بسم الله الرحمن الرحیم

آزمون‌های نظام مهندسی

تأسیسات برقی(طراحی)

با پاسخ کاملاً تشریحی

مهدی عرب صادق

فهرست

فصل اول:سیستم‌های نیرو وارتینگ ۶

فصل دوم:دیماند وانشعابات ۶۴

فصل سوم:ترانسفورمروپست ۹۰

فصل چهارم:کابل،محاسبات کابل و افت ولتاژ ۱۵۶

فصل پنجم:خازن‌گذاری وجبران سازی توانراکتیو ۲۱۶

فصل ششم:تابلوها، حفاظت،تنظیم جریان کلیدها ۲۴۱

فصل هفتم:طراحی روشنایی ۳۳۰

فصل هشتم:سیستم‌های جریان ضعیف ۳۵۵

فصل نهم:قوانین و مقررات ۳۸۴

فصل دهم:آسانسورها و پله برقی ۴۲۰

سخن ناشر

توسعه آموزش عالی در کشور در سال های اخیر، موجب افزایش نیروی انسانی متخصص در سطح کشور گردیده که بعضا آموزش های دریافتی در دانشگاه ها دارای کیفیت چندانی نبوده و عدم ارتباط کافی و کامل بین دانشگاه و صنعت باعث گردیده که بسیاری از این فارغ التحصیلان نیاز به طی دوره های آموزشی تخصصی و حرفه ای در زمینه کاری خود داشته باشند. در همین راستا، مرکز آموزشهای تخصصی کاربردی اندیشه رسای شریف از سال ۱۳۷۹ با هدف ارتقای سطح علمی و عملی فارغ التحصیلان دانشگاهی رشته های گوناگون صنعت ساختمان اقدام به برگزاری دوره های آموزشی کاربردی نموده است :

ویژگی های اصلی این آموزش ها به روز بودن، منطبق بر استاندارد های ملی و بین المللی، کاربردی و منطبق با نیاز صنعت ساختمان و استفاده از اساتید فوق العاده مجرب در تخصص های فنی بسیار خاص می باشد. بر همین اساس انتشار کتب و جزوات آموزشی مورد نیاز چنین آموزشهایی در این مرکز همواره توانسته است برای بسیاری از افرادی که امکان حضور در دوره های آموزشی را ندارند مفید فایده باشند.

کتاب پیش رو در ۲ جلد تالیف شده است که توسط استاد ارجمند جناب آقای مهندس عرب صادق در زمینه آمادگی جهت آزمون های نظام مهندسی در رشته تاسیسات برقی ساختمان بر اساس تجارب ۱۸ ساله ارایه آموزشهای تخصصی ویژه آمادگی آزمون ورود به حرفه بر اساس آخرین آزمون های برگزار شده تا سال ۱۳۹۷ در این مرکز، جمع آوری و تدوین گردیده است.

استفاده از این کتاب نه تنها برای افرادی که قصد قبولی درآزمون نظام مهندسی در رشته تاسیسات برقی را دارند بسیار راه گشاست، بلکه با توجه به ارایه کاربردی مباحث حتی، مسیر بسیار روشنی از شیوه های گوناگون طراحی، نظارت و اجرا را برای خواننده در صنعت ساختمان به وجود می آورد.

با توجه به گستردگی مطالب و تخصصی بودن موضوعات ارائه شده و با تمام تلاش صورت گرفته در تهیه این اثر، در صورت ارائه نقطه نظرات و پیشنهادات در بهبود آن از طریق شماره تماس ۰۲۱-۴۴۰۴۹۲۰۰ در چاپ های بعدی مارا یاری فرمایید.

در پایان مجددا از زحمات استاد ارجمند آقای مهندس عرب صادق که با قلم توانای خود قبول زحمت تدوین این کتاب را نمودند قدر دانی می گردد، همچنین از همکاران دیگر موسسه که زحمت تایپ، ویرایش،بازبینی ادبی،طراحی جلد و سایر امور را به عهده داشته و با کمال دقت، در تهیه این کتاب نقش داشته اند تشکر و امتنان فراوان دارد.

با آرزوی موفقیت و سربلندی

مدیر چاپ و نشر موسسه اندیشه رسای شریف

سخن مؤلف

با نام و یاد خدای مهربان ; آزمون های ورود به حرفه مهندسان(نظام مهندسی) همواره مورد توجه داوطلبین آزمون بوده است و پس از قبولی و اخذ پروانه اشتغال از وزارت مسکن و شهرسازی، مسیر جدیدی در آینده اشتغال متخصصین و متقاضیان فعالیت حوزه نظام مهندسی باز می نماید.

