



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

## دستورالعمل تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت

مقام تصویب کننده: معاون هماهنگی توزیع شرکت توانیر

دریافت کنندگان سند:

- ☐ - کمیته فنی بازرگانی شرکت توانیر
- ☐ - دفتر مهندسی و راهبری شبکه (نظارت بر توزیع) شرکت توانیر
- ☐ - شرکت‌های توزیع نیروی برق

تهیه کننده: معاونت هماهنگی توزیع — دفتر مهندسی و راهبری شبکه — کمیته تخصصی پست‌های پیش‌ساخته و تابلوها

ویرایش: ۲

تیرماه ۱۳۹۹

سایت توانیر: [www.tavanir.org.ir/de](http://www.tavanir.org.ir/de)

تصویب کننده: امضاء	تأیید کننده: امضاء	تهیه کننده: امضاء
-----------------------	-----------------------	----------------------



وزارت نیرو  
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های  
پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت

صفحه ۲ از ۲۶  
شماره ویرایش: ۲  
تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸

## فهرست مطالب

مقدمه.....	۴
۱- هدف و دامنه کاربرد.....	۴
۲- محدوده اجرا.....	۴
۳- استانداردهای مورد استناد.....	۴
۴- دستورال انجام کار.....	۵
۴-۱- روش تکمیل جداول.....	۵
۴-۲- روش تعیین امتیاز نهایی.....	۶
۴-۳- نحوه محاسبه امتیازهای فنی.....	۱۸
۵- آزمون‌ها.....	۲۱
پیوست (۱): چیدمان تجهیزات داخلی.....	۲۳
پیوست (۲): دیاگرام تک خطی پست پیش‌ساخته.....	۲۴
پیوست (۳): نحوه انتخاب جریان نامی کلید اتوماتیک (کلید اصلی) تابلو فشار ضعیف.....	۲۵
پیوست (۴): جدول راهنمای انتخاب سطح آلودگی منطقه.....	۲۶

## فهرست جداول

جدول شماره (۱) خواسته‌های خریدار و شرایط و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری.....	۷
جدول شماره (۲) شناسنامه کالای پیشنهادی.....	۱۰
جدول شماره (۳) مشخصات اجباری.....	۱۱
جدول شماره (۴) مشخصات فنی پیشنهادی و امتیازدهی کالا.....	۱۷
جدول شماره (۵) آزمون‌ها.....	۲۱
جدول شماره (۶) انتخاب جریان نامی کلید اتوماتیک (کلید اصلی) تابلو فشار ضعیف بر اساس ظرفیت ترانسفورماتور.....	۲۵
جدول شماره (۷) راهنمای انتخاب سطح آلودگی منطقه.....	۲۶



وزارت نیرو  
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:


تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های  
پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت

صفحه ۳ از ۲۶  
شماره ویرایش: ۲  
تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸

### اعضای مشارکت کننده در جلسات تخصصی بررسی مشخصات فنی پست پیش‌ساخته

با تشکر از نمایندگان محترم شرکت‌های توزیع نیروی برق، انجمن صنفی تابلوسازان، شرکت‌های سازنده و تأمین‌کننده تجهیزات و شرکت توانیر به شرح زیر که در مراحل مختلف تهیه و بازنگری پیش‌نویس و انجام بررسی‌های تخصصی و نهایی کردن این دستورالعمل با حضور در جلسات و اعلام نقطه نظرات کارشناسی موجبات هرچه پربارتر شدن مطالب را فراهم آورند؛

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| ۱- آقای دکتر مسعود صادقی خمami | شرکت توانیر                                   |
| ۲- خانم مهندس سارا قرشی        | شرکت توانیر                                   |
| ۳- آقای مهندس نوید ریاضی       | شرکت توانیر                                   |
| ۴- آقای مهندس رسول نوران       | شرکت توانیر                                   |
| ۵- آقای مهندس مهدی پیرپیران    | شرکت توزیع نیروی برق استان اصفهان             |
| ۶- آقای مهندس مجید فرخی        | انجمن صنفی تابلوسازان (و صنایع برق مدرن نیرو) |
| ۷- آقای مهندس مهدی فتحی رضایی  | شرکت تابش تابلو                               |
| ۸- آقای مهندس سعید ملاسعیدی    | شرکت بشری سازه                                |
| ۹- آقای مهندس حمیدرضا ترابی    | شرکت پارس تابلو                               |
| ۱۰- آقای مهندس علی آران        | شرکت نوآوران برق آریا                         |
| ۱۱- آقای مهندس مقداد اصغرزاده  | شرکت نوآوران برق آریا                         |
| ۱۲- آقای مهندس مجتبی علیمحمدی  | شرکت پارس سوئیچ                               |
| ۱۳- آقای مهندس دینیار ترکی     | شرکت آذرکلید                                  |

<p>صفحه ۴ از ۲۶</p> <p>شماره ویرایش: ۲</p> <p>تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸</p>	<p>عنوان دستورالعمل:</p> <p>تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های</p> <p>پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت</p>	 <p>وزارت نیرو</p> <p>شرکت توانیر</p>
---	---	---

## مقدمه

نظر به اهمیت موضوع تعیین مشخصات فنی و کنترل کیفیت تجهیزات و با توجه به معیارهای فنی مؤثر بر عملکرد آنها، این سند تنظیم و جهت اجرا، ابلاغ می‌شود. گیرندگان سند موظفند در هنگام خرید پست پیش‌ساخته مورد استفاده در شبکه های توزیع برق، آن را در پیوست اسناد منظور نموده و هنگام انجام مراحل بررسی و ارزیابی فنی، براساس این دستورالعمل و با توجه به مدارک و مستندات ارائه شده، نسبت به ارزیابی و امتیازدهی پیشنهادها اقدام کنند.

این دستورالعمل پس از طرح و تایید در کمیته تخصصی کمیته تخصصی پست‌های پیش‌ساخته و تابلوها (متشکل از کارشناسان شرکت‌های توزیع نیروی برق، انجمن صنفی تابلوسازان، سازندگان و تأمین‌کنندگان تجهیزات و شرکت توانیر)، جهت ابلاغ به کلیه شرکت‌های توزیع، نهایی شده است.

## ۱- هدف و دامنه کاربرد

این سند با هدف ایجاد وحدت رویه در تعیین ویژگی‌های کیفی در انتخاب، خرید و آزمون پست پیش‌ساخته<sup>۱</sup> (جهت نصب در فضای باز و فضای سرپشته<sup>۲</sup>) و تهیه اسناد مناقصه، هماهنگ‌سازی و شفافیت در امر تولید و خرید تجهیزات و ایجاد فضای رقابتی جهت ارتقاء سطح کیفی آنها تنظیم شده است. این دستورالعمل شامل پست‌های پدمانند تمام روغنی و یونیت<sup>۳</sup> نمی‌شود.

## ۲- محدوده اجرا

محدوده اجرای این دستورالعمل شرکت توانیر و شرکت‌های توزیع نیروی برق کشور می‌باشند.


## ۳- استانداردهای مورد استناد

مبنای مشخصات فنی در این دستورالعمل و رویه های انجام آزمایش‌ها برای کنترل شاخص‌های مورد نظر، استانداردهای ملی کشور و استانداردهای بین‌المللی (با تأکید بر IEC) در این زمینه است. در هر بخشی از دستورالعمل که مرجع آن استانداردهای ملی یا بین‌المللی است، چنانچه ویرایش جدیدی از این استانداردهای مرجع تدوین گردد، براساس تجدید نظر و طرح در کمیته تخصصی پست‌های پیش‌ساخته و تابلوها و تأیید آن کمیته، ابلاغ خواهد شد. براین اساس، استانداردهای زیر مورد استناد قرار گرفته‌اند:

<sup>۱</sup> Prefabricated substation

<sup>۲</sup> Outdoor & indoor

<sup>۳</sup> پست‌های پیش‌ساخته مطابق با استاندارد BS


<p>صفحه ۵ از ۲۶</p> <p>شماره ویرایش: ۲</p> <p>تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸</p>	<p>عنوان دستورالعمل:</p> <p>تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمونهای</p> <p>پست پیش ساخته ۲۰ کیلوولت</p>	 <p>وزارت نیرو</p> <p>شرکت توانیر</p>
---	--	---

- 1- IEC 62271-202; "High-voltage/ low-voltage prefabricated substation"; 2014
- 2- IEC 62271-200; "High-voltage switchgear and controlgear"; 2011.
- 3- IEC 60076-1; "Power transformers - Part 1: General"; 2011.
- 4- IEC 60076-11; "Power transformers - Part 11: Dry-type transformers"; 2018.
- 5- IEC 62271-1; "High-voltage switchgear and controlgear - Part 1: Common specifications"; 2017.
- 6- ISO 1920-4; "Testing of concrete - Part 4: Strength of hardened concrete"; 2005.
- ۷- دستورالعمل تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمونهای تابلوهای فشار متوسط کمپکت AIS ۲۰ کیلوولت؛ معاونت هماهنگی توزیع-دفتر مهندسی و راهبری شبکه توزیع، ۱۳۹۹.
- ۸- دستورالعمل تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمونهای تابلوهای فشار متوسط کمپکت GIS ۲۰ کیلوولت؛ معاونت هماهنگی توزیع-دفتر پشتیبانی فنی توزیع، ۱۳۹۵.
- ۹- دستورالعمل تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمونهای ترانسفورماتورهای روغنی توزیع ۲۰ کیلوولت-دفتر پشتیبانی فنی توزیع، ۱۳۹۰.
- ۱۰-دستورالعمل تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمونهای ترانسفورماتورهای خشک رزینی توزیع 20/0.4kV- دفتر پشتیبانی فنی توزیع، ۱۳۹۰.
- ۱۱-دستورالعمل تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمونهای تابلوی فشار ضعیف مورد استفاده داخل پست-دفتر پشتیبانی فنی توزیع، ۱۳۹۴.
- ۱۲-نشریه شماره ۱-۱۱۰؛ «مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی ساختمان - جلد اول: تأسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط»؛ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، ۱۳۸۹.
- ۱۳-نشریه شماره ۳۷۵؛ «مشخصات فنی عمومی و اجرایی پستهای توزیع هوایی و زمینی ۲۰ و ۳۳ کیلوولت»؛ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، ۱۳۸۶.

