

الف) کلید حرارتی-مغناطیسی و کنتاکتور
 ب) کلید اتوماتیک کمپکت (MCCB)، کنتاکتور و رله بی متال
 ج) کلید گردان، فیوز، کنتاکتور و رله بی متال
 د) کلید اتوماتیک کمپکت (MCCB)
 پاسخ) طبق مفاهیم بخش «راه‌اندازی موتور الکتریکی» در فصل سوم این کتاب، اینورتر قابلیت کنترل دور را دارد. سیستم باید در برابر اتصال کوتاه محافظت شود که این کار را کلید اتوماتیک کمپکت (MCCB) انجام شود. گزینه د صحیح است.
 پرسش ۱۳-۶) در مسئله ۴۳ پیوست الف، چنانچه برای راه‌اندازی موتور هوارسان از کلید حرارتی مغناطیسی (MPCB) استفاده گردد. تجهیزات مورد نیاز برای تغذیه موتور هوارسان چه می باشد؟ (اسفند ۹۱ «۳۸»)
 الف) کلید حرارتی، مغناطیسی-کنتاکتور
 ب) کلید حرارتی، مغناطیسی-کنتاکتور-رله بی متال
 ج) کلید حرارتی، مغناطیسی-فیوز-کنتاکتور-رله بی متال
 د) کلید حرارتی، مغناطیسی-کلید گردان-فیوز-کنتاکتور-رله بی متال
 پاسخ) برای قطع و وصل به کنتاکتور نیاز است. نیازی به بی متال نیست؛ زیرا بخش حرارتی MPCB دارای بی متال است. بخش مغناطیسی MPCB، حفاظت در برابر اتصال کوتاه را انجام می دهد؛ پس نیازی به نصب فیوز هم نیست. MPCB توانایی قطع مدار را دارد؛ از این رو، به نصب کلید گردان نیز نیازی نیست. گزینه الف صحیح است.

۴-۶ کلید مینیاتوری (MCB)

۱-۴-۶ مفهوم

کلیدهای مینیاتوری از انواع کلیدهای فشار ضعیف است که معمولاً، در جریان‌های پایین و در تابلوهای روشنایی و تابلوهای توزیع با توان کم یا برای حفاظت مدارهای کنترل و فرمان و تأسیسات برقی به منظور حفاظت در برابر اضافه بار یا اتصال کوتاه استفاده می‌شود. جریان قطع اتصال کوتاه این کلیدها معمولاً چندان بالا نیست. قدرت قطع کلیدهای مینیاتوری در حد ۱/۵، ۳، ۶ و ۱۰ کیلوآمپر است. مقادیر حداقل سطح مقطع برای روشنایی و پریش به ترتیب ۱/۵ و ۲/۵ است. برای انتخاب کلید هم باید این تناسب رعایت شود؛ از این رو، حداقل سطح مقطع هادی روشنایی ۱/۵ میلی‌مترمربع و حداقل جریان کلید مینیاتوری آن، ۱۰ آمپر بوده و این مقدار برای هادی پریش ۲/۵ میلی‌مترمربع با حداقل کلید مینیاتوری ۱۶ آمپر می باشد. در صورتیکه مقدار جریان نامی کلید مینیاتوری به اندازه ای باشد که احتمال آسیب به سیم، کلید و پریش و ... وجود داشته باشد؛ باید یا جریان نامی کلید مینیاتوری را کاهش داد یا اینکه از سیم با سطح مقطع بالاتر و یا کلید و پریش با حداقل جریان بالاتر استفاده کرد. برای کلید اصلی ورودی واحدهای مسکونی از کلید مینیاتوری ۲۵ آمپری استفاده می شود.

در تأسیسات برقی جدید استفاده از کلیدهای مینیاتوری نوع پیچی که بجای فیوز، در پایه فیوز نصب می‌شوند، ممنوع است.
 پرسش ۱۴-۶) در کدام یک از گزینه‌های زیر کلید مینیاتوری یک مدار روشنایی تک‌فاز می‌تواند از ۱۰ آمپر بیشتر باشد؟ (اسفند ۹۵ طراحی «۵۰»)
 (از ضرایب کاهش باردهی کلیدهای مینیاتوری صرف‌نظر می‌شود).
 الف) استفاده از کلید مینیاتوری بالاتر از ۱۰ آمپر برای مدار روشنایی به‌طور کلی ممنوع است.
 ب) در صورتی که مصرف روشنایی یک کلید تک پل یا دو پل از ۱۰ آمپر تجاوز نکند، در این حالت مجموع مصارف بیش از ۱۰ آمپر مدار روشنایی مانعی ندارد.

ج) در صورتی که مقطع سیم مدار روشنایی با کلید تک پل یا دو پل مناسب با آمپراژ کلید مینیاتوری بالاتر از ۱۰ آمپر باشد.
 د) در صورتی که مدار روشنایی از طریق یک کلید گردان با آمپراژ بالاتر از ۱۰ آمپر با مقطع سیم یا کابل مناسب از تابلوی برق کنترل شود.

پاسخ) حداقل سطح مقطع هادی روشنایی ۱/۵ میلی‌مترمربع و جریان کلید مینیاتوری آن، ۱۰ آمپر است. اگر کلید همراه کلید مینیاتوری قابلیت هدایت جریان بیش از ۱۰ آمپر را داشته و هادی شبکه به همین ترتیب جوابگوی این جریان باشد، کلید مینیاتوری می‌تواند دارای جریان بیش از ۱۰ آمپر باشد. گزینه د صحیح است.

پرسش ۱۵-۶) یک مدار تغذیه شده در یک واحد مسکونی، با کلید مینیاتوری از تابلوی برق شامل ۳ عدد پریش تک‌فاز ۱۶ آمپر در نظر بگیرید. چنانچه مصرف برق هر پریش ۲ آمپر باشد، کدامیک از گزینه‌های زیر درباره آمپراژ کلید مینیاتوری صحیح است؟ (اسفند ۹۵ طراحی «۱۸»)
 (از ضرایب کاهش باردهی کلیدهای مینیاتوری صرف‌نظر می‌شود).

الف) آمپراژ کلید مینیاتوری نباید از ۱۶ آمپر بیشتر باشد.
 ب) آمپراژ کلید مینیاتوری نباید از ۲۵ آمپر بیشتر باشد.

