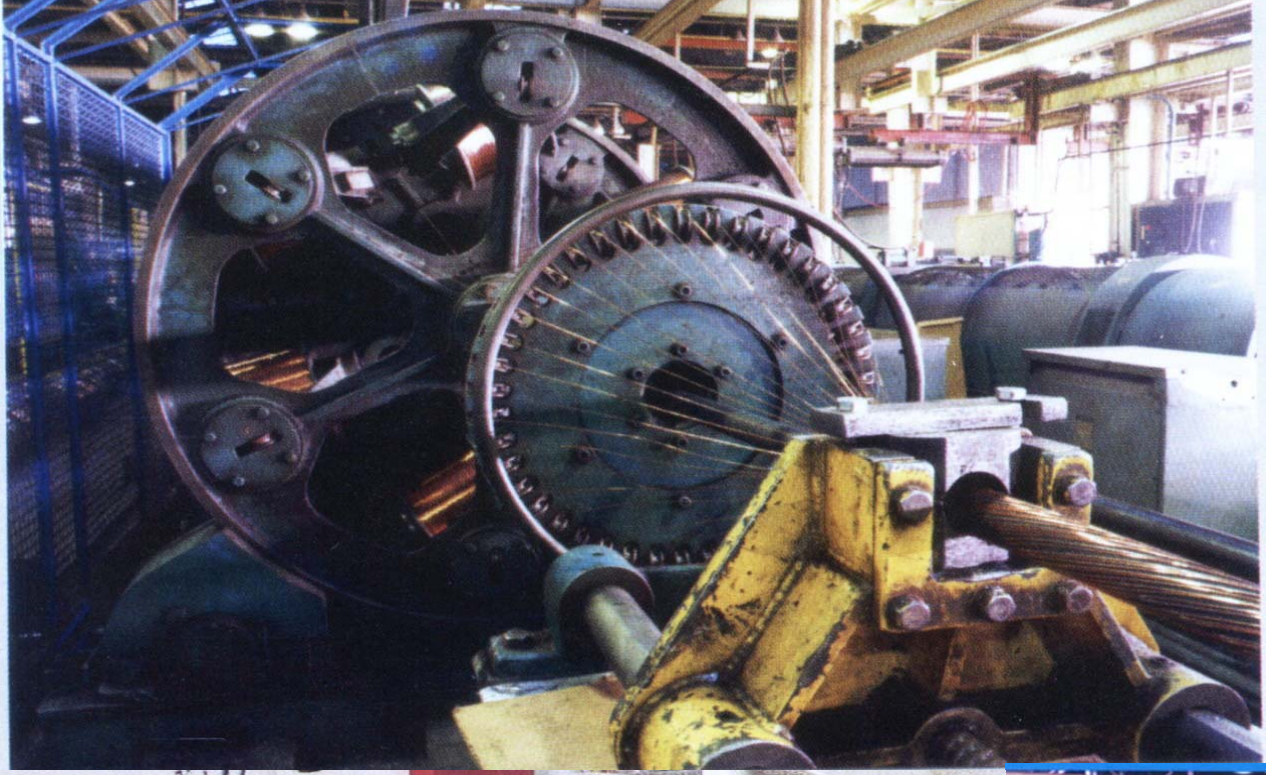
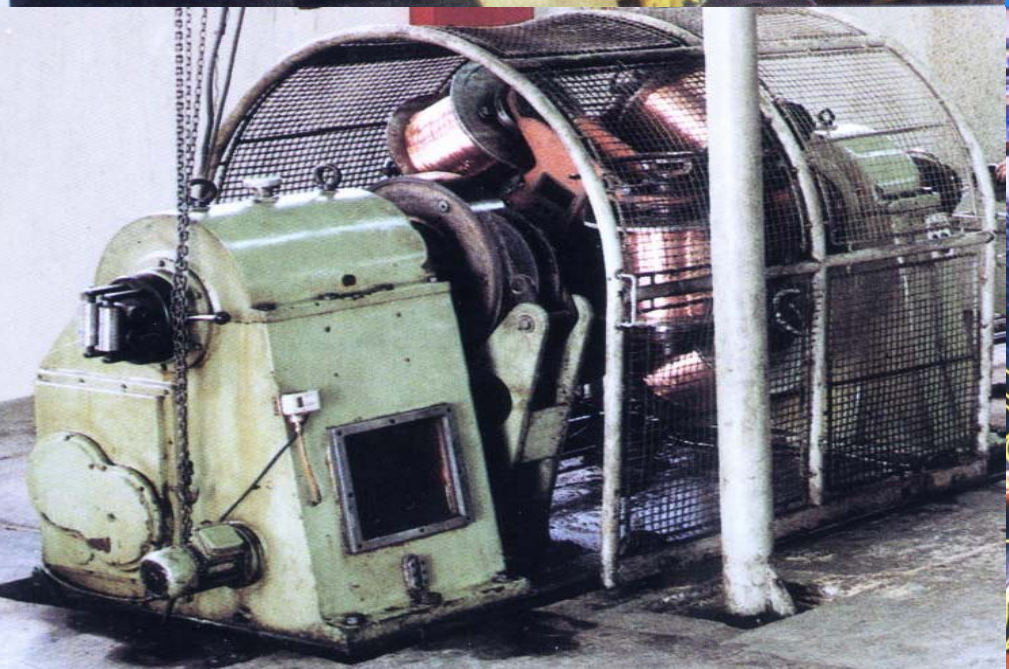
روش تولید سیم





استاندارد سیم ها

- قطر سیم ها بر حسب میلی متر mm
- طول سیم ها بر حسب متر m
- سطح مقطع سیم ها برحسب میلیمترمربع mm^2

- **سیم های لاکی بر حسب قطر شماره گذاری می شوند.**

مثلاً سیم لاکی 0.65 یعنی قطر سیم ۰/۶۵ میلیمتر است.

- **سیم های روکش دار بر حسب سطح مقطع شماره گذاری می شوند.**

مثلاً سیم افشان 1.5 یعنی سطح مقطع سیم ۱/۵ میلیمترمربع است.

ساختمان سیم ها

- سیم ها ازدو قسمت هادی و عایق تشکیل شده اند.

- هادی یا رسانای سیم ها عموماً مسی یا آلومینیومی یا آلیاژی آز آلومینیوم است .

رسانا یا هادی

- هادی یا رسانای سیم ها عموماً مسی یا آلومینیومی است .
- مس به علت حجم کم ، هدایت بهتر ، استحکام مکانیکی خوب و شکل پذیری آن نسبت به دیگر فلزات بیشتر استفاده می شود.

بعد از مس آلومینیوم به علت سبکی وزن استفاده میشود .

برای آنکه سیم آلومینیومی از نظر هدایت ، همسان سیم مسی شود ، باید مقطع آنرا حدوداً ۱/٦ برابر سیم مسی انتخاب کرد .

مثلاً: به جای سیم مسی ۲/٥ از سیم آلومینیومی

$$۲/٥ \times ۱/٦ = ٤$$

شماره ٤ استفاده می کنیم .

در این صورت هنوز وزن آن نصف وزن سیم مسی می باشد . به همین علت برای سیم کشی هوائی استفاده می شود .

چون مقاومت مکانیکی و پایداری آلومینیوم برای خطوط هوائی کافی نیست از این جهت از آلیاژ آلومینیوم – فولاد (آلفو) یا از آلیاژ دیگری به نام آلداری که از ترکیب آلومینیوم ، منیزیم ، سیلیسیوم و آهن (آلمک) می باشد ، استفاده می شود.

مشخصات	مس	آلومینیوم	آلداری	آلفو	واحد
وزن مخصوص	۸/۸۹	۲/۷	۲/۷	۳/۵	Gr/cm^3
هدایت مخصوص	۵۶	۳۴/۸	۳۰	۳۴	$M/\ \Omega\ mm^2$
هدایت نسبی برمبنای مس	۱۰۰	۶۰/۷	۵۵	۴۹	-----
مقاومت مکانیکی	۴۵	۱۸	۳۳	۳۵	Kg/mm^3

- مقطع سیم های مسی و آلومینیومی معمولاً گرد یا مثلثی با سیم یک رشته ای و یا چند ین رشته تابیده به هم و یا از سیم لوله ای (توخالی) می باشد .

۱- سیم گرد تک رشته ای ← re

۲- سیم مثلثی تک رشته ای ← Se

۳- سیم گرد چند رشته ای ← rm

٤- سیم مثلثی چند رشته ای ← Sm

٥- سیم گرد توخالی (لوله ای)

٦- سیم گرد تو خالی

۷- سیم تخم مرغی چند رشته ای

- از مجرای کابلهای توخالی به عنوان کانال برای عبور روغن (کابلهای روغنی) استفاده می شود .

عایق و روکش سیم ها و کابلها

- برای پوشش عایق سیم ها از پلاستیک و یا کاغذ استفاده می شود .
- امروزه عایق پروتودور PVC بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد.
- مزایای عایق PVC

۱- غیر قابل اشتعال است (به آسانی نمی سوزد). ۱- استحکام مکانیکی آن بالا می باشد .

۳- رطوبت پذیر نیست . ۲- انعطاف پذیر است .

- عایق دیگری به نام پلی اتیلن (PET) یا پروتون (پلاستیک حرارتی) نیز وجود دارد .

این عایق ها (PET و PVC) را به صورت لایه ای روی هادی روکش می کنند .

عایق اکثر کابلهای فشار قوی از کاغذ آغشته به روغن تهیه می شود .

از عایق لاستیکی در جاهائی که احتیاج به چرخش زیاد باشد نیز استفاده میکنند .

مشخصات کابل ها و سیم ها

معمولاً جنس هادی و عایق و نوع کاربرد کابلها و سیم ها با حروف مشخصی نشان داده می شود که روی روکش خارجی سیم ها و کابلها نوشته می شود.

الف – سیمها و کابلهای فشار ضعیف (برق ساختمان)

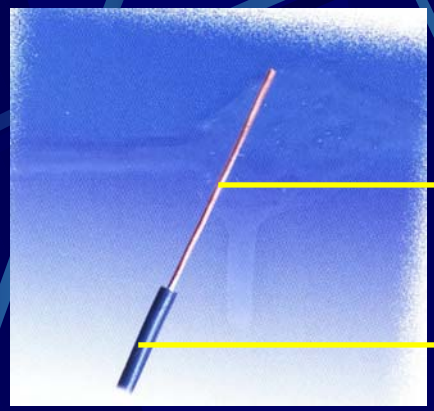
N	سیم مسی طبق استاندارد آلمان **VDE**
Y	عایق پروتودور **pvc** برای هر رشته
S و Z	علامت سیم های مخصوص
F	علامت سیم های نرم
A	برای سیمکشی داخل لوله ها
M	به مفهوم سیم های مقاوم در مقابل رطوبت

سیم های مورد استفاده در برق ساختمان

موارد مصرف	حروف مشخصه
سیم تک لا با روکش پلاستیک برای سیم کشی ساختمان	NYA
سیم افشان با روکش پلاستیک برای سیم کشی ساختمان	NYAF
سیم مخصوص با روکش پلاستیک برای سیم کشی ساختمان	NSYA
سیم مقاوم در برابر رطوبت	NYM
سیم با روکش پلاستیک مخصوص برای روشنائی و لوازم خانگی	NYZ
سیم برای مصرف لوستر و چراغ ها	NYFA
سیمک دو رشته ای برای مصرف روشنائی (دولا)	NYFAZ
سیم مکالمه و خبری	Y
سیم کواکسیال	T

سیم تک رشته با هادی تک مفتولی

SINGLE CORE WIRE WITH SOLID CONDUCTOR



- حروف مشخصه NYA
- با عایق PVC
- ولتاژ نامی 450 / 700 V
- ساختمان

سیم مسی نرم (حرف N) با روکش پلاستیک (حرف Y) به رنگ های سبز، زرد ، سیـــاه و قهوه ای که در کلاف های ۱۰۰ متری در بازار موجود است.

کـــاربـــرد
APPLICATION

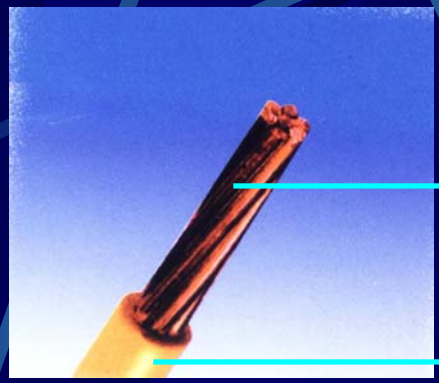
در محلهای خشک برای سیم کشی داخل ساختمان وتابلوها

توجه : استفاده ی این نوع سیم در زیرگچ مجاز نیست .

وزن تقریبی	جریان مجاز	ماکزیمم مقاومت	قطر متوسط سیم	ضخامت عایق	تعداد و قطر مفتولها	سطح مقطع
۹	۵	۳۵	۲	۰/۶	۱ ×۰/۸	۰/۵
۱۱	۱۰	۲۳/۸	۲/۲	۰/۶	۱ ×۰/۹۷	۰/۷۵
۱۴	۱۳	۱۷/۶	۴/۲	۰/۶	۱ ×۱/۱۳	۱
۲۰	۱۶	۱۲	۲/۸	۰/۷	۱ ×۱/۳۸	۱/۵
۳۱/۵	۲۱	۷/۳	۳/۴	۰/۸	۱ ×۱/۷۸	۲/۵
۴۶/۷	۲۸	۴/۵۶	۳/۹	۰/۸	۱ ×۲/۲۵	۴
۶۷	۳۶	۳	۴/۴	۰/۸	۱ ×۲/۷۸	۶

سیم تک رشته با هادی غیر قابل انعطاف (نیمه افشان)

SINGLE CORE WIRE WITH RIGID CONDUCTOR



- حروف مشخصه — NYAB
- با عایق — PVC
- ولتاژ نامی — 450 / 750 V
- ساختمان

از به هم تابیدن سیم مسی نرم (حرف N) با روکش پلاستیک (حرف Y) به رنگ های سبز، زرد ، سیـــاه و قهوه ای که در کلاف های ۱۰۰ متری در بازار موجود است.

کـــاربـــرد
APPLICATION

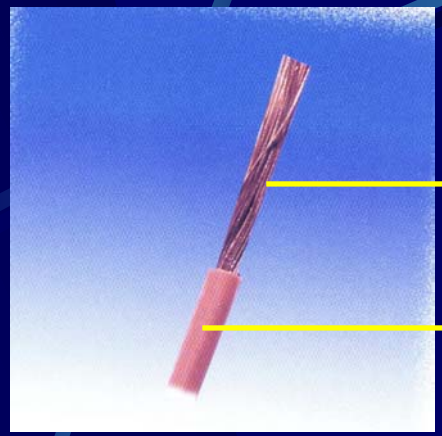
در محلهای خشک برای سیم کشی داخل ساختمان – سیم کشی تاسیسات ثابت و تابلوها برق

توجه : استفاده ی این نوع سیم در زیرگچ مجاز نیست .

وزن تقریبی	جریان مجاز	ماکزیمم مقاومت	قطر متوسط سیم	ضخامت عایق	تعداد و قطر مفتولها	سطح مقطع
۲۱	۱۶	۱۲	۳/۰	۰/۷	۷×۰/۵۲	۱/۵
۳۲	۲۱	۷/۳	۳/۶	۰/۸	۷×۰/۶۷	۲/۵
۵۰	۲۸	۴/۵۶	۴/۲	۰/۸	۷×۰/۸۵	۴
۶۷	۳۶	۳	۴/۴	۰/۸	۷×۱/۰۴	۶
۱۱۶	۴۸	۱/۸۱	۶/۱	۱	۷×۱/۳۵	۱۰
۱۷۶	۶۶	۱/۱۳	۷/۱	۱	۷×۱/۷	۱۶
۲۷۴	۸۸	۰/۷۲۲	۸/۸	۱/۲	۷×۲/۱۴	۲۵
۳۷۵	۱۱۰	۰/۵۲۱	۱۰	۱/۲	۷×۲/۵۲	۳۵

سیم تک رشته با هادی قابل انعطاف

SINGEL CORE WIREWITH FLEXIBLE CONDUTOR



- حروف مشخصه NYAF
- با عایق PVC
- ولتاژ نامی 300 / 500 V
- ساختمان

رشته های نازک به هم تابیده شده (حرف F) از جنس مس (حرف N) با روکش پلاستیک (حرف Y) به رنگ های سبز ، سیاه ، آبی ، سبز و بنفش که درکلاف های ۱۰۰ متری در بازار موجود است.

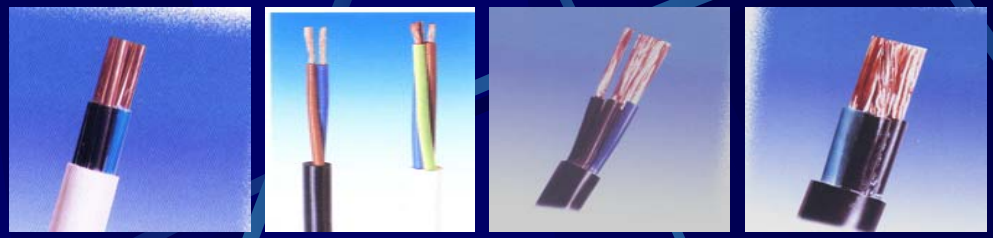
کاربرد APPLICATION

در محلهای خشک برای سیم کشی داخل ساختمان و محیط هائی باحرارت بالا که انعطاف پذیری بیشتری مورد نیاز می باشد.

