱-۱-۱۴	در سمت فشار قوی	-	
۲-۱-۱۴	در سمت فشار ضعیف	-	
۲-۱۴	جنس عایق‌ها :	-	
۱-۲-۱۴	برای هادی‌های هر دور ( فشار قوی و ضعیف )	-	
۲-۲-۱۴	بین دو سیم پیچ فشار قوی و ضعیف	-	
۳-۲-۱۴	بین هسته و سیم پیچ فشار ضعیف	-	
۴-۲-۱۴	ورقه‌های هسته	-	
۵-۲-۱۴	صفحات جانبی	-	
۶-۲-۱۴	انشعابات	-	
۷-۲-۱۴	اتصالات انشعابات	-	
۱۵	<b>مخزن</b>		
۱-۱۵	ضخامت صفحات ترانسفورماتور	میلیمتر	
۱-۱-۱۵	مخزن	میلیمتر	
۲-۱-۱۵	جوانب مخزن	میلیمتر	
۳-۱-۱۵	ته مخزن	میلیمتر	
۴-۱-۱۵	صفحات یا لوله‌های رادیاتور	میلیمتر	
۲-۱۵	پایداری در مقابل خلاء		
۱-۲-۱۵	مخزن	میلیمتر جیوه	
۲-۲-۱۵	رادیاتورها	میلیمتر جیوه	
۳-۲-۱۵	مخزن انبساط روغن	میلیمتر جیوه	
۳-۱۵	پایداری در مقابل فشار مثبت برای کل ترانسفورماتور	میلیمتر جیوه	
۱۶	<b>روغن</b>		
۱-۱۶	کلاس ( طبق استاندارد IEC 60296 )	-	
۲-۱۶	آیا روغن دارای مواد افزودنی می‌باشد؟	-	بلی / خیر
۳-۱۶	جزئیات مواد افزودنی به روغن	-	
۴-۱۶	پایداری دی‌الکتریک و استاندارد آزمون		

ردیف	شرح	واحد	ویژگی‌ها
۱-۴-۱۶	درحالت تازه بودن	کیلوولت	
۲-۴-۱۶	بعد از طی شدن عمر مفید	کیلوولت	
۵-۱۶	مقدار روغن		
۱-۵-۱۶	تانک اصلی	لیتر	
۲-۵-۱۶	مخزن انبساط روغن	لیتر	
۶-۱۶	نحوه حمل و نقل	-	
۱۷	بیشینه صدا (مطابق استاندارد IEC 60551)	دسی بل	
۱۸	بیشینه تداخل امواج رایویی (RIV) در فرکانس ۱ مگاهرتز برای کل ترانسفورماتور (مطابق با استاندارد NEMA 107)	میکرو ولت	
۱۹	میزان لرزش در فرکانس نامی و ولتاژ نامی در دمای 75°C	میکرون	
۲۰	اطلاعات فیزیکی		
۱-۲۰	ارتفاع کل ، با در نظر گرفتن پوشینگ‌ها	میلیمتر	
۲-۲۰	پهنای کل، با در نظر گرفتن اجزاء جانبی متصل به ترانس	میلیمتر	
۳-۲۰	طول کل، با در نظر گرفتن اجزاء جانبی متصل به ترانس	میلیمتر	
۴-۲۰	ارتفاع لازم برای جابجایی هسته و سیم‌پیچ‌ها	میلیمتر	
۵-۲۰	بیشینه ابعاد ( میلیمتر × میلیمتر × میلیمتر )	میلیمتر	
۶-۲۰	وزن تانک همراه با رادیاتور و پایه های نصب آن	کیلوگرم	
۷-۲۰	وزن روغن	کیلوگرم	
۸-۲۰	وزن کل ترانسفورماتور	کیلوگرم	
۹-۲۰	بیشینه وزن موقع حمل و نقل	-	
۱-۹-۲۰	سنگین ترین جزء	کیلوگرم	
۲-۹-۲۰	به طور کامل	کیلوگرم	
۲۱	آیا پایه برقیگیر در نظر گرفته شده است ؟		بلی / خیر
۲۲	چرخ		
۱-۲۲	قابل حرکت در یک جهت / قابل حرکت در دو جهت	-	
۲-۲۲	فاصله چرخها از طرفین	میلیمتر	
۲۳	تمام لوازم جانبی طبق مشخصات داده شده تحویل می گردند؟	-	بلی / خیر
۲۴	تمام متعلقات و لوازم به صورت بسته بندی وجود دارند ؟	-	بلی / خیر
۲۵	جدول مربوط به انحرافات و اشکالات تکمیل گردیده است؟	-	بلی / خیر
۲۶	تمام اجزاء اضافی تهیه شده اند ؟	-	بلی / خیر

ویژگی‌ها	واحد	شرح	ردیف
		لوازم جانبی	۲۷
بلی / خیر	-	رله بوخهلتس (مطابق با DIN 42566)	۱-۲۷
بلی / خیر	-	نمایش دهنده سطح روغن	۲-۲۷
بلی / خیر	-	نمایش دهنده دمای روغن	۳-۲۷
بلی / خیر	-	آیا کاتالوگ‌های ترانسفورماتور و لوازم جانبی در ----- نسخه همراه متعلقات وجود دارد؟	۲۸
یادآوری ۱: این جدول به تنهایی برای ارزیابی کافی نیست و باید تمام مدارک خواسته شده در بند ۴-۲۱ این استاندارد به دقت بررسی شود.			
یادآوری ۲: این جدول باید توسط فروشنده تکمیل گردد.			



جدول ۵ - مقادیر ترانسفورماتور روغنی توزیع

.....کیلوولت آمپر

ردیف	شرح موضوع	شرایط محل	آلودگی محیط	تعداد و واحد
۱	ترانسفورماتور دو سیم پیچی طبق مواد مشخصات و جداول فنی به همراه کلیه ملحقات و تجهیزات مربوطه برای بهره برداری کامل و صحیح از آن			...دستگاه
۲	وسایل مصرفی نصب و راه اندازی مطابق آنچه که در مشخصات و جداول فنی ذکر شده			یک سری کامل
۳	ابزار مخصوص نصب شامل : .....			...سری
۴	لوازم یدکی به ازای ... دستگاه ترانسفورماتور شامل :			
۱-۴	واشرها و لوازم آب بندی قسمت های مختلف			...سری
۲-۴	بوشینگ ولتاژهای مختلف و نوترال			...واحد
۳-۴	تشخیص دهنده درجه حرارت روغن			...واحد
۴-۴	رله تشخیص گاز			...واحد
۵-۴	تشخیص دهنده سطح روغن			...واحد



## پیوست الف

راهنمای تکمیل و توضیحاتی در ارتباط با جدول ۳-مقادیر نامی ترانسفورماتور روغنی توزیع (اطلاعاتی)

### ردیف ۱-۹ بیشینه ولتاژ سیستم در HV / LV

بیشینه ولتاژ سیستم در شبکه توزیع بر اساس استاندارد IEC 60076 مطابق جدول الف-۱ می‌باشد.

جدول الف-۱: بیشینه ولتاژ سیستم شبکه توزیع

ولتاژ سیستم (KV-rms)	بیشینه ولتاژ سیستم (KV - rms )
۱۱	۱۲
۲۰	۲۴
۳۳	۳۶

### ردیف ۲ شرایط محیط

- شرایط محیط، بستگی به محل نصب ترانسفورماتور دارد. با استفاده از شرح توضیحات مندرج در پیوست، مشخصات منطقه مورد نظر را پیدا کرد.

یادآوری می‌گردد که توان نامی ترانسفورماتور روغنی توزیع، با توجه به بیشینه دمای محیط و ارتفاع محل نصب از سطح دریا به شرح زیر تغییر می‌کند.