ج) آمپراژ کلید مینیاتوری باید ۱۰ آمپر باشد. (د) آمپراژ کلید مینیاتوری باید ۶ آمپر باشد. (پاسخ) کلیدهای مینیاتوری برای روشنایی و پریز به ترتیب ۱۰ و ۱۶ آمپر هستند. با توجه به اینکه ۳ پریز ۲ آمپری وجود دارد و جریان کل از ۶ آمپر تجاوز نمی‌کند، یک کلید مینیاتوری ۱۶ باید نصب شود. دقت شود که حداقل جریان قابل تحمل پریزها ۱۶ آمپر است، پس کلید مینیاتوری ۱۶ آمپری مشکلی ایجاد نمی‌کند. کلید مینیاتوری ۱۰ آمپری برای روشنایی است. گزینه الف صحیح است. نکته ۱۴-۶) معمولاً در جریان‌های بیش از ۵۰ آمپر، از کلید مینیاتوری استفاده نمی‌شود و بجای آن از MCCB استفاده می‌شود. از بعضی از انواع کلیدهای خودکار می‌توان به عنوان کلید مجزا کننده نیز استفاده کرد، در این صورت شرط زیر باید برقرار باشد: استاندارد ۱ که کلید طبق آن ساخته شده است قابل قبول باشد و اجازه این کار را صریحاً داده باشد (آئین‌نامه ۱۳-۶-۲-۵-۵). تبصره ۱: از کلیدهای خودکار مینیاتوری می‌توان به عنوان کلید مجزا کننده استفاده کرد. تبصره ۲: از کلیدهای خودکار مینیاتوری نباید به عنوان کلید کنترل مدار (قطع و وصل) استفاده کرد.

پرسش ۱۶-۶) کدام عبارت در مورد کلیدهای خودکار مینیاتوری صحیح است؟ (خرداد ۸۲ «۲۷»)

الف) از کلیدهای خودکار مینیاتوری می‌توان به عنوان کلید مجزاکننده استفاده نمود. (ب) از کلیدهای خودکار مینیاتوری می‌توان به عنوان کلید کنترل مدار (قطع و وصل چراغ‌ها) استفاده نمود. (ج) از کلیدهای خودکار مینیاتوری نمی‌توان به عنوان کلید مجزا کننده استفاده نمود. (د) موارد الف و ب هر دو مورد درست است. (پاسخ) طبق تبصره ۱ آیین‌نامه فوق، گزینه الف صحیح است.

نکته ۱۵-۶) چنانچه کلید مجزا کننده از محل فیزیکی وسیله یا دستگاه تغذیه شونده قابل رویت نباشد، باید یک کلید مجزا کننده دیگر را که دارای مشخصات کلید مجزا کننده ذکر شده در بالا باشد، به صورت تکی و مجزا در نزدیک‌ترین محل مناسب از دستگاه نصب کرد (آیین‌نامه ۱۳-۶-۲-۵-۴).

پرسش ۱۷-۶) مناسب‌ترین وسیله نصب شده برای قطع و وصل یک کولر در بام و در مجاورت کولر چه می‌باشد؟ (اسفند ۹۵ نظارت «۱۴»)

الف) ایزولاتور تک پل واترپروف با بدنه آلومینیوم دایکاست با دسته اهرمی و یا گردان

ب) ایزولاتور سه پل واترپروف با بدنه آلومینیوم دایکاست با دسته اهرمی و یا گردان

ج) کلید مینیاتوری سه پل

د) کلید مینیاتوری تک پل

(پاسخ) طبق تبصره ۲ آئین‌نامه فوق، گزینه های ج و د اشتباه است. در محل کولر، نیاز به کلید جداکننده (ایزولاتور) هست چرا که کلید مینیاتوری در داخل خانه قابل رویت نیست. با توجه به اینکه کولر نیاز به کنترل پمپ آب، دور کند و دور تند دارد، پس باید کلید سه پل مورد استفاده قرار گیرد. چرا که حین سرویس کاری، باید نزدیک کولر (در پشت بام) یک کلید قطع کننده باشد تا با قطع آن، اگر کسی، بدون اطلاع، مدار را وصل کرد، تعمیرکار دچار برق گرفتگی نشود. گزینه ب صحیح است.

۲-۴-۶ محاسبات جریان‌دهی کلید

جریان باردهی کلید مینیاتوری متناسب با دما و همجواری تغییر می‌کند. جداول زیر به ترتیب کاهش باردهی در دماهای مختلف و ناشی از همجواری را نشان می‌دهد. ظرفیت کلید مینیاتوری به دلایلی، مانند دما و همجواری کاهش می‌یابد. میزان جریان‌دهی کلید مینیاتوری برابر است با:

$$I_c = I_n (\rho_T \times \rho_n) \quad (۱-۶)$$

که در آن، ρ_T : کاهش باردهی کلیدهای مینیاتوری ناشی از دما، ρ_n : کاهش ناشی از همجواری و حداکثر تعداد لامپ یا پریز از رابطه زیر استفاده محاسبه می‌شود:

$$n_m \leq \frac{I_c}{I_i} \quad (۲-۶)$$

که در آن، I_i جریان هر لامپ یا پریز است. عدد بدست آمده به سمت پایین گرد می‌شود. حداکثر توان برای این طرح نیز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$P_m = n_m P \quad (۳-۶)$$

که در آن، P توان هر لامپ است.

جدول ۶-۱: کاهش باردهی کلیدهای مینیاتوری ناشی از همجواری آنها

تعداد کلیدها	۱ تا ۳	۴ تا ۶	۷ تا ۹	≥ ۱۰
ضریب	۱	۰/۸	۰/۷	۰/۶

جدول ۶-۲: آمپراژ کلیدهای مینیاتوری در درجه حرارت های متفاوت

جریان نامی کلید مینیاتوری (A)	۲۰°C	۳۰°C	۴۰°C	۵۰°C
۶	۶/۲	۶	۵/۸	۵/۵
۱۰	۱۰/۳	۱۰	۹/۷	۹/۳
۱۶	۱۶/۶	۱۶	۱۵/۴	۱۴/۷
۲۰	۲۰/۸	۲۰	۱۹/۲	۱۸/۴
۲۵	۲۶	۲۵	۲۴	۲۲/۷

نکته ۱۶-۶) میزان کاهش باردهی کلید مینیاتوری به دو صورت بیان می شود:

- بیان دما و تعداد کلید همجوار: از جداول فوق استفاده می شود.
- بیان ضریب کاهش باردهی: به جریان نامی کلید مینیاتوری ضرب می شود.