توجه : استفاده ی این نوع سیم در زیرگچ مجاز نیست .

وزن تقریبی	جریان مجاز	ماکزیمم مقاومت	قطر متوسط سیم	ضخامت عایق	تعداد و قطر مفتولها	سطح مقطع
۹	۵	۳۷	۲/۱۵	۰/۶	۱۶×۰/۲۰	۰/۵
۱۱/۷	۱۰	۲۵	۲/۳۵	۰/۶	۲۴ ×۰/۲۰	۰/۷۵
۱۴/۴	۱۳	۱۹	۲/۵	۰/۶	۳۲ ×۰/۲۰	۱
۲۱	۱۶	۱۲/۸	۳/۰	۰/۷	۳۰ ×۰/۲۵	۱/۵
۳۴	۲۱	۷/۸	۳/۷	۰/۸	۵۰ ×۰/۲۵	۲/۵
۴۹/۷	۲۸	۴/۷	۴/۲	۰/۸	۵۶ ×۰/۳۰	۴
۷۰/۳	۳۶	۳/۱	۴/۸	۰/۸	۸۴ ×۰/۳۰	۶

کابلهای مقاوم در برابر رطوبت



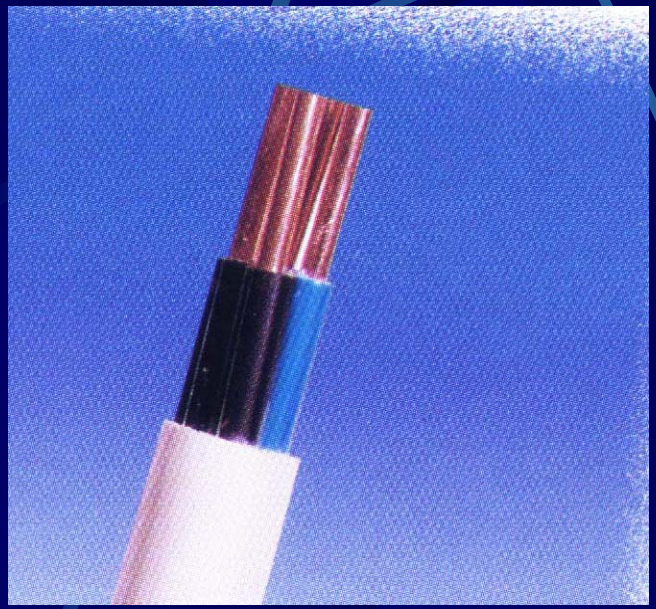
- حروف مشخصه NYM
- با عایق PVC
- ولتاژ نامی 300 / 500 V
- ساختمان

سیم های مسی تک رشته یا افشان با عایق P.V.C که چند نمونه آن با هم در یک کلاف روکش P.V.C شده اند . رنگ کلاف سیاه ، خاکستری یا سفید می باشد و رنگ روکش سیم ها ی داخل کلاف سیاه ، قهوه ای و آبی است .

- کابلها با سیم محافظ سبز و زرد (ارت) را با عبارت **NYM-j** نمایش می دهند .
- کابلها بدون سیم محافظ سبز و زرد (ارت) را با عبارت **NYM-O** نمایش می دهند .
- این کابلها در نوع مفتولی غیر قابل انعطاف ساخته می شوند .
- این کابلها در نوع افشان قابل انعطاف در سه نوع سبک – معمولی – و سنگین ساخته می شوند .

کابلهای غیر قابل انعطاف سبک

LIGHT PVC INSULATED SHEATHED CABLE



برای جریانهای مختلف با سطح مقطعهای ۱/۵ تا ۳۵ میلیمتر مربع ساخته می شود.

در صورت استفاده در شبکه تکفاز تا ۳۰۰ ولت و در صورت استفاده در شبکه سه فاز تا ۵۰۰ ولت را می تواند تحمل نماید.

کاربرد
APPLICATION

جهت کابل کشی در نقاط خشک و نمناک در داخل یا خارج ساختمان و داخل یا روی دیوار مانند سیم کشی کولر

توجه : استفاده ی این نوع کابل در زیر زمین مجاز نیست .

کابلهای قابل انعطاف سبک

LIGHT FLEXIBLE CABLE

برای جریانهای مختلف با سطح مقطعهای ۰/۵ تا ۰/۷۵ میلیمتر مربع ساخته می شود.

برای برق تک فاز با سیم ارت و بدون سیم ارت تا ولتاژ ۳۰۰ ولت را تحمل می نماید .

رنگ سیم ها به ترتیب سیم ارت سبز و زرد – سیاه و آبی روشن می باشد .

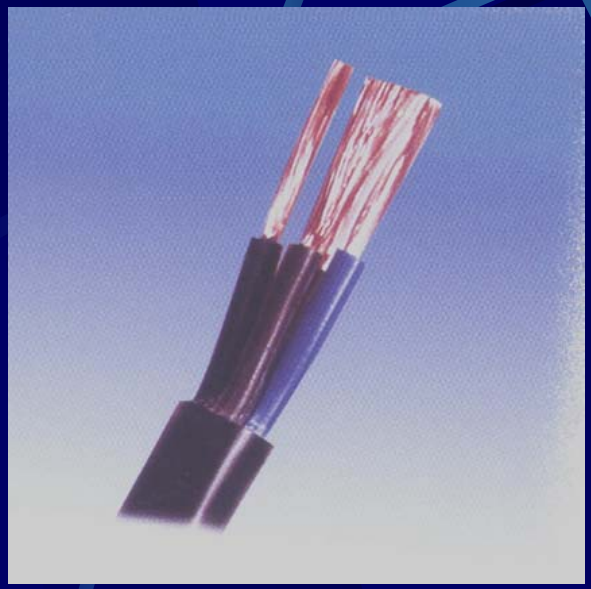
کاربرد
APPLICATION

جهت تغذیه دستگاههای الکتریکی سبک مانند وسایل الکتریکی منزل

توجه : استفاده ی این نوع کابل در زیر زمین مجاز نیست .

کابلهای قابل انعطاف معمولی

FLEXIBLE CABLE



برای جریانهای مختلف با سطح مقطعهای ۰/۷۵ تا ۲/۵میلیمتر مربع ساخته می شود.

در صورت استفاده در شبکه تکفاز تا ۳۰۰ ولت و در صورت استفاده در شبکه سه فاز تا ۵۰۰ ولت را می تواند تحمل نماید.

رنگ سیم ها به ترتیب سیم ارت سبز و زرد – سیاه – آبی روشن – قهوه ای می باشد .

کاربرد
APPLICATION

جهت کابل کشی در نقاط خشک و نمناک وقتی که انعطاف بیشتری لازم باشد . مانند تغذیه لوازم برقی متحرک

توجه : استفاده ی این نوع کابل در زیر زمین مجاز نیست .

کابلهای قابل انعطاف سنگین

FLEXIBLE SHEATHED CABLE

برای جریانهای مختلف با سطح مقطعهای ٤ تا ١٦میلیمتر مربع ساخته می شود.

در صورت استفاده در شبکه تکفاز تا ۳۰۰ ولت و در صورت استفاده در شبکه سه فاز تا ۵۰۰ ولت را می تواند تحمل نماید.

رنگ سیم ها به ترتیب سیم ارت سبز و زرد – سیاه – آبی روشن – قهوه ای می باشد

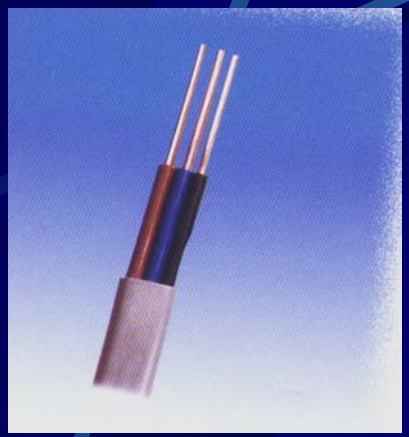
کاربرد APPLICATION

جهت کابل کشی در نقاط خشک جهت تغذیه تاسیسات الکتریکی زمانیکه انعطاف پذیری مورد نظر باشد.

توجه : استفاده ی این نوع کابل در زیر زمین مجاز نیست .

بند تخت زیر گچی

FLAT SHEATED CORD



برای جریانهای ۱۶ تا ۳۵ آمپر از سطح مقطع ۱ تا ٤ با سطح مقطع ۱/۵ تا ۳۵ میلیمتر مربع ساخته می شود.

در صورت استفاده در شبکه تکفاز تا ۳۰۰ ولت و در صورت استفاده در شبکه سه فاز تا ۵۰۰ ولت را می تواند تحمل نماید.

کاربرد
APPLICATION

جهت نصب ثابت در محلهای خشک ونمناک ، روی دیوارها ، زیر گچ و در کانال استفاده می شود .

توجه : استفاده در زیر زمین مجاز نمی باشد .

سیم های تلفنی ، خبری

TELEPHONE CORE OR PAIR

بصورت تک رشته در داخل لوله و بصورت تک زوج (دو رشته) دو زوج و n زوج با روکش کابلی ساخته می شوند .این سیم با حرف y بر روی سیم مشخص می شود .

برای سیم کشی زنگ اخبار ، تاسیسات تلفنی ، دستگاههای علامت دهنده در داخل ساختمانها بطور آزاد و یا داخل لوله بکار می رود .

کاربرد
APPLICATION

کابل کواکسیال (T)

HIGH FREQUENCY COXIAL CABLE

- **ساختمان**

یک کابل دو سیمه است که از یک رشته سیم داخلی (در مرکز کابل) با عایق مخصوص (معمولاً PVC) و یک سیم خارجی که بر روی عایق سیم مرکزی بافته شده درست شده است .

سیم داخل در مقابل پارازیت های خارجی محافظت می شود .

سیم داخلی به عنوان سیم اصلی و سیم خارجی معمولاً به بدنه دستگاه مورد نظر وصل می شود .

- این سیم با مقاومت ۷۵ اهم در متر برای آنتن تلویزیون و رابط دستگاه های صوتی و تصویری استفاده می شود .

کاربرد
APPLICATION

سطح مقطع سیم مناسب جهت سیم کشی ساختمان

- در سیم کشی یک واحد ساختمان ساده :

برای روشنائی از سیم ۱/۵ (حداکثر ۵۰ متر مربع) و برای پریزها از سیم ۲/۵ (حداکثر ۱۲ پریز) استفاده می شود .

- در صورتی که جریان دریافتی از پریزها بیشتر از ۱۶ آمپر باشد و یا جریان سیستم روشنائی بیشتر از ۱۰ آمپر باشد باید:

۱- محاسبات لازم را جهت بدست آوردن سطح مقطع مناسب سیم انجام داد .

۲- با استفاده از جدول سیم مورد نظر را انتخاب نمود .

- باید دقت نمود با تغییر جریان حدی باید پریز و کلید مناسب نیز انتخاب شود .

محاسبه سیم مورد نظر برای سیم کشی ساختمان

- قبل از انجام هر گونه محاسبه دانستن افت ولتاژ مجاز در طول سیم متناسب با نوع فعالیت آن حائز اهمیت است .
- در تابلوهای جریان زیاد ، ولتاژهای کم تر از ۱۰۰۰ ولت ، افت ولتاژ مجاز سیم ها از استاندارد VDE 100 پیروی می کنند .

محل های سیم کشی	درصد افت ولتاژ مجاز
در سیم های مابین شبکه و کنتور منزل	٪ ۰/۵
در سیم های ما بین کنتور تا لامپ ها و وسایل برقی	٪ ۱/۵
در سیم های ما بین کنتور تا موتورها	٪۳

با دانستن افت ولتاژ مجاز ΔV از رابطه زیر استفاده می کنیم .

$$A = \frac{200 \times L \times \rho \times I \times \cos\varphi}{\Delta V \times U}$$

L ← طول مسیر سیم کشی برحسب متر

I ← جریان مصرف کننده برحسب آمپر

$\cos\varphi$ ← ضریب توان مصرف کننده

ΔV ← افت ولتاژ مجاز سیم به درصد

ρ ← مقاومت مخصوص سیم اهم بر متر

U ← ولتاژ تغذیه مصرف کننده بر حسب ولت

A ← سطح مقطع سیم بر حسب متر مربع

مثال : اگر یک مصرف کننده تک فاز با جریان مصرفی $16/23$ A و ضریب قدرت $0/7$ توسط سیمی با مقاومت مخصوص $2/064\times10^{-8}$ اهم بر متر ، به طول 20 m از منبع 220 V تغذیه شود ، سطح مقطع سیم باید چقدر باشد ؟

حل:

$L = 20\ \text{m}$

$I = 16/23\ \text{A}$

$\cos\varphi = 0/7$

$\Delta V = 3\%$

$\rho = 2/064\times10^{-8}\ \frac{\Omega}{\text{m}}$

$U = 220\ \text{V}$

$$A = \frac{200\times L\times \rho \times I\times \cos\varphi}{\Delta V\times U}$$

$$A = \frac{200\times 20\times 2/064\times10^{-8}\times 16/23\times 0/7}{3\times 220} = 1/42\times10^{-6}\ \text{m}^2$$

$$A = 1/42\times10^{-6}\times10^{6} = 1/42\ \ \text{mm}^2$$

بنابر این ، سیم استاندارد نرم شده طبق جدول باید ۱/۵ یا ۲/۵ میلیمتر مربع انتخاب شود .

جدول انتخاب سیم نرم و فیوز مناسب در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد

کابلهای رشته ای مانند NYM یا استاندارد ایران ۱۰(۶۰۷)		سیم های داخل لوله و در هر لوله یک تا سه سیم عایقدار از نوع NYA یا استاندارد ایران ۱۰(۶۰۷)		سطح مقطع سیم mm^2
جریان نامی فیوز به آمپر	جریان مجاز سیم به آمپر	جریان نامی فیوز به آمپر	جریان مجاز سیم به آمپر	
۱۶	۱۶	۱۰	۱۲	۱
۲۰	۲۰	۱۶	۱۶	۱/۵
۲۵	۲۷	۲۰	۲۱	۲/۵
۳۵	۳۶	۲۵	۲۷	۴
۵۰	۴۷	۳۵	۳۵	۶
۶۳	۶۵	۵۰	۴۸	۱۰
۸۰	۸۷	۶۳	۶۵	۱۶
۱۰۰	۱۱۵	۸۰	۸۸	۲۵
۱۲۵	۱۴۳	۱۰۰	۱۱۰	۳۵

چند نکته :

۱- در رابطه محاسبه سطح مقطع سیم بجای مقاومت مخصوص می توان از ضریب هدایت مخصوص استفاده نمود . که رابطه بصورت زیر درخواهد آمد :

$$A = \frac{200 \times L \times I \times \cos\alpha}{\Delta V \times U \times \kappa}$$

κ هدایت مخصوص که برای مس عدد ٥٦ ، برای آلومینیوم عدد ٣٤ می باشد

در اینصورت دیگر نیازی به تبدیل واحد نمی باشد .

۲- جدول انتخاب سیم نرم در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد تهیه و تنظیم شده است ، برای دماهای دیگر باید از ضریب تصحیح جریان جدول استفاده نمود .

درجه حرارت محیط	٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠	٥٥
ضریب تصحیح عایق لاستیکی	١/٢	١/١٥	١/١٠	١/٠٥	١	٠/٩٢	٠/٨٥	٠/٧٥	٠/٦٥	٠/٥٣	٠/٣٨
ضریب تصحیح عایق P.V.C	١/٢	١/١٥	١/١٠	١/٠٥	١	٠/٩٤	٠/٨٨	٠/٨٢	٠/٧٥	٠/٦٧	٠/٥٨

۳- زمانی که ضریب توان مشخص نباشد ، برای پریزها ۰/۸ و برای روشنائی ۱ در نظر گرفته می شود .

مثال : اگر یک ماشین لباسشوئی با توان ۳ اسب بخار در ضریب قدرت ۰/۶۵ با راندمان ۸۰٪ در فاصله ۳۵ متری از جعبه فیوز قرار داشته باشد،سیم و فیوز مناسب آنرا انتخاب نمائید ؟

(جنس سیم مسی ، ولتاژ تغذیه ۲۲۰ ولت و دمای محیط ۵۲ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شود)

$P_2 = 3\ PH$

$\cos\alpha = 0/65$

$\%\eta = 80\ \%$

$L = 35\ m$

$\kappa = 56\ \frac{m}{\Omega}$

$U = 220\ V$

$\Delta V = 1/5\%$

$\theta = 52\ C^0$

حل: ابتدا جریان مصرفی را محاسبه می کنیم

$$I = \frac{P_2}{U \times \eta \times \cos\alpha} = \frac{3 \times 736}{220 \times 0/8 \times 0.65} = 19/3\ A$$

سپس سطح مقطع سیم را محاسبه می کنیم

$$A = \frac{200 \times L \times I \times \cos\alpha}{\Delta V \times U \times \kappa}$$

$$A = \frac{200 \times 35 \times 19/3 \times 0/65}{1/5 \times 220 \times 56} = 4/75\ mm^2$$

در دمای ۲۵ درجه برای عبور جریان ۱۹/۳ آمپر به سیم نمره ۶ احتیاج است.