چندین سال اخیر، آزمون های متعدد و متفاوت نظام مهندسی برگزار شده است و این آزمون ها مسیر مطالعه منابع آزمون را برای عزیزان داوطلب مشخص می نماید.

برای قبولی، مرور سوالات ادوار قبل، بسیار مهم و کاربردی است و آنچه حائز اهمیت است، ارائه پاسخ نامه مفهومی و تکیه به حل ابهامات قابل پیش بینی داوطلبین عزیز است.

در این مقال، ارائه دهنده پاسخ نامه بایستی با چالش های داوطلبان محترم به صورت رودررو در کلاس های آمادگی آزمون نظام مهندسی آشنا باشد.

و نیز از دانش آکادمیک و علمی و هم زمان کاربردی و صنعتی کافی برخوردار باشد.

سعی شده در ارائه این کتاب از تمام تجربیات کلاسی و تدریس خود، چه در کلاس های حرفه ای و تخصصی و چه کلاس های دانشگاه و نیز سوابق حرفه ای خود در نظام مهندسی و کارشناسی رسمی دادگستری استفاده نمایم.

این کتاب به دو بخش کلی طراحی و نظارت تقسیم شده است و جلد اول هر کدام از این دو بخش، شامل آزمون های قبل از شهریور ۹۵ و جلد دوم، آزمون های پس از اسفند ۹۵ (پس از تفکیک کامل و رسمی آزمون نظارت و طراحی) می باشد تا داوطلبین محترمی که آزمون های قدیم را در اختیار دارند، مجبور به تهیه مجدد کل کتاب نشوند و فقط جلد دوم طراحی و جلد دوم نظارت را خریداری نمایند.

در این کتاب، طبقه بندی موضوعی مسائل آزمون انجام شده است و روش های حل به صورت درس مختصر و نکات مفهومی حاوی توضیحات تکمیلی می باشد تا در صورت تغییر سوال، داوطلبین از عهده حل سوالات جدید نیز برآیند.

موسسه اندیشه رسای شریف، با سابقه و قدمت خود در حوزه ی دوره های نظام مهندسی و کارشناس رسمی دادگستری، نیاز داوطلبین آزمون را در طی حدود ۲۰ سال فعالیت اخیر: شناسایی نموده است و آنها را به مؤلفین خود جهت اعمال در کتاب گوشزد نموده است.

از زحمات همه عزیزان که در این کتاب بنده را همراهی کردند و موسسه آموزشی و نشر اندیشه رسای شریف کمال تشکر را دارم.

نیز به استحضار داوطلبین می رساند بنده هیچ کتاب حل المسائل با هیچ موسسه و انتشارات دیگری ندارم و کتاب هایی که با نام بنده با کپی کاری ناشیانه و از کانال های تلگرامی و فضای مجازی جمع آوری شده، تألیف بنده نمی باشد.

با تشکر مهدی عرب صادق

مدرس نظام مهندسی و کارشناس رسمی دادگستری تأسیسات

فصل اول

سیستم‌های نیرو و ارتینگ

شهریور ۹۵

۱- کدامیک از گزینه‌های زیر در خصوص اتصال زمین به سیستم صاعقه گیر صحیح است؟

۱) سیستم صاعقه گیر باید دارای اتصال زمین مخصوص خود بوده و الزامی به وصل به ترمینال اصلی یا شینه اتصال زمین نمی باشد.
۲) سیستم صاعقه گیر باید دارای اتصال زمین مخصوص خود بوده و به ترمینال یا شینه اتصال زمینه نیز همبند گردد.
۳) هادی نزولی سیستم صاعقه گیر می تواند مستقیما به ترمینال اصلی یا شینه اتصال زمین وصل گردد.
۴) اتصال زمین سیستم صاعقه گیر می تواند با اتصال زمین سیستم حفاظتی مشترک باشد.

