



تبصره: عرض کانال در مواقع قراردادن بیش از دو رشته کابل، از فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$۳۰ + (۲۰ \times (۱ - \text{تعداد کابل})) = \text{حداقل عرض کانال}$$

پرسش ۴-۲۳) «عرض بستر کانال» و «عمق کانال» در پیاده رو برای نصب کابل فشار ضعیف در دو ردیف افقی به تعداد ۴ رشته به ترتیب چند سانتی متر است؟ (ق.ت-۲-۱۴۰۲ «۲۵»)

- الف) ۷۰ - ۱۰۰ (ب) ۴۰ - ۹۰ (ج) ۷۰ - ۹۰ (د) ۵۰ - ۱۰۰

پاسخ) گزینه ج صحیح است.

۴-۲-۲ مسیر عبور کابل

کابل‌های فشار قوی زیرزمینی را به سه روش در زیر زمین قرار می‌دهند:

الف) استفاده از کانال‌های آدم‌رو: در این روش سیم و کابل را در یک جوی زهکشی شده قرار داده و روی آن را با خاک پر می‌کنند.

ب) استفاده از کانال‌های بتنی: در این روش سیم و کابل را درون کانال‌های بتنی موجود در سطح زمین قرار می‌دهند. در این روش امکان تبادل حرارتی بهتر وجود دارد؛ که باعث کاهش تلفات و افزایش راندمان می‌شود.

ج) استفاده از کانال‌های خاکی (ترانشه خاکی): در این روش تونل‌های خاکی را در اعماق زمین جهت عبور سیم و کابل حفر کرده و سیم و کابل‌ها را از آن عبور می‌دهند. این روش کمترین بازدهی را دارد؛ چرا که امکان تبادل حرارتی برای سیم و کابل بسیار کم است.

پرسش ۴-۲۴) راندمان کابل در ترانشه خاکی نسبت به راندمان کابل در هوای آزاد: (د.ل-۸۴ «۱۲»)

- الف) کمتر است. (ب) مساوی است. (ج) بیشتر است. (د) هیچ کدام

پاسخ) مطابق با مطالب فوق، راندمان کابل در ترانشه خاکی کمتر است. گزینه الف صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش «۵» آزمون "الکترونیک و مفابرات دادگستری" سال ۷۳ می‌باشد.

نکته ۴-۱۹) فاصله کابل‌ها از هم در هر نوع از نحوه نصب کابل حداقل دو برابر (بزرگ‌ترین قطر کابل) باشد (فاصله آزاد). اگر فاصله یاد شده از این مقدار کمتر باشد، باید از ضرایب مناسبی برای کاهش ظرفیت کابل‌ها (جریان نامی کابل) استفاده شود (آیین‌نامه ۱۳-۷-۲-۶).

پرسش ۴-۲۵) حداقل فاصله کابل‌ها در ترانشه خاکی: (ق.ل-۹۶ «۱۰»)

- الف) ۱/۵ برابر قطر کابل است. (ب) ۲ سانتی‌متر است. (ج) ۳ سانتی‌متر است. (د) دو برابر قطر هر کابل باشد.

پاسخ) با توجه به نکته فوق، گزینه د صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش «۱۳» آزمون "الکترونیک و مفابرات دادگستری" سال ۸۶ می‌باشد.

نکته ۴-۲۰) حداقل فاصله کابل‌های زیرزمینی برق از لوله‌های گاز (مطابق با مبحث ۱۷ مقررات ملی ساختمان) به صورت زیر می‌باشد:

جدول (۴-۲) حداقل فاصله کابل‌های برق زیرزمینی از لوله‌های گاز

سطح ولتاژ	حداقل فاصله در مسیر موازی	حداقل فاصله در مسیر متقاطع
۲۲۰-۳۸۰ ولت	۱ متر	۰/۵ متر
۲۰-۶۳ کیلوولت	۱ متر	۱ متر

نکته ۴-۲۱) در مسیرهای موازی، لوله‌های گاز باید در سطح بالاتری نسبت به کابل‌های فشار قوی قرار داده شوند.

پرسش ۴-۲۶) حداقل فاصله مجاز لوله گاز با کابل‌های برق زیرزمینی با ولتاژ ۲۲۰ و ۳۸۰ ولت، در مسیر موازی، چقدر است؟ (د.ت-۹۵ «۴۷»)

- الف) ۷۰ سانتی‌متر (ب) ۱/۲ متر (ج) ۵۰ سانتی‌متر (د) ۱ متر

پاسخ) با توجه به جدول فوق، گزینه د صحیح است.

پرسش ۴-۲۷) چنانچه در داخل یک کانال زیرزمینی، لوله گاز و کابل برق فشار قوی به‌طور موازی مدفون گردند، ترتیب قرار گرفتن آن‌ها چگونه است؟ (ق.ل-۹۶ «۳۶»)

الف) هر دو در یک عمق قرار می‌گیرند. (ب) لوله گاز در عمق پایین‌تری قرار می‌گیرد.

ج) کابل برق در عمق پایین‌تری مدفون می‌گردد. (د) هیچ‌کدام

پاسخ) در مسیرهای موازی، کابل‌های برق در عمق پایین‌تری نسبت به لوله‌های گاز قرار می‌گیرند. گزینه ج صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش «۳۳» آزمون «الکترونیک و مخابرات دادگستری» سال ۷۱ و پرسش «۱۹» آزمون «تاسیسات ساختمانی دادگستری» سال ۷۱ و پرسش «۲۰» آزمون «برق، ماشین‌آلات دادگستری» سال ۷۱ می‌باشد.