نکته ۱۷-۶) هر لامپ تخلیه الکتریکی در گازها (فلورسنت، بخار جیوه، بخار سدیم، متال هالید و غیره به بالاست القایی) حتی اگر مجهز به خازن های تصحیح ضریب قدرت باشند، باید در محاسبه جریان مجاز مدار مربوط به آنها بدون خازن به حساب آورده شود. توان وسیله راه اندازی و تثبیت جریان آنها (بالاست یا چوک القایی) نیز در تخمین درخواست نیروی برق باید منظور شده باشد (۱۳-۱۰-۱-۱).

پرسش ۱۸-۶) حداکثر توان نصب شده چراغ های رشته ای ۱۰۰ وات در یک مدار روشنایی با کلید مینیاتوری ۱۰ آمپر چقدر است؟ ضریب کاهش باردهی کلید مینیاتور را ۰/۵۸ فرض کنید (شهریور ۸۶ «۳۶»)

الف) ۱۰۰۰ وات ب) ۱۲۰۰ وات ج) ۱۳۰۰ وات د) ۲۲۰۰ وات

پاسخ) ظرفیت نامی کلید ۱۰ آمپر است که با در نظر گرفتن ضریب کاهش باردهی داریم:

$$I_c = I_n (\rho_T \times \rho_n) = 10 \times 0.58 = 5.8A$$

با توجه به اینکه $\cos \phi$ در لامپ رشته ای برابر با یک است، می توان نوشت: $P = U_p I_i \cos \phi \rightarrow I_i = 100 / (220 \times 1) = 0.45A$ تا اینجا، جریان قابل تحمل کلید مینیاتوری ۵/۸ آمپر و جریان یک لامپ نیز ۰/۴۵ آمپر است، حداکثر تعداد لامپ برابر است با:

$$n_m \leq \frac{I_c}{I_i} \rightarrow n_m \leq \frac{5.8}{0.45} \rightarrow n_m \leq 12.76$$

در صورتی که تعداد را ۱۳ در نظر بگیریم، جریان کلید از ۵/۸ آمپر که ماکزیمم جریان قابل تحمل کلید است، تجاوز می کند. پس تعداد را

$$P_m = n_m P = 12 \times 100 = 1200W \quad ۱۲ \text{ در نظر می گیریم. حداکثر توان نصب شده نیز برابر است با:}$$

گزینه ب صحیح است.

پرسش ۱۹-۶) حداکثر توان نصب شده چراغ های فلورسنت ۴۰ وات در یک مدار روشنایی با کلید مینیاتوری ۱۰ آمپر چقدر می باشد؟ توان هر لامپ فلورسنت با بالاست را ۵۰ وات فرض کنید. جریان لامپ فلورسنت بدون خازن ۰/۴۳ آمپر و با خازن ۰/۲۳ آمپر می باشد. ضریب کاهش باردهی کلید مینیاتور را ۰/۶۲ فرض کنید (شهریور ۸۶ «۳۷»).

الف) ۷۰۰ وات ب) ۱۱۵۰ وات ج) ۱۳۰۰ وات د) ۲۱۵۰ وات

پاسخ) گفته شد که حتی اگر لامپ های گازی دارای خازن باشد، در محاسبات، بدون خازن در نظر گرفته می شود؛ پس جریان لامپ

$$I_c = I_n (\rho_T \times \rho_n) = 10 \times 0.62 = 6.2A \quad \text{فلورسنت ۰/۴۳ آمپر است. کاهش باردهی کلید مینیاتوری برابر است با:}$$

پس جریان قابل تحمل این کلید ۶/۲ آمپر است. تعداد لامپ برابر است با:

$$n_m \leq \frac{I_c}{I_i} \rightarrow n_m \leq \frac{6.2}{0.43} \rightarrow n_m \leq 14.4 \quad \text{که برای جلوگیری از تجاوز جریان کلید از مقدار ۶/۲ آمپر، ۱۴ در نظر گرفته می شود:}$$

$$P_m = n_m P = 14 \times 50 = 700W$$

توان کل از حاصلضرب تعداد لامپ در توان هر لامپ به دست می آید.
گزینه الف صحیح است.

این پرسش مشابه پرسش های اسفند ۸۷ «۵۹» و فرورداد ۸۲ «۱۴۷» است.

نکته ۱۸-۶) چراغ مجموع دو یا چند لامپ است. اگر پرسش تعداد چراغ را خواست، تعداد لامپ بدست آمده (n_m) را بر تعداد لامپ های در هر چراغ تقسیم می شود.

پرسش ۲۰-۶) حداکثر تعداد چراغ فلورسنت ۴۰ وات دو لامپه ($2 \times 40 W$) در یک مدار روشنایی که از کلید مینیاتوری ۱۶ آمپر تغذیه می گردد، چقدر است؟ جریان لامپ فلورسنت بدون خازن ۰/۴۳ آمپر و با خازن ۰/۲۳ آمپر می باشد. ضریب کاهش باردهی کلید مینیاتور را ۰/۵۵ فرض کنید (اسفند ۹۱ «۱۹»).

الف) ۱۰ عدد (ب) ۱۲ عدد (ج) ۱۸ عدد (د) ۱۹ عدد

پاسخ) از جریان بدون خازن (۰/۴۳ آمپر) استفاده می شود. مقدار جریان مجاز مدار برابر است با: $I_c = I_n (\rho_f \times \rho_n) = 16 \times 0.55 = 8.8 A$

پس می توان نوشت: $n < \frac{8.8}{0.43} \rightarrow n_m < 20.46 \rightarrow n_m = 20$

در صورت پرسش، تعداد چراغ های دوتایی را خواسته است، پس مقدار به دست آمده بر ۲ تقسیم می شود. بنابراین، ۱۰ چراغ می توان نصب کرد؛ از این رو، گزینه الف صحیح است.

نکته ۱۹-۶) جریان عبوری از کلید مینیاتوری (I_c) باید بزرگتر یا مساوی کل جریان های عبور از لامپ یا پریزها (I_{tot}) باشد که از این کلید مینیاتوری تغذیه می کند.