۲- کدامیک از گزینه‌های زیر در خصوص هادی‌های اتصال زمین کابل‌های تلفن صحیح است؟

۱) هادی‌های اتصال زمین کابل‌های تلفن باید مستقیما از طریق یک هادی حفاظتی به سیستم هم بندی اصلی ساختمان متصل شود.
۲) هادی‌های اتصال زمین کابل‌های تلفن باید مستقیما از طریق یک هادی حفاظتی به شینه ارت نزدیک ترین تابلوی برق متصل شود.
۳) هادی‌های اتصال زمین کابل‌های تلفن باید به ترمینال زمین جعبه اصلی سیستم تلفن وصل سپس از طریق یک هادی حفاظتی به الکترود زمین ساختمان متصل شود.
۴) در صورت استفاده از سیستم نیروی TN-C-S هادی‌های اتصال زمین کابل‌های تلفن باید مستقیما از طریق یک هادی حفاظتی به هادی PEN سیستم توزیع ساختمان متصل شود.

۳- برای احراز اطمینان نسبت به قطع به موقع مدار در اثر تماس غیر مستقیم انجام کدام آزمون الزامی است؟

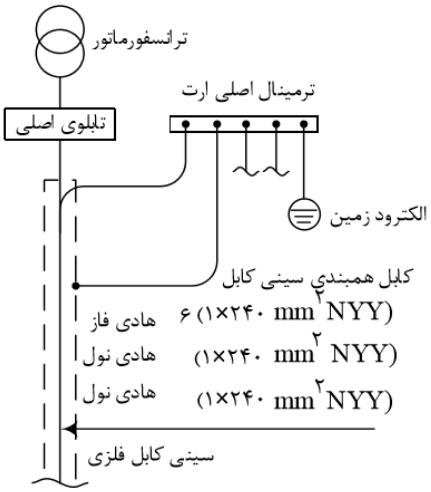
۱) اندازه گیری امپدانس حلقه اتصال کوتاه
۲) اندازه گیری مقاومت الکترود زمین
۳) تداوم هم بندی‌های اصلی و اضافی
۴) هر سه گزینه صحیح است.

۴- با توجه به شکل زیر مناسب ترین سطح مقطع کابل هم بندی سینی فلزی چه مقدار می باشد؟

۱) ۱۲۰ میلی متر مربع
۲) ۵۰ میلی متر مربع

اندیشه رسای شریف

۳) ۲۵ میلی متر مربع
۴) ۲۴۰ میلی متر مربع



۵-کدام گزینه در خصوص مهمترین و آخرین روشی که بشر در پیشگیری از برق گرفتگی ابداع نموده صحیح است؟

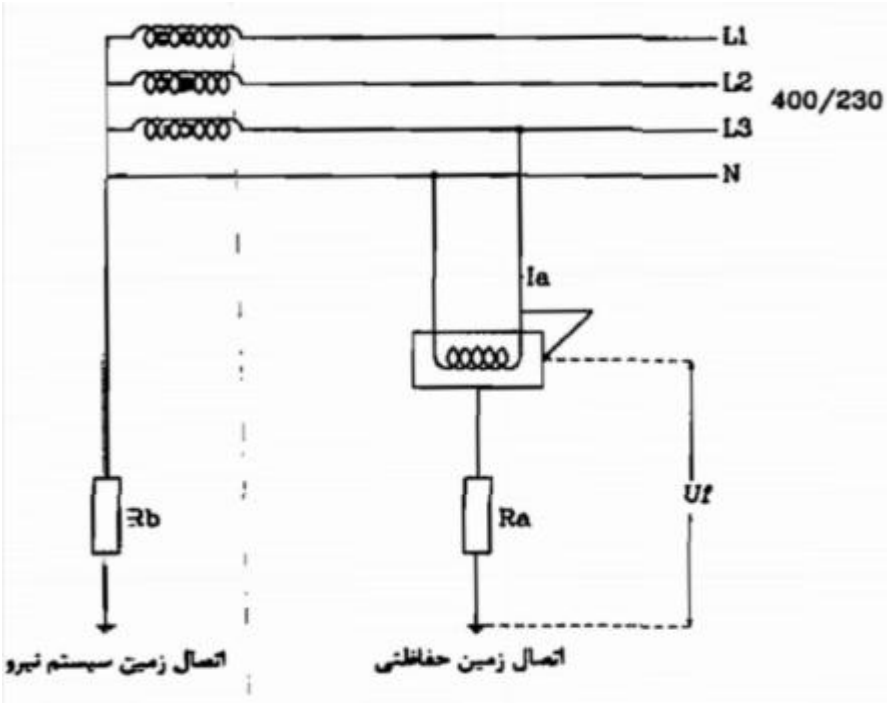
۱) عایق کردن محیط
۲) هم بندی برای ولتاژ کردن
۳) نصب کلید جریان تفاضلی (RCD) در مدارهای برق
۴) اتصال نقطه خنثای سیستم نیرو به زمین