- در دمای ۵۲ درجه سیم نمره ٦با عایق لاستیکی قابلیت عبور جریان

$$I = 35 \times 0/38 = 13/3\ A$$

را دارا می باشد .

- در دمای ۵۲ درجه سیم نمره ٦ با عایق P.V.C قابلیت عبور جریان

$$I = 35 \times 0/58 = 20/3\ A$$

را دارا می باشد .

ملاحظه می شود که سیم نمره ٦ با عایق لاستیکی نمی تواند برای این سیم کشی مناسب باشد ،

زیرا تحمل عبور جریان ۱۹/۳ آمپر را ندارد بنابراین سیم شماره بالاتر را بررسی می کنیم :

سیم نمره ١٦در دمای ۲۵درجه تحمل جریان ٦۵ آمپر را دارد ، در نتیجه در دمای ۵۲ درجه خواهیم داشت :

$$I = 65 \times 0/38 = 24/7\ A$$

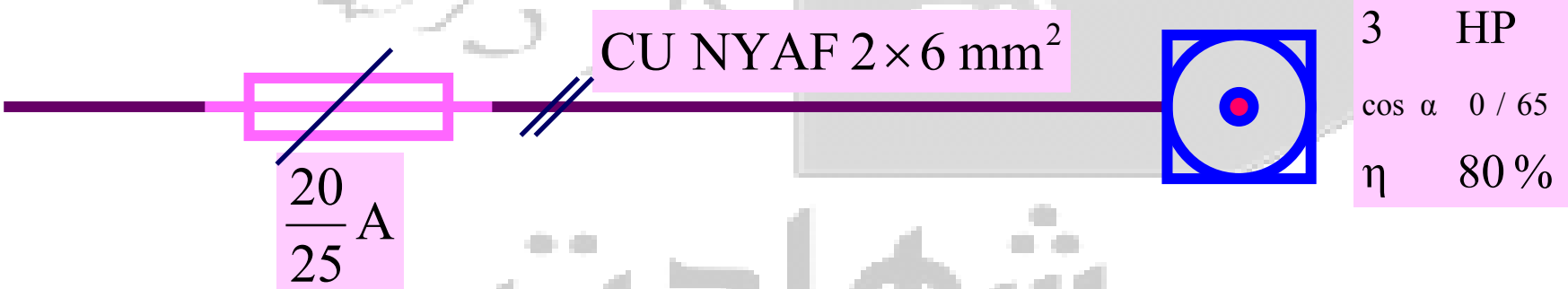
در نتیجه برای این مصرف کننده در صورت استفاده از سیم با عایق لاستیکی باید از سیم نرم شده ١٦ استفاده نمود و در صورت استفاده از سیم با عایق P.V.C باید از سیم نرم شده ٦استفاده نمود .

انتخاب فیوز مناسب

- همانطور که ملاحظه شد سیم با عایق پلاستیکی نمره ۱۶ یا سیم با عایق P.V.C نمره ۶ برای سیمکشی انتخاب گردید .
- ولی انتخاب فیوز هیچ ارتباطی با سیم انتخاب شده ندارد چون باید مصرف کننده را محافظت نماید .
- برای جریان ۱۹/۳ آمپر فیوز ۲۰ آمپر مناسب می باشد ، که

اولاً : مصرف کننده را محافظت می نماید.

ثانیاً : سیم ارتباطی را حفاظت می کند .

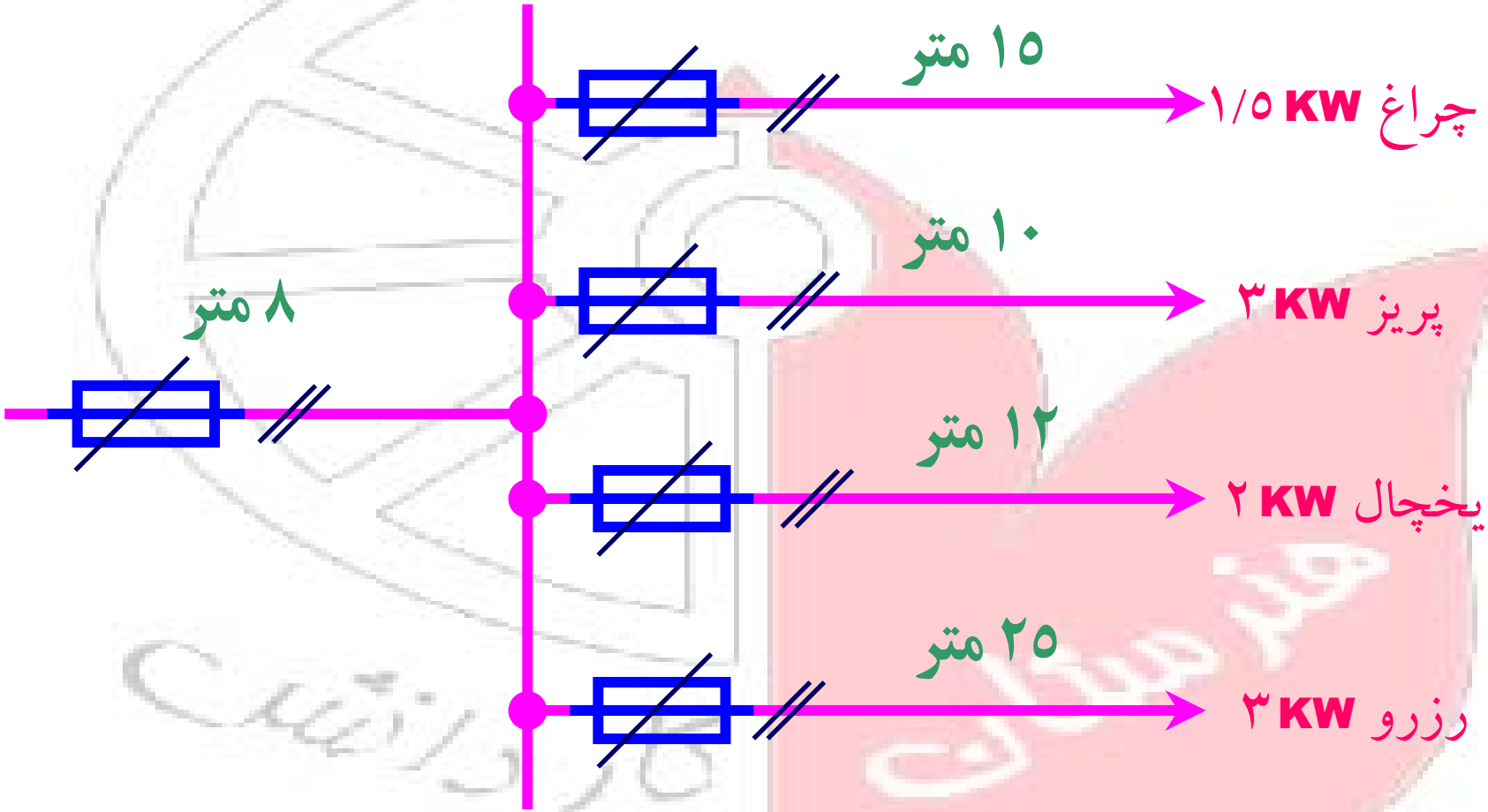


انتخاب سیم اصلی و فیوزپشتیبان

- ابتدا باید جریان واقعی مصرف کننده ها را در ضریب همزمانی ضرب نمود ، سپس آنها را باهم جمع برداری نمود .
- ضریب همزمانی به تجربه فرد بستگی دارد و از یک محیط به محیط دیگر متفاوت می باشد .
- ضریب همزمانی برای یک ساختمان مسکونی برای پریزها ۰/۸ و برای روشنائی ۱در نظر گرفته می شود .
- به عنوان پیشنهاد برای خارج شدن از محاسبات برداری و عدم محاسبه ضریب همزمانی بر اساس تجربه شخصی بار سیم اصلی را ۵۰٪ مجموع بارها با ضریب قدرت ۰/۸ درنظر می گیریم .
- برای انتخاب فیوز باید از جدول استفاده نمود ، فیوز باید بگونه ای انتخاب شود که در هر شرایطی از سیم اصلی پشتیبانی نماید .

شهادت

مثال:


۱۵ متر
چراغ ۱/۵ KW
۱۰ متر
پریز ۳ KW
۸ متر
۱۲ متر
یخچال ۲ KW
۲۵ متر
رزرو ۳ KW

حل: ۱- چراغ ۱/۵ KW

$$I = \frac{P_2}{U \times \cos\alpha} = \frac{1/5 \times 1000}{220 \times 1} = 6/82\ A$$

$$A = \frac{200 \times L \times I \times \cos\alpha}{\Delta V \times U \times \kappa} = \frac{200 \times 15 \times 6/82 \times 1}{1/5 \times 220 \times 56} = 1/1\ mm^2$$

- نمره سیم ۱/۵ و فیوز ۱۰ آمپر با پایه فیوز ۲۵ آمپر مناسب می باشد .

۲- پریز ۳ KW

$$I = \frac{P_2}{U \times \cos\alpha} = \frac{3 \times 1000}{220 \times 0/8} = 17/05\ A$$

$$A = \frac{200 \times L \times I \times \cos\alpha}{\Delta V \times U \times \kappa} = \frac{200 \times 10 \times 17/05 \times 0/8}{1/5 \times 220 \times 56} = 1/48\ mm^2$$

- نمره سیم ۲/۵ و فیوز ۱۶ آمپر با پایه فیوز ۲۵ آمپر مناسب می باشد .

۳- یخچال ۲ KW

$$I = \frac{P_2}{U \times \cos\alpha} = \frac{2 \times 1000}{220 \times 0.65} = 13/99\ A$$

$$A = \frac{200 \times L \times I \times \cos\alpha}{\Delta V \times U \times \kappa} = \frac{200 \times 12 \times 13/99 \times 0/65}{1/5 \times 220 \times 56} = 0/98\ mm^2$$

- نمره سیم ۱/۵ و فیوز ۱۶ آمپر با پایه فیوز ۲۵ آمپر مناسب می باشد .

٤- خط رزرو ۳KW

$$I = \frac{P_2}{U \times \cos\alpha} = \frac{3 \times 1000}{220 \times 0.8} = 17/05\ A$$

$$A = \frac{200 \times L \times I \times \cos\alpha}{\Delta V \times U \times \kappa} = \frac{200 \times 25 \times 17/05 \times 0/8}{1/5 \times 220 \times 56} = 3/69\ mm^2$$

- نمره سیم ٤ و فیوز ۲۰ آمپر با پایه فیوز ۲۵ آمپر مناسب می باشد .

٥- محاسبه سیم اصلی

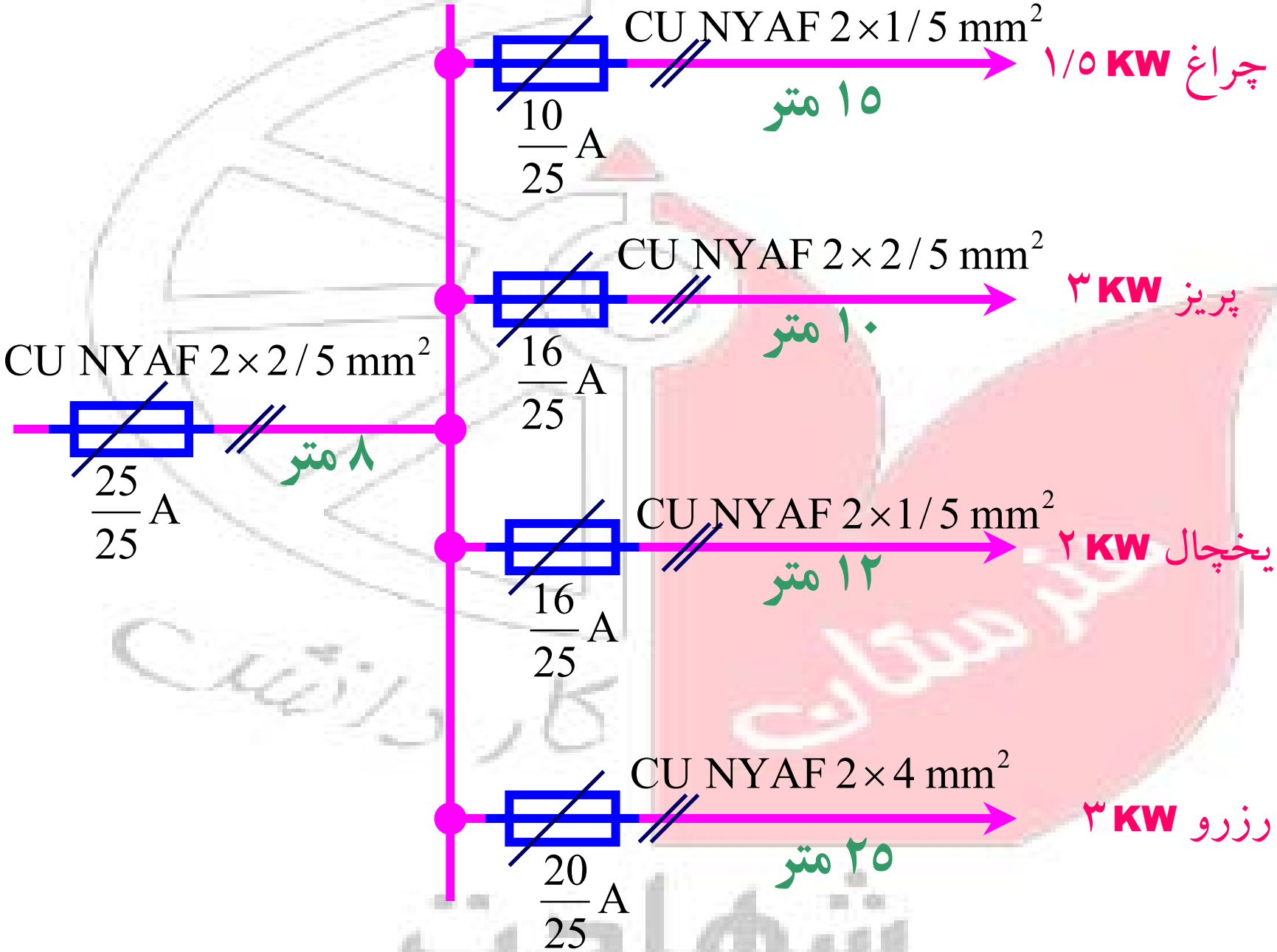
$$P = 0/50 \times (P_{L1} + P_{L2} + P_{L3} + P_{L4})$$

$$P = 0/50 \times (1/5 + 3 + 2 + 3) = 4/75\ KW$$

$$I = \frac{P_2}{U \times \cos\alpha} = \frac{4/75 \times 1000}{220 \times 0.8} = 26/99\ A$$

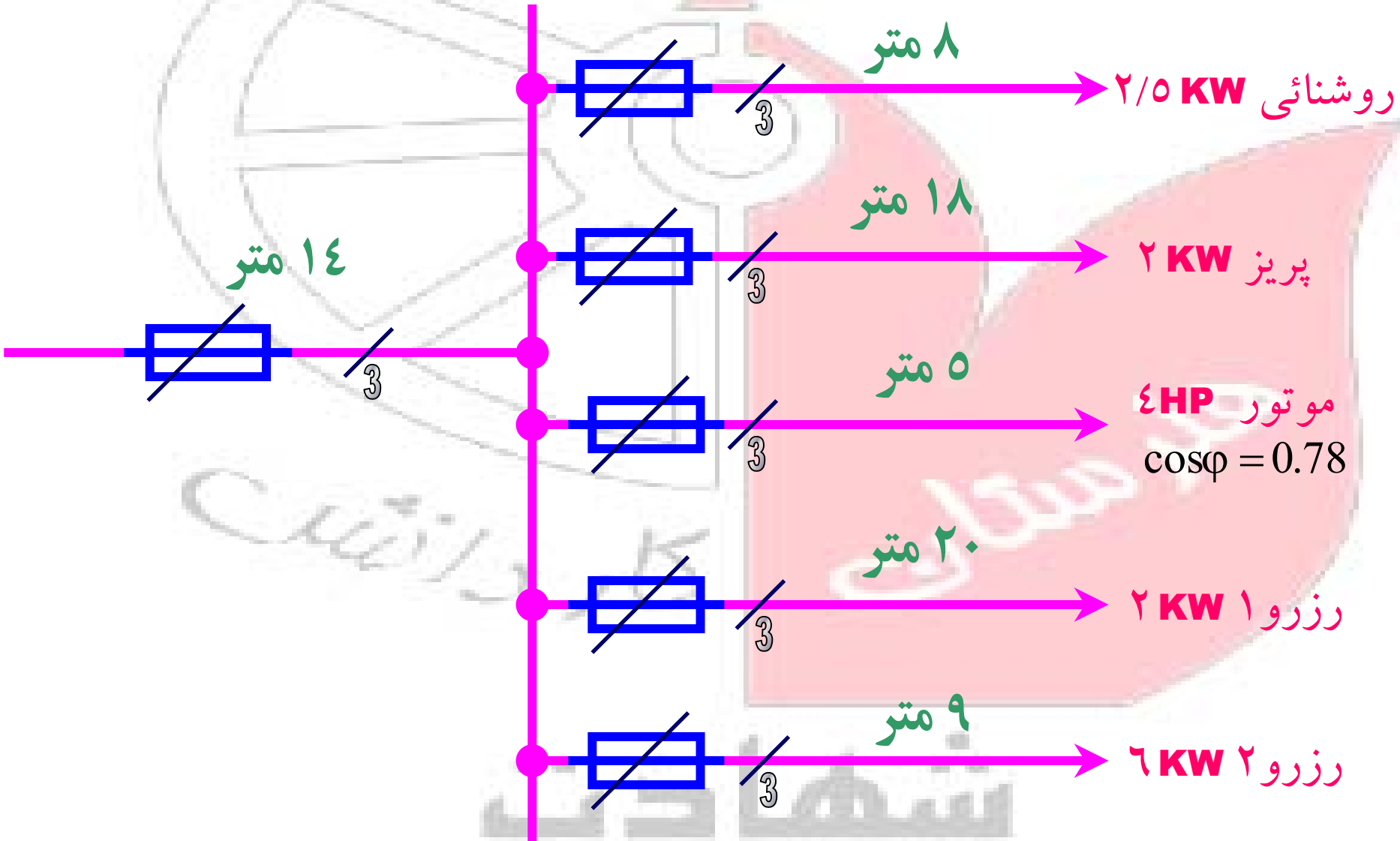
$$A = \frac{200 \times L \times I \times \cos\alpha}{\Delta V \times U \times \kappa} = \frac{200 \times 8 \times 26/99 \times 0/8}{1/5 \times 220 \times 56} = 1/86\ mm^2$$

- نمره سیم ۲/٥ و فیوز ۲۵ آمپر با پایه فیوز ۲۵ آمپر مناسب می باشد .