پرسش ۲۱-۶) در مسئله ۴۴ پیوست الف، یک مدار روشنایی چراغ های فلورسنت ۴۰ وات دو لامپه ($2 \times 40 W$)، (با کلید مینیاتوری ۱۰ آمپر جهت حفاظت) از طریق یک کلید تک پل یک راهه ۱۰ آمپر قطع و وصل میگردد. ماکزیمم تعداد چراغ های فلورسنت ۴۰ وات دو لامپه چه تعداد می باشد؟ (جریان مصرفی هر لامپ فلورسنت ۴۰ وات بدون خازن ۰/۴۳ آمپر و با خازن ۰/۲۳ آمپر می باشد).

الف) ۶ عدد (ب) ۹ عدد (ج) ۷ عدد (د) ۸ عدد

پاسخ) طبق آئین نامه از جریان بدون خازن (۰/۴۳ آمپر) استفاده می شود. مقدار جریان مجاز مدار با توجه به دمای ۴۰ سانتیگرادی و تعداد ۱۲ کلید برابر است با:

$I = 9.7 \times 0.6 = 5.82 A$
پس می توان نوشت: $n = \frac{5.82}{0.43} = 13.53$

در صورت پرسش، تعداد چراغ های دوتایی را خواسته، پس مقدار بدست آمده به ۲ تقسیم می شود. بنابراین، ۷ چراغ می توان نصب کرد. اما در صورت نصب ۷ چراغ، مقدار جریان کل ($7 \times 2 \times 0.43$) از ۵/۸۲ بیشتر می شود، پس ۶ انتخاب می شود. از این رو، گزینه الف صحیح است.

پرسش ۲۲-۶) در پرسش قبل، چنانچه چراغها با یک کلید تک پل ۱۰ آمپر قطع و وصل گردند، کدام یک از گزینه های زیر صحیح است؟ (اسفند ۹۱ «۲۰»)

الف) تعداد چراغها در مدار می تواند بیشتر باشد.

ب) تعداد چراغها در مدار کم می شود.

ج) تعداد چراغها در مدار تغییری نمی کند.

د) هیچکدام

پاسخ) با توجه به اینکه کلید مینیاتوری بیش از ۸/۸ آمپر جریان نمی دهد و کلید تک پل قابلیت عبور جریان ۱۰ آمپری را دارد؛ پس اگر مقدار جریان کلید تک پل کمتر از ۸/۸ آمپر باشد، مبنا مقدار جریان تک پل خواهد بود. گزینه ج صحیح است.

نکته ۲۰-۶) در ساختمان های مسکونی هر مدار روشنایی نباید بیش از ۱۲ چراغ یا نقطه روشنایی (غیر از روشنایی ایمنی) را، اگر در بیش از یک اتاق یا فضای مشخص قرار گرفته باشند، تغذیه کند (آئین نامه ۱۳-۱۰-۱-۳). تبصره: تعداد چراغ های مدار که در یک اتاق و فضای مشخص نصب می شوند فقط به جریان مجاز هادی مدار و حفاظت آن محدود می شود.

نکته ۲۱-۶) هر مدار پریز نباید بیش از ۱۲ پریز مربوط به مصارف عمومی (غیر شخصی) را تغذیه کند. اگر نوع و توان وسایلی که از پریزها تغذیه خواهند شد معلوم باشد، تعداد آن ها برای هر مدار محدود به جریان مجاز هادی مدار و وسیله حفاظتی آن خواهد بود، به شرط آن که از ۱۲ پریز تجاوز نکند.

پرسش ۲۳-۶) حداکثر تعداد پریز و چراغی که می توان از یک مدار (یک فیوز) تغذیه نمود؟

الف) فقط ۱۲ پریز (ب) ۵ پریز و دو چراغ (ج) یک پریز و پنج چراغ (د) ۲۰ پریز و یک چراغ

پاسخ) طبق آیین نامه فوق، گزینه الف صحیح است.

پرسش ۲۴-۶) روشنایی یک سالن شامل ۱۴ عدد چراغ که جریان هر چراغ ۰/۵ آمپر می‌باشد، توسط یک کلید مینیاتوری ۱۶ آمپر و یک کلید یک‌پل یک‌راهه دوخانه ۱۰ آمپر با سیم به مقطع ۱/۵ میلی‌متر مربع تامین می‌گردد، اشکال این سیستم عبارت است از: (از ضرایب کاهش باردهی کلید مینیاتوری صرف‌نظر می‌شود) (مهر ۹۶ طراحی «۳۵»)

الف) ناکافی بودن سطح مقطع سیم

ب) اضافه بودن تعداد چراغ‌ها از ۱۲ عدد

ج) کلید مینیاتوری ۱۶ آمپر

د) کلید یک‌پل یک‌راه دوخانه ۱۰ آمپر

پاسخ) حداقل سطح مقطع هادی روشنایی ۱/۵ میلی‌متر مربع است (گزینه الف اشتباه است). طبق نکته، ایراد عدم رعایت حداکثر ۱۲ چراغ صدق نمی‌کند؛ چرا که در یک فضای مشخص است (گزینه ب اشتباه است). با توجه به تعداد چراغ (۱۴) و جریان هر چراغ (۰/۵ آمپر)، مقدار جریان کلید یک‌پل (۱۰ آمپر) درست انتخاب شده است (گزینه د اشتباه است). با در نظر گرفتن اینکه کلید مینیاتوری (۱۶ آمپری) در ورودی کلید یک‌پل (۱۰ آمپری)، امکان افزایش جریان تا ۱۶ آمپر و آسیب به کلید تک پل وجود دارد، گزینه ج، گزینه مدنظر است.