الف - از نظر بیشینه دمای محیط:

- برای مناطقی که در گروه A واقع شده‌اند، میزان توان مجاز ترانسفورماتور، برابر توان نامی آن می‌باشد.

- برای مناطقی که در گروه B واقع شده‌اند، میزان توان مجاز ترانسفورماتور برابر ۰/۸۸ توان نامی آن می‌باشد

- برای مناطقی که در گروه C واقع شده‌اند، میزان توان مجاز ترانسفورماتور برابر ۰/۸ توان نامی آن می‌باشد.

- برای مناطقی که در گروه D واقع شده‌اند، میزان توان مجاز ترانسفورماتور برابر ۰/۷۲ توان نامی آن می‌باشد.

ب- از نظر ارتفاع از سطح دریا:

ضرایب عنوان شده در بند الف، با توجه به ارتفاع منطقه مورد نظر از سطح دریا، در اعداد زیر ضرب می‌شوند.

- مناطقی که در گروه A واقع شده‌اند : ۱

- مناطقی که در گروه B واقع شده‌اند : ۰/۹۷۵

- مناطقی که در گروه C واقع شده‌اند : ۰/۹۵۰

- مناطقی که در گروه D واقع شده‌اند : ۰/۹۲۵

به عنوان مثال، یک ترانسفورماتور ۵۰۰ کیلو ولت آمپری در شهر زنجان که از نظر بیشینه درجه حرارت، در گروه B و از نظر ارتفاع از سطح دریا در گروه C، واقع شده‌است، بیشینه توان مجازی برابر:

$$۵۰۰ \times ۰/۸۸ \times ۰/۹۵ = ۴۱۸ \text{ KVA}$$

خواهد داشت.

#### ردیف ۲-۷

استاندارد IEC 60185 مناطق را از نظر سطح آلودگی مطابق جدول الف-۲ تقسیم‌بندی می‌نماید. آلودگی محیط به چهار نوع خیلی سنگین، سنگین، متوسط و سبک تقسیم‌بندی شده اشاره دارد. به اینکه منطقه باید از نظر نمکی بودن، خاک و یا رطوبت و نیز آلودگی‌های جوی مورد توجه قرار گیرد و بر آن اساس ویژگی ترانسفورماتور مشخص گردد. توضیح اینکه درجه آلودگی در انتخاب نوع و مشخصات پرسلین پوشینگ‌ها تأثیر دارد.

جدول الف-۲ - انواع سطوح آلودگی

سطح آلودگی	مثال‌هایی از چند نمونه ناحیه
۱- سبک	<p>- ناحیه‌هایی بدون کارخانه و با تراکم کمی از خانه های مسکونی</p> <p>- ناحیه‌هایی با تراکم کم کارخانه های صنعتی و خانه و با وزش باد و بارندگی دائمی</p> <p>- ناحیه های کشاورزی</p> <p>- نواحی کوهستانی</p> <p>- یادآوری - تمام نواحی فوق باید دارای کمینه فاصله‌ای برابر ۱۰ الی ۲۰ کیلومتر از دریا بوده و دارای وزش مستقیم باد از طرف دریا نباشند.</p>
۲- متوسط	<p>- ناحیه‌هایی با کارخانه‌هایی که دارای دود آلوده کننده مخصوصی نیستند و یا ناحیه‌هایی با تراکم متوسطی از خانه هایی که دارای لوازم گرمازا هستند.</p> <p>- ناحیه‌هایی با تراکم زیاد خانه‌ها و یا تراکم کارخانه‌ها با وزش مداوم باد یا بارش مداوم باران</p> <p>- ناحیه‌هایی که در معرض باد از سمت دریا بوده ولی خیلی به ساحل دریا نزدیک نیستند ( کمینه چندین کیلومتر فاصله وجود دارد )</p>
۳- سنگین	<p>- ناحیه‌هایی با تراکم زیاد کارخانه و شهرهای بزرگی که دارای حومه در اطراف خود هستند با منابع گرمایی که مولد آلودگی هستند.</p> <p>- نواحی نزدیک به دریا که در تمام شرایط در معرض وزش بادهای نسبتاً شدید از طرف دریا هستند.</p>
۴- خیلی سنگین	<p>- ناحیه‌هایی که دارای گرد و غبارهای محلی بوده و کارخانه‌هایی که مولد دودهای آلوده کننده همراه با ذرات ریز معلق هستند.</p> <p>- ناحیه‌هایی با وسعت محدود که خیلی به ساحل دریا نزدیک بوده و در معرض قطرات ریز آب دریا و یا بادهای آلوده خیلی قوی از طرف دریا هستند.</p> <p>- نواحی خشک و بدون باران که در معرض بادهای شنی قرار دارند.</p>

ردیف ۳

بیشینه افزایش دما طبق استاندارد IEC 60076 برای ترانسفورماتورهای توزیع روغنی مطابق جدول الف-۳ می‌باشد.

جدول الف-۳- حد مجاز افزایش دما، برای ترانسفورماتورهای از نوع روغنی

بیشینه افزایش دما - درجه سلسیوس	نوع گردش روغن	روش خنک کنندگی	قسمت
۶۵	طبیعی (ON)	هوای طبیعی (AN)	سیم پیچ‌ها با کلاس حرارتی A (اندازه‌گیری به طریقه مقاومتی)
۶۰ برای ترانسفورماتور با محفظه کاملاً بسته با منبع انبساط .	-	-	سطح بالای روغن (اندازه‌گیری توسط ترمومتر)
دما تحت هر شرایطی تا حدی مجاز است که باعث آسیب دیدن هسته و قسمت مجاور نگردد.	-	-	هسته و سایر قسمت‌ها

## ردیف ۴ تب چنجری برقی

در مورد تب چنجر بی برقی به بند ۸-۴ استاندارد مراجعه نمایید. تعداد پله‌ها و محدوده مجاز تغییرات انشعاب برای ترانسفورماتورهای توزیع مطابق جدول الف-۴ می‌باشد.

جدول الف-۴- تعداد پله‌ها و محدوده تغییرات انشعاب

سطح ولتاژ (KV)	۱۱	برای کلیه توانها: $2 \times 2/5 \pm$	
	۲۰	از ۲۵ KVA تا ۴:۲۰۰ KVA $\pm$	از ۲۵۰ KVA تا ۱۶۰۰ KVA $\pm$ ۵
	۳۳	برای کلیه توانها: $2 \times 2/5 \pm$	
یادآوری - جدول الف-۴ فقط به دلیل متداول بودن، به عنوان نمونه ارایه گردیده و جنبه استاندارد ندارد.			

## ردیف ۵ گروه برداری

گروه برداری مجاز ترانسفورماتورهای توزیع مطابق جدول الف-۵ می‌باشد.

جدول الف-۵- گروه برداری ترانسفورماتورهای توزیع

گروه برداری			
سطح ولتاژ (KV)	۱۱	برای کلیه توانها می‌توان: Dyn 5	
	۲۰	از ۲۵ KVA تا ۲۰۰ KVA Yzn5	از ۲۵۰ KVA تا ۱۶۰۰ KVA Dyn5
	۳۳	از ۲۵ KVA تا ۲۰۰ KVA Yzn5	از ۲۵۰ KVA تا ۱۶۰۰ KVA Dyn5
یادآوری - جدول الف-۵ فقط به دلیل متداول بودن، به عنوان نمونه ارایه گردیده و جنبه استاندارد ندارد..			

