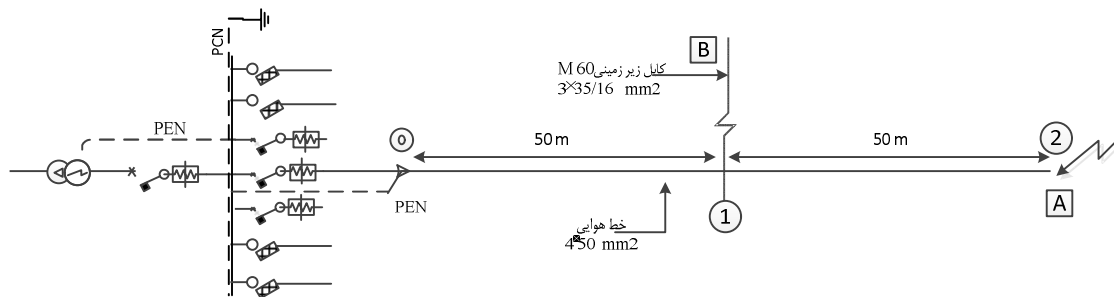


☑ انتخاب قدرت قطع و تنظیم رله مغناطیسی کلید خودکار اتوماتیک در خروجی کلید دوطرفه یا A.T.S.P در خروجی منابع انرژی (ترانسفورماتور و دیزل ژنراتور) براساس دو اصل را زیر انجام می‌شود، با فرض اینکه قدرت و ضریب توان نامی ترانسفورماتور و دیزل ژنراتور برابر باشد:

- قدرت قطع کلید: درصد ولتاژ اتصال کوتاه برای ترانسفورماتور قدرت از ۲۵ تا ۲۵۰ کیلوولت آمپر ۴ درصد و از قدرت ۲۵۰ تا ۱۶۰۰ کیلوولت آمپر ۶ درصد است. در حالی که در بدترین حالت، برای ژنراتور ۱۲ درصد است. پس، در قدرت‌های پایین، امپدانس درصد اتصال کوتاه ترانسفورماتور تقریباً ۳۳ درصد امپدانس اتصال کوتاه ژنراتور است و در قدرت‌های بالا، امپدانس درصد ترانسفورماتور تقریباً ۵۰ درصد امپدانس درصد اتصال کوتاه ژنراتور است. از آنجایی که جریان اتصال کوتاه با امپدانس درصد اتصال کوتاه نسبت عکس دارد، در نتیجه، جریان اتصال ترانسفورماتور بیش از ژنراتور است؛ بنابراین، انتخاب قدرت قطع کلیدها باید بر اساس حداکثر جریان ممکن (جریان خطا بر مبنای ترانسفورماتور) باشد.
- رله مغناطیسی کلید خودکار: با توجه به ماهیت عملکرد حفاظتی رله، این تنظیم باید براساس حداقل جریان خطای ممکن عمل کند، تا در صورت تجاوز از این حد جریان، آن را قطع کند؛ چون جریان اتصال کوتاه دیزل ژنراتور از ترانسفورماتور کمتر است، پس تنظیم رله مغناطیسی کلید خودکار (اتوماتیک) براساس اطلاعات دیزل ژنراتور خواهد بود.

هر چقدر ضریب توان کمتر باشد، در نزدیکی منابع چنین وضعیت وجود دارد، قطع آن توسط کلید سخت می‌شود؛ از این رو، ضریب توان صفر، سخت‌ترین حالت برای قطع جریان است.



شکل پیوست ۱-۳۲- نمونه ای از امپدانس حلقه اتصال کوتاه (نقطه ۲)

پ ۱-۲-۱-۹ حداکثر مجاز زمان قطع در صورت بروز اتصال کوتاه بین یک هادی فاز و بدنه یا هادی حفاظتی و یا هادی حفاظتی - خنثی در جدول شماره پ ۱-۹-۲-۱ نشان داده شده است.