پرسش ۲۵-۶) در مسئله ۴۴ پیوست الف، چنانچه مدار شماره ۱ روشنایی، لامپ رشته‌ای با توان ۱۰۰ وات را تغذیه نماید، حداکثر توان نصب شده در این مدار برابر است با: (اسفند ۸۲ «۵۱»؟)

الف) ۸۰۰ وات

ب) ۱۰۰۰ وات

ج) ۱۲۰۰ وات

د) ۱۴۰۰ وات

پاسخ) با توجه به اینکه کل کلیدهای هم‌جوار ۱۱ عدد و دمای محیط ۴۰ درجه است، ضریب کاهش باردهی و آمپراژ کلید از جدول داده شده به ترتیب ۰/۶ و ۹/۷ خواهد بود؛ از این رو، آمپراژ نهایی کلید برابر است با:

$$I = 9.7 \times 0.6 = 5.82A$$

$$I_i = \frac{P}{U_p \cdot \cos \varphi} = \frac{100}{220 \times 1} = 0.45A$$

$$n_m \leq \frac{5.82}{0.45} \rightarrow n_m \leq 12.8 \rightarrow n_m = 12$$

$$P_m = 12 \times 100 = 1200W$$

جریان هر لامپ:

تعداد لامپ:

حداکثر توان:

گزینه ج صحیح است.

این پرسش مشابه پرسش آذر ۸۴ «۱۴» است.

پرسش ۲۶-۶) در مسئله ۴۴ پیوست الف، چنانچه مدار شماره ۲ روشنایی، لامپ‌های فلورسنت با توان مصرفی ۵۰ وات (توان لامپ + توان بالادست) را تغذیه نماید، حداکثر توان نصب شده در این مدار برابر است با: (برای محاسبات، جریان هر لامپ فلورسنت را با خازن ۰/۲۳ آمپر و بدون خازن ۰/۴۳ آمپر فرض کنید). (اسفند ۸۲ «۵۲»)

الف) ۶۵۰ وات

ب) ۸۵۰ وات

ج) ۱۰۵۰ وات

د) ۱۲۵۰ وات

پاسخ) با توجه به توضیحات پرسش اول این مسئله آمپراژ نهایی برابر است با:

$$I = 9.7 \times 0.6 = 5.82A$$

$$n_m \leq \frac{5.82}{0.43} \rightarrow n_m \leq 13.85 \rightarrow n_m = 13$$

$$P_m = 13 \times 50 = 650W$$

حداکثر تعداد لامپ‌ها برابر است با:

طبق نکته فوق، حداکثر توان با استفاده از لامپ فلورسنت بدون خازن به دست می‌آید. پس:

گزینه الف صحیح است.

این پرسش مشابه پرسش آذر ۸۴ «۱۳» است.

پرسش ۲۷-۶) در مسئله ۴۴ پیوست الف، چنانچه مدار شماره ۱ پریزها، پریزهای عمومی با مصرف ۰/۷۵ آمپر برای هر پریز را تغذیه نماید، ماکزیمم تعداد پریزهای نصب شده در این مدار برابر است با: (اسفند ۸۲ «۵۳»)

الف) ۹ عدد

ب) ۱۰ عدد

ج) ۱۱ عدد

د) ۱۲ عدد

پاسخ) در این حالت آمپراژ کلید ۱۵/۴ آمپر و ضریب کاهش باردهی ۰/۶ است. پس، آمپراژ نهایی کلید برابر است با:

$$I = 15.4 \times 0.6 = 9.24A \rightarrow n_m \leq \frac{9.24}{0.75} \rightarrow n_m \leq 12.32 \rightarrow n_m = 12$$

گزینه د صحیح است.

این پرسش مشابه پرسش اسفند ۸۲ «۵۴»، آذر ۸۴ «۱۴»، اسفند ۸۹ «۳۱» و مرداد ۹۴ «۵۲» است.

پرسش ۲۸-۶) در مسئله ۴۴ پیوست الف، چنانچه شرایط محیطی ۲۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شود، ماکزیمم تعداد پریز نصب شده در یک مدار پریز برابر است با: (اسفند ۸۲ «۵۵»)

الف) ۱۰ عدد

ب) ۱۱ عدد

ج) ۱۲ عدد

د) ۱۳ عدد

پاسخ) در این حالت، آمپراژ کلید ۱۶/۶ آمپر و ضریب کاهش باردهی ۰/۶ است. آمپراژ نهایی کلید برابر است با:

$$I_C = 16.6 \times 0.6 = 9.96A \rightarrow n_m \leq \frac{9.96}{0.75} \rightarrow n_m \leq 13.28 \rightarrow n_m = 13$$

از طرفی با توجه به نکته، تعداد پریزها بشرطی محدود به توان مجاز مدار خواهد بود که از ۱۲ تجاوز نکند. گزینه ج صحیح است.
پرسش ۲۹-۶) در مسئله ۴۵ پیوست الف، چنانچه از کلید مینیاتوری ۱۶ آمپری استفاده شود، ماکزیمم تعداد چراغ‌های فلورسنت ۴۰ وات دو لامپه چه تعداد می‌باشد؟ (بهمین ۹۴ «۵۹»)

الف) ۹ عدد

ب) ۱۰ عدد

ج) ۱۱ عدد

د) ۱۲ عدد

پاسخ) تعداد کل کلیدهای مینیاتوری ۱۲ عدد است. از جریان بدون خازن (۰/۴۳ آمپر) استفاده می‌شود. مقدار جریان مجاز مدار برابر است با:

$$I_C = 15.4 \times 0.6 = 9.24A$$

$$n_m \leq \frac{9.24}{0.43} \rightarrow n_m \leq 21.48 \rightarrow n_m = 21$$

پس می‌توان نوشت:

با توجه به دو لامپه بودن، نصف این عدد (۱۰/۵) مبنای انتخاب است. تغییر کلید تک پل به دوپل تأثیری در این محاسبات ندارد. گزینه ب صحیح است.

نکته ۲۲-۶) بهترین روشهای افزایش حداکثر توان نصب شده یک مدار روشنایی عبارت است از:

- نصب کلیدهای مینیاتوری در یک تابلو به جای یک ردیف در حداقل دو ردیف
- فاصله‌گذاری به اندازه‌ی یک کلید بین هر سه کلید

پرسش ۳۰-۶) در مسئله ۴۵ پیوست الف، کدامیک از گزینه‌های زیر برای افزایش تعداد چراغ‌های فلورسنت ۴۰ وات دو لامپه در یک مدار صحیح است؟ (بهمین ۹۴ «۶۰»)

الف) استفاده از کلید گردان تابلویی ۱۶ آمپر بجای کلید تک‌پل یک‌راهه ۱۰ آمپر

ب) استفاده از کلید خودکار مینیاتوری ۱۶ آمپر بجای کلید خودکار مینیاتوری ۱۰ آمپر

ج) پیش‌بینی فضای خالی به عرض یک کلید خودکار مینیاتوری بین هر سه کلید خودکار مینیاتوری
د) هر سه گزینه صحیح است.