## ردیف ۶ کمینه ولتاژ امیدانس در انشعاب اصلی و دمای $75^{\circ}C$

ولتاژ امیدانس تقریبی ترانسفورماتورهای توزیع مطابق جدول الف-۶ می‌باشد. و از آنجایی که این مقادیر کاملاً دقیق نبوده و امکان متغیر بودن آن با تغییر سطح ولتاژ وجود دارد، ولی می‌توان به عنوان یک عدد تقریبی از آن استفاده کرد. این مقادیر مطابق استاندارد IEC 60076-5 می‌باشد.

جدول الف-۶- ولتاژ امیدانس ترانسفورماتورهای روغنی توزیع

ولتاژ امیدانس (%)	توان اسمی (KVA)
۴	تا ۶۳۰
۵	از ۶۳۱ تا ۱۲۵۰
۶/۲۵	از ۱۲۵۱ تا ۳۱۵۰

## ردیف ۷ پایداری در مقابل اتصال کوتاه

برای محاسبه میزان جریانی که ترانسفورماتور در حالت اتصال کوتاه، باید قادر به تحمل آن باشد، اگر توان ظاهری اتصال کوتاه شبکه‌ای که می‌خواهیم ترانسفورماتور مورد نظر را در آن نصب کنیم مشخص باشد و مقدار آن در فرمول (۱) صدق کند، می‌توان از فرمول (۲) برای محاسبه جریان اتصال کوتاه استفاده کرد. در صورتی که فرمول (۱) صادق نباشد، برای محاسبه جریان اتصال کوتاه باید از فرمول (۳) استفاده کرد.

$$Z_S > 0.05Z_T \quad \text{فرمول ۱}$$

$$I = \frac{U_{nT}}{(Z_T + Z_S)\sqrt{3}} \quad \text{فرمول ۲}$$

$$I = \frac{U_{nT}}{Z_T \times \sqrt{3}} \quad \text{فرمول ۳}$$

$$Z_S = \frac{U_{nS}^2}{S_S} \quad \text{فرمول ۴}$$

$$Z_T = \frac{\%U_K}{100} \times \frac{U_{nT}^2}{S_n} \quad \text{فرمول ۵}$$

$Z_S$  امپدانس سیستم بر حسب اهم

$Z_T$  امپدانس اتصال کوتاه ترانسفورماتور بر حسب اهم

$U_{nT}$  ولتاژ فاز به فاز نامی ترانسفورماتور در انشعاب اصلی بر حسب کیلوولت

$U_{nS}$  ولتاژ فاز به فاز نامی سیستم بر حسب کیلوولت

$S_n$  توان ظاهری نامی ترانسفورماتور بر حسب مگاوات آمپر

$S_S$  توان ظاهری اتصال کوتاه شبکه بر حسب مگاوات آمپر

$\%U_K$  ولتاژ امپدانس ترانسفورماتور بر حسب درصد

$I$  جریان اتصال کوتاه ترانسفورماتور در طرفی که ولتاژ آن  $U_n$  می‌باشد بر حسب آمپر

در صورتی که مقدار توان ظاهری اتصال کوتاه شبکه در دسترس نباشد. می‌توان بر اساس IEC 60076-5 از مقادیر تقریبی جدول الف-۷ استفاده کرد.

جدول الف-۷- مقادیر توان ظاهری اتصال کوتاه شبکه توزیع

توان ظاهری اتصال کوتاه (MVA)	بیشینه ولتاژ سیستم (KV)
۵۰۰	۲۴ و ۱۲
۱۰۰۰	۳۶

### ردیف ۷-۳ مدت زمان اتصال کوتاه

این زمان با توجه به سیستم‌های حفاظتی تعیین می‌گردد. اما معمولاً این زمان ۲ ثانیه فرض می‌شود.

### ردیف ۹ سطح عایقی

با استفاده از جدول الف-۸ می‌توان مقادیر ولتاژهای قابل تحمل سیم پیچ‌ها و پوشینگ‌های سمت فشار قوی یک ترانسفورماتور در برابر ولتاژ ضربه و ولتاژ با فرکانس قدرت را، بدست آورد. برای نقطه خشی ترانسفورماتور، در صورت یکنواخت بودن عایق بندی اعداد جدول الف-۸ بر اساس IEC 60076-3 و IEC 60137 صادق می‌باشد.

جدول الف-۸- مقادیر ولتاژهای قابل تحمل سیم پیچ‌ها و پوشینگ‌های سمت فشار قوی

بیشینه ولتاژ سیستم (موثر) (KV)	ولتاژ قابل تحمل در مدت یک دقیقه با فرکانس صنعتی (موثر)		ولتاژ ضربه برای پوشینگ‌ها در حالت خشک (پیک)	
	سیم پیچ (KV)	پوشینگ (KV)	سیم پیچ (KV)	پوشینگ (KV)
۱۲	۲۸	۳۵	۷۵	۷۵
۲۴	۵۰	۵۵	۱۲۵	۱۲۵
۳۶	۷۰	۷۵	۱۷۰	۱۷۰

### ردیف ۱۰ کمینه فاصله خزشی

برای هر سطح آلودگی تعریف شده در جدول الف-۹ کمینه فاصله خزشی برحسب میلیمتر بر کیلوولت (فاز به فاز) از بیشینه ولتاژ تجهیزات بر اساس استاندارد IEC 60815 مطابق جدول الف-۹ تعریف می‌گردد.

جدول الف-۹- کمینه فاصله خزشی پوشینگ‌های شبکه توزیع

کمینه فاصله خزشی نامی (mm/KV)	سطح آلودگی
۱۶	سبک
۲۰	متوسط
۲۵	سنگین
۳۱	خیلی سنگین

## ردیف ۱۲ بیشینه سطح صدا در ولتاژ نامی

سطح صدا بر اساس استاندارد IEC 60551 بدست می‌آید که در فاصله یک متری را می‌توان بر اساس جدول الف-۱۰ در نظر گرفت.

جدول الف-۱۰- سطح صدای ترانسفورماتورهای توزیع

KVA	Db ( 1m)
۱۰۰	۴۶
۱۶۰ و ۱۲۵	۴۷
۲۵۰ و ۲۰۰	۴۸
۴۰۰ و ۳۱۵	۵۰
۶۳۰ و ۵۰۰	۵۲
۱۰۰۰ و ۸۰۰	۵۴
۱۶۰۰ و ۱۲۵۰	۵۶

## ردیف ۱۴-۴ رله بوخهلنس

برای کلیه ترانسفورماتورها با قدرت ۳۱۵ کیلوولت آمپر و بیشتر، استفاده از رله بوخهلنس الزامی است که بر اساس استاندارد DIN 42566 می‌باشد.

## ردیف ۱۵ روغن

در تعیین نوع روغن ترانسفورماتور، یکی از مهمترین عوامل درجه حرارت، نقطه ریزش می‌باشد. این درجه حرارت را با اضافه کردن عددی در حدود ۵- درجه سلسیوس به عنوان رواداری به کمینه درجه حرارت منطقه‌ای که از پیوست ت بدست می‌آوریم محاسبه می‌کنیم.

با توجه به بند ۴-۱۵ در این استاندارد می‌توان نوع روغن را براساس گروه‌های A , B , C (برحسب کمینه درجه حرارت محیط) تعیین نمود.