جدول (پ ۱-۹-۲-۱) حداکثر مجاز زمان قطع اتصال کوتاه بین هادی فاز و بدنه یا هادی حفاظتی و یا هادی حفاظتی - خنثی

سیستم نیرو	ولتاژ نامی $120 \leq U_0 \leq 230$	حداکثر مجاز قطع (ثانیه)
TN	برای مدارهای نهایی با وسیله حفاظتی تا ۳۲ آمپر	۰/۴
	برای مدارهای توزیع غیر از نهایی	۵
TT	برای مدارهای نهایی با وسیله حفاظتی تا ۳۲ آمپر	۰/۲
	برای مدارهای توزیع غیر از نهایی	۱

☑ اصطلاح مدار نهایی همان آخرین بخش از سیستم (مانند پریزهای منازل و ...) است. مدارهای توزیع غیر نهایی نیز تابلوهای مسیر بین منبع (ترانسفورماتور) تا مدارهای نهایی است.

تیبصره: سیستم TT فقط از نظر مقایسه نشان داده شده است. اگر در یک سیستم TT هم بندی کامل بین همه سیستم های لوله کشی و سازه های دیگر انجام شده باشد می توان در آن از مقادیر مربوط به سیستم TN از جدول شماره پ ۱-۹-۲-۱ استفاده نمود.

☑ با مقایسه TT و TN می توان گفت که وسایل حفاظتی در سیستم TT باید خطا را سریع‌تر قطع کند.

نظر به اینکه فیوزها و کلیدهای خودکار با توجه به ملاحظاتی مانند شدت جریان بار، شدت جریان راه اندازی و غیره انتخاب می شوند لازم است پس از انجام انتخاب اولیه نسبت به کارایی آن ها از نظر ایمنی طبق ردیف فوق اقدام شود. چنانچه مقدار جریان اتصال کوتاه برای قطع وسیله حفاظتی در شرایط موجود و قطع در زمان مناسب کافی نبود از یک یا چند روش زیر استفاده شود:

☑ کافی نبودن جریان اتصال کوتاه برای عملکرد وسیله حفاظتی یعنی فاجعه! در این حالت، خطا رخ داده اما وسیله حفاظتی چون مقدار امپدانس مسیر خطا زیاد و جریان اتصال کوتاه عبوری از آن کمتر از مقدار عملکرد است، عمل نکرده و خطا در شبکه باقی می ماند.

الف) سطح مقطع مدار تغذیه بزرگتر انتخاب شود تا امپدانس حلقه کوتاه کمتر شود و جریان اتصال کوتاه به مقدار کافی افزایش یابد.

☑ این کار همیشه مقدور نیست، چرا که هم هزینه بر است و هم اینکه از نظر اجرایی مشکلات فراوانی دارد.

ب) به جای وسیله حفاظتی انتخاب اولیه از وسیله حفاظتی مناسب تر استفاده شود.

☑ برای انتخاب قدرت قطع، جریان اتصال کوتاه مؤثر کلید محاسبه شده و حداقل قدرت قطع برابر آن در نظر

$$I_{SC} = I_n / UK \quad \text{گرفته می شود.}$$

که در آن، I_n و UK به ترتیب جریان نامی و ولتاژ امپدانس است. این جریان برای دو مجموعه کلید به این صورت محاسبه می شود:

- کلیدهای خروجی منابع: برابر جریان اتصال کوتاه هر منبع
- سایر کلیدها (کلیدهای منابع): براساس مجموع جریان های اتصال کوتاه بالادست. باید به تکی یا مجموعه ای بودن بارها و اینکه از یک یا چند منبع موازی تغذیه می شوند، توجه شود.

پ) در صورت عدم امکان تامین شرایط بند الف و ب فوق الذکر، طبق ردیف پ ۱-۲-۸-۵ از هم بندی اضافی برای هم ولتاژ کردن استفاده شود. روش اخیر مطمئن ترین راه جلوگیری از برق گرفتگی در همه موارد است.

