



# 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)



# تشریح کامل سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی تأسیسات برقی

مؤلف: مهندس پرویز فروغی

ناشر: نوآور

شمارگان: ۸۰۰ نسخه

نوبت چاپ: بیست و چهارم - ۱۴۰۲، ویرایش هشتم

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۸۶-۳

مشخصات کتاب

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصرأ متعلق به نشر نوآور می‌باشد. لذا هرگونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس برداری، 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.

حقوق نشر

تهران، خیابان انقلاب اسلامی، خیابان فخر رازی  
خیابان شهدای ژاندارمری، نرسیده به خیابان دانشگاه،  
پلاک ۵۸، ساختمان ایرانیان، طبقه اول، واحد سوم

دفتر پیش

ثبت سفارش از طریق سایت و تماس

۶۶ ۴۸ ۴۱ ۹۰ - ۲  
http://noavarpub.com

انتشارات نوآور  
ناشر تخصصی کتاب‌های  
نظام مهندسی و عمران



تماس با ما

## از آزمون آذرماه ۱۳۹۲ تا دی‌ماه ۱۴۰۱

سرشناسه: فروغی، پرویز، ۱۳۴۷-  
عنوان و نام پدیدآور: تشریح کامل سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی تأسیسات  
برقی (پاسخنامه آزمون‌های طراحی و نظارت) / مؤلف پرویز فروغی.  
وضعیت ویراست: [ ویراست؟ ].  
مشخصات نشر: تهران: نوآور، ۱۴۰۱.  
مشخصات ظاهری: ۴۷۲ ص، مصور.  
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۸۶-۳  
وضعیت فهرست نویسی: فیپا  
یادداشت: چاپ سوم.  
یادداشت: کتابنامه.  
یادداشت: نمایه.

موضوع: مهندسی برق -- راهنمای آموزشی (عالی)

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

مهندسی برق -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)

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

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

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

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

*Buildings -- Electric equipment -- Examinations, questions, etc. (Higher)*

رده بندی کنگره: TK۱۶۵

رده بندی دیویی: ۶۲۱/۳

شماره کتابشناسی ملی: ۹۱۱۴۷۶۱

اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیپا

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

انتشارات نوآور

### 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 مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت 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 مبرا از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارات بنابه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم 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 در صورتی که 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 ویرایش شده 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 اعمال و اصلاح گردد و باعث هرچه پربارتر شدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، پس از بررسی کارشناسان نوآور، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشد، متناسب با میزان اصلاحات ارسال شده، به رسم ادب و قدرشناسی، کد تخفیفی جهت خرید کتاب‌های نشر نوآور به شما ارائه می‌شود. همچنین در صورتی که حجم اصلاحات ارسالی، منوط بر تشخیص کارشناسان ما، چشمگیر تلقی شود، چاپ اصلاح شده‌ی آن کتاب و یا یک کتاب دلخواه، از مجموعه کتب انتشارات نوآور، به عنوان هدیه برای شما ارسال می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از هرگونه پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه کارهای 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 آیین نامه‌ها

۱- استانداردها، تعاریف و فرمول‌ها ۱۲

۲- انشعابات برق ۱۴

۳- ایمنی و اتصال زمین ۱۷

۴- منابع تامین انرژی الکتریکی ۲۶

۵- هادی‌های انتقال انرژی و سیگنال ۳۰

۶- تجهیزات حفاظت و کنترل ۳۵

۷- محاسبات اتصال کوتاه ۴۱

۸- جبران سازی توان راکتیو ۴۳

۹- سیستم روشنایی ۴۶

۱۰- سیستم های جریان ضعیف ۵۰

۱۱- آسانسور و پلکان برقی ۵۸

## بخش دوم: آزمون‌های ورود به حرفه مهندسان

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) آذرماه ۱۳۹۲ ۶۶

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) آذرماه ۱۳۹۲ ۷۶

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) خردادماه ۱۳۹۲ ۸۴

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) خردادماه ۱۳۹۲ ۹۲

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) آبان‌ماه ۱۳۹۳ ۱۰۱

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) آبان‌ماه ۱۳۹۳ ۱۰۹

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) مردادماه ۱۳۹۴ ۱۱۸

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) مردادماه ۱۳۹۴ ۱۲۶

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) بهمن‌ماه ۱۳۹۴ ۱۳۴

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) بهمن‌ماه ۱۳۹۴ ۱۴۲

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) شهریورماه ۱۳۹۵ ۱۵۳

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) شهریورماه ۱۳۹۵ ۱۶۱

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) اسفندماه ۱۳۹۵ ۱۷۱

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) اسفندماه ۱۳۹۵ ۱۷۷

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) اسفندماه ۱۳۹۵ ۱۸۶

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) اسفندماه ۱۳۹۵ ۱۹۴

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) مهرماه ۱۳۹۶ ۲۰۳

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) مهرماه ۱۳۹۶ ۲۰۹

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) مهرماه ۱۳۹۶ ۲۱۵

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) مهرماه ۱۳۹۶ ۲۲۳

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷ ۲۳۲

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷ ۲۳۹

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷ ۲۴۸

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷ ۲۵۷

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) بهمن‌ماه ۱۳۹۷ ۲۶۸

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) بهمن‌ماه ۱۳۹۷ ۲۷۵

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) بهمن‌ماه ۱۳۹۷ ۲۸۲

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) بهمن‌ماه ۱۳۹۷ ۲۹۰

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) مهرماه ۱۳۹۸ ۲۹۸

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) مهرماه ۱۳۹۸ ۳۰۶

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) مهرماه ۱۳۹۸ ۳۱۳

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) مهرماه ۱۳۹۸ ۳۲۳

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) مهرماه ۱۳۹۹ ۳۳۲

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) مهرماه ۱۳۹۹ ۳۳۹

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) مهرماه ۱۳۹۹ ۳۴۶

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) مهرماه ۱۳۹۹ ۳۵۶

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) مردادماه ۱۴۰۰ ۳۶۵

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) مردادماه ۱۴۰۰ ۳۷۲

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) مردادماه ۱۴۰۰ ۳۸۰

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) مردادماه ۱۴۰۰ ۳۹۱

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) شهریورماه ۱۴۰۱ ۴۰۱

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) شهریورماه ۱۴۰۱ ۴۰۷

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) شهریورماه ۱۴۰۱ ۴۱۳

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) شهریورماه ۱۴۰۱ ۴۲۴

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) دی‌ماه ۱۴۰۱ ۴۳۴

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (نظارت) دی‌ماه ۱۴۰۱ ۴۴۰

سؤالات آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) دی‌ماه ۱۴۰۱ ۴۴۷

پاسخنامه آزمون (تأسیسات برقی) (طراحی) دی‌ماه ۱۴۰۱ ۴۵۸

## 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، مأخذ و نکات مربوطه بوده و شامل آزمون‌های برگزار شده 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](mailto:Info@noavarpub.com) به مؤلف متذکر گردند تا در چاپ‌های 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

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 مجاز سازمان نظام مهندسی در هر یک از صلاحیت‌های «طراحی، اجرا و نظارت» بر ساختمان‌ها فعالیت 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، توسط دفتر امور مقررات ملی ساختمان، و با همکاری سازمان نظام مهندسی ساختمان کشور و توسط سازمان سنجش آموزش کشور، در هفت رشته اصلی مرتبط با ساختمان برگزار می‌شود. مهندسان 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، مجاز 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 آزمون‌های جداگانه برگزار می‌گردد و هر کدام از مهندسیین 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 تأییدیه 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 ماده ۱۱ 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 صلاحیت (یعنی یکی از صلاحیت‌های طراحی، نظارت و اجرا) ثبت نام و شرکت نمایند، و تمامی سعی و توان خود را برای قبولی در آن صلاحیت 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 مقررات ملی، و نیز سایر منابع و کتب ذکر شده به عنوان مواد آزمون هر رشته و صلاحیت، در وبگاه دفتر امور مقررات ملی ساختمان به آدرس [www.inbr.ir](http://www.inbr.ir) اعلام می‌شود.

اکیداً توصیه می‌شود که داوطلبان گرامی، تمامی این منابع را به طور کامل تهیه کنند. در تهیه 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، حتی یک تست هم می‌تواند سرنوشت‌ساز باشد. با حذف هر یک از منابع و مباحث، به‌طور تقریبی حداقل دو تا سه تست را از دست خواهید داد. بنابراین، از تمامی منابع آزمون‌ها به خوبی استفاده نمایید. حتماً همه آنها را تهیه، مطالعه و برچسب‌گذاری کنید. با برنامه‌ریزی دقیق و نیز بدون جا انداختن هیچ‌یک از مباحث و منابع، شانس موفقیت خود را به میزان زیادی افزایش می‌دهید.

همان‌گونه که می‌دانید، کلیه 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، اما توجه کنید که حتماً حتماً باید برای تک‌تک کتاب‌هایی که در جلسه آزمون همراه دارید، برنامه‌ریزی و استراتژی مشخص 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 اول داوطلبانی هستند که می‌خواهند فقط با استفاده از کتب و منابع، همراه با کتاب‌های کلیدواژه، ولی بدون مطالعه لازم، در آزمون شرکت نمایند.

گروه دوم 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 زمان کم چند ماهه به طور کامل و خوب مطالعه نماییم، از تهیه 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 مطلوب زمان دانشجویی‌شان کاسته است. با این وجود، می‌باید توجه داشته باشید که از یک سو، بدون مطالعه لازم، شانس قبولی در آزمون بسیار پایین می‌آید، و از سوی دیگر نیز صرف‌نظر کردن از تهیه 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، حداقل ۲ تا ۳ سؤال را از دست خواهید داد. پس، بهتر آن است که کلیه مباحث و منابع آزمون را به طور کامل تهیه کنید.

به این نکته بسیار مهم نیز توجه 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 مسلماً مفیدتر و بهتر است، ولی این واقعیت 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، صلاحیت اجرا» نیازی نیست که کتاب «نظام فنی و اجرایی کشور» و کتاب‌هایی از این نوع را الزاماً به‌طور کامل مطالعه کنید. حتی اگر این مطالعه را هم انجام دهید، به دلیل این که فرصت مرور آنها را ندارید و مطالب به حافظه موقت ذهنتان منتقل می‌شوند، پس از گذشت یک هفته، به احتمال زیاد، بیشتر مطالب را فراموش خواهید کرد، مگر مواردی را که برای خود نت‌برداری یا برچسب‌گذاری 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 تهیه نمایید. شما با استفاده صحیح از کتب کلیدواژه، به احتمال زیاد به پاسخ صحیح سؤال می‌رسید. گفتیم: «به احتمال زیاد»، زیرا تشخیص کلیدواژه صحیح سؤال برای یافتن پاسخ، بسیار حائز اهمیت 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 موفقیت داوطلبان در آزمون باشد.

♦ نشر نوآور، به عنوان ناشر تخصصی کتب نظام مهندسی، تمام سعی، دانش، تجربه، مهارت و تعهد حرفه‌ای خود را به کار گرفته تا بتواند کتاب‌هایی با کیفیت مطلوب و دارای استانداردهای لازم برای یک کتاب مرجع و مناسب جهت آمادگی آزمون‌های نظام مهندسی را تولید کرده و به منظور خدمت به مهندسان 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 فعالیت داشته‌اند، استفاده شده است، تا کتب ارائه شده حتی‌الامکان 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 تدریس تجلیل از نخبگان و استعدادهای برتر و همچنین لوح افتخار برای نخبگان و استعدادهای برتر از طرف معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری 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 اولین مدرسان با بیش از ۱۶ سال سابقه تدریس در دوره‌های آمادگی آزمون‌های نظام مهندسی هستند، و نیز جناب آقای مهندس پیمان ابراهیمی مدرس 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 اصلاحات پس از هر آزمون، ما را یاری نموده‌اند تشکر 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 مقررات ملی ساختمان و نیز آخرین اصلاحیه‌ها و تغییرات آیین‌نامه‌ها، قوانین، مقررات 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 مقررات ملی 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 مقررات 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 کارایی 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 توجه 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، حتی‌الامکان کلیه مباحث مقررات ملی ساختمان را، که مربوط به آزمون مربوط به خود می‌باشند، تهیه 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 کلی تقسیم‌بندی می‌شوند:

(۱) دسته اول، سری کتاب‌هایی که جزو «منابع آزمون» هستند. این کتاب‌ها را حتماً می‌باید تهیه کرده و در آزمون، همراه خود داشته باشید. مانند کتاب‌های «گودبرداری و سازه‌های نگهدارنده»، «قانون کار»، «مقررات، قوانین و ضوابط حقوقی و انتظامی مرتبط با ساخت و سازها»، «مسائل مکانیکی و برقی در ساختمان»، «مصوبات شورای عالی شهرسازی و معماری»، «روش‌ها و مسائل اجرایی» و ... برای نتیجه‌گیری بهتر و مؤثرتر، اکیداً توصیه می‌شود که در کنار این نوع کتاب‌ها، حداقل از یکی از انواع کلیدواژه‌های نشر نوآور نیز استفاده گردد.