## پیوست ب

### راهنمای تکمیل جدول ۵ - مقادیر ترانسفورماتور روغنی توزیع

#### (اطلاعاتی)

با توجه به این که اکثر موارد در متن مشخصات، همچنین در جداول، تا حد امکان تفکیک گردیده‌اند، لذا ضرورت چندانی به شرح موارد نیست. با وجود این در تکمیل جدول مقادیر، مواردی هر چند جزئی لازم به ذکر است:

۱ در ماده یک که مربوط به قسمت اصلی ترانسفورماتور می‌باشد و به طور کامل به مشخصات فنی مربوطه اشاره دارد، باید سه ستون جدول به نحو زیر تکمیل شود:

۱-۱ ستون دوم به شرایط محیطی از جمله بیشینه و کمینه و نیز متوسط درجه حرارت‌ها اشاره دارد که کارشناس باید براساس شرایط منطقه مورد نظر محل مناسب را انتخاب و ذکر نماید. این شرایط، غیر از این که در طراحی مشخصات ترانسفورماتور تاثیر دارد، در انتخاب نوع روغن عایقی آن نیز موثر است.

۱-۲ ستون سوم به آلودگی محیط که در جداول به چهار نوع فوق‌سنگین، سنگین، متوسط و سبک تقسیم‌بندی شده اشاره دارد. منطقه باید از نظر نمکی بودن خاک و یا رطوبت و نیز آلودگی‌های جوی مورد توجه قرار گرفته و این ستون بر آن اساس تکمیل گردد. یادآوری می‌گردد که درجه آلودگی در انتخاب نوع و مشخصات پرسلین پوشینگ‌ها تاثیر دارد.

۱-۳ ستون چهارم به تعداد مورد درخواست ترانسفورماتورها اشاره دارد که بر اساس نیاز باید مشخص گردد.

۲ ماده ۲ جدول، مربوط به لوازم و وسایل مصرفی جهت نصب و راه‌اندازی ترانسفورماتورهاست. در مشخصات فنی، شرح کافی راجع به موارد ارائه شده آمده است. برای این مورد تنها ستون چهارم باید تکمیل گردد که عموماً یک سری کامل برای هر دستگاه ترانسفورماتور کفایت می‌کند.

۳ ماده ۳ جدول، ابزار و ادوات ویژه نصب و راه‌اندازی است که باید خریدار براساس امکانات خود و با توجه به پیشنهاد فروشنده ابزار مورد نیاز را تشخیص داده و انتخاب نماید، لذا ذکر موارد نیاز، به درخواست خریدار موکول گردیده است. پس از مشخص شدن ابزار مورد نیاز در ستون "شرح موضوع"، تعداد آنها نیز باید در ستون چهارم روشن شود.

۴ ماده ۴ جدول، اشاره به لوازم یدکی برای انجام عملیات تعمیر و نگهداری در دوره بهره‌برداری دارد. اقلام عمده‌ای که معمولاً در این مورد ضروری هستند ذکر گردیده است. با وجود این خریدار بر حسب تجربه و تشخیص خود می‌تواند اقلامی به آنها اضافه یا از آن کسر نماید (در ستون "شرح موضوع"). ضمناً در این ماده، تعداد دستگاه‌های ترانسفورمر باید ذکر شوند. همچنین ستون‌های دوم و سوم باید برای اقلامی که مشخصات آنها



مرتبط با سیستم خنک‌کننده و آلودگی محیط می‌باشند تکمیل شوند. در ستون چهارم نیز، تعداد مورد نیاز از هر قلم باید با توجه به تجربه و تشخیص بیان گردد.

پیوست پ  
شرایط محیطی  
(اطلاعاتی)

### ۱ ارتفاع از سطح دریا

با افزایش ارتفاع از سطح دریا، دانسیته هوا کاهش می‌یابد و از یک طرف خاصیت عایقی آن که در سطوح عایقی خارجی نقش دارد، کاهش یافته و از سوی دیگر خاصیت تبادل حرارت بین دستگاه‌ها و محیط اطراف کاهش می‌یابد. این پارامتر به شرح زیر گروه‌بندی گردیده است.

- ۱-۱ گروه A - ارتفاع‌های کمتر از ۱۰۰۰ متر، معادل ۱۰۰۰ متر (شرایط نرمال).
- ۲-۱ گروه B - ارتفاع‌های بین ۱۰۰۰ متر تا ۱۵۰۰، معادل ۱۵۰۰ متر.
- ۳-۱ گروه C - ارتفاع‌های بین ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر، معادل ۲۰۰۰ متر.
- ۴-۱ گروه D - ارتفاع‌های بیش از ۲۰۰۰ متر که بسیار محدود می‌باشند، معادل ۲۵۰۰ متر.

### ۲ درجه حرارت پیشینه محیط

این درجه حرارت که عمدتاً در طرح سیستم‌های خنک کننده و درجه حرارت مجاز هادی‌ها و غیره نقش دارد به شرح زیر گروه‌بندی شده است.

- ۱-۲ گروه A - مناطقی که درجه حرارت پیشینه آنها کمتر از ۴۰ درجه سلسیوس است، معادل ۴۰ درجه سلسیوس (شرایط نرمال).
- ۲-۲ گروه B - مناطقی که درجه حرارت پیشینه آنها بین ۴۰ تا ۴۵ درجه سلسیوس است، معادل ۴۰ درجه سلسیوس (شرایط نرمال).
- ۳-۲ گروه C - مناطقی که درجه حرارت پیشینه آنها بین ۴۵ تا ۵۰ درجه سلسیوس است، معادل ۵۰ درجه سلسیوس.
- ۴-۲ گروه D - مناطقی که درجه حرارت پیشینه آنها بیش از ۵۰ درجه سلسیوس است، معادل ۵۵ درجه سلسیوس.

### ۳ درجه حرارت کمینه محیط

این درجه حرارت که برای کارکرد مناسب تجهیزات و قسمت‌های وابسته در شرایط مزبور نقش دارد، به شرح زیر دسته‌بندی شده‌اند.

۱-۳ گروه A - مناطقی که درجه حرارت کمینه محیط آنها از ۲۰- درجه سلسیوس کمتر نمی‌شود به عنوان مناطق با شرایط نرمال و معادل ۲۰- درجه سلسیوس در نظر گرفته می‌شوند.

۲-۳ گروه B - مناطقی که درجه حرارت کمینه محیط آنها بین ۲۰- تا ۳۰- درجه سلسیوس می‌باشد معادل ۳۰- درجه سلسیوس در نظر گرفته می‌شوند.

۳-۳ گروه C - مناطقی که درجه حرارت کمینه محیط آنها از ۳۰- درجه سلسیوس نیز کمتر می‌باشد معادل ۴۰- درجه سلسیوس در نظر گرفته می‌شود.

#### ۴ سرعت باد

سرعت بادهای کوتاه‌مدت<sup>۱</sup>، با احتمال ۲٪ و در ارتفاع ۱۰ متر و با دوره زمانی ۵ ثانیه در طراحی پست‌ها از نقطه نظرات نیروهای مکانیکی وارده به تجهیزات و سازه‌ها و... در نظر گرفته می‌شود. طبق بررسی‌های انجام شده در کشور، این سرعت در اکثر نقاط کشور، معادل ۴۰ متر بر ثانیه در نظر گرفته شده و در مناطق ساحلی خلیج فارس (دزفول - اهواز - اندیمشک و استان خوزستان) این مقدار معادل ۴۵ متر بر ثانیه در نظر گرفته می‌شود. به هر حال این سرعت، از نظر گستردگی طبق آمارهای هواشناسی به شرح زیر گروه‌بندی شده است.

۱-۴ گروه A - سرعت‌های زیر ۳۰ متر بر ثانیه

۲-۴ گروه B - سرعت‌های بین ۳۰ تا ۴۰ متر بر ثانیه

۳-۴ گروه C - سرعت‌های بیشتر از ۴۰ متر بر ثانیه

#### ۵ رطوبت نسبی

رطوبت نسبی به شرح زیر گروه‌بندی شده است.

۱-۵ گروه A - رطوبت‌های زیر ۵۰٪.

۲-۵ گروه B - رطوبت‌های بین ۵۰٪ تا ۷۵٪.

