تشریح کامل سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی

تأسیسات برقی

(پاسخنامه آزمون‌های طراحی و نظارت)

براساس آخرین ویرایش و تغییرات، آیین‌نامه‌ها و مباحث مقررات ملی ساختمان

پاسخنامه کاملاً تشریحی و نکات جامع کاربردی و اجرایی مرتبط با هر سؤال



به همراه خلاصه دروس مورد نیاز آزمون

ویرایش جدید

مؤلف: مهندس پرویز فروغی
(دانش‌پژوه دکترای برق)

NOAVAR
PUBLICATION

تشریح کامل سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی

تأسیسات برقی

مشخصات کتاب

مؤلف: مهندس پرویز فروغی

ناشر: نوآور

شمارگان: ۱۱۰۰ نسخه

نوبت چاپ: بیست و سوم -۱۴۰۰، ویرایش هشتم

شابک: ۸-۵۳۷-۱۶۸-۶۰۰-۹۷۸

حقوق نشر

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور می‌باشد. لذا هرگونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم فایل صوتی یا تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

دفتر پخش

تهران، خیابان انقلاب اسلامی، خیابان فخر رازی

خیابان شهدای ژاندارمری، نرسیده به خیابان دانشگاه،

پلاک ۵۸، ساختمان ایرانیان، طبقه اول، واحد سوم

تماس با ما

انتشارات نوآور

ناشر تخصصی کتاب‌های نظام مهندسی و عمران

ثبت سفارش از طریق سایت و تماس

۶۶۴۸۴۱۹۰-۲

http://noavarpub.com

از آزمون آذرماه ۱۳۹۲ تا مردادماه ۱۴۰۰

سرشناسه: فروغی، پرویز، ۱۳۴۸-

عنوان و نام پدیدآور: تشریح کامل سوالات آزمون‌های نظام مهندسی تاسیسات برقی (صلاحیت طراحی و نظارت)../ مولف پرویز فروغی.

وضعیت ویراست: [ویراست ۶].

مشخصات نشر: تهران : نوآور،

مشخصات ظاهری: ۴۰۴ ص

شابک: ۸-۵۳۷-۱۶۸-۶۰۰-۹۷۸

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

یادداشت: واژه‌نامه

عنوان دیگر: پاسخنامه آزمون‌های طراحی و نظارت

موضوع: مهندسی برق -- راهنمای آموزشی (عالی)

موضوع: *Electrical engineering -- Study and teaching (Higher)*

موضوع: مهندسی برق -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)

موضوع: *Electrical engineering--Examinations, questions, etc. (Higher)*

موضوع: ساختمان‌ها -- تجهیزات برقی -- راهنمای آموزشی (عالی)

موضوع: *Buildings -- Electric equipment -- Study and teaching (Higher)*

موضوع: ساختمان‌ها -- تجهیزات برقی -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)

موضوع: *Buildings -- Electric equipment -- Examinations, questions*

رده بندی کنگره: *TK*۱۶۵

رده بندی دیویی: ۶۲۱/۳۱۹۲۴

شماره کتابشناسی ملی: ۸۴۳۵۶۶۸

اصلاحات یا الحاقات

لطفاً جهت دریافت اصلاحات و یا الحاقات احتمالی این کتاب به سایت انتشارات نوآور (noavarpub.com) مراجعه کنید.

خواننده فرهیخته و بزرگوار

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلّفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همّت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به‌کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حدّاقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیّت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرّا از نقص و اِشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارت بنابه تعهّدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلّم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی آن‌ها رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم درصورتی‌که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش‌شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اِعمال و اصلاح گردد و باعث هرچه پربارترشدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهّدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به‌منظور تقدیر و تشکّر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، درصورتی‌که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به‌رسم ادب و قدرشناسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح‌شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و درصورتی‌که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدّمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از هرگونه پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.

فهرست مطالب

بخش اول

نکات مهم و کلیدی مباحث و آیین‌نامه‌ها

۱۲ ۱- استانداردها، تعاریف و فرمول‌ها
۱۴ ۲- انشعابات برق
۱۷ ۳- ایمنی و اتصال زمین
۲۶ ۴- منابع تامین انرژی الکتریکی
۳۰ ۵- هادی‌های انتقال انرژی وسیگنال
۳۵ ۶- تجهیزات حفاظت و کنترل
۴۱ ۷- محاسبات اتصال کوتاه
۴۳ ۸- جبران‌سازی توان راکتیو
۴۶ ۹- سیستم روشنایی
۵۰ ۱۰- سیستم های جریان ضعیف
۵۸ ۱۱- آسانسور و پلکان برقی

بخش دوم

آزمون‌های ورود به حرفه مهندسان

۶۶ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) آذرماه ۱۳۹۲
۷۶ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) آذرماه ۱۳۹۲
۸۴ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) خردادماه ۱۳۹۲
۹۲ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) خردادماه ۱۳۹۳
۱۰۱ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) آبان‌ماه ۱۳۹۳
۱۰۹ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) آبان‌ماه ۱۳۹۳
۱۱۸ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) مردادماه ۱۳۹۴
۱۲۶ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) مردادماه ۱۳۹۴
۱۳۴ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) بهمن‌ماه ۱۳۹۴
۱۴۲ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) بهمن‌ماه ۱۳۹۴
۱۵۳ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) شهریورماه ۱۳۹۵
۱۶۱ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) شهریورماه ۱۳۹۵
۱۷۱ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) اسفندماه ۱۳۹۵
۱۷۷ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) اسفندماه ۱۳۹۵
۱۸۶ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) اسفندماه ۱۳۹۵
۱۹۴ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) اسفندماه ۱۳۹۵
۲۰۳ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) مهرماه ۱۳۹۶
۲۰۹ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) مهرماه ۱۳۹۶
۲۱۵ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) مهرماه ۱۳۹۶
۲۲۳ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) مهرماه ۱۳۹۶
۲۳۲ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷
۲۳۹ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷
۲۴۸ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷
۲۵۷ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷
۲۶۸ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) بهمن‌ماه ۱۳۹۷
۲۷۵ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) بهمن‌ماه ۱۳۹۷
۲۸۲ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) بهمن‌ماه ۱۳۹۷
۲۹۰ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) بهمن‌ماه ۱۳۹۷
۲۹۸ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) مهرماه ۱۳۹۸
۳۰۶ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) مهرماه ۱۳۹۸
۳۱۳ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) مهرماه ۱۳۹۸
۳۲۳ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) مهرماه ۱۳۹۸
۳۳۲ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) مهرماه ۱۳۹۹
۳۳۹ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) مهرماه ۱۳۹۹
۳۴۶ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) مهرماه ۱۳۹۹
۳۵۶ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) مهرماه ۱۳۹۹
۳۶۵ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) مردادماه ۱۴۰۰
۳۷۲ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) مردادماه ۱۴۰۰
۳۸۰ سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) مردادماه ۱۴۰۰
۳۹۱ پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) مردادماه ۱۴۰۰

مقدمه مؤلف

بسمه تعالی

با عنایت خداوند متعال و استقبال داوطلبین آزمون ورود به حرفه مهندسان از کتاب تشریح کامل سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی در رشته تأسیسات برقی پس از دریافت نقطه نظرات خوانندگان محترم و همچنین حل سؤالات در کلاس‌های آمادگی آزمون، هم اکنون در این ویرایش، کتاب بر اساس آخرین نسخه قانون نظام مهندسی و مباحث مقررات ملی ساختمان به علاقمندان محترم ارائه می‌گردد.

پاسخ به سؤالات کاملاً تشریحی و با ذکر منابع، مآخذ و نکات مربوطه بوده و شامل آزمون‌های برگزارشده از سال ۱۳۹۲ تا آخرین آزمون می‌باشد. به دلیل تغییر محتوای تعدادی از مباحث مقررات ملی ساختمان، آزمون‌های قبل از سال ۱۳۹۲ از کتاب حذف گردید.

لازم به ذکر است تعدادی از سؤالات آزمون‌ها به دلیل تغییرات در متن مقررات ملی قابل حل نبوده و به جای آن‌ها سؤالاتی مشابه طراحی و در ادامه سؤال ذکر شده است.

یادآوری می‌شود کتاب‌های شرح و درس آزمون‌های نظام مهندسی تأسیسات برقی صلاحیت طراحی و صلاحیت نظارت و مطالب مورد نیاز مربوط به سؤالات آزمون‌ها بطور کامل ارائه شده است، بعنوان مکمل این کتاب در دسترس داوطلبین گرامی قرار گرفته است.

امید است داوطلبین و خوانندگان گرامی همچون گذشته نظرات و پیشنهادات خود را جهت افزایش کیفیت کتاب از طریق پست الکترونیکی ***Info@noavarpub.com*** به مؤلف متذکر گردند تا در چاپ های بعدی کتاب لحاظ گردد.

در پایان از زحمات و تلاش‌های مجدانه مدیریت و کارکنان محترم انتشارات نوآور به ویژه آقای محمدرضا نصیرنیا و کلیه کسانی که با ارائه نظرات و پیشنهادات باعث افزایش کیفیت مطالب کتاب شده‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

پرویز فروغی

تقدیم نامه

این کتاب تقدیم می‌گردد به:

ساحت مقدس پیامبر مهر و رحمت

حضرت محمد مصطفی (ص) **و خاندان پاکش**

راهنمای جامع چگونگی کسب آمادگی جهت شرکت در آزمون‌های نظام مهندسی

در سال‌های اخیر، شاهد رشد چشمگیر متقاضیان و داوطلبان شرکت در آزمون‌های ورود به حرفه مهندسان (جهت اخذ پروانه اشتغال پایه سه)، که اصطلاحاً آزمون‌های نظام مهندسی نامیده می‌شوند، هستیم. این آزمون برای رشته‌های هفت‌گانه عمران، معماری، تأسیسات برقی، تأسیسات مکانیکی، ترافیک، شهرسازی و نقشه‌برداری برگزار می‌شود.

قبولی در آزمون نظام، مزایای فراوانی برای مهندسان به همراه داشته، و فرصت‌های شغلی زیادی را برای آنان فراهم خواهد کرد. مهندسان، با قبولی در این آزمون، می‌توانند پروانه اشتغال به کار مهندسی در رشته خود را از وزارت راه و شهرسازی دریافت کرده و به عنوان کارشناس ذیصلاح و مُجازِ سازمان نظام مهندسی در هر یک از صلاحیّت‌های «طرّاحی، اجرا و نظارت» بر ساختمان‌ها فعّالیّت نمایند. از مزیت‌های داشتن پروانه اشتغال به کار مهندسی، تخصیص یک شماره خاص در نظام مهندسی است که شخصیت حقیقی مهندسان را در رشته مربوطه به شخصیت حقوقی تغییر و ارتقاء می‌دهد. افرادی که دارای پروانه اشتغال باشند، می‌توانند در کارهای تجاری و خدماتی از قبیل تأسیس شرکت و دفاتر مهندسی اقدام نمایند و یا از امتیاز سهمیه خود در شرکت‌های قانونی بهره‌مند گردند.

آزمون نظام مهندسی در هر سال دو بار، توسّط دفتر امور مقرّرات ملّی ساختمان، و با همکاری سازمان نظام مهندسی ساختمان کشور و توسط سازمان سنجش آموزش کشور، در هفت رشته اصلی مرتبط با ساختمان برگزار می‌شود. مهندسانِ دارای مدرک مهندسی در هر یک از رشته‌های عمران، معماری، تأسیسات برقی، تأسیسات مکانیکی، ترافیک، شهرسازی و نقشه‌برداری، بعد از گذشت ۳ سال از مدرک کارشناسی یا ۲ سال از مدرک کارشناسی ارشد و یا ۱ سال از مدرک دکترای خود و نیز عضویت در سازمان نظام مهندسی، مُجاز به شرکت در این آزمون‌ها خواهند بود.

در برخی از رشته‌ها از جمله مهندسی عمران، پروانه اشتغال به کار در سه بخش اجرا، محاسبات و نظارت وجود دارد که برای هر کدام از آنها آزمونی جداگانه برگزار می‌گردد و هر کدام از مهندسین با قبولی در هر یک از این آزمون‌ها پروانه اشتغال به کار پایه ۳ در آن بخش را دریافت می‌کنند که حدنصاب قبولی در کلیه رشته‌ها، ۵۰ درصد کل نمره می‌باشد.

برای شرکت در آزمون شما باید در موعد مقرر به سایت سازمان مقررات ملی ساختمان مراجعه و ثبت نام کنید. در زمانی که اعلام می‌شود به سایت مراجعه و تائیدیه ثبت نام خود را از سازمان نظام مهندسی دریافت کنید .و در زمان مقرر پرینت کارت ورود به جلسه را بگیرید.

کسانی که مدرک کارشناسی ناپیوسته دارند چنانچه مدرک کاردانی آنها مرتبط با مهندسی همان رشته باشد هر ۵ سال سابقه کار با مدرک کاردانی معادل یک سال کارشناسی محاسبه می‌شود. حداکثر تا ۱۰ سال سابقه کاردانی معادل دو سال سابقه کارشناسی در نظر گرفته خواهد شد. همگی این موضوعات را از واحد عضویت سازمان خود سؤال کنید و مطمئن شوید مدرک کاردانی شما با کارشناسی مرتبط هست یا خیر.

لازم است بدانید که به غیر از رشته معماری صلاحیت طراحی، سایر آزمون‌ها همگی به صورت تستی برگزار می‌شوند. شما باید به تعداد ۶۰ سؤال پاسخ بدهید. هر کس که حداقل به ۵۰ درصد سؤالات، پاسخ صحیح بدهد، قبول می‌شود یعنی حداقل باید به ۳۰ سؤال، پاسخ صحیح داده شود. در ضمن برای جلوگیری از پاسخ‌های شانسی و تصادفی، هر پاسخ اشتباه، یک سوم، نمره منفی دارد.

در سازمان نظام مهندسی، پایین‌ترین درجه پروانه اشتغال به کار پایه ۳ می‌باشد که مهندسانی که دارای این پروانه باشند طبق ماده۱۱ آیین‌نامه اجرایی قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، پس از گذشت ۴ سال می‌توانند از پایه ۳ به پایه ۲ و پس از گذشت ۵ سال دیگر از پایه ۲ به پایه ۱ ارتقاء پیدا کنند. طریقه ارتقای پایه در پروانه اشتغال به این صورت است که افراد دارای پروانه اشتغال پایه ۳ در یک سری کلاس‌ها و دوره‌ها شرکت کرده و در یک آزمون داخلی امتحان می‌دهند که به شرط قبولی در آن آزمون و حضور در کلاس‌ها و گذشت زمان کافی می‌توانند ارتقاء پایه داشته باشند.

بهتر و ارجح آن است که داوطلبان، در هر نوبت آزمون، تنها در یک صلاحیّت (یعنی یکی از صلاحیّت‌های طرّاحی، نظارت و اجرا) ثبت نام و شرکت نمایند، و تمامی سعی و توان خود را برای قبولی در آن صلاحیّت متمرکز کنند تا انشاءالله در هر نوبت، با یک بار آزمون و قبولی در آن، هم در هزینه‌ها و هم در زمان خود صرفه‌جویی نمایند، و شانس قبولی خود را نیز افزایش دهند. مباحث مقرّرات ملّی، و نیز سایر منابع و کتب ذکر شده به عنوان مواد آزمونِ هر رشته و صلاحیّت، در وبگاه دفتر امور مقرّرات ملّی ساختمان به آدرس ***www.inbr.ir*** اعلام می‌شود.

اکیداً توصیه می‌شود که داوطلبان گرامی، تمامی این منابع را به طور کامل تهیّه کنند. در تهیّه و مطالعه منابع آزمون نظام مهندسی، نباید هیچ‌یک از منابع را از قلم انداخت و هیچ مبحثی را نیز نباید دست‌کم گرفت. باور داشته باشید که در این آزمون‌ها، حتّی یک تست هم می‌تواند سرنوشت‌ساز باشد. با حذف هر یک از منابع و مباحث، به‌طور تقریبی حدّاقل دو تا سه تست را از دست خواهید داد. بنابراین، از تمامی منابع آزمون‌ها به خوبی استفاده نمایید. حتماً همه آنها را تهیّه، مطالعه و برچسب‌گذاری کنید. با برنامه‌ریزی دقیق و نیز بدون جا انداختن هیچ‌یک از مباحث و منابع، شانس موفّقیّت خود را به میزان زیادی افزایش می‌دهید.

همان‌گونه که می‌دانید، کلّیّه آزمون‌های ورود به حرفه مهندسان(جهت اخذ پروانه اشتغال به کار مهندسی)، به صورت کتاب‌باز (*open book*) هستند، و شما می‌توانید به هر تعداد که لازم می‌دانید با خود، کتاب، جزوه، خلاصه برگ و نظایر آنها را به همراه داشته باشید. اکیداً به خاطر داشته باشید که استفاده از تلفن همراه و تبلت در این آزمون‌ها ممنوع و غیرمجاز است. ولی استفاده از ماشین حساب اختیاری است.

تمامی کتاب‌های مورد نیاز خود را در جلسه آزمون به همراه داشته باشید، امّا توجه کنید که حتماً حتماً باید برای تک‌تک کتاب‌هایی که در جلسه آزمون همراه دارید، برنامه‌ریزی و استراتژی مشخّص و سودمندی داشته باشید، وگرنه ممکن است که تعداد زیاد کتب و منابع، بدون داشتن استراتژی و برنامه، در بسیاری از اوقات باعث اتلاف وقت شما شود.

داوطلبان شرکت در آزمون‌های نظام مهندسی را می‌توان اغلب (و نه تماماً) به دو گروه اصلی دسته‌بندی کرد:

گروه اوّل داوطلبانی هستند که می‌خواهند فقط با استفاده از کتب و منابع، همراه با کتاب‌های کلیدواژه، ولی بدون مطالعه لازم، در آزمون شرکت نمایند.

گروه دوّم داوطلبانی هستند که از وحشت این امر که چگونه این همه کتاب را مطالعه نمایند، و نیز بنا به این دلیل که می‌گویند ما فرصت نمی‌کنیم تمامی این کتب و منابع را در این زمانِ کمِ چند ماهه به طور کامل و خوب مطالعه نماییم، از تهیّه و خرید تعدادی از کتب و منابع مربوط به آزمون صرف‌نظر می‌کنند.

عقیده ما بر این است که هر دو گروه فوق، هر یک به نوعی، دچار اشتباه و خطا در نحوه تصمیم‌گیری و نوع نگرش به چگونگی آمادگی برای آزمون هستند. البته این یک واقعیت است که اغلب داوطلبان این آزمون‌ها، به دلیل شاغل بودن، زمان و فرصت بسیار کمی برای مطالعه دارند و از سوی دیگر نیز، دوری چند ساله آنها از محیط دانشگاهی، تا حدودی از آمادگی و شرایط مطلوبِ زمان دانشجویی‌شان کاسته است. با این وجود، می‌باید توجّه داشته باشید که از یک سو، بدون مطالعه لازم، شانس قبولی در آزمون بسیار پایین می‌آید، و از سوی دیگر نیز صرف‌نظرکردن از تهیّه بعضی از کتب و منابع، به دلیل کمبود وقت یا حوصله برای مطالعه، به این معنی است که با کنار گذاشتن هر کتاب یا منبع، حدّاقل ۲ تا ۳ سؤال را از دست خواهید داد. پس، بهتر آن است که کلّیّه مباحث و منابع آزمون را به طور کامل تهیّه کنید.