(۲) دسته دوم، 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 دوم، خود به دو تیپ تقسیم می‌شوند:

● تیپ اول: تشریح کامل سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی به صورت دوره به دوره است.

● تیپ دوم: تشریح کامل سؤالات طبقه‌بندی شده (بر اساس موضوع سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی) است.

استفاده از کتاب‌های تیپ دوم 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 اول، 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. به‌رحال، 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 سوم، 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، بیشتر نیاز شما را پوشش داده و شما را از سایر کتب بی‌نیاز می‌سازند.

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

● تیپ اول: 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 نگهدارنده، 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 تشخیص صحیح، مهم‌ترین رکن 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 تهیه نقشه‌های چون‌ساخت، با کدام است؟ (۱) مجری (۲) ناظر (۳) مالک (۴) طراح»

حال اگر شما کلمه‌های «چون‌ساخت» یا «تهیه 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 دلایل 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، به ترتیب 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 ۲-۳-۴»، باید به کتاب مبحث ۸ صفحه ۸۴ مراجعه کرده و در بند ۲-۳-۴ به دنبال کلیدواژه موردنظر گشته و پاسخ را در آن بند بیابید.

● تیپ دوم: «کلیدواژه جامع» است. این نوع کلیدواژه، برای کلیه رشته‌ها می‌باشد. در صورتی که کلمه‌ای را در کلیدواژه تیپ اول نیافتید، ممکن است آن را در این تیپ کلیدواژه بیابید و به جواب برسید. نحوه استفاده از این تیپ کلیدواژه، همانند کلیدواژه تیپ اول است. این تیپ کلیدواژه مناسب کسانی است که فقط مباحث را تهیه کرده‌اند و سایر منابع را ندارند.

● تیپ سوم: «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 مدتی تقریباً کمتر از یک دقیقه به جواب می‌رسید. در حالی که در هر یک از کلیدواژه‌های تیپ اول یا دوم، 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 زمان ذخیره شده برای پاسخ به سؤالات دیگر استفاده نمایید. به‌عنوان مثال، شما در سؤال فوق‌الذکر، پس از تشخیص کلیدواژه «نقشه چون‌ساخت» کافی است براساس حروف الفبا، به کتاب کلیدواژه توصیفی خود مراجعه کنید. در این صورت شما مشاهده می‌کنید که در روبروی این کلمه ذکر شده است: «مجری مکلف است که نقشه چون‌ساخت را تهیه نماید.»

به این ترتیب، شما در مدتی 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 پرتکرار آورده شده‌اند و تمامی کلیدواژه‌ها را پوشش نمی‌دهند و شما نیاز دارید که از یکی از دو تیپ اول یا دوم 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 نیافتید، شما یک و نیم دقیقه از زمان خود را صرفه‌جویی کرده‌اید، و اگر پاسخ را در آن نیافتید در این صورت شما حداکثر، فقط نیم دقیقه از زمان خود را از دست داده‌اید، و می‌توانید سریعاً به کلیدواژه تیپ اول یا دوم خود مراجعه کرده و به جستجوی کلیدواژه مربوطه بپردازید. این کار باعث می‌شود که شما زمان خود را بسیار بهتر و مناسب‌تر مدیریت کنید و شانس قبولی خود در آزمون را افزایش دهید. اکیداً توصیه می‌شود که حتماً در سر جلسه آزمون، حداقل 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.

### کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب

مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصرأ 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، وی دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و شرعاً نیز حرام است، و متخلفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی دی اف و موارد این‌چنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا در صورتی که 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، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیت اداره سایت را به عهده دارند و به‌طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هر گونه تخلف، 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 به عمل آورده، و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات و مؤلف از متخلفان اخذ خواهد شد.

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

### خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصل کتاب،

#### از نظر قانونی غیرمجاز، و شرعاً نیز حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق، مراتب را یا از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۰۲۱-۶۶۴۸۴۱۹۱ و ۰۲۱-۰۹۱۰۲۹۹۱۰۸۹ و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس [info@noavarpub.com](mailto:info@noavarpub.com) و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت [www.noavarpub.com](http://www.noavarpub.com) به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تصبیح حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید، و در راستای انجام این امر مهم، به عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

# بخش اول

## نکات مهم و کلیدی مباحث و نشریات

استانداردها، تعاریف و فرمول‌ها

انشعابات برق

ایمنی و اتصال زمین

منابع تامین انرژی الکتریکی

هادی‌های انتقال انرژی و سیگنال

تجهیزات حفاظت و کنترل

محاسبات اتصال کوتاه

جبران‌سازی توان راکتیو

سیستم روشنایی

سیستم‌های 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](http://Novarpub.com)

# نشریات و مباحث مقررات ملی ساختمان

## خلاصه نکات مهم و کلیدی

### ۱- استانداردها، تعاریف و فرمول‌ها

#### ۱-۱- استانداردهای مورد استفاده در تأسیسات برقی ساختمان

از آنجایی که ایران عضو کمیسیون بین‌المللی 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.

#### جدول ۱-۱- استانداردهای پرکاربرد در تأسیسات 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 روشنایی فضاهای مختلف
NFPA	آمریکا	NFPA-۷۲	سیستم اعلام حریق
BS	انگلیس	BS۵۸۳۹	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	تابلوه‌های برق فشار ضعیف
IEC	بین‌المللی	IEC - ۲۹۸	تابلوه‌های 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	EN۸۱	آسانسور و پلکان برقی
BS	انگلیس	BS۵۸۳۵	آسانسور و پلکان برقی

### ۲-۱- 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 (disconnecter):** 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 باقی مانده (*Residual Current*): جمع جبری مقادیر آنی جریان‌هایی است که در تمامی هادی‌های برقدار یک مدار در نقطه‌ای از تأسیسات الکتریکی جریان دارند.

وسيله 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 جریانی (*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 امپدانس 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.

الکتروود 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.

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

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

### ۳-۱- فرمول‌ها:

توان الکتریکی:  $P = U_0 \times I \times \cos \Phi$  (تک‌فاز) - سه‌فاز  $P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \Phi$

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

$U$ : ولتاژ خط،  $U_0$ : ولتاژ فاز،  $I$ : جریان،  $\cos \phi$ : ضریب قدرت

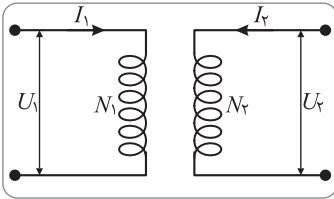
$\rho$ : مقاومت ویژه  $l$ ،  $(\Omega - m)$ : طول هادی  $s$  ( $m$ ): سطح مقطع هادی  $\chi$ ،  $(m^2)$ : ضریب هدایت ویژه ( $\Omega$ )

$\alpha$ : ضریب دمایی،  $\Delta \theta$ : تغییرات دما،  $R_\theta$ : مقاومت در دمای  $\theta$ ،  $R$ : مقاومت در دمای  $T$

$$F = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot L}{2\pi a} [N]$$

نیروی بین دو هادی برق‌دار:  $L$  طول موثر ( $m$ )،  $a$  فاصله بین هادی‌ها ( $m$ )،  $I_1, I_2$  جریان عبوری از هادی‌ها (آمپر)،  $\mu_0$ : ضریب نفوذپذیری هوا

ترانسفورماتور :



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

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}, \quad a = \frac{N_1}{N_2}$$

نسبت تبدیل توان در جریان متناوب:

$Q$  توان راکتیو [VAR]

$P$  توان حقیقی [w]

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

$$S = U_o \cdot I$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$$

$$P = U_o \cdot I \cdot \cos \phi$$

$$S \text{ توان ظاهری } [VA]$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi$$

$$U \text{ ولتاژ خط } [V]$$

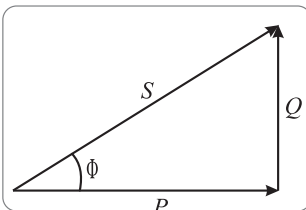
$$\cos \phi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

$$U_o \text{ ولتاژ فاز } [V]$$

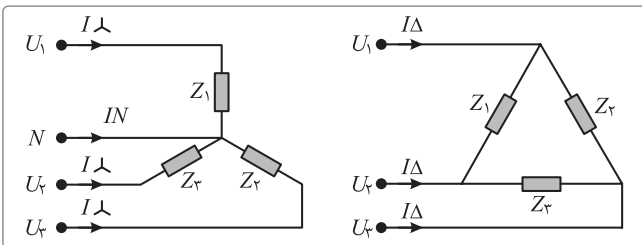
$\cos \phi$  ضریب قدرت

اتصال ستاره و مثلث :

$U_P$  ولتاژ فاز،  $I_P$  جریان فاز



$$\left[ \begin{array}{l} P_\lambda = \sqrt{3} P_P = \sqrt{3} U_{P\lambda} \cdot I_{P\lambda} \cdot \cos \phi \\ P_\Delta = \sqrt{3} P_P = \sqrt{3} U_{P\Delta} \cdot I_{P\Delta} \cdot \cos \phi \end{array} \right] \Rightarrow \frac{P_\Delta}{P_\lambda} = \frac{\sqrt{3} U_{P\Delta} \cdot I_{P\Delta} \cdot \cos \phi}{\sqrt{3} U_{P\lambda} \cdot I_{P\lambda} \cdot \cos \phi} = \frac{\sqrt{3} U_{P\Delta} \cdot \sqrt{3} I_{P\Delta}}{U_{P\lambda} \cdot I_{P\lambda}} = 3 \Rightarrow P_\Delta = 3 P_\lambda$$



$$U_{P\Delta} = \sqrt{3} \cdot U_{P\lambda}$$

$$I_{P\Delta} = \sqrt{3} \cdot I_{P\lambda}$$

در اتصال مثلث، توان ۳ برابر اتصال ستاره است.

$$P_\Delta = \sqrt{3} U_L \cdot I_L \cdot \cos \phi$$

$$P_\lambda = \sqrt{3} U_L \cdot I_L \cdot \cos \phi$$

## ۲- انشعابات برق

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

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

**بار نصب شده ( $P_c$ ):** 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 القایی با روتور قفس سنجایی، 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.

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

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

### جدول ۱-۲- انشعابات آمپراژی

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

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 آمپرآژی 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 دیماندا و جریمه توان راکتیو به هزینه‌های انشعاب اضافه می‌شود.

جریمه توان راکتیو + هزینه مصرف انرژی + هزینه دیماندا = 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  $[Q/P]$ ، جریمه توان راکتیو بر اساس فرمول زیر محاسبه می‌شود:

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

$$\text{ضریب زیان} = \frac{0.9}{\cos \varphi} - 1, \quad \cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

$$\text{هزینه مصرف انرژی + هزینه دیماندا} = \frac{0.9}{\cos \varphi} \text{ هزینه انشعاب دیماندی}$$

♦ **هزینه دیماندا:** 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- اوج بار در ساعات ۲۲-۱۸ ۳- کم باری 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:

## جدول ۲-۲- انشعابات دیماندی

توان (KW)	نحوه اتصال به شبکه	محل نصب کنتور برق
۳۰ - ۱۵۰	از طریق خطوط فشار ضعیف عمومی	در ورودی ساختمان
۱۵۰ - ۲۵۰	از طریق خطوط فشار ضعیف عمومی	در ورودی ساختمان
۲۵۰ - ۲۰۰۰	از طریق خطوط فشار متوسط عمومی	در پست پاساژ (احداث پست پاساژ توسط مشترک و واگذاری به شرکت برق)
۲۰۰۰ - 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 پست زمینی تأمین می‌شود، می‌بایست در تهیه زمین پست مطابق جدول زیر مشارکت کند:

## جدول ۳-۲- زمین پست برق انشعابات دیماندی

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

## ۳-۲- سطوح ولتاژ انشعابات برق:

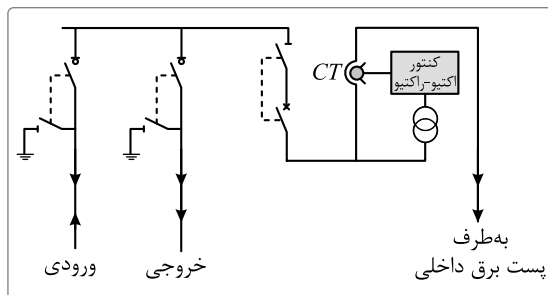
## جدول ۲-۴- سطوح ولتاژ انشعابات برق

نوع انشعابات	سطح ولتاژ
$P < 30 \text{ kW}$	۲۳۰ ولت (تکفاز) و ۴۰۰ ولت (سه فاز)
$30 \text{ kW} \leq P \leq 250 \text{ kW}$	۴۰۰ ولت (سه فاز)
$250 \text{ kW} < P \leq 2000 \text{ kW}$	۱۱ و ۲۰ و ۳۳ کیلوولت (فشار متوسط)
$2000 \text{ kW} < P \leq 7000 \text{ kW}$	۱۱ و ۲۰ و ۳۳ کیلوولت (خط اختصاصی فشار متوسط)
$P > 7000 \text{ kW}$	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.