## ۴- دستورالعمل انجام کار

### ۴-۱- روش تکمیل جداول

بررسی مشخصات فنی در دو بخش «مشخصات اجباری» و «محاسبه امتیازات فنی» انجام می شود. مراحل تکمیل جداول و استفاده از آنها به شرح زیر است:

<p>صفحه ۶ از ۲۶</p> <p>شماره ویرایش: ۲</p> <p>تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸</p>	<p>عنوان دستورالعمل:</p> <p>تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های</p> <p>پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت</p>	 <p>وزارت نیرو</p> <p>شرکت توانیر</p>
---	---	---

- خریدار در جدول شماره (۱) خواسته‌های خود را در ارتباط با نوع پست پیش‌ساخته، سایز آن و همچنین شرایط و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری اعلام می‌نماید.
- در جدول شماره (۲) فروشنده اطلاعاتی از کالای پیشنهادی و سابقه تولید و عرضه آن ارائه می‌کند.
- ارائه مقادیر قابل قبول مندرج در جدول شماره (۳) الزامی است و فروشنده باید الزامات و مشخصات اجباری را با درج مهر و امضا در ذیل صفحات این جدول در پیشنهاد خود تضمین نماید. در صورت عدم تأمین هریک از مشخصات اجباری، پیشنهاد مردود شده و بررسی‌های بعدی انجام نخواهد شد.
- در جدول شماره (۴) مشخصه‌های مؤثر در ارزیابی و امتیازدهی عوامل کیفی کالای مورد نظر به همراه ضرایب وزنی آنها درج شده است. ستون «مقدار پیشنهادی» باید توسط فروشنده تکمیل شود و ستون «امتیاز نهایی» توسط کمیته فنی خرید و با توجه به روش ارزیابی تعیین شده در بند (۴-۲) تکمیل گردد. صفحات مربوط به این جدول نیز باید توسط فروشنده مهر و امضا شوند.

#### ۴-۲- روش تعیین امتیاز نهایی

برای تعیین امتیاز کیفی، کمیته فنی خرید باید با توجه به مقادیر پیشنهادی فروشنده برای هر کدام از بندهای جدول امتیاز دهی کالا (جدول شماره ۴) و مطابق با روش ارزیابی و امتیاز دهی هر کدام از بندهای فوق (در ادامه جدول شماره ۴) امتیازی را بر مبنای ۱۰۰ منظور نماید. سپس امتیاز نهایی هر آیت با ضرب امتیاز تعیین شده در ضریب وزنی مربوطه بدست خواهد آمد. بدیهی است امتیاز کل از مجموع امتیازهای نهایی تقسیم بر ۱۰۰ بدست می‌آید. حد نصاب امتیاز کیفی ۶۰٪ می‌باشد.



وزارت نیرو  
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های  
پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت

صفحه ۷ از ۲۶  
شماره ویرایش: ۲  
تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸

### جدول شماره (۱) خواسته‌های خریدار و شرایط و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری<sup>۱</sup>

#### خواسته‌های خریدار

ردیف	نوع خواسته	خواسته خریدار
۱	ظرفیت پست <sup>۲</sup> (kVA) مطابق درخواست	۲۰۰ □ ۲۵۰ □ ۳۱۵ □ ۴۰۰ □ ۵۰۰ □ ۶۳۰ □ ۸۰۰ □ ۱۰۰۰ □ ۱۲۵۰ سایر <sup>۳</sup> .....
۲	نوع پست	روزمینی آدم‌رو <sup>۴</sup> با بدنه فلزی (احداث فونداسیون در محل) ■ روزمینی آدم‌رو با بدنه بتونی (احداث فونداسیون در محل) □ روزمینی غیرآدم‌رو <sup>۵</sup> با بدنه فلزی (احداث فونداسیون در محل) □ روزمینی غیرآدم‌رو با بدنه بتونی (احداث فونداسیون در محل) □ نیمه‌دفعی <sup>۶</sup> با بدنه فلزی و فونداسیون پیش‌ساخته بتونی □ نیمه‌دفعی با بدنه و فونداسیون پیش‌ساخته بتونی □ زیرزمینی <sup>۷</sup> با بدنه بتونی □ پدمانتد نیمه روغنی <sup>۸</sup> □
۳	پمپ و سیستم تخلیه آب در پست زیرزمینی	داشته باشد □ نداشته باشد ■
۴	کفپوش عایقی استاندارد ضد حریق	داشته باشد □ نداشته باشد ■
مشخصات تابلوها <sup>۹</sup>		
۵	تابلوهای توزیع فشار ضعیف و فشار متوسط	مشخصات تابلوهای فشار ضعیف و فشار متوسط باید با تکمیل دستورالعمل تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های مربوطه مشخص و پیوست گردد.
۶	نوع تابلوی فشار متوسط	■ AIS <sup>۱۰</sup> □ GIS

<sup>۱</sup> این جدول توسط خریدار تکمیل می‌شود.

<sup>۲</sup> الف) ظرفیت ترانسفورماتور باید برابر ظرفیت پست باشد.

ب) حداکثر ظرفیت پست نیمه دفعی با بدنه و فونداسیون پیش‌ساخته بتونی و زیرزمینی kVA ۶۳۰ می‌باشد.

ج) حداکثر ظرفیت پست نیمه دفعی با بدنه فلزی و فونداسیون پیش‌ساخته بتونی kVA ۸۰۰ می‌باشد.

<sup>۳</sup> ظرفیت‌های معمول ارائه شده است ولی در شرایط خاص امکان سفارش ظرفیت‌های دیگر نیز می‌باشد.

<sup>۴</sup> Walk-in operation

<sup>۵</sup> Non Walk-in operation

<sup>۶</sup> Half barred

<sup>۷</sup> Underground

<sup>۸</sup> پدمانتد نیمه روغنی (گازی) پست پیش‌ساخته مطابق IEC 62271-202 با کلاس حرارتی صفر بوده و در سمت فشار ضعیف فقط یک کلید اتوماتیک فشار ضعیف دارد.

<sup>۹</sup> مشخصات تابلوهای فشار ضعیف و فشار متوسط کمپکت AIS یا GIS حسب مورد باید با تکمیل دستورالعمل تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های مربوطه مشخص و پیوست گردد.

<sup>۱۰</sup> برای پست‌های نیمه دفعی و زیر زمینی و پدمانتد نیمه روغنی قابل انتخاب نمی‌باشد.