CU NYAF 2×1/5 mm²
چراغ ۱/۵ KW
۱۵ متر
10/25 A
CU NYAF 2×2/5 mm²
پریز ۳ KW
۱۰ متر
16/25 A
CU NYAF 2×2/5 mm²
۸ متر
25/25 A
CU NYAF 2×1/5 mm²
یخچال ۲ KW
۱۲ متر
16/25 A
CU NYAF 2×4 mm²
رزرو ۳ KW
۲۵ متر
20/25 A

تمرین : در مدار شکل زیر سیم وفیوز مناسب را انتخاب نمائید ؟

(جنس سیم مسی ، ولتاژ تغذیه ۲۲۰ ولت و دمای محیط ٤٥ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شود)



کابل چیست :

- اصولاً هر نوع هادی که بتواند جریان برق را از داخل خود عبور داده و توسط موادی از محیط اطراف خود عایق شده باشد بطوریکه ولتاژ روی سطح عایق نسبت به زمین برابر با صفر و در روی سطح سیم با هادی نسبت به زمین دارای ولتاژ فازی باشد کابل نامیده می شود

- عایق کردن کابل بدین جهت است که چون کابل در زیر زمین نصب می باشد باعث اتصال هادی به زمین نشده و ولتاژ روی بدنه عایق صفر باشد .

- ذکر ولتاژ در کابلهای زمینی الزامی است .
- ساختمان

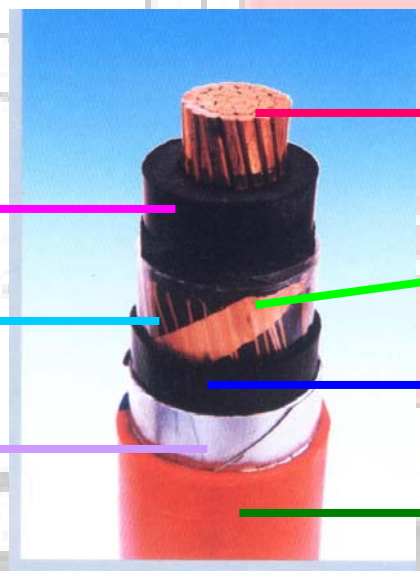
۱- هادی یا رسانا که وظیفه انتقال انرژی الکتریکی را دارا می باشد .

۲- عایق که می تواند از کاغذ آغشته به روغن یا P.V.C باشد .

۳- نوارهای فلزی که وظیفه تحمل انواع فشارهای مکانیکی را دارد .

٤- غلاف سربی که وظیفه جلوگیری از نفوذ آب به داخل کابل را دارد .

٥- لایه های قیر وگونی برای محافظت از غلاف سربی استفاده می شود .



کابلهای انتقال انرژی از نظر عایق بندی و حفاظت به چهار دسته تقسیم می شوند :

۱- کابلهای فشار ضعیف قدرت عایق نمودن تا ۱۰۰۰ ولت

۲- کابلهای فشار متوسط قدرت عایق نمودن از ۳۳۰۰ تا ٤٥۰۰۰ ولت

۳- کابلهای فشار قوی قدرت عایق نمودن از ٦۰ تا ۹۰ کیلو ولت

٤- کابلهای فشار خیلی قوی قدرت عایق نمودن از ۱۱۰ تا ۳۸۰ کیلو ولت

مزایای استفاده از کابلها ی پروتودور فشار ضعیف :

۱- کابل کشی با شعاع خمش کم

۲- وزن کم

۳- چون مواد مذاب روغنی ندارند در موقع تغییر ارتفاع ایجاد ناراحتی نمی کنند.

٤- در موقع استفاده در ساختمان احتیاج به قیف کابل ندارد .

٥- قابل اشتعال نیست و در صورت آتش سوزی باعث هدایت آتش نمی شود .

٦- در مقابل مواد شیمیائی پایداری و ثبات عمیقی دارد .

۷- در مقابل اثرات جوی پایدار است و روی آن کپک نمی زند

موارد استعمال کابلها ی پروتودور فشار ضعیف :

در شبکه های محلی و پست ترانسفورماتور (تولید و در توزیع) به عنوان رساندن برق به منازل و در شبکه های روشنائی ، در اندازه گیری و مراقبت و محافظت ، در کارخانجات صنعتی و.. از کابلهای NYY استفاده می شود .

درجه حرارت مجاز برای کابلهای فشار ضعیف (٦ – ١) کیلو ولت در حدود ٦٥ درجه سانتیگراد می باشد .

NYY 6/1 KV

NYY 6/1 KV

رسانا

روکش سیم

غلاف محافظ داخلی

بانداژ مسی

هادی های متحدالمرکز مسی

روکش پروتودور

NYCY 6/1 KV

کابلهای روغنی

- اکثر کابلهای جریان زیاد دارای عایق کاغذ آغشته به روغن می باشند و برای فشارهای زیاد نیز ساخته می شوند .
- عایق کاغذی بصورت نوارهای نازک و باریکی عمود بر امتداد کابل روی سیمها پیچیده شده و سپس رطوبت آن گرفته شده و تحت حرارت ۱۱۰ تا ۱۲۰ درجه سانتیگراد در خلاء آغشته به روغن می شود .روغن رقیق شده در تمام منافذ و لابلای کاغذ و سوراخهای خالی پخش شده ودر نتیجه استقامت الکتریکی کاغذ را بالا می برد .
- در درجه حرارت عادی ، روغن کابل هنوز شل بوده و قابل حرکت در طول کابل می باشد ، لذا کابلهای معادن و مخصوص کوه و دره باید :

اولاً :کم روغن باشند . ثانیاً : باید در حرارت عادی سفت و غلیظ باشد.

جهت جلوگیری از ورود رطوبت به داخل عایق کابل ، باید عایق کابل با یک غلاف فلزی پوشیده شود ، به همین منظور انتهای کابل را با قیف کابل از هوای خارج عایق می کنند . جنس غلاف یا روکش کابل از پوسته سرب یا آلومینیوم می باشد .

تهیه و نصب پوشش سرب کابل عملاً خیلی ساده تر از پوشش آلومینیومی می باشد ، زیرا درجه حرارت ذوب سرب خیلی کمتر از آلومینیوم است و در ضمن کابلها با روپوش آلومینیومی قابلیت خمش کابلهای سربی را ندارند ولی در عوض از کابلهای با روپوش سربی خیلی سبکتر می باشند. .

می توان از نوارهای فولادی که بصورت مارپیچی می باشند و سپس بیکدیگر جوش خورده اند و مانند لوله های خرطومی قابلیت خمش نیز دارند استفاده نمود .

کابلها با غلاف آلومینیومی و فولادی باید در برابر زنگ زدگی و اکسید شدن محافظت شوند .

کابلها با غلاف آلومینیومی در برابر اکسید شدن محافظت نمی شوند .به همین جهت باید از پارچه های آسفالته و نوارهای کنفی و لاستیک استفاده نمود .

برای جلوگیری از اثرات شیمیائی جریانهای عبوری از زمین در کابلهای سربی از یک روپوش با پارچه یا کنف آسفالته که بر روی سرب کشیده می شود استفاده می کنند .

برای حفاظت در مقابل ضربه های مکانیکی وفشار زیاد در زیر روپوش پارچه ای و آسفالته و یا قیر اندود دو نوار فولادی پیچیده می شود .

جهت حفاظت از نوارهای فولادی دور آنرا با پارچه یا کنف قیر اندود می کنند .

کابلهائی که تحت کشش زیاد قراردارند (کابلهای معادن و رودخانه) دارای یک حفاظ فلزی از سیم های گرد یا تخت و یا پروفیل می باشند .

برای حفاظت در مقابل سائیدگی سطح خارجی کابل از عایق پلاستیکی استفاده می شود که با پیسوله های مخصوص بر روی غلاف سربی یا آلومینیومی پاشیده می شود .

کابلهای کمر بندی

کابلهائی که دارای یک غلاف سربی مشترک برای تمام رشته های سیم کابل می باشند .
در این کابلها سه رشته یا چهار رشته سیم عایق شده را به هم می تابند و سپس روی آنها را با نوار کاغذی مثل کمربند می پیچند .

این گونه کابلها فقط برای فشار تا ۲۰ کیلو ولت مورد استفاده قرار می گیرند .

از کابلهای کمر بندی جهت تغذیه شهـــــری با فشار ۳۸۰/۲۲۰ ولت نیز استفاده می شود . و سیم های فاز معمولاً بصورت سکتور (مثلثی) و سیم نول با مقطع دایره ای ساخته می شوند .

کابلهای کمربندی بخاطر شدت حوزه میدان مغناطیسی از نظر عایقی دارای استقامت کافی نمی باشند ، به همین منظور امروزه برای فشارهای الکتریکی بالا از کابلهای تک سیمه استفاده می شود که هم کار با آن ساده تر است و هم استعداد باردهی آنها از کابلهای کمربندی بیشتر می باشد .

مهمترین مشخصات کابلها

۱- فشار الکتریکی نرمال که بستگی به ضخامت دو سیم دارد .

۲- ماکزیمم جریانی که می توان از آن عبور داد .

۳- ضخامت کاغذ عایق که وابسته به استقامت الکتریکی کاغذ دارد و چون شدت حوزه در اطراف سیم از همه جا قوی تر و شدید تر است ، لذا در کابلهای متداول ضخامت کاغذ را به گونه ای انتخاب می کنند که شدت حوزه در اطراف حداکثر (۵- ۲) کیلو ولت بر میلیمتر باشد .

توجه : سطح مقطع هادی که به دو عامل وابسته می باشد :

الف- ماکزیمم جریانی که باید از سیم عبور کند .

ب - فشار الکتریکی که سیم باید تحمل نماید که

برای یک جریان ثابت هرچه ولتاژ بیشتر باشد سطح مقطع سیم نیز باید افزایش یابد .

مواد عایقی کابل:

برای عایق کردن کابل از مواد مختلفی استفاده می شود . این مواد عبارتند از :

۱- مواد کائوچوئی مخلوط با گوگرد ، برای ولتاژهای تا ۷۵۰ ولت و برای کابلهای تلفن و کابلهایی که برای مدارهای فرمان از دور بکار می رود .

۲- مواد ترمو پلاستیک و سنیتیک مانند ، کلرورپلی وینیل ، پلی اتیلن و پلی وینیل کلرورید.

۳- ماده عایقی **P.V.C** که از همه مهمتر می باشد و تا ولتاژهای ۲۰ کیلوولت استفاده می شود .

٤- مواد روغنی که به دو صورت بکار می رود :

الف - کابلها با عایق کاغذ روغنی که در آنها روغن سبب تسهیل عملیات انتقال حرارت از سطح هادی به سطح کابل می گردد .

ب – کابلهائی که در آن روغن تحت فشار دارای جریان می باشد ، کابلها با مواد عایق روغنی تا ولتاژهای ٦۳ کیلو ولت ساخته می شوند .

تقسیم بندی کابلها از نقطه نظر کاربرد :

۱- کابلهای مسلح : که برای تحمل ضربه ها و فشار و همچنین نفوذ رطوبت و سایر عوامل دارای نوارهایی از فولاد و غلافهای سربی می باشند .

۲- کابلهای غیر مسلح : که فقط از نقطه نظر الکتریکی عایق شده اند .

نشانه های شناسائی کابلها در استاندارد V.D.E

الف- کابلهای مجهز به عایق بندی پلاستیکی

نوع کابل	نشانه	شرح
NYY	N	کابل مطابق مشخصات استاندارد V.D.E نرم شده است .
	Y	عایق هر رشته از جنس P.V.C می باشد
	Y	غلاف کابل از جنس P.V.C می باشد

نوع کابل	نشانه	شرح
NYCY	C	حفاظ شامل هادی های هم مرکز از سیم های مسی و نوار مسی به صورت مارپیچ
NYCWY	CW	حفاظ شامل سیم های مسی هم مرکز موجی شکل و نوار مسی مارپیچی
NYKY	K	غلاف سربی
NYRGY	R	زره از سیم های فولادی گالوانیزه با مقطع گرد
	G	نوار فولادی گالوانیزه مارپیچی
NYFGY	F	زره از سیم های فولادی گالوانیزه تخت
NYSEY	SE	حفاظ از ماده نیمه هادی ، به علاوه سیم های مسی و نوار مسی مارپیچ بر روی هسته ها
N2YSY	2Y	عایق پلی اتیلن P.E.T
	S	حفاظ از ماده نیمه هادی ، به علاوه سیمهای مسی و نوار مسی مارپیچی
N2XSY	2X	عایق از جنس پلی اتیلن مستحکم XLPET
NYFGbY	Gb	حفاظ فولادی نواری شکل

ب- کابلهای دارای عایق بندی کاغذی

نوع کابل	نشانه	شرح
NKBA	K	غلاف سربی روی هسته ها (شامل لایه فیبری زیرین)
	B	زره از نوار فولادی دوبل (بانداژ فولادی)
	A	پوشش از آمیزه نخ کنفی
NAKLEY	A	هادی های آلومینیومی
	KL	غلاف نازک آلومینیومی
	E	حفاظ ضد خوردگی ویژه شامل نوار پلاستیکی آغشته به ترکیبات قیری
	Y	غلاف خارجی P.V.C
NEKEBY	EK	غلاف سربی روی هر یک از هسته ها
NHKBA	H	حفاظ از کاغذ فلزی روی هر هسته و نوار مسی - پارچه ای بافته شده بر روی مجموعه هسته ها

کابلهای هوائی

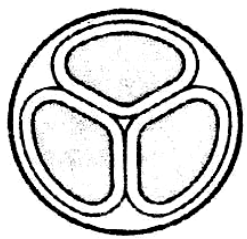
NTY	T	سیم مهار کننده از فولاد گالوانیزه

چند نکته :

۱- در مورد جنس سیم اگر بعد از حرف N یک حرف A ذکر شده بود نشانه سیم آلومینیومی می باشد در غیر اینصورت جنس سیم مسی است .

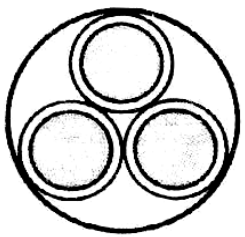
۲- منظور از کابل H آنست که هر یک از رشته های هادی که عایق شده اند توسط کاغذ آلوده به گرافیت یا کاغذ متالیزه روکش شده اند و سپس همگی آنها در یک غلاف سربی قرار دارند .

۳- برای تشخیص یک کابل علاوه بر حروف بالا باید تعداد سیمها و سطح مقطع سیم ها و حتی شکل سطح مقطع سیمها مشخص باشد .