شکل ۱-۲- دیاگرام تک خطی پست پاساژ

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

در انشعابات دیماندی برای اتصال وسایل اندازه‌گیری (کنتور - آمپر متر - ولت متر و ...) به شبکه برق از ترانسفورماتور جریان (CT) و ترانسفورماتور ولتاژ (PT) استفاده می‌شود. مقدار واقعی مصرف از حاصل ضرب 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:

## جدول ۲-۵- مقطع کابل انشعابات فشار ضعیف آمپراژی

مقطع کابل ( $mm^2$ )		انشعاب (آمپراژ * تعداد فاز)
تا فاصله ۱۵ متری	تا فاصله ۲۵ متری	
۲ × ۶	۲ × ۶	۱ × ۱۵
۲ × ۶	۲ × ۱۰	۱ × ۲۵
۴ × ۶	۴ × ۶	۳ × ۱۵
۴ × ۱۰	۴ × ۱۶	۳ × ۲۵
۴ × ۱۶	۳ × ۲۵/۱۶ یا ۴ × ۲۵	۳ × ۵۰

## ۴-۲- 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 هزینه‌های 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:

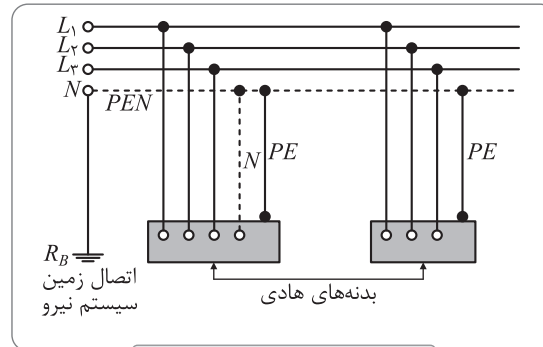
۱- حفاظت در برابر برق‌گرفتگی ۲- حفظ سلامت سیستم و عایق‌بندی آن

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

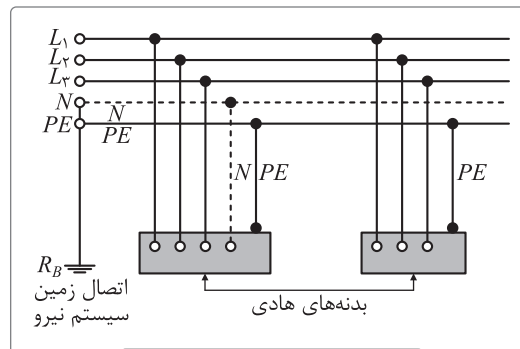
#### ۳-۱- انواع سیستم‌های زمین:

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.



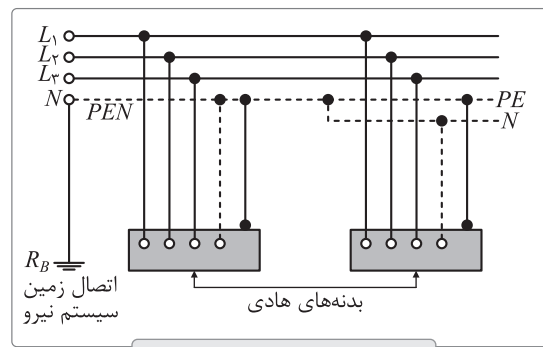
شکل ۳-۱- سیستم  $TN-C$

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.



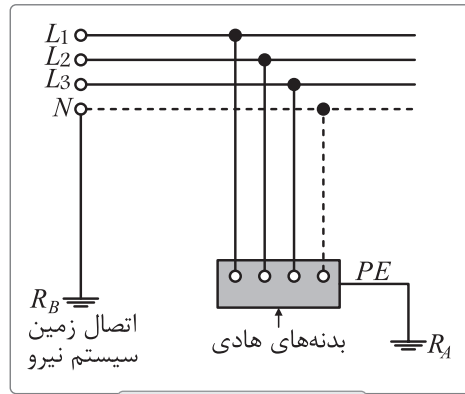
شکل ۳-۳- سیستم  $TN-C-S$

### 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.

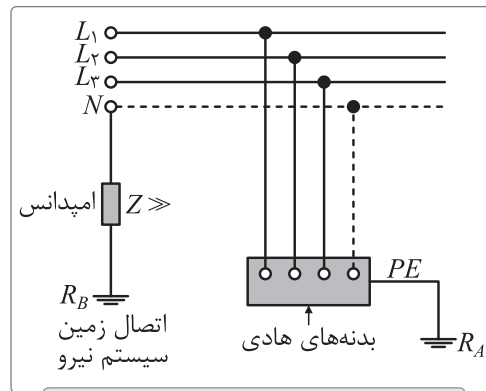
۴- سیستم  $TT$ : یک نقطه از سیستم مستقیماً به زمین وصل و بدنه‌های هادی به الکتروود زمین مستقل متصل می‌شوند.



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.



شکل ۳-۵- 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 برق‌گرفتگی می‌شود. برای تشخیص اتصالی یک هادی برقرار 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
- ♦ برق‌رسانی به چراغ‌های ایمنی
- ♦ اتاق‌های عمل و نظایر آن در بیمارستان‌ها (اتاق احیاء، بیهوشی و ...)

### ۳-۲- مراحل ایجاد ایمنی در سیستم برق‌رسانی

سیستم‌های برق‌رسانی 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  $230$  یا  $400$  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  $R_B = 1 \Omega$ ، مقاومت بدن انسان  $Z_L = 3000 \Omega$  و مقاومت بین پا و زمین را  $R_S = 1000 \Omega$  فرض کنیم ولتاژ ظاهر شده روی بدن ( $U_C$ ) در این حالت برابر است با:

$$U_C = U_0 \times \frac{Z_L}{Z_L + R_S + R_B} = U_C = 230 \times \frac{3000}{3000 + 1000 + 10} = 172 \text{ ولت}$$

ولتاژ  $172$  ولت از حد ولتاژ تماس مجاز برای انسان ( $U_L = 50V$ ) 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  $R_A = 25 \Omega$  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 نمی‌کند و ولتاژ دو سر بدن صفر می‌شود. بنابراین ولتاژ تماس برابر است با:

$$U_C = \left[ 230 \times \frac{(Z_L + R_S) \parallel R_A}{(Z_L + R_S) \parallel R_A + R_B} \right] \times \frac{Z_L}{Z_L + R_S} = 123V$$

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 برق‌گرفتگی

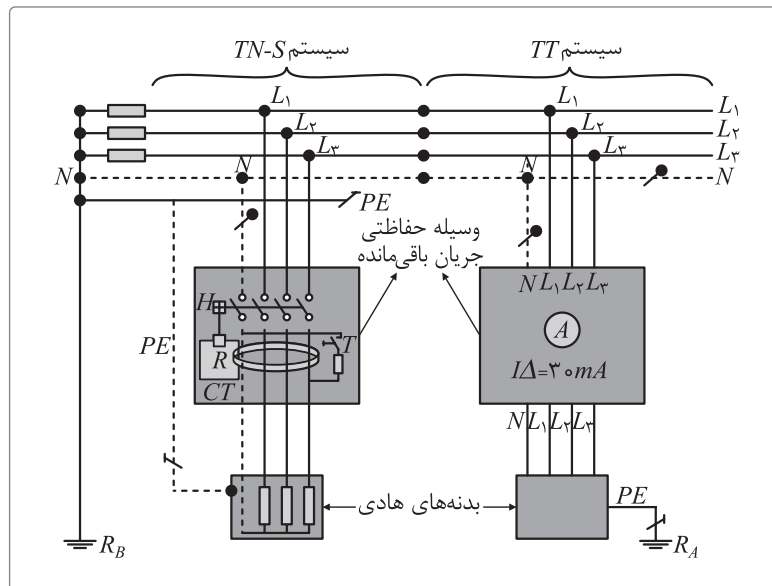
قطع خودکار تغذیه در هنگام اتصالی فاز به بدنه می‌باشد. در صورتی که از کلید خودکار مینیاتوری ۱۰ آمپر برای

حفاظت استفاده شده باشد حداقل مقاومت  $R_A$  برای قطع کلید در زمان کوتاه (حداکثر ۵ ثانیه) برابر است با:

$$R_A \leq \frac{U_L}{K \cdot I_n} = \frac{50}{3/5 \times 10} = 1/43 \Omega$$

ایجاد مقاومت کم ( $1/43 \Omega$ ) 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:

$$R_A \leq \frac{U_L}{I_{\Delta n}} = \frac{50}{I_{\Delta n}} (\Omega)$$

جدول ۳-۱- مقدار مقاومت الکتروود 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 - کلید خودکار مینیاتوری - کلید اتوماتیک) برای حفاظت در برابر برق‌گرفتگی 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 الکتروود زمین تا حد امکان کم باشد.
  - ۲- هادی‌های زمین و حفاظتی توانایی عبور جریان‌های اتصالی را داشته باشند.
- ♦ در احداث الکتروود زمین بایستی موارد ذیل مطالعه شود:
- ۱- جنس، مقاومت ویژه خاک ( $\rho$ )، دما و رطوبت
  - ۲- جنس، اندازه و نحوه نصب الکتروود زمین
  - ۳- نحوه انجام اتصالات
  - ۴- چگالی جریان
  - ۵- پتانسیل اطراف الکتروود (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 الکتروود مستقل عملاً در فاصله ۲۰ متری از هم قرار می‌گیرند. هر چه جنس خاک سخت و خشک باشد مقاومت ویژه آن ( $\rho$ ) بیشتر است.
- ♦ زمین‌های مناسب برای احداث الکتروود 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 الکتروود:

- ♦ برای نگهداری رطوبت زمین محل احداث الکتروود، در اطراف الکتروود مواد آماده‌سازی قرار داده می‌شود. این مواد عمدتاً عبارتند از:
- ۱- مخلوطی از نمک و ذغال
  - ۲- بنتونیت
  - ۳- بتن
  - ۴- سایر مواد مثل  $GIM, LOM$

## ۳-۵- انواع الکتروود زمین:

- ۱- الکتروود صفحه‌ای: مقاومت الکتروود صفحه‌ای از رابطه  $R = \frac{\rho}{4} \sqrt{\frac{\pi}{A}} (\Omega)$  بدست می‌آید. در رابطه فوق  $\rho$  مقاومت ویژه زمین و  $A$  مساحت یک طرف صفحه است. مطابق مبحث ۱۳ حداقل ابعاد الکتروود صفحه‌ای  $2 \times 500 \times 500$  میلی‌متر می‌باشد. الکتروود صفحه‌ای به دو صورت کم عمق و عمیق اجرا می‌شود. الکتروود صفحه‌ای عمیق همان چاه ارت است.
- ۲- الکتروود قائم: مقاومت الکتروود قائم از رابطه  $R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[ \ln \left( \frac{4L}{d} \right) - 1 \right] (\Omega)$  بدست می‌آید. در رابطه فوق  $\rho$  مقاومت ویژه زمین،  $L$  طول الکتروود در زمین بکر و  $d$  قطر الکتروود است.

## نکته

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

الکتروودهای قائم از مواد زیر ساخته می‌شوند:

- ♦ مس سخت ( $Copper\ weld$ )
- ♦ فولاد با روکش مسی ( $Rod$ )
- ♦ فولاد ضد زنگ
- ♦ فولاد گالوانیزه گرم (لوله آب)
- ♦ چدن
- ۳- الکتروود افقی: در عمق کم (۵۰ الی ۸۰ سانتیمتری) از سطح زمین قرار می‌گیرد.

## ۳-۶- انواع الکتروود زمین مطابق مبحث ۱۳

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

## آزمون ورود به حرفه مهندسان (تأسیسات برقی)

### سؤالات (نظارت) دی ماه ۱۴۰۱

۱- در چه صورت می توان در سیستم توزیع برق فشار ضعیف سیستم اتصال زمین را حذف کرد؟

- الف) در صورت استفاده از کلید جریان باقیمانده  $RCD$  با جریان عامل  $30$  میلی آمپر
- ب) در صورت استفاده از کلیدهای دو پل در مدارهای تک فاز و کلیدهای چهار پل در مدارهای سه فاز
- ج) سیستم اتصال زمین را تحت هیچ شرایطی نمی توان حذف کرد.
- د) گزینه های ۱ و ۲ هر دو صحیح است.