نکته ۴-۲۲) طبق مقررات فاصله بین کابل فشار ضعیف، فشار قوی یا جریان ضعیف زیر زمینی از لوله‌های بخار، آب و سوخت بایستی حداقل ۳۰ سانتی‌متر باشد.

پرسش ۴-۲۸) حداقل فواصل عمودی و افقی مجاز کابل‌های برقی با لوله آبی در مسیرهای موازی چند سانتی‌متر است؟ (د.ب-۹۰ «۱۰»)

الف) ۳۰ (ب) ۴۰ (ج) ۵۰ (د) ۶۰

پاسخ) طبق نکته فوق، گزینه الف صحیح است.

نکته ۴-۲۳) طبق جلد اول نشریه ۱۱۰، حداقل فاصله مجاز لوله‌های برق از لوله‌های آب، گاز و ... برابر با ۱۵ سانتی‌متر است.

پرسش ۴-۲۹) حداقل فاصله مجاز بین لوله‌های برق و سایر لوله‌های تأسیساتی (آب، گاز و ...) چند سانتی‌متر است؟ (ق.ت-۹۳ «۲۷»)

الف) ۱۰ (ب) ۱۵ (ج) ۲۰ (د) ۵۰

پاسخ) مطابق با نکته فوق، گزینه ج صحیح است.

۴-۳ شبکه‌های توزیع هوایی

۴-۳-۱ تجهیزات شبکه توزیع هوایی

الف) پایه: پایه‌های برق، سایر تجهیزات خطوط هوایی (مانند کنسول، مقره و سیم‌ها) را نگه می‌دارند. پایه‌های برق از جنس چوب، بتن یا فولاد ساخته می‌شوند.

ب) کنسول (کراس آرم): کنسول‌ها تجهیزاتی هستند که مقره‌ها بر روی آنها نصب شده و فاصله‌ی سیم‌های سه فاز را از یکدیگر حفظ می‌کند. ابعاد کنسول‌ها در اندازه‌های استاندارد ساخته می‌شود. همچنین کنسول‌ها در انواع افقی، جانبی و جناغی ساخته می‌شوند.

ج) بریس: این تجهیز در برخی پایه‌ها وجود داشته و باعث استحکام اتصال کنسول به پایه می‌شود.

پرسش ۴-۳۰) تجهیزات کراس آرم و بریس معمولاً در کاربرد دارند. (د.ب-۹۰ «۲۷»)

الف) تابلوهای بارانی برق (ب) تابلوهای فشار ضعیف برق

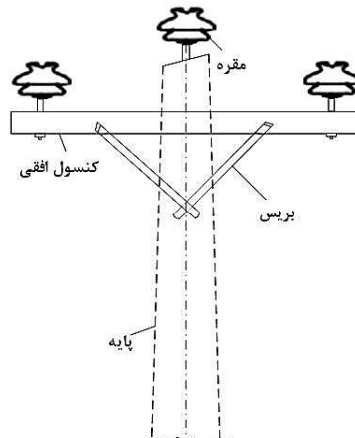
ج) خطوط ۲۰ کیلوولت هوایی (د) تابلوهای فشار قوی برق

پاسخ) از کراس آرم یا کنسول در خطوط ۲۰ کیلوولت هوایی به‌منظور نگهداری سیم‌های هوایی روی پایه‌ها و همچنین دور نگهداشتن سیم‌های هر فاز از فازهای دیگر و در نتیجه رعایت استاندارد فواصل مقره‌ای، از کنسول استفاده می‌شود. گزینه ج صحیح است.

د) مقره: از مقره برای جلوگیری از گذر جریان‌های ناخواسته به زمین استفاده می‌شود. مقره نقش مهمی در سیستم‌های الکتریکی ایفا می‌کند. در حقیقت، مقره یک مسیر بسیار مقاوم‌تری است که عملاً جریانی از آن عبور نمی‌کند. مقره‌ها از نظر جنس به سه دسته شیشه‌ای، چینی و سیلیکونی دسته‌بندی می‌شوند. استفاده از مقره‌های سیلیکونی در سال‌های اخیر، به دلیل استحکام بالای آنها متداول‌تر شده است. انواع مقره‌ها را می‌توان در چهار دسته زیر قرار داد:

• مقره چرخشی: قابل استفاده در شبکه‌های فشار ضعیف.

- مقره سوزنی (میخی): قابل استفاده در شبکه‌های ۱۱kV، ۲۰kV و ۳۳kV.
 - مقره آویز (بشقابی): قابل استفاده در شبکه‌های فشار قوی (هر مقره حدود ۱۰kV را تحمل می‌کند و برای استفاده در ولتاژهای بالاتر، مقره‌ها را به هم وصل می‌کنند).
 - مقره ایستاده (انکایی): قابل استفاده در شبکه‌های فشار متوسط و فشار ضعیف جهت ثابت نگه داشتن سیم‌ها.
- موارد بیان شده برای تجهیزات شبکه هوایی در شکل زیر نمایش داده شده‌اند.



شکل (۴-۱) تجهیزات شبکه هوایی

پرسش ۴-۳۱) برای ولتاژ ۱۰ الی ۳۵ کیلوولت کدامیک از مقره‌های ذیل مناسب‌تر است؟ (ق.ل-۹۶ «۴»)

الف) مقره بشقابی ب) مقره دلتا ج) مقره سوزنی د) مقره توپر

پاسخ) با توجه به توضیحات فوق، مقره سوزنی برای سطح ولتاژ ۱۰ تا ۳۵ کیلوولت مناسب‌تر است. گزینه ج صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش «۲۴» آزمون "الکترونیک و مخابرات دادگستری" سال ۷۵ و پرسش «۴» آزمون "الکترونیک و مخابرات دادگستری" سال ۸۶ می‌باشد.