۶- چنانچه در یک تابلو برق سه فاز در سیستم TN کابل ورودی و تمام کابل‌های خروجی چهار رشته باشند، کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

۱) سیستم نیروی تابلو می تواند TN-C باشد.
۲) سیستم نیروی تابلو با فرض اینکه خروجی‌های تابلو برای مصرف موتورهای سه فاز اتصال مثلث و راه اندازی مستقیم باشد می تواند TN-S باشد.
۳) سیستم نیروی تابلو فقط TN-C می باشد.
۴) گزینه‌های ۱ و ۲ هر دو صحیح است.

مسئله: با توجه به مدار شکل زیر و داده‌های آن به ۲ سوال‌زیرپاسخ دهید.

مقاومت اتصال زمین حفاظتی مشترک برق (R_a)، ۳ برابر مقاومت اتصال سیستم نیرو (R_b) می باشد.



$(R_a = ۳R_b)$

۷- ولتاژ تماس U_t چقدر می باشد؟

۱) ۱۱۵ ولت
۲) ۷۶.۷ ولت
۳) ۵۷.۵ ولت
۴) ۱۷۲.۵ ولت

۸- در مدار شکل سوال قبل نسبت R_a به R_b چقدر باشد که ولتاژ تماس از حد مجاز (۵۰ ولت) تجاوز نکند؟

۱) $R_a = R_b$
۲) $R_a = ۰.۲۲۷R_b$
۳) $R_a = \frac{۱}{۳}R_b$
۴) $R_a = ۰.۶۶۶R_b$

۹- سیستم نیروی برق پروژه ای به صورت TN-S می باشد. تابلوی ساختمان نگهبانی این پروژه با کابل $۴\times۱۶+۱\times۱۶\ mm^۲$ از تابلوی اصلی برق تغذیه شده است. بعد از مدتی کابل ارت تابلوی نگهبانی در مسیر قطع شده و امکان اجرای کابل کشی مجدد برای آن وجود ندارد. با توجه به توضیحات ارائه شده کدامیک از گزینه‌های زیر مناسب است؟

اندیشه رسای شریف

۱) اتصال شینه نول تابلوی نگهبانی به یک الکترود زمین مستقل
۲) اتصال شینه نول و ارت تابلوی نگهبانی و اتصال آن به یک الکترود زمین اساسی
۳) اتصال شینه نول و ارت تابلوی نگهبانی
۴) اتصال شینه ارت تابلوی نگهبانی به یک الکترود زمین مستقل

۱۰- کدامیک از گزینه‌های زیر در خصوص سیستم هم بندی برای هم ولتاژ کردن جهت ریل‌های آسانسور و قطعات فلزی ثابت آن صحیح است؟

۱) باید یک الکترود زمین مستقل برای این کار پیش بینی کرد.
۲) می توان توسط یک کابل از ترمینال اصلی سیستم اتصال زمین برای این کار استفاده کرد.
۳) باید یک الکترود زمین مستقل و هم بند شده با سیستم ارت مجموعه برای این کار پیش بینی کرد.
۴) الزامی برای هم بند کردن جهت ریل‌های آسانسور و قطعات فلزی ثابت آن وجود ندارد.

۱۱- در یک سیستم نیروی TN-S چنانچه در وروی یک تابلوی برق آپارتمان مسکونی از کلید خودکار مینیاتوری و کلید RCD استفاده شود در صورت اتصال سیم نول و ارت داخل یک پریز کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

۱) هیچ گونه اتفاقی برای برق واحد مسکونی صورت نمی گیرد.
۲) کل برق واحد مسکونی توسط کلید RCD قطع می گردد.
۳) کلید خودکار مینیاتوری مدار پریز مربوطه قطع می گردد.
۴) کل برق واحد مسکونی توسط کلید خودکار مینیاتوری ورودی قطع می گردد.