☑ بهترین و توصیه شده ترین روش، اجرای هم بندی اضافی است. دقت شود که هم بندی اصلی اجباری بوده و هم بندی اضافی با بررسی شرایط انجام می شود.

در سیستم های TN وصل مستقیم بدنه های هادی به الکتروود زمین مستقل، یعنی الکتروودی که مستقل از اتصال زمین خنثی باشد، جز در مواردی که مدارهای تغذیه توسط کلیدهای جریان باقیمانده (RCD) حفاظت شوند، ممنوع است که در این صورت مدار تغذیه کننده تجهیزات باید دارای هادی های حفاظتی (PE) و خنثای (N) مجزا بوده و مقاومت الکتروود مستقل نیز در رابطه زیر صدق کند:

$$R_A \cdot I_{\Delta} \leq U_L$$

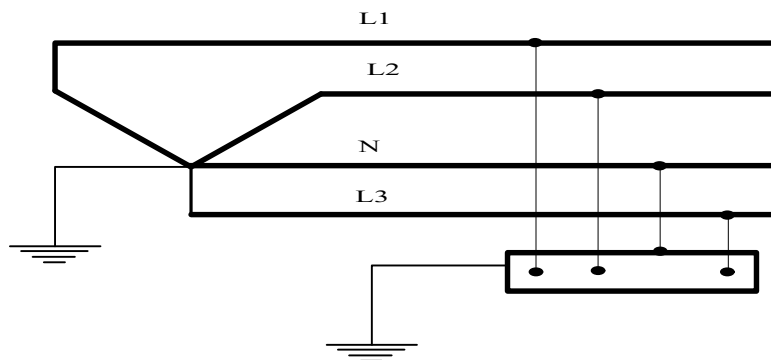
که در این رابطه:

R_A : مقاومت الکتروود زمین مستقل نسبت به جرم کلی زمین، برحسب اهم

I_{Δ} : جریان عامل کلید جریان باقیمانده (RCD) بر حسب آمپر

U_L : حداکثر ولتاژ تماس مجاز بر حسب ولت (برای محیط های عادی ۵۰ ولت)

☑ چاه ارت داخل منازل تأثیری در ماهیت سیستم TN ندارد؛ چرا که در سیستم TN، بدنه به هادی نول وصل می شود. این کار در ورودی با وصل شینه های حفاظتی و نول انجام می شود. اما برای ارتقاء سطح حفاظت و کاهش شدت ولتاژ تماس در منازل الکتروود حفاظتی اجرا می شود که به آن الکتروود زمین مستقل اطلاق می گردد. و اجرای آن بدون حضور RCD مجاز نیست. وصل همزمان بدنه به نول و زمین تأثیری در ماهیت TN ندارد و آن را به TT تبدیل نمی کند. پس وجود RCD علاوه بر مزیت های فوق العاده ای که دارد با وجود الکتروود حفاظتی اجباری است.



شکل پیوست ۱-۳۳- زمین کردن بدنه هادی تجهیزات در سیستم TN

پ ۱-۳ سطح مقطع هادی خنثی

سطح مقطع خنثی (سیستم فاز) نباید از مقادیر ارائه شده در جدول شماره پ ۱-۳ کوچکتر باشد.

جدول پیوست ۱-۳- (پ ۱-۳) حداقل سطح مقطع هادی خنثی (سیستم سه فاز)

سطح مقطع هادی فاز مدار S (میلی متر مربع)	حداقل سطح مقطع هادی خنثی N (میلی متر مربع)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

☑ جدول فوق برای سیستم سه فاز بوده، در سیستم تک فاز سطح مقطع هادی‌های نول و فاز باید باهم برابر باشد. در انتخاب سطح مقطع هادی خنثی، نوع سیستم زمین، مقدار جریان هارمونیک و نحوه حفاظت در برابر تماس غیرمستقیم نیز موثر است. در بارهای نامتعادل به دلیل گرم شدن هادی نول در پی عبور جریان از آن، سطح مقطع آن را باید حداقل برابر هادی فاز در نظر گرفت. جریان عبوری از هادی خنثی برابر مجموع جریان‌های سه فاز بوده که در حالت متعادل برابر صفر است. اگر سطح مقطع هادی خنثی کوچک‌تر از سطح مقطع هادی فازها باشد و نیز حداکثر جریان عبوری از هادی خنثی بیشتر از ظرفیت مجاز آن باشد، باید هادی فازها قطع شود.