۴-۳-۲) حریم خطوط فشار قوی و فشار متوسط

طبق تصویب‌نامه حریم خطوط هوایی انتقال و توزیع نیروی برق، مصوب سال ۱۳۹۴، حریم‌ها به صورت زیر تعریف می‌شوند.

پرسش ۴-۳۲) آیین‌نامه اجرایی حریم خطوط هوایی توزیع و انتقال نیروی برق ایران، مصوب کدام سال است؟ (د.ل-۹۵ «۴۸»)

الف) ۱۳۸۰ ب) ۱۳۶۴ ج) ۱۳۵۸ د) ۱۳۹۴

پاسخ) با توجه به موارد بیان شده، گزینه د صحیح است.

الف) حریم زمینی (a): حریم زمینی شامل دو نوار در سطح زمین متصل به تصویر هادی‌های جانبی خط هوایی روی زمین است که عرض هر یک از این دو نوار در جدول شماره پ ۷-۲-۱ آمده است. برای این منظور به شکل‌های شماره پ ۷-۲-۱:۱ و پ ۷-۲-۱:۲ مراجعه شود.

جدول (۴-۳) حریم زمینی

ولتاژ حریم رديف ولتاژ	کمتر از ۱۰۰۰ ولت	۱۰۰۰ تا ۲۰ کیلوولت	۳۳ کیلوولت	۶۳ کیلوولت	۱۳۲ کیلوولت	۲۳۰ کیلوولت	۴۰۰ کیلوولت	۷۶۵ کیلوولت
حریم زمینی (a)	۱/۳ متر	۲/۱ متر	۳/۵ متر	۸ متر	۹ متر	۱۱/۹ متر	۱۴ متر	۲۵ متر

پرسش ۳۳-۴) حریم زمینی شبکه برق ۱۰۰۰ ولت چند متر است؟ (د.ت-۱۴۰۳ «۵۵»)

الف) ۲/۲

ب) ۲/۱

ج) ۱/۳

د) ۱/۱

پاسخ) با توجه به جدول فوق، گزینه ج صحیح است.

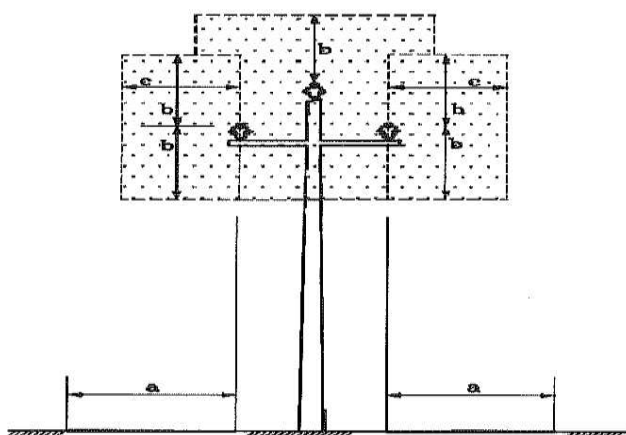
ب) حریم هوایی (b و c): حریم هوایی شامل دو حریم افقی و عمودی در اطراف هادی در هوا بوده که فواصل آن به شرح زیر تعریف می‌شود:

ب-۱) حریم افقی (c): فاصله افقی در هوا از طرفین هادی

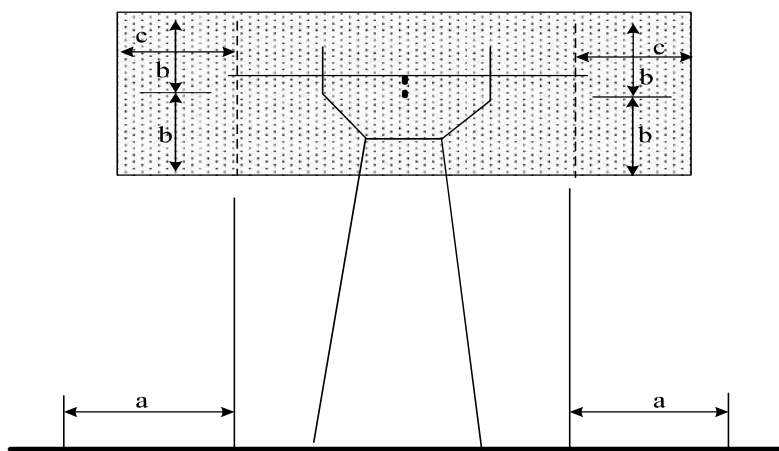
ب-۲) حریم عمودی (b): فاصله عمودی در هوا از طرفین هادی

جدول (۴-۴) حریم هوایی

رَدیف ولتاژ ولتاژ حریم	کمتر از ۱۰۰۰ ولت	۱۰۰۰ ولت تا ۲۰ کیلوولت	۲۳ کیلوولت	۶۳ کیلوولت	۱۳۲ کیلوولت	۲۳۰ کیلوولت	۴۰۰ کیلوولت	۷۶۵ کیلوولت
حریم افقی (c)	-	-	-	۳ متر	۴/۵ متر	۶/۵ متر	۹ متر	۲۰ متر
حریم عمودی (b)	-	-	-	۶ متر	۷ متر	۸ متر	۱۰ متر	۱۵ متر



شکل (۴-۲) خط هوایی فشار متوسط (۱۱، ۲۰ و ۳۳ کیلوولت)



شکل (۴-۳) خط هوایی فشار قوی (۶۳ کیلوولت و بالاتر)

استفاده و جایگزینی حریم هوایی به جای حریم زمینی در موارد خاص که اعمال حریم زمینی ممکن یا دشوار باشد، مانند وجود عوارض طبیعی، جنگل و کوه و دره و غیره در مسیر خط هوایی، به صورت موردی و با تصویب و صدور مجوز شرکت برق امکان پذیر می باشد. در این حالت، رعایت ۳۰٪ از حریم زمینی هم الزامی است.