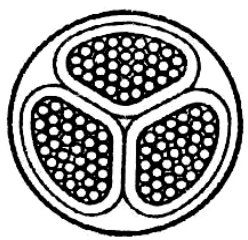
S e

مفتولی = e قطائی = s



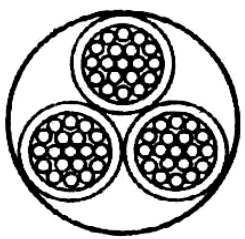
r e

مفتولی = e گرد = R



s m

رشته ای = m قطائی = s



r m

رشته ای = m گرد = R

رنگ سیم ها در کابل

رنگهای قدیم برای سیم کابلها	رنگ های جدید برای سیم کابلها بدون سیم محافظ	رنگ های جدید برای سیم کابلها باسیم محافظ	تعداد سیمهای کابل
مشکی ، خاکستری	مشکی و آبی	———	۲ سیمه
مشکی ، خاکستری ، قرمز	مشکی ، آبی ، قهوه ای	سبزوزرد ، قهوه ای ، آبی	۳ سیمه
مشکی ، خاکستری ، آبی ، قرمز	مشکی ، آبی ، قهوه ای ، مشکی	سبزو زرد ، مشکی ، قهوه ای ، آبی	٤ سیمه
مشکی ، خاکستری ، قرمز ، آبی ، مشکی	مشکی ، آبی ، قهوه ای ، مشکی ، مشکی	سبزو زرد ، مشکی ، قهوه ای ، آبی ، مشکی	٥ سیمه
———	تمام سیم ها مشکی و روی آنها بترتیب از ۱ شماره خورده	سبز و زرد و بقیه مشکی با شماره حک شده	٦ سیمه و بیشتر

مثال ۱:

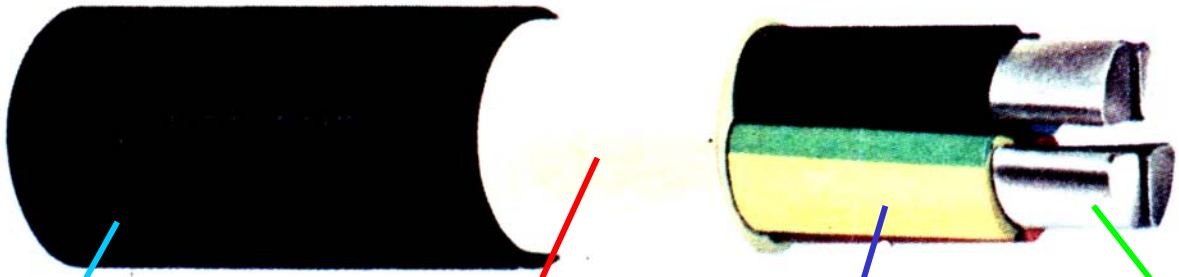
NYY 4 × 4 re 0.6/1KV

یعنی کابل زمینی نرمال چهار سیمه با مقطع گرد تک رشته به مقطع چهار میلیمتر مربع با روپوش و عایق پروتودور و برای فشار ۰/٦ کیلو ولت بین سیم فاز و زمین و یک کیلو ولت بین دو فاز

کاربرد : جهت انتقال انرژی در سطح زمین و مکانهای مرطوب و نمناک در صورتیکه هیچ گونه فشار مکانیکی به آن وارد نشود و در هوای آزاد و در کانال و در ساختمان کاربرد فراوان دارد .

مثال ۲:

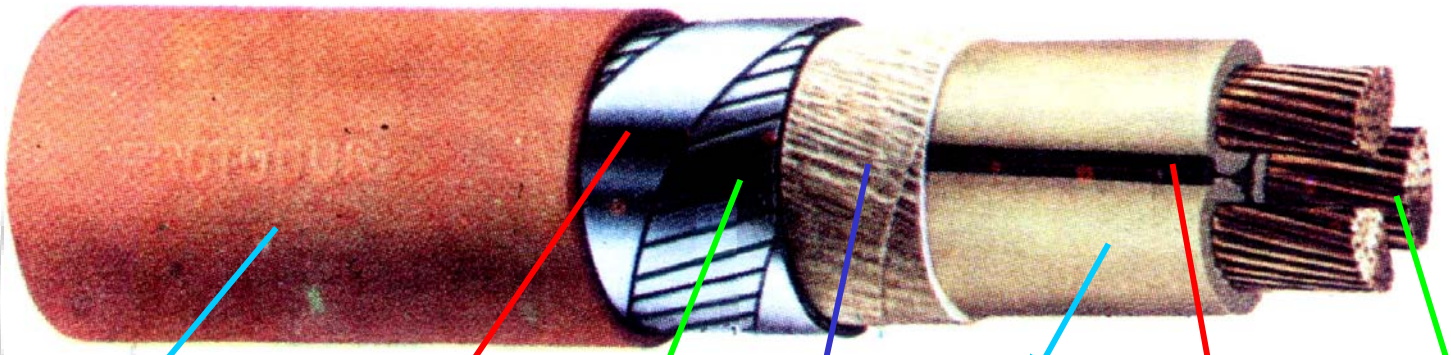
NAYY 4 × 50 se 0.6/1KV



یعنی کابل زمینی نرمال با سیم آلومینیومی چهار سیمه با مقطع سکتور(مثلثی) تک رشته به مقطع ۵۰ میلیمتر مربع با روپوش و عایق پروتودور و برای فشار ۰/۶ کیلو ولت بین سیم فاز و زمین و یک کیلو ولت بین دو فاز

کاربرد : جهت انتقال انرژی در سطح زمین و مکانهای مرطوب و نمناک در صورتیکه هیچ گونه فشار مکانیکی به آن وارد نشود و در هوای آزاد و در کانال و در ساختمان زمانی که وزن کابل اهمیت داشته باشد کاربرد دارد .

NYFGBY 3 × 50 sm 3.6/6KV



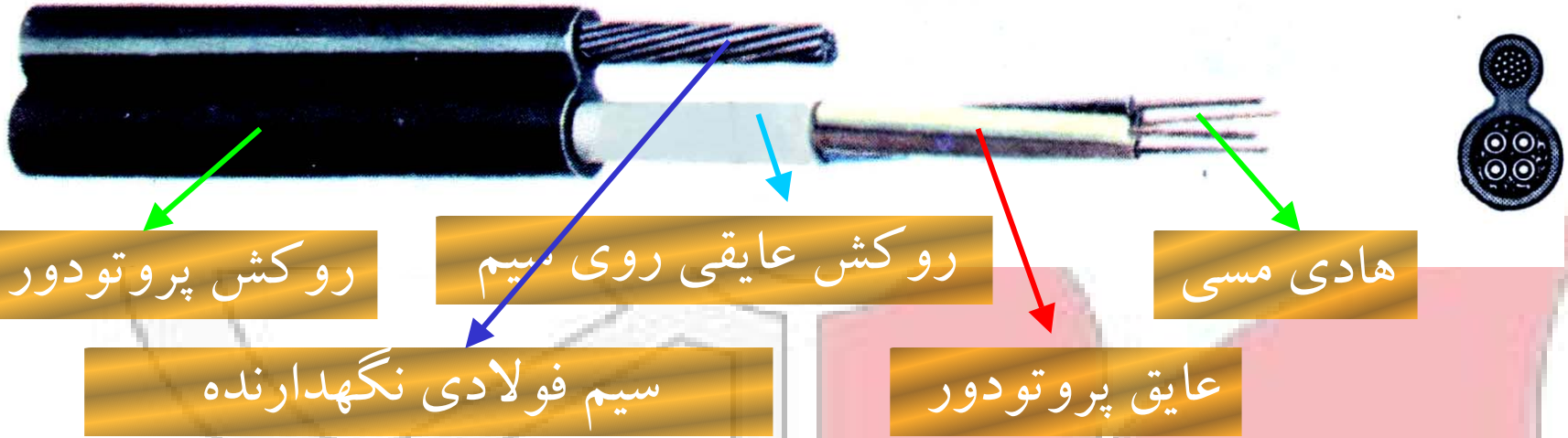
کابل نرمال پروتودور سه سیمه با مقطع سکتور چند رشته به مقطع ۵۰ میلیمتر مربع حفاظت کابل با نوارهای تخت فولادی و حفاظت این نوارها بوسیله بانداژ تخت فولادی در جهت عکس پیچش نوارهای تخت پیچیده شده است ، سیم فولادی (F) معمولاً قلع اندود شده است . برای فشار ۳/٦ کیلو ولت بین سیم فاز و زمین و ٦ کیلو ولت بین دو فاز

کاربرد : در زمین ، آب ، هوای آزاد ، کانال و داخل ساختمان و هر مکان نامناسب که فشار و کشش مکانیکی زیاد می باشد

استفاده می شود .باید توجه نمود که از سیم محافظ فولادی آن نباید جهت سیم صفر یا محافظ استفاده نمود .

مثال ٤:

NTY 4 × 4 re 0.6/1KV

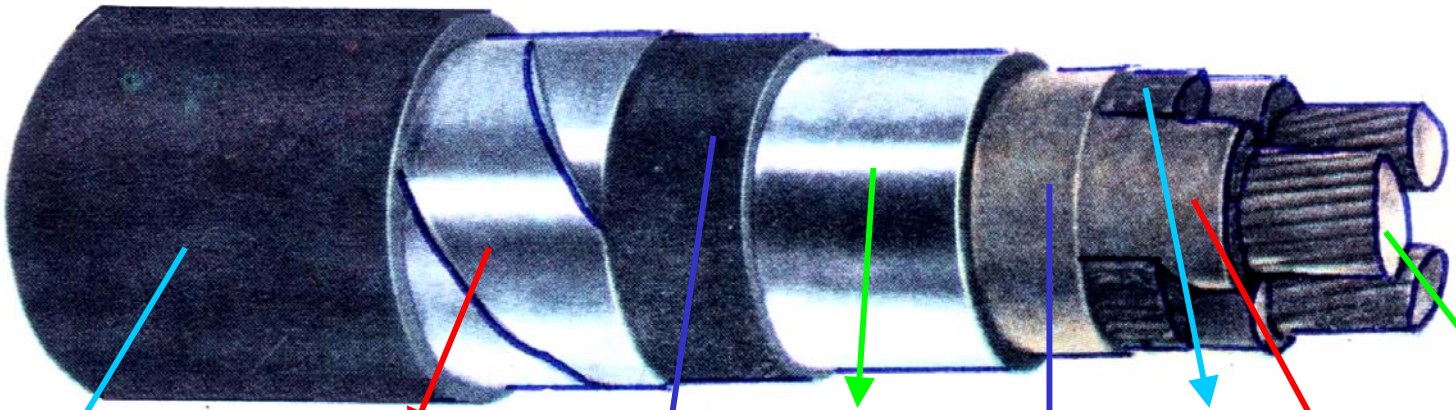


کابل پروتودور با سیم تحمل کننده و روپوش پروتودور ، چهار سیمه گرد به مقطع چهار میلیمتر مربع ، یک رشته ، برای فشار ۰/٦ کیلو ولت بین سیم فاز و زمین و یک کیلو ولت بین دو فاز، بدون محافظ فلزی

کاربرد : در سیمکشی هوائی و جائی که سیم فقط تحت کشش قرار دارد استفاده نمود .

مثال ۵:

NKBA 3 × 35 sm 6/10KV



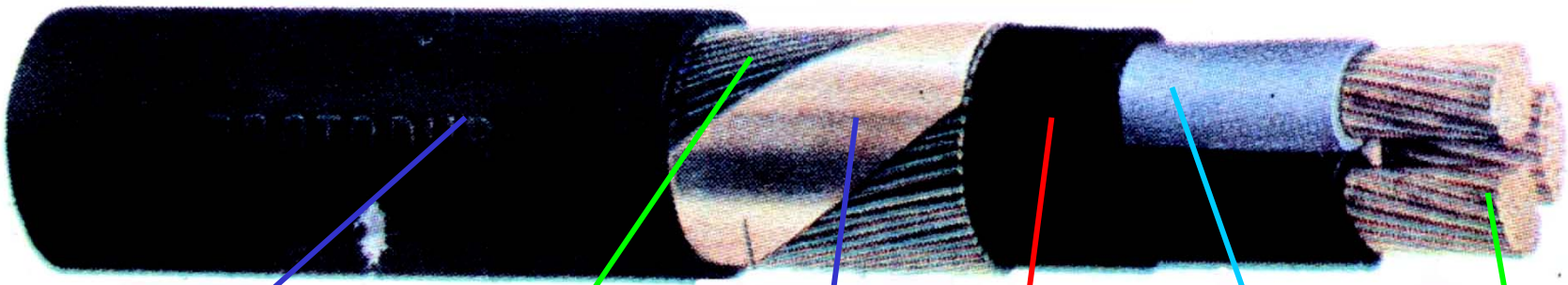
هادی مسی
همراه
غلاف سربی
بانداژ فولادی دولا
عایق کاغذی
عایق کمربندی
غلاف محافظ داخلی
روکش قیراندود

با سه رشته سیم ، چند رشته ای سکتوری ۳۵ ، تحمل ولتاژ ٦ کیلوولت با زمین و ۱۰ کیلو ولت بین دو فاز را داراست ، هادی ها از جنس مس نرم شده می باشد . غلاف سربی ، پوشش حفاظتی داخلی ، نوار حفاظتی فولادی باعث ایمنی این کابل گشته است . غلاف خارجی پروتودور به رنگ مشکی و در ولتاژهای بالاتر به رنگ قرمز موجود می باشد .

کاربرد : نصب داخل ساختمان ، کانال حفاظتی و دفن در زیر زمین های شیمیائی یا الکترولیتی

مثال ٦:

NYCWY 3 × 50 sm 0.6/1KV



روکش پروتودور

بانداژ مسی

عایق پروتودور

هادی های متحدالمرکز مسی

روکش سیم ها

هادی مسی

کابل سه رشته با مقطع سکتور ، رشته ای ، سطح مقطع هر سکتور ۵۰ میلیمتر مربع و برای ولتاژ ۰/٦ کیلوولت بین فاز و زمین و یک کیلو ولت بین دو فاز ، دارای غلاف مثلثی شکل روی سیم ها ، سیم متحدالمرکز و روکش خارجی از جنس پروتودور می باشد .سیم متحدالمرکز می تواند به عنوان سیم نول یا سشیم حفاظتی استفاده شود .

کاربرد : در شبکه های شهری (محلی) که امکان صدمات مکانیکی وجود دارد .

چند نکته :

۱- در موقع انتخاب سیم به حرارت ایجاد شده توسط سیم و دمای محیط باید توجه داشت .

۲- مقطع سه سیم کابلهای چهار سیمه برابر و سطح مقطع سیم چهارم (سیم نول) معمولاً یک نمره کمتر از سه سیم دیگر انتخاب می شود که می تواند بیشتر از یک نمره نیز باشد .در این مواقع نمره سیم کمتر جداگانه نوشته می شود .

NYY 3× 25+16 sm

یعنی سیم پروتودور چهار رشته که هر رشته آن از به هم تابیدن چندرشته سیم ایجادشده است با سطح مقطع سکتوری که سه رشته آن دارای سطح مقطع ۲۵ میلیمتر مربع می باشند و یک رشته آن دارای سطح مقطع ۱۶ میلیمتر مربع می باشد .

خمش کابل

۱- زمانی که مقطع سیم زیاد می شود از کابلهای تک رشته استفاده می شود که در هنگام خمش نیز مشکل ایجاد نکند .

۲- در هنگام استفاده از کابلها باید به شعاع خمش و درجه حرارت محیط دقت نمود که در بدترین شرایط شعاع گردش کابل نباید از ۱۵ برابر قطر خارجی کابل کمتر باشد و درجه حرارت نیز در موقع کابل کشی بدون گرم کردن کابل از ۵ درجه سانتیگراد بالای صفر کمتر نباشد .

در تاسیسات نصب ثابت حداقل شعاع داخلی هر نوع خم به شرح زیر می باشد :

کابلها با روپوش فلزی (زره ، غلاف سربی ، هادی هم مرکز)	$r = 9 (D + d)$
کابلها با غلاف آلومینیومی	$r = 15 D$
کابلها با عایق بندی معدنی و غلاف مسی	$r = 5 D$
کابلها فاقد هر نوع روپوش فلزی	$r = 8 (D + d)$

D = قطر خارجی کابل ، d = قطر بزرگترین رشته کابل ، r = حداقل شعاع داخلی هر خم

در صورتی که مقطع کابل سکتوری باشد $d = 1/3 \times \sqrt{3}$ در نظر گرفته می شود .