۳-۵ گروه C - رطوبت‌های بیشتر از ۰.۷۵٪.

## ۶ زلزله

زلزله و نحوه اثر گذاری آن در طرح قسمت‌های ساختمانی، بر اساس آیین‌نامه زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور انجام می‌گیرد. از نظر طرح تجهیزات، متأسفانه آماری در مورد مناطق مختلف وجود ندارد که بتوان گروه‌بندی لازم را انجام داد. به هر حال، در نظر گرفتن ضریب  $0/3$  شتاب ثقل به عنوان یک مورد مناسب و استاندارد، تا کنون ملاک عمل بوده است.

جدول پ-۱- اطلاعات محیطی ایستگاه‌های سینوپتیک

ردیف	نام شهر	ارتفاع از سطح دریا (متر)	گروه	بیشینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	کمینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	سرعت سریعترین باد (متر بر ثانیه)	گروه	رطوبت نسبی ( درصد )	گروه	تعداد سال‌های اندازه‌گیری
۱	آبادان	۱۱	A	۵۳	D	-۵	A	۲۳/۷	A	۴۸	A	۲۵
۲	اراک	۱۵۷۹	C	۴۴	B	-۲۸	B	۲۸/۳	B	۴۷	A	۲۱
۳	ارومیه	۱۳۱۲	B	۳۸	A	-۲۲/۸	B	۳۰/۹	B	۶۱	B	۲۵
۴	اصفهان	۱۵۹۰	C	۴۲	B	-۱۶	A	۲۸/۳	A	۴۳	A	۲۵
۵	اهواز	۱۸	A	۵۴	D	-۷	A	۲۸/۳	A	۴۳	A	۲۵
۶	ایران شهر	۵۶۶	A	۵۰	D	-۶	A	۴۱/۲	A	۳۰	C	۱۲
۷	بابلسر	-۲۰	A	۴۲	B	-۸	A	۲۲/۶	A	۸۲	A	۲۵
۸	باختران	۱۳۲۲	B	۴۴	B	-۲۷	B	۳۰/۹	B	۵۰	B	۲۵
۹	بم	۱۰۶۷	B	۴۷	C	-۹	A	۲۰/۶	A	۳۸	A	۲۰
۱۰	بندر انزلی	-۱۵	A	۳۶	A	-۵/۶	A	---	A	--		۱۰
۱۱	بندر عباس	۱۰	A	۴۸	C	۲	A	۲۳/۱	A	۶۴	A	۱۹
۱۲	بندر لنگه	۱۳	A	۴۷	C	۷	A	---	A	--		۱۰
۱۳	بوشهر	۱۴	A	۵۰	D	-۱	A	۳۸/۶	A	۶۵	B	۲۵
۱۴	بیرجند	۱۴۵۶	B	۴۴	B	-۱۵	A	۱۹	A	۳۹	A	۲۱
۱۵	تبریز	۱۳۶۰	B	۴۲	B	-۲۵	B	۲۵/۷	B	۵۶	A	۲۵
۱۶	تربت حیدریه	۱۳۳۳	B	۴۳	B	-۲۲	B	۱۸	B	۴۸	A	۱۷
۱۷	تهران	۱۱۹۱	B	۴۴	B	-۱۵	A	۲۵/۷	A	۴۱	A	۲۵

ردیف	نام شهر	ارتفاع از سطح دریا (متر)	گروه	بیشینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	کمینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	سرعت سریعترین باد (متر بر ثانیه)	گروه	رطوبت نسبی ( درصد )	گروه	تعداد سال‌های اندازه‌گیری
۱۸	جاسک	۴	A	۴۳	B	۶	A	۱۸/۵	A	۶۴	B	۸
۱۹	چابهار	۷	A	۴۶	C	۵	A	۲۰/۶	A	۶۷	B	۱۳
۲۰	خرم‌آباد	۱۱۲۵	B	۴۷	C	-۱۳	A	۲۲/۶	A	۴۶	A	۲۵
۲۱	خوی	۱۱۵۷	B	۴۲	B	-۳۰	C	۲۰/۶	A	۵۹	B	۱۷
۲۲	دزفول	۱۴۳	A	۵۳	D	-۹	A	۴۱/۲	C	۴۱	A	۱۵
۲۳	رامسر	-۲۰	A	۳۵	A	-۱۰	A	۲۰/۶	A	۸۳	C	۲۱
۲۴	رشت	-۷	A	۳۷	A	-۱۹	A	۲۰/۶	A	۷۸	C	۲۰
۲۵	زابل	۴۸۷	A	۵۱	D	-۱۲	A	۲۳/۱	A	۳۷	A	۲۰
۲۶	زاهدان	۱۳۷۰	B	۴۳	B	-۲۲	B	۴۱/۲	C	۳۵	A	۲۵
۲۷	زنجان	۱۶۶۳	C	۴۳	B	-۳۰	C	۲۳/۱	A	۵۴	B	۲۱
۲۸	سبزوار	۹۴۱	A	۴۹	C	-۲۰	A	۲۳/۱	A	۴۱	A	۲۲
۲۹	سقز	۱۴۷۶	B	۴۳	B	-۳۶	C	۲۸/۳	C	۵۲	B	۱۵
۳۰	سمنان	۱۱۳۸	B	۴۴	B	-۱۱	A	۲۵/۷	A	۴۳	A	۱۱
۳۱	سنندج	۱۳۷۳	B	۴۴	B	-۳۱	C	۲۵/۷	A	۴۶	A	۱۷
۳۲	شاهرود	۱۳۶۶	B	۴۲	B	-۱۴	A	۲۵/۷	A	۵۱	B	۲۵
۳۳	شهرکرد	۲۰۷۸	B	۴۲	B	-۳۲	C	۲۰/۶	A	۴۶	A	۲۱
۳۴	شیراز	۱۴۹۱	B	۴۳	B	-۱۴	A	۲۰/۶	A	۴۳	A	۲۵
۳۵	طبرس	۶۹۱	A	۵۱	B	-۹	A	۱۸	A	۳۷	A	۱۶

ردیف	نام شهر	ارتفاع از سطح دریا (متر)	گروه	بیشینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	کمینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	سرعت سریعترین باد (متر بر ثانیه)	گروه	رطوبت نسبی ( درصد )	گروه	تعداد سال‌های اندازه‌گیری
۳۶	فسا	۱۳۸۲	B	۴۵	C	-۷	A	۱۵/۴	A	۳۹	A	۱۰
۳۷	قزوین	۱۲۷۷	B	۴۳	B	-۲۴	B	۲۰/۶	B	۴۷	A	۱۷
۳۸	کاشان	۹۸۲	A	۴۸	C	-۱۲	A	۲۵/۷	A	۴۲	A	۱۰
۳۹	کرمان	۱۷۴۹	C	۴۱	B	-۳۰	C	۲۸/۳	C	۳۳	A	۲۵
۴۰	گرگان	۱۵۵	A	۴۴	B	-۱۰	A	۲۰/۶	A	۶۳	B	۲۴
۴۱	مشهد	۹۸۵	A	۴۳	B	-۲۸	B	۲۰/۶	B	۵۵	B	۲۵
۴۲	همدان	۱۶۷۹	C	۴۰	A	-۳۴	C	۳۰/۹	C	۵۳	B	۲۵
۴۳	یزد	۱۲۳۰	B	۴۵/۶	C	-۱۶	A	۳۳/۴	A	۳۴	B	۲۴