به این نکته بسیار مهم نیز توجّه داشته باشید که همگی منابع الزاماً نیاز به مطالعه کامل ندارند (البته این گفته برای آنانی است که فرصت کمتری برای مطالعه دارند، وگرنه مطالعه کامل تمامی کتاب‌ها مسلّماً مفیدتر و بهتر است، ولی این واقعیّت را نمی‌توان انکار کرد که عملاً تعداد زیادی از داوطلبان، به دلیل اشتغال به کار و کاهش آمادگی در مقایسه با زمان دانشجویی، این فرصت را ندارند). شما می‌توانید با استفاده همزمان و توأم از کتاب‌ها و منابع آزمون (که کمتر نیاز به مطالعه دارند)، همراه با کتاب‌های کلیدواژه، به بسیاری از سؤالات آزمون پاسخ دهید. مثلاً برای «رشته معماری، صلاحیّت اجرا» نیازی نیست که کتاب «نظام فنّی و اجرایی کشور» و کتاب‌هایی از این نوع را الزاماً به‌طور کامل مطالعه کنید. حتّی اگر این مطالعه را هم انجام دهید، به دلیل این که فرصت مرور آنها را ندارید و مطالب به حافظه موقّت ذهنتان منتقل می‌شوند، پس از گذشت یک هفته، به احتمال زیاد، بیشترِ مطالب را فراموش خواهید کرد، مگر مواردی را که برای خود نُت‌برداری یا برچسب‌گُذاری کرده باشید. بنابراین، باز هم تأکید می‌کنیم که الزاماً نیاز به مطالعه کامل همه کتاب‌ها و منابع آزمون را ندارید، و فقط کافی است هر یک از این نوع منابع و کلیدواژه مربوط به آن‌ها را تهیّه نمایید. شما با استفاده صحیح از کتب کلیدواژه، به احتمال زیاد به پاسخ صحیح سؤال می‌رسید. گفتیم: «به احتمال زیاد»، زیرا تشخیص کلیدواژه صحیحِ سؤال برای یافتن پاسخ، بسیار حائز اهمّیّت است، و ممکن است داوطلب در این امر دچار اشتباه شود.

استفاده از منابع و کتب خوب و مناسب، و در صورت لزوم و امکان، شرکت در دوره‌های آمادگی آزمون‌های نظام مهندسی، به همراه سعی و تلاش و مطالعه درست و صحیح می‌تواند ضامن موفّقیّت داوطلبان در آزمون باشد.

◆ نشر نوآور، به عنوان ناشر تخصّصی کتب نظام مهندسی، تمام سعی، دانش، تجربه، مهارت و تعهّد حرفه‌ای خود را به‌کار گرفته تا بتواند کتاب‌هایی با کیفیّت مطلوب و دارای استانداردهای لازم برای یک کتاب مرجع و مناسب جهت آمادگی آزمون‌های نظام مهندسی را تولید کرده و به منظور خدمت به مهندسانِ مشتاق به ورود به حرفه مهندسان و نظام مهندسی کشور ارائه نماید.

در تألیف مجموعه کتب نظام مهندسی، از اساتید خبره و مهندسان نخبه کشور که سال‌ها سابقه تدریس در دوره‌های آمادگی آزمون‌های نظام مهندسی را داشته و یا در زمینه تألیف کتب نظام مهندسی فعّالیّت داشته‌اند، استفاده شده است، تا کتب ارائه شده حتّی‌الامکان خواسته و نیاز گروه هرچه وسیع‌تری از داوطلبان شرکت در آزمون را برآورده نماید. در این راستا، در رشته عمران و معماری از حضور گرانقدر جناب آقای مهندس محمد عظیمی آقداش، پژوهشگر برتر نظام مهندسی که دارای بیش از ۲۰ عنوان کتاب ویژه آزمون‌های نظام مهندسی هستند که همگی با استقبال بسیار فراوان، بارها تجدید چاپ شده‌اند، و نیز جناب آقای محمد حسین علیزاده که ایشان دارای تندیس تجلیل از نخبگان و استعدادهای برتر و همچنین لوح افتخار برای نخبگان و استعدادهای برتر از طرف معاونت علمی و فناوری ریاست جمهور می‌باشند، بهره‌مند هستیم.

در رشته تأسیسات برقی از حضور جناب آقای مهندس پرویز فروغی و در رشته تأسیسات مکانیکی از جناب آقای مهندس داریوش هادی‌زاده، که هر دو استاد گرامی به‌عنوان اوّلین مدرّسان با بیش از ۱۶ سال سابقه تدریس در دوره‌های آمادگی آزمون‌های نظام مهندسی هستند، و نیز جناب آقای مهندس پیمان ابراهیمی مدرّس رسمی سازمان نظام مهندسی که ایشان هم سالیان طولانی سابقه تدریس در این دوره‌ها را دارند، استفاده شده است.

همین جا لازم است از همه این عزیزان که با تحمّل سختی‌های فراوانِ تألیف، و نیز تحمّل سختی‌های طاقت‌فرسای ویرایش‌ها، اضافات و اصلاحاتِ پس از هر آزمون، ما را یاری نموده‌اند تشکّر و قدردانی نماییم.

ارکان خط مشی نشر نوآور در تولید کتب ویژه آزمون‌های نظام مهندسی ساختمان بر پایه‌های زیر استوار است:

۱) تمامی کتب خود را متناسب با آخرین ویرایش مباحث ۲۲ گانه مقرّرات ملّی ساختمان و نیز آخرین اصلاحیه‌ها و تغییرات آیین‌نامه‌ها، قوانین، مقرّرات و ضوابط کشوری در هر دوره از آزمون‌های نظام مهندسی اصلاح و تکمیل نماید.

۲) سعی شده است که کتب، تا حد امکان خودآموز باشند تا داوطلب، بدون استفاده از استاد، نیاز خود را برطرف نماید.

۳) تلاش شده است که با تغییر ویرایش‌های مباحث ۲۲ گانه مقرّرات ملّی ساختمان، در کتب تشریح کامل سؤالات خود، سؤالات آزمون‌های دوره‌های قبل را که مباحث آنها تغییر کرده است، و براساس آخرین ویرایش مباحث، پاسخ آن سؤالات امکان‌پذیر نیست را با کمترین تغییر، بر اساس آخرین ویرایش مباحث مقرّرات ملی ساختمان پاسخ دهد، یا از تست‌های تألیفی مشابه استفاده نماید تا سؤالات دوره‌های قبل نیز برای آزمون پیش‌رو و بر اساس آخرین ویرایش‌ها برای آمادگی داوطلبان، مناسب و دارای کارآیی لازم باشد.

۴) سعی شده است که تمامی کتاب‌ها دارای کلیدواژه باشد، و نیز فهرست مطالب کتاب‌ها به طور کامل و ریز آورده شود تا در یافتن مطالب و پاسخ‌ها، زمان هرچه کمتری صرف گردد.

با توجّه به توضیحات فوق لازم است که درباره انواع کتاب‌هایی که در آزمون مورد استفاده و نیاز هستند نیز توضیحاتی را ارائه نماییم.

توصیه می‌شود که داوطلبان، حتّی‌الامکان کلّیّه مباحث مقرّرات ملّی ساختمان را، که مربوط به آزمون مربوط به خود می‌باشند، تهیّه نمایند. حال، به منظور آشنایی شما داوطلبان عزیز، توضیحاتی را در مورد مجموعه کتاب‌های ویژه آزمون‌های نظام مهندسی از نشر نوآور ارائه می‌نماییم.

کتاب‌های ویژه آزمون‌های نظام مهندسی نشر نوآور به ۴ دسته کلّی تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱) دسته اوّل، سری کتاب‌هایی که جزو «منابع آزمون» هستند. این کتاب‌ها را حتماً می‌باید تهیّه کرده و در آزمون، همراه خود داشته باشید. مانند کتاب‌های «گودبرداری و سازه‌های نگهبان»، «قانون کار»، «مقرّرات، قوانین و ضوابط حقوقی و انتظامی مرتبط با ساخت و سازها»، «مسائل مکانیکی و برقی در ساختمان»، «مصوّبات شورای‌عالی شهرسازی و معماری»، «روش‌ها و مسائل اجرایی» و ... . برای نتیجه‌گیری بهتر و مؤثّرتر، اکیداً توصیه می‌شود که در کنار این نوع کتاب‌ها، حدّاقل از یکی از انواع کلیدواژه‌های نشر نوآور نیز استفاده گردد.

۲) دسته دوّم، سری کتاب‌های «تشریح کامل سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی» است که به منظور کسب مهارت و آشنایی با نحوه سؤالات دوره‌های قبل بسیار مفید و لازم هستند. بعضی از این کتاب‌های دسته دوّم، خود به دو تیپ تقسیم می‌شوند:

- تیپ اوّل: تشریح کامل سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی به صورت دوره به دوره است.
- تیپ دوّم: تشریح کامل سؤالات طبقه‌بندی‌شده (بر اساس موضوعِ سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی) است.

استفاده از کتاب‌های تیپ دوّم در شروع کار بسیار مناسب و پرکاربرد است، زیرا اغلب داوطلبان در هنگام مطالعه و آمادگی برای آزمون، مطالب را به صورت موضوع به موضوع می‌خوانند و مایلند که مروری بر سؤالات دوره‌های گذشته آزمون‌های نظام مهندسی، براساس موضوعی که در حال مطالعه هستند، نیز داشته باشند.

مطالعه کتاب‌های تیپ اوّل، در هفته‌های پایانی بسیار مناسب و پرکاربرد است، زیرا در این زمان، داوطلبان، برای آمادگی هر چه بیشتر در آزمون، مایلند که سؤالات را به طور دوره‌ای و همان‌گونه که در سر جلسه امتحان با آن مواجه می‌شوند، مرور نمایند. به‌هرحال، داشتن یک نوع از هر یک از این دو تیپ کتاب، و ترجیحاً هر دو تیپ آنها، برای آمادگی در آزمون کفایت می‌کند.

۳) دسته سوّم، سری کتاب‌های «شرح و درس آزمون‌های نظام مهندسی» است، که برای تعدادی از رشته‌ها آماده و ارائه شده است. مطالعه این کتاب‌ها، در روزهایی که شما خود را برای شرکت در آزمون آماده می‌نمایید، بسیار مناسب و کارگشا است. این سری کتاب‌ها، بیشترِ نیاز شما را پوشش داده و شما را از سایر کتب بی‌نیاز می‌سازند.

۴) دسته چهارم، سری کتاب‌های «کلیدواژه» است که به منظور پاسخ دادنِ سریع و آسانِ بسیاری از سؤالات، بسیار مهم و ضروری هستند. این دسته از کتاب‌ها، خود به ۳ تیپ تقسیم می‌شوند:

- تیپ اوّل: کلیدواژه‌های مربوط به هر رشته هستند. بسیاری از داوطلبان، این نوع کلیدواژه را تا حدود زیادی می‌شناسند. این تیپ کلیدواژه شامل کلیدواژه کلیه مواد آزمون هر رشته یعنی مباحث و سایر منابع به طور کامل می‌باشد به عنوان مثال در رشته عمران اجرا کلیدواژه کلیه مباحث به همراه کلیدواژه کتاب‌هایی مانند قوانین صنعت بیمه و مالیات، گودبرداری و سازه‌های نگهبان، روش‌ها و مسائل اجرایی و قانون کار را شامل می‌شود و توصیه می‌گردد، کسانی که کلیه مباحث و سایر منابع آزمون را به طور کامل تهیه می‌کنند حتماً این تیپ کلیدواژه را هم تهیه نمایند.

نحوه استفاده از این تیپ کلیدواژه‌ها به این صورت است که داوطلب ابتدا می‌باید در هر سؤال، کلیدواژه صحیح مربوط به آن سؤال را به درستی تشخیص دهد. این تشخیصِ صحیح، مهم‌ترین رُکن برای رسیدن به پاسخ صحیح است. زیرا اگر شما کلیدواژه درست را تشخیص ندهید، خیلی دیر به پاسخ سؤال دسترسی پیدا خواهید کرد. به عنوان مثال، سؤال زیر را در نظر می‌گیریم:

«**مسئولیت تهیّه نقشه‌های چون‌ساخت، با کدام است؟** ۱) مجری ۲) ناظر ۳) مالک ۴) طرّاح»

حال اگر شما کلمه‌های «چون‌ساخت» یا «تهیّه نقشه‌های چون‌ساخت» را به‌عنوان «کلید واژه» تشخیص دهید، به جواب نخواهید رسید. شما باید بدانید که کلیدواژه صحیح در این سؤال، «نقشه چون‌ساخت» است. نکته اخیر، یکی از دلایلِ به جواب نرسیدن در هنگام استفاده از کلیدواژه‌ها است. حال اگر کلیدواژه را درست تشخیص داده باشید، کافی است به کتاب کلیدواژه مربوط به رشته خود مراجعه کرده و در آن، به‌ترتیب حروف الفبا، به دنبال این کلمه گشته و پس از یافتن آن به آدرسی که روبروی آن داده شده است مراجعه کنید.

یعنی اگر گفته شده: «م ۸ ص ۸۴ بند ۴-۳-۲-۲»، باید به کتاب مبحث ۸ صفحه ۸۴ مراجعه کرده و در بند ۴-۳-۲-۲ به دنبال کلیدواژه موردنظر گشته و پاسخ را در آن بند بیابید.

- تیپ دوّم: «کلیدواژه جامع» است. این نوع کلیدواژه، برای کلّیه رشته‌ها می‌باشد. در صورتی‌که کلمه‌ای را در کلیدواژه تیپ اوّل نیافتید، ممکن است آن را در این تیپ کلیدواژه بیابید و به جواب برسید. نحوه استفاده از این تیپ کلیدواژه، همانند کلیدواژه تیپ اوّل است. این تیپ کلیدواژه مناسب کسانی است که فقط مباحث را تهیه کرده‌اند و سایر منابع را ندارند.
- تیپ سوّم: «کلیدواژه توصیفی» است. در این تیپ کلیدواژه، توضیحات مربوط به هر کلید واژه، روبروی همان کلیدواژه آمده است و شما نیازی به مراجعه به کتاب دیگر و جستجو برای یافتن آن کلیدواژه در کتاب دیگر را ندارید. بنابراین، در این نوع کلیدواژه، شما در مدّتی تقریباً کمتر از یک دقیقه به جواب می‌رسید. در حالی که در هر یک از کلیدواژه‌های تیپ اوّل یا دوّم، تقریباً یک و نیم تا دو دقیقه از وقت شما صرف می‌شود. به همین دلیل، استفاده از این تیپ از کلیدواژه، باعث صرفه‌جویی و ذخیره زمان برای شما می‌شود و شما می‌توانید از این زمانِ ذخیره شده برای پاسخ به سؤالات دیگر استفاده نمایید. به‌عنوان مثال، شما در سؤال فوق‌الذّکر، پس از تشخیص کلیدواژه «نقشه چون‌ساخت» کافی است براساس حروف الفبا، به کتاب کلیدواژه توصیفیِ خود مراجعه کنید. در این صورت شما مشاهده می‌کنید که در روبروی این کلمه ذکر شده است: «مجری مکلّف است که نقشه چون‌ساخت را تهیّه نماید.»

به این ترتیب، شما در مدّتی کمتر از یک دقیقه به جواب می‌رسید. حال اگر فرض کنیم که شما با این تیپ کلیدواژه بتوانید ۱۰ سؤال را هم جواب بدهید، از آنجا که رسیدن به پاسخ هر یک از این سؤالات، کمتر از یک دقیقه است، شما تقریباً پانزده دقیقه زمان، ذخیره و صرفه‌جویی می‌کنید که می‌توانید آن را صرف پاسخ‌گویی به سایر سؤالات نمایید. اما تنها ضعف این تیپ کلیدواژه آن است که به دلیل این که توضیحات مربوط به کلیدواژه در روبروی آن آورده شده است، این موضوع باعث می‌شود که حجم این تیپ از کتاب‌های کلیدواژه خیلی خیلی افزایش یابد. بنابراین، در این تیپ کلیدواژه، صرفاً کلیدواژه‌های مهم و پُرتکرار آورده شده‌اند و تمامی کلیدواژه‌ها را پوشش نمی‌دهند و شما نیاز دارید که از یکی از دو تیپ اوّل یا دوّم نیز استفاده نمایید.

اما نقطه قوت بسیار مهم دیگر کتب کلیدواژه توصیفی این است که اکثر جداول مورد نیاز از مباحث و سایر منابع آزمون همگی یک جا در انتهای کتب کلیدواژه توصیفی آورده شده است که بنابر اذعان بسیاری از داوطلبان آزمون در دوره قبل بسیار کارگشا و باعث تسریع در یافتن جدول مورد نیاز و کاهش و صرفه‌جویی بسیار زیاد در زمان می‌گردد. زیرا دیگر نیازی نیست که برای پیدا کردن این جداول در این همه کتب مباحث یا سایر منابع جستجو کنید تا جدول مورد نیاز خود را بیابید بلکه با یک جستجو در انتهای کتاب کلیدواژه توصیفی خود به احتمال بسیار زیاد این جدول را در این کتاب می‌یابید و می‌توانید در زمان بسیار کمی به سؤال آزمون پاسخ دهید.

توصیه ما به شما داوطلبان عزیز این است که در جلسه آزمون، با این استراتژی عمل نمایید که برای پاسخ به هر سؤال، ابتدا از کلیدواژه توصیفی استفاده نمایید. اگر پاسخ را در آن یافتید، شما یک و نیم دقیقه از زمان خود را صرفه‌جویی کرده‌اید، و اگر پاسخ را در آن نیافتید در این صورت شما حدّاکثر، فقط نیم دقیقه از زمان خود را از دست داده‌اید، و می‌توانید سریعاً به کلیدواژه تیپ اوّل یا دوّم خود مراجعه کرده و به جستجوی کلیدواژه مربوطه بپردازید. این کار باعث می‌شود که شما زمان خود را بسیار بهتر و مناسب‌تر مدیریّت کنید و شانس قبولی خود در آزمون را افزایش دهید. اکیداً توصیه می‌شود که حتماً در سر جلسه آزمون، حدّاقل از دو تیپ از این کلیدواژه‌ها استفاده کنید.

امید است که انشاءالله با عمل به توصیه‌ها و موارد گفته شده فوق شاهد موفقیت و قبولی شما عزیزان در آزمون پیش‌رو باشیم.

و نیز امیدواریم که مجموعه کتابهای ویژه آزمون‌های نظام مهندسی نشر نوآور نیز سهم کوچکی در این موفقیت داشته باشد.

رعایت حقوق ناشر

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب

مطابق با قانون حقوق مؤلّفان و مصنّفان و هنرمندان مصوّب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوّب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول و تصاویر این کتاب، در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه بهره‌برداری از مطالب این کتاب تحت هر عنوانی از قبیل چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از آن، تهیه فایل پی دی اف و عکس‌برداری از کتاب، و همچنین هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، الکترونیکی، سی دی، دی وی دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بـدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و **شرعاً نیز حرام** است، و متخلّفین تحت **پیگرد قانونی و قضایی** قرار می‌گیرند.

با توجّه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی دی اف و موارد این‌چنین، توسّط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا درصورتی‌که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسّط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیّت اداره سایت را به عهده دارند و به‌طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخّص‌شدن هرگونه تخلّف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیر مجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، **پلیس فتا** (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام مقتضی به‌عمل آورده، و طیّ انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلّیه خسارات وارده به این انتشارات و مؤلّف از متخلّفان اخذ خواهد شد.

همچنین در صورتی که هر یک از کتابفروشی‌ها، اقدام به تهیّه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، اُفست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نمایند، ضمن اطّلاع‌رسانی تخلّفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مُوَزّعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتّحادّیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از متخلّف می‌نماید.

خرید، فروش، تهیّه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصلِ کتاب،
از نظر قانونی غیرمجاز، و شرعاً نیز حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلّف از قبیل موارد فـوق، مراتب را یا از طـریق تلفـن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۲- ۶۶۴۸۴۱۹۱ ۰۲۱ و ۰۹۱۰۲۹۹۱۰۸۹ و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس *info@noavarpub.com* و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت *www.noavarpub.com* به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تضییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به‌عمل آید، و در راستای انجام این امر مهم، به عنوان تشکّر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

بخش اول

نکات مهم و کلیدی مباحث و نشـــریات

استانداردها، تعاریف و فرمول‌ها

انشعابات برق

ایمنی و اتصال زمین

منابع تامین انرژی الکتریکی

هادی‌های انتقال انرژی وسیگنال

تجهیزات حفاظت و کنترل

محاسبات اتصال کوتاه

جبران‌سازی توان راکتیو

سیستم روشنایی

سیستم های جریان ضعیف

آسانسور و پلکان برقی

لطفاً جهت دریافت اصلاحات یا الحاقات احتمالی این کتاب
به سایت انتشارات نوآور (آدرس زیر) مراجعه فرمایید.