حداقل درجه حرارت کابل کشی بدون گرم کردن کابل

درجه سانتیگراد	نوع کابل
۰	کابل کاغذی با غلاف فلزی تا ۳۵ کیلوولت با کاغذ آغشته معمولی یا بدون پوشش حفاظتی
۵+	کابل کاغذی با غلاف فلزی تا ۳۵ کیلوولت با یا بدون پوشش حفاظتی
۰	با پوشش پلاستیکی با غلاف P.V.C از یک تا ۳۵ کیلوولت با یا بدون پوشش حفاظتی
۱۰-	با عایق پلاستیکی و غلاف پلاستیکی تا ۵۰۰ ولت
۷-	الف ـ با پوشش حفاظتی و بدون پوشش
	ب ـ با عایق پلاستیکی ـ غلاف سربی یا P.V.C با پوشش حفاظتی
۱۵-	با عایق لاستیکی ـ غلاف سربی یا P.V.C بدون غلاف حفاظتی با غلاف غیرفلزی
۲۰-	با عایق لاستیکی ـ غلاف سربی یا P.V.C بدون غلاف حفاظتی ولی با غلاف فلزی

انواع کابلها بر حسب کاربرد

ردیف	کاربرد	نوع کابل
۱	انتقال انرژی به‌منازل	برای شبکه زمینی می‌توان از کابل NYCY استفاده نمود و برای شبکهٔ هوایی معمولاً از کابل هوایی با مهار فولادی YTY استفاده می‌شود.
۲	روشنایی خیابانها	برای شبکه زمینی کابلهای NYY و NYCY به‌کار می‌رود. در شبکهٔ هوایی از کابل خود نگاهدار YMT که دارای غلاف فلزی بوده و سنگینی کابل را تحمل می‌نماید استفاده می‌شود.
۳	شبکه محلی	از کابلهای NYY، NYCY، NYCWY و نیز از کابلهای NKL(Y)Y و NKL(Ysi)A(PR) که درآن سیم نول به‌جای غلاف آلومینیومی به‌کار می‌رود استفاده می‌شود.
۴	کارخانجات شیمیایی	از کابلهای NYY، NYCY و NYCWY استفاده می‌شود.
۵	پمپ‌بنزینها، مناطق نفتی و پالایشگاهها	از کابل پی ـ وی ـ سی با غلاف سربی NYKY استفاده می‌شود.
۶	کارخانجات برق‌و شبکه‌ها	از کابلهای پی ـ وی ـ سی NYY، NYCY و NYCWY استفاده می‌شود.
۷	رودخانه‌ها، نهرهای بزرگ آب، استخرها	از کابل پی ـ وی ـ سی NYKY استفاده می‌شود.

تمرین :

۱- مفهوم هر یک از کابهای مشخص شده در زیر چیست ؟

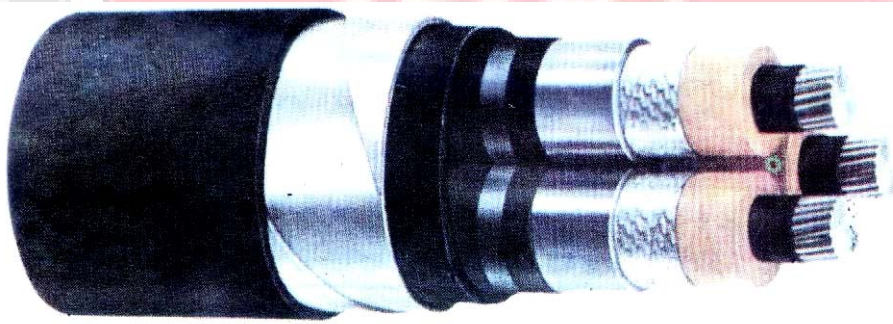
الف ← NYY (3 × 50 +16) sm 0.6/1KV

ب ← NYCWY (3 × 25 +16) rm 0.6/1KV

ج ← NYFGbY (3 × 70) sm 3.6/6KV

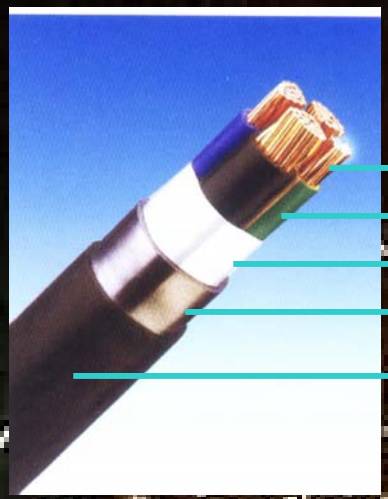
۲- حروف مشخصه هر یک از کابلهای زیر را بنویسید ؟

ب

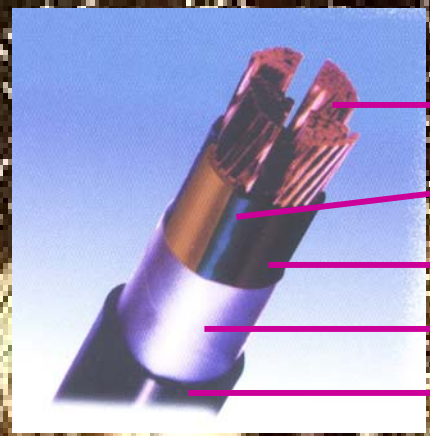


الف

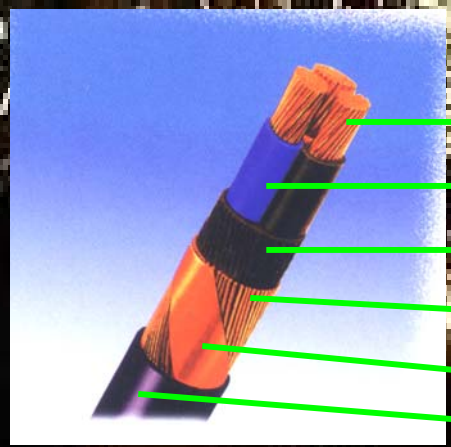
۳- قسمت های مشخص شده در کابلهای زیر را نام برده و برای هر قسمت از چه حرفی استفاده می شود ؟



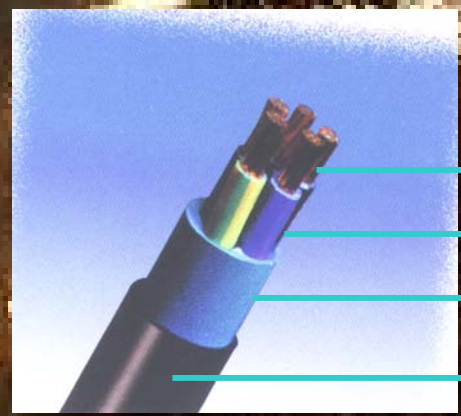
۱
۲
۳
٤
٥



۱
۲
۳
٤
٥



۱
۲
۳
٤
٥
٦



۱
۲
۳
٤

محاسبه سطح مقطع کابل مورد نیاز

محاسبه کابل به روش زیر انجام می پذیرد :

۱- ابتدا سطح مقطع را با استفاده از توان و درصد افت ولتاژ محاسبه می کنیم .

۲- با استفاده از جداول مربوطه متناسب با نوع کابل ، ولتاژ و درجه حرارت سطح مقطع تصحیح می کنیم .

توجه :

۱- در محاسبه سطح مقطع کابل بار متعادل در نظر گرفته می شود .

۲- درصد افت ولتاژ متناسب با محل استفاده می باشد و می توان از استاندارد V.D.E 100 استفاده نمود ، ولی در هر شرایطی نباید بیش از ۸ درصد افت ولتاژ بین مبدا و مصرف باشد .

رابطه محاسبه سطح مقطع کابل

$$A = \frac{173 \times L \times I \times \cos\varphi}{\Delta V \times \kappa \times U}$$

L	طول مسیر سیم کشی برحسب متر
I	جریان مصرف کننده برحسب آمپر
$\cos\varphi$	ضریب توان مصرف کننده
ΔV	افت ولتاژ مجاز سیم به درصد
κ	هدایت مخصوص فلز مورد استفاده
U	ولتاژ تغذیه مصرف کننده بر حسب ولت
A	سطح مقطع سیم بر حسب میلیمتر مربع

جدول انتخاب کابل سه یا چهار سیمه در زمین

سیم مسی	درجه حرارت محیط (در زمین)		
	۱۵ درجه	۲۰ درجه	۴۵ درجه
سطح مقطع	جریان مجاز به آمپر		
۱/۵	۲۷	۲۶	۲۰
۲/۵	۳۷	۳۵	۲۶
۴	۴۹	۴۷	۳۵
۶	۶۲	۵۹	۴۴
۱۰	۸۳	۸۰	۶۰
۱۶	۱۰۹	۱۰۵	۷۸
۲۵	۱۴۱	۱۳۵	۱۰۰

جدول جریان مجاز کابل تا یک کیلو ولت

سطح مقطع $(mm)^2$	کابل‌های یک سیمه (جریان مستقیم)		کابل‌های دو سیمه		کابل‌های ۳ و ۴ سیمه		سه تا کابل یک سیمه‌ی سه فاز			
							طرز قرار گرفتن کابل‌ها		طرز قرار گرفتن کابل‌ها	
	درخاک	درهوای آزاد	درخاک	درهوای آزاد	درخاک	درهوای آزاد	درخاک ○○○	درهوای آزاد	درخاک ○○	درهوای آزاد
۱/۵	۳۷	۲۶	۳۰	۲۱	۲۷	۱۸	—	—	—	—
۲/۵	۵۰	۳۵	۴۱	۲۹	۳۶	۲۵	—	—	—	—
۴	۶۵	۴۶	۵۳	۳۸	۴۶	۳۴	—	—	—	—
۶	۸۳	۵۸	۶۶	۴۸	۵۸	۴۴	—	—	—	—
۱۰	۱۱۰	۸۰	۸۸	۶۶	۷۷	۶۰	—	—	—	—
۱۶	۱۴۵	۱۰۵	۱۱۵	۹۰	۱۰۰	۸۰	۱۲۰	۱۰۰	۱۱۰	۸۶
۲۵	۱۹۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۰۵	۱۵۵	۱۳۵	۱۴۰	۱۲۰
۳۵	۲۳۵	۱۷۵	۱۸۰	۱۵۰	۱۵۵	۱۳۰	۱۸۵	۱۷۰	۱۷۰	۱۴۵
۵۰	۲۸۰	۲۱۵	—	—	۱۸۵	۱۶۰	۲۲۰	۲۰۵	۲۰۰	۱۸۰
۷۰	۳۵۰	۲۷۰	—	—	۲۳۰	۲۰۰	۲۷۰	۲۶۰	۲۴۵	۲۲۵
۹۵	۴۲۰	۳۳۵	—	—	۲۷۵	۲۴۵	۳۲۵	۳۲۰	۲۹۵	۲۸۰
۱۲۰	۴۸۰	۳۹۰	—	—	۳۱۵	۲۸۵	۳۷۰	۳۷۵	۳۳۵	۳۳۰
۱۵۰	۵۴۰	۴۴۵	—	—	۳۵۵	۳۲۵	۴۲۰	۴۳۰	۳۸۰	۳۸۰
۱۸۵	۶۲۰	۵۱۰	—	—	۴۰۰	۳۷۰	۴۷۰	۴۵۰	۴۳۰	۴۴۰
۲۴۰	۷۲۰	۶۲۰	—	—	۴۶۵	۴۳۵	۵۴۰	۵۹۰	۴۹۰	۵۳۰
۳۰۰	۸۲۰	۷۱۰	—	—	—	—	۶۳۰	۶۸۰	۵۵۰	۶۱۰
۴۰۰	۹۶۰	۸۵۰	—	—	—	—	۷۱۰	۸۲۰	۶۵۰	۷۴۰
۵۰۰	۱۱۱۰	۱۰۰۰	—	—	—	—	۸۲۰	۹۶۰	۷۴۰	۸۶۰

جدول جریان مجاز کابلهای فشار قوی با ازدیاد درجه حرارت

جریان مجاز کابلهای فشار قوی ازدیاد درجه‌حرارت NKBA و NAKBA از ۱/۷/۳ تا ۱۱/۵/۲۰ کیلوولت

آلومینیوم					سطح‌مقطع	مس				
۲۰KV	۱۵KV	۱۰KV	۶KV	۳KV	mm^2	۲۰KV	۱۵KV	۱۰KV	۶KV	۳KV
—	—	—	۴۵	۵۰	۳×۶	—	—	—	۵۵	۶۰
—	—	۵۰	۶۰	۶۵	۳×۱۰	—	—	۶۵	۷۵	۸۰
—	۶۵	۷۰	۸۰	۸۵	۳×۱۶	—	۸۰	۸۵	۱۰۰	۱۰۵
۸۵	۸۵	۹۰	۱۰۵	۱۱۰	۳×۲۵	۱۰۵	۱۰۵	۱۱۰	۱۳۰	۱۳۵
۱۰۰	۱۰۵	۱۱۰	۱۳۰	۱۳۰	۳×۳۵	۱۲۵	۱۳۰	۱۳۵	۱۶۰	۱۶۵
۱۲۰	۱۲۵	۱۳۰	۱۵۵	۱۶۰	۳×۵۰	۱۵۰	۱۵۵	۱۶۵	۱۹۵	۲۰۰
۱۵۰	۱۵۵	۱۶۰	۱۹۰	۱۹۵	۳×۷۰	۱۸۵	۱۹۵	۲۰۰	۲۳۵	۲۴۵
۱۸۰	۱۸۵	۱۹۰	۲۲۵	۲۳۰	۳×۹۵	۲۲۵	۲۳۰	۲۴۰	۲۸۰	۲۹۰
۲۱۰	۲۱۵	۲۲۵	۲۶۰	۲۷۰	۳×۱۲۰	۲۶۰	۲۶۵	۲۸۰	۳۲۵	۳۳۵
۲۴۰	۲۴۵	۲۵۵	۲۹۵	۳۰۵	۳×۱۵۰	۳۰۰	۳۰۵	۳۲۰	۳۷۰	۳۸۰
۲۷۰	۲۸۰	۲۹۰	۳۳۵	۳۵۰	۳×۱۸۵	۳۴۰	۳۵۰	۳۶۰	۴۲۰	۴۳۵
۳۲۰	۳۳۰	۳۴۰	۳۹۰	۴۰۵	۳×۲۴۰	۴۰۰	۴۱۰	۴۲۰	۴۹۰	۵۰۵
۳۵ درجه			۴۵درجه		ازدیاد درجه حرارت	۳۵ درجه			۴۵ درجه	

جدول تغییر جریان مجاز کابل ها با ازدیاد درجه حرارت محیط

درجه حرارت محیط °C	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰
فاکتور تصحیح برای کابل در خاک	۱/۰۵	۱	۰/۹۵	۰/۸۹	۰/۸۴	۰/۷۷	۰/۷۱	۰/۶۳	۰/۵۵	۰/۴۵
فاکتور تصحیح برای کابل در هوای آزاد	۱/۱۷	۱/۱۲	۱/۰۶	۱	۰/۹۴	۰/۸۷	۰/۷۹	۰/۷۱	۰/۶۱	۰/۵۰

جدول ضریب همجواری کابلها

محل قرار گرفتن در	تعداد کابلها					
	۱	۲	۳	٤	٥	٦
زمین	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۵	۷۰	٦٥
هوا با فاصله به اندازه قطر کابل	۸۰	۷۷	۷۵	۷۲	۷۰	۷۰
بدون فاصله	۸۰	۷۰	٦٥	٦٢	٦۰	٦۰

چند نکته :

۱- حداکثر درجه حرارت هادی کابلها برابر با ۷۰ درجه سانتی گراد می باشد .

۲- عوامل موثر در انتخاب نوع کابلها به قرار زیر است :

۲-۱- بار مورد نظر و ظرفیت مجاز کابل

۲-۲- ولتاژ اسمی

۲-۳- افت ولتاژ مجاز

۲-٤- حفاظت مدار

۲-٥- بار اتصال کوتاه لازم یا مجاز

۲-٦- شرایط مکانیکی

۲-۷- شرایط محل از نظر ایجاد خوردگی در کابل

۲-۸- مشخصات فنی تعیین شده

۳- در کابل کشی زمینی حرارت بیش از ٤٥ درجه نمی شود در غیر اینصورت باید از جدول ضرایب مربوطه استفاده نمود .

مثال: اگر یک کارخانه ریسندگی با توان ۱۵۰کیلو ولت آمپر در ضریب قدرت ۰/۸ از پست فشار ضعیف ۴۰۰ ولتی که در فاصله ۸۵ متری قرار دارد تغذیه شود چه کابلی یرای آن پیشنهاد می کنید ؟

(جنس سیم مسی ، کابل بصورت زمینی کشیده می شود و دمای زمین ۳۰ درجه سانتیگراد فرض شود)

$S = 150\ KVA$

$\cos\alpha = 0/8$

$L = 85\ m$

$\kappa = 56\ \frac{m}{\Omega}$

$U_L = 400\ V$

$\Delta V = 2\%$

$\theta = 30\ C^0$

حل : ابتدا جریان مصرفی را محاسبه می کنیم :

$$I_L = \frac{S}{\sqrt{3}\times U_L} = \frac{150\times 1000}{\sqrt{3}\times 400} = 216.76\ A$$

سپس سطح مقطع سیم را محاسبه می کنیم

$$A = \frac{173\times L\times I\times\cos\alpha}{\Delta V\times U\times\kappa}$$

$$A = \frac{173\times 85\times 216/76\times 0/8}{2\times 400\times 56} = 42/69\ mm^2$$

با توجه به ضریب حرارتی ۰/۸۹ سیم نرم ۷۰ تک سیمه می تواند جریان ۲۴۰/۳= ۰/۸۹× ۲۷۰ آمپر را از خود عبور دهد ، که چون از جریان اصلی ما بیشتر می باشد قابل قبول است .