مطابقت کالای پیشنهادی با خواسته‌های خریدار و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء
-------------------------	-----------	--------------	--------------------------	-------



وزارت نیرو  
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های  
پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت

صفحه ۸ از ۲۶  
شماره ویرایش: ۲  
تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸

### جدول شماره (۱) خواسته‌های خریدار و شرایط و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری<sup>۱</sup>

#### مشخصات ترانسفورماتور توزیع

۷	ترانسفورماتور توزیع مطابق درخواست	خشک <sup>۱</sup> <input type="checkbox"/> روغنی هرمتیک <sup>۲</sup> <input type="checkbox"/> روغنی با منبع انبساط <sup>۳</sup> <input type="checkbox"/> هرمتیک گازی <sup>۴</sup> <input type="checkbox"/>
۸	نوع پوشینگ ترانسفورماتور روغنی	فشار متوسط
۹		فشار ضعیف
		سرامیکی <sup>۵</sup> <input type="checkbox"/> plug-in <input type="checkbox"/>
		سرامیکی <sup>۶</sup> <input type="checkbox"/> رزینی <input type="checkbox"/>

#### مشخصات عمومی پست پیش‌ساخته

۱۰	جنس بدنه فلزی <sup>۶</sup>	فلزی روغنی <input type="checkbox"/> فلزی آلوزینک <sup>۷</sup> <input type="checkbox"/> فلزی گالوانیزه <sup>۸</sup> <input type="checkbox"/>
۱۱	حداکثر فضای پیش‌بینی شده برای نصب پست	طول (cm)
۱۲		عرض (cm)
۱۳		ارتفاع (cm)
۱۴	حداقل سطح مقطع کابل مسی XLPE از تابلوی فشار متوسط به ترانسفورماتور	۵۰ میلیمتر مربع <input type="checkbox"/> ۹۵ میلیمتر مربع <input type="checkbox"/> ۱۲۰ میلیمتر مربع <sup>۹</sup> <input type="checkbox"/>
۱۵	کد رنگ بدنه	RAL7032 <input type="checkbox"/> RAL7035 <input type="checkbox"/> سایر <input type="checkbox"/> (با ذکر کد رنگ) .....
۱۶	جنس لولای درب	استیل <input type="checkbox"/> زاماک رنگ شده <input type="checkbox"/>
۱۷	چیدمان تجهیزات داخلی برای پست‌های روزمینی <sup>۱۰</sup> مطابق درخواست	مطابق پیوست (۱) مدل .....
۱۸	دیاگرام تک خطی مطابق درخواست	مطابق پیوست شماره (۲) که می‌بایستی توسط خریدار تهیه و پیوست شود.

<sup>۱</sup> برای پست‌های نیمه دفنی و زیر زمینی و پدمانند نیمه روغنی قابل انتخاب نمی‌باشد.

<sup>۲</sup> برای پست‌های پدمانند نیمه روغنی قابل انتخاب نمی‌باشد.

<sup>۳</sup> برای پست‌های زیر زمینی و پدمانند نیمه روغنی قابل انتخاب نمی‌باشد.

<sup>۴</sup> عمدتاً برای پست‌های پدمانند نیمه روغنی می‌باشد.

<sup>۵</sup> برای پست‌های زیر زمینی و پدمانند نیمه روغنی قابل انتخاب نمی‌باشد.

<sup>۶</sup> استفاده از ساندویچ پنل مجاز نمی‌باشد.

<sup>۷</sup> انتخاب این نوع جنس صرفاً برای افزایش طول عمر در مناطق دارای رطوبت و خوردگی بالا توصیه می‌شود.

<sup>۸</sup> انتخاب این نوع جنس بدنه برای افزایش طول عمر در مناطق دارای رطوبت بالا توصیه می‌شود.

<sup>۹</sup> تنها در صورت انتخاب سطح اتصال کوتاه ۲۰ کیلو آمپر در تابلو فشار متوسط، سطح مقطع کابل ۱۲۰ میلیمتر مربع در نظر گرفته شود.

<sup>۱۰</sup> الف) برای پست‌های نیمه‌دفنی فقط مدل A,B (مطابق پیوست (۱)) امکان پذیر می‌باشد.

ب) برای پست‌های زیر زمینی دسترسی فقط از بالای پست امکان پذیر می‌باشد.

ج) برای پست‌های پدمانند نیمه‌روغنی (گازی) دسترسی از یک‌طرف خواهد بود.

مطابقت کالای پیشنهادی با خواسته‌های خریدار و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء
-------------------------	-----------	--------------	--------------------------	-------





وزارت نیرو  
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های  
پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت

صفحه ۹ از ۲۶  
شماره ویرایش: ۲  
تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸

### جدول شماره (۱) خواسته‌های خریدار و شرایط و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری<sup>۱</sup>

#### شرایط و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری

ردیف	شرح مشخصه	واحد	مقدار	ردیف	شرح مشخصه	واحد	مقدار
۱۹	ولتاژ نامی	kV	۲۰ / ۰/۴	۲۰	حداکثر میزان تابش نور خورشید در ظهر روز آفتابی	W/m <sup>2</sup>	5500
۲۱	فرکانس نامی	Hz	۵۰	۲۲	حداکثر سرعت باد	m/s	30
۲۳	تعداد فازهای سیستم	---	۳	۲۴	تحمل در برابر فشار باد	km/h	
۲۵	حداکثر ولتاژ سیستم	kV	۲۴ / ۰/۴۴	۲۶	متوسط دمای گرم‌ترین روز	°C	30
۲۷	نوع منطقه از نظر شرایط بار گذاری	-		۲۸	متوسط دمای سالیانه	°C	25
۲۹	رطوبت نسبی	%	65	۳۰	حداقل درجه حرارت محیط خارج	°C	-30
۳۱	ضخامت بار یخ	mm	400	۳۲	حداکثر درجه حرارت محیط خارج <sup>۱</sup>	°C	+45
۳۳	ارتفاع از سطح دریا	m	1900	۳۴	میزان آلودگی محیط <sup>۲</sup>	-	E6
۳۵	شتاب زمین لرزه	g	0.3	۳۶	نوع منطقه از نظر خوردگی <sup>۳</sup>	-	اکسیداسیون
۳۷	سطح ایزوکرونیک منطقه	Day/ year	15	۳۸	محل نصب	فضای باز فضای / سربسته	

<sup>۱</sup> باید مقادیر جریان نامی تا دمای ۴۰ درجه سانتیگراد برقرار باشد ولی کارکرد مجموعه تا دمای ۵۵ درجه سانتیگراد تضمین گردد. مسلماً با افزایش دما تا ۵۵ درجه سانتیگراد جریان نامی کاهش می‌یابد. لازم به توضیح است که برقراری جریان نامی در دمای ۵۵ درجه سانتیگراد برای ترانسفورماتور با طراحی ویژه امکان پذیر است، لیکن برای تابلو فشار متوسط چون اساس طراحی استاندارد IEC62271-200 با دمای ۴۰ درجه سانتیگراد می‌باشد، ضریب تصحیح اعمال شود. در خصوص بازگیری از ترانسفورماتورهای خشک و روغنی داخل پست می‌توان به پیوست DD استاندارد IEC62271-202 مراجعه نمود.

<sup>۲</sup> سبک، متوسط، سنگین، خیلی سنگین و ویژه (مطابق پیوست (۴)). در صورت وجود آلودگی‌های موضعی و خاص منطقه‌ای که می‌تواند ملاحظاتی در سطح آلودگی بوجود آورد نوع آن قید شود. همچنین در محل‌هایی که آلودگی سنگین و بالاتر (گرد و خاک شدید، آلودگی صنعتی و یا آلودگی نمکی ساحلی بالا) وجود دارد بهتر است گزینه استفاده از تابلوهای GIS به جای AIS نیز مدنظر قرارگیرد.

<sup>۳</sup> خوردگی می‌تواند تحت عنوان خوردگی اکسیداسیون و خوردگی گالوانیک با توجه به نوع منطقه درج گردد.

مطابقت کالای پیشنهادی با خواسته‌های خریدار و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء:



وزارت نیرو  
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های  
پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت

صفحه ۱۰ از ۲۶  
شماره ویرایش: ۲  
تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸

جدول شماره (۲) شناسنامه کالای پیشنهادی<sup>۱</sup>

۱	کشور سازنده پست پیش‌ساخته	
۲	نام سازنده (نام شرکت) پست پیش‌ساخته	
۳	سال ساخت پست پیش‌ساخته	
۴	برند، مدل و کشور سازنده ترانسفورماتور <sup>۲</sup>	
۵	نام فروشنده و نوع ارتباط با سازنده (نماینده رسمی - عرضه کننده	
۶	نوع و تیپ کالا	
۷	فهرست خریداران با ذکر نام، کشور، تاریخ و میزان فروش	
۸	سابقه کارخانه در ساخت این نوع تجهیزات	
۹	نحوه ارائه دستورالعمل‌های حمل و نقل، نصب، نگهداری،	
۱۰	مدت زمان عدم نیاز به سرویس دوره ای	
۱۱	مدت زمان گارانتی تعویض کامل تجهیز در صورت خرابی (از زمان	
۱۲	مدت زمان گارانتی تعویض قطعات (از زمان تحویل) و لیست	
۱۳	مدت زمان خدمات پس از فروش و نحوه ارائه (از زمان تحویل) و	
۱۴	حداکثر زمان تحویل	
۱۵	وزن کل پست تحویلی	
۱۶	ابعاد بیرونی پست (دارا بودن حداقل ابعاد	طول
	ممکن با رعایت زیبایی و بدون بروز اشکال در	عرض (cm)
	بهره برداری و مشخصات فنی)	ارتفاع
۱۷	سایر مزایای رقابتی پیشنهادی	

<sup>۱</sup> این جدول توسط پیشنهاد دهنده تکمیل می‌شود. ضمناً در صورت کمبود فضا برای درج مطالب، با ذکر شماره صفحه، از برگه‌های ضمیمه استفاده شود.

<sup>۲</sup> شناسنامه کالای پیشنهادی برای تابلوهای فشار متوسط و فشار ضعیف در جدول شماره (۲) دستورالعمل‌های مربوطه تکمیل گردد.