پ ۱-۳-۱ هادی های فاز و خنثی باید از یک جنس باشند.

☑ معمولاً همیشه از جنس مس است. می توان از هادی های غیرهمجنس برای حفاظت استفاده کرد.

پ ۱-۳-۲ جنس هادی های فاز و خنثی مدارهای نهایی (روشنایی، پریز و غیره) باید از مس باشد.

☑ در مدار غیرنهایی اجباری بر مسی بودن نیست.

پ ۱-۳-۳ استفاده از کابل با هادی آلومینیومی در شبکه توزیع و تغذیه میانی با رعایت شرط ردیف ۱۳-۷-۱۴-۵-۲ بلامانع می باشد.

☑ شرط استفاده از هادی آلومینیومی، با داشتن حداقل سطح مقطع ۲۵ میلی مترمربع و صرفاً در مدار غیرنهایی است. این شرط حداقل سطح مقطع برای هادی فاز صادق است.

پ ۱-۳-۴ در صورت وجود ضریب توان های متفاوت فازها، عدم تعادل بارها و یا وجود هارمونیک ها، سطح مقطع هادی خنثی در این موارد معادل حداقل هادی فاز و یا حتی از آن بیشتر باید انتخاب شود.

☑ به علل مختلف، مانند ضرایب توان مختلف بارهای وصل شده به یک فاز، عدم امکان متعادل کردن بارها بین فازها و به خصوص وجود جریان‌های هارمونیک در مدارهای تغذیه‌کننده لامپ‌های تخلیه گاز (مانند لامپ‌های فلورسنت معمولی، کمپکت، گازی، متال هالید، بخار جیوه، بخار سدیم و غیره) چراغ‌های LED و دستگاه‌های الکترونیکی هارمونیک‌زا نظیر مصرف کننده‌های غیر خطی، دستگاه برق بدون وقفه، سیستم سرعت متغیر موتورهای برقی، راه‌اندازهای نرم موتورهای برقی، منابع تغذیه الکترونیکی و غیره ممکن است در بعضی موارد جریان در هادی خنثی معادل هادی فاز یا حتی از آن بیشتر نیز باشد (آئین نامه ۱۳-۷-۱-۱۲-۱). در صورت بالا رفتن هارمونیک تا ۳۳ درصد، باید مقدار هارمونیک در محاسبه فاز نیز لحاظ شود.

پ ۱-۳-۵ سطح مقطع هادی خنثی در سیستم یک فاز معادل سطح مقطع هادی فاز می باشد.

□ دیده می شود که سطح مقطع هادی نول را برای کاهش هزینه کمتر از فاز انتخاب می کنند که درست نیست؛ مثلاً در پریز هادی فاز ۲/۵ و هادی نول ۱/۵ میلی متر مربع انتخاب می شود.

پ ۱-۳-۶ در صورتی می توان از کلید یا وسیله حفاظتی در مسیر هادی خنثی استفاده کرد که کنتاکت مربوط به هادی خنثی قبل از هادی یا هادی های فاز وصل و در موقع قطع بعد از جدایی فاز قطع شود. در غیر اینصورت از هیچ نوع کلید یا وسیله حفاظتی که شرایط مذکور را نداشته باشد در مسیر هادی خنثی استفاده شود.