۲- کدام یک از گزینه های زیر در خصوص استفاده از کلید  $RCD$  با جریان عامل  $300$  میلی آمپر صحیح است؟

- الف) از این کلید فقط در سیستم  $TT$  باید استفاده کرد.
- ب) استفاده از این کلید در سیستم  $TN$  مجاز نمی باشد.
- ج) از این کلید در سیستم های  $TN$  و  $TT$  به عنوان حفاظت در برابر برق گرفتگی استفاده می شود.
- د) در سیستم  $TN$  از این کلید به عنوان حفاظت در برابر حریق استفاده می شود.

۳- مطابق مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان وضعیت کارکرد آسانسورهای اضطراری در شرایط اخطار حملات هوایی به چه صورت می باشد؟

- الف) آسانسورها باید بتوانند در طبقات از قبل تعیین شده متوقف شوند و توسط افراد آتش نشان مورد استفاده قرار گیرند.
- ب) آسانسورها می توانند به فعالیت عادی خود ادامه دهند.
- ج) آسانسورها باید در نزدیک ترین طبقه در مسیر حرکت آن متوقف شوند.
- د) آسانسورها باید بتوانند در طبقات از قبل تعیین شده متوقف شوند و استفاده از آسانسورها مجاز نمی باشد.

۴- مطابق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، یکی از روش های طراحی به گونه ای صورت می گیرد که میزان انرژی مصرفی سالانه ساختمان از

میزان محاسبه شده برای ساختمان مرجع کمتر باشد، نام این روش چه می باشد؟

- الف) روش موازنه ای (کارکردی)
- ب) روش تجویزی
- ج) روش کارایی انرژی ساختمان
- د) روش نیاز انرژی

۵- استفاده از راه انداز نرم ( $Soft Starter$ ) به منظور کاهش مقدار جریان راه اندازی موتورها، به جای سیستم متعارف راه اندازی ستاره - مثلث

برای چه موتورهایی با چه توانی توصیه می شود؟

- الف)  $18.5 kW$  و به بالا
- ب)  $7.5 kW$  و به بالا
- ج)  $15 kW$  و به بالا
- د)  $11 kW$  و به بالا

۶- یک مدار روشنایی سه فضا را که هر فضا شامل ۴ عدد چراغ و یک کلید تک پل دو راهه می باشد را تغذیه می کند، چنانچه سطح مقطع سیم این

مدار روشنایی ۱.۵ میلی متر مربع باشد، کدام یک از گزینه های زیر در خصوص کلید مینیاتوری تغذیه کننده این مدار روشنایی صحیح است؟

- الف) کلید مینیاتوری  $16A$  تیپ "B"
- ب) کلید مینیاتوری  $10A$  تیپ "B"
- ج) کلید مینیاتوری  $16A$  تیپ "B" و یا تیپ "C" با ضریب کاهش باردهی کلیدهای مینیاتوری  $7/6$  ناشی از درجه حرارت و هم جوارگی
- د) گزینه های (ب) و (ج) هر دو صحیح است.

۷- کاربرد کلید یک پل، یک راه و دو خانه چیست؟

- الف) برای قطع و وصل دو مدار از یک فاز به کار می رود.
- ب) برای قطع و وصل دو مدار از دو فاز به کار می رود.
- ج) برای قطع و وصل هم زمان یک فاز و یک نول به کار می رود.
- د) گزینه های (الف) و (ب) هر دو صحیح است.

۸- کدام یک از گزینه های زیر در خصوص حسگرهای مادون قرمز و حسگرهای ماورای صوتی صحیح است؟

- الف) ردیابی حرکت دستها در حسگرهای مادون قرمز کمتر از حسگرهای ماورای صوتی است.
- ب) ردیابی حرکت کامل بدنی حسگرهای مادون قرمز بیشتر از حسگرهای ماورای صوتی است.
- ج) حداکثر سطح پوشش حسگرهای مادون قرمز بیشتر از حسگرهای ماورای صوتی است.
- د) هر سه گزینه صحیح است.

۹- حفاظت سلکتیو در سیستم‌های توزیع به چه مفهومی می‌باشد؟

- الف) اگر در نقطه‌ای از مدار، اتصال کوتاه بیشتر از قدرت قطع وسیله حفاظتی باشد باید یک وسیله حفاظتی با قدرت قطع مناسب ماقبل آن پیش‌بینی کرد.  
 ب) قدرت قطع وسیله حفاظتی نباید از حداکثر مقدار جریان اتصال کوتاه در آن نقطه کمتر باشد.  
 ج) به هنگام خطا نزدیک‌ترین وسیله حفاظتی به محل اتصالی عمل کند.  
 د) انتخاب وسیله حفاظتی مناسب جهت قطع مدار برای حصول ایمنی در زمانی مجاز یا در زمانی کمتر از ۵ ثانیه

۱۰- علائم دیگر کابل‌های  $CU/PVC/PVC$  و  $CU/XLPE/PVC$  به ترتیب عبارت است از:

- الف)  $NYCY$  و  $NYY$  (ب)  $NYY$  و  $NXY$  (ج)  $NXY$  و  $NYCY$  (د)  $NYCY$  و  $NXY$

۱۱- در ساختمانی فن‌کویل‌های اجرا شده دارای موتور چهار سرعته با سیستم کنترل سرعت متعارف می‌باشد، فن‌کویل‌های این ساختمان

دارای چه رتبه انرژی ساختمان می‌باشد؟

- الف) ساختمان منطبق با مبث ۱۹ (EC) (ب) ساختمان کم انرژی (EC+)  
 ج) ساختمان بسیار کم انرژی (EC++) (د) داده‌ها برای حل مسئله کافی نمی‌باشد.

۱۲- هدف از الزام به استفاده از سیستم اتصال زمین عملیاتی چه می‌باشد؟

- الف) جلوگیری از برق‌گرفتگی (ب) تضمین کارکرد صحیح و قابل اطمینان تجهیزات الکترونیکی  
 ج) کاهش ولتاژ تماس (د) جلوگیری از اضافه ولتاژ

۱۳- ساختمانی مسکونی دارای ۴ طبقه که هر طبقه دارای یک واحد می‌باشد مفروض است، اجرای سیستم اعلام حریق برای این ساختمان

به چه صورت می‌باشد؟

- الف) الزامی است. (ب) طبق ضوابط سازمان آتش‌نشانی می‌باشد.  
 ج) طبق دستورالعمل سازمان نظام مهندسی می‌باشد. (د) الزامی نمی‌باشد.

۱۴- کدام یک از هادی‌های زیر به طور مستقیم به ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین متصل نمی‌شود؟

- الف) هادی سیستم هم‌بندی اضافی (ب) هادی سیستم هم‌بندی اصلی  
 ج) هادی سیستم اتصال زمین عملیاتی (د) هیچکدام

۱۵- ساعات کارکرد دیزل ژنراتور در حالت استفاده از آن به صورت  $PRIME$  و  $STAND-BY$  در یک زمان مشخص (یک سال) به چه صورت می‌باشد؟

- الف) در حالت  $PRIME$  بیشتر از حالت  $STAND-BY$  می‌باشد. (ب) در حالت  $STAND-BY$  بیشتر از حالت  $PRIME$  می‌باشد.  
 ج) در هر دو حالت یکسان می‌باشد. (د) داده‌ها برای حل مسئله کافی نمی‌باشد.

۱۶- حداکثر میزان عدم تعادل ولتاژ در فازها (در دوره بهره‌برداری از موتور) برای جلوگیری از کاهش راندمان موتور چقدر است؟

- الف) ۸٪ (ب) ۳٪ (ج) ۵٪ (د) ۱٪

۱۷- برق موردنیاز یک ساختمان توسط یک کنتور  $240kW$  تأمین می‌گردد. چنانچه بانک خازنی این پروژه با پله‌های  $KVAR$  (۴۰، ۲۰، ۱۰، ۵، ۲٫۵) باشد، نسبت  $C/K$  رگولاتور بانک خازنی چه مقدار می‌باشد؟

- الف) ۰٫۲۵ (ب) ۰٫۳۱۲۵ (ج) ۰٫۶۲۵ (د) ۰٫۰۵

۱۸- چنانچه جنس الکتروود زمین از نوع مس و شکل آن به صورت تسمه باشد، حداقل سطح مقطع آن بر حسب میلی‌متر مربع چقدر می‌باشد؟

- الف) ۷۰ (ب) ۲۵ (ج) ۵۰ (د) ۹۰

۱۹- در یک سیستم  $TN$ ، حداقل سطح مقطع هادی اتصال زمین بر چه اساس محاسبه می‌شود؟

- الف) اثرات الکترو شیمیایی (خوردگی و زنگ‌زدگی)، تنش‌ها و صدمات مکانیکی  
 ب) حداکثر جریان اتصال کوتاه سیستم  
 ج) حداقل جریان اتصال کوتاه سیستم  
 د) گزینه‌های (الف) و (ب) هر دو صحیح است.

۲۰- کدام یک از آزمون‌های زیر باید جهت احراز اطمینان نسبت به قطع به موقع مدار در اثر تماس غیرمستقیم در یک واحد مسکونی انجام گیرد؟

- الف) اندازه‌گیری امپدانس حلقه اتصال کوتاه مدار نهایی بین مصرف‌کننده و تابلوی واحد مسکونی  
 ب) اندازه‌گیری امپدانس حلقه اتصال کوتاه بین تابلوی واحد مسکونی و تابلوی کنتوری  
 ج) اندازه‌گیری امپدانس حلقه اتصال کوتاه سیستم شبکه که نسبت به تأسیسات برقی ساختمان، خارجی به حساب می‌آید.  
 د) اندازه‌گیری هر سه گزینه الزامی است.

۲۱- کدام یک از گزینه‌های زیر در خصوص استفاده از چراغ نمایشگر در سیستم اعلام حریق آدرس‌پذیر می‌باشد؟

- الف) الزامی است. (ب) مجاز نمی‌باشد. (ج) اختیاری است. (د) هیچکدام

۲۲- مقاومت ماده مس و ماده فولاد در بتن در برابر اثر خوردگی در صورت هم‌بندی به چه صورت می‌باشد؟

- (الف) مناسب برای هم‌بندی  
 (ب) نامناسب برای هم‌بندی  
 (ج) در صورتی که سطح ماده مس حداقل ۱۰۰ برابر بیشتر از سطح ماده فولاد در بتن باشد مناسب می‌باشد.  
 (د) در صورتی که سطح ماده فولاد در بتن حداقل ۱۰۰ برابر بیشتر از سطح ماده مس باشد مناسب می‌باشد.

۲۳- کم‌اثرترین نوع الکتروود اتصال زمین چه می‌باشد؟

- (الف) الکتروود صفحه‌ای  
 (ب) الکتروود افقی  
 (ج) الکتروود قائم  
 (د) در صورتی که اجرای الکتروودها صحیح انجام شده باشد، شرایط هر سه نوع الکتروود یکسان می‌باشد.

۲۴- چنانچه رگولاتور بانک خازنی یک پروژه از نوع ۴:۲:۲:۱ و ظرفیت بانک خازنی  $220\text{ kVAR}$  باشد، ظرفیت کوچک‌ترین پله بانک خازن چقدر می‌باشد؟

- (الف)  $40\text{ kVAR}$  (ب)  $20\text{ kVAR}$  (ج)  $10\text{ kVAR}$  (د)  $15\text{ kVAR}$

۲۵- در کدام یک از کارگاه‌های زیر معرفی شخص ذیصلاح به عنوان مسئول ایمنی، بهداشت کار و حفاظت محیط زیست الزامی می‌باشد؟

- (الف) کارگاه‌های با ارتفاع ۱۸ متر از روی تراز زمین  
 (ب) کارگاه‌های با ارتفاع ۱۸ متر از روی پی  
 (ج) کارگاه‌های با ارتفاع ۲۱ متر از روی پی  
 (د) کارگاه‌های با ارتفاع ۲۱ متر از روی تراز زمین

۲۶- کدام یک از گزینه‌های زیر در صورت احتمال وقوع حادثه در یک کارگاه ساختمانی صحیح است؟

- (الف) سازنده موظف است تا تأمین ایمنی و حفاظت لازم، از ادامه عملیات ساختمانی در موضع خطر خودداری نماید.  
 (ب) سازنده موظف است تا تأمین ایمنی و حفاظت لازم، از ادامه عملیات ساختمانی در کل کارگاه خودداری نماید.  
 (ج) سازنده موظف است پس از وقوع حادثه، مراتب را حسب مورد به کارفرما گزارش نماید.  
 (د) گزینه‌های (الف) و (ج) هر دو صحیح است.