صحت کلیه موارد ارائه شده در جدول فوق توسط پیشنهاد دهنده تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء



وزارت نیرو  
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:  
تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های  
پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت

صفحه ۱۱ از ۲۶  
شماره ویرایش: ۲  
تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸

### جدول شماره (۳) مشخصات اجباری

ردیف	شرح مشخصه	واحد	سطح یا نوع اجباری
مشخصات عمومی پست			
۱	نوع سیستم تهویه پست	-	طبیعی
۲	جدا بودن کامل محفظه ترانسفورماتور از محفظه فشار ضعیف و فشار متوسط	-	الزامی است
۳	مراحل زیر کاری در رنگ آمیزی بدنه فلزی	-	شامل تمامی مراحل چربی زدایی، شستشو با آب داغ، فسفات کاری، زنگ زدایی <sup>۱</sup>
۴	نوع پوشش بدنه پست	فلزی	رنگ پودری الکترواستاتیکی پلی‌استر
۵			قسمت بالای سطح زمین
۶			قسمت داخل سطح زمین
۷	حداقل ضخامت رنگ	میکرون	۸۰
۸	نوع ساختار سقف پست و میزان بارگذاری	فلزی	فلزی <sup>۲</sup> با تحمل بار $250 \text{ kg/mm}^2$
۹			بتونی با تحمل بار $250 \text{ kg/mm}^2$
۱۰			بتونی با تحمل بار $5000 \text{ kg/mm}^2$
۱۱	حداقل ضخامت ورق فلزی	بدنه (روغنی، گالوانیزه یا آلوزینک)	۲
۱۲			سازه کف (با پوشش گالوانیزه گرم)
۱۳			پوشش کف (آلومینیوم آجدار یا گالوانیزه)
۱۴			صفحه جداکننده <sup>۳</sup> محفظه ترانسفورماتور (گالوانیزه)
۱۵	بتون مسلح	بتن باید مقاوم در برابر نفوذ آب، کربنات شدن، یخ‌زدگی، نفوذ کلراید و مواد شیمیایی دیگر	الزامی است
۱۶			استحکام بتن ISO 1920-4
۱۷	حداقل شیب سقف	-	٪۱
۱۸	حداکثر کلاس حرارتی پست	-	۱۰k
۱۹	کلاس‌بندی آرک داخلی	-	IAC-AB <sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> بکار بردن سیلر بعلت سرطان زا بودن و مسائل زیست محیطی مجاز نیست

<sup>۲</sup> سقف باید در قسمتهای فشار ضعیف و فشار متوسط دو جداره و در قسمت ترانسفورماتور تک جداره باشد.

<sup>۳</sup> Partition

<sup>۴</sup> کلاس حفاظت نوع AB، هم ایمنی بهره‌بردار و هم افراد عادی را فراهم می‌کند.

مطابقت کالای پیشنهادی با کلیه مشخصات اجباری مورد نظر خریدار تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء
-------------------------	-----------	--------------	--------------------------	-------



وزارت نیرو  
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:  
تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های  
پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت

صفحه ۱۲ از ۲۶  
شماره ویرایش: ۲  
تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸

### جدول شماره (۳) مشخصات اجباری

ردیف	شرح مشخصه	واحد	سطح یا نوع اجباری
۲۰	برش و پانچ و خمکاری با ماشین‌های CNC یا NC	-	الزامی است
۲۱	مکانیزم قفل درب‌ها با مهار نمودن از بالا و پایین به بدنه پست <sup>۱</sup> با استحکام مناسب	-	الزامی است
۲۲	قابلیت نصب قفل آویز و کتابی شرکت توزیع روی درب <sup>۲</sup>	-	الزامی است
۲۳	بازکردن لولا از بیرون ممکن نباشد	-	الزامی است
۲۴	اهرم نگهدارنده <sup>۳</sup> درب	-	الزامی است
۲۵	میزان سطح صدای تولیدی پست بیشتر از سطح صدای تولیدی ترانسفورماتور نباشد	-	الزامی است
۲۶	استفاده از سیم مسی بافته شده قلع اندود شده یا لامل <sup>۴</sup> مسی مابین پوشینگ فشار ضعیف ترانسفورماتور و باسبار ارتباطی به تابلوی فشار ضعیف (فازها و نول) در صورت استفاده از شینه	-	الزامی است (مطابق سایز شینه اصلی تابلوی توزیع فشار ضعیف)
۲۷	سطح مقطع شینه ارتباطی تابلوی فشار ضعیف به پوشینگ‌های فشار ضعیف ترانسفورماتور در صورت استفاده از شینه	-	مطابق سایز شینه اصلی تابلوی توزیع فشار ضعیف
۲۸	ارائه تسمه و تراورس و سایر تمهیدات جهت جابجایی و حمل و نصب اصولی و ایمن	-	الزامی است
۲۹	حداقل درجه حفاظت محفظه پست	-	IP23D <sup>۵</sup>
۳۰	محدوده ارتفاع فونداسیون از سطح زمین در پست‌های روزمینی <sup>۶</sup>	cm	۲۰ الی ۲۵
۳۱	ارائه دستورالعمل نصب (ارائه مشخصات و نقشه کامل فونداسیون برای پست‌های روزمینی یا نقشه اجرا برای پست‌های نیمه دفنی و زیر زمینی)	-	الزامی است
۳۲	حداقل ابعاد دریچه دسترسی به زیرزمین پست <sup>۷</sup>	cm×cm	۵۰×۷۰
۳۳	حداقل عمق زیرزمین پست از سطح زمین <sup>۸</sup>	m	۱/۵
۳۴	وجود ابزار مهار دریچه دسترسی به زیر زمین پست (در زمان باز بودن دریچه)	-	الزامی است
۳۵	زاویه باز شدن دریچه دسترسی به زیرزمین پست بیش از ۱۰۰ درجه	-	الزامی است
۳۶	قراردادن نردبان دسترسی به زیرزمین داخل پست مجهز به سیستم ارت و تکیه‌گاه مناسب	-	الزامی است

<sup>۱</sup> مکانیزم قفل سوئیچ‌خور نباشد.

<sup>۲</sup> در صورت نیاز شرکت توزیع به مدل خاصی از قفل، اعلام گردد.

<sup>۳</sup> Stopper

<sup>۴</sup> شینه مسی که از ورق‌های مسی با ضخامت ۰/۵ میلیمتر تهیه می‌شود.

<sup>۵</sup> IEC 60529

<sup>۶</sup> در شرایط خاص محل نصب، با رعایت اصول بهره‌برداری، تغییر ارتفاع با نظر شرکت توزیع ممکن می‌باشد.

<sup>۷</sup> در پست‌های نیمه دفنی و زیرزمینی نیاز نمی‌باشد و در پست‌های پدم‌اند نیمه روغنی در صورت نیاز در کنار پست احداث گردد.

<sup>۸</sup> در شرایط خاص محل نصب، با رعایت اصول بهره‌برداری، تغییر عمق و شرایط دسترسی با نظر شرکت توزیع ممکن می‌باشد.

مطابقت کالای پیشنهادی با کلیه مشخصات اجباری مورد نظر خریدار تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء:
-------------------------	-----------	--------------	--------------------------	--------



وزارت نیرو  
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:  
تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های  
پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت

صفحه ۱۳ از ۲۶  
شماره ویرایش: ۲  
تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸

جدول شماره (۳) مشخصات اجباری

ردیف	شرح مشخصه	واحد	سطح یا نوع اجباری
۳۷	حداقل مدت زمان گارانتی تعویض کامل بدنه پست (از زمان تحویل) در صورت ایجاد ضایعه و خرابی (در صورت بهره‌برداری صحیح)	سال	۳
۳۸	حداقل مدت زمان گارانتی تعویض قطعات (از زمان تحویل)	سال	۲
۳۹	حداقل مدت زمان خدمات پس از فروش	سال	۱۰
۴۰	حداقل مدت زمان طول عمر پست	سال	۳۰
۴۱	ولتاژ نامی قسمت‌های فرعی بخش حفاظت ترانسفورماتور <sup>۱</sup>	V	۲۳۰
		V	
۴۲	حداکثر تحمل نیروی باد	Pa	۷۰۰ (معادل حداکثر ۳۴ متر بر ثانیه)
۴۳	میزان تحمل ضربه مکانیکی بدنه	J	۲۰ (معادل درجه حفاظت Ik10)
۴۴	وجود میکروسوییچ روشنایی (برای چهار قسمت فشار ضعیف، فشار متوسط، ترانسفورماتور و زیرزمین پست)	-	الزامی است
۴۵	حداقل سطح مقطع شینه همبندی سیستم زمین پست	mm <sup>2</sup>	۸۰ برای سطح اتصال کوتاه ۱۶kA ۱۰۰ برای سطح اتصال کوتاه ۲۰kA
۴۶	اجرای همبندی ارت شامل اتصال سیستم زمین تابلوی فشار متوسط، فشار ضعیف، درپوش و بدنه ترانسفورماتور، درب‌های پست، سازه کف پست و سرکابل‌های فشار متوسط	-	الزامی است
۴۷	ارت نمودن شیلد کابل فشار متوسط فیدر ترانسفورماتور فقط از یک سمت	-	الزامی است
۴۸	حداقل سطح مقطع سیم حصیری بافته شده ارت درب‌ها	mm <sup>2</sup>	۲۵
۴۹	پیش‌بینی حفاظ کامل مشبک فلزی و نصب به صورت قفل و لولا با درج علائم هشدار دهنده پشت درب محفظه ترانسفورماتور خشک به نحوی که بازکردن قفل مذکور، تنها با ارت کردن فیدر ترانسفورماتور تابلو فشار متوسط مقدور باشد (اینترلاک مکانیکی مابین ارت فیدر ترانسفورماتور تابلو فشار متوسط و حفاظ ترانسفورماتور خشک).	-	الزامی است
۵۰	ارائه نمونه محاسبات مربوط به محاسبات مکانیکی استراکچر و فونداسیون پست، تأیید شده از مراجع دانشگاهی و علمی معتبر و مشاورین دارای رتبه	-	الزامی است
۵۱	پیش‌بینی حفاظ مشبک فلزی با استحکام کافی و نصب به صورت پیچ و مهره‌ای با درج علائم هشدار دهنده پشت درب محفظه ترانسفورماتور روغنی به نحوی که پوشینگ‌های فشار متوسط قابل دسترس نباشد	-	الزامی است