- در خطوط نیروی برق ردیف ولتاژ ۶۳ کیلوولت حریم افقی ۳ متر و حریم عمودی ۶ متر می باشد.
- در خطوط نیروی برق ردیف ولتاژ ۱۳۲ کیلوولت حریم افقی ۴/۵ متر و حریم عمودی ۷ متر می باشد.
- در خطوط نیروی برق ردیف ولتاژ ۲۳۰ کیلوولت حریم افقی ۶/۵ متر و حریم عمودی ۸ متر می باشد.
- در خطوط نیروی برق ردیف ولتاژ ۴۰۰ کیلوولت حریم افقی ۹ متر و حریم عمودی ۱۰ متر می باشد.
- در خطوط نیروی برق ردیف ولتاژ ۷۶۵ کیلوولت حریم افقی ۲۰ متر و حریم عمودی ۱۵ متر می باشد.

حریم کابل های برق مستغرق در آب یا مدفون در زمین، که امکان تداخل و تلاقی با ساختمان داشته باشد، باید طبق دستورالعمل های شرکت برق در نظر گرفته شود. هرگونه احداث بنا و ایجاد تاسیسات صنعتی، مسکونی، مخازن، تاسیسات دامداری یا باغ و یا درختکاری در مسیر و حریم زمینی (a) و هوایی (b-c) خطوط توزیع و انتقال نیروی برق ممنوع است. اقداماتی از قبیل زراعت فصلی و کاشت درختان کم ارتفاع و احداث شبکه آبیاری و اقداماتی که در سطح زمین انجام گیرد، مشروط به اینکه مانعی برای دسترسی به خطوط برق خط هوایی ایجاد ننماید، با اجازه کتبی شرکت های برق منطقه ای بلامانع می باشد. حد فاصل بین دو نوار طرفین خط هوایی (a) جزو حریم زمینی می باشد. فاصله خطوط هوایی و کابل های زمینی در شبکه های توزیع برق شهری و همچنین، خطوط تلفن و مخابرات، خطوط و شبکه لوله های آب، گاز و سوخت رسانی، راه آهن و غیره، تابع ضوابط و دستورالعمل های شرکت های مربوطه می باشد. حداقل فاصله تیر و یا دکل خط هوایی برای برق فشار ضعیف از خطوط شبکه گاز طبیعی در مسیرهای موازی و یا متقاطع برابر یک متر، و برای برق فشار متوسط با ولتاژ ۲۰ کیلوولت برابر ۲ متر می باشد (مبحث ۱۷ مقررات ملی ساختمان).

پرسش ۴-۳ (۳۴-۴) حریم خطوط ۲۰ و ۶۳ کیلوولت به صورت زمینی، براساس مصوبه سال ۱۳۹۴ هیئت دولت، به ترتیب، چند متر است؟ (د.ل-۹۸ «۱۹»)

الف) ۲/۱ و ۱۱/۹ (ب) ۲/۱ و ۸ (ج) ۳/۵ و ۱۱/۹ (د) ۳/۵ و ۹

پاسخ) طبق جدول فوق، گزینه ب صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش «۲۸» آزمون «الکترونیک و مخابرات دادگستری» سال ۷۱، پرسش «۲۸» آزمون «برق، ماشین آلات و تاسیسات کارخانجات دادگستری» سال ۹۵ و پرسش «۲۸» آزمون «تاسیسات سازفتمانی دادگستری» سال ۹۹ می باشد.

پرسش ۴-۳ (۳۵-۴) حد و حریم خطوط برق رسانی شبکه های شهری در شرایط فعلی و فاصله مجاز با ساختمان ها برای شبکه ۲۰ کیلوولت و شبکه ۳۸۰ ولت، به ترتیب چند متر است؟ (د.ت-۹۵ «۲۰»)

الف) ۲/۱ تا ۳ و ۳ (ب) ۲/۱ تا ۳ و ۱/۵ (ج) ۳/۵ تا ۴ و ۰/۸ (د) ۵ تا ۶ و ۰/۵

پاسخ) طبق جدول فوق، حریم خط ۲۰ kV برابر با ۲/۱ متر و خط ۳۸۰ V برابر با ۱/۳ متر می باشد. نزدیک ترین گزینه ب است. گزینه ب صحیح است.

۴-۴ حفاظت الکتریکی تاسیسات (تجهیزات حفاظت و کنترل)

۴-۴-۱ کلیدهای تابلوهای ولتاژ پایین (LV)

با توجه به اینکه تابلوها تا سطح ولتاژ ۱۰۰۰ ولت، جزء تابلوهای LV محسوب می شوند، کلیدهای این تابلوها اساساً از نظر کارکرد، عبارت هستند از:

- **کلید جدا کننده یا ایزولاتور (DS):** وسیله مکانیکی قطع و وصل است؛ که در حالت قطع، فاصله جدایی لازم را بین کنتاکت‌ها به وجود می‌آورد.
- **کلید قطع زیر بار (LBC):** یک وسیله مکانیکی قطع و وصل است؛ که قادر به وصل، عبور دادن و قطع جریان برق مدار در شرایط عادی است.
- **کلید جداکننده زیر بار (DS+LBC):** کلیدی است که هر دو خاصیت مربوط به کلیدهای جداکننده و قطع بار را دارا می‌باشد (کلیدفیوز با بدنه نوع بسته و با محفظه جرقه‌گیر).