جدول پ-۲- اطلاعات محیطی ایستگاه‌های کلیماتولوژی

ردیف	نام شهر	ارتفاع از سطح دریا (متر)	گروه	پیشینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	کمینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	سرعت سریعترین باد (متر بر ثانیه)	گروه	رطوبت نسبی (درصد)	گروه	تعداد سالهای اندازه‌گیری
۱	آباده	۱۸۴۵	C	۳۹	A	-۱۳/۲	A					۱۰
۲	آبعلی	۲۴۵۰	D	۳۹/۴	A	-۱۹/۵	A					۷
۳	آستارا	-۲۵	A	۳۶/۵	A	-۵	A					۹
۴	آشتیان	۱۷۹۱	C	۴۱	B	-۱۸	A					۱۰
۵	آغاجاری	۲۷	A	۵۱/۳	D	-۱/۹	A					۴
۶	آمل	۲۹	A	۳۷/۵	A	-۷/۵	A					۹
۷	اردبیل	۱۳۷۲	B	۳۸	A	-۳۱/۴	C					۱۰
۸	اردستان	۱۳۸۱	B	۴۵/۵	C	-۹	A					۹
۹	اردکان فارس	۲۲۰۰	D	۳۵	A	-۱۷	A					۴
۱۰	ارسک	۱۲۴۰	B	۴۴	B	-۹/۵	A					۸
۱۱	اسفراین	۱۲۱۰	B	۳۷	A	-۱۳	A					۴
۱۲	اسکو	۱۵۰۰	C	۳۹	A	-۱۹/۵	A					۱۰
۱۳	اسلام آباد غرب	۱۳۵۵	B	۴۲	B	-۱۸	A					۶
۱۴	اندیمشک	۸۵	A	۵۲	D	-۶/۵	A					۱۸
۱۵	اهر	۱۱۵۷	B	۳۹/۵	A	-۲۲	B					۱۰
۱۶	ایلام	۱۳۱۹	B	۴۷	C	-۱۵	A					۹
۱۷	بابل	۲	A	۴۱	B	-۶	A					۵



ردیف	نام شهر	ارتفاع از سطح دریا (متر)	گروه	بیشینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	کمینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	سرعت سریعترین باد (متر بر ثانیه)	گروه	رطوبت نسبی (درصد)	گروه	تعداد سالهای اندازه گیری
۱۸	بارنیشابور	۱۵۲۰	C	۳۸/۵	A	-۲۵	B					۹
۱۹	بافت	۲۲۵۰	D	۳۸	A	-۲۰	A					۷
۲۰	بجنورد	۱۰۷۴	B	۴۲/۳	B	-۲۳	B					۱۰
۲۱	برازجان	۱۳۰	A	۵۲	D	۲	A					۴
۲۲	بروجرد	۱۶۰۰	C	۴۱	B	-۲۲	B					۷
۲۳	بندر ترکمن	-۱۰	A	۳۹	A	-۵/۵	A					۶
۲۴	بندر شرفخانه	۱۳۰۲	B	۳۸/۵	A	-۱۳/۵	A					۵
۲۵	بندر ماهشهر	۳	A	۵۲	D	-۳/۵	A					۲۳
۲۶	بهبهان	۳۰۰	A	۵۱	D	-۶	A					۲۹
۲۷	بهشهر	۳	A	۴۱	B	-۵/۵	A					۳
۲۸	بیجار	۱۹۴۰	C	۴۱/۵	B	-۳۸	C					۵
۲۹	تربت جام	۸۴۵	A	۴۱/۷	B	-۱۵/۵	A					۶
۳۰	تفرش	۱۸۷۸	C	۳۹	A	-۲۳/۵	B					۱۰
۳۱	تویسرکان	۱۷۸۰	C	۴۰	A	-۲۰	A					۷
۳۲	جزیره خارک	۳	A	۴۶	C	۶	A					۴
۳۳	جزیره قشم	۳۱	A	۴۹	C	۹/۴	A					۸
۳۴	جزیره کیش	۳۰	A	۴۵	C	۹	A					۸
۳۵	جلفا	۷۰۴	A	۴۴	B	-۲۰	A					۱۰

ردیف	نام شهر	ارتفاع از سطح دریا (متر)	گروه	بیشینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	کمینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	سرعت سریعترین باد (متر بر ثانیه)	گروه	رطوبت نسبی (درصد)	گروه	تعداد سالهای اندازه گیری
۳۶	جهرم	۹۸۵	A	۴۵	C	-۷	A					۸
۳۷	جیرفت	۶۳۵	A	۴۹	C	-۵	A					۶
۳۸	حمیدیه	۵۳	A	۵۰	D	-۱	A					۹
۳۹	خاش	۱۴۰۰	B	۴۴	B	-۹/۶	A					۱۰
۴۰	خرم آباد تنکابن	۵۰	A	۳۸	A	-۳/۸	A					۹
۴۱	خرمشهر	۵	A	۴۹/۵	C	-۵	A					۱۷
۴۲	خنداب	۱۹۲۰	C	۴۵	C	-۳۱/۵	C					۸
۴۳	خوانسار	۲۳۰۰	D	۳۶/۵	A	-۱۵/۵	A					۶
۴۴	خورریابانک	۸۵۰	A	۴۸	C	-۱۱	A					۱۰
۴۵	داراب	۱۱۵۰	B	۴۶	C	-۵	A					۱۰
۴۶	دامغان	۱۱۷۰	B	۴۲	B	-۱۱/۵	A					۷
۴۷	درود	۱۴۰۲	B	۴۱	B	-۲۳	B					۷
۴۸	دشت آزادگان	۴۸	A	۴۸	C	-۶/۵	A					۵
۴۹	دماوند	۲۰۵۰	D	۳۶/۵	A	-۲۱/۵	B					۴
۵۰	رامهرمز	۲۰۰	A	۵۲	D	-۳	A					۶
۵۱	رفسنجان	۱۴۶۹	B	۴۲	B	-۹/۵	A					۴
۵۲	رودبار	۲۸۰	A	۴۳	B	-۶	A					۹
۵۳	زرنده کرمان	۱۶۶۳	C	۴۱/۸	B	-۱۲/۴	A					۵

ردیف	نام شهر	ارتفاع از سطح دریا (متر)	گروه	بیشینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	کمینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	سرعت سریعترین باد (متر بر ثانیه)	گروه	رطوبت نسبی (درصد)	گروه	تعداد سالهای اندازه گیری
۵۴	ساوه	۱۱۶۷	B	۴۷	C	-۱۰	A					۱۰
۵۵	سد ارس	۸۱۶	A	۴۵	C	-۱۷/۵	A					۵
۵۶	سد دز	۵۲۵	A	۴۷	C	-۱۰/۵	A					۳
۵۷	سد کرج	۱۵۸۸	C	۳۷	A	-۱۲/۵	A					۷
۵۸	سراب	۱۶۵۰	C	۳۹/۵	A	-۲۸/۵	B					۹
۵۹	سرخس	۲۲۵	A	۴۵/۴	C	-۲۱/۴	B					۸
۶۰	سرعین	۱۷۵۰	C	۳۶/۵	A	-۲۱/۵	B					۱۰
۶۱	سلماس	۱۲۶۲	B	۳۷/۵	A	-۲۸	B					۶
۶۲	سیاه بیشه	۱۹۸۰	C	۱۶	A	-۱۶	A					۲
۶۳	شوش	۱۱۲	A	۵۰/۵	D	-۲/۵	A					۳
۶۴	شوشتر	۱۵۰	A	۵۲/۵	D	-۶	A					۹
۶۵	شیروان	۱۳۹۲	B	۴۰/۵	B	-۲۲	B					۱۰
۶۶	طوق مشهد	۱۰۳۴	B	۴۰/۴	B	-۲۴	B					۵
۶۷	طوس فردوس	۱۰۴۰	B	۴۲/۵	B	-۳۰/۵	C					۶
۶۸	فردوس	۱۲۹۰	B	۴۴/۴	B	-۱۶	A					۸
۶۹	فریدن	۲۲۰۰	D	۳۶/۵	A	-۳۰	C					۱۰
۷۰	فریمان	۱۴۱۱	B	۳۸	A	-۲۲/۵	B					۱۰
۷۱	فولادشهر	۱۶۶۵	C	۴۰/۵	B	-۱۴/۵	A					۶