<sup>۱</sup> در صورت استفاده از سیستم اتوماسیون ولتاژ ۴۸ ولت خواهد بود.

مطابقت کالای پیشنهادی با کلیه مشخصات اجباری مورد نظر خریدار تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء
-------------------------	-----------	--------------	--------------------------	-------



وزارت نیرو  
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:  
تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های  
پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت

صفحه ۱۴ از ۲۶  
شماره ویرایش: ۲  
تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸

### جدول شماره (۳) مشخصات اجباری

ردیف	شرح مشخصه	واحد	سطح یا نوع اجباری
۵۲	پیش‌بینی تمهیدات لازم جهت رؤیت روغن نما و ترمومتر و در دسترس بودن شیر تخلیه روغن	-	الزامی است
۵۳	نصب‌رله حرارتی ترانسفورماتور خشک در باکس کنترلی محفظه فشار متوسط	-	الزامی است
۵۴	نصب ریل تاشو جهت تعویض ترانسفورماتور در سمت محفظه ترانسفورماتور	-	الزامی است
۵۵	اتصال ترانسفورماتور به شاسی حداقل از ۴ نقطه	-	الزامی است
۵۶	ترانسفورماتور با چرخ در کارخانه جهت نصب روی ریل قرار گیرد <sup>۱</sup>	-	الزامی است
مشخصات ترانسفورماتور			
۵۷	رعایت مشخصات مطابق با آخرین دستورالعمل ابلاغ شده توانیر	-	الزامی است
تابلوی فشار متوسط			
۵۸	رعایت مشخصات مطابق با آخرین دستورالعمل ابلاغ شده توانیر	-	الزامی است
تابلوی فشار ضعیف			
۵۹	جریان نامی کلید اتوماتیک (کلید اصلی)		مطابق پیوست (۳) .....
۶۰	مشخصات کلید اتوماتیک (در صورت استفاده از MCCB)	-	مطابق با آخرین دستورالعمل ابلاغ شده توانیر
۶۱	نوع تابلوی فشار ضعیف در پست‌های نیمه‌دفعی و زیرزمینی و پدمانند نیمه روغنی <sup>۲</sup>	-	مونتاز روی صفحه
۶۲	رعایت سایر مشخصات مطابق با آخرین دستورالعمل ابلاغ شده توانیر	-	الزامی است
سایر موارد			
۶۳	نصب تمامی تجهیزات پست شامل تابلوی فشار متوسط، فشار ضعیف، ترانسفورماتور، کابل‌های ارتباطی و شینه‌کشی در محل کارخانه سازنده	-	الزامی است
۶۴	قرار دادن تمامی نقشه‌های تک خطی و وایرینگ کامل پست در جا نقشه‌ای محفظه فشار ضعیف به صورتی که هر برگ داخل یک کاور مجزا قرار گیرد یا لمینیت گردد.	-	الزامی است
۶۵	نصب نقشه شماتیک نحوه بلند کردن پست بر روی بدنه	-	الزامی است
۶۶	ارائه دستورالعمل‌های نصب، بهره‌برداری، سرویس‌ونگهداری به زبان فارسی	-	الزامی است
۶۷	پلاک مشخصات پست: ارائه اطلاعات الزامی در پلاک هر پست پیش‌ساخته شامل:	-	آلومینیوم یا استیل به صورت حک شده

<sup>۱</sup> در پست‌های نیمه‌دفعی و زیرزمینی و پدمانند نیمه روغنی مورد نیاز نمی‌باشد.

<sup>۲</sup> پست‌های پدمانند نیمه روغنی فقط دارای یک کلید اتوماتیک کل می‌باشد و فیدر خروجی ندارد.

مطابقت کالای پیشنهادی با کلیه مشخصات اجباری مورد نظر خریدار تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء
-------------------------	-----------	--------------	--------------------------	-------



وزارت نیرو  
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های  
پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت

صفحه ۱۵ از ۲۶  
شماره ویرایش: ۲  
تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸

### جدول شماره (۳) مشخصات اجباری

ردیف	شرح مشخصه	واحد	سطح یا نوع اجباری
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- نام سازنده یا نام تجاری آن</li> <li>- حداکثر و حداقل درجه حرارت محیط</li> <li>- مدل پست</li> <li>- شماره سریال</li> <li>- شماره استاندارد مورد استفاده</li> <li>- سال ساخت</li> <li>- قدرت نامی</li> <li>- ولتاژ نامی MV/LV</li> <li>- حداکثر رطوبت محیط</li> <li>- ابعاد پست</li> <li>- وزن ترانسفورماتور</li> <li>- وزن کامل</li> <li>- نام خریدار</li> </ul>		و کاملاً خوانا مشرف به معبر عمومی (سمت فشار متوسط)
۶۸	<p>ارائه تایپ تست کامل<sup>۱</sup> و دارای اعتبار مطابق فهرست اعلام شده با جدول شماره ۵ این دستورالعمل مربوط به هر مدل پست مورد نظر از یکی از آزمایشگاه‌های معتبر داخلی یا خارجی (مطابق دو آیت ذیل):</p> <p>- ارائه گواهی تایپ تست سازنده خارجی و ارائه مستندات کافی دال بر تحت لیسانس بودن، در مورد سازنده داخلی که تحت لیسانس یک سازنده خارجی معتبر می‌باشد</p> <p>- ارائه گواهی تایپ تست تابلو به نام سازنده داخلی در مورد سازندگان داخلی که با استفاده از تجهیزات سازندگان داخلی یا خارجی معتبر راساً اقدام به طراحی و ساخت نموده‌اند</p>	-	الزامی است
۶۹	ارائه گواهی تایید صلاحیت دارای تاریخ اعتبار از شرکت توانیر برای مدل ارائه شده و نمونه تحویل شده	-	الزامی است
۷۰	ارائه تایپ تست کامل <sup>۲</sup> و دارای اعتبار برای تابلوهای فشار ضعیف و فشار متوسط و ترانسفورماتور مطابق فهرست اعلام شده با جدول شماره ۵ دستورالعمل‌های مربوطه	-	الزامی است

<sup>۱</sup> توجه شود در صورت کامل نبودن آزمون‌های تایپ تست پیشنهاد ارائه شده مردود می‌باشد.

<sup>۲</sup> توجه شود در صورت کامل نبودن آزمون‌های تایپ تست پیشنهاد ارائه شده مردود می‌باشد.