نکته ۴-۲۴) قدرت قطع کلیدفیوزهای استاندارد عبارتند از: ۱۲۵، ۱۶۰، ۲۵۰، ۴۰۰، ۶۳۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۵۰ آمپر.

پرسش ۴-۳۶) کدام یک از موارد زیر جریان نامی یک کلیدفیوز قابل خرید در بازار نیست؟ (ق.ت-۹۳ «۸۴»)

الف) ۴۰۰ (ب) ۵۰۰ (ج) ۶۳۰ (د) ۸۰۰

پاسخ) طبق نکته فوق، گزینه ب پاسخ مورد نظر است.

این پرسش، مشابه پرسش «۲۴» آزمون «تاسیسات ساختمانی قوه قضاییه» سال ۸۶ می‌باشد.

نکته ۴-۲۵) در سطح LV، تمامی کلیدهای حفاظتی، قادر به ایجاد جداکنندگی هستند؛ اما قادر به قطع زیر بار نیستند. برای قطع زیر بار، لازم است که دارای مکانیزم قطع سریع (فتری) باشند.

نکته ۴-۲۶) از کلیدهای DC می‌توان در مدار AC استفاده کرد؛ ولی استفاده از کلیدهای AC در مدار DC، تحت هیچ شرایطی مجاز نیست.

در ادامه از دو اصطلاح به صورت مکرر استفاده خواهد شد که در اینجا، معنی آنها تشریح می‌شود:

- **آمپراژ (جریان نامی):** مقدار جریان عادی که به صورت مداوم از کلید عبور کرده و بار را تغذیه می‌کند و در حد چند آمپر است.
- **قدرت قطع:** براساس جریان اتصال کوتاه تعیین می‌شود؛ که در صورت عبور به صورت گذرا از کلید، کلید دچار مشکل نشده و در حد چند کیلوآمپر است.

نکته ۴-۲۷) دستگاه‌های حفاظتی (مانند فیوز، کلید اتوماتیک و ...) عموماً به صورت سری در مدار قرار می‌گیرند. علت این کار این است که تجهیزات حفاظتی عمدتاً با توجه به جریان عبوری از مدار عمل کرده و در شرایط بحرانی آن را قطع می‌کنند. البته برخی از تجهیزات (مانند برقیگر حفاظتی) به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد.

پرسش ۴-۳۷) به طور کلی دستگاه‌های حفاظت کننده به چه صورت در مدار قرار می‌گیرند؟ (ق.ب-۸۰ «۸۱»)

الف) سری (ب) سری موازی (ج) بستگی به نوع مدار دارد. (د) موازی

پاسخ) مطابق نکته فوق، گزینه الف صحیح است.

۴-۲- کلیدهای خودکار (اتوماتیک)

«کلیدهای اتوماتیک» به کلیدهایی گفته می‌شود که دارای رله هستند و هر کدام برای کاربردهای مخصوصی، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

نکته ۴-۲۸) از آنجا که قدرت قطع کلیدهای اتوماتیک بالا می‌باشد، به آنها «کلید قدرت در شبکه فشار ضعیف» نیز می‌گویند.

مزایای کلیدهای خودکار، عبارت است از:

- کلید خودکار پس از قطع مدار، در اثر جریان زیاد و یا هر عامل دیگری، بلافاصله، مجدداً آماده بهره‌برداری است.
- با کمک کنتاکت‌های فرعی که در آن تعبیه شده، می‌توان وضعیت کلید را در هر حالت (قطع، وصل یا وقوع خطا)، توسط سیگنال، تعیین و در اتاق فرمان منعکس کرد.
- ساختمان این کلیدها به گونه‌ای است که اگر کلید را بر روی یک مدار اتصال کوتاه شده ببندیم، در ضمن عمل بسته شدن، رله اضافه جریان کلید، به سرعت وارد عمل شده و مدار را قطع می‌کند.



الف) محدوده جریان

بیشترین توسعه‌ای که روی کلیدهای فشار ضعیف انجام می‌دهند، روی محدوده جریان است؛ که هر چه این محدوده بیشتر شود، کلید گران‌تر می‌باشد. این خاصیت مستقیماً به زمان قطع کلید بستگی دارد. معمولاً در کاتالوگ کلیدهای فشار ضعیف، دو مشخصه فنی به نام‌های «ظرفیت قطع نهایی» یا (ICU) و «ظرفیت قطع سرویس» یا (ICS) مشخص شده‌اند؛ که دانستن مفهوم آن‌ها در انتخاب کلید، اهمیت دارد:

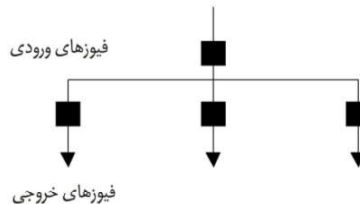
• **ICS:** جریان اتصال کوتاهی که کلید، به دفعات قادر به قطع آن می‌باشد، بدون اینکه آسیبی ببیند و یا نیاز به تعمیر و یا تعویض پیدا کند.

• **ICU:** جریان اتصال کوتاهی که کلید، تنها یک‌بار بدون آنکه آسیبی ببیند، قادر به قطع آن است و برای دفعات بعدی نیاز به تعمیر، سرویس و یا تعویض دارد. بنابراین این مقدار باید بزرگتر از بیشترین جریان اتصال کوتاه احتمالی در محل نصب کلید باشد.

نکته ۴-۲۹) جریان ICS به صورت درصدی (معمولاً ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) از جریان ICU تعریف می‌شود.
نکته ۴-۳۰) حداکثر جریان اتصال کوتاه، باید کوچکتر یا مساوی با جریان ICS باشد و این جریان نیز کوچکتر یا مساوی با ICU باشد؛ یعنی: $I_{SC} \leq I_{CS} \leq I_{CU}$.