۱۲- محدودیت حداکثر دو اهم برای مقاومت الکترود زمین در سیستم نیروی TN به چه منظوری می باشد؟

۱) عملکرد سریع کلیدهای حاظتی در صورت اتصالی اتفاقی یک هادی فاز خط هوایی با زمین
۲) کاهش ولتاژ تماس در بدنه تجهیزات الکتریکی در صورت اتصال هادی فاز به بدنه تجهیزات
۳) کاهش ولتاژ تماس در بدنه تجهیزات الکتریکی در صورت اتصالی اتفاقی یک هادی فاز خط هوایی با زمین
۴) عملکرد سریع کلیدهای حفاظتی در صورت اتصال هادی فاز با بدنه تجهیزات

- **بهمن ۹۴**

۱۳- در یک پست برق (ترانسفورماتور) اگر بدنه‌های تجهیزات فشار متوسط و فشار ضعیف و نقطه

اندیشه رسای شریف

پاسخ سؤالات فصل اول

☜ **پاسخ سوال ۱:**

انواع الکترود اتصال زمین:

الف- الکترود سیستم

ب- الکترود صاعقه گیر

ج- الکترود سیستم مخابراتی

صاعقه گیر و اتصال زمین تأسیسات نباید مشترک باشند زیرا موجب برق دار شدن ارت موجود در ساختمان می شود پس وجود دو اتصال زمین اساسی (حداقل به فاصله ۲۰ متر) لازم است.

اگر ایجاد فاصله ۲۰ متر بین دو ارت ممکن نباشد باید از جرقه گیر در ورودی تابلوی برق ساختمان ، خطوط تلفن و کابل تلویزیون جهت جلوگیری از اثر موج های برگشتی استفاده کرد.

از طرفی اگر دو ارت مستقل باشند اختلاف ولتاژ زیاد بین این دو ارت ایجاد می گردد لذا عدم اتصال سیستمارت صاعقه گیر در همبندی الکتریکی ممکن است منشأ خطراتی مانند از بین رفتن ایمنی در برابر برقگرفتگی و آتشسوزی از یکسو و بروز ترکیدگی در بتن شود، پس سیستم صاعقه گیر باید دارای اتصال زمین اختصاصی به خود بوده ولی با ترمینال اصلییا شینهارت همبند شود.

در این حالت هم منجر به خطراتی خواهد شد لذا ناچار به استفاده از برق گیر ها در ورودی کابل های فاز و حتی نول نسبت به زمین است.

نکته مهم آن است که برق گیر باید در ورودی ترین نقطه ساختمان و حتی قبل از کلید ها، جهت حفاظت کلید ها نصب گردد تا خود کلید ها نیز محافظت گردد.

- **لذا گزینه ۲ صحیح است.**

☜ پاسخ سوال ۲:

با توجه به بند ۸-۱-۸-۱۳ صفحه ۶۵ مبحث ۱۳،

هادی های اتصال زمین سیم ها و کابل های تلفن باید از طریق یک هادی حفاظتی، ترمینال زمین جعبه اصلی تلفن یا مرکز تلفن را به الکترود زمین ساختمان متصل کنند.

- **لذا گزینه ۳ صحیح است.**

☜ پاسخ سوال ۳:

با توجه به بند ۶- ۸-۷-۲۲ صفحه ۵۶ مبحث ۲۲ گزینه ۱ صحیح است.

در تماس غیر مستقیم، تماس با بدنه برق دار ایجاد شده است و برای قطع به موقع مدار باید جریان اتصال کوتاه مدار از جریان عملکرد کلید در زمان مطمین بیشتر باشد لذا باید امپدانس مسیر اتصال کوتاه در نظر گرفته شود.

بدنه ای که با فاز تماس پیدا کرده، امپدانس حلقه اتصال کوتاه فاز و نول و ترانس است. (در سیستم TN)

- **لذا گزینه ۱ صحیح است.**

$$I_{sc} = \frac{V/\sqrt{۳}}{Z_{SC}}$$

بایستی ولتاژ تماس نیز کاهش یابد لذا مقاومت الکترود زمین بایستی اندازه گیری شود و هم بندی بررسی گردد. منتهی اصلی ترین آزمون در سیستم TN اندازه گیری سطح اتصال کوتاه است.

☜ پاسخ سوال ٤:

سطح مقطع هادی هم بندی اصلی نباید از $۶mm^۲$ کمتر باشد و لزومی ندارد در هر شرایطی بیشتر از $۲۵mm^۲$باشد، نیز باید از نصف سطح مقطع PE مدار $(\frac{۱}{۲}\times ۲۴۰)$ نیز بزرگتر باشد ولی لزومی ندارد بیش از $۲۵mm^۲$ باشد.

- **بنابراین گزینه ۳ صحیح است.**

اندیشه رسای شریف

☜ پاسخ سوال ۵:

با توجه به بند ۶-۶۰۱ راهنمای مبحث ۱۳ صفحه ۲۱۰ ، همبندی اضافی مطمئن ترین روش است.