Website: Novarpub.com

۱- استانداردها، تعاریف و فرمول‌ها

۱-۱- استانداردهای مورد استفاده در تأسیسات برقی ساختمان

از آنجایی که ایران عضو کمسیون بین المللی الکتروتکنیک است لذا استاندارد مرجع مورد استفاده در تأسیسات برقی ساختمان *IEC* می‌باشد در جدول زیر به تعدادی از استانداردهای معتبر و پرکاربرد اشاره شده است.

جدول۱-۱- استانداردهای پرکاربرد در تاسیسات برقی ساختمان

نام استاندارد	نام کشور	کد	موضوع
IEC	بین‌المللی	*IEC*- ۶۰۳۶۴	تأسیسات الکتریکی ساختمان‌ها
ISIRI	ایران	*ISIRI* ۱۹۳۷	آئین‌نامه تأسیسات الکتریکی ساختمان‌ها
VDE – DIN	آلمان	*DIN-VDE*-۰۲۷۱-۰۲۷۶	سیم و کابل
IES	آمریکا	–	جداول چراغ و شدت روشنائی فضاهای مختلف
NFPA	آمریکا	*NFPA*-۷۲	سیستم اعلام حریق
BS	انگلیس	*BS*۵۸۳۹	سیستم اعلام حریق
EN	اروپا	*EN*-۵۴	سیستم اعلام حریق
NFC	فرانسه	*NFC*-۱۷-۱۰۲	برقگیرهای الکترونیکی
ANSI	آمریکا	–	رله‌های تجهیزات حفاظتی
IEC	بین‌المللی	*IEC* - ۴۳۹	تابلوهای برق فشار ضعیف
IEC	بین‌المللی	*IEC* - ۲۹۸	تابلوهای فشار متوسط
IEC	بین‌المللی	*IEC* - ۶۲۳۰۵	حفاظت ساختمان‌ها در برابر صاعقه
BS	انگلیس	*BS* - ۶۶۵۱	حفاظت ساختمان‌ها در برابر صاعقه
IEC	بین‌المللی	*IEC* - ۶۰۲۲۵	رله‌های الکتریکی
IEC	بین‌المللی	*IEC* - ۶۰۲۶۹	فیوزهای فشار ضعیف
IEC	بین‌المللی	*IEC*-۶۱۷	علائم الکتریکی
EN	اروپا	*EN*۸۱	آسانسور و پلکان برقی
BS	انگلیس	*BS*۵۸۳۵	آسانسور و پلکان برقی

۱-۲-تعاریف

تجهیزات الکتریکی *(electrical equipment)*: هر نوع مصالح، لوازم، وسایل و تجهیزاتی است که در تولید، تبدیل، انتقال، توزیع یا مصرف انرژی الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد مانند ترانسفورماتورها، وسایل اندازه‌گیری، وسایل حفاظتی، تجهیزات سیستم سیم‌کشی و وسایل مصرف‌کننده انرژی الکتریکی مانند وسایل خانگی و غیره

مدار *(Circuit)*: مجموعه‌ای از تجهیزات الکتریکی که از منبعی واحد تغذیه و در برابر اضافه جریان‌ها به کمک وسیله واحدی حفاظت شود.

مدار نهایی *(Final circuit)*: مداری است که بدون واسطه به تجهیزات مصرف‌کننده جریان یا به پریزهای برق وصل شده باشد.

هادی (سیم) *(Conductor)*: قسمتی از یک کابل است که وظیفه مخصوص آن عبور دادن جریان می‌باشد.

قسمت برقدار *(live part)*: هادی یا قسمت‌های هادی است که در هنگام استفاده عادی از آن برقدار است و شامل هادی خنثی *(N)* نیز می‌باشد ولی طبق قرارداد شامل هادی مشترک حفاظتی- خنثی *(PEN)* نمی‌باشد.

هادی خنثی *(Neutral Conductor)*: هادی است که به نقطه خنثی سیستم وصل می‌باشد و توانایی کمک به انتقال انرژی الکتریکی را دارا می‌باشد.

هادی حفاظتی خنثی *(PEN)*: هادی است وصل به زمین که وظایف هادی حفاظتی و هادی خنثی را دارا می‌باشد.

هادی حفاظتی *Protective Conductor (PE)*: هادی است که برای بعضی از اقدامات حفاظتی و تأمین ایمنی در برابر برق‌گرفتگی لازم است.

کلید خودکار *(Circuit Breaker)*: وسیله مکانیکی قطع و وصل که قادر است در شرایط عادی مدار جریان‌هایی را وصل یا قطع کند یا از خود عبور دهد و در شرایط مشخص ولی غیرعادی مانند اتصال کوتاه جریان‌هایی را وصل و قطع کند یا به مدتی کوتاه از خود عبور دهد.

جداکننده *(disconnector)*: وسیله مکانیکی قطع و وصل است که در حالت قطع فاصله جدایی لازم را طبق مشخصات به وجود می‌آورد.

کلید قطع بار *(circuit breaker)*: وسیله مکانیکی قطع و وصل است که قادر به وصل، عبور دادن و قطع جریان برق مدار در شرایط عادی می‌باشد، و می‌تواند برای مدتی مشخص جریانهایی را در شرایط غیر عادی مدار، مانند اتصال کوتاه تحمل کند.

جریان باقی‌مانده *(Residual Current)*: جمع جبری مقادیر آنی جریان‌هایی است که در تمامی هادی‌های برقدار یک مدار در نقطه‌ای از تأسیسات الکتریکی جریان دارند.

وسیله جریان تفاضلی *(Residual Current Device (RCD)*: یک وسیله قطع و وصل مکانیکی یا مجموعه‌ای از وسایل است با هدف باز کردن کنتاکت‌ها در هنگامی که جریان تفاضلی در شرایط معین به مقداری مشخص برسد.

جریان مجاز حرارتی *(Rating Current)*: حداکثر شدت جریانی است که می‌تواند بطور دائم و در شرایط معین از هادی عبور کند بدون آنکه دمای پایان آن از مقداری مشخص تجاوز کند.

اضافه جریان: *(Over Current)*: شدت جریانی است که از مقدار اسمی تجاوز کند. در مورد هادی‌ها مقدار اسمی، جریان مجاز حرارتی است.

جریان اضافه بار *(Overload Current)*: اضافه جریانی است در مداری که خرابی الکتریکی ندارد.

جریان اتصال کوتاه (*short circuit current*): اضافه جریانی است که در نتیجه بروز اتصالی با امپدانسی قابل اغماض، بین هادی‌هایی که دارای پتانسیل مختلف‌اند در شرایط عادی برقرار شود.

تماس مستقیم *(direct contact)*: تماس افراد یا احشام با قسمت‌های برقدار می‌باشد.

زمین *(earth (ground)*: جرم هادی کره زمین است که پتانسیل الکتریکی آن در هر نقطه به صورت قراردادی برابر صفر است.

الکترود زمین *(earth electrode)*: یک قسمت هادی یا مجموعه‌ای از قسمت‌های هادی که در تماس نزدیکی با زمین (خاک) بوده و با آن اتصال الکتریکی برقرار می‌کند.

الکترود زمین مستقل *(electrically independent earth electrode)*: از نظر الکتریکی الکترودهای زمینی هستند که در چنان فاصله‌ای از همدیگر قرار دارند که در صورت عبور حداکثر جریان ممکن از یکی از آنها بر پتانسیل دیگر الکترودها اثر قابل ملاحظه‌ای باقی نگذارد.

هادی زمین *(earthing conductor grounding)*: یک هادی حفاظتی است که ترمینال یا شینه‌ی اصلی زمین را به الکترود زمین وصل می‌کند.

ترمینال اصلی اتصال زمین *(main earth terminal)*: ترمینال یا شینه‌ای است که برای وصل هادی‌های حفاظتی، شامل هادی‌های هم‌بندی برای هم ولتاژ کردن و هادی‌های مربوط به اتصال زمین عملیاتی (در صورت وجود) به سیستم زمین پیش‌بینی می‌گردد.

تجهیزات دستی *(hand – held equipment)*: تجهیزاتی است قابل حمل با دست که هنگام کار عادی در دست گرفته می‌شود و اگر در آن موتور وجود داشته باشد قسمتی جدانشدنی از تجهیزات را تشکیل دهد.

تجهیزات نصب ثابت *(fixed equipment)*: تجهیزاتی است که به نوعی تکیه‌گاه بسته شده یا به نحوی دیگر در محلی مشخص محکم شده باشند.

هم‌بندی برای هم ولتاژ کردن *(equipment Bonding)*: اتصالات الکتریکی‌اند که بدنه‌های هادی مختلف و قسمت‌های هادی بیگانه را در پتانسیلی که اساساً برابر است قرار می‌دهد.

بدنه هادی *(exposed conductive part)*: بدنه هادی است مربوط به تجهیزات الکتریکی که می‌توان آن را لمس نمود و در حالت عادی برقدار نیست ولی ممکن است در صورت بروز اتصالی برقدار شود.

بدنه هادی بیگانه *(extraneous conductive part)*: قسمت هادی است که جزیی از تأسیسات الکتریکی را تشکیل نمی‌دهد ولی ممکن است پتانسیلی را که عموماً پتانسیل زمین است در معرض تماس قرار دهد.

فیوز *(Fuse)*: وسیله‌ای است که از طریق ذوب یک یا چند المان خود که به نحوی مخصوص طراحی و تناسب یافته‌اند، اگر شدت آن از مقداری تعیین شده به مدتی کافی بیشتر شود با قطع جریان برق مداری را که در آن قرار گرفته است باز می‌کند.

تماس غیرمستقیم *(Indirect Contact)*: تماس افراد یا احشام با بدنه‌های هادی که در شرایط بروز اتصالی برقدار شده‌اند می‌باشد.

ولتاژ تماس *(touch voltage)*: ولتاژی است که در هنگام بروز خرابی در عایق‌بندی بین قسمت‌هایی که در عین حال در دسترس‌اند ظاهر می‌شود.

حداکثر ولتاژ تماس *(Conventional touch voltage limit (UL)*: حداکثر مقدار ولتاژ تماس است که مجاز می‌باشد در شرایطی معین از نظر تأثیر عوامل خارجی، به مدتی نامحدود برقرار بماند.

۱-۳ - فرمول‌ها:

توان الکتریکی: تک‌فاز $P = U_{\circ} \times I \times Cos\Phi \quad (w)$ ، سه‌فاز $P = \sqrt{3} \times U \times I \times Cos\Phi \quad (w)$

مقاومت الکتریکی: $R_{\theta} = R(1+\alpha\Delta\theta) \quad (\Omega) \ldots\ldots R = \frac{\rho \times \ell}{s} = \frac{\ell}{\chi \times s} \quad (\Omega)$

U: ولتاژ خط، $U_{\circ}$: ولتاژ فاز، I: جریان، $cos\phi$:ضریب قدرت

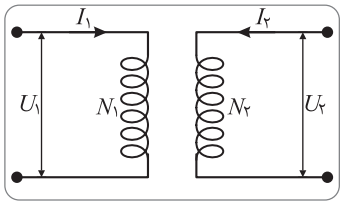
ρ: مقاومت ویژه ℓ، $(\Omega - m)$: طول هادی s (m): سطح مقطع هادی χ ، (m^2): ضریب هدایت ویژه ($\mho$)

α: ضریب دمایی ، $\Delta\theta$: تغییرات دما، R_{θ}: مقاومت در دمای θ، R: مقاومت در دمای T

نیروی بین دو هادی برق‌دار : $F = \frac{\mu_{\circ} \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot L}{2\pi a} [N]$

L طول موثر (m)، a فاصله بین هادی‌ها (m)، I_1 , I_2 جریان عبوری از هادی‌ها (آمپر)، $\mu_{\circ}$:ضریب نفوذپذیری هوا

ترانسفورماتور :



نسبت تبدیل $\frac{U_1}{U_2}=\frac{N_1}{N_2}$ ، $a=\frac{N_1}{N_2}$

$\frac{I_1}{I_2}=\frac{N_2}{N_1}$ ، $\frac{Z_1}{Z_2}=\left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2=a^2$

توان در جریان متناوب:

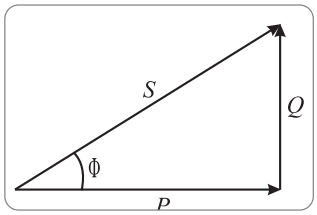
S توان ظاهری $[V.A]$ — U ولتاژ خط $[V]$ — $U_\circ$ ولتاژ فاز $[V]$ — $\cos\varphi$ ضریب قدرت — P توان حقیقی $[w]$ — Q توان راکتیو $[VAR]$

سه فاز $S=\sqrt{3}.U.I$ — تکفاز $S=U_\circ.I$ — $S=\sqrt{P^2+Q^2}$

تکفاز $P=U_\circ.I.\cos\varphi$

سه فاز $P=\sqrt{3}.U.I\cos\varphi$

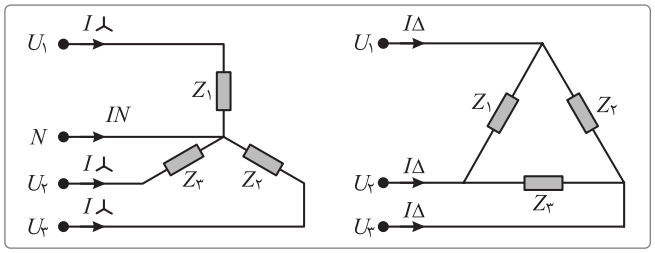
$\cos\varphi=\frac{P}{S}=\frac{P}{\sqrt{P^2+Q^2}}$



اتصال ستاره و مثلث :

U_P: ولتاژ فاز، I_P: جریان فاز

$$\begin{bmatrix} P_\lambda=3P_P=3U_{P\lambda}.I_{P\lambda}.\cos\phi \\ P_\Delta=3P_P=3U_{P\Delta}.I_{P\Delta}.\cos\phi \end{bmatrix} \Rightarrow \frac{P_\Delta}{P_\lambda}=\frac{3U_{P\Delta}.I_{P\Delta}.\cos\phi}{3U_{P\lambda}.I_{P\lambda}.\cos\phi}=\frac{\sqrt{3}U_{P\lambda}.\sqrt{3}I_{P\lambda}}{U_{P\lambda}.I_{P\lambda}}=3 \Rightarrow P_\Delta=3P_\lambda$$



$I_{P\Delta}=\sqrt{3}.I_{P\lambda}$ — $U_{P\Delta}=\sqrt{3}.U_{P\lambda}$

در اتصال مثلث، توان ۳ برابر اتصال ستاره است.

$P_\Delta=\sqrt{3}U_L.I_L.\cos\varphi$

$P_\lambda=\sqrt{3}U_L.I_L.\cos\varphi$

۲- انشعابات برق

دیماند، میزان انرژی جذب شده از سیستم برق‌رسانی در زمان مشخص می‌باشد.

حداکثر توان *(Pm)*: حداکثر مقداری است که یک وات متر در لحظه اوج مصرف ثبت می‌کند.

بار نصب شده *(Pc)*: جمع جبری تمامی مصارف متصل شده به سیستم برق (انشعاب) می‌باشد.

ضریب همزمانی *(Diversity factor)* : بطور معمول اتصال همزمان تمامی مصارف (P_C) به سیستم برق‌رسانی اتفاق نمی‌افتد بنابراین برای محاسبه حداکثر درخواست (دیماند) (P_D)، بار نصب شده (P_C) در ضریب همزمانی (D_F) ضرب می‌شود. ..... $P_D=P_C\times D_F$

در تعیین حداکثر درخواست مقادیر لحظه‌ای مبنای محاسبات نمی‌باشد. بعنوان مثال در الکترو موتورهای القائی با روتور قفس سنجابی، هنگام راه اندازی به روش مستقیم، جریانی معادل ۵ الی ۷ برابر جریان نامی از شبکه دریافت می‌شود. ولی چون این مقدار لحظه‌ای است، ملاک تعیین حداکثر درخواست و محاسبه مقاطع سیم و کابل و تجهیزات حفاظت و کنترل نخواهد بود.

مطابق مقررات انشعابات برق (وزارت نیرو) بازه زمانی قدرت ۱۵ دقیقه در نظر گرفته می‌شود.

۲-۱- انشعاب برق با توان کمتر از ۳۰ کیلووات

این نوع انشعابات بصورت آمپراژی مشخص می‌شوند و آمپراژ کنتورها مطابق جدول زیر است:

جدول ۲-۱- انشعابات آمپراژی

آمپراژ کنتور	تعداد فاز	توان (KW)	موارد استفاده
۱۵	۱	۳	روستایی
۲۵	۱	۵	شهری
۳۲	۱	۶/۵	شهری ـ تجاری
۵۰	۱	۱۰	مناطق گرمسیر و شرجی (شمال و جنوب کشور)
۱۵	۳	۹	مصارف اشتراکی
۲۵	۳	۱۵	مصارف اشتراکی
۳۲	۳	۲۰	مصارف اشتراکی

هم اکنون مطابق مقررات انشعابات برق، در انشعابات آمپراژی هزینه انشعاب همان هزینه مصرف انرژی (بار اکتیو) می‌باشد.

هزینه مصرف انرژی = هزینه انشعاب کمتر از ۳۰ کیلووات

توضیح

در انشعابات آمپراژی تکفاز، هر ۵ آمپر معادل ۱ کیلووات و در سه فاز هر ۵ آمپر معادل ۳ کیلووات منظور می‌شود. کنتور مستقیماً به خطوط فشار ضعیف عمومی متصل و از تجهیزات کاهنده جریان (CT) و ولتاژ (PT) استفاده نمی‌شود.

۲-۲ - انشعابات برق با توان ۳۰ کیلووات و بیشتر

این نوع انشعابات دیماندی نامیده می‌شود، در انشعابات دیماندی هزینه دیماند و جریمه توان راکتیو به هزینه‌های انشعاب اضافه می‌شود.

جریمه توان راکتیو + هزینه مصرف انرژی + هزینه دیماند = هزینه انشعاب دیماندی

ضریب قدرت مبنا در انشعابات برق ۰/۹ می‌باشد. در انشعابات دیماندی اگر ضریب قدرت مصرف کننده کمتر از ۰/۹ باشد یا توان راکتیو بیش از ۵۰ درصد توان اکتیو باشد $[Q\rangle\frac{P}{2}]$ ،جریمه توان راکتیو بر اساس فرمول زیر محاسبه می‌شود:

(هزینه مصرف انرژی + هزینه دیماند) ضریب زیان = جریمه توان راکتیو

$$\text{ضریب زیان} = \frac{0/9}{\cos\varphi} - 1 \quad , \quad \cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2+Q^2}}$$

$$\text{هزینه انشعاب دیماندی} = \frac{0/9}{\cos\varphi}\text{(هزینه مصرف انرژی + هزینه دیماند)}$$

◈ **هزینه دیماند:** براساس قدرت قرائت شده یا ۹۰ درصد قدرت قراردادی (هر کدام که بزرگتر باشد) و به صورت ۳۰ روزه محاسبه می‌شود.

انرژی مصرفی در بازه های زمانی زیر محاسبه می‌گردد:

۱- میان باری در ساعات ۱۸- ۶ ۲- اوجبار در ساعات ۲۲- ۱۸ ۳- کم‌باری در ساعات ۶- ۲۲

لازم به ذکر است شرایط محیطی منطقه انشعاب و تغییر ساعت رسمی کشور باعث جابجایی زمان های فوق می‌شود.

نکته

در انشعابات دیماندی برای اتصال شبکه برق به کنتور از ترانسفورماتورهای کاهنده جریان (CT) و ولتاژ (PT) استفاده می‌شود.

اگر انشعاب از شبکه فشار ضعیف تغذیه شود از ترانسفورماتور جریان و اگر از شبکه فشار متوسط تغذیه شود از ترانسفورماتور جریان و ولتاژ استفاده می‌شود.