نکته ۴-۳۱) حداکثر جریان خطا، مربوط به اتصال کوتاه سه‌فاز و کمترین آن مربوط به اتصال بین هادی فاز و هادی حفاظتی (PE) یا هادی فاز و هادی حفاظتی-خنثی (PEN) است.

پرسش ۴-۳۸) یک شین (باس بار) مطابق شکل زیر مفروض است کدامیک از عبارت زیر صحیح است؟ (ق.ب-۸۱ «۱۵»)



- الف) کلیدها را براساس اتصال کوتاه سه‌فاز انتخاب کرده اما رله آن‌ها براساس اتصال کوتاه تک‌فاز تنظیم می‌کنیم.
ب) کلیدها را براساس اتصال کوتاه سه‌فاز انتخاب کرده و رله آن‌ها را براساس همین اتصال کوتاه تنظیم می‌کنیم.
ج) کلیدها را براساس اتصال کوتاه تک‌فاز که بیشتر رخ می‌دهد، انتخاب کرده و رله آن‌ها را براساس همین اتصال کوتاه‌ها تنظیم می‌کنیم.
د) کلیدها را براساس اتصال کوتاه سه‌فاز انتخاب کرده و رله آن‌ها را براساس کمترین جریان مربوط به سایر اتصال کوتاه‌ها انتخاب می‌کنیم.

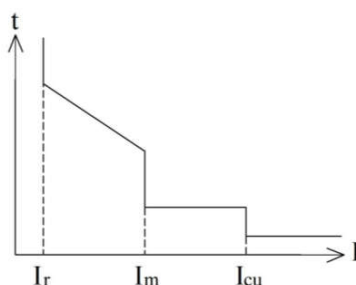
پاسخ) کلیدهای قدرت باید تحمل حداکثر جریان عبوری از خط را داشته باشند (مقدار ICU باید بزرگتر از حداکثر جریان اتصال کوتاه ممکن باشد). رله‌ها (ICS) نیز براساس کمترین جریان اتصال کوتاه پیش‌بینی‌شده، تنظیم می‌شوند تا به جریان‌های نرمال و عادی شبکه واکنش نشان ندهند. گزینه د صحیح است.

ب) تنظیمات کلید خودکار (اتوماتیک)

کلیدهای خودکار دارای تنظیمات زیادی هستند اما به طور رایج دو تنظیم دارند. از این رو، بر روی این کلید، علاوه بر نوع کلید، جریان نامی و قدرت قطع، باید مقدار تنظیم رله‌های حرارتی و مغناطیسی نیز قید شود.

ب-۱) تنظیم حرارتی یا اضافه جریان و بار (Ir): کلید، برای «حفاظت در برابر اضافه بار»، با نسبت ۰/۸ تا ۱ برابر با جریان نامی تنظیم می‌شود. این قسمت معمولاً از نوع رله حرارتی بوده و در حال حاضر، از نوع الکترونیکی نیز ساخته می‌شود. با عبور جریان بار بیش از میزان تنظیم شده، کلید قطع خواهد شد.

ب-۲) **تنظیم مغناطیسی (I_m):** کلید، برای «حفاظت در برابر اتصال کوتاه»، با نسبت ۱ تا ۱۰ برابر با جریان نامی، تنظیم می‌شود. این قسمت معمولاً از نوع رله الکترومغناطیسی بوده و به‌طور مستقیم و یا از طریق ثانویه یک CT تحریک شده و موجب قطع کلید می‌گردد.



شکل (۴-۴) منحنی تغییرات کلید اتوماتیک (زمان قطع کلید بر حسب مقدار جریان اتصال کوتاه)

نکته ۴-۳۲) کلیدهای خودکار (اتوماتیک)، قابلیت حفاظت در برابر اضافه بار بین فاز و خنثی، به‌منظور حفاظت در برابر برق‌گرفتگی و تأمین ایمنی (به‌عنوان کلید اصلی)، را دارد.

پرسش ۴-۳۹) در کلیدهای اتوماتیک کار رله‌های مغناطیسی و حرارتی به ترتیب عبارتند از: (د.ب-۷۳ «۶»)

- الف) قطع اتصال کوتاه و قطع بار زیاد
ب) قطع بار زیاد و قطع اتصال کوتاه
ج) قطع بار ناگهانی و قطع ولتاژ زیاد
د) قطع اتصال کوتاه و قطع ولتاژ کم

پاسخ) کلیدهای اتوماتیک شامل دو رله بوده یکی برای قطع خطای اتصال کوتاه (رله مغناطیسی) و دیگری برای قطع اضافه جریان ناشی از اضافه بار (رله حرارتی) است. گزینه الف صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش «۵» آزمون «تاسیسات ساختمانی دادگستری» سال ۷۳ می‌باشد.

پرسش ۴-۴۰) کار رله مغناطیسی و Overcurrent Relay در کلیدهای اتوماتیک به ترتیب عبارتند از: (د.ب-۸۴ «۱۶»)

- الف) قطع در اتصال کوتاه و قطع در جریان زیاد
ب) قطع در ولتاژ کم و قطع در ولتاژ زیاد
ج) قطع در جریان نامی و قطع در جریان زیاد
د) قطع در اتصال کوتاه و قطع در جریان نامی

پاسخ) با توجه به توضیحات فوق، گزینه الف صحیح است.

ج) انواع کلید خودکار (اتوماتیک)

کلیدهای خودکار (اتوماتیک) دارای تنظیم، دارای دو تیپ هوایی (ACB) و تیپ کمپکت (MCCB) هستند.