□ وقتی در مورد قطع هادی نول صحبت می شود، منظور زمانی است که هادی های نول و حفاظتی از هم جدا هستند؛ و گرنه در صورتیکه از هادی PEN (سیستم TN-C) به هیچ عنوان نباید، نول قطع شود، چرا که قطع این هادی، به معنای قطع هادی حفاظتی بوده که نباید هیچوقت رخ دهد. قطع هادی نول بدترین اتفاق برای سیستم TN است؛ چرا که حلقه اتصال کوتاه از بین می رود و وسیله حفاظتی عمل نکرده و خطا در بدنه تجهیزات باقی می ماند.

پ ۱-۴-۱ سطح مقطع هادی حفاظتی، حفاظتی - خنثی

سطح مقطع هادی حفاظتی، باید با توجه به شرایط زیر انتخاب شود:

الف) قطع مطمئن کلید حفاظتی مدار در حداقل جریان اتصال کوتاه فاز به هادی حفاظتی در زمان مجاز
ب) تحمل حداکثر جریان اتصال کوتاه با توجه به زمان قطع کلید (حداکثر ۵ ثانیه)

□ در تأسیسات فشار ضعیف، شدت جریانهای اتصال کوتاه با دو هدف محاسبه می شود

- حداکثر جریان اتصال کوتاه تجهیزات الکتریکی باید برای بدترین شرایط که مصادف است با عبور شدیدترین جریان از مدار کنترل شود تا توانایی مقاومت آنها در برابر این جریانها بررسی شود. کلیدها، کابلها، شینهها، فیوزها و در اصل همه تجهیزات باید از این نظر کنترل شوند.
- حداقل جریان اتصال کوتاه وسایل حفاظتی باید برای اطمینان از اینکه در بدترین شرایط که در این حالت مصادف است با عبور ضعیفترین جریان اتصال کوتاه بین یک فاز و هادی حفاظتی خنثا (PEN) یا حفاظتی (PE) یا بدنه هادی به موقع عمل خواهند کرد کنترل شوند.

پ ۱-۴-۱ در صورت رعایت بندهای الف و ب و انجام محاسبات لازم برای تعیین سطح مقطع هادی حفاظتی براساس استاندارد IEC 60364-5-57، نتایج به دست آمده از محاسبات مبنای تعیین سطح مقطع هادی حفاظتی قرار خواهد گرفت. در غیر اینصورت و عدم انجام محاسبات و یا عدم تامین شرایط فوق الذکر، جدول شماره پ ۱-۴-۱ مبنای تعیین حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی خواهد بود.

جدول پیوست ۱-۴-۱ (پ ۱-۴-۱) حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی

حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی (PE) (میلیمتر مربع) (چنانچه هادی حفاظتی از جنس هادی فاز باشد)	سطح مقطع هادی فاز مدار S (میلیمتر مربع)
S	$S \leq 16$
16	$16 < S \leq 35$
S/2	$S > 35$

□ دقت شود که رعایت که بندهای الف و ب آیین نامه قبلی، الزام بالاتری دارد و در صورت عدم تحقق این دو بند، جدول فوق استفاده می شود.

پ ۱-۴-۲ سطح مقطع هادی حفاظتی - خنثی (PEN) نباید از ۱۰ میلیمتر مربع برای هادی مس و ۱۶ میلیمتر مربع برای هادی آلومینیومی کمتر باشد (ردیف پ ۱-۲-۲). چنانچه جنس هادی حفاظتی از جنس هادی فاز نباشد در این حالت حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی باید دارای هدایت الکتریکی برابر هادی هم جنس به دست آمده از جدول شماره پ ۱-۴-۱ باشد.

□ در TN-C، ولتاژ ایجاد شده در اثر قطع هادی نول می تواند منجر به خطرات جانی شود، چرا که از یک هادی برای نول و حفاظت استفاده شده، پس ولتاژ هادی نول به بدنه تجهیزات نیز منتقل می شود. برای همین حداقل سطح مقطعی برای هادی در این سیستم تعیین شده تا از قطع ناخواسته آن جلوگیری شود. می توان از هادی