نحوه اتصال کنتور به شبکه برق در انشعابات دیماندی و محل نصب کنتور برق مطابق جدول زیر است:

جدول۲-۲- انشعابات دیماندی

توان (KW)	نحوه اتصال به شبکه	محل نصب کنتور برق
۳۰ ـ ۱۵۰	از طریق خطوط فشار ضعیف عمومی	در ورودی ساختمان
۱۵۰ ـ ۲۵۰	از طریق خطوط فشار ضعیف عمومی	در ورودی ساختمان
۲۵۰ ـ ۲۰۰۰	از طریق خطوط فشار متوسط عمومی	در پست پاساژ (احداث پست پاساژ توسط مشترک و واگذاری به شرکت برق)
۲۰۰۰ ـ ۷۰۰۰	از طریق خط فشار متوسط اختصاصی (انشعاب از پست فوق توزیع برق)	کنتور در پست فوق توزیع شرکت برق نصب شده و نیازی به احداث و واگذاری پست پاساژ توسط مشترک نمی‌باشد.
> ۷۰۰۰	از طریق احداث پست فوق توزیع	در ورودی پست فوق توزیع

متقاضی فشار ضعیفی که برق مورد نیاز وی از طریق پست‌زمینی تأمین می‌شود، می‌بایست در تهیه زمین پست مطابق جدول زیر مشارکت کند:

جدول۲-۳- زمین پست برق انشعابات دیماندی

توان درخواستی (KW)	نحوه واگذاری زمین پست برق
$30KW \le P \le 150KW$	معاف
$150KW < P \le 250KW$	بنا به ضرورت و تشخیص شرکت برق مشترک بایستی زمین پست برق را واگذار نماید
$P > 250KW$	زمین پست برق بایستی واگذار شود

۲-۳- سطوح ولتاژ انشعابات برق:

جدول۲-۴- سطوح ولتاژ انشعابات برق

نوع انشعابات	سطح ولتاژ
$P<۳۰kw$	۲۳۰ ولت (تکفاز) و ۴۰۰ ولت (سه فاز)
$۳۰kw\le P\le ۲۵۰kw$	۴۰۰ ولت (سه فاز)
$۲۵۰kw<P\le ۲۰۰۰kw$	۱۱ و ۲۰ و ۳۳ کیلوولت (فشار متوسط)
$۲۰۰۰kw<P\le ۷۰۰۰kw$	۱۱ و ۲۰ و ۳۳ کیلوولت (خط اختصاصی فشار متوسط)
$P>۷۰۰۰kw$	۶۳ و ۶۶ و ۱۳۲ کیلوولت (فوق توزیع)

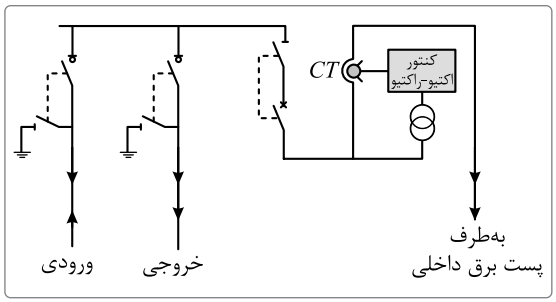
انشعابات صنایع سنگین (فولاد - ذوب آهن و...) از طریق خطوط انتقال با ولتاژ ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت تأمین می‌شود.
مشترکینی که برق مورد نیاز خود را از طریق خطوط فشار متوسط عمومی دریافت می‌کنند می‌بایستی جهت نصب وسایل اندازه‌گیری و تجهیزات قطع و وصل انشعاب، **پست پاساژ** را با نقشه و مشخصات فنی شرکت توزیع برق احداث، تجهیز و به شرکت برق تحویل دهند. در مناطقی که محدودیت زمین وجود دارد به منظور کاهش مساحت مورد استفاده، از **پست کیوسک** (فلزی) استفاده می‌شود.

نکته

در پست پاساژ ترانسفورماتور قدرت نصب نمی‌شود. و دارای خطوط فشار متوسط ورودی و خروج می‌باشد.

تجهیزات پست پاساژ عبارتند از:

- کلید قابل قطع زیر بار (سکسیونر)-(۲ دستگاه)
- کلید غیر قابل قطع زیر بار (سکسیونر) –(۳ دستگاه)
- کلید قطع بار (دژنکتور) – ۱ دستگاه
- ترانسفورماتور جریان (CT) – ۳ دستگاه
- ترانسفورماتور ولتاژ (PT) – ۲ دستگاه
- کنتور اکتیو راکتیو – ۱ دستگاه



شکل ۲-۱- دیاگرام تک خطی پست پاساژ

در انشعابات دیماندی برای اتصال وسایل اندازه‌گیری (کنتور - آمپرمتر - ولت‌متر و...) به شبکه برق از ترانسفورماتور جریان (CT) و ترانسفورماتور ولتاژ (PT) استفاده می‌شود. مقدار واقعی مصرف از حاصل‌ضرب **ضریب کنتور** $(CT\times PT)$ در مقداری که کنتور ثبت می‌کند بدست می‌آید.
در انشعابات دیماندی که به خطوط فشار ضعیف متصل می‌شوند ترانسفورماتور ولتاژ نصب نمی‌شود. و ضریب ترانس ولتاژ برابر ۱ می‌باشد.
مطابق استاندارد انشعابات شبکه‌های توزیع برق، مقطع کابل انشعابات غیردیماندی (آمپراژی) مطابق جدول زیر است:

جدول۲-۵- مقطع کابل انشعابات فشار ضعیف آمپراژی

انشعاب (آمپراژ *تعداد فاز)	مقطع کابل $(mm^۲)$	
	تا فاصله ۲۵ متری	تا فاصله ۱۵ متری
۱ × ۱۵	۲ × ۶	۲ × ۶
۱ × ۲۵	۲ × ۱۰	۲ × ۶
۳ × ۱۵	۴ × ۶	۴ × ۶
۳ × ۲۵	۴ × ۱۶	۴ × ۱۰
۳ × ۵۰	۲۵ × ۴ یا ۳ × ۲۵/۱۶	۴ × ۱۶

۲-۴- انواع انشعابات برق :

۱- مصارف خانگی (شهری و روستایی) ۲- مصارف اشتراکی (آسانسور - موتورخانه مرکزی - تهویه - روشنایی عمومی و مشاعات)
۳- مصارف عمومی (خدمات عمومی شهری و روستایی - روشنایی خیابان‌ها - پمپاژ آب و...)
۴- تولید (کشاورزی) - (پمپاژ آب سطحی و زیرزمینی) ۵- تولید (صنعت و معدن) - (صنایع و کارخانجات)
۶- تجاری و سایر مصارف ۷- مصارف آزاد (چراغانی‌ها - تابلوهای تبلیغاتی - برق‌های غیردائم)
۸- فروش مجدد

نکته

در فصل تابستان ۲۰ درصد به هزینه های مصرف انرژی اضافه می‌شود. (اطلاعات کامل در کتاب‌های شرح و درس نظارت و طراحی ارائه شده است.)

۳- ایمنی و اتصال زمین

اتصال به زمین در سیستم برق‌رسانی به منظور دستیابی به اهداف زیر انجام می‌شود:

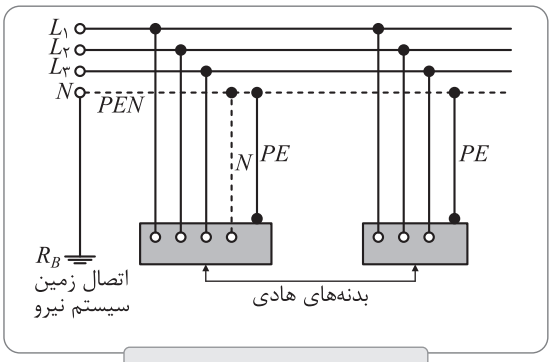
۱- حفاظت در برابر برق‌گرفتگی ۲- حفظ سلامت سیستم و عایق‌بندی آن

طبق استاندارد *IEC* سیستم برق‌رسانی از نقطه نظر ایمنی با علائم اختصاری زیر مشخص می‌شوند:

زمین *T : Terra* خنثی *N: Neutral* مشترک *C: Common* مجزا *S: Seprate* جدا از هم *I: Isolated*

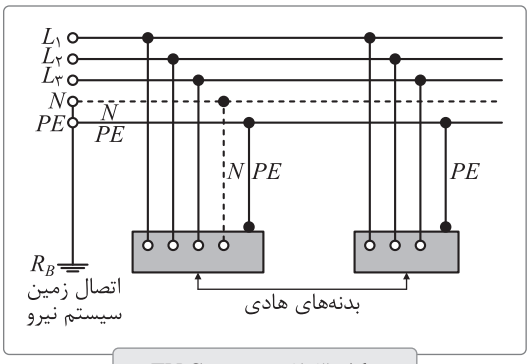
۳-۱- انواع سیستم‌های زمین :

۱- سیستم *TN-C* : یک نقطه از سیستم مستقیماً به زمین وصل (از طریق مقاومت R_B) و بدنه‌های هادی از طریق هادی نول به زمین متصل می‌شوند.



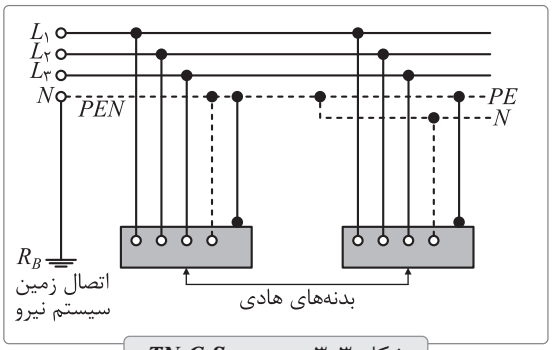
شکل ۳-۱- سیستم ***TN-C***

۲- سیستم *TN-S* : بدنه‌های هادی از طریق یک هادی مستقل حفاظتی *PE* به زمین متصل می‌شوند.



شکل ۳-۲- سیستم ***TN-S***

۳- سیستم *TN-C-S* : ترکیبی از دو سیستم *TN-C* و *TN-S* می‌باشد.



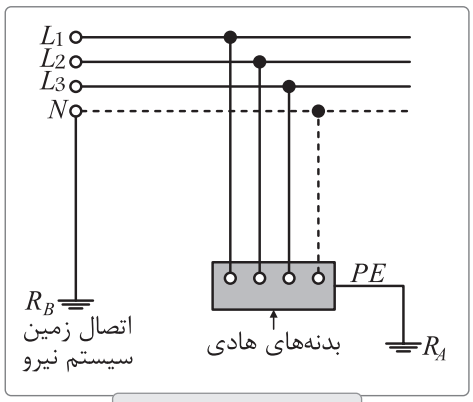
شکل ۳-۳- سیستم ***TN-C-S***

نکته

در سیستم *TN-C-S* پس از تفکیک هادی مشترک حفاظتی و خنثی، اتصال مجدد آنها ممنوع است.

در نقطه تفکیک هادی مشترک حفاظتی خنثی، هادی *PEN* ابتدا بایستی به شینه *PE* متصل و سپس توسط قطعه اتصال دهنده (*JUMPER*) به شینه نول متصل گردد.

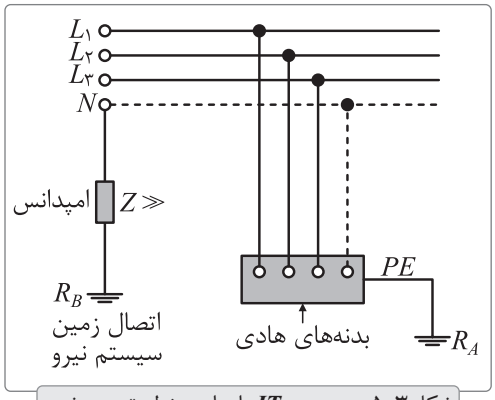
۴- سیستم *TT* : یک نقطه از سیستم مستقیماً به زمین وصل و بدنه‌های هادی به الکترود زمین مستقل متصل می‌شوند.



شکل ۳-۴- سیستم ***TT***

در سیستم *TT* استفاده از وسایل حفاظتی جریان باقی مانده (*RCD*) الزامی است.

۵- سیستم *IT* : این سیستم کاملاً از زمین مجزا است و بدنه هادی مشابه سیستم *TT* از طریق مقاومت مستقل R_A به زمین وصل است.



شکل۳-۵- سیستم ***IT*** با هادی نول توزیع شده

در سیستم *IT* هنگامی که عایق‌بندی سالم است اتصال به هر یک از هادی‌های فاز یا نول موجب برق‌گرفتگی نمی‌شود. در صورت اتصال یک فاز به زمین اتصال به فازهای دیگر و یا نول باعث برق گرفتگی می‌شود. برای تشخیص اتصالی یک هادی برقدار به زمین استفاده از وسایل تشخیص اتصالی در سیستم *IT* الزامی است.

همچنین در این سیستم اتصال یک هادی برق دار (فاز یا نول) به زمین باعث قطع تجهیزات حفاظتی نمی‌شود.

موارد استفاده سیستم *IT* عبارتند از :

- معادن روباز و زیرزمینی
- خطوط زنجیره ای تولید
- برق رسانی به چراغ‌های ایمنی
- اتاق‌های عمل و نظایر آن در بیمارستان‌ها (اتاق احیاء، بیهوشی و ...)

۳-۲- مراحل ایجاد ایمنی در سیستم برق رسانی

سیستم های برق رسانی ابتدایی از زمین مجزا بوده و مشابه سیستم *IT* تا وقتی اتصالی هادی برق دار به زمین ایجاد نشود خطر برق‌گرفتگی وجود ندارد، ولی در صورت اتصال یک هادی برق دار به زمین، اتصال به هادی برق دار دیگر باعث ایجاد ولتاژ ۲۳۰ یا ۴۰۰ ولت در بدن می‌شود، مراحل اصلاح سیستم از نظر ایمنی در زیر توضیح داده می‌شود.

۱- اتصال یک نقطه از سیستم به زمین

اگر مقاومت سیستم $R_B = ۱۰\Omega$، مقاومت بدن انسان $Z_L = ۳۰۰۰\Omega$ و مقاومت بین پا و زمین را $R_S = ۱۰۰۰\Omega$ فرض کنیم ولتاژ ظاهر شده روی بدن (U_C) در این حالت برابر است با:

$$U_C = U_\circ \times \frac{Z_L}{Z_L + R_S + R_B} = Z_C = ۲۳۰ \times \frac{۳۰۰۰}{۳۰۰۰ + ۱۰۰۰ + ۱۰} = ۱۷۲ \text{ ولت}$$

ولتاژ ۱۷۲ ولت از حد ولتاژ تماس مجاز برای انسان $(U_L = ۵۰V)$ در جریان متناوب بیشتر است و خطرناک می‌باشد.

۲- اگر علاوه بر اتصال یک نقطه از سیستم به زمین، بدنه هادی تجهیزات نیز به زمین متصل شود. در این حالت امپدانس بدن Z_L و مقاومت بین پا و زمین R_S با مقاومت اتصال بدنه هادی به زمین $R_A = ۲۵\Omega$ موازی قرار می‌گیرد. و اگر امکان کاهش و صفر کردن مقاومت R_A وجود داشت در

صورت اتصالی فاز به بدنه جریانی از بدن عبور نمی‌کرد و ولتاژ دو سر بدن صفر می‌شد. بنابراین ولتاژ تماس برابر است با:

$$U_C = \left[۲۳۰ \times \frac{(Z_L + R_S) \| R_A}{(Z_L + R_S) \| R_A + R_B} \right] \times \frac{Z_L}{Z_L + R_S} = ۱۲۳V$$

در این وضعیت نیز ولتاژ خطرناک است و از حد ولتاژ تماس بیشتر است.

۳- علاوه بر موارد ۱ و ۲ بدنه هادی تجهیزات با هادی‌های بیگانه هم‌بندی شوند.

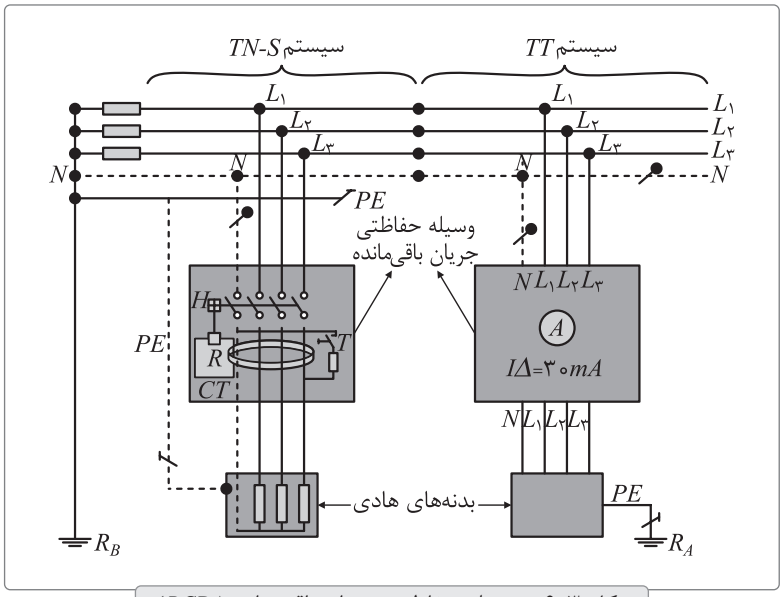
در این حالت ولتاژ روی بدن بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد و خطر برق‌گرفتگی ایجاد نمی‌شود.

با توجه به موارد فوق ملاحظه می‌شود کم کردن ولتاژ تماس مشکل است و نیاز به صرف هزینه زیاد دارد. روش دیگر حفاظت در برابر برق گرفتگی قطع خودکار تغذیه در هنگام اتصالی فاز به بدنه می‌باشد. در صورتی که از کلید خودکار مینیاتوری ۱۰ آمپر برای حفاظت استفاده شده باشد حداقل مقاومت R_A برای قطع کلید در زمان کوتاه (حداکثر ۵ ثانیه) برابر است با:

$$R_A \le \frac{U_L}{K.I_n} = \frac{۵۰}{۳/۵ \times ۱۰} = ۱/۴۳\Omega$$

ایجاد مقاومت کم $(۱/۴۳\Omega)$ هزینه زیادی دارد و هر چه جریان نامی کلید بیشتر شود به مقاومت کمتری نیاز خواهد بود.

در نهایت برای تأمین ایمنی در سیستم *(TT)* بایستی از وسیله‌ای حساس *(RCD)* که نیاز به مقاومت R_A کمتری دارد استفاده شود.



شکل ۳-۶- وسیله حفاظتی جریان باقی مانده *(RCD)*

اگر وسایل حفاظتی جریان باقیمانده *(RCD)* در مدار قرار گیرد تا زمانی که اتصالی فاز به بدنه هادی یا هادی بیگانه ایجاد نشود کلید فوق عمل نمی‌کند و در صورت اتصالی فاز به بدنه هادی اگر جریان نشت به زمین بیش از مقدار جریان تفاضلی (باقی مانده) کلید *RCD* $(I_{\Delta n})$ شود مدار قطع می‌شود.

مقاومت R_A در حالتی که از کلید *RCD* استفاده شده باشد برابر است با: $R_A \le \frac{U_L}{I_{\Delta n}} = \frac{۵۰}{I_{\Delta n}} (\Omega)$

جدول ۳-۱- مقدار مقاومت الکترود زمین در سیستم *TT*

$I_{\Delta n}(mA)$	۳۰	۳۰۰	۶۵۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰۰
$R_A(\Omega)$	۱۶۶۶	۱۶۶	۷۷	۵۰	۲۵	۵

استفاده از سیستم *TT* منوط به نصب وسیله حفاظتی جریان باقی مانده (RCD) است. که باعث افزایش هزینه و پیچیدگی مدار می‌شود.

برای کاهش هزینه و سادگی در سیستم برق‌رسانی کشور از سیستم *TN* استفاده می‌شود. که بجای استفاده از هادی بیگانه از یک هادی *(PE)* که جزء سیستم برقی می‌باشد استفاده می‌شود.