مطابقت کالای پیشنهادی با کلیه مشخصات اجباری مورد نظر خریدار تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء



وزارت نیرو  
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های  
پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت

صفحه ۱۶ از ۲۶  
شماره ویرایش: ۲  
تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸


جدول شماره (۳) مشخصات اجباری

ردیف	شرح مشخصه	واحد	سطح یا نوع اجباری
۷۱	اعلام زمان تولید و ایجاد امکان بازدید نماینده خریدار یا دستگاه نظارت از مراحل انجام آزمون‌های جاری	-	الزامی است
۷۲	انجام آزمون‌های نمونه‌ای در محل کارخانه و با حضور نمایندگان شرکت قبل از تحویل پستهای مذکور با هزینه سازنده و ارائه نتایج آزمون کلیه پست‌ها در زمان تحویل	-	الزامی است
۷۳	نصب جعبه کمک‌های اولیه در محفظه فشار ضعیف	-	الزامی است
۷۴	نصب کپسول آتش نشانی ۳ کیلوگرمی CO <sub>2</sub> در محفظه فشار ضعیف	-	الزامی است

مطابقت کالای پیشنهادی با کلیه مشخصات اجباری مورد نظر خریدار تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء




صفحه ۱۷ از ۲۶ شماره ویرایش: ۲ تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸	عنوان دستورالعمل: تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت	 وزارت نیرو شرکت توانیر
---	--	---

جدول شماره (۴) مشخصات فنی پیشنهادی و امتیازدهی کالا <sup>۱</sup>							
ردیف	شرح مشخصه	واحد	روش امتیازدهی	مقدار پیشنهادی	ضریب وزنی (%)	امتیاز	امتیاز نهایی
۱	سوابق فروشنده و رضایت بهره بردار	---	بند ۴-۳-۱		۶		
۲	گارانتی، آموزش و خدمات پس از فروش	---	بند ۴-۳-۲		۷		
۳	احراز اصالت کارخانه سازنده	---	بند ۴-۳-۳		۱۰		
۴	ارائه گواهینامه‌های مدیریت کیفیت و آزمون‌ها از مراجع صلاحیت‌دار	---	بند ۴-۳-۴		۱۰		
۵	مشخصات مربوط به تابلو فشار ضعیف	---	بند ۴-۳-۵		۱۳		
۶	مشخصات مربوط به تابلو فشار متوسط	---	بند ۴-۳-۶		۱۹		
۷	مشخصات مربوط به ترانسفورماتور	---	بند ۴-۳-۷		۱۶		
۸	مشخصات مربوط به استراکچر و بدنه پست	---	بند ۴-۳-۸		۱۹		
	جمع امتیاز				۱۰۰٪	-	

<sup>۱</sup> در این جدول، ستون مقدار پیشنهادی توسط پیشنهاد دهنده و ستون‌های مربوط به امتیاز توسط خریدار تکمیل می‌گردند.

مطابقت کالای پیشنهادی با کلیه مشخصات ارائه شده در جدول فوق تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء

صفحه ۱۸ از ۲۶ شماره ویرایش: ۲ تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸	عنوان دستورالعمل: تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت	 وزارت نیرو شرکت توانیر
---	--	---

#### ۴-۳- نحوه محاسبه امتیازهای فنی

توجه: در تمام مواردی که امتیازدهی بر اساس مقادیر ادعایی سازنده است، کسب امتیاز منوط به ارائه مستندات معتبر مربوطه می‌باشد.

##### ۴-۳-۱- سوابق فروشنده و رضایت بهره‌بردار

ردیف	سوابق فروشنده و رضایت بهره‌بردار	امتیاز
۱	ارائه سابقه فروش در ایران	۱۵
۲	ارائه سابقه فروش در خارج از کشور	۳
۳	رضایت بهره‌بردار (مناقصه گزار) با توجه به سوابق استفاده از محصول در شرکت مناقصه گزار یا دیگر شرکت‌های توزیع با ارائه گواهی معتبر	۱۴
۴	کیفیت و کفایت اسناد ارائه شده	۸

امتیاز نهایی مجموع امتیازات کسب شده از جدول فوق به اضافه ۶۰ می‌باشد. حداکثر امتیاز ۱۰۰ می‌باشد.

##### ۴-۳-۲- گارانتی، آموزش و خدمات پس از فروش


گارانتی	امتیاز
مدت گارانتی (به ازای هر سال اضافی علاوه بر دو سال، ۵ امتیاز، حداکثر ۲ سال اضافی)	۱۰
آموزش	
ارائه آموزش در محل خریدار بر اساس مستندات نصب و بهره‌برداری	۱۰
ارائه فیلم آموزشی	۵
خدمات پس از فروش	
پشتیبانی و خدمات پس از فروش (به ازای هر سال اضافی علاوه بر ده سال، ۳ امتیاز، حداکثر ۵ سال اضافی)	۱۵

امتیاز نهایی مجموع امتیازات کسب شده از جدول فوق به اضافه ۶۰ می‌باشد.

##### ۴-۳-۳- احراز کارخانه سازنده

ردیف	معیار	امتیاز
۱	سازنده داخلی تحت لیسانس سازنده خارجی معتبر	۳۰
۲	سازنده داخلی راساً نسبت به طراحی و ساخت پست اقدام نموده که دارای تایپ تست کامل طبق استاندارد IEC62271-202 (جدول شماره ۵) به نام سازنده داخلی (خودش) باشد. (به ازای کسری هر یک از آزمون‌های تایپ تست، بر اساس بند ۷۴ جدول شماره (۳) اجازه حضور در مناقصه داده نخواهد شد.)	۴۰

امتیاز نهایی حاصل امتیاز کسب شده از یکی از ردیف‌های جدول فوق به اضافه ۶۰ می‌باشد.

صفحه ۱۹ از ۲۶ شماره ویرایش: ۲ تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸	عنوان دستورالعمل: تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت	 وزارت نیرو شرکت توانیر
---	--	---

#### ۴-۳-۴- ارائه گواهینامه‌های مدیریت کیفیت و آزمون‌ها از مراجع صلاحیت‌دار

منظور از گواهی آزمون، ارائه‌ای تأییدیه‌های آزمون دارای تاریخ اعتبار مشخصاً در مورد همین کالا از یکی از مراجع آزمایشگاهی و کنترل کیفیت به شرح زیر است که به تناسب ارائه گواهینامه‌های ذیل امتیازها تعیین می‌شود:

ردیف	عنوان	امتیاز
۱	آزمایشگاه‌های مستقل و معتبر بین‌المللی قابل ردیابی (traceable) به ILAC	۲۰
۲	آزمایشگاه‌های مرجع داخل کشور مانند پژوهشگاه نیرو	۱۵
۳	ارائه گواهی مدیریت کیفیت	۵

امتیاز فوق با عدد ۶۰ جمع می‌شود.

\* در صورتیکه فروشنده مدارکی دال بر قابل تعمیم بودن تایپ تست انجام شده بر روی نمونه پست پیش‌ساخته مشابهی داشته باشد با نظر خریدار قابل استناد است.

#### ۴-۳-۵- مشخصات مربوط به تابلو فشار ضعیف

امتیازات این قسمت از امتیازات کسب شده از بخش امتیازات دستورالعمل تابلوی فشار ضعیف محاسبه می‌شود.

#### ۴-۳-۶- مشخصات مربوط به تابلو فشار متوسط

امتیازات این قسمت از امتیازات کسب شده از بخش امتیازات دستورالعمل تابلوی فشار متوسط محاسبه می‌شود.


#### ۴-۳-۷- مشخصات مربوط به ترانسفورماتور

امتیازات این قسمت از امتیازات کسب شده از بخش امتیازات دستورالعمل ترانسفورماتور محاسبه می‌شود.

#### ۴-۳-۸- مشخصات مربوط به استراکچر و بدنه پست

ردیف	مشخصات بدنه پست	حداکثر امتیاز
۱	سهولت در تعویض و تعمیر هر یک از اجزاء پست	۵
۲	حداقل ابعاد (بدون ایجاد اشکال در مسائل فنی و بهره‌برداری و کلاس حرارتی)	۵
۳	کیفیت و آماده‌سازی قبل از رنگ و رنگ آمیزی	۱۰
۴	کیفیت برش و جوش و سوراخکاریها	۱۰
۵	داشتن درجه حفاظت بالاتر از IP23D با حفظ کلاس حرارتی	۱۰

بند ۱: در صورت در نظر گرفتن فضای مناسب برای نصب تجهیزات و سهولت در تعویض و تعمیر و نگهداری آنها ۵ امتیاز و در غیر این صورت امتیاز صفر در نظر گرفته شود.

<p>صفحه ۲۰ از ۲۶</p> <p>شماره ویرایش: ۲</p> <p>تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸</p>	<p>عنوان دستورالعمل:</p> <p>تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های</p> <p>پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت</p>	 <p>وزارت نیرو</p> <p>شرکت توانیر</p>
--	---	---


**بند ۲:** به کمترین ابعاد ممکن برای پست بدون ایجاد اشکال در بهره برداری و مسائل فنی با ارایه گواهی تایپ تست حرارتی برای ابعاد مذکور ۵ امتیاز و برای ابعاد دیگر امتیازی در نظر گرفته نمی‌شود.

**بند ۳: الف-** با استفاده از سیستم خط رنگ پیوسته (خط کانوایر پیوسته): در صورت انجام تمام مراحل قبل از رنگ آمیزی شامل چربی زدایی، زنگ زدایی و فسفات کاری با استفاده از فسفات روی و استفاده از رنگ با پایه اپوکسی به صورت پودری به روش الکترواستاتیک و پخت کوره ای ۱۰ امتیاز و در صورت انجام تمام مراحل و استفاده از فسفات آهن در مرحله فسفات کاری ۰ امتیاز در نظر گرفته شود.

**ب-** با استفاده از سیستم خط رنگ ناپیوسته (خط کانوایر غیر پیوسته): در صورت انجام تمام مراحل قبل از رنگ آمیزی شامل چربی زدایی، زنگ زدایی و استفاده از فسفات روی در مرحله فسفات کاری و استفاده از رنگ با پایه اپوکسی به صورت پودری به روش الکترواستاتیک و پخت کوره ای ۸ امتیاز، و با استفاده از فسفات آهن ۰ امتیاز در نظر گرفته شود.