ج-۱) **کلید کمپکت (MCCB):** نوعی از کلیدهای اتوماتیک است که دارای دقت کمتری می‌باشد. همچنین، ارزان قیمت بوده و جریان‌های کوچک را پشتیبانی می‌کند. جریان دائم (I_n) و نرُم رایج و پرکاربرد این کلیدها از ۱۶۰ تا ۱۶۰۰ آمپر است؛ البته این کلیدها حداکثر تا ۳۲۰۰ آمپر هم ساخته می‌شوند. فریم این کلیدها با افزایش جریان نامی آن‌ها، بزرگ می‌شود. رنج جریان نامی کلید MCCB برابر است با ۱۶، ۲۰، ۲۵، ۴۰، ۵۰، ۶۳، ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۵، ۱۶۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۱۵، ۴۰۰، ۵۰۰، ۶۳۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰، ۱۲۵۰، ۱۶۰۰، ۲۰۰۰، ۲۵۰۰ و ۳۱۵۰ آمپر. قدرت قطع آن برابر است با ۲۵، ۳۱/۵، ۴۰، ۵۰ و ۸۰ کیلوآمپر.

ج-۲) **کلید اتوماتیک هوایی (ACB):** این کلیدها یکی از انواع کلیدهای اتوماتیک است که در آمپراژ بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند. جریان دائم و نرُم رایج و پرکاربرد این کلیدها، از ۶۳۰ تا ۶۳۰۰ آمپر است. از این کلیدها عمدتاً در ورودی تابلوهایی استفاده می‌شود که هم جریان بالایی دارد و هم برقراری تقدم قطع (اگر خطایی در یک فیدر خروجی رخ داد، ابتدا کلید خروجی قطع شود) کامل بین کلیدهای ورودی و کلیدهای خروجی، ضروری است. کلیدهای هوایی، رله‌هایی دارد که در داخل خود کلید، جاسازی شده‌اند. ویژگی این رله‌ها، خاصیت تأخیری آن‌ها است. در نتیجه عنصر اصلی در تأمین تقدم قطع از طریق صدور فرمان قطع با تأخیر هستند و قادر به عبور، قطع و وصل جریان‌های نامی و اتصال کوتاه می‌باشند. رنج جریان نامی کلید ACB برابر است با ۶۳۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰، ۱۲۵۰، ۱۶۰۰، ۲۰۰۰، ۲۵۰۰، ۳۱۵۰، ۴۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۶۳۰۰ آمپر. قدرت قطع آن‌ها برابر است با ۲۵، ۳۱/۵، ۴۰، ۵۰، ۸۰ و ۱۰۰ کیلوآمپر.

نکته ۴-۳۳) رله‌های کلید ACB، الکترونیکی یا میکروپروسسوری هستند.
 نکته ۴-۳۴) رله‌های کلید MCCB، معمولاً حرارتی-مغناطیسی هستند. هر چند به‌ندرت، به‌صورت میکروپروسسوری نیز وجود دارند.

نکته ۴-۳۵) کلیدهای اتوماتیک تا رنج ۱۲۵۰ آمپر، از نوع کمپکت و کلیدهای با جریان نامی بالاتر، از نوع هوایی می‌باشند.
 نکته ۴-۳۶) روی کلید خودکار، این مشخصات درج می‌شود: نوع کلید، جریان نامی، قدرت قطع و دامنه تغییرات تنظیم رله‌های حرارتی و مغناطیسی.

نکته ۴-۳۷) جهت حفاظت کابل‌ها در مقابل جریان اتصال کوتاه، از کلید MCCB استفاده می‌شود.

پرسش ۴-۴۱) بهترین وسیله حفاظتی برای کابل NYY به مقطع $3 \times 120 + 70$ کدام است؟ (د.ب-۷۵ «۱۱»)

الف) کلید چاقویی (ب) کلید ستاره مثلث اتوماتیک

ج) کلید اتوماتیک (د) کلید مینیاتوری

پاسخ) کلید چاقویی و کلید ستاره مثلث اتوماتیک جزو تجهیزات حفاظتی نیستند. همچنین با توجه نکته فوق، گزینه ج صحیح است.

پرسش ۴-۴۲) عوامل اصلی فرمان قطع در کلید اتوماتیک را شرح دهید. (د.ل-۷۷ «۱»)

پاسخ) با توجه به مطالب بیان شده، عوامل اصلی قطع در کلیدهای اتوماتیک، اضافه جریان و جریان اتصال کوتاه می‌باشند.

۴-۴-۳ کلید حفاظت موتوری (MPCB)

این بخش با بخش «راه‌اندازی موتور القایی» در فصل ماشین‌های الکتریکی این کتاب، مرتبط است.

کلید حفاظت موتوری، کلید اتوماتیکی است که دارای قابلیت‌های حرارتی و مغناطیسی بوده و صرفاً جهت حفاظت موتورها ساخته می‌شود. به این کلید، کلید حرارتی نیز گفته می‌شود. مزیت این نوع کلید، این است که در صورتی که اتصالی در یکی از فازها رخ دهد، فازهای دیگر را نیز قطع می‌کند. جریان MPCB بر اساس قدرت موتور انتخاب می‌شود. یعنی برای موتور با قدرت مشخص، کلید MPCB مخصوص وجود دارد. همچنین بر اساس جریان بی‌متال موتورها نیز می‌توان آن‌ها را انتخاب کرد. از کلید گردان و کنتاکتور، به‌منظور تغذیه و راه‌اندازی موتور استفاده می‌شود. همچنین، وسایل حفاظت در برابر اتصال کوتاه (فیوز)، کلید اتوماتیک و کلید مینیاتوری، وسایل حفاظت در برابر اضافه بار (رله بی‌متال و کلید اتوماتیک) و وسایل حفاظت در برابر دو فاز شدن موتور (کنترل فاز) نیز باید در مدار وجود داشته باشد. از آنجائی که قطع و وصل دستی مدار، حفاظت در برابر اضافه بار (بخش حرارتی) و حفاظت در برابر اتصال کوتاه (بخش مغناطیسی)، توسط MPCB انجام می‌شود؛ پس این کلید، می‌تواند جایگزین کلید گردان، بی‌متال، رله کنترل فاز و فیوز شود.