نکته

دلیل استفاده از سیستم *TN* سادگی و ارزانی آن است. چون در این سیستم از وسایل حفاظتی معمولی (فیوز ـ کلید خودکار مینیاتوری ـ کلید اتوماتیک) برای حفاظت در برابر برق گرفتگی استفاده می‌شود.

۳-۳-مقاومت اتصال به زمین

◈ **اتصال به زمین جهت تأمین مقاومت لازم (R_A, R_B) باید به نحوی باشد که:**

۱- مقاومت الکترود زمین تا حد امکان کم باشد.

۲- هادی‌های زمین و حفاظتی توانایی عبور جریان‌های اتصالی را داشته باشند.

◈ **در احداث الکترود زمین بایستی موارد ذیل مطالعه شود:**

۱- جنس، مقاومت ویژه خاک (ρ)، دما و رطوبت
۲- جنس، اندازه و نحوه نصب الکترود زمین
۳- نحوه انجام اتصالات
۴- چگالی جریان
۵- پتانسیل اطراف الکترود (ولتاژ قدم)

بین نقاط مختلف جرم کلی زمین مقاومت در حد صفر است. مطابق فرمول $R=\rho\frac{l}{s}$ چون S خیلی بزرگ است R به سمت صفر میل می‌کند.

دو الکترود مستقل عملاً در فاصله ۲۰ متری از هم قرار می‌گیرند.

هر چه جنس خاک سخت و خشک باشد مقاومت ویژه آن (ρ) بیشتر است.

◈ **زمین‌های مناسب برای احداث الکترود زمین عبارتند از:**

۱- زمین باتلاقی
۲- زمین رسی یا چمن‌زار
۳- زمین رسی مخلوط با کمی ماسه
۴- زمین رسی مخلوط با سنگریزه و شن و ماسه
۵- شن تر یا نمناک

◈ **زمین‌های نامناسب عبارتند از:**

۱- زمین‌های خشک
۲- زمین‌های ماسه‌ای و شنی
۳- زمین‌های سنگی

نکته

رطوبت بیش از ۲۰٪ تأثیری در کاهش مقاومت زمین ندارد.

۳-۴- مواد آماده‌سازی خاک اطراف الکترود:

◈ **برای نگهداری رطوبت زمین محل احداث الکترود، در اطراف الکترود مواد آماده‌سازی قرارداده می‌شود. این مواد عمدتاً عبارتند از:**

۱- مخلوطی از نمک و ذغال
۲- بنتونیت
۳- بتن
۴-سایر مواد مثل *LOM*، *GIM*

۳-۵- انواع الکترود زمین:

۱- الکترود صفحه‌ای: مقاومت الکترود صفحه‌ای از رابطه $R=\frac{\rho}{۴}\sqrt{\frac{\pi}{۲A}}(\Omega)$ بدست می آید.

در رابطه فوق ρ مقاومت ویژه زمین و A مساحت یک طرف صفحه است.

مطابق مبحث ۱۳ حداقل ابعاد الکترود صفحه‌ای ۲ × ۵۰۰ × ۵۰۰ میلی‌متر می‌باشد.

الکترود صفحه‌ای به دو صورت کم عمق و عمیق اجرا می‌شود. الکترود صفحه‌ای عمیق همان چاه ارت است.

۲- الکترود قائم: مقاومت الکترود قائم از رابطه $R=\frac{\rho}{۲\pi L}\left[ln\left(\frac{۸L}{d}\right)-۱\right](\Omega)$ بدست می آید.

در رابطه فوق ρ مقاومت ویژه زمین، L طول الکترود در زمین بکر و d قطر الکترود است.

نکته

عمق خاک دستی در محاسبه مقاومت الکترود منظور نمی‌گردد و حداقل عمق الکترود قائم در زمین بکر ۲ متر می‌باشد.

الکترودهای قائم از مواد زیر ساخته می شوند :

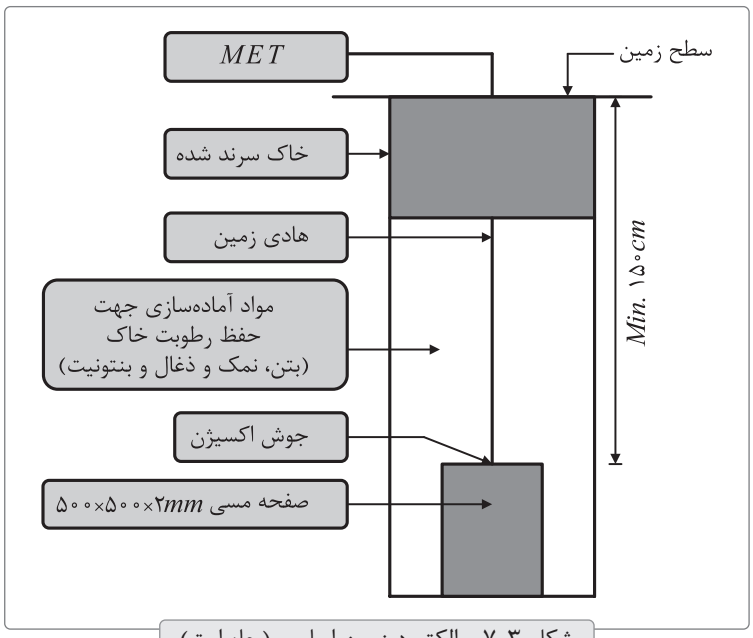
◈ مس سخت (*Copper weld*)
◈ فولاد با روکش مسی (*Rod*)
◈ فولاد ضد زنگ
◈ فولاد گالوانیزه گرم
◈ فولاد گالوانیزه گرم (لوله آب)
◈ چدن

۳- الکترود افقی: در عمق کم (۵۰ الی ۸۰ سانتیمتری) از سطح زمین قرار می گیرد.

۳-۶- انواع الکترود زمین مطابق مبحث ۱۳

۱- الکترود زمین ساده: الکترود قائمی است که در زمین بکر (حداقل عمق ۲ متر) کوبیده می‌شود.

۲- الکترود زمین اساسی: همان چاه ارت است. در این الکترود چاهی در زمین تا رسیدن به نم طبیعی حفر می‌شود. سپس الکترود صفحه‌ای بصورت قائم در کف چاه قرار داده شده و اطراف آن مواد آماده‌سازی ریخته می‌شود.



شکل ۳-۷- الکترود زمین اساسی (چاه ارت)

الکترود میله ای یا تسمه‌ای که به صورت قائم یا افقی نصب شده باشد نسبت به الکترود صفحه‌ای ارجحیت دارد.

نکته

در محاسبه مقاومت الکترود زمین اساسی بایستی به مقاومت هادی زمین توجه کرد و مقاومت معادل تقریبا برابر (Ω) $\frac{۱}{R_T}=\frac{۱}{R_۱}+\frac{۱}{R_۲}$ می‌باشد.

الکترود صفحه‌ای کم اثرترین الکترودها است. لذا پیشنهاد می‌شود در صورت وجود الکترودهایی نظیر پی ساختمان از احداث الکترود صفحه‌ای صرف‌نظر شود.

۳-۷- الکترود افقی

در این الکترود از هادی مسی بدون روکش یا آهن گالوانیزه گرم در عمق کم برای ایجاد اتصال به زمین استفاده می‌شود. و عامل اصلی در تعیین مقاومت الکترود طول آن است.

عمق دفن الکترود افقی مطابق مبحث ۱۳ حداقل ۷۰ سانتیمتر و مطابق کتاب راهنمای طرح و اجرا بین ۵۰ الی ۸۰ سانتیمتر می باشد.

مقاومت الکترود افقی از رابطه $R=\frac{\rho}{P\pi L}\left[Log_e\left(\frac{۲L^۲}{Wh}\right)+Q\right]$ بدست می‌آید. در این رابطه ρ مقاومت ویژه زمین $(\Omega-m)$، L طول الکترود (m)، W عرض تسمه یا قطر الکترود (m)، h عمق نصب (m) و P و Q ضرایبی هستند که به نحوه قرارگیری الکترود در زمین مرتبط است.

یکی از موارد استفاده این الکترود ایجاد سطوح هم پتانسیل است.

- در احداث الکترود زمین بایستی به خوردگی الکترود در تماس با خاک توجه شود. و ضخامت هادی‌ها بزرگتر انتخاب گردد.
- پی ساختمان یکی از الکترودهای با مقاومت بسیار کم می‌باشد که می‌توان در مرحله اجرای فونداسیون از آن به عنوان الکترود زمین استفاده کرد.

۳-۸- تحمل جریان هادی اتصال زمین

بدلیل اهمیت هادی زمین (هادی متصل کننده الکترود زمین و ترمینال اصلی اتصال زمین) و لزوم تحمل جریان اتصالی، بایستی در انتخاب مقطع هادی زمین دقت لازم صورت گیرد.

سطح مقطع هادی زمین با توجه به رابطه $S^۲K^۲\geq I^۲t$ تعیین می‌گردد.

در رابطه فوق S سطح مقطع هادی $\left(mm^۲\right)$، K تراکم جریان مؤثر $\left(A/mm^۲\right)$، I مقدار مؤثر جریان اتصال کوتاه (آمپر) و t زمان برقراری اتصال کوتاه (ثانیه) می باشد.

اگر جنس هادی مس و عایق PVC باشد مقدار K برابر ۱۱۵ می‌باشد.

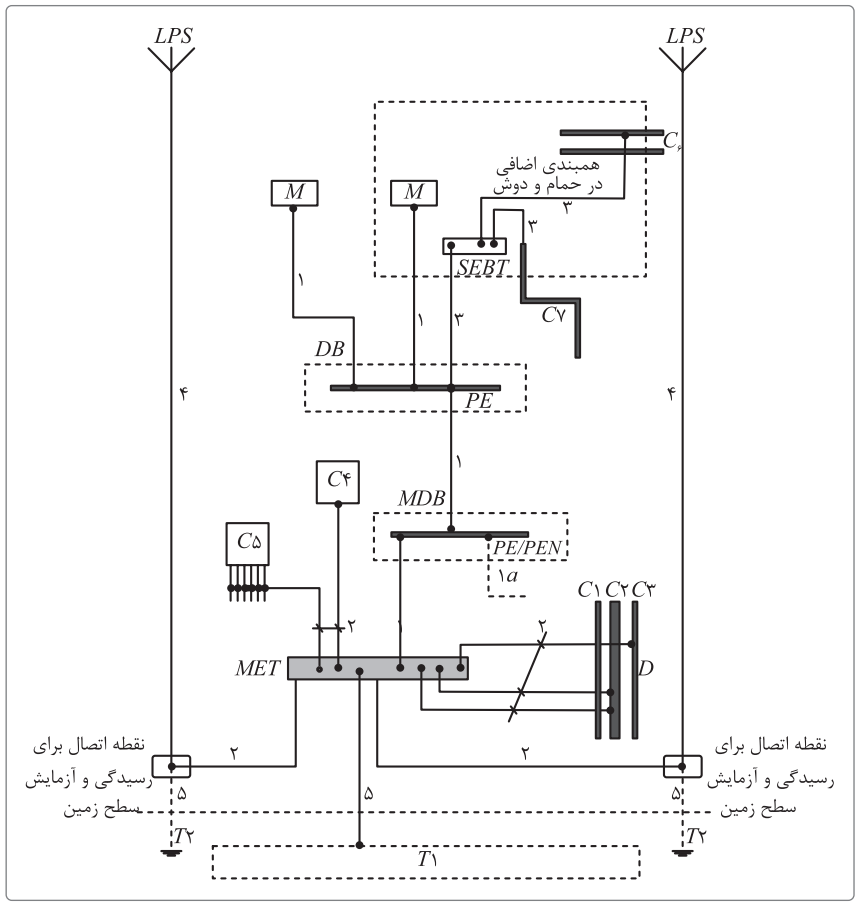
و اگر جنس هادی مس و عایق $XLPE$ (کراس لینک پلی اتیلن) باشد مقدار K برابر ۱۴۳ می‌باشد.

جدول ۳-۲- حداقل مجاز سطح مقطع هادی زمین (مطابق کتاب راهنمای طرح و اجرا تأسیسات برقی)

سطح مقطع (mm^2)	جنس هادی	شرایط نصب
۲/۵	مس	دارای حفاظت در برابر خوردگی و مکانیکی
۴	مس	فقط حفاظت در برابر خوردگی
۱۶	مس	هادی در زمین بوده و فقط حفاظت در برابر خوردگی دارد
۲۵	مس	هادی در زمین بوده و بدون حفاظت خوردگی و مکانیکی
۵۰	فولاد گالوانیزه گرم	هادی در زمین بوده و بدون حفاظت در برابر خوردگی و مکانیکی

۳-۹- اتصالات سیستم زمین

سه نوع اتصال پیچی، جوش اکسیژن و جوشی انفجاری *(Cad weld)* استفاده می‌شود. اتصالات جوشی اگزوترمیک (انفجاری) (*Cadweld*) معمولاً در مورد هادیهائی که در زمین قرار می‌گیرد بکار می‌رود.



شکل ۳-۸- طرحواره عمومی هم‌بندی اصلی و اضافی برای هم‌ولتاژ کردن

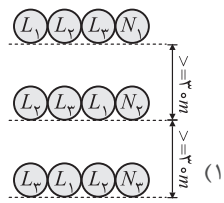
جدول پ ۱-۲-۸-۴ شرح علائم استفاده شده در شکل شماره ۳-۸

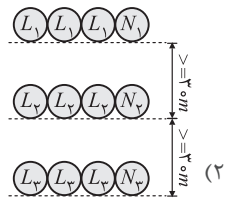
C	قسمت‌های هادی‌های بیگانه (شامل گروه‌های $C۷$, $C۶$, $C۵$, $C۴$, $C۳$, $C۲$, $C۱$)
$C۱$	لوله‌های آب فلزی محوطه
$C۲$	لوله‌های فاضلاب فلزی محوطه
$C۳$	لوله‌های گاز فلزی محوطه عایق شده (با عایق جداکننده)
$C۴$	قسمت‌های اصلی فلزی ساختمان‌ها (اسکلت فلزی و آرماتورهای بتن مسلح فونداسیون)
$C۵$	لوله‌های اصلی فلزی سیستم‌های برودتی و حرارتی، آب، فاضلاب و ریل‌ها و یا جک آسانسورها و غیره
$C۶$	لوله فلزی آب در حمام و دوش
$C۷$	لوله فلزی فاضلاب در حمام و دوش

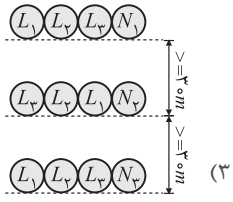
آزمون ورود به حرفه مهندسان (تأسیسات برقی)

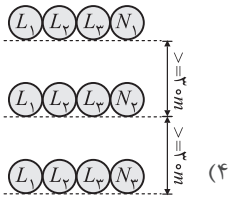
سؤالات (نظارت) مهرماه ۱۳۹۶

۱- کدامیک از گزینه‌های زیر در خصوص اجرای ۹ رشته کابل تک‌رشته‌ای موازی (سیستم سه‌فاز) در سه تراز و هر تراز سینی به فاصله ۳۰ سانتیمتر از هم صحیح است؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۲- کدامیک از گزینه‌های زیر در خصوص کابل پشتیبان در ساختار شبکه کامپیوتری صحیح است؟

۱) کابل پشتیبان باید از نوع فیبر نوری باشد.

۲) کابل پشتیبان علاوه بر فیبر نوری در صورت پاسخگو بودن به شرایط و محدودیت‌ها از نوع کابل چند زوج به هم‌تابیده مسی نیز می‌تواند باشد.

۳) کابل پشتیبان باید از نوع کابل چند زوج به هم‌تابیده مسی باشد.

۴) کابل پشتیبان باید از نوع کابل چند زوج به هم‌تابیده شیلددار و فویل‌دار (*SFTP*) باشد.

۳- درجه حفاظت دستگاه حفاظت شده در برابر فوران آب و غیرقابل نفوذ در برابر گرد و غبار چه می‌باشد؟

۱) *IP۵۶*　۲) *IP۶۵*　۳) *IP۵۵*　۴) *IP۶۴*

۴- حداقل سطح ولتاژ نامی و کار خازن (بانک خازن) چند ولت می‌باشد؟

۱) ۳۸۰　۲) ۴۰۰　۳) ۴۴۰　۴) ۵۲۵

۵- کدامیک از گزینه‌های زیر در خصوص مرکز سیستم صوتی با اعلام خطر صحیح است؟

۱) داشتن توانایی ارتباط با مرکز سیستم اعلام حریق

۲) داشتن توانایی ارتباط با سیستم مدیریت هوشمند ساختمان

۳) مرکز سیستم صوتی با اعلام خطر باید به صورت یک سیستم مستقل و بدون ارتباط با سیستم‌های دیگر کار کند.

۴) گزینه‌های ۱ و ۲ صحیح است.

۶- کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

۱) هادی فاز در پریزهای تک‌فاز باید به ترمینال سمت راست پریز وصل شود.

۲) هادی فاز در پریزهای تک‌فاز باید به ترمینال سمت چپ پریز وصل شود.

۳) هادی فاز در پریزهای تک‌فاز می‌تواند به ترمینال سمت راست و یا سمت چپ پریز وصل شود.

۴) هادی فاز در پریزهای توکار به ترمینال سمت راست و در پریزهای روکار به ترمینال سمت چپ وصل شود.

۷- حداکثر نقاط روشنایی ایمنی در یک مدار چه تعداد می‌باشد؟

۱) ۱۰ نقطه　۲) ۱۲ نقطه　۳) ۲۰ نقطه　۴) ۱۵ نقطه

۸- استفاده از کابل مقاوم در مقابل حریق در سیستم اعلام حریق برای کدامیک از مراکز زیر الزامی است؟

۱) سیستم اعلام حریق آدرس‌پذیر و متعارف

۲) فقط سیستم اعلام حریق آدرس‌پذیر

۳) فقط سیستم اعلام حریق متعارف

۴) استفاده از کابل مقاوم در مقابل حریق در سیستم اعلام حریق الزامی نمی‌باشد.

۹- چنانچه توان مصرفی هر هواکش ۳۰ وات باشد. حداکثر چه تعداد هواکش را می‌توان در یک مدار روشنایی تغذیه کرد؟

۱) یک هواکش　۲) دو هواکش　۳) سه هواکش　۴) چهار هواکش

۱۰- کابل پشتیبان در ساختار شبکه کامپیوتری عبارت است از:

۱) اتصال پریزهای کامپیوتر (*RJ۴۵*) به کامپیوتر
۲) اتصال پریزهای کامپیوتر (*RJ۴۵*) به رک‌های فرعی
۳) اتصال پریزهای کامپیوتر (*RJ۴۵*) به رک یا رک‌های اصلی
۴) اتصال رک‌های فرعی به رک یا رک‌های اصلی

۱۱- مناسب‌ترین روش برای اجرای لوله‌های برق عبوری از محل درز انبساط در سقف و کف ساختمان چه می‌باشد؟

۱) استفاده از لوله‌های پلاستیکی صلب رابط
۲) استفاده از لوله‌های خرطومی رابط
۳) استفاده از لوله‌های فولادی سیاه یا گالوانیزه
۴) هر سه گزینه صحیح است.

۱۲- در چه شرایطی سیستم سوخت موتور دیزل (گازوئیل) باید مجهز به پیش گرمکن الکتریکی باشد؟

۱) استفاده از موتور دیزل در ظرفیت‌های بالا
۲) تمامی موتور دیزل‌ها باید مجهز به پیش گرمکن الکتریکی باشند.
۳) استفاده از موتور دیزل در مناطق سردسیر
۴) در این خصوص شرط خاصی وجود نداشته و با صلاحدید طراح پروژه مشخص و تعیین می‌گردد.