**بند ۴:** در صورت انجام جوشکاری مناسب با تجهیزات اتوماتیک و جوش CO2 و انجام خمکاری‌ها و سوراخکاری‌های لازم با استفاده از دستگاه‌های اتوماتیک و انجام کار با کیفیت مناسب و استفاده از ورق با ضخامت حداقل تعیین شده در مشخصات اجباری امتیاز ۱۰ و در غیر اینصورت امتیاز صفر در نظر گرفته شود.

**بند ۵:** به ازای IP33، ۵ امتیاز و به ازای IP43 و بالاتر ۱۰ امتیاز تعلق می‌گیرد. (با ارایه گواهی تست کلاس حرارتی)

صفحه ۲۱ از ۲۶ شماره ویرایش: ۲ تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸	عنوان دستورالعمل: تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمونهای پست پیش ساخته ۲۰ کیلوولت	 وزارت نیرو شرکت توانیر
---	---	---

## ۵- آزمون‌ها<sup>۱</sup>

جدول شماره (۵) آزمون‌ها <sup>۲</sup>			
ردیف	شرح آزمون	نام و شماره استاندارد	مقدار / شرط پذیرش
آزمون‌های جاری (روتین)			
۱	آزمون بررسی سطح عایقی (فقط تست فرکانس قدرت) - اتصالات بین سوئیچگیر MV و ترانسفورماتور - اتصالات بین سوئیچگیر LV و ترانسفورماتور	IEC 62271-202 بند ۷-۱۰۱	تأمین خواسته‌های استاندارد
۲	آزمون عایقی روی مدارات کمکی و کنترل: - ولتاژ فرکانس قدرت به مدت یک ثانیه تمام مدارهای کمکی و کنترلی (متصل به هم) و بدنه اعمال میشود. اگر چند مدار از لحاظ عایقی از هم جدا باشند، ولتاژ بین این مدارها اعمال میشود. مقدار ولتاژ اعمال شده ۱ کیلو ولت می‌باشد.	IEC 62271-202 بند ۷-۱۰۲	- عدم وقوع شکست الکتریکی
۳	آزمون‌های کارکردی	IEC 62271-202 بند ۷-۱۰۳	تأمین خواسته‌های استاندارد
۴	بررسی صحت مدارات پست پیش ساخته	IEC 62271-202 بند ۷-۱۰۴	مطابقت وایرینگ نقشه با پست پیش ساخته
۵	آزمون‌های پس از مونتاژ در سایت - اگر تست دی الکتریک بر روی اتصالات HV در کارخانه انجام شده باشد نیازی به تکرار آن در سایت نمی‌باشد. - پست‌هایی که برای حمل دموونتاژ می‌شوند و سپس در سایت مونتاژ می‌شوند، لازم است تا جهت اطمینان از صحت عملکرد، تحت آزمون‌های کارکردی (بند ۷-۱۰۳) و بررسی صحت مدارات پست پیش ساخته (بند ۷-۱۰۴) قرار گیرند.	IEC 62271-202 بند ۷-۱۰۵	تأمین خواسته‌های استاندارد
آزمون‌های نوعی (تایپ)			
۶	آزمون بررسی سطح عایقی - اتصالات بین سوئیچگیر MV و ترانسفورماتور - اتصالات بین سوئیچگیر LV و ترانسفورماتور	IEC 62271-202 بند ۶-۲	تأمین خواسته‌های استاندارد

<sup>۱</sup> بطور کلی در یک پست پیش ساخته، تمامی تایپ تست‌های اجباری و تست‌های جاری باید بر روی پست کمپکت کاملاً مونتاژ شده انجام گیرد. دلیل تنوع در تایپ، ظرفیت و ساختار تجهیزات پست پیش ساخته، انجام تایپ تست بر روی تمامی ساختارهای پست پیش ساخته عملی نیست. بنابراین عملکرد ساختاری یک پست پیش ساخته را می‌توان از روی اطلاعات تست ساختاری قابل مقایسه با آن، بدست آورد. تست مربوط به هر یک از المان‌های موجود در پست پیش ساخته نیز باید طبق استاندارد مربوط به خود انجام شود.

<sup>۲</sup> رعایت ترتیب انجام آزمون‌ها باید به شرح جدول فوق باشد.



وزارت نیرو  
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های  
پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت

صفحه ۲۲ از ۲۶

شماره ویرایش: ۲

تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸

### جدول شماره (۵) آزمون‌ها<sup>۲</sup>

ردیف	شرح آزمون	نام و شماره استاندارد	مقدار / شرط پذیرش
۷	آزمون بررسی افزایش درجه حرارت تجهیزات اصلی موجود در پست	IEC 62271-202 بند ۶-۵	تأمین خواسته‌های استاندارد (حداکثر کلاس K ۱۰)
۸	آزمون بررسی قابلیت سیستم زمین در برابر جریان پیک نامی و جریان قابل تحمل در زمان کوتاه (الزامی به تکرار آزمون بر روی تجهیزات تایپ تست شده شامل سوئیچگیر MV و ترانسفورماتور و سوئیچگیر LV و اتصالات MV و LV نمی‌باشد)	IEC 62271-202 بند ۶-۶	تأمین خواسته‌های استاندارد (پس از انجام تست دفرمه شدن هادی مدار اصلی و اتصالات به تجهیزات مجاز است به شرطی که پیوستگی مدار حفظ شود)
۹	آزمون بررسی درجه حفاظت	IEC 62271-202 بند ۶-۷	تأمین خواسته‌های استاندارد (مطابق با مقادیر پر شده در جدول شماره (۳))
۱۰	آزمون سازگاری الکترومغناطیسی (EMC) به شرط انجام آزمون به صورت جداگانه بر روی تابلوهای فشار متوسط و فشار ضعیف، انجام این آزمون بر روی پست کامل الزامی نیست.	IEC 62271-202 بند ۶-۹	تأمین خواسته‌های استاندارد
۱۱	آزمون‌های اضافی بر روی مدارهای کنترلی و کمکی (بایستی اثبات شود که امکان انجام تمام فعالیت‌های لازم نصب، بهره‌برداری و نگهداری بر روی پست پیش‌ساخته وجود دارد)	IEC 62271-202 بند ۶-۱۰	تأمین خواسته‌های استاندارد
۱۲	محاسبات و آزمون‌های مکانیکی - فشار باد و بار سقف با ارایه محاسبات - تحمل ضربه مکانیکی با ارایه نتایج تست	IEC 62271-202 بند ۶-۱۰.۱	تأمین خواسته‌های استاندارد (مطابق با مقادیر پر شده در جدول شماره (۳))
۱۳	آزمون تعیین تاثیر قوس الکتریکی ناشی از خطای داخلی	IEC 62271-202 بند ۶-۱۰.۲	تأمین خواسته‌های استاندارد
۱۴	آزمون تولید میدان‌های الکترومغناطیسی (اندازه‌گیری یا محاسبه) (در صورت توافق خریدار و سازنده)	IEC 62271-202 بند ۶-۱۰.۳	تأمین خواسته‌های استاندارد
۱۵	اندازه‌گیری سطح صدا (در صورت توافق خریدار و سازنده)	IEC 62271-202 مطابق ضمیمه BB	تأمین خواسته‌های استاندارد
آزمون‌های نمونه‌ای (sample)			
۱۶	به تشخیص خریدار، پس از نمونه برداری از هر تیپ پست پیش‌ساخته مورد نظر، کلیه آزمونهای روتین روی پست مربوطه انجام شود.	استانداردهای مورد استناد در آزمون‌های روتین	تأمین خواسته‌های استاندارد



وزارت نیرو  
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

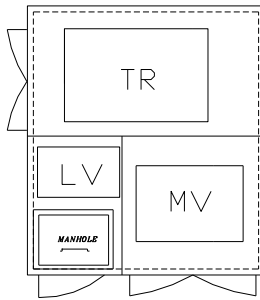
تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های  
پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت

صفحه ۲۳ از ۲۶

شماره ویرایش: ۲

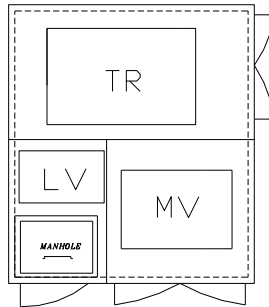
تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸

## پیوست (۱): چیدمان تجهیزات داخلی



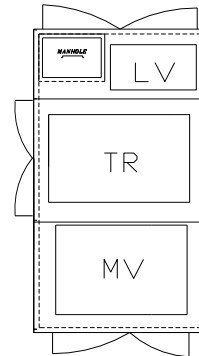
معبر عمومی

مدل E



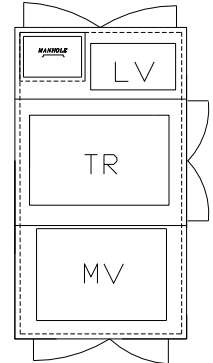
معبر عمومی

مدل C



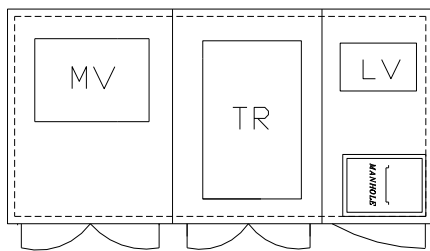
معبر عمومی

مدل B



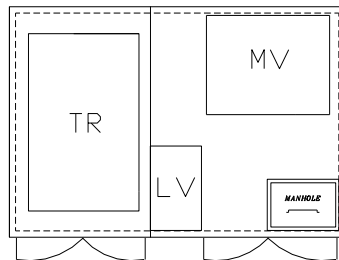
معبر عمومی

مدل A



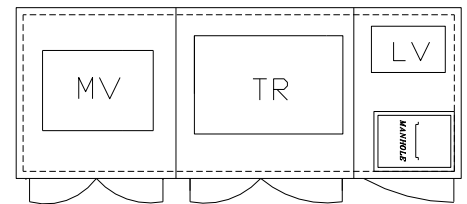
معبر عمومی

مدل H



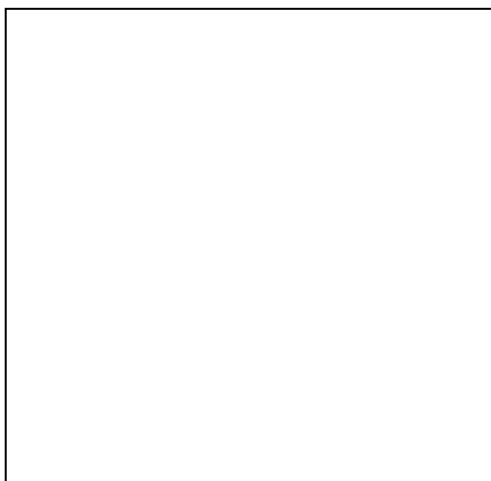
معبر عمومی

مدل G

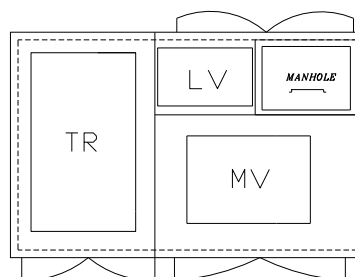


معبر عمومی

مدل F

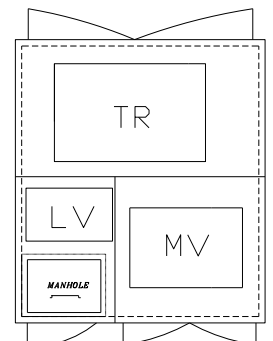


مدل K (توسط خریدار ترسیم گردد)




معبر عمومی

مدل J



معبر عمومی


مدل I

<p>صفحه ۲۴ از ۲۶</p> <p>شماره ویرایش: ۲</p> <p>تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸</p>	<p>عنوان دستورالعمل:</p> <p>تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های</p> <p>پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت</p>	 <p>وزارت نیرو</p> <p>شرکت توانیر</p>
--	---	---

پیوست (۲): دیاگرام تک خطی پست پیش‌ساخته

دیاگرام تک خطی موردنیاز باید در این صفحه توسط شرکت توزیع ترسیم و پیوست شود.



<p>صفحه ۲۵ از ۲۶</p> <p>شماره ویرایش: ۲</p> <p>تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸</p>	<p>عنوان دستورالعمل:</p> <p>تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های</p> <p>پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت</p>	 <p>وزارت نیرو</p> <p>شرکت توانیر</p>
--	---	---

پیوست (۳): نحوه انتخاب جریان نامی کلید اتوماتیک (کلید اصلی) تابلو فشار ضعیف

جدول شماره (۶) انتخاب جریان نامی کلید اتوماتیک (کلید اصلی) تابلو فشار ضعیف بر اساس ظرفیت ترانسفورماتور		
ردیف	ظرفیت ترانسفورماتور (kVA)	جریان نامی کلید اتوماتیک (کلید اصلی) (آمپر)
۱	۱۰۰	۱۶۰
۲	۱۲۵	۲۰۰
۳	۱۶۰	۲۵۰
۴	۲۰۰ و ۲۵۰	۴۰۰
۵	۳۱۵ و ۴۰۰	۶۳۰
۶	۵۰۰	۸۰۰
۷	۶۳۰	۱۰۰۰
۸	۸۰۰	۱۲۵۰
۹	۱۰۰۰	۱۶۰۰
۱۰	۱۲۵۰	۲۰۰۰



وزارت نیرو  
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های  
پست پیش‌ساخته ۲۰ کیلوولت

صفحه ۲۶ از ۲۶  
شماره ویرایش: ۲  
تاریخ بازنگری: اسفند ۹۸

## پیوست (۴): جدول راهنمای انتخاب سطح آلودگی منطقه

جدول شماره (۷) راهنمای انتخاب سطح آلودگی منطقه <sup>۱</sup>			
ردیف	سطح آلودگی	مثال	شرایط نوعی منطقه
۱	خیلی سبک	E1	<p>بیش از ۵۰ km از هر دریا، بیابان یا زمین خشک باز</p> <p>بیش از ۱۰ km از منابع آلودگی انسانی</p> <p>در فاصله کمتر از مقادیر فوق نسبت به منابع آلودگی، اما با شرایط زیر:</p> <p>باد غالب مستقیماً از طرف این منابع آلودگی نباشد</p> <p>و/ یا وجود شستشوی منظم ماهانه توسط باران</p>
۲	سبک	E2	<p>۵۰-۱۰ km از دریا، بیابان یا زمین خشک باز</p> <p>۱۰-۵ km از منابع آلودگی انسانی</p> <p>در فاصله کمتر از مقادیر فوق نسبت به منابع آلودگی، اما با شرایط زیر:</p> <p>باد غالب مستقیماً از طرف این منابع آلودگی نباشد</p> <p>و/ یا وجود شستشوی منظم ماهانه توسط باران</p>
۳	متوسط	E3	<p>۱۰-۳ km از دریا، بیابان یا زمین خشک باز</p> <p>۵-۱ km از منابع آلودگی انسانی</p> <p>در فاصله کمتر از مقادیر فوق نسبت به منابع آلودگی، اما با شرایط زیر:</p> <p>باد غالب مستقیماً از طرف این منابع آلودگی نباشد</p> <p>و/ یا وجود شستشوی منظم ماهانه توسط باران</p>
		E4	<p>در فاصله بیشتر از مقادیر E3 نسبت به منابع آلودگی، اما با شرایط زیر:</p> <p>غالباً مه غلیظ (یا باران ریز) پس از یک فصل انباشت آلودگی خشک طولانی (چند هفته یا چند ماه) رخ می‌دهد</p> <p>و/ یا باران سنگین با رسانایی بالا رخ می‌دهد</p> <p>و/ یا سطح بالایی از NSDD<sup>۲</sup>، بین ۵ تا ۱۰ برابر ESDD<sup>۳</sup> وجود دارد</p>
۴	سنگین	E5	<p>در محدوده ۳ km از دریا، بیابان یا زمین خشک باز</p> <p>در محدوده ۱ km از منابع آلودگی انسانی</p>
		E6	<p>در فاصله بیشتر از مقادیر E5 نسبت به منابع آلودگی، اما با شرایط زیر:</p> <p>غالباً مه غلیظ (یا باران ریز) پس از یک فصل انباشت آلودگی خشک طولانی (چند هفته یا چند ماه) رخ می‌دهد</p> <p>و/ یا سطح بالایی از NSDD بین ۵ تا ۱۰ برابر ESDD وجود دارد</p>
۵	خیلی سنگین	E7	<p>در همان محدوده مشخص شده برای آلودگی سنگین نسبت به منابع آلودگی و:</p> <p>مستقیماً در معرض پاشش آب دریا یا مه نمکی غلیظ</p> <p>یا مستقیماً در معرض آلاینده‌هایی با رسانایی بالا یا غبار سیمانی با چگالی بالا و مرطوب شدن مکرر</p> <p>توسط مه یا باران ریز</p> <p>نواحی بیابانی با انباشت سریع ماسه و نمک و چگالش منظم</p>
۶	ویژه	-	<p>نوار ساحلی جنوب کشور</p> <p>مناطق که در معرض آلودگی بسیار سنگین صنعتی و طبیعی قرار دارند مانند کارخانجات گچ و سیمان</p>

<sup>۱</sup> سطوح آلودگی خیلی سبک تا خیلی سنگین مطابق با استاندارد IEC 60815-1, 2008 و سطح آلودگی ویژه مطابق با نیاز برخی مناطق دارای آلودگی ویژه تعریف شده‌اند. انتخاب عایق در مناطق با آلودگی ویژه باید بر اساس مطالعات دقیق انجام شود.

<sup>۲</sup> چگالی ته‌نشینی غیرقابل انحلال

<sup>۳</sup> چگالی معادل ته‌نشینی نمک