که سه عدد کابل تک رشته نرم شده NYY 70 r m 0.6/1 KV پیشنهاد می شود .

- اگر بخواهیم از کابل سه یا چهار رشته استفاده کنیم ، باید :

ازجدول انتخاب کابل جریان مجاز سه سیمه را بررسی کنیم چون موجود می باشد ولی اگر موجود نبود مانند پنج سیم و شش سیم باید از جدول مربوط به ضریب همجواری ، ضریب مناسب را انتخاب کنیم .

حل مثال فوق برای کابل چهار سیمه :

با استفاده از جدول کابل ۹۵ سه یا چهار سیمه می تواند جریان ۲۷۵ آمپر را در دمای ۲۰ درجه تحمل نماید ، حال با احتساب ضریب حرارتی ۰/۸۹ مقدار جریان مجاز به مقدار ۲۷۵ × ۰/۸۹ = ۲٤٤/۷۵ کاهش می یابد .

مشاهده می شود که جریان ۲٤٤/۷۵ بزرگتر از جریان دریافتی می باشد پس کابل انتخابی صحیح می باشد

در نتیجه خواهیم داشت :

- یک عدد کابل چهار سیمه نرم شده **NYY (3 ×95 + 70) r m 0.6/1 KV** پیشنهاد می شود.

مثال ۲ : اگر یک مجتمع مسکونی با توان ۱۷/۳ کیلو ولت آمپر در ضریب قدرت ۰/۶ از پست فشار ضعیف ۴۰۰ ولتی که در فاصله ۴۵ متری قرار دارد تغذیه شود چه کابلی برای آن پیشنهاد می کنید ؟

(جنس سیم مسی ، کابل بصورت زمینی کشیده می شود و دمای زمین ۲۰ درجه سانتیگراد فرض شود)

$S = 17/3\ KVA$

$\cos\alpha = 0/6$

$L = 45\ m$

$\kappa = 56\ \frac{m}{\Omega}$

$U_L = 400\ V$

$\Delta V = 0/5\%$

$\theta = 20\ C^0$

حل : ابتدا جریان مصرفی را محاسبه می کنیم :

$$I_L = \frac{S}{\sqrt{3} \times U_L} = \frac{17\ /\ 3 \times 1000}{\sqrt{3} \times 400} = 25\ \ A$$

سپس سطح مقطع سیم را محاسبه می کنیم

$$A = \frac{173 \times L \times I \times \cos\alpha}{\Delta V \times U \times \kappa}$$

$$A = \frac{173 \times 45 \times 25 \times 0/6}{0/5 \times 400 \times 56} = 10/43\ mm^2$$

با توجه به ضریب حرارتی ۱۰۰٪ سیم نرم ۱۶ چهار سیمه می تواند جریان ۱۰۰ آمپر را از خود عبور دهد ، که چون از جریان اصلی ما بیشتر می باشد قابل قبول است .

NYY (3 × 16 + 10) re 0.6/1KV

تمرین

۱ – اگر یک واحد صنعتی با توان ۳٤/٦ کیلو ولت آمپر در ضریب قدرت ۰/۸از پست فشار ضعیف ٤۰۰ ولتی که در فاصله ۷۵ متری قرار دارد تغذیه شود چه کابل مسی برای آن پیشنهاد می کنید ؟

(جنس سیم مسی ، افت ولتاژ قابل قبول ۱ درصد ، کابل بصورت زمینی کشیده می شود و دمای زمین ۱۵ درجه سانتیگراد فرض شود)

۱ – اگر موتورخانه یک مجتمع صنعتی توان ۱۷۳ کیلو ولت آمپر در ضریب قدرت ۰/۷از تابلو اصلی ٤۰۰ ولتی که در فاصله ۳۵ متری قرار دارد تغذیه شود چه کابل مسی برای آن پیشنهاد می کنید ؟

(جنس سیم مسی ، افت ولتاژ قابل قبول ۲ درصد ، کابل بصورت زمینی کشیده می شود و دمای زمین ٤۵ درجه سانتیگراد فرض شود)

۱ – اگر یک موتور صنعتی با توان ۱۵ اسب بخار در ضریب قدرت ۰/۸ و راندمان ۷۰ درصد با ولتاژ ٤۰۰ ولتی از فاصله ۲۵ متری تغذیه شود چه کابل مسی برای آن پیشنهاد می کنید ؟

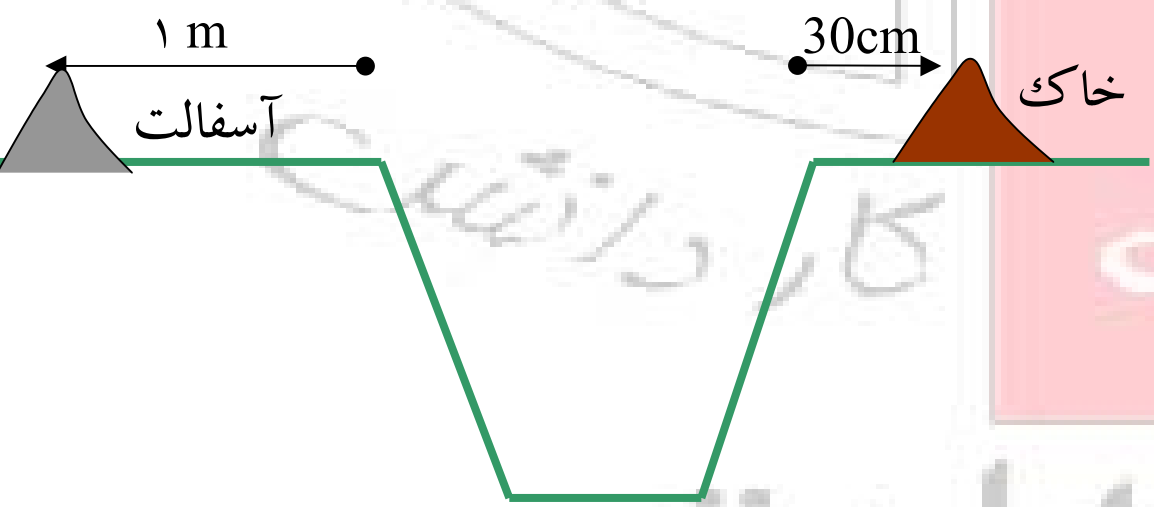
(جنس سیم مسی ، افت ولتاژ قابل قبول ۳ درصد ، کابل بصورت زمینی کشیده می شود و دمای زمین ۳۵ درجه سانتیگراد فرض شود)

کابل کشی زمینی

قبل از کابل کشی مسیر کابل باید مشخص و نوع خاک مورد بررسی قرار گیرد تا کابل مناسب با محیط خریداری گردد.

در موقع کشیدن کابل باید دقت شود که کابل پیچانده نشود ، تا نخورد ، جمع نشود ، تحت نیروی کششی قرار نگیرد ، با شعاع چرخش مناسب خم شود .

برای جلوگیری از ریختن خاک بداخل کانال و همچنین استحکام در دیوارهای کانال ، کانال کابل کشی به فرم زیر کنده می شود .



خاک های برداشته شده باید ۳۰ سانتی متر بعد از لبه کانال در یک طرف و آسفالت در یک متری در طرف دیگر ریخته شود .

روش خواباندن کابل در زمین

۱- کف کانال آجر فرش شود .

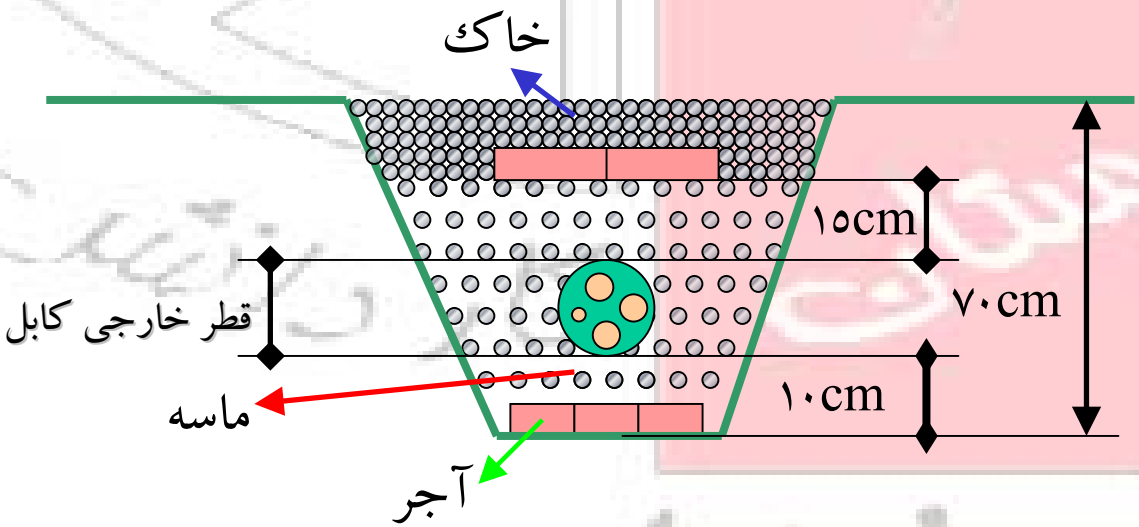
۲- ۱۰ سانتی متر ماسه نرم ریخته شود .

۳- کابل خوابانده شود .

٤- ۱۵ سانتی متر ماسه نرم ریخته شود .

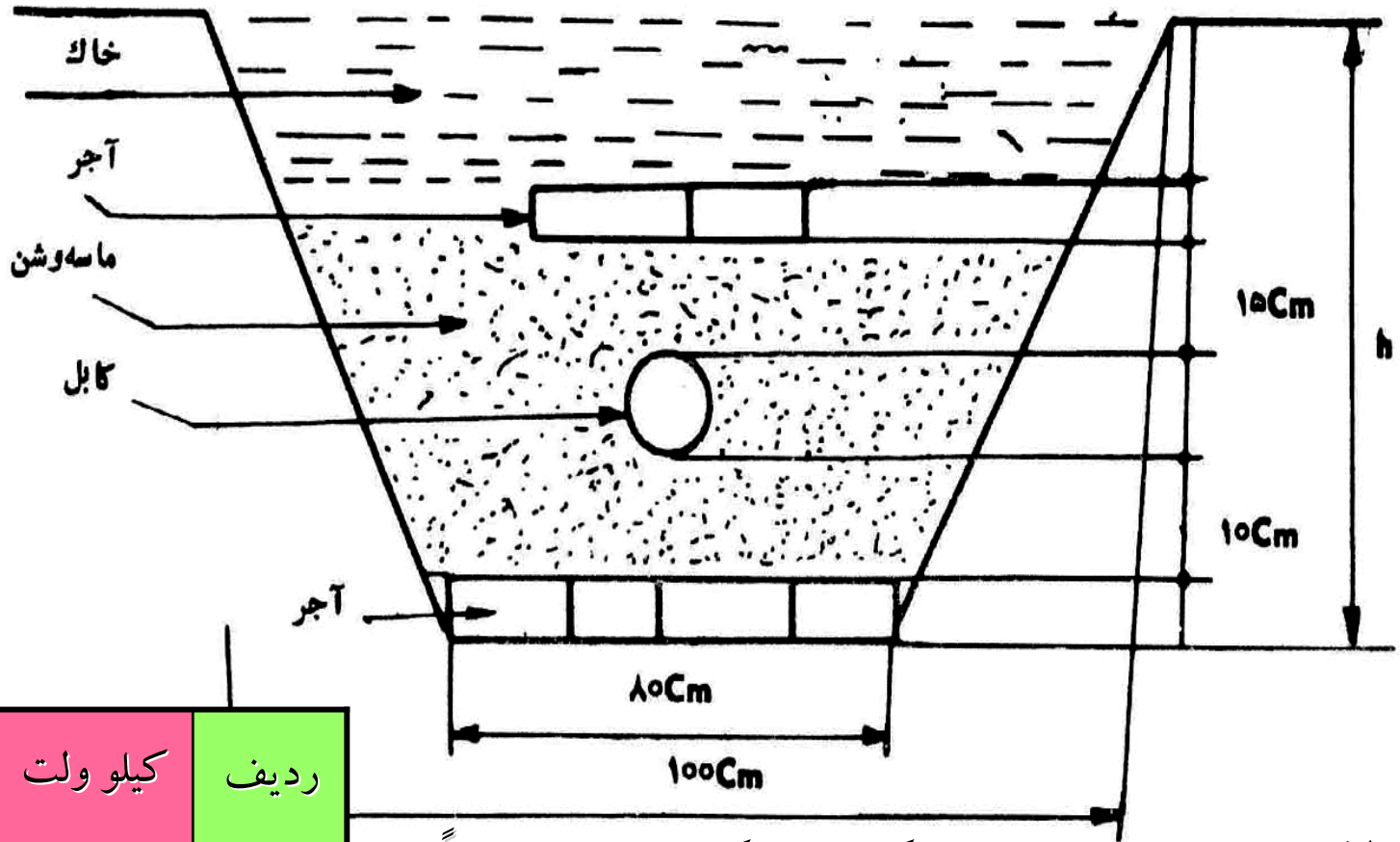
٥- یک نوار پلاستیکی خبر دهنده که روی آن عبارت ((توجه مسیر کابل)) نوشته شده بر روی آن کشیده شود .

٦- روی ماسه به عرض ۲۲cm آجر فرش شود.



ارتفاع کانال حفر شده

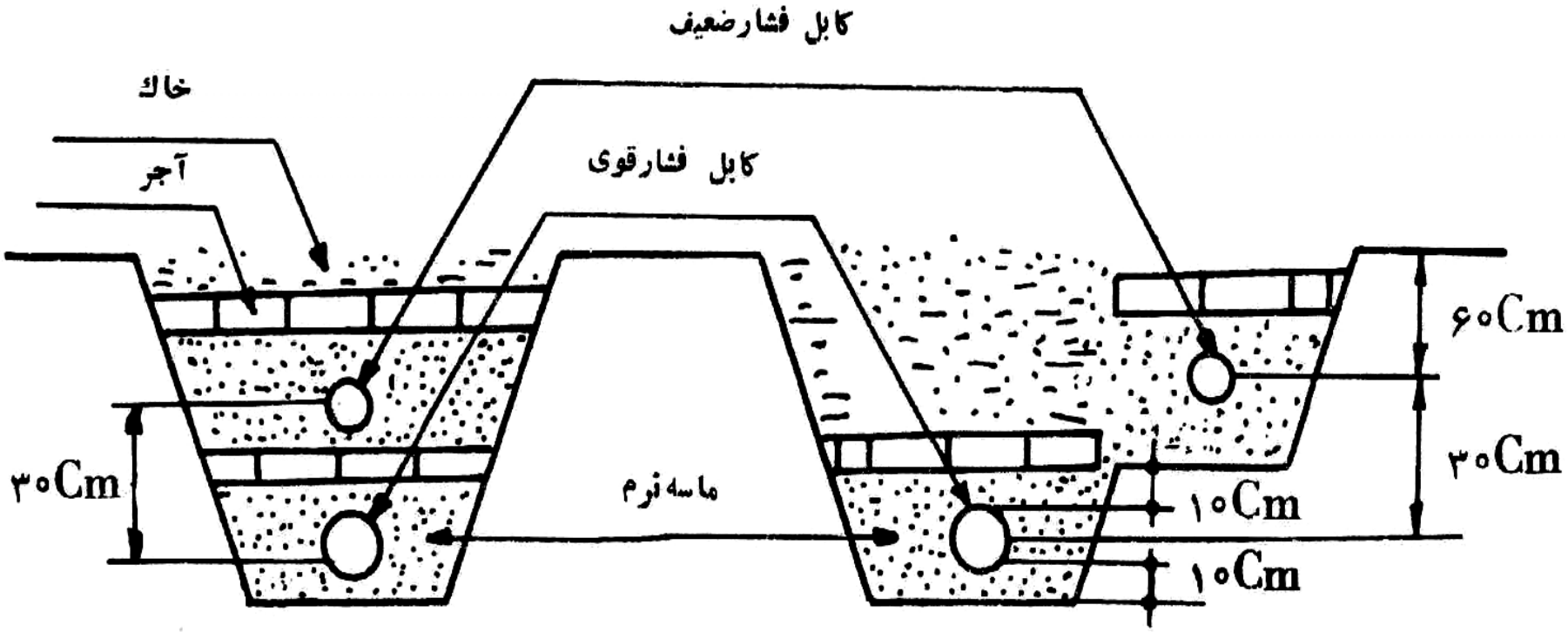
کابلها تا ۵۰۰ ولت باید حداقل ۷۰ سانتی متر و کابلها تا ۲۰ کیلو ولت یک متر از سطح زمین فاصله داشته باشند .