۱۳- توالت و دستشویی (به غیر از حمام و دوش) جزء کدام محیط می‌باشند؟

۱) محیط خشک
۲) محیط مرطوب
۳) محیط نمناک
۴) محیط مخصوص

۱۴- کدامیک از مراحل زیر جهت زیرسازی برای رنگ کاری در ساخت تابلوهای فشار ضعیف به کار می‌رود؟

۱) زنگ‌زدایی ـ فسفاته‌کاری
۲) چربی‌گیری ـ فسفاته‌کاری
۳) چربی‌گیری ـ زنگ‌زدایی
۴) چربی‌گیری ـ زنگ‌زدایی ـ فسفاته‌کاری

۱۵- به منظور حفاظت کامل کابل‌ها در محل اتصال به یکدیگر برای آنکه بتوان محل اتصال کابل‌های مورد نظر را از رطوبت و نیروهای مکانیکی محفوظ نگه داشت، از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟

۱) سر کابل
۲) مفصل
۳) کابلشو
۴) هر سه گزینه صحیح است

۱۶- در تأسیسات برقی آزمون‌های اولیه و کنترل چه موقع باید انجام شود؟

۱) قبل از شروع بهره برداری
۲) پس از تغییر عمده در آن
۳) در حین ساخت
۴) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است.

۱۷- کدامیک از گزینه‌های زیر در خصوص یک پریز سه‌فاز ۱۶ آمپر با یک اتصال اضافی صحیح است؟

۱) اتصال اضافی باید به هادی حفاظتی وصل گردد.
۲) اتصال اضافی باید به هادی خنثی وصل گردد.
۳) اتصال اضافی باید به هادی حفاظتی ـ خنثی وصل گردد.
۴) پریز سه فاز ۱۶ آمپر باید دارای دو اتصال اضافی جهت اتصال به هادی حفاظتی و هادی خنثی باشد.

۱۸- تابلوی (*ATS*) تبدیل اتوماتیک نیروی برق شهر به نیروی برق اضطراری و یا بالعکس به چه روش‌هایی انجام می‌شود؟

۱) کلیدهای خودکار (اتوماتیک) با مکانیسم موتوری
۲) کلیدهای خودکار مغناطیسی (کنتاکتور)
۳) کلیدهای خودکار (اتوماتیک)
۴) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است

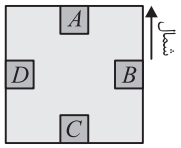
۱۹- علت اینکه لوله‌ها باید در هنگام نصب خالی باشند و سیم‌ها و کابل‌ها پس از تکمیل و پایان لوله‌کشی (اتمام نازک‌کاری) به داخل آنها هدایت شوند، چه می‌باشد؟

۱) کم کردن زمان اجرای سیم‌کشی و کابل‌کشی
۲) جلوگیری از زخمی شدن سیم‌ها و کابل‌ها
۳) تعویض و اجرای مجدد سیم‌کشی در آینده در همان لوله امکان‌پذیر باشد.
۴) محدودیتی در این خصوص وجود ندارد.

۲۰- برای کدام نوع ترانسفورماتور باید از یک محفظه حفاظتی مناسب جهت کاهش خطرات برق‌گرفتگی استفاده شود؟

۱) ترانسفورماتور روغنی
۲) ترانسفورماتور خشک
۳) ترانسفورماتور روغنی ـ ترانسفورماتور خشک
۴) ترانسفورماتورهای بدون مخزن انبساط روغن (هرمتیک)

۲۱- قرار است یک دستگاه ترانسفورماتور در طبقه دهم یک ساختمان نصب گردد. با توجه به شکل زیر کدام فضا برای نصب ترانسفورماتور مناسب می‌باشد؟



۱) اتاق A ۲) اتاق B ۳) اتاق C ۴) اتاق D

۲۲- اندازه لوله‌ها بر چه اساسی انتخاب می‌شود؟

۱) تعداد سیم‌ها، قطر سیم‌ها، طول لوله و تعداد خم‌ها ۲) فقط تعداد سیم‌ها و قطر آنها
۳) فقط تعداد سیم‌ها ۴) فقط طول لوله و تعداد خم‌ها

۲۳- مسئولیت کارکرد صحیح، ایمن و مداوم پلکان برقی و پیاده‌روهای متحرک پس از نصب و راه‌اندازی به عهده که می‌باشد؟

۱) کارفرما ۲) مسئولان بهره‌برداری
۳) شرکت سازنده یا پیمانکار فروشنده ۴) هر سه گزینه صحیح است.

۲۴- در چه صورتی ساختمانی که برای سکونت انسان خطرناک، ناامن، غیربهداشتی و نامناسب بوده و تعمیر آن مقرون به صرفه نباشد، باید دستور تخلیه و تخریب صادر شود؟

۱) به تشخیص بازرس ۲) به تشخیص مسئول نگهداری ساختمان
۳) به تشخیص مسئول نگهداری ساختمان و تأیید بازرس ۴) به تشخیص بازرس و تأیید سازمان نظام مهندسی

۲۵- در کدامیک از ساختمان‌های زیر پریزها باید مجهز به درپوش ایمنی یا پرده محافظ باشند؟

۱) ساختمان‌های اداری ۲) ساختمان‌های مسکونی ۳) ساختمان‌های صنعتی ۴) ساختمان‌های آموزشی

۲۶- تغذیه یک تابلوی نیمه اصلی از تابلوی اصلی توسط کابل تک رشته انجام می‌گیرد. چنانچه هر فاز از این تابلوی نیمه اصلی شامل دو کابل تک‌رشته باشد و آرایش کابل‌ها بر روی سینی از مسیر تابلوی اصلی تا تابلوی نیمه‌اصلی مطابق شکل زیر باشد، کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟ (لازم به توضیح است که مشخصات کابل های تک‌رشته از لحاظ اندازه، نوع، طول و غیره دقیقاً مشابه هم می‌باشد.)



۱) جریان عبوری در تمام کابل‌ها یکسان می‌باشد.
۲) جریان عبوری در کابل‌های L_1 یکسان، در کابل‌های L_2 یکسان و در کابل‌های L_3 نیز یکسان می‌باشد.
۳) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است.
۴) هیچکدام

۲۷- حداقل فاصله تابلوهای فشار متوسط و فشار ضعیف تمام بسته در یک اتاق مشترک چقدر می‌باشد؟

۱) ۱٫۲ متر ۲) ۱٫۵ متر ۳) ۱ متر ۴) ۰٫۸ متر

۲۸- کلید آتش‌نشان در چه مواقعی توسط آتش‌نشان فعال شده و کنترل آسانسور فقط توسط آن (راهبر داخل کابین) صورت می‌گیرد؟

۱) تخلیه افراد مسن ۲) تخلیه افراد معلول
۳) در مواقع وقوع حریق در ساختمان ۴) هر سه گزینه صحیح است.

۲۹- الکترود زمین برای ساختمانی که مشخصات تابلوی کنتوری آن به شرح زیر است چه می‌باشد؟
- کلید ورودی تابلوی کنتوری ۶۳A است.
- تابلوی کنتوری شامل ۹ عدد کنتور تک‌فاز ۳۲ آمپر است.

۱) اتصال زمین اساسی ۲) الکترود زمین ساده حداقل به عمق ۲ متر
۳) الکترود زمین ساده به عمق ۴ متر ۴) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است.

۳۰- کدامیک از گزینه‌های زیر در خصوص کابل تغذیه مدار بلندگوها در سیستم صوتی و اعلام خطر صحیح است؟

۱) باید مقاوم در مقابل حریق باشد ۲) باید دارای نوعی پرده فلزی مانند شیلد یا فویل باشد.
۳) می‌تواند از نوع سیم‌افشان و یا تک‌مفتولی باشد. ۴) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است.

۳۱- حداقل تعداد مدار آژیرهای سیستم اعلام حریق متعارف چقدر می‌باشد؟

۱) دو مدار ۲) یک مدار
۳) سه مدار ۴) بستگی به تعداد زون‌های مرکز متعارف دارد.

پاسخنامه (نظارت) مهرماه ۱۳۹۶

۱- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

مطابق شکل ۱۳-۷-۱-۷-۱:۵ (مبحث ۱۳ ـ صفحه ۸۳)

۲- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۹-۷-۲-۴ (مبحث ۱۳- صفحه ۱۱۱- بخش الف)، کابل‌های پشتیبان اکثراً از نوع فیبرنوری می‌باشند. کابل چند زوج بهم تابیده مسی در صورت پاسخگو بودن به حداکثر طول مجاز می‌تواند بعنوان کابل پشتیبان با در نظر گرفتن شرایط طرح مورد استفاده قرار گیرد.

۳- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

مطابق بند پ۶-۱-۱:۱ و جداول پ ۶-۱-۱ و پ ۶-۱-۱ (مبحث ۱۳- صفحه ۲۰۳، ۲۰۴، ۲۰۵): ۲ درجه حفاظت لوازم و تجهیزات الکتریکی در مقابل نفوذ اجسام و اشیاء خارجی و همچنین آب و رطوبت بصورت *IPXY* نمایش داده می‌شود.

X: درجه حفاظت در برابر نفوذ اجسام و اشیاء خارجی را معین می‌کند که مطابق جدول پ ۶-۱-۱:۱ اگر *X* عدد ۶ باشد غیرقابل نفوذ در برابر گردو غبار است.

Y: درجه حفاظت در برابر نفوذ آب و رطوبت را معین می‌کند. که مطابق جدول پ ۶-۱-۱: ۲ اگر *Y* عدد ۵ باشد حفاظت شده در برابر فوران آب می‌باشد.

۴- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

مطابق بند پ ۵-۱-۷ (مبحث ۱۳ ـ صفحه ۲۰۲)، با توجه به گستردگی استفاده از لامپ‌های تخلیه در گاز و *LED* و مصرف‌کننده‌های غیرخطی مثل *ups* ، *vvvf* راه انداز نرم، منابع تغذیه الکترونیکی و غیره در تأسیسات برقی که موجب ایجاد هارمونیک می‌گردند الزامی است که ولتاژ نامی و کار خازن (بانک خازن) حداقل ۴۴۰ ولت انتخاب گردد.

۵- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۹-۵-۲ (مبحث ۱۳- صفحه ۱۰۶)، مرکز سیستم صوتی با اعلام خطر باید خصوصیاتی از قبیل اولویت دادن به پخش خبرهای خطر و نیز توانایی ارتباط با مرکز سیستم اعلام حریق و نیز سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (*BMS*) را داشته باشد.

۶- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۸-۳-۲ (مبحث ۱۳-تبصره صفحه ۹۶)، هادی فاز در پریزهای تکفاز باید به ترمینال سمت راست پریز وصل شود.

۷- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۵-۶-۳-۱ (مبحث ۱۳- صفحه ۶۷)، در روشنایی ایمنی نباید بیش از ۲۰ نقطه روشنایی از یک مدار تغذیه گردد و نیز کل جریان مدار نباید از ۶۰٪ جریان مجاز کلید حفاظتی (با اعمال ضرایب کاهش باردهی کلید حفاظتی) آن مدار بیشتر باشد.

۸- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

مطابق بند پ ۱-۴-۱۸ (مبحث ۱۳- صفحه ۱۹۶)، کلیه کابل‌های سیستم اعلام حریق باید از نوع مقاوم در مقابل حریق بوده و بر اساس استانداردهای معتبر تولید شده باشد. مشخصات این کابل از نظر سطح مقطع و غیره باید طبق توصیه و یا دستورالعمل سازندگان معتبر سیستم اعلام حریق انتخاب گردد.
همچنین مطابق بند پ ۱-۴-۱-۲ (مبحث ۱۳- صفحه ۱۹۳)، سیستم‌های اعلام حریق دارای دو نوع متعارف و آدرس‌پذیر می‌باشند.

۹- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۱۰-۱-۲ (مبحث ۱۳- تبصره ۱- صفحه ۱۱۹)، از هر مدار روشنایی می‌توان یک یا دو موتور کوچک را، به شرط آنکه مجموع توان آنها از ۱۰۰ وات تجاوز نکند تغذیه کرد.

۱۰- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۹-۷-۲-۴ (مبحث ۱۳- صفحه ۱۱۱)، کابل پشتیبان و یا مسیر اصلی شبکه کامپیوتر جهت ارتباط و اتصال رک‌های فرعی به رک و رک‌های اصلی شبکه مستقر در مرکز کامپیوتر و یا چنانچه ساختمان دارای مرکز داده متعلق به خود باشد بکار می‌رود.

۱۱- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۷-۳-۵ (مبحث ۱۳- تبصره ۱- صفحه ۹۱)، برای جلوگیری از صدمه و یا شکست لوله‌های برق عبوری از محل درز انبساط در سقف و کف ساختمان، لازم است از لوله‌های خرطومی رابط جهت تأمین انعطاف‌پذیری لوله‌ها استفاده شود.

۱۲- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

در صورتی که سوخت موتور دیزل ژنراتور گازوئیل باشد بعلت امکان یخ‌زدگی گازوئیل و یا سیستم خنک‌کننده در زمستان و در مناطق سردسیر لازم است موتور به پیش گرمکن الکتریکی (هیتر) در مخزن سوخت و در مسیر آب خنک‌کننده مجهز شود.

۱۳- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۱۰-۲ (مبحث ۱۳- صفحه ۱۲۱)، آشپزخانه منازل مسکونی و سرویس‌های بهداشتی (توالت و دستشوئی) به غیر از حمام و دوش جزء محیط‌های خشک به حساب می‌آید.

۱۴- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق نشریه ۱۱۰ جلد ۱ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (فصل ۵- تابلوهای برق فشار ضعیف ـ قسمت ۵-۶-۱-۳)، به منظور ایجاد حفاظت در برابر زنگ‌زدگی و فساد تدریجی، تمامی سطوح تابلو بایستی به روش زیر، زیرسازی و رنگ‌آمیزی می‌شود:

۱ـ زیرسازی شامل چربی‌گیری، زنگ‌زدائی، فسفاته‌کاری و یک لایه رنگ آستری

۲ـ رنگ‌آمیزی شامل حداقل دو لایه پوشش رنگ برای شرایط آب و هوایی خشک و سه لایه رنگ برای شرایط آب و هوایی مرطوب

۱۵- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۷-۲-۵-۸ (مبحث ۱۳ صفحه ۸۸)، برای اتصال کابل‌ها به همدیگر و حفاظت محل اتصال در مقابل رطوبت و فشارهای مکانیکی از مفصل استفاده می‌شود.

۱۶- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

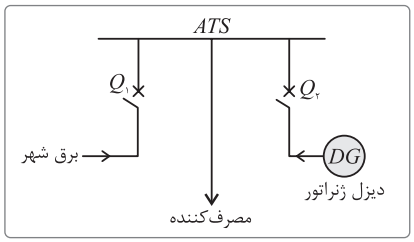
مطابق بند ۱۳-۳-۵ (مبحث ۱۳- صفحه ۳۷)، تأسیسات برقی را باید قبل از شروع بهره‌بردرای و یا پس از هر تغییر عمده در آن مورد کنترل و آزمایش قرار داد.

۱۷- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۸-۳-۳ (مبحث ۱۳- تبصره-۱ صفحه ۹۶)، چنانچه از پریزهای سه فاز دارای یک اتصال اضافی استفاده شود، این اتصال باید منحصراً برای وصل به هادی حفاظتی اختصاص داده شود.

۱۸- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۵-۵-۵ (مبحث ۱۳- صفحه ۶۲)، برای تغییر اتصال مصرف‌کننده از برق شهر به ژنراتور و بالعکس از یک تابلو و یا کلید تبدیل اتوماتیک (ATS) استفاده می‌شود. دیاگرام تک خطی ATS مطابق شکل مقابل است. کلیدهای Q_1 و Q_2 می‌تواند از نوع کلید اتوماتیک با مکانیزم موتوری و یا کنتاکتور باشد.



۱۹- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۷-۳-۴ (مبحث ۱۳- صفحه ۹۰)، لوله‌ها باید در هنگام نصب خالی باشند و سیم‌ها و یا کابل‌ها پس از تکمیل و پایان لوله‌کشی (اتمام نازک‌کاری) به داخل آن هدایت شوند. این کار بدین دلیل است که از سالم بودن لوله‌ها اطمینان حاصل شود تا تعویض سیم‌ها و کابل‌ها در آینده امکان‌پذیر باشد.

۲۰- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۵-۳-۳-۱ (مبحث ۱۳ - بخش ث صفحه ۵۳)، برای ترانسفورماتورهای خشک باید از یک محفظه حفاظتی مناسب جهت کاهش خطرات برق‌گرفتگی استفاده شود.

۲۱- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۵-۳-۳-۲ (مبحث ۱۳- بخش پ صفحه ۵۴)، در صورت امکان جبهه مشرف به فضای آزاد اتاق ترانسفورماتور باید در جهتی انتخاب شود که تابش آفتاب به آن حداقل باشد (رو به شمال).

با توجه به پلان مسئله، جبهه مشرف به فضای آزاد اتاق A رو به شمال است.

۲۲- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۷-۳-۳ (مبحث ۱۳- صفحه ۹۰)، اندازه لوله‌ها با توجه به قطر داخلی آنها باید با احتساب تعداد سیم‌ها، قطر آنها، طول لوله و تعداد خم‌های موجود در آن به نحوی انتخاب شود که انجام سیم‌کشی بدون مصرف نیروی بیش از حد امکان‌پذیر باشد و در عایق‌بندی سیم‌ها سائیدگی یا پارگی ایجا نشود.

۲۳- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۵-۳-۷-۲ (مبحث ۱۵- صفحه ۴۹)، مسئولیت کارکرد صحیح، ایمن و مداوم پلکان برقی و پیاده‌روهای متحرک پس از نصب و راه‌اندازی به عهده شرکت سازنده یا پیمانکار فروشنده، آن می‌باشد ولی مهندسان یا مسئولان بهره‌برداری یا کارفرما باید طبق مفاد این مقررات (مبحث ۱۵) و سایر موارد ایمنی و فنی مندرج در مشخصات فروشنده پلکان برقی و پیاده‌روها متحرک را تحویل بگیرند و در این زمینه مسئولیت دارند.

۲۴- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۲۲-۲-۱۳-۸ (مبحث ۲۲- صفحه ۱۶)، در صورت تشخیص مسئول نگهداری ساختمان و به تأیید بازرس، هر ساختمانی که برای سکونت انسان خطرناک، ناایمن، غیربهداشتی و نامناسب بوده و تعمیر آن مقرون به صرفه نباشد، باید دستور تخلیه و تخریب توسط بازرسی صادر و به اطلاع مالک (یا مالکین) یا ساکنین و بهره‌برداران ساختمان برسد.

۲۵- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۱۰-۱-۱۱ (مبحث ۱۳- صفحه ۱۲۱)، در ساختمان‌های مسکونی برای جلوگیری از خطرات برق‌گرفتگی کودکان باید پریزها مجهز به درپوش ایمنی یا پرده محافظ باشد.

۲۶- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۷-۱-۷ و شکل ۱۳-۷-۱-۷-۱:۱ (مبحث ۱۳- صفحات ۸۱ و ۸۲)، آرایش نصب کابل‌های تک‌رشته بایستی بگونه‌ای باشد که تعادل بین بارهای هر کابل تک رشته برقرار شود. آرایش نصب کابل تک رشته بایستی بصورت استاندارد زیر باشد، تا جریان عبوری از هر کابل یکسان شود. در این سؤال آرایش کابل‌ها استاندارد نبوده و بنابراین جریان عبوری از آنها نیز یکسان نمی‌باشد.



۲۷- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۵-۳-۴-۲ (مبحث ۱۳- صفحه ۵۷- قسمت الف)، در اتاق تابلوهای برق فشار متوسط و فشار ضعیف یا اتاق مشترک برق فشار متوسط و فشار ضعیف، فاصله تابلوهای تمام بسته برق فشار متوسط و فشار ضعیف از هم نباید از ۱/۵ متر کمتر باشد.

۲۸- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۵-۱-۲ (مبحث ۱۵- صفحه ۷)، کلید آتش‌نشان کلیدی است که در مواقع ضروری از جمله تخلیه افراد مسن، معلول و غیره توسط آتش‌نشان فعال شده و کنترل آسانسور فقط توسط آن (راهبر داخل کابین) صورت می‌گیرد.