ردیف	نام شهر	ارتفاع از سطح دریا (متر)	گروه	بیشینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	کمینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	سرعت سریعترین باد (متر بر ثانیه)	گروه	رطوبت نسبی (درصد)	گروه	تعداد سالهای اندازه گیری
۷۲	فومن	-۱۰	A	۳۹	A	-۵	A					۳
۷۳	فیروزآباد(خلخال)	۱۰۹۰	B	۴۲/۵	B	-۳۷/۵	C					۱۰
۷۴	فیروزآباد (فارس)	۱۳۰۰	B	۴۶/۵	C	-۵/۵	A					۴
۷۵	فیروزکوه	۱۹۲۲	C	۳۹	A	-۲۶	B					۳
۷۶	قائم شهر	۵۰	A	۴۳	B	-۶/۵	A					۹
۷۷	قصر شیرین	۳۰۰	A	۴۷	C	-۸	A					۵
۷۸	قم	۹۲۸	A	۴۵	C	-۱۰	A					۵
۷۹	قمشہ	۱۷۰۰	C	۳۹/۵	A	-۱۲/۵	A					۸
۸۰	قوچان	۱۳۲۰	B	۴۱/۵	B	-۲۶	B					۱۰
۸۱	کازرون	۷۵۵	A	۴۸/۵	C	-۴	A					۷
۸۲	کاشمرولی آباد	۱۰۶۰	B	۴۲/۶	B	-۸	A					۳
۸۳	گچساران	۷۰۹	A	۴۸	C	-۳/۶	A					۴
۸۴	گرمسار	۸۵۱	A	۴۵	C	-۲۳	B					۶
۸۵	گلپایگان	۲۰۴۴	D	۳۸	A	-۲۹	B					۹
۸۶	گنبد قابوس	۱۵۰	A	۴۴/۶	B	-۶/۳	A					۱۰
۸۷	گناباد	۱۱۵۰	B	۴۷	C	-۱۷	A					۹
۸۸	لار فارس	۹۰۰	A	۴۶/۲	C	۱	A					۸
۸۹	لاهیجان	-۲	A	۳۷/۵	A	-۴	A					۹

ردیف	نام شهر	ارتفاع از سطح دریا (متر)	گروه	بیشینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	کمینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	سرعت سریعترین باد (متر بر ثانیه)	گروه	رطوبت نسبی (درصد)	گروه	تعداد سالهای اندازه گیری
۹۰	لوشان	۵۵۰	A	۴۴/۵	B	-۲	A					۲
۹۱	ماکو	۱۶۳۴	C	۳۹/۵	A	-۱۷	A					۳
۹۲	محمودآباد ساری	۱۱۸	A	۴۴	B	۰	A					۵
۹۳	محلات	۱۷۴۷	C	۳۸	A	-۸	A					۱
۹۴	مراغه	۱۴۲۰	B	۴۱	B	-۲۱	B					۸
۹۵	مرند	۱۴۲۰	B	۴۱	B	-۲۰	A					۹
۹۶	مرودشت	۱۶۰۳	C	۴۲/۵	B	-۸/۵	A					۱۰
۹۷	مریوان	۱۳۷۰	B	۴۱	B	-۲۳/۵	B					۳
۹۸	مسجد سلیمان	۳۶۲	A	۴۹	C	-۱	A					۴
۹۹	ملایر	۱۷۴۰	C	۳۹	A	-۱۹/۵	A					۴
۱۰۰	منجیل	۳۵۰	A	۴۲	B	-۱۷	A					۲
۱۰۱	مهاباد	۱۴۰۰	B	۴۲	B	-۲۳	B					۷
۱۰۲	میاندوآب	۱۳۱۴	B	۴۱	B	-۲۵/۵	B					۹
۱۰۳	میانه	۱۱۰۰	B	۴۵/۲	C	-۲۱	B					۷
۱۰۴	میناب	۳۰	A	۵۰	D	۱	A					۶
۱۰۵	نابین	۱۶۰۰	C	۴۱/۸	B	-۱۰/۵	A					۱۰
۱۰۶	نجف آباد	۱۳۵۰	B	۴۰/۵	B	-۱۳	A					۹
۱۰۷	نورآباد ممسنی	۹۰۰	A	۴۶	C	-۱/۵	A					۱۰

ردیف	نام شهر	ارتفاع از سطح دریا (متر)	گروه	بیشینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	کمینه درجه حرارت (درجه سلسیوس)	گروه	سرعت سریعترین باد (متر بر ثانیه)	گروه	رطوبت نسبی (درصد)	گروه	تعداد سالهای اندازه گیری
۱۰۸	نوشهر	-۲	A	۳۵	A	-۷	A					۱۰
۱۰۹	نهاوند	۱۷۴۰	C	۳۹	A	-۲۰	A					۷
۱۱۰	نهبندان	۱۳۲۵	B	۴۵/۵	C	-۷/۱	A					۵
۱۱۱	نیشابور	۱۳۵۰	B	۴۲	B	-۱۹	A					۶
۱۱۲	هفت تپه	۸۰	A	۵۰/۵	D	-۲/۸	A					۹

یادآوری - اطلاعات مربوط به برخی از ستون‌ها موجود نبوده است.

## پیوست ت

### مقادیر تلفات بی باری و بارداری در ترانسفورماتورهای روغنی توزیع نیروی برق

(اطلاعاتی)

با پیشرفت روزافزون تکنولوژی ساخت ورق‌های دینامو، و با توجه به این که از اواسط دهه هشتاد میلادی توجه خاصی به کاهش تلفات بی‌باری ترانسفورماتورهای توزیع شده است، نمی‌توان استاندارد خاصی به عنوان کمینه مجاز تلفات (بارداری و بی‌باری) عنوان کرد فقط می‌توان از جدول ت-۱ که بر اساس استاندارد DIN 42500 تنظیم شده است استفاده کرد.

جدول ت-۱- میزان تلفات ترانسفورماتورهای روغنی با سیم پیچ مسی و سیستم خنک‌کنندگی ONAN

توان نامی (KVA)	تلفات بی‌باری (w)	تلفات بارداری در ۷۵ درجه سلسیوس (w)
	ولتاژ تا ۲۰ کیلوولت	
۵۰	۱۹۰	۱۱۰۰
۱۰۰	۳۲۰	۱۷۵۰
۱۶۰	۴۶۰	۲۳۵۰
۲۵۰	۶۵۰	۳۲۵۰
۴۰۰	۹۳۰	۴۶۰۰
۶۳۰	۱۳۰۰	۶۵۰۰
۱۰۰۰	۱۷۰۰	۱۰۵۰۰
۱۶۰۰	۲۶۰۰	۱۷۰۰۰

یادآوری - بر اساس استاندارد IEC 60076 بیشینه انحراف از مقدار عنوان شده توسط سازنده برای مجموع تلفات بارداری و بی‌باری، پس از آزمون ترانسفورماتور، نباید از ۱۰ درصد بیشتر باشد. این مقدار برای تلفات بارداری و بی‌باری، به طور مجزا نباید بیش از ۱۴ درصد و برای جریان بی‌باری بیش از ۳۰ درصد، باشد.