۲۷- کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

- (الف) ناظر نمی‌تواند مجری تمام یا بخشی از ساختمان تحت نظارت خود باشد.  
 (ب) نظارت ساختمان توسط طراح ساختمان مجاز نمی‌باشد.  
 (ج) ناظر به هنگام صدور پروانه ساختمان، توسط سازمان نظام مهندسی ساختمان استان انتخاب شده و به مالک و مراجع صدور پروانه ساختمان معرفی می‌گردد.  
 (د) گزینه‌های (الف) و (ج) هر دو صحیح است.

۲۸- کدامی از گزینه‌های زیر صحیح است؟

- (الف) برای اتصال کابل‌های فشار ضعیف با ولتاژ اسمی حداکثر  $1000$  ولت در فضای آزاد باید از سر کابل مخصوص فضای آزاد استفاده شود.  
 (ب) برای اتصال کابل‌های فشار ضعیف با ولتاژ اسمی حداکثر  $1000$  ولت در فضای آزاد می‌توان از کابلشوه‌های پرسی، پیچی و یا لحیمی استفاده کرد.  
 (ج) برای اتصال کابل‌های فشار ضعیف با ولتاژ اسمی حداکثر  $1000$  ولت (به استثنای کابل‌های روغنی) در داخل ساختمان باید از سر کابل استفاده شود.  
 (د) گزینه‌های (الف) و (ج) هر دو صحیح است.

۲۹- ارجحیت استفاده از کابلشوها از نظر فنی و استقامت به ترتیب عبارت است از:

- (الف) پیچی، لحیمی و پرسی (ب) پیچی، پرسی و لحیمی (ج) پرسی، لحیمی و پیچی (د) پرسی، پیچی و لحیمی

۳۰- حداقل ارتفاع نصب پریزهای برق در فضایی که ارتفاع میز کار آن  $100$  سانتی‌متر می‌باشد، چقدر است؟ (ارتفاع قرنیز میز کار  $10$  سانتی‌متر می‌باشد)

- (الف)  $140$  سانتی‌متر (ب)  $120$  سانتی‌متر (ج)  $150$  سانتی‌متر (د)  $130$  سانتی‌متر

۳۱- کلیدهای قدرت فشار متوسط از لحاظ نوع ماده عایقی به چند نوع تقسیم‌بندی می‌شوند؟

- (الف) چهار نوع (ب) دو نوع (ج) سه نوع (د) پنج نوع

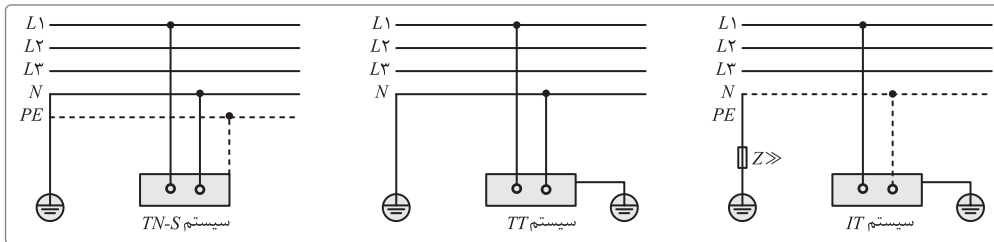
۳۲- در صورت نصب  $5$  دستگاه تابلوی برق فشار ضعیف چسبیده به هم (هر تابلو به عرض  $90\text{ cm}$  و عمق  $60\text{ cm}$ ) بر روی اتاقک کابل، ابعاد دهانه مورد احداث در سقف اتاقک مزبور چقدر می‌باشد؟ (تابلوها قابل دسترسی از جلو می‌باشند)

- (الف)  $420\text{ cm} \times 300\text{ cm}$  (ب)  $450\text{ cm} \times 600\text{ cm}$  (ج)  $440\text{ cm} \times 500\text{ cm}$  (د)  $430\text{ cm} \times 400\text{ cm}$

۱- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

مطابق پیوست ۱ (مبحث ۱۳) سیستم‌های توزیع نیروی برق به سه دسته  $IT, TT, TN$  تقسیم‌بندی می‌شوند.

مطابق شکل‌های پ ۱-۱:۱ الی پ ۱-۱:۸ (مبحث ۱۳ پیوست ۱) تمامی سیستم‌های توزیع نیروی برق به نحوی به جرم کلی زمین متصل هستند و نمی‌توان آنها را از زمین ایزوله کرد.



۲- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق ردیف ۱۳-۶-۲-۶ (مبحث ۱۳ - صفحه ۷۷) از انواع کلیدها یا وسایل حفاظتی جریان باقی مانده به شرطی که جریان باقی مانده عامل آنها بیشتر از ۳۰ میلی آمپر نباشد، در شرایط عادی و مصارف معمولی می‌توان به عنوان وسیله حفاظتی در برابر برق گرفتگی در صورت تماس غیرمستقیم استفاده نمود. کلیدهای RCD با جریان عامل بیشتر از ۳۰ میلی آمپر به منظور کنترل عایق‌بندی مدار و جلوگیری از ایجاد دمای زیاد و آتش‌سوزی استفاده می‌شود.

۳- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

مطابق ردیف ۲۱-۷-۴-۲ (مبحث ۲۱ - صفحه ۱۰۶) در شرایط اخطار حملات هوایی، کابین آسانسورها باید بتوانند در طبقات از قبل تعیین شده متوقف شوند و توسط افراد آتش‌نشان مورد استفاد قرار گیرند.

۴- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

مطابق مبحث ۱۹ (صفحه ۱۷) در روش کارائی انرژی ساختمان، کل انرژی مصرفی سالانه مینا قرار می‌گیرد و لازم است طراحی پوسته خارجی، تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و همچنین سیستم‌های تجدیدپذیر به گونه‌ای صورت گیرد که میزان انرژی مصرفی سالانه ساختمان از میزان محاسبه شده برای ساختمان مرجع کمتر باشد.

۵- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق ردیف ۱۹-۵-۲-۴ (مبحث ۱۹ - صفحه ۱۰۳ - قسمت ج) استفاده از راه‌انداز نرم (*Soft Starter*) به منظور کاهش جریان راه‌اندازی موتورها، به جای سیستم متعارف راه‌اندازی ستاره - مثلث برای موتورهای با توان بالا، خصوصاً موتورهای با توان نامی ۱۱ کیلو وات و به بالا توصیه می‌شود.

۶- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

وسيله حفاظتی مدار (کلید مینیاتوری) بایستی مدار را در مقابل خطاهای اتصال کوتاه و اضافه بار حفاظت کند. مطابق نشریه ۱۱۰ جلد ۱ (فصل ۲) جریان مجاز سیم به مقطع  $1.5mm^2$  در شرایط محیطی متعارف (دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد) حدود ۱۲ آمپر می‌باشد. بنابراین جریان نامی وسیله حفاظتی مدار بایستی کمتر از جریان مجاز سیم باشد. (گزینه ۱ غلط است). در گزینه ۳ نیز بعلت وجود ضریب همجواری و درجه حرارت (۰/۶) با اعمال این ضریب در جریان نامی کلید (۱۶A) مقدار جریان مجاز  $(16 \times 0.6 = 9.6A)$  بدست می‌آید که کمتر از جریان مجاز سیم (۱۲A) می‌باشد و صحیح است. بنابراین گزینه‌های ۲ و ۳ هر دو پاسخ سؤال است.

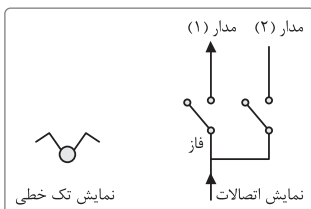
مطابق ردیف ۶-۸-۳-۲ (نشریه ۱۱۰ جلد ۱ - ویرایش ۱۴۰۱ - صفحه ۴۰۴)

محدود قطع کلیدهای مینیاتوری تیپ‌های  $B, C, D$  بصورت زیر می‌باشد:

تیپ  $B$ : ۳ تا ۵ برابر جریان نامی، تیپ  $C$ : ۵ تا ۱۰ برابر جریان نامی، تیپ  $D$ : ۱۰ تا ۲۰ برابر جریان نامی

۷- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

مطابق ردیف ۴-۲-۲ (نشریه ۱۱۰ جلد ۱ - فصل ۴ - صفحه ۲۱۵) کلید تک پل یک راه دوخانه برای قطع و وصل دو مدار بکار می‌رود. علامت نمایش کلید یک راه و دو خانه مطابق جدول ۱-۴ (نشریه ۱۱۰ - صفحه ۲۱۹) بصورت مقابل می‌باشد. همانطور که ملاحظه می‌شود این کلید یک فاز ورودی و دو مدار خروجی دارد.

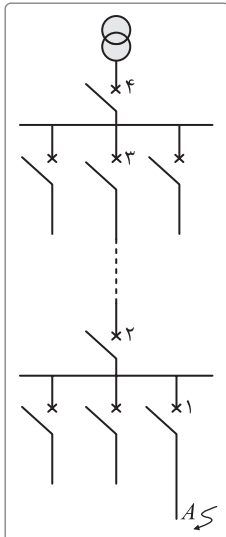




**۸- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.**

مطابق جدول ۳-۴ (نشریه ۱۱۰ - جلد ۱ - ویرایش ۱۴۰۱ - صفحه ۲۲۳) ردیابی حرکت دست‌ها در حسگر صوتی ۷/۵ متر و در حسگر مادون قرمز حدود ۴/۵ متر است (گزینه ۱ صحیح است). همچنین ردیابی حرکت کامل بدنی در حسگر صوتی ۱۲ متر و در حسگر مادون قرمز نیز ۱۲ متر است (گزینه ۲ غلط است). و حداکثر سطح پوشش حسگر صوتی ۲۰۰ مترمربع و حسگر مادون قرمز ۱۰۰ مترمربع است. (گزینه ۳ غلط است)

**۹- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.**



در یک شبکه توزیع برق، حفاظت سلکتیو به معنی قطع نزدیکترین وسیله حفاظتی به محل وقوع خطا می‌باشد. مطابق شکل در صورتی که در نقطه A خطای اتصالی یا اضافه بار رخ دهد وسایل حفاظتی ۱ تا ۴ در مسیر جریان خطا قرار دارند. حفاظت سلکتیو وقتی در این شبکه تأمین می‌شود که نزدیکترین وسیله حفاظتی به محل خطا (A) یعنی وسیله شماره ۱ عمل کند.

**۱۰- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.**

مطابق جدول ۸-۲ (نشریه ۱۱۰ - جلد ۱ - ویرایش ۱۴۰۱ - صفحه ۷۲) نشانه‌های شناسایی کابل‌های قدرت مطابق استاندارد ۲۷۱-۰۲۷۱ DIN-VDE بصورت زیر تعریف می‌شود.



- ۱- استاندارد آلمان N
  - ۲- جنس هادی A آلومینیومی - مسی
  - ۳- جنس عایق (Y پی وی سی) و (۲x پلی اتیلن شبکه‌ای، کراس لینک شده)
  - ۴- حفاظ (شیلد)
  - ۵- زره (آرمور)
  - ۶- جنس روکش (Y پی وی سی) و (۲Y پلی اتیلن)
  - ۷- هادی حفاظتی
  - ۸- تعداد رشته‌های کابل
  - ۹- سطح مقطع هادی (mm<sup>۲</sup>)
  - ۱۰- نوع هادی
  - ۱۱- ولتاژ نامی (u<sub>۰</sub>/u)
- در این سؤال به ترتیب از سمت چپ به راست کابل دارای ۳ مشخصه می‌باشد.

استاندارد	CU	XLPE	PVC
N	-	۲X	Y

استاندارد	CU	PVC	PVC
N	-	Y	Y

**۱۱- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.**

مطابق جدول ۱۹-۵-۳۱ (مبحث ۱۹ - صفحه ۱۰۴) در صورتی که ساختمان دارای فن کوئل حداقل ۴ سرعت و سیستم کنترل سرعت متعارف ۴ سرعتی باشد در رتبه ساختمان کم انرژی (EC<sup>+</sup>) قرار می‌گیرد.

**۱۲- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.**

مطابق ردیف پ ۱-۲-۸-۲ (مبحث ۱۳ - صفحات ۱۵۰ و ۱۵۱) الزام به استفاده از سیستم اتصال زمین عملیاتی به منظور تضمین کارکرد صحیح و قابل اطمینان تجهیزات سیستم‌های جریان ضعیف، دستگاه‌های الکترونیکی و مخابراتی و مرکز کامپیوتر، ارتباطات و ... تعیین می‌گردد.