۲۹-گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۵-۴-۱ (مبحث ۱۳- قسمت ب ـ صفحه ۵۹)، برای مشترکان با کنتور برق از ۳۲ آمپر بالاتر تا ۷۵ آمپر سه فاز یا مجموعه‌های دارای چندین مشترک که کنتورهای آن‌ها در یک نقطه متمرکز باشد و جمع جریان‌های نامی کنتورهای هر فاز با اعمال ضریب همزمانی، از ۷۵ آمپر تجاوز نکند. از یک الکترود زمین ساده به عمق ۴ متر یا دو الکترود زمین ساده به عمق ۲ متر و حداقل فاصله ۴ متر از یکدیگر در زمین بکر استفاده شود.
در این سؤال ۹ کنتور تک فاز ۳۲ آمپر در یک تابلو کنتور قرار دارد بنابراین حداکثر جریان هر فاز ۹۶=۳×۳۲ آمپر خواهد بود ولی چون کلید اصلی ۶۳ آمپر است (ضریب همزمانی نیز لحاظ شده است $D_f = \frac{۶۳}{۹۶} = ۰/۶۶$) حداکثر جریان عبوری ۶۳ آمپر در نظر گرفته می‌شود و با توجه به مقررات یک اتصال زمین ساده به عمق ۴ متر در نظر گرفته می‌شود.

۳۰- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۹-۵-۴ (مبحث ۱۳ صفحات ۱۰۶)، در صورت استفاده از لوله پلاستیکی کابل تغذیه مدار بلندگوها باید دارای نوعی پرده فلزی مانند شیلد یا فویل باشد.
همچنین مطابق بند ۱۳-۹-۵-۷ (مبحث ۱۳ صفحات ۱۰۷)، کابل تغذیه مدار بلندگوها در سیستم صوتی و اعلام خطر از نوع متعارف و یا تحت *IP* باید از نوع مقاوم در مقابل حریق باشد.

آزمون ورود به حرفه مهندسان (تأسیسات برقی)

سؤالات (طراحی) مهرماه ۱۳۹۶

۱) ساختمانی مسکونی با مشخصات طبقه همکف، ۸ طبقه مسکونی بالای همکف و دو طبقه زیر زمین مفروض است، کدامیک از گزینه‌های زیر در خصوص آسانسورهای این ساختمان مسکونی صحیح است؟ (ارتفاع کف به کف طبقات ۳٫۵ متر می‌باشد).

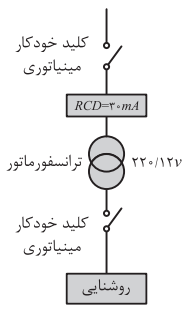
۱) ساختمان باید دارای یک دستگاه آسانسور با قابلیت حمل صندلی چرخدار باشد.

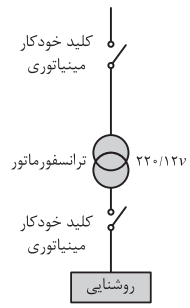
۲) ساختمان باید دارای یک دستگاه آسانسور برانکاردبر باشد.

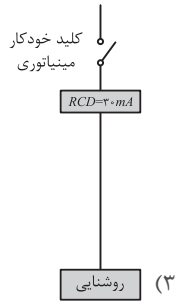
۳) ساختمان باید دارای دو دستگاه آسانسور که حداقل یک دستگاه آن برانکاردبر باشد.

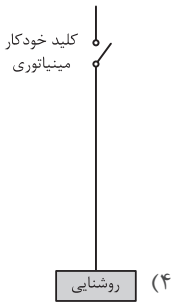
۴) ساختمان باید دارای حداقل دو دستگاه آسانسور که حداقل یک دستگاه آن قابلیت حمل صندلی چرخدار باشد.

۲- کدامیک از گزینه‌های زیر مناسب‌ترین مدار تغذیه روشنایی سونای خشک می‌باشد؟

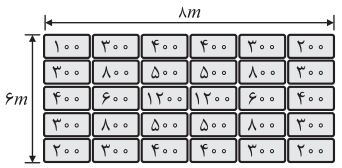
۱)


۲)


۳)


۴)


ـ مسئله: شدت روشنایی پیشنهادی یک کلاس درس (ردیف پ ۲-۵-۴-۱، جدول پ ۲-۵ مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان) ۵۰۰ لوکس می‌باشد. شدت روشنایی نقطه‌ای برحسب لوکس این کلاس درس بر حسب لوکس به ابعاد ۶×۸ متر مربع مطابق جدول مقابل می‌باشد: به سؤالات ۳ و ۴ پاسخ دهید.



۳- شدت روشنایی متوسط کلاس درس چند لوکس می‌باشد؟

۱) ۴۸۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۱۲۰۰ ۴) ۵۲۰

۴- کدامیک از گزینه‌های زیر در خصوص روشنایی این کلاس صحیح است؟

۱) یکنواختی روشنایی کلاس درس مناسب نمی‌باشد.

۲) یکنواختی روشنایی کلاس درس مناسب می‌باشد.

۳) یکنواختی روشنایی کلاس درس با توجه به نوع چراغ استفاده شده تعیین و مشخص می‌گردد.

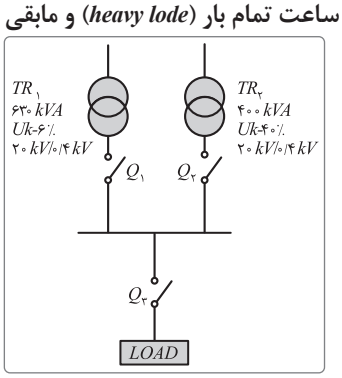
۴) داده‌ها برای حل مسئله کافی نیست.

۵- کدامیک از کلیدهای زیر به عنوان حفاظت موتور در برابر اتصال کوتاه می‌باشد.

۱) *MPCB* ـ کلید حفاظت موتوری ۲) *MCB* ـ کلید خودکار مینیاتوری

۳) *MCCB* ـ کلید خودکار (اتوماتیک) ۴) هر سه گزینه صحیح است.

ـ مسئله : سیستم توزیعی همانند شکل زیر مفروض است. شرایط محیطی ۴۰ درجه سانتی گراد، بار ۸ ساعت تمام بار (*heavy lode*) و مابقی ساعات شبانه روز ۷۰٪ ظرفیت کل (*light Load*) در نظر گرفته می‌شود. ضریب توان ۰٫۸ فرض شود.



ضریب کاهش قدرت ترانسفورماتور		
Light Load	Heavy Load	درجه‌سانتیگراد
۵۷	۸۸	۴۰

به سؤالات ۶ تا ۱۰ پاسخ دهید.

۶- حداکثر بار مصرفی که می‌توان نصب کرد چقدر می‌باشد؟

۱) ۵۳۴ کیلووات ۲) ۵۷۷ کیلووات ۳) ۶۷۰ کیلووات ۴) ۶۵۶ کیلووات

۷- حداقل آمپراژ کلیدهای Q_1, Q_2, Q_3 تحت شرایط این مسئله برابر است با:

۱) $Q_3 = ۱۲۵۰A$ و $Q_1 = Q_2 = ۶۳۰A$ ۲) $Q_3 = ۱۶۰۰A$ و $Q_2 = ۱۰۰۰A$ و $Q_1 = ۶۳۰A$

۳) $Q_3 = ۱۰۰۰A$ و $Q_1 = Q_2 = ۶۳۰A$ ۴) $Q_3 = ۱۰۰۰A$ و $Q_2 = ۸۰۰A$ و $Q_1 = ۶۳۰A$

۸- حداقل قدرت قطع کلید Q_3 برابر است با:

نرم قدرت قطع کلیدها عبارت است: $16kA, 25kA, 36kA, 50kA$

۱) $50kA$ ۲) $25kA$ ۳) $36kA$ ۴) $16kA$

۹- چنانچه بار از طریق یک *UPS* با مشخصات زیر تغذیه گردد، ماکزیمم توان نصب شده چقدر می‌باشد؟

جریان مورد نیاز جهت شارژ باطری‌های *UPS* معادل ۱۲/۵ درصد جریان نامی *UPS* می‌باشد. مدت زمان شارژ کامل باطری‌های *UPS* به هنگام شارژ کامل ۸ ساعت می‌باشد ضریب توان *UPS* را ۰/۸ فرض کنید.

۱) ۴۶۷ کیلووات ۲) ۵۰۵ کیلووات

۳) ۵۴۷ کیلووات ۴) ماکزیمم نصب شده تغییر نمی‌کند.

۱۰- چنانچه بار محاسبه شده در مسئله (بدون استفاده از *UPS*) را بخواهیم فقط از طریق یک ترانسفورماتور تغذیه نمائیم، ظرفیت ترانسفورماتور برابر است با:

۱) $800kVA$ ۲) $1000kVA$ ۳) $630kVA$ ۴) $500kVA$

۱۱- حداکثر تعداد چراغ‌های مربوط به روشنایی ایمنی در یک مدار با مشخصات زیر چقدر می‌باشد؟

- حفاظت تغذیه مدار روشنایی ایمنی کلید مینیاتوری $10A$

- ضریب کاهش باردهی کلیدهای مینیاتوری تابلو ۰/۶

- آمپر مصرفی هر چراغ مربوط به روشنایی ایمنی $0/21A$

۱) ۲۰ عدد ۲) ۱۷ عدد ۳) ۱۲ عدد ۴) ۱۵ عدد

۱۲- در مسئله قبل چنانچه ضریب کاهش باردهی کلید مینیاتوری تابلو ۰/۸ باشد، حداکثر تعداد چراغ‌های مربوط به سیستم روشنایی ایمنی در یک مدار چقدر می‌باشد؟

۱) ۱۲ عدد ۲) ۱۷ عدد ۳) ۲۰ عدد ۴) ۲۲ عدد

۱۳- در مشخصات کلیدهای خودکار (اتوماتیک) دو جریان I_{CU} و I_{CS} به شرح زیر تعریف می‌گردند:

I_{CU}= جریان اتصال کوتاهی که کلید تنها یک بار بدون آنکه آسیبی ببیند قادر به قطع آن می‌باشد و برای دفعات بعدی نیاز به تعمیر، سرویس یا تعویض دارد.

I_{CS}= جریان اتصال کوتاهی که کلید به دفعات قادر به قطع آن می‌باشد، بدون آنکه آسیبی ببیند و یا نیاز به تعمیر، سرویس یا تعویض پیدا کند.

با توجه به تعاریف ذکر شده مناسب‌ترین کلید خودکار (اتوماتیک) در ورودی یک تابلوی برق سه‌فاز با جریان مصرفی ۱۳۰ آمپر و با سطح اتصال کوتاه در خروجی تابلو به مقدار $30kA$ چه می‌باشد؟

۱) کلید خودکار اتوماتیک $160A$ ($I_{cu} = 36kA, I_{cu} = 25kA$)

۲) کلید خودکار اتوماتیک $160A$ ($I_{cu} = 36kA, I_{cu} = 36kA$)

۳) کلید خودکار اتوماتیک $250A$ ($I_{cu} = 50kA, I_{cu} = 36kA$)

۴) کلید خودکار اتوماتیک $250A$ ($I_{cu} = 36kA, I_{cu} = 25kA$)

۱۴- کدامیک از گزینه‌های زیر در خصوص اتاق‌های ترانسفورماتورهای فشار متوسط، تابلوهای فشار متوسط، مولد نیروی برق اضطراری، برق بدون وقفه مرکزی و تابلوهای برق فشار ضعیف اصلی ساختمان‌های ویژه حیاتی و بسیار زیاد حساس براساس مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان صحیح است؟

۱) توصیه می‌شود این فضاها مستقل و مجزا از هم در نظر گرفته شوند.

۲) باید این فضاها مستقل و مجزا از هم در نظر گرفته شوند.

۳) باید برای ترانسفورماتورهای فشار متوسط و تابلوهای فشار متوسط یک اتاق، برای مولد نیروی اضطراری یک اتاق و برای برق بدون وقفه و تابلوهای برق فشار ضعیف اصلی یک اتاق در نظر گرفته شود.

۴) محدودیتی در این خصوص وجود ندارد.

۱۵- کدامیک از گزینه‌های زیر در خصوص مکان استقرار مخزن سوخت ذخیره اصلی مولدهای برق اضطراری صحیح است؟

۱) مکان مخزن سوخت ذخیره اصلی باید به اندازه کافی دور از دیزل ژنراتور و تا حد امکان به صورت مدفون نصب گردد.
۲) ذخیره‌سازی مخزن سوخت باید برای سه روز طراحی شده باشد.
۳) چنانچه مخزن سوخت در مجاورت دیزل ژنراتور باشد، باید در فضای محافظت شده و مقاوم در برابر انفجار قرار گیرد.
۴) هر سه گزینه صحیح است

۱۶- مقدار بار مصرفی یک ساختمان ویژه حیاتی و بسیار زیاد حساس ۲۰۰۰ کیلووات می‌باشد. در صورت امکان و تأمین شرایط، تعداد و ظرفیت ترانسفورماتورهای این ساختمان چقدر می‌باشد؟

- ضریب توان ۰/۸
- شرایط محیطی ۴۰ درجه سانتی گراد
- بار مصرفی در ۸ ساعت از شبانه‌روز تمام بار (*heavy load*) و مابقی ساعات شبانه روز ۵۰٪ ظرفیت کل (*Light Load*) می‌باشد.

ضریب کاهش قدرت ترانسفورماتور		
Light Load	*Heavy Load*	درجه‌سانتیگراد
۵۷	۸۸	۴۰

۱) چهار دستگاه ترانسفورماتور به ظرفیت هر دستگاه $1600kVA$
۲) چهار دستگاه ترانسفورماتور به ظرفیت هر دستگاه $1250kVA$
۳) دو دستگاه ترانسفورماتور به ظرفیت هر دستگاه $1600kVA$
۴) دو دستگاه ترانسفورماتور به ظرفیت هر دستگاه $1250kVA$

۱۷- مناسب‌ترین نوع لامپ برای روشنایی یک سالن ورزشی والیبال با ۲۰۰۰ نفر تماشاگر چه می‌باشد؟

۱) بخار جیوه ۲) متال هالید ۳) متال هالید + هالوژن مدادی ۴) بخار سدیم

۱۸- ماکزیمم ظرفیت یک *UPS* تغذیه شده از یک فیدر ۲۵۰ آمپری سه فاز ۴۰۰ ولتی با مشخصات زیر چه می‌باشد؟

جریان مورد نیاز جهت شارژ باطری‌های *UPS* معادل ۱۵ درصد جریان نامی *UPS* و ضریب توان *UPS* معادل ۰/۹ می‌باشد.

نرم *UPS*ها: $60kVA$ و $80kVA$ و $100kVA$ و $120kVA$ و $160kVA$

۱) $160kVA$ ۲) $120kVA$ ۳) $100kVA$ ۴) $80kVA$

۱۹- یک تابلوی برق با حفاظت ورودی ۲۵ آمپر سه فاز شامل مدارهای خروجی برای سیستم‌های روشنایی، پریزهای برق و فن‌کویل‌ها مفروض است. کدامیک از گزینه‌های زیر در خصوص حداکثر مجاز زمان قطع در صورت بروز اتصال کوتاه بین یک هادی فاز و بدنه یا هادی حفاظتی برای مدارهای خروجی صحیح است؟

۱) برای تمام مدارهای خروجی ۰/۴ ثانیه
۲) برای تمامی پریزهای برق ۰/۴ ثانیه و برای مدارهای روشنایی و فن‌کویل‌ها ۵ ثانیه
۳) برای تمامی مدارهای خروجی ۵ ثانیه
۴) برای مدارهای روشنایی و پریزهای برق ۰/۴ ثانیه و برای مدار فن‌کویل‌ها ۵ ثانیه

۲۰- یک ساختمان مسکونی با متراژ ۸۰۰ متر مربع واقع در شهر تبریز از نظر میزان صرفه جویی در مصرف انرژی جز کدامیک از گروه‌بندی‌های ساختمان‌هامی‌باشد؟

۱) ساختمان‌های ملزم به صرفه‌جویی کم در مصرف انرژی ۲) ساختمان‌های ملزم به صرفه‌جویی متوسط در مصرف انرژی
۳) ساختمان‌های ملزم به صرفه‌جویی زیاد در مصرف انرژی ۴) ساختمان‌های بدون نیاز به صرفه‌جویی در مصرف انرژی

۲۱- کدامیک از گزینه‌های زیر در خصوص اجرای کابل‌های شبکه توزیع نیرو با کابل‌های شبکه کامپیوتری با حفاظ فلزی (شیلد) در طول مسیر مشترک بدون جداکننده فلزی صحیح است؟

۱) اجرای این دو کابل در طول مسیر مشترک بدون جداکننده فلزی بطور کلی ممنوع است.
۲) چنانچه طول مسیر مشترک حداکثر ۳۵ متر باشد، اجرای این دو کابل فقط در طول مسیر مشترک ۱۵ متر آخر بدون جداکننده فلزی بلامانع می‌باشد.
۳) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است.
۴) محدودیتی در این خصوص وجود ندارد.

۲۲- قسمتی از مصارف اضطراری ساختمانی به شرح زیر است:

(پمپ‌های آب آتش‌نشانی - آسانسور دسترسی آتش‌نشان - پمپ‌های آب‌رسانی - سیستم گرمایش) برای تغذیه کدامیک از مصارف اشاره شده می‌توان از ژنراتور گازی استفاده کرد؟

۱) پمپ‌های آتش‌نشانی ـ آسانسور دسترسی آتش‌نشان
۲) پمپ‌های آب‌رسانی ـ سیستم گرمایش ـ آسانسور دسترسی آتش‌نشان
۳) پمپ‌های آب‌رسانی ـ سیستم گرمایش
۴) پمپ‌های آتش‌نشانی ـ آسانسور دسترسی آتش‌نشان ـ پمپ‌های آب‌رسانی ـ سیستم گرمایش

آزمون ورود به حرفه مهندسان (تأسیسات برقی)

پاسخنامه (طراحی) مهرماه ۱۳۹۶

تشریح کامل سؤالات آزمون

۱- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۵-۲-۱-۳ (مبحث ۱۵- صفحه ۹) در ساختمان‌های ۸ طبقه یا ساختمان‌های با طول مسیر حرکت ۲۸ متر و بیشتر از کف ورودی اصلی باید حداقل دو دستگاه آسانسور پیش‌بینی گردد. در این سؤال ساختمان دارای ۸ طبقه روی همکف است و همچنین طول مسیر حرکت نیز ۲۸=۳/۵×۸ متر می‌باشد. بنابراین تعبیه حداقل دو دستگاه آسانسور الزامی است.

همچنین مطابق بند ۱۵-۲-۱-۴ (مبحث ۱۵- صفحه ۹) در کلیه ساختمان‌های با طول مسیر حرکت بیش از ۲۱ متر از کف ورودی اصلی لازم است حداقل یک دستگاه آسانسور مناسب حمل بیمار (برانکارد بر) تعبیه شود.

۲- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۱۰-۶-۱ (مبحث ۱۳- بخش‌های الف و پ ـ صفحات ۱۳۳ و ۱۳۴) استفاده از منابع تغذیه *SELV* و *PELV* (به غیر از گرمکن برقی) برای کلیه تأسیسات برق سونای خشک و مدارهای کنترل و فرمان آن الزامی است. همچنین مطابق بخش پ (صفحه ۱۳۴) به عنوان حفاظت اضافی علاوه بر سایر حفاظت‌ها، کلیه تأسیسات برق (۲۳۰ ولت *Ac*) سونا به غیر از مدار تغذیه‌کننده گرم‌کن برقی باید از کلید حفاظتی جریان باقیمانده (*RCD*) با جریان عامل ۳۰ میلی‌آمپر استفاده شود.