پاسخ) در حالت کلی و فارغ از نوع مسئله، افزایش جریان کلید گردان و مینیاتوری و ایجاد فضای خالی بین کلیدها، همگی منجر به افزایش تعداد چراغها و توان کل مدار می‌شود. گزینه د صحیح است.

پرسش ۳۱-۶) مناسب‌ترین روش برای افزایش حداکثر توان نصب شده روی یک مدار روشنایی در تابلو برق چه می‌باشد؟ (اسفند ۸۲ «۵۶»)

الف) حداکثر توان نصب شده در مدار روشنایی را نمی‌توان افزایش داد.

ب) در شرایط خاص از کلید مینیاتوری با آمپر بالاتر استفاده کرد.

ج) نصب کلیدهای مینیاتوری در تابلوی توزیع برق به‌جای یک ردیف حداقل در دو ردیف انجام گیرد و یا حداقل بین هر سه کلید مینیاتوری فاصله‌ای به اندازه یک کلید منظور گردد.

د) گزینه‌های ب و ج هر دو صحیح است.

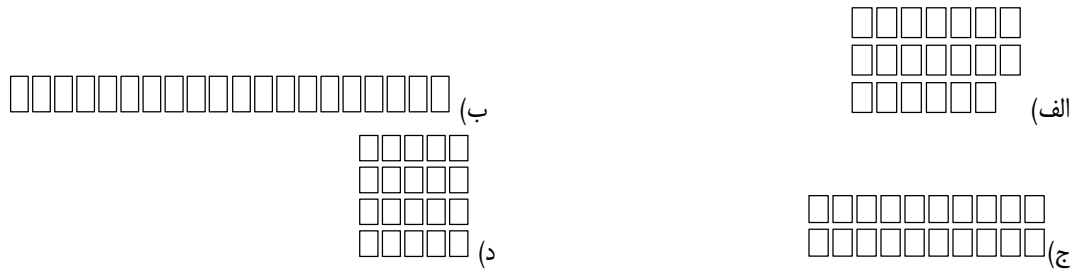
پاسخ) گزینه ج صحیح است.

این پرسش مشابه پرسش آذر ۸۴ «۱۴۶» است.

نکته ۲۳-۶) تعداد کلیدها به‌صورت عمودی (ستونی) شمارش شده و ضریب همجواری برای آنها از جدول انتخاب می‌شود.

نکته ۲۴-۶) وقتی پرسش، بیشترین باردهی بین گزینه‌های مختلف را خواست که اختلافشان در تعداد و چینش کلیدهای مینیاتوری است، گزینه‌ای که کمترین تعداد را در یک ردیف و در کنار هم دارد، صحیح است.

پرسش ۳۲-۶) در مسئله ۴۶ پیوست الف، چنانچه جریان مصرفی هر مدار ۷ آمپر باشد، کدامیک از گزینه‌های زیر مناسب‌ترین آرایش برای نصب کلیدهای مینیاتوری در داخل تابلو می‌باشد؟ (اسفند ۸۹ «۲۹»)



پاسخ طبق نکته فوق، گزینه د کمترین (۵) تعداد را در یک ردیف دارد، پس صحیح است. اما می توانیم محاسبات را انجام دهیم. مقدار باردهی کلید ۱۰ آمپری در دمای ۴۰ درجه ۹/۷ آمپر است. در گزینه الف، هفت کلید در کنار هم است؛ بنابراین، دارای ضریب همجواری $I_C = 9.7 \times 0.7 = 6.79A$ است، پس:

در گزینه ب، ۲۰ کلید دارای ضریب همجواری ۰/۶ است، پس:

$$I_C = 9.7 \times 0.6 = 5.82A$$

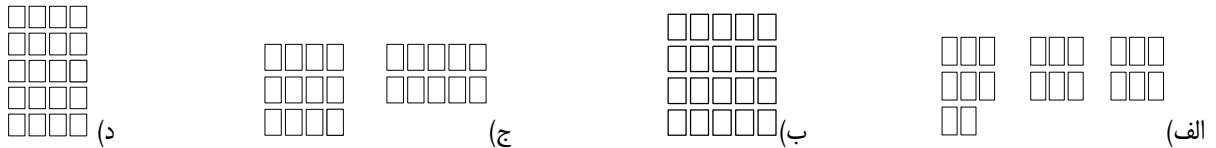
در گزینه ج، ۱۰ کلید در کنار هم است که پاسخ مشابه با گزینه ب است. در گزینه د، ۵ کلید در کنار هم و ضریب همجواری معادل با ۰/۸ تعریف شده است، پس:

$$I_C = 9.7 \times 0.8 = 7.76A$$

پس، فقط گزینه د قابلیت عبور جریان ۷ آمپر را دارد. گزینه د صحیح است.

نکته ۲۵-۶ اگر فاصله کلیدها به اندازه یک کلید باشد، ضریب همجواری برای کلید مینیاتوری برابر ۱ خواهد بود.

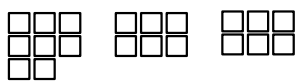
پرسش ۳۳-۶ در مسئله ۴۶ پیوست الف، چنانچه جریان مصرفی هر مدار روشنایی ۹ آمپر باشد کدامیک از گزینه‌های زیر مناسب‌ترین آرایش برای نصب کلیدهای مینیاتوری در داخل تابلو می باشد؟ (اسفند ۸۹ «۳۰»)



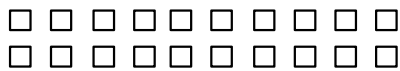
پاسخ در گزینه الف، فاصله بیش از یک کلید است؛ پس، همجوار محسوب نمی‌شود و تعداد آن ۳ در نظر گرفته می‌شود؛ این گزینه کمترین کلید مجاور هم داشته و صحیح است. برای محاسبه هم می توان گفت که ضریب همجواری ۱ است؛ پس $I_C = 9.7 \times 1 = 9.7A$

$$I_C = 9.7 \times 0.8 = 7.76A$$

در گزینه ب، ۵ کلید دارای ضریب همجواری ۰/۸ است، پس؛ در گزینه‌های ج و د، ۴ کلید در کنار هم است که پاسخ مشابه با گزینه ب است. پس، فقط گزینه الف قابلیت عبور جریان ۹ آمپر را دارد. گزینه الف صحیح است.