**۱۳- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.**

مطابق جدول ۱۳-۹-۱-۸ (مبحث ۱۳ - صفحه ۱۰۲) اجرای سیستم اعلام حریق در ساختمان‌های مسکونی کمتر از ۵ طبقه طبق ضوابط سازمان آتش‌نشانی می‌باشد.

**۱۴- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.**

مطابق شکل پ ۱-۲-۸-۴ (مبحث ۱۳ - صفحه ۱۵۲) هادی سیستم هم‌بندی اضافی (شماره ۳) به تابلو توزیع فرعی (DB) متصل می‌شود و ارتباط مستقیمی با ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین (MET) ندارد.

**۱۵- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.**

دیزل ژنراتورها در سه حالت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱- حالت آماده به کار *Stand by (emergency)* ۲- حالت *Prime* (تأمین برق پایه) ۳- حالت دائم کار (*Continuous*)  
مطابق ردیف‌های ۹-۸-۲، ۹-۸-۳، ۹-۸-۴ (نشریه ۱۱۰ - جلد ۱ - ویرایش ۱۴۰۱ - صفحات ۵۶۱ و ۵۶۲ و ۵۶۳) حداکثر زمان کارکرد ژنراتور در وضعیت *Stand by* برابر ۲۰۰ ساعت و در وضعیت *Prime* برابر ۵۰۰ ساعت می‌باشد.

**۱۶- گزینه (د) پاسخ صحیح است.**

مطابق ردیف ۱۹-۵-۴-۲ (مبحث ۱۹ - صفحه ۱۰۲ - قسمت ۳) برای جلوگیری از کاهش راندمان موتورهای برقی میزان عدم تعادل ولتاژ در فازها، در دوره بهره‌برداری از موتور بایستی کمتر از ۱ درصد باشد.

**۱۷- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.**

مطابق آئین‌نامه انشعابات برق وزارت نیرو در صورتی که ضریب قدرت ( $\cos \phi$ ) یک انشعاب برق حداقل ۰/۹ باشد جریمه توان راکتیو صفر می‌شود. در این سؤال بانک خازن ضریب قدرت انشعاب را به ۰/۹ و بالاتر اصلاح می‌کنند.

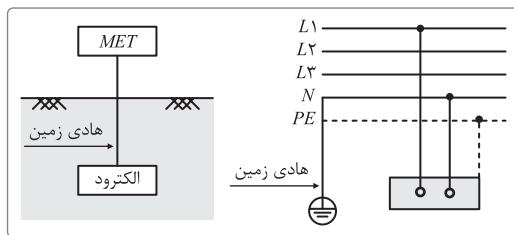
$$\cos \phi = 0.9 \Rightarrow I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \phi} = \frac{240 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9} = 384.9$$

برای اتصال بانک خازن به کنتور بایستی از ترانس جریان (*CT*) با آمپراژ ۴۰/۵ استفاده کنیم.  $\frac{C}{k}$  کلاس دقت مربوط به تنظیم کننده (رگلاتور) بانک خازنی است که در آن  $k$  نسبت تبدیل ترانسفورماتور جریان و  $C$  ظرفیت پله اول بانک خازنی است.

$$\frac{C}{k} = \frac{2.5}{400.5} = 0.00625$$

**۱۸- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.**

مطابق جدول پ ۱-۱۰-۲-۴ (مبحث ۱۳ - صفحه ۱۶۶) حداقل سطح مقطع الکترو تسمه‌ای از جنس مس برابر  $50 \text{ mm}^2$  می‌باشد.

**۱۹- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.**

مطابق ردیف پ ۱-۷ (مبحث ۱۳ - صفحه ۱۶۰) هادی اتصال زمین آن قسمت از سیستم زمین است که الکترو تسمه را به ترمینال یا شینه اصلی آن زمین وصل می‌کند. حداقل سطح مقطع، نوع و جنس هادی اتصال زمین با توجه به اثرات الکتروشیمیایی (خوردگی و زنگ‌زدگی)، تنش‌ها و صدمات مکانیکی تعیین می‌گردد. لازم به ذکر است محاسبات اتصال کوتاه برای هادی اتصال زمین در سیستم *TN* ضرورتی ندارد چون این هادی در سیستم *TN* در مسیر جریان اتصال کوتاه شرکت ندارد.

مطابق شکل فوق (سیستم *TN*) در صورت اتصال فاز به بدنه هادی جریان اتصالی از هادی زمین عبور نخواهد کرد.

**۲۰- گزینه (د) پاسخ صحیح است.**

مطابق ردیف ۲۲-۷-۸-۶ (مبحث ۲۲ - صفحه ۵۶)

**۲۱- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.**

مطابق ردیف پ ۴-۱-۱۴ (مبحث ۱۳ - تبصره - صفحه ۱۹۵)

در سیستم اعلام حریق آدرس پذیر بعثت اینکه محل و آدرس فعال شدن و شرایط دکتورهای اعلام حریق در تابلوی مرکزی مشخص می‌شود، بدین جهت می‌توان از نصب چراغ نشانگر برای دکتور اعلام حریق در این سیستم صرف‌نظر نمود. مطابق این آئین‌نامه استفاده از چراغ نشانگر (*Indicator*) اختیاری خواهد بود.

**۲۲- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.**

مطابق جدول پ ۱-۱۰-۲-۵ (مبحث ۱۳ - صفحه ۱۶۷) هم‌بندی مس با فولاد در بتن مناسب است. البته در متن سؤال اشاره‌ای به اینکه کدامیک از مواد مس و فولاد، الکترو تسمه (سطح کوچکتر) هستند نشده است و بطور کلی می‌توان گفت که هم‌بندی مس با فولاد در بتن مناسب است.

**۲۳- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.**

مطابق ردیف پ ۱-۱-۱۰-۱ (مبحث ۱۳ - صفحه ۱۶۲) الکترو تسمه‌ای یا تسمه‌ای که بصورت قائم (در چاه اتصال زمین) و افقی (در محوطه) اجرا شده باشد نسبت به الکترو تسمه‌های ارجحیت داشته و الکترو تسمه‌های کم‌اثرترین الکترو تسمه‌ها است. همچنین طبق ردیف ۴۳۱-۱ (راهنمای طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها - صفحه ۱۰۱) الکترو تسمه‌های صفحه‌ای در رده آخر ارجحیت انواع الکترو تسمه‌ها قرار دارند.

## آزمون ورود به حرفه مهندسان (تأسیسات برقی)

### سؤالات (طراحی) دی ماه ۱۴۰۱

مسئله: یک بار سه فا با جریان  $A 180$  از طریق یک کابل با مقطع  $mm^2 120$  با جریان مجاز  $A 230$  و یک کلید خودکار اتوماتیک با جریان نامی  $A 250$  تغذیه شده است. با توجه به فرضیات زیر به سؤالات ۱ و ۲ پاسخ دهید.

– ضریب کاهش باردهی کابل را  $0.885$  فرض کنید.

–  $I_n$  جریان نامی کلید خودکار

–  $I_r$  تنظیم رله حرارتی کلید خودکار اتوماتیک  $50, 60, 70, 80, 90$  و  $100$  درصد جریان نامی می باشد.

– دمای جریان نامی کلید خودکار اتوماتیک  $A 250, 40$  درجه سانتی گراد می باشد.

جریان کلید خودکار اتوماتیک در دماهای متفاوت

$I_n (A)$	دمای محیط بر حسب درجه سانتی گراد
۲۶۶	۲۰
۲۵۸	۳۰
۲۵۰	۴۰
۲۳۵	۵۰
۲۲۰	۶۰
۲۰۵	۷۰

۱- تنظیم رله حرارتی در دمای جریان نامی کلید خودکار اتوماتیک چقدر است؟

(د) ۰.۹

(ج) ۰.۸

(ب) ۰.۷

(الف) ۰.۶

۲- چنانچه دمای محیط نصب کلید خودکار اتوماتیک در طول سال  $\pm 10$  درجه سانتی گراد نسبت به دمای جریان نامی کلید خودکار اتوماتیک تغییر کند، وضعیت تنظیم رله حرارتی سؤال قبل به چه صورت خواهد بود؟

(الف) در  $+10$  درجه سانتی گراد تنظیم رله حرارتی مناسب و در  $-10$  درجه سانتی گراد تنظیم رله حرارتی نامناسب می باشد.

(ب) در  $+10$  درجه سانتی گراد تنظیم رله حرارتی نامناسب و در  $-10$  درجه سانتی گراد تنظیم رله حرارتی مناسب می باشد.

(ج) در  $+10$  و نیز  $-10$  درجه سانتی گراد تنظیم رله حرارتی در هر دو حالت نامناسب می باشد.

(د) در  $+10$  و نیز  $-10$  درجه سانتی گراد تنظیم رله حرارتی در هر دو حالت مناسب می باشد.

۳- در یک سیستم نیروی برق  $S-C-TN$  چنانچه کابل ورودی به یک تابلوی برق انتهایی ۴ رشته باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

(ب) رشته چهارم کابل PE می باشد.

(الف) رشته چهارم کابل N می باشد.

(د) باتوجه به شرایط و نیاز طرح می تواند PE و یا PEN باشد.

(ج) رشته چهارم کابل PEN می باشد.

۴- قدرت قراردادی یک ساختمان اداری ۳۰۰ کیلووات می باشد، چنانچه ضریب توان اولیه این ساختمان ۰.۸ و مقدار خازن بابت جبران توان

راکتیو ۳۰۰ کیلووار باشد، ضریب توان اصلاح شده این ساختمان چقدر می باشد؟

(د) ۰.۸۵ خازنی

(ج) ۰.۸۵ سلفی

(ب) ۰.۹۷ سلفی

(الف) ۰.۹۷ خازنی

۵- چنانچه ضریب بار دو ساختمان مساوی باشند، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

(الف) حداکثر درخواست (حداکثر دیمانند) دو ساختمان باید مساوی باشد.

(ب) توان میانگین مصرفی دو ساختمان باید مساوی باشد.

(ج) گزینه‌های (الف) و (ب) هر دو صحیح است.

(د) هیچکدام

۶- چنانچه بازده یک فن در حداکثر کارایی کل فن ۰.۹ باشد، حداقل بازده این فن در نقطه طراحی کارکردی آن چقدر می باشد؟

(د) ۰.۶۵

(ج) ۰.۷۷

(ب) ۰.۸۵

(الف) ۰.۹

۷- باتوجه به پیوست ۱۲ مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، تلفات کل یک ترانسفورماتور روغنی  $1600kVA$  برای چه میزان توان خروجی

ترانسفورماتور،  $10245$  وات می باشد؟ (ترانسفورماتور گروه (OIT)

(د)  $1300kVA$

(ج)  $1250kVA$

(ب)  $1000kVA$

(الف)  $900kVA$

۸- باتوجه به مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، یک دستگاه ترانسفورماتور روغنی به ظرفیت  $1600kVA$  که محل نصب آن، حداکثر دمای محیط  $46^{\circ}C$  درجه سلسیوس و ارتفاع  $1200$  متر از سطح دریا می‌باشد، مفروض است. چنانچه ضریب توان بار متصل به ترانسفورماتور  $0.85$  باشد، حداکثر مقدار بار متصل به ترانسفورماتور چند کیلووات می‌باشد؟

(الف)  $1060$  (ب)  $1120$  (ج)  $1000$  (د)  $1055$

۹- دو ساختمان اداری مشابه هم به شماره‌های ۱ و ۲ با متراژ  $12000$  مترمربع مفروض است ساختمان اداری شماره ۱ دارای سیستم کنترل سناریوی روشنایی تعریف شده برای نور روز بوده ولی ساختمان شماره ۲ فاقد این سیستم کنترل می‌باشد. اگر ضریب هم‌زمانی سیستم روشنایی ساختمان شماره ۱، ۸ و ضریب هم‌زمانی سیستم روشنایی ساختمان شماره ۲،  $B$  باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر در خصوص ضریب هم‌زمانی سیستم روشنایی این دو ساختمان صحیح است؟

(الف)  $A > B$  (ب)  $A < B$  (ج)  $A = B$  (د) داده‌ها برای حل مسئله کافی نمی‌باشد.

۱۰- دو سالن مشابه (از نظر کاربری، ابعاد و ارتفاع) به ابعاد  $30 \times 30$  مترمربع و با ارتفاع  $6$  متر مفروض است. اگر تعداد دفعات تعویض هوای سالن شماره یک، ۷ بار در ساعت و سالن شماره دو، ۲۰ بار در ساعت فرض شود، کدام یک از گزینه‌های زیر در خصوص تعداد دکتورهای دودی نصب شده در این دو سالن صحیح است؟

- تعداد دکتورهای دودی نصب شده در سالن شماره  $A=1$

- تعداد دکتورهای دودی نصب شده در سالن شماره  $B=2$

(الف)  $A < B$  (ب)  $A > B$  (ج)  $A = B$  (د) داده‌ها برای حل مسئله کافی نمی‌باشد.