نکته ۴-۳۸) با افزودن MPCB، کنتاکتور (بدلیل امکان فرمان‌پذیری از دور) را نمی‌توان از مدار موتور حذف کرد.

نکته ۴-۳۹) اشغال فضای کمتر و عدم احتمال دو فاز شدن موتور، دو مزیت اصلی کلید MPCB است.

نکته ۴-۴۰) جریان عبوری از کلید MPCB با تغییر نوع راه‌اندازی (مستقیم یا ستاره-مثلث)، تغییری نکرده و ثابت است چراکه بالادست کنتاکتور قرار می‌گیرد.

نکته ۴-۴۱) آمپراژ کلید محافظ موتوری به گونه‌ای انتخاب می‌شود که جریان بار، در بازه آن قرار گیرد.

پرسش ۴-۴۳) کدام یک از رله‌های حفاظتی برای الکتروموتورها الزامی نیست؟ (د.ب-۹۰ «۸»)

الف) Over Current (ب) Over Load (ج) Distance (د) Phase Control

پاسخ) مطابق موارد فوق، استفاده از رله‌های حفاظت در برابر اتصال کوتاه، اضافه بار و کنترل فاز در مسیر الکتروموتور الزامی می‌باشد. اما رله Distance برای حفاظت خط بکار می‌رود. گزینه ج صحیح است.

۴- ۴- ۴- کلیدهای خودکار مینیاتوری (MCB)

۴- ۴- ۱ 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، 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 پریرز، 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 میلی‌متر مربع و حداقل جریان کلید مینیاتوری آن، ۱۰ آمپر بوده که این مقدار برای هادی پریرز، ۲/۵ میلی‌متر مربع با حداقل کلید مینیاتوری ۱۶ آمپر می‌باشد. آمپراژ نامی کلید مینیاتوری به صورت زیر است:

جدول (۴- ۵) جریان نامی کلید مینیاتوری

تعداد پل	سطح جریان
تک پل، دو پل، سه پل	۲، ۴، ۶، ۱۰، ۱۶، ۲۰، ۲۵، ۳۲، ۴۰، ۵۰، ۶۳
چهار پل	۱۶، ۲۵، ۳۲، ۴۰، ۵۰

نکته ۴- ۴۲) معمولاً در جریان‌های بیش از ۵۰ آمپر، از کلید مینیاتوری استفاده نمی‌شود و به جای آن از کلید MCCB استفاده می‌شود.

نکته ۴- ۴۳) از کلیدهای خودکار مینیاتوری می‌توان به عنوان کلید مجزاکننده، استفاده کرد.

نکته ۴- ۴۴) از کلیدهای خودکار مینیاتوری نباید به عنوان کلید کنترل مدار (قطع و وصل) استفاده کرد.

نکته ۴- ۴۵) منظور از کلید واثرپروف همان کلیدهای ضد آب یا بارانی است؛ که دارای درجه حفاظت (IP) نفوذناپذیری برای ورود آب می‌باشند.

پرسش ۴- ۴۴) آمپراژ کلید MCB کدام یک از مقادیر ذیل نمی‌باشد؟ (ق.ب- ۹۶ «۵۶»)

الف) ده آمپر ب) بیست آمپر ج) سی آمپر د) شصت و سه آمپر

پاسخ) طبق جدول فوق، مقادیر ۱۰، ۲۰ و ۶۳ آمپر جزو مقادیر استاندارد کلید مینیاتوری می‌باشد. گزینه ج پاسخ مورد نظر است.

نکته ۴- ۴۶) با توجه به وظیفه و نوع عملکرد، در بسیاری از موارد می‌توان از کلید مینیاتوری به جای فیوز استفاده کرد.

پرسش ۴- ۴۵) موارد استفاده کلیدهای خودکار مینیاتوری همانند (د.ل- ۹۰ «۲۹»)

الف) فیوزهاست ب) کلیدهاست

ج) کلیدهای مغناطیسی است. د) کلیدهای باقی مانده جریان است.

پاسخ) با توجه به نکته فوق، گزینه الف صحیح است.

نکته ۴- ۴۷) در روشنایی ایمنی، نباید بیش از ۲۰ نقطه روشنایی از یک مدار تغذیه گردد. همچنین، کل جریان مدار نباید از ۶۰٪ جریان مجاز کلید حفاظتی (با اعمال ضرایب کاهش باردهی کلید حفاظتی) آن مدار بیشتر باشد.

پرسش ۴- ۴۶) در روشنایی ایمنی، چند نقطه روشنایی از یک مدار می‌تواند تغذیه گردد و نیز کل جریان مدار، نباید از

چند درصد جریان مجاز کلید حفاظتی آن مدار، بیشتر باشد؟ (ق.ت- ۹۹ «۴۴»)

الف) ۳۰ و ۶۰ ب) ۲۰ و ۶۰ ج) ۳۰ و ۷۰ د) ۲۰ و ۷۰

پاسخ) مطابق با آئین‌نامه فوق، گزینه ب صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش «۲۴» آزمون "تاسیسات ساختمانی دادگستری" سال ۹۸ می‌باشد.