روش اول



روش دوم

پرسش ۳۴-۶ در مسئله ۴۶ پیوست الف، چنانچه آرایش نصب کلیدهای مینیاتوری در داخل تابلو به دو روش زیر اجرا گردد، کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟ (اسفند ۸۹ «۳۲»)

(الف) جریان مصرفی در هر مدار روشنایی در هر دو روش یکسان است.

(ب) جریان مصرفی در هر مدار روشنایی در روش اول بیشتر از روش دوم می باشد.

(ج) جریان مصرفی در هر مدار روشنایی در روش دوم بیشتر از روش اول می باشد.

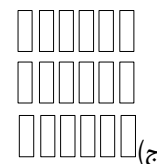
(د) داده‌ها برای جواب دادن به پرسش کافی نیست.

پاسخ در آرایش اول سه کلید همجوار محسوب می‌شوند؛ در حالی که در روش دوم، اساساً کلیدها همجوار نیستند. با توجه جدول همجواری، ضریب همجواری برای هر دو روش برابر با ۱ است. گزینه الف صحیح است.

نکته ۲۶-۶ در صورتی که نحوه آرایش و چیدمان کلیدهای مینیاتوری مجهول باشد، باید ضریب همجواری را یافته و طبق جدول، تعداد کلیدهای کنار هم را مشخص کرد.

پرسش ۳۵-۶ در مسئله ۴۷ پیوست الف، به جهت داشتن ۱۰ عدد چراغ فلورسنت لور ۲ لامپه با جریان هر لامپ ۰/۴۵ آمپر (بدون خازن)، کدامیک از آرایش‌های زیر برای کلیدهای مینیاتوری صحیح است؟ (مرداد ۹۴ «۵۴»)





د) گزینه‌های الف و ج هر دو صحیح است.

پاسخ) در این حالت، باید دنبال ضریب همجواری باشیم تا نحوه قرارگیری مشخص شود. مقدار جریان کلید ۱۰ آمپری مینیاتوری در دمای ۴۰ درجه برابر است با:

$$I_C = 9.7 \times \rho_n$$

$$I_{tot} = 10 \times 2 \times 0.45 = 9A$$

مقدار جریان ۱۰ چراغ دولامپه نیز برابر است با:

مقدار جریان I_c باید حداقل برابر I_1 باشد تا بتواند این جریان را بدون مشکل از خود عبور دهد، پس:

$$I_C \geq I_{tot} \rightarrow 9.7 \times \rho_n \geq 9 \rightarrow \rho_n \geq 0.93$$

طبق جدول کاهش باردهی کلیدهای مینیاتوری ناشی از همجواری آن‌ها، تعداد یک تا سه کلید می‌تواند مجاور هم باشد. گزینه الف صحیح است.

نکته ۲۷-۶) در روشنایی ایمنی نباید بیش از ۲۰ نقطه روشنایی از یک مدار تغذیه گردد و نیز کل جریان مدار نباید از ۶۰٪ جریان مجاز کلید حفاظتی (با اعمال ضرایب کاهش باردهی کلید حفاظتی) آن مدار بیشتر باشد (آئین‌نامه ۱۳-۵-۶-۳-۱).

پرسش ۳۶-۶) حداکثر نقاط روشنایی ایمنی در یک مدار چه تعداد می‌باشد؟ (مهر ۹۶ نظارت «۷»)

الف) ۱۰ نقطه ب) ۱۲ نقطه ج) ۲۰ نقطه د) ۱۵ نقطه

پاسخ) طبق نکته فوق، در روشنایی ایمنی نباید بیش از ۲۰ نقطه روشنایی از یک مدار تغذیه گردد. گزینه ج صحیح است.

پرسش ۳۷-۶) حداکثر تعداد چراغ‌های مربوط به روشنایی ایمنی در یک مدار با مشخصات زیر چقدر می‌باشد؟ (مهر ۹۶ طراحی «۱۱»)

حفاظت تغذیه‌های مدار روشنایی ایمنی کلید مینیاتوری: ۱۰ آمپر

ضریب کاهش باردهی کلیدهای مینیاتوری تابلو: ۰/۶

آمپر مصرفی هر چراغ مربوط به روشنایی ایمنی: ۰/۲۱ آمپر

الف) ۲۰ عدد ب) ۱۷ عدد ج) ۱۲ عدد د) ۱۵ عدد

پاسخ) برای کلید مینیاتوری داریم:

$$I_C = I_n (\rho_n \cdot \rho_T) = 10 \times 0.6 = 6A$$

طبق نکته فوق، کل جریان مدار نباید از ۶۰ درصد جریان مجاز کلید مینیاتوری با در نظر گرفتن ضریب کاهش باردهی، بیشتر شود. پس:

$$I_C^{new} = 0.6I_C = 0.6 \times 6 = 3.6A$$

تعداد چراغ برابر است با:

$$n_m \leq \frac{I_C^{new}}{I_i} \rightarrow n_m \leq \frac{3.6}{0.21} \rightarrow n_m \leq 17.14 \rightarrow n_m = 17$$

گزینه ب صحیح است.

پرسش ۳۸-۶) در پرسش قبل، چنانچه ضریب کاهش باردهی کلید مینیاتوری تابلو ۰/۸ باشد، حداکثر تعداد چراغ‌های مربوط به سیستم روشنایی ایمنی در یک مدار چقدر می‌باشد؟ (مهر ۹۶ طراحی «۱۲»)

الف) ۱۲ عدد ب) ۱۷ عدد ج) ۲۰ عدد د) ۲۲ عدد

پاسخ) ابتدا مقدار جریان عبوری از کلید مینیاتوری تعیین می‌شود:

$$I_C^{new} = 0.6I_C = 8 \times 0.6 = 4.8A$$

با توجه به اینکه روشنایی از نوع ایمنی است، پس نباید بیش از ۶۰٪ بار کشید:

تعداد چراغ برابر است با:

$$n_m \leq \frac{I_C^{new}}{I_i} \rightarrow n_m \leq \frac{4.8}{0.21} \rightarrow n_m \leq 22.8 \rightarrow n_m = 22$$

اما در نکته فوق تأکید شده که حداکثر نقطه روشنایی یک مدار روشنایی ایمنی، ۲۰ عدد می‌باشد. پس گزینه ج صحیح است.