۱۱- در مداری که شدت جریان اتصال کوتاه فاز برای کنترل حداکثر ایستادگی وسایل قطع جریان در مدار لازم باشد، ولی جریان اتصال کوتاه تک‌فاز در آن مدار محاسبه شده و در دسترس باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

(الف) عدد محاسبه شده برای اتصال کوتاه تک‌فاز را در عدد ۳ ضرب کرده و از آن برای حالت سه فاز که ضریب اطمینان بالاتری است، استفاده کرد.

(ب) عدد محاسبه شده برای اتصال کوتاه تک‌فاز را در عدد  $\sqrt{3}$  ضرب کرده و از آن برای حالت سه فاز که ضریب اطمینان بالاتری است، استفاده کرد.

(ج) عدد محاسبه شده برای اتصال کوتاه تک‌فاز را در عدد  $1.5$  ضرب کرده و از آن برای حالت سه فاز که ضریب اطمینان بالاتری است، استفاده کرد.

(د) عدد محاسبه شده برای اتصال کوتاه تک‌فاز را در عدد ۲ ضرب کرده و از آن برای حالت سه فاز که ضریب اطمینان بالاتری است، استفاده کرد.

۱۲- یکی از روش‌های جلوگیری از بالا رفتن ظرفیت دیزل ژنراتورها به مدار آوردن پله‌ای بارها بعد از روشن شدن دیزل ژنراتورها می‌باشد، با فرض اینکه سه بار موتوری با مشخصات زیر داشته باشیم، مناسب‌ترین گزینه برای برقراری مدارهای بارها برای تأمین هدف مذکور بعد از روشن شدن دیزل ژنراتورها به چه صورت می‌باشد؟

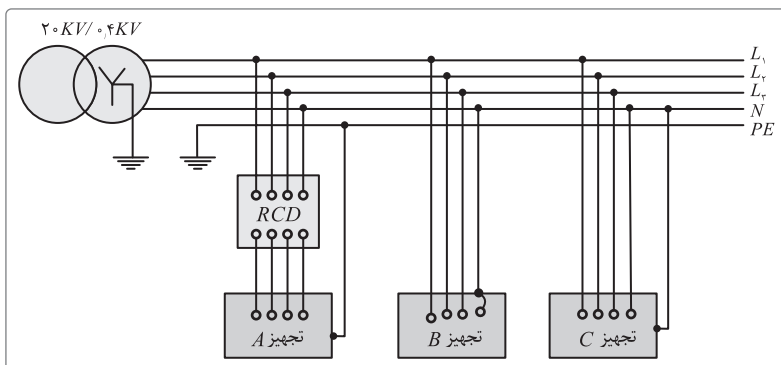
$A =$  موتور با توان  $100kW$  با راه‌انداز سافت استارتر

$B =$  موتور با توان  $100kW$  با راه‌انداز اینورتر ( $VFD$ )

$C =$  موتور با توان  $100kW$  با راه‌انداز مستقیم

(الف) به ترتیب  $C, B$  و  $A$  (ب) به ترتیب  $A, C$  و  $B$  (ج) به ترتیب  $A, C$  و  $B$  (د) به ترتیب  $B, A$  و  $C$

- مسئله: باتوجه به شکل زیر به سؤالات ۱۳ تا ۱۵ پاسخ دهید.



(د) هیچکدام

(ج)  $TNS$

۱۳- سیستم نیروی تجهیز  $A$  چه می‌باشد؟

(الف)  $TNC$  (ب)  $TT$

(د) هیچکدام

(ج)  $TNS$

۱۴- سیستم نیروی تجهیز  $B$  چه می‌باشد؟

(الف)  $TNC$  (ب)  $TT$

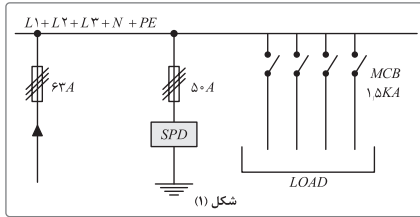
(د) هیچکدام

(ج)  $TNS$

۱۵- سیستم نیروی تجهیز  $C$  چه می‌باشد؟

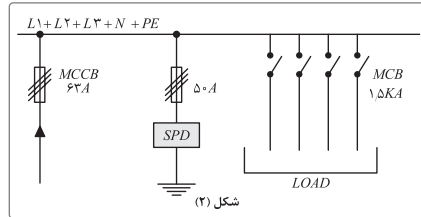
(الف)  $TNC$  (ب)  $TT$

۱۶- چنانچه آمپراژ حفاظت ورودی یک تابلوی برق ۶۳A و نیز آمپراژ فیوز حفاظتی SPD تابلوی برق ۵۰A باشد، کدام یک از شکل‌های زیر مناسب‌ترین پاسخ در خصوص تابلوی برق می‌باشد؟



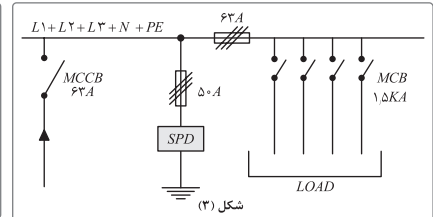
شکل (۱)

(د) هیچکدام



شکل (۲)

(ج) شکل ۳

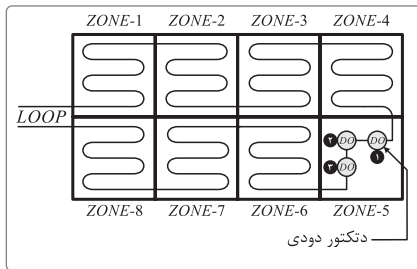


شکل (۳)

(ب) شکل ۲

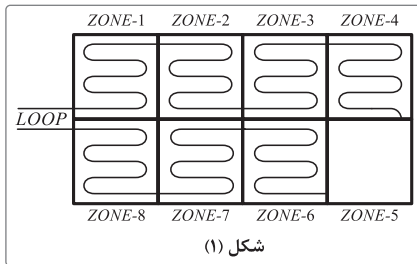
(الف) شکل ۱

مسئله: به سؤالات ۱۷ و ۱۸ پاسخ دهید.



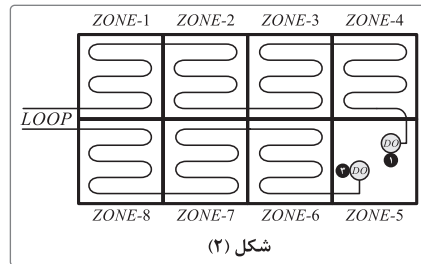
دکتور دودی

۱۷- مداربندی یک لوپ سیستم اعلام حریق آدرس‌پذیر مطابق شکل زیر می‌باشد. چنانچه در زون ۵ برای دکتور شماره ۲ خطایی پیش بیاید (اتصال کوتاه)، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟ (هر یک از اجزای سیستم اعلام حریق دارای ایزولاتور می‌باشد)



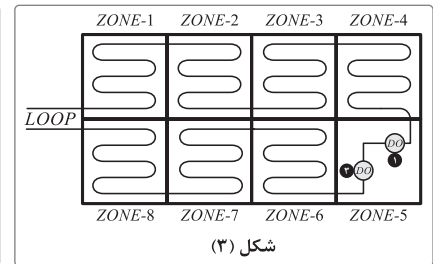
شکل (۱)

(د) هیچکدام



شکل (۲)

(ج) شکل ۳



شکل (۳)

(ب) شکل ۲

(الف) شکل ۱

۱۸- باتوجه به سؤال قبل کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

(الف) چنانچه Load factor لوپ در حالت Fire mode، A باشد، Load factor هر زون نباید از A/8 بیشتر باشد.

(ب) تعداد اجرای هر زون حداکثر ۲۰ عدد می‌باشد.

(ج) باتوجه به حداکثر تعداد اجرای داخل لوپ که می‌توانند آدرس‌دهی شوند ۱۲۸ عدد می‌باشد، لذا تعداد اجزای هر زون حداکثر ۱۶ عدد خواهد بود.

(د) محدودیتی در تعداد اجزای هر زون وجود ندارد، به طوریکه مجموع اجزای تمام زون‌ها باتوجه به محاسبات Load factor در حالت Fire mode از مقدار توصیه شده بیشتر نباشد.

۱۹- شدت روشنایی فضایی با نرخ افت ولتاژ  $\Delta V = 3\%$ ، ۳۵۰ لوکس می‌باشد، چنانچه نرخ افت ولتاژ به  $\Delta V = 8\%$  برسد، شدت روشنایی

فضا بر اساس جدول ارائه شده، چند لوکس می‌شود؟

تغییرات توان نوری لام فلورسنت نسبت به تغییرات ولتاژ	
درصد ولتاژ نامی لامپ	درصد توان نوری لامپ (شار نوری)
۱۰۰	۱۰۰
۹۸	۹۸
۹۶	۹۶
۹۴	۹۴
۹۲	۹۲

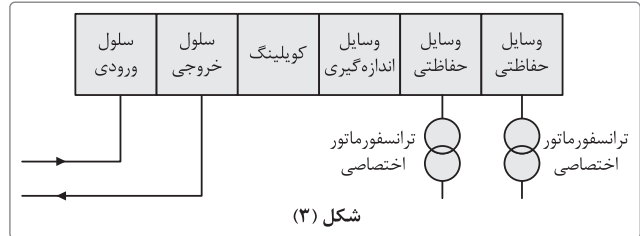
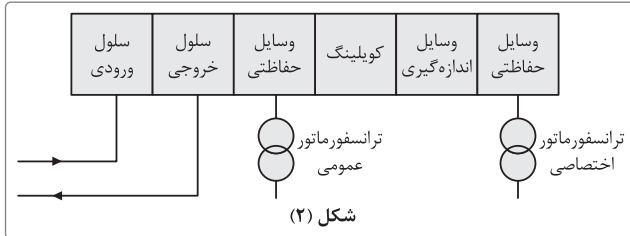
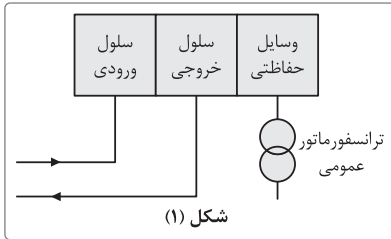
(د) شدت روشنایی تغییری نمی‌کند.

(ج) ۳۴۶ لوکس

(ب) ۳۲۴ لوکس

(الف) ۳۳۴ لوکس

۲۰- ساختمانی مسکونی شامل ۹۰ واحد کنتور تک فاز ۳۲ آمپر و ۲۰۰ آمپر کنتور مصارف مشاعات مفروض است. کدام یک از گزینه‌های زیر در خصوص دیاگرام تک خطی پست برق این ساختمان صحیح است؟



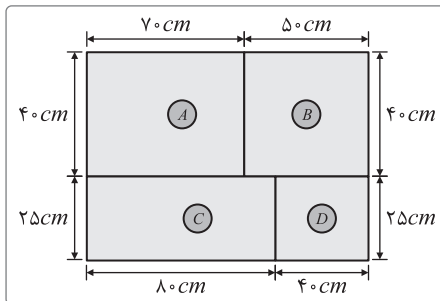
(د) گزینه‌های ۱ و ۲ هر دو صحیح است.