- **لذا گزینه ۲ صحیح است.**

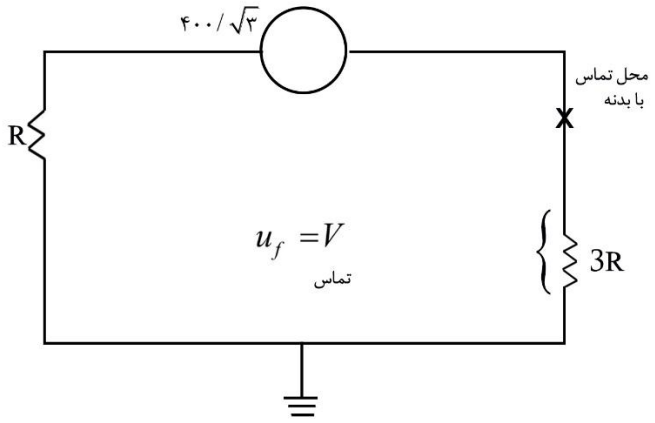
☜ پاسخ سوال ٦:

راه اندازی مستقیم موتورهای القایی سه فاز و با اتصال مثلث، نول ندارند لذا TNS در این تابلو ها ۴ سیم است.

تغذیه بارهای معمولی نیز در سیستم TNC کابل ۴ سیم دارند.

- **لذا گزینه ۴ صحیح است.**

☜ پاسخ سوال ۷:



$$u_f = (\frac{۴۰۰}{\sqrt{۳}}) \times \frac{۳}{۴} = ۱۷۲.۵$$

- **لذا گزینه ۴ صحیح است.**

☜ پاسخ سوال ۸:

طبق مدار و توضیحات پاسخ سوال قبل:

$$u_f = (\frac{۴۰۰}{\sqrt{۳}})(\frac{\alpha R}{(\alpha + ۱)R}) = ۵۰$$

$$\Rightarrow \alpha = ۰.۲۷$$

- **لذا گزینه ۲ صحیح است.**

☜ پاسخ سوال ۹:

در شرایط موجود که سیم ارت از تابلوی نگهبانی قطع شده است، سیمی رها است که اتصالی به زمین سیستم ندارد و از طرفی قبلا به علت TN بودن سیستم، سمت دیگر آن به بدنه های هادی وصل بوده است، اکنون اگر این سیم به زمین اتصال یابد سیستم موجود از تابلوی نگهبانی به بعد TT می شود که هم استفاده از آن غیر مجاز است و هم تمهیدات حفاظتی خاصی می خواهد.

پس اگر شینه ارت و نول در تابلوی نگهبانی اتصال یابد سیم ارت نهایتا به نول منبع اتصال یافته است و سیستم بعد از تابلوی نگهبانی TNS و قبل از آن (به سمت منبع) TNC (طبق ۱۳-پ۱-۴-۲ برای سطوح مقاطع۱۰ mm۲ و بیشتر از ۱۰mm۲ ، سیستم TNC یا استفاده از هادی مشترک حفاظتی خنثی PEN مجاز است)است که سیستم کلی TNCS می شود بعلت کمتر بودن مصرف مشترکین از ۶۰ آمپر (چون تابلوی اصلی نیست و صحبتی از مصرف نشده است) نیازی به الکترود زمین اساسی نخواهد بود.

- **لذا گزینه۳صحیح است.**

☜ پاسخ سوال ۱۰:

طبق مبحث ۱۳ (بند پ ۱-۶ صفحه ۹۶) و بند ۱۵-۲-۶-۴-۲۲ از مبحث ۱۵ (صفحه ۳۶) ، اتصال زمینی برای سیستم آسانسور و همچنین سیستم همبندی برای هم ولتاژ کردن جهت ریل های آسانسور و قطعات فلزی ثابت آن، مطابق مفاد مقررات ملی ساختمان در نظر گرفته می شود.

- **گزینه ۲ صحیح است.**

☜ پاسخ سوال ۱۱:

اولین شرط عملکرد RCD جدابودن سیم ارت از نول یا بعبارتی TNS بودن سیستم است تا جریان نشتی و نقض معادله زیر(مثلا اتصالی بین ارت و نول در داخل پریز اگر از مدار کلی توسط مصرف کننده ها باری کشیده شود یا بعبارتی حداقل یک مصرف کننده روشن باشد) توسط RCD تشخیص داده شود.