پیوست ث  
آزمون‌های رنگ‌آمیزی  
(اطلاعاتی)

فهرست آزمون‌های رنگ‌آمیزی:

- ۱ قدرت پوششی
- ۲ چسبندگی
- ۳ ضربه:
- مستقیم
- غیرمستقیم
- ۴ مقاومت حرارتی (°C/ 2hrs)
- ۵ مقاومت سایشی
- ۶ براقیت فیلم رنگ
- ۷ سختی
- ۸ مقاومت جامی شدن
- ۹ خمش
- ۱۰ مه نمکی
- ۱۱ رطوبت نسبی
- ۱۲ غوطه‌وری در محلول‌های شیمیایی:

- 12-1 HCl
- 12-2 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- 12-3 NaOH
- 12-4 NaCl
- 12-5 NaClO
- 12-6 FeCl<sub>3</sub>
- 12-7 H<sub>2</sub>O



پیوست ج

جدول تکمیل شده برای خرید ترانسفورماتور روغنی توزیع ۵۰۰ کیلوولت آمپری (اطلاعاتی)

ردیف	شرح	واحد	ویژگی‌ها
۱	مشخصات سیستم		
۱-۱	محل نصب	-	فضای آزاد
۲-۱	نوع رادیاتور	-	کنگره ای
۳-۱	تعداد فاز	فاز	سه فاز
۴-۱	نوع سیستم خنک کننده	-	ONAN
۵-۱	فرکانس نامی	هرتز	۵۰
۶-۱	توان خروجی نامی	کیلوولت آمپر	۵۰۰
۷-۱	ولتاژ نامی در HV/LV در حالت بی باری	کیلوولت مقدار مؤثر	۲۰-۰/۴
۸-۱	بیشینه ولتاژ سیستم در HV/LV	کیلوولت مقدار مؤثر	۲۴-۱
۹-۱	سیستم زمین	-	-
۱-۹-۱	سیستم زمین فشار قوی	-	-
۲-۹-۱	سیستم زمین فشار ضعیف	-	زمین شده مستقیم
۲	شرایط کار		
۱-۲	ارتفاع	متر	۱۰۰۰
۲-۲	بیشینه درجه حرارت محیط	درجه سلسیوس	۵۰
۳-۲	بیشینه درجه حرارت متوسط روزانه	درجه سلسیوس	۴۰
۴-۲	بیشینه درجه حرارت تابش آفتاب	درجه سلسیوس	۸۲
۵-۲	کمینه دما	درجه سلسیوس	-۵
۶-۲	تعداد روزهای سال با درجه حرارت زیر صفر	-	۱۰
۷-۲	سطح آلودگی ( طبق استاندارد IEC 60815 )	-	سنگین
۸-۲	بار زلزله ( ضریبی از شتاب ثقل زمین )	-	۰/۳
۳	بیشینه افزایش دما در توان نامی		
۱-۳	سیم پیچ	درجه سلسیوس	۶۵
۲-۳	روغن	درجه سلسیوس	۶۰
۴	تپ چنجر بی برقی		
۱-۴	محل استقرار تپ چنجر		بلی
۲-۴	جریان نامی	آمپر	سیم پیچ فشار قوی ۱۵۰
۳-۴	محدوده تغییرات انشعاب ( ± % )	درصد	±۰.۵

ردیف	شرح	واحد	ویژگی‌ها
۴-۴	تعداد پله‌ها		۳
۵	گروه برداری		Dyn 5
۶	کمینه ولتاژ امیدانس در انشعاب اصلی و دمای ۷۵ درجه سلسیوس (%)	درصد	۵٪
۷	پایداری در مقابل اتصال کوتاه		
۱-۷	خطای سه فاز در سیستم فشار قوی	آمپر	۳۶۰
۲-۷	خطای سه فاز در سیستم فشار ضعیف	آمپر	۱۸۰۰۰
۳-۷	مدت زمان اتصال کوتاه	ثانیه	۲
۸	عایق‌بندی به صورت تدریجی یا یکنواخت (در صورت وجود سیم پیچ ستاره یا زیگزاک)		یکنواخت
۹	سطح عایقی		
۱-۹	سیم‌پیچ‌ها		-
۱-۱-۹	تحمل موج ولتاژ ضربه		-
	الف - در ترمینال فشار قوی	کیلوولت-پیک	۱۲۵
	ب - در ترمینال فشار ضعیف	کیلوولت-پیک	-
	پ - در ترمینال زمین	کیلوولت-پیک	-
۲-۱-۹	تحمل ولتاژ در مدت یک دقیقه با فرکانس صنعتی		
	الف - در ترمینال فشار قوی	کیلوولت-مؤثر	۵۰
	ب - در ترمینال فشار ضعیف	کیلوولت-مؤثر	۳
	پ - در ترمینال زمین	کیلوولت-مؤثر	۳
۲-۹	بوشینگ‌ها		-
۱-۲-۹	تحمل موج ولتاژ ضربه		-
	الف - در ترمینال فشار قوی	کیلوولت-پیک	۱۷۰
	ب - در ترمینال فشار ضعیف	کیلوولت-پیک	-
	پ - در ترمینال زمین	کیلوولت-پیک	-
۲-۲-۹	تحمل ولتاژ در مدت یک دقیقه با فرکانس صنعتی		
	الف - در ترمینال فشار قوی	کیلوولت مؤثر	۵۵
	ب - در ترمینال فشار ضعیف	کیلوولت مؤثر	-
	پ - در ترمینال نوترال	کیلوولت مؤثر	-
۱۰	کمینه فاصله خزشی		
۱-۱۰	بوشینگ فشار قوی	میلیمتر	۶۰۰
۲-۱۰	بوشینگ فشار ضعیف	میلیمتر	-

ردیف	شرح	واحد	ویژگی‌ها
۳-۱۰	بوشینگ نوترال	میلیمتر	-
۱۱	نحوه اتصالات ترمینال		
۱-۱۱	ترمینال فشار قوی		بوشینگ
۲-۱۱	ترمینال فشار ضعیف		بوشینگ
۳-۱۱	ترمینال نوترال		بوشینگ
۱۲	بیشینه سطح صدا بر اساس استاندارد IEC 60551 در ولتاژ نامی	دسی بل	۵۴
۱۳	بیشینه تداخل رادیویی (RIV) در فرکانس یک مگاهرتز و ولتاژی برابر با ۱۰۵٪ ولتاژ نامی فشار قوی بر اساس استاندارد NEMA 107	میکرو ولت	۵
۱۴	لوازم جانبی اختیاری		
۱-۱۴	جک هیدرولیک		خیر
۲-۱۴	کیت آزمون روغن		خیر
۳-۱۴	آنالایزر گاز		خیر
۴-۱۴	رله بوخهلتس (بر اساس استاندارد DIN 42566)		بلی
۵-۱۴	پمپ آزمون رله بوخهلتس		خیر
۶-۱۴	پایه‌های برقگیر		خیر
۷-۱۴	دماسنج		بلی
۸-۱۴	پلاک قدرت نامی		خیر
۹-۱۴	چرخ :		
۱-۹-۱۴	مورد نیاز است ؟		خیر
۲-۹-۱۴	قابل حرکت در دو جهت / قابل حرکت در یک جهت		-
۱۰-۱۴	هر مشخصه و وسیله دیگر		-
۱۵	روغن :		
۱-۱۵	کلاس ( طبق استاندارد IEC 60296 )		یک
۲-۱۵	نشان‌دهنده سطح روغن		بلی
۳-۱۵	آیا ماده افزودنی به روغن به کار گرفته شود.		خیر
۴-۱۵	نوع ماده افزودنی به روغن		-
۱۶	بیشینه ارتفاع هنگام حمل و نقل	متر	-