(ج) شکل ۳

(ب) شکل ۲

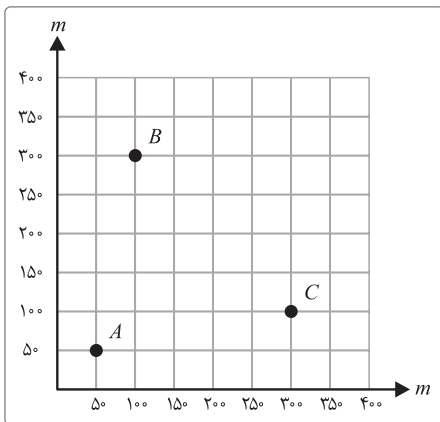
(الف) شکل ۱

۲۱- شکل زیر چهار بخش  $A, B, C, D$  از یک طبقه از بیمارستان می‌باشد. حداقل تعداد زون‌های حریق این طبقه از بیمارستان چه می‌باشد؟



- (الف) ۴ زون
- (ب) ۶ زون
- (ج) ۵ زون
- (د) ۷ زون

۲۲- مصرف برق سه ساختمان  $A, B, C$  به شرح زیر می‌باشد. مناسب‌ترین محل نصب ترانسفورماتور تغذیه کننده ساختمان‌های  $A, B, C$  کجا می‌باشد؟



$$A \begin{cases} \text{دیمانند} = 150 \text{ kW} \\ \cos \phi = 0.9 \end{cases}$$

$$B \begin{cases} \text{دیمانند} = 210 \text{ kW} \\ \cos \phi = 0.95 \end{cases}$$

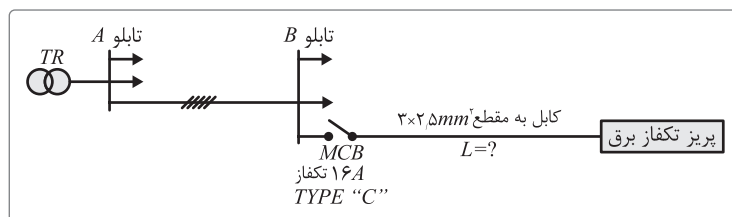
$$C \begin{cases} \text{دیمانند} = 120 \text{ kW} \\ \cos \phi = 0.92 \end{cases}$$

- (الف)  $X = 134$  و  $Y = 172$
- (ب)  $X = 130$  و  $Y = 181$
- (ج)  $X = 134$  و  $Y = 169$
- (د)  $X = 130$  و  $Y = 161$

۲۳- شبکه توزیعی مطابق شکل زیر مفروض است. حداکثر مقدار طول  $L$  چقدر باشد تا در هنگام اتصال کوتاه در پریز برق تک فاز، قطع مطمئن کلید مینیاتوری در زمان مطمئن را داشته باشیم؟

-امپدانس اندازه‌گیری شده بین هادی فاز و هادی حفاظتی در تابلوی  $B$  (امپدانس بالادست تابلوی  $B$ )  $700$  میلی اهم می‌باشد.

سطح مقطع کابل ( $mm^2$ )	$R (\Omega / km)$	$X (\Omega / km)$
۲,۵	۸,۷۱	۰,۱۱



(د) ۳۸ m

(ج) ۷۸ m

(ب) ۵۸ m

(الف) ۷۶ m

۱- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

در یک کلید اتوماتیک، رله حرارتی وظیفه حفاظت مدار در برابر اضافه بار را به عهده دارد. در این سؤال جریان مصرف کننده  $18^\circ$  آمپری از طریق یک کابل به مقطع  $120\text{mm}^2$  عبور می کند که جریان مجاز آن  $23^\circ$  آمپر است، با در نظر گرفتن ضریب کاهش باردهی کابل، جریان مجاز برابر است با:

$$I_z = 23^\circ \times 0,885 = 20,355A$$

که از جریان مصرف بالاتر است و کابل تحمل عبور جریان فوق را خواهد داشت.

از آنجایی که دمای محیط  $40^\circ$  درجه سانتی گراد می باشد جریان نامی کلید  $25^\circ$  آمپری همان  $25^\circ$  آمپر خواهد بود و تنظیم رله حرارتی برابر است با:

$$I_r = \frac{I_B}{I_n} = \frac{18^\circ}{25^\circ} = 0,72$$

بنابراین با توجه به رنج تنظیم کلید اتوماتیک، مقدار  $0,8^\circ$  انتخاب و تنظیم می گردد.

۲- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

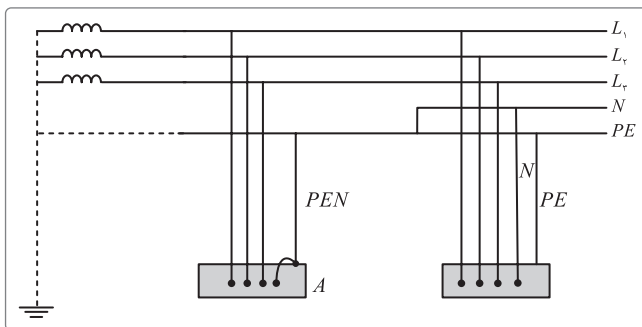
با توجه به جدول تأثیر دما بر روی جریان نامی کلید در صورتی که دما  $10^\circ$  درجه افزایش یا کاهش داشته باشد جریان تنظیم کلید اتوماتیک به صورت زیر خواهد بود.

$$I_r(+10^\circ) = I_r(50^\circ) = \frac{18^\circ}{235} = 0,76 \quad I_r(-10^\circ) = I_r(30^\circ) = \frac{18^\circ}{258} = 0,69$$

با توجه به مقادیر فوق اگر دما  $10^\circ$  درجه افزایش یابد تنظیم رله حرارتی کلید بایستی روی  $0,8^\circ$  تنظیم شود (مناسب) و اگر دما  $10^\circ$  درجه کاهش یابد تنظیم رله حرارتی کلید بایستی روی  $0,7^\circ$  تنظیم شود (نامناسب).

۳- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

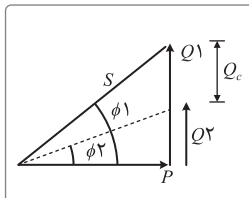
مطابق شکل پ ۱-۱: ۳ (مبحث ۱۲- صفحه ۱۴۲) یک سیستم توزیع نیرو از نوع  $TN-C-S$  به صورت زیر می باشد:



با توجه به شکل اگر تمامی خروجی های تابلو  $A$  مصرف کننده های سه فاز باشند به هادی نول نیاز ندارند و رشته چهارم کابل ورودی تابلو  $A$  هادی حفاظتی ( $PE$ ) خواهد بود و اگر خروجی های تابلو  $A$  مصرف کننده های تک فاز هم داشته باشند نیاز به هادی نول وجود دارد و بنابراین رشته چهارم کابل ورودی به تابلو  $A$  هادی مشترک حفاظتی خنثی ( $PEN$ ) می باشد.

۴- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

مقدار خازن مورد نیاز برای اصلاح ضریب قدرت از  $\cos \phi_1$  به  $\cos \phi_2$  از رابطه زیر به دست می آید:



$$Q_c = 300\text{KVAR}, P = 300\text{KW}$$

$$Q_c = P(tg \phi_1 - tg \phi_2)$$

$$300 = 300(tg(\cos^{-1} 0,8) - tg \phi_2)$$

$$1 = 0,75 - tg \phi_2 \Rightarrow tg \phi_2 = 0,75 - 1 = -0,25$$

$$\phi_2 = tg^{-1}(-0,25) = -14^\circ$$

$$\cos \phi_2 = \cos(-14^\circ) = 0,97$$

علامت منفی نشان دهنده وضعیت خازنی می باشد و جبران سازی بیش از  $1$  (اضافی) انجام شده است.

۵- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

مطابق کتاب راهنمای طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان ها (صفحه ۲۸۳)

ضریب بار ( $Load\ Factor$ ) خارج قسمت توان میانگین یک دوره بار به حداکثر درخواست آن دوره می باشد. دوره بار ممکن است یک روز، یک ماه یا یک سال انتخاب شود.

$$LF = \frac{P_{av}}{P_D}$$

برای اینکه ضریب بار دو ساختمان مساوی باشد علاوه بر اینکه لازم است توان میانگین و حداکثر درخواست برابر باشند، دوره بار نیز بایستی یکسان در نظر گرفته شود.

۶- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

در محاسبات فن نقطه طراحی عملکردی ۰/۸۵ در نظر گرفته می‌شود. بنابراین حداقل بازده فن در نقطه طراحی کارکردی برابر است با:

$$\eta = 0,85 \times 0,9 = 0,77$$

۷- گزینه (ج) پاسخ صحیح است.

مطابق جدول پ ۱۲-۱ و پ ۱۲-۲ (مبحث ۱۹- صفحات ۲۹۴ و ۲۹۵)

تلفات کل ترانسفورماتور روغنی به ظرفیت  $1600\text{KVA}$  در گروه OIT برابر است با:  $P_v = P_o + P_K$

در صورتی که ترانسفورماتور در بار نامی قرار گیرد تلفات کل برابر است با:  $P_{vn} = P_o + P_K \Rightarrow P_v = 1700 + 14000 = 15700\text{W}$

در صورتی که ترانسفورماتور در بار نامی قرار نگیرد تلفات کل برابر است با:  $P_v = P_o + P_K \Rightarrow P_v = 1700 + 10245 = 11945\text{W}$

$$ST = \frac{P_v}{P_{vn}} \times S \Rightarrow S_T = \frac{11945}{15700} \times 1600 = 1217\text{KVA}$$

نزدیک‌ترین ترانسفورماتور استاندارد به ظرفیت  $1250\text{KVA}$  انتخاب می‌گردد.

۸- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

مطابق جدول ۱۹-۵-۲۵ (مبحث ۱۹- صفحه ۹۷) ضریب کاهش باردهی ترانسفورماتور روغنی در دمای ۴۵ تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد برابر ۰/۸ است. مطابق جدول ۱۹-۵-۲۶ (مبحث ۱۹- صفحه ۹۷) ضریب کاهش باردهی ترانسفورماتور روغنی در ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر برابر ۰/۹۷۵ می‌باشد با توجه به دو ضریب فوق حداکثر توانی که ترانسفورماتور می‌تواند به بار تحویل دهد برابر است با:

$$S_r = 1600\text{KVA}, \quad \cos \varphi = 0,85$$

$$T = 46^\circ\text{C} \rightarrow K_T = 0,8, \quad H = 1200\text{m}, \quad K_H = 0,975$$

$$S_{load} = S_r \cdot K = S_r (K_T \times K_H) = (1600 \times 0,8 \times 0,975) = 1248\text{KVA}$$

$$S_{load} (\text{KW}) = S_{load} (\text{KVA}) \times \cos \varphi = 1248 \times 0,85 = 1060,8\text{KW}$$

۹- گزینه (ب) پاسخ صحیح است.

مطابق بند ۷۱۱-۰ (راهنمای طرح و اجرای تأسیسات برقی - صفحه ۳۴۵)

$$g = \frac{P_{max}}{P_i}$$

ضریب همزمانی (درخواست) از حاصل تقسیم حداکثر درخواست بر توان نصب شده به دست می‌آید:

همچنین مطابق بند ۱۹-۵-۴-۸ (مبحث ۱۹- صفحه ۱۱۱) یکی از روش‌های کنترل روشنایی استفاده از حسگر نوری (فتوسل) برای کاهش مصرف انرژی الکتریکی و استفاده بیشتر از نور روز می‌باشد.

در این سؤال در ساختمان شماره ۱ بعلاوه وجود سیستم کنترل روشنایی نور روز مقدار حداکثر درخواست ( $P_{max}$ ) نسبت به ساختمان شماره ۲ که فاقد این سیستم کنترل می‌باشد کاهش می‌یابد. بنابراین ضریب همزمانی ساختمان شماره ۱ ( $A$ ) نیز کاهش می‌یابد.

$$A = g_1 = \frac{P_{max1}}{P_i} \Rightarrow P_{max1} < P_{max2} \Rightarrow g_1 < g_2 \Rightarrow A < B$$

$$B = g_2 = \frac{P_{max2}}{P_i}$$

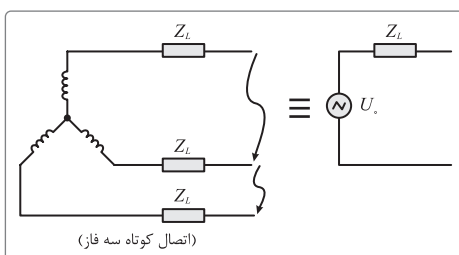
۱۰- گزینه (الف) پاسخ صحیح است.

عوامل مؤثر در تعداد آشکارسازهای (دتکتور) سیستم اعلام حریق عبارتند از:

- ارتفاع فضای تحت پوشش ۲- وجود موانع در سقف و کف محیط ۳- میزان جریان هوا (تعویض هوا) ۴- نوع آشکارساز (دودی - حرارتی و ...)
- هرچقدر تعداد دفعات تعویض هوا بیشتر باشد، میزان آشکارسازی دتکتور کمتر شده و می‌بایستی از تعداد بیشتری آشکارساز استفاده گردد.
- بنابراین در سالن با ۷ بار تعویض هوا در ساعت تعداد آشکارسازها کمتر از سالن با ۲۰ بار تعویض هوا در ساعت خواهد بود.

۱۱- گزینه (د) پاسخ صحیح است.

جریان اتصال کوتاه به امیداندس مسیر اتصالی وابسته است و در حالت‌های تک‌فاز و سه فاز به صورت شکل‌های زیر می‌باشد.



$$I_{sc} = \frac{U_o}{Z_{sc}} = \frac{u}{\sqrt{3} Z_{sc}} \rightarrow \text{جریان اتصال کوتاه سه فاز}$$