پرسش ۳۹-۶) برای راه‌های خروج الزامی و پلکان‌های خروج اضطراری ۲۰ چراغ ایمنی ۱۰ وات نصب شده است. اگر ضریب کاهش جریان کلید حفاظتی در همجواری سایر کلیدها ۰/۶ باشد. جریان اسمی وسیله حفاظتی مدار روشنایی ایمنی چند آمپر باید فرض شود؟

(بهمین ۹۷ طراحی «۲۰»)

الف) ۱۰ آمپر ب) ۲ آمپر ج) ۴ آمپر د) ۶ آمپر

پاسخ) ظرفیت نامی کلید ۱۰ آمپر است که با در نظر گرفتن ضریب کاهش باردهی داریم:

$$I_c = I_n (\rho_T \times \rho_n) = 0.6I_n$$

طبق نکته، کل جریان مدار نباید از ۶۰ درصد جریان مجاز کلید مینیاتوری با در نظر گرفتن ضریب کاهش باردهی، بیشتر شود. پس:

$$I_C^{new} = 0.6I_C = 0.6 \times 0.6I_n = 0.36I_n$$

بالاترین جریان ممکن لامپ در لامپ رشته ای با ضریب توان ۱ حاصل می شود، پس:

$$P = U_p I_i \cos \phi \rightarrow I_i = 10 / (220 \times 1) = 0.045 A$$

$$n_m \leq \frac{I_C^{new}}{I_i} \rightarrow 20 \leq \frac{0.36I}{0.045} \rightarrow I \geq 2.5A$$

پس مقدار جریان وسیله حفاظتی برابر است با:

گزینه ج صحیح است.

۳-۴-۶ هماهنگی کلید مینیاتوری و فیوز

قدرت قطع کلیدهای مینیاتوری در اتصال کوتاه کم است، برای همین دلیل باید در برابر جریان اتصال کوتاه احتمالی بیش از ظرفیت آن‌ها محافظت شوند. اگر در یک تابلو از کلیدهای مینیاتوری استفاده شود، باید یک سری فیوز یا کلید خودکار محدودکننده جریان اتصال کوتاه، بالادست آن‌ها نیز در تابلوی مورد بحث و یا در تابلو وجود داشته باشد. در صورت استفاده از فیوز، جریان نامی فیوز بالادست کلیدهای مینیاتوری، نباید از مقادیر زیر بزرگتر باشد (بند «ث» آیین نامه ۱۳-۶-۱-۲):

- اگر جریان نامی قطع اتصال کوتاه یک یا چند کلید مینیاتوری تا ۱/۵ کیلوآمپر باشد، ۶۳ آمپر.

- اگر جریان نامی قطع اتصال کوتاه یک یا چند کلید مینیاتوری ۳ تا ۱۰ کیلوآمپر باشد، ۱۰۰ آمپر.

پس در صورتی که جریان فیوز بیش از ۱۰۰ آمپر باشد، خطر انهدام کلید مینیاتوری وجود دارد.

۵-۶ فیوزها

الف) مفهوم: عبارت است از یک سیم حرارتی که در مدار جریان قرار می گیرد و به ازای جریان به خصوصی در زمان معین ذوب می شود (می سوزد). عملکرد صحیح فیوز نه فقط تابع دقت مرحله ساخت می باشد، بلکه به استفاده درست و نگهداری صحیح پس از نصب نیز بستگی دارد. فیوزها یکی از ارزان ترین و ایمن ترین تجهیزات حفاظتی تابلوهای ولتاژ پایین هستند. از فیوزها می توان به عنوان وسیله حفاظتی در موارد زیر استفاده کرد (آیین نامه ۱۳-۶-۲-۱-۱):

الف) حفاظت مدارها: در برابر جریان های اتصال کوتاه و اضافه بار

ب) حفاظت دستگاهها: در برابر جریان اتصال کوتاه

پ) تامین ایمنی: در صورت اتصال کوتاه بین یک هادی فاز با بدنه های هادی یا هادی حفاظتی (PE) یا هادی حفاظتی - خنثی (PEN)

ب) انواع فیوز

ب-۱) از نظر سرعت عملکرد

- فیوز تندکار: با سرعت عملکرد بالا که برای مدارهای روشنایی و مصارف خانگی استفاده شده و به محض افزایش غیرعادی جریان، عمل قطع را انجام می دهند.
 - فیوز کندکار: این فیوزها نسبت به نوع تندکار سرعت عملکرد پایین دارند و از آن برای حفاظت موتور استفاده می شود تا در موقع بروز اضافه بار و جریان های گذرا (مانند هنگام راه اندازی)، منجر به قطع موتور نشود.
- پرسش ۴۰-۶)** در مسئله ۳۶ پیوست الف، جریان مصرفی موتور چند آمپر است و فیوز F (آمپراژهای استاندارد) چقدر است؟ (فرودین ۸۱ «۴۴»)

الف) ۲۰ آمپر، فیوز منتخب ۳۵ آمپر

ج) ۱۵ آمپر، فیوز منتخب ۳۵ آمپر

ب) ۲۰ آمپر، فیوز منتخب ۵۰ آمپر

د) ۱۵ آمپر، فیوز منتخب ۵۰ آمپر

پاسخ) جریانی که موتور از شبکه می کشد از رابطه زیر به دست می آید:

$$I_{in} = \frac{P_{in}}{\sqrt{3}U_L \cos \phi} = \frac{P_{out}}{\eta \sqrt{3}U_L \cos \phi} = \frac{10000}{0.95\sqrt{3} \times 380 \times 0.8} = 19.99 A$$

جریان نامی فیوز انتخابی، مناسب با زمان راه اندازی ممکن است ۲ تا ۲/۵ برابر جریان نامی موتور باشد، پس فیوز با جریان ۵۰ آمپر انتخاب می شود. گزینه ب صحیح است.

ب-۲) از نظر نحوه عملکرد

- فیوزها با خاصیت محدودکنندگی جریان: در این فیوزها، جریان قبل از اینکه به پیک خود برسد توسط فیوز قطع می شود.