۳- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

برای محاسبه شدت روشنایی متوسط بایستی جمع جبری شدت‌های روشنایی نقطه‌ای را بر تعداد نقاط روشنایی تقسیم کنیم:

$$E_{av}=\frac{\sum E}{n}\Rightarrow E_{av}=\frac{۲۰۰\times۴+۳۰۰\times۸+۴۰۰\times۶+۶۰۰\times۲+۸۰۰\times۴+۵۰۰\times۴+۱۲۰۰\times۲}{۳۰}\Rightarrow E_{av}=\frac{۱۴۴۰۰}{۳۰}=۴۸۰Lvx$$

۴- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

مطابق بند پ ۲-۲ (مبحث ۱۳ ـ صفحه ۱۷۵) ضریب یکنواختی در جداول شدت روشنایی استاندارد نسبت مقدار شدت روشنایی حداقل به پیشنهادی می‌باشد

مطابق جدول پ ۲-۵ (مبحث ۱۳ ـ صفحه ۱۷۹) حداقل شدت روشنایی کلاس درس ۲۰۰ و پیشنهادی ۵۰۰ لوکس می‌باشد. بنابراین:

$$\text{حداقل ضریب یکنواختی}=\frac{E_{min}}{E_{av}}=\frac{۲۰۰}{۵۰۰}=۰/۴$$

در این سؤال ضریب یکنواختی برابر است با:

$$\text{ضریب یکنواختی سؤال}=\frac{E_{min}}{E_{av}}=\frac{۲۰۰}{۴۸۰}=۰/۴۱۶$$

با توجه به اینکه ضریب یکنواختی سوال (۰/۴۱۶) بیش از حداقل ضریب یکنواختی (۰/۴) است.
بنابراین یکنواختی روشنایی کلاس درس مناسب می‌باشد.

۵- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق بندهای ۱۳-۶-۲-۲ و ۱۳-۶-۲-۳ (مبحث ۱۳ـ صفحات ۷۵ و ۷۶) از کلیدهای خودکار مینیاتوری (*MCB*) و کلیدهای اتوماتیک (*MCCB*) می‌توان برای حفاظت دستگاه‌ها (مثل الکتروموتور) در مقابل جریان‌های اتصال کوتاه استفاده کرد.
همچنین از کلید حرارتی مغناطیسی (*MPCB* ـ کلید حفاظت موتوری) نیز می‌توان بعنوان حفاظت اتصال کوتاه استفاده کرد.

$$MCB \Rightarrow Miniator\ Circuit\ Breaker$$

$$MCCB \Rightarrow Molded\ Case\ Circuit\ Breaker$$

$$MPCB \Rightarrow Motor\ Protection\ Circuit\ Breaker$$

اینگونه تجهیزات مجهز به رله مغناطیسی می‌باشند که در مقابل وقوع اتصال کوتاه عمل کرده و دستگاه را محافظت می‌کند.

۶- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

برای تعیین حداکثر بار متصله به دو دستگاه ترانسفورماتور موازی ابتدا بار مشترک با فرض استفاده از حداکثر ظرفیت هر ترانسفورماتور را محاسبه می‌کنیم:

$$Z_{T۱}=\frac{٪U_K.U_۲^۲}{S_{T۱}}\times ۱۰=\frac{۶\times ۰/۴^۲}{۶۳۰}\times ۱۰=۰/۰۱۵۲\Omega$$

$$Z_{T۲}=\frac{٪U_K.U_۲^۲}{S_{T۲}}\times ۱۰=\frac{۴\times ۰/۴^۲}{۴۰۰}\times ۱۰=۰/۰۱۶\Omega$$

سهم ترانس ۱ از بار مشترک (بار سنگین) $\Rightarrow S\times\frac{Z_{T۲}}{Z_{T۱}+Z_{T۲}}=۶۳۰\times ۰/۸۸\Rightarrow S=۱۰۸۱KVA\Rightarrow P=S\times cos\ p=۱۰۸۱\times ۰/۸=۸۶۴KW$

سهم ترانس ۲ از بار مشترک (بار سنگین) $\Rightarrow S\times\frac{Z_{T۱}}{Z_{T۱}+Z_{T۲}}=۴۰۰\times ۰/۸۸\Rightarrow S=۷۲۲/۵KVA\Rightarrow P=S\times cos\ p=۷۲۲/۵\times ۰/۸=۵۷۸KW$

سهم ترانس ۱ از بار مشترک (بار سبک) $\Rightarrow S\times ۰/۷\times\frac{Z_{T۲}}{Z_{T۱}+Z_{T۲}}=۶۳۰\times ۰/۵۷\Rightarrow S=۱۰۰۰/۳۵KVA\Rightarrow P=S\times cos p=۱۰۰۰/۳۵\times ۰/۸=۸۰۰/۲۸KW$

سهم ترانس ۲ از بار مشترک (بار سبک) $\Rightarrow S\times ۰/۷\times\frac{Z_{T۱}}{Z_{T۱}+Z_{T۲}}=۴۰۰\times ۰/۵۷\Rightarrow S=۶۶۸/۵۷KVA\Rightarrow P=S\times cos\ p=۶۶۸/۵۷\times ۰/۸=۵۳۴KW$

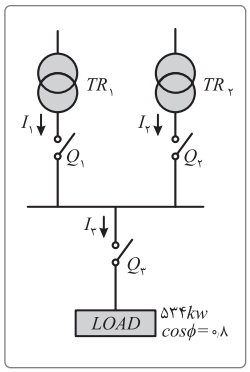
از اعداد بدست آمده کمترین مقدار $۵۳۴KW$ انتخاب می‌گردد.

با توجه به اینکه بار مشترک باید بگونه‌ای باشد که روی هر ترانس بیش از ظرفیت نامی آن باری تحمیل نشود بنابراین حداکثر بار $۵۳۴KW$ خواهد بود

۷- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

با توجه به حل سوال ۶ جریان عبوری از هر قسمت سیستم توزیع برابر است با:

سهم ترانس ۱ از بار مشترک $=۵۳۴\times\frac{Z_{T۲}}{Z_{T۲}+Z_۲}=۲۷۴kw$



$$I_۱=\frac{P_{T۱}}{\sqrt{۳}\times U\times Cos\ \varphi}=\frac{۲۷۴\times ۱۰^۳}{\sqrt{۳}\times ۴۰۰\times ۰/۸}=۴۹۴A\Rightarrow Q_۱=۶۳۰A$$

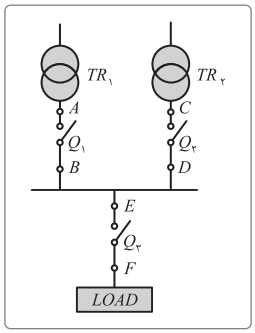
سهم ترانس ۲ از بار مشترک $=۵۳۴-۲۷۴=۲۶۰kw$

$$I_۲=\frac{P_{T۲}}{\sqrt{۳}\times U\times Cos\ \varphi}=\frac{۲۶۰\times ۱۰^۳}{\sqrt{۳}\times ۴۰۰\times ۰/۸}\Rightarrow I_۲=۴۶۹A\Rightarrow Q_۲=۶۳۰۷A$$

$$I_۳=\frac{P}{\sqrt{۳}\times U\times cos\ \varphi}=\frac{۵۳۴\times ۱۰^۳}{\sqrt{۳}\times ۴۰۰\times ۰/۸}=۹۶۳A\Rightarrow Q_۳=۱۰۰۰A$$

۸- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

حداقل جریان اتصال کوتاه عبوری از هر کلید به محل وقوع اتصال کوتاه بستگی دارد.



$$A\rightarrow I_{sc}=\frac{I_{nTR_۲}}{٪UKTR_۲}=\frac{\frac{۴۰۰\times ۱۰^۳}{\sqrt{۳}\times ۴۰۰}}{۰/۰۴}=۱۴/۴۳KA$$

$$B\rightarrow I_{sc}=\frac{I_{nTR_۱}}{٪UKTR_۱}=\frac{\frac{۶۳۰\times ۱۰^۳}{\sqrt{۳}\times ۴۰۰}}{۰/۰۶}=۱۵/۱۵KA$$

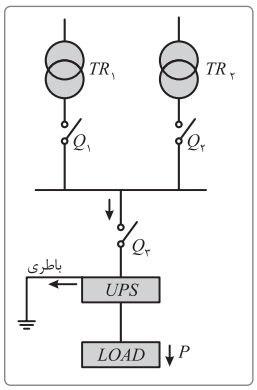
$$C\rightarrow I_{sc}=\frac{I_{nTR_۱}}{٪UKTR_۱}=\frac{\frac{۶۳۰\times ۱۰^۳}{\sqrt{۳}\times ۴۰۰}}{۰/۰۶}=۱۵/۱۵KA$$

$$D\rightarrow I_{sc}=\frac{I_{nTR_۲}}{٪UKTR_۲}=\frac{\frac{۴۰۰\times ۱۰^۳}{\sqrt{۳}\times ۴۰۰}}{۰/۰۴}=۱۴/۴۳KA$$

$$E=F\rightarrow I_{sc}=I_{scTR_۱}+I_{scTR_۲}\Rightarrow ۱۵/۱۵+۱۴/۴۳=۲۹/۵۸KA$$

بنابراین جریان اتصال کوتاه عبوری از کلید $Q_۳$ برابر ۲۹/۵۸ کیلوآمپر بوده و نزدیکترین قدرت قطع استاندارد کلید ($۳۶KA$) انتخاب می‌شود.

۹- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.



باتوجه به پاسخ سوال ۶ حداکثر بار مصرفی ۵۳۴ کیلو وات است وقتی بار از طریق *UPS* تغذیه می‌شود جریان شارژ باطری‌های *UPS* در مدت ۸ ساعت بایستی از طریق ترانسفورماتورها تأمین گردد.

$$P=۵۳۴\times(۱-۰/۱۲۵)=۴۶۷Kw$$

۱۰- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

$$\text{بار سبک}\quad S=\frac{P\times ۰/۷/\cos\varphi}{K_T}=\frac{۵۳۴\times ۰/۷}{۰/۵۷\times ۰/۸}=۸۱۹KVA$$

$$\text{بار سنگین}\quad S=\frac{P/\cos\varphi}{K_T}=\frac{۵۳۴}{۰/۸۸\times ۰/۸}=۷۵۸/۵KVA$$

عدد بزرگتر انتخاب و ترانسفورماتور استاندارد تعیین می‌شود.

$$S=۸۱۹KVA\rightarrow S_T=۱۰۰۰KVA$$

۱۱- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۵-۶-۳-۱ (مبحث ۱۳- صفحه ۶۷) در روشنایی ایمنی نباید بیش از ۲۰ نقطه روشنایی از یک مدار تغذیه گردد و نیز کل جریان مدار نباید از ۶۰ درصد جریان مجاز کلید حفاظتی (با اعمال ضرایب کاهش بار دهی کلید حفاظتی) آن مدار بیشتر باشد.

در این سوال حداکثر جریان مجاز عبوری از کلیه حفاظتی مدار و حداکثر تعداد چراغ ایمنی متصله به مدار برابر است با:

$$n=\frac{I_n\times K_۱\times K_۲}{I_L}=\frac{۱۰\times ۰/۶\times ۰/۶}{۰/۲۱}=۱۷$$

۱۲- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

$$n=\frac{I_n\times K_۱\times K_۲}{I_L}=\frac{۱۰\times ۰/۸\times ۰/۶}{۰/۲۱}=۲۲/۹$$

از آنجایی که مطابق مقررات تعداد چراغ‌ها نبایستی در هر حالت از ۲۰ عدد تجاوز کند بنابراین حداکثر تعداد چراغ ۲۰ عدد خواهد بود.

۱۳- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

از آنجایی که جریان مصرفی ۱۳۰ آمپر است جریان نامی کلید باید نزدیک جریان مصرف باشد بنابراین کلید با جریان نامی I_n=۱۶۰A انتخاب می‌شود.

در خصوص قدرت تحمل جریان اتصال کوتاه، با توجه به وجود جریان اتصالی به میزان ۳۰ کیلوآمپر، کلید بایستی توانایی تحمل و قطع آن را داشته باشد. نزدیکترین قدرت قطع استاندارد $I_{cu}=۳۶KA$ انتخاب می‌شود.

جریان I_{CS} درصدی از جریان I_{CU} می‌باشد. و بایستی حداقل برابر جریان اتصال کوتاه (۳۰KA) باشد.

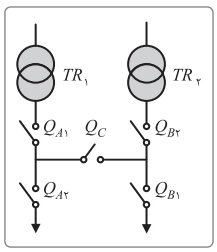
۱۴- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۵-۳-۴-۴ (مبحث ۱۳ تبصره ـ صفحه ۵۸) توصیه می‌شود که در ساختمان‌های ویژه حیاتی و بسیار زیاد حساس اتاق‌ها و فضاهای ترانسفورماتورهای فشار متوسط، تابلوهای فشار متوسط، مولد نیروی برق اضطراری، برق بدون وقفه مرکزی یا منطقه‌ای، تابلوهای برق فشار ضعیف اصلی سیستم‌های مذکور مستقر در داخل ساختمان، یا خارج از آن، مستقل و مجزا از هم در نظر گرفته شود.

۱۵- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۲۱-۷-۳-۳-۳ (مبحث ۲۱ـ صفحه ۱۰۴) مخزن سوخت ذخیره باید به اندازه کافی دور از دیزل ژنراتور و تا حدامکان بصورت مدفون تعبیه شده باشد. در غیر اینصورت مخزن سوخت ذخیره باید در فضای محافظت شده و مقاوم در برابر انفجار قرار گیرد. ظرفیت مخزن ذخیره باید برای ذخیره‌سازی مصرف سوخت برای سه روز طراحی شده باشد و مخزن سوخت روزانه دیزل ژنراتور دارای ظرفیت سوخت مورد نیاز برای حداقل ۴ ساعت کار با ظرفیت نامی باشد.

۱۶- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.



مطابق بند ۱۳-۵-۳-۱ (مبحث ۱۳- تبصره ـ صفحات ۴۳ و ۴۴) توصیه می‌شود که در ساختمان‌های ویژه حیاتی و بسیار زیاد حساس در صورت امکان و تأمین شرایط، ترانسفورماتورهای فشار متوسط پست برق با ۵۰٪ بار تقاضا (دیماند) خود در مدار تغذیه قرار گیرند تا در صورت از مدار خارج شدن یکی از ترانسفورماتورها در یک گروه دوتائی، ترانسفورماتور دیگر بتوانید بصورت تمام بار، تابلوهای اصلی فشار ضعیف هر دو ترانسفورماتور را که از طریق یک کلید کوپلاژ با فرمان اتوماتیک بهم متصل‌اند تغذیه نماید.

$$S_{TR}=\frac{P_{۲/\cos\varphi}}{k_۲}=\frac{۲۰۰۰\times ۰/۵/ ۰/۸}{۰/۵۷}=۲۱۹۳\,KVA$$

$$S_{TR}=\frac{P_{۱/\cos\varphi}}{k_۱}=\frac{۲۰۰۰/ ۰/۸}{۰/۸۸}=۲۸۴۱KVA$$

از دو عدد بدست آمده عدد بزرگتر برای انتخاب ترانسفورماتور مدنظر قرار می‌گیرد.

$$S_{TR}=۲۸۴۱\times ۲=۵۶۸۲KVA$$

$$n=\frac{S_{TR}}{۱۶۰۰}=۳/۵۵$$

چهار دستگاه ترانسفورماتور هر یک به ظرفیت $۱۶۰۰KVA$ با در نظر گرفتن ۵۰٪ رزرو انتخاب می‌گردد.

۱۷- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

مطابق بند پ-۴-۲-۸ (مبحث ۱۳- صفحه ۱۷۶)، در مراکز تجمع مثل سالن‌های ورزشی با تعداد تماشاچی زیاد (۲۰۰۰ نفر) در طراحی و انتخاب اجزاء سیستم روشنایی بایستی دقت شود. بعلت امکان قطع و وصل ناگهانی و غیرمنتظره برق سالن ورزش، در صورت استفاده از چراغ‌های تخلیه در گاز (جیوه ـ سدیم و متال هالید) مدت زمانی لازم است تا دوباره اینگونه لامپ‌ها روشن شوند. به منظور جلوگیری از خطر ناشی از قطع سیستم روشنایی بایستی در اینگونه موارد از لامپ‌هایی که با وصل مجدد برق، به سرعت روشن شوند استفاده گردد. لامپ‌ها لوژن (رشته‌ای) دارای این خاصیت می‌باشند.

۱۸- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

جریان هر فاز $I=۲۵۰A$

$$S_{ups}=\sqrt{۳}\times u\times(۱-۰/۱۵)\,I=\sqrt{۳}\times ۴۰۰\times ۰/۸۵\times ۲۵۰\Rightarrow S_{ups}=۱۱۹/۲۵kw\Rightarrow S_{ups}=۱۲۰KVA$$

با توجه به نرم UPS به ظرفیت $۱۲۰KVA$ انتخاب می‌گردد.

۱۹- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۶P۵-۴ (کتاب راهنمای طرح و اجرای تأسیسات برقی ـ صفحه ۳۱۷) در صورتی که در یک فضا دستگاه‌های با حداکثر زمان قطع ۰/۴ ثانیه (روشنایی و پریزهای برق) و ۵ ثانیه (فن کوئل) وجود داشته باشند برای حفاظت در مقابل خطر برق گرفتگی کارهای زیر بایستی انجام شود:

(۱) تنظیم وسایل حفاظتی همه دستگاه‌ها اعم از ۵ ثانیه و ۰/۴ ثانیه به مدت ۰/۴ ثانیه (۲) ایجاد هم‌بندی اضافی برای هم ولتاژ کردن (۳) تغذیه مدارهای ۰/۴ ثانیه با استفاده از کابل‌های اختصاصی که به تابلوهایی نزدیکتر به منبع وصل‌اند.

در این سوال با توجه به پاسخ‌ها و قرارگرفتن تمام وسایل و دستگاه‌ها در یک محیط بایستی زمان قطع وسایل حفاظتی همه دستگاه‌ها روی حداقل ممکن (۰/۴ ثانیه است) تنظیم شوند.

۲۰- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

برای تعیین گروه ساختمان‌ها از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی مطابق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان موارد ذیل را انجام می‌دهیم.

۱ـ **مطابق پیوست ۴ (مبحث ۱۹- ویرایش ۸۹- صفحه ۸۱)** ← **مطابق پیوست ۴ (مبحث ۱۹- ویرایش ۹۹- صفحه ۱۹۰)** نوع کاربری ساختمان انتخاب می‌گردد (مسکونی ـ کاربری الف)

۲ـ **مطابق پیوست ۳ (مبحث ۱۹- ویرایش ۸۹- صفحه ۷۲)** ← **مطابق پیوست ۳ (مبحث ۱۹- ویرایش ۹۹- صفحه ۱۸۱)** شهر تبریز دارای نیاز انرژی زیاد و نیاز غالب حرارتی آن از نوع گرمایش است.

۳ـ **مطابق پیوست ۵ (مبحث ۱۹- ویرایش ۸۹- صفحه ۸۳)** ← **مطابق پیوست ۴ (مبحث ۱۹- ویرایش ۹۹- صفحه ۱۹۱)** از اطلاعات بدست آمده بالا و بر اساس متراژ ساختمان (۸۰۰ متر مربع) ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی در گروه ۱ قرار می‌گیرد.

۴ـ **مطابق بند ۱۹-۲-۲-۵ (مبحث ۱۹- صفحه ۱۷)** ← **مطابق بند ۱۹-۲-۲-۲ (مبحث ۱۹- ویرایش ۹۹- صفحه ۳۱)** گروه ۱: ساختمان‌های ملزم به صرفه‌جویی زیاد در مصرف انرژی می‌باشند.

۲۱- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۱۳-۳-۱-۱۸-۱ (مبحث ۱۳ ـ صفحه ۲۸ ـ بخش خ) کابل‌های شبکه توزیع نیرو با کابل‌های سیگنال، شبکه کامپیوتر و فن‌آوری اطلاعات (IT) بدون حفاظ فلزی (شیلد)، در طول مسیر مشترک کمتر از ۳۵ متر احتیاج به جداسازی ندارند و اگر طول مسیر بیش از ۳۵ متر باشد به غیر از طول مسیر ۱۵ متر آخر، در بقیه مسیر باید از طریق جداکننده فلزی جداسازی شوند.

مطابق مطلب فوق در صورتی که از کابل با حفاظ فلزی (شیلد) استفاده شود محدودیتی در خصوص مسیر مشترک وجود ندارد.