ردیف	کیلو ولت	عمق بر حسب cm
۱	۱	۸۰
۲	۱۰	۱۰۰
۳	۲۰	۱۲۰

برای بالابردن استعداد بار دهی کابل ، کابلها را مستقیماً و بدون چیدن آجر در کف در زمین چال می کنند که باعث اقتصادی شدن کار نیز می شود .

قرار گرفتن کابل فشار قوی و فشار ضعیف در یک کانال

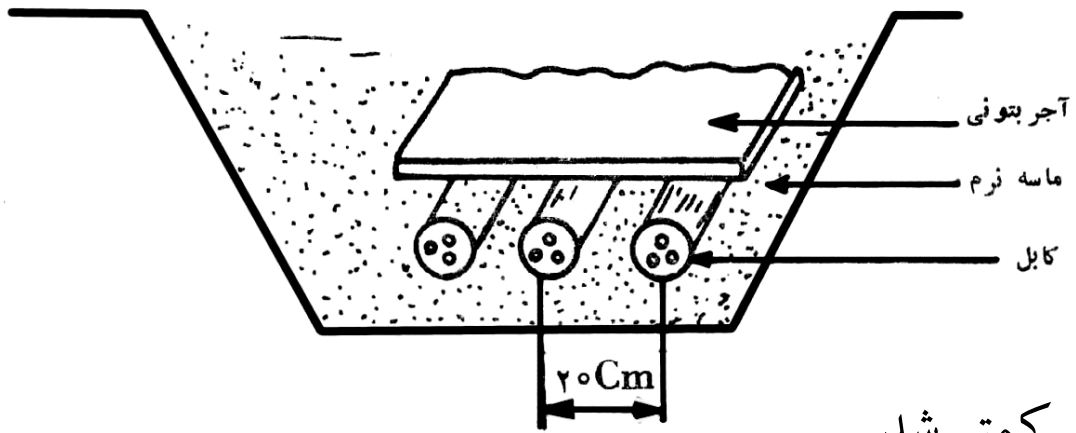


فاصله بین کابل فشار ضعیف از فشار قوی حداقل ۳۰ سانتی متر است .

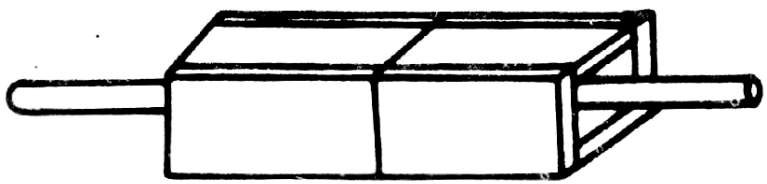
اگر کابل فشار قوی و فشار ضعیف در یک کانال قرار داشته باشند ، کابل فشار قوی در زیر و کابل فشار ضعیف در بالای آن قرار دارد و مابین این دو توسط آجر فشاری از هم عایق می شود .

در داخل شهر کابلها در پیاده رو چال می شوند ، که کابل طبقه فوقانی باید حداقل ۷۰ سانتی متر زیر خاک و یک متر زیر سطح خیابان باشد .

اگر تعداد کابلها زیاد باشد ، آنها را پهلوی یکدیگر قرار داده و با آجر یا سنگهای مخصوص و یا بلوک بتنی مخصوص می پوشانند .

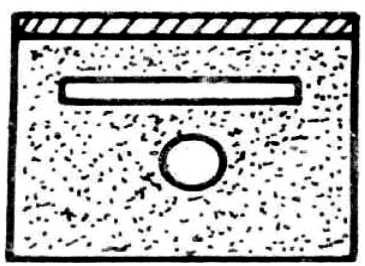


به شرط آنکه فاصله بین کابلها از ۲۰ سانتی متر کمتر نشود .

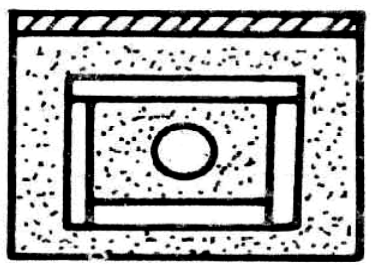


اگر فاصله بین کابلها از ۲۰ سانتی متر کمتر شد باید کابلها توسط آجر فشاری یا بتنی مطابق شکل از یکدیگر مجزا و محافظت شوند .

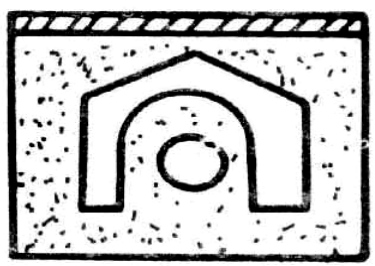
محافظ های مخصوص روی کابل را باید کاملاً بر روی کابل خواباند ، زیرا فاصله هوائی زیاد بین محافظ کابل و کابل ضریب باردهی کابل را به مراتب پائین می آورد .



ضریب باردهی ۱۰۰ درصد

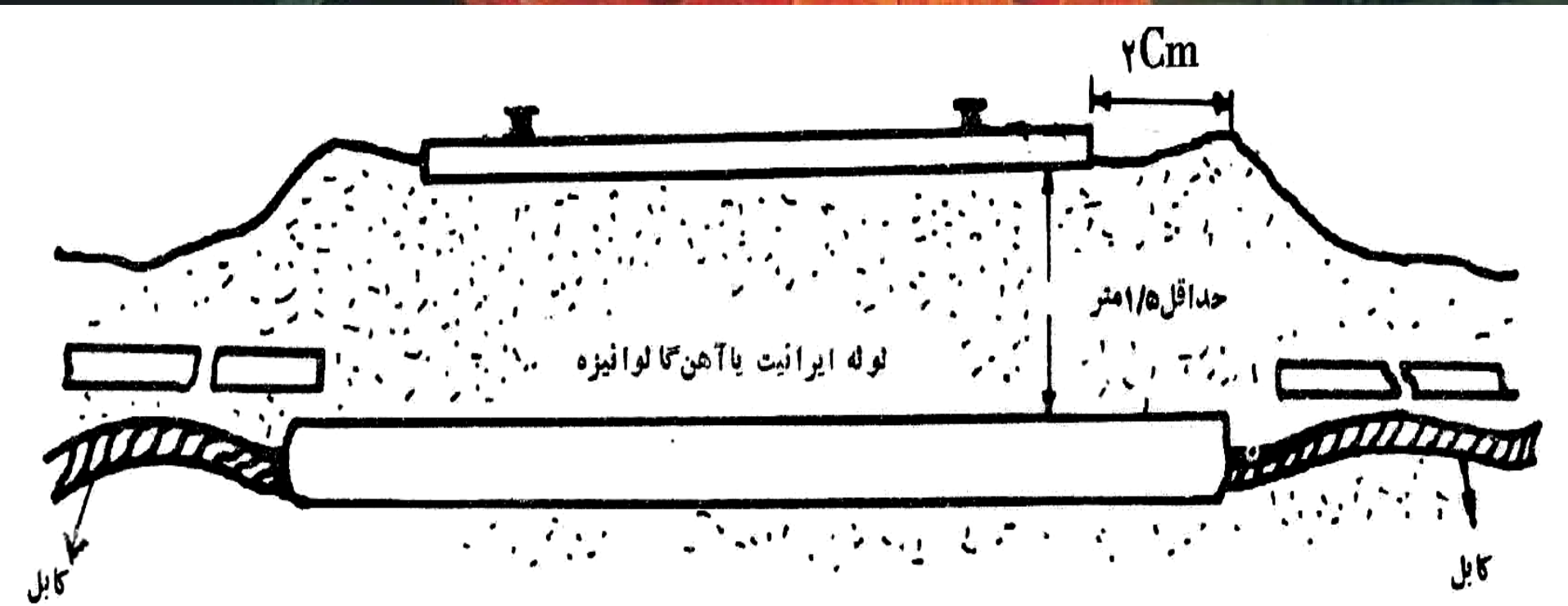


ضریب باردهی ۹۱درصد

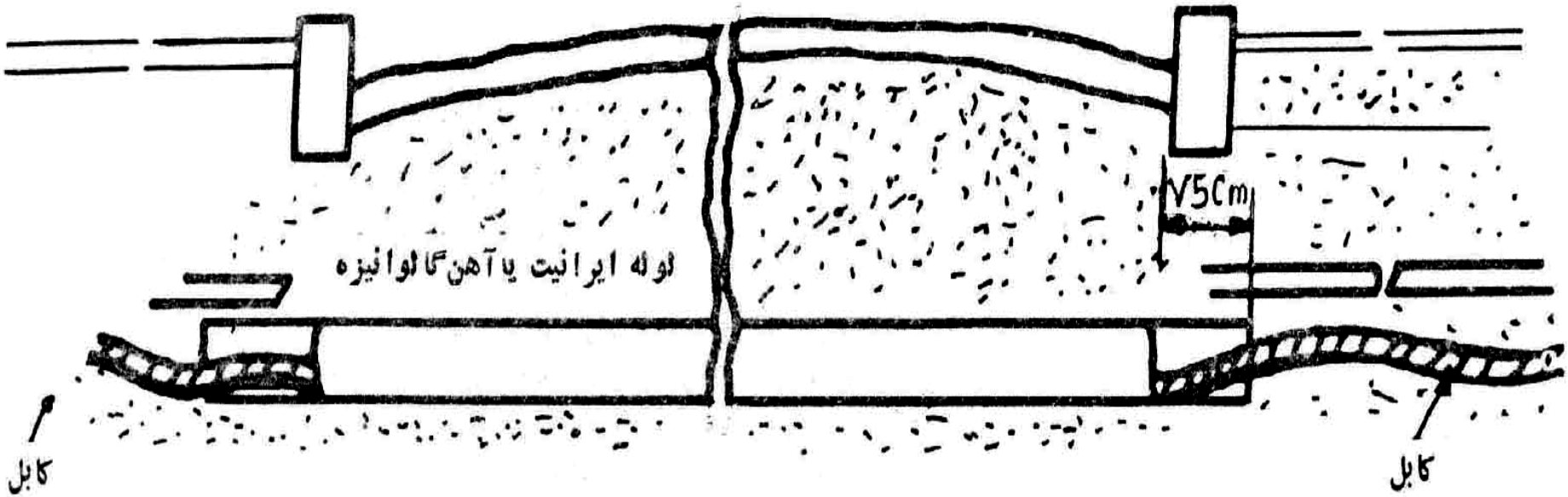


ضریب باردهی ۹٤ درصد

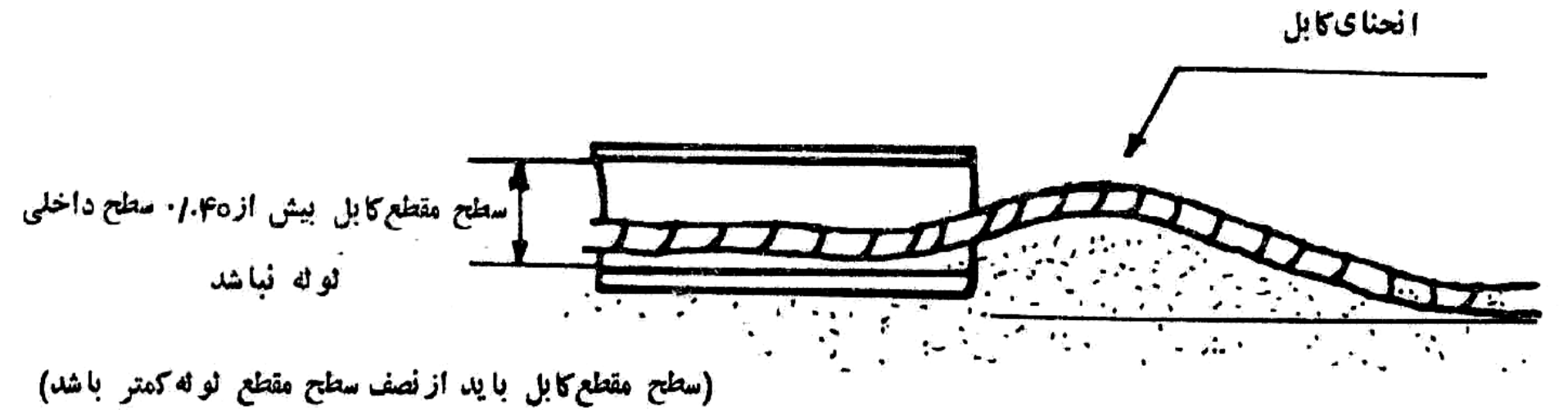
در صورتیکه کابل از روی پل گذشته و یا کابل دیگری را قطع نماید و یا از روی لوله آب و یا گاز و بالاخره هر لوله فولادی دیگری بگذرد ، باید کابل را در همان نقطه و محل بوسیله لوله محافظتی مطابق شکلهای زیر محافظت شود .



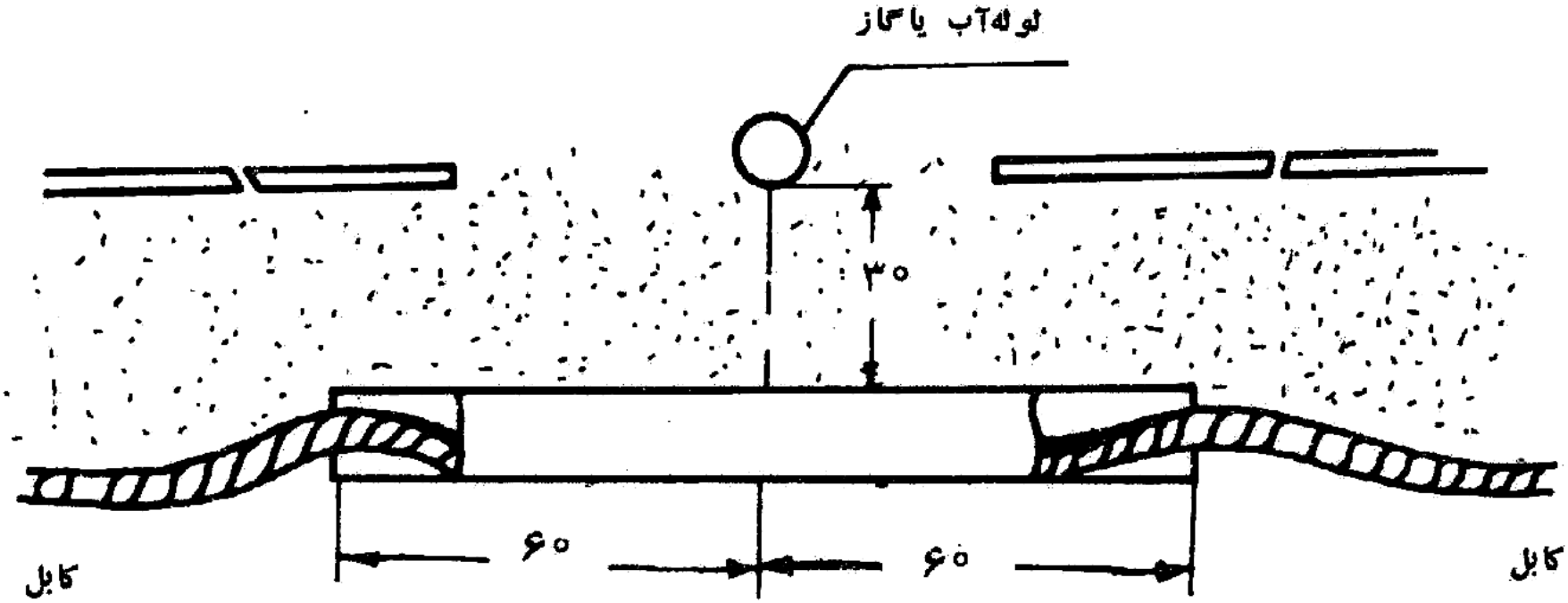
۱- مسیر عبور از راه آهن



۲- مسیرعبور کابل از خیابانها و جاده ها



۳- روش قرار دادن کابل هنگام بیرون آمدن از لوله



٤- تقاطع کابل زیر زمینی و لوله آب یا گاز

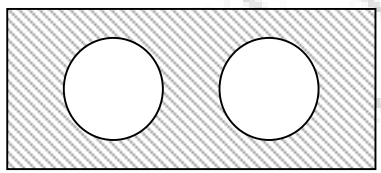
حداقل ۳۰ سانتی متر بین لوله آب یا گاز با لوله کابل باید فاصله وجود داشته باشد

چند نکته در هنگام کابل کشی

۱- در موقع کابل کشی باید دقت نمود هوا خیلی سرد نباشد ، مثلاً در یخبندان نباید کابل کشی کرد . زیرا روپوش قیری کابل خورده می شود و می ترکد .

۲- اگر مجبور به کابل کشی در هوای سرد شدیم باید آنرا کمی گرم کنیم .

۳- در موقع عبور کابل از چها راه ها بهتر است کابل را از داخل لوله عبور داده ، بطوریکه طول لوله بقدری باشد که تا اواسط پیاده رو کشیده شود .



این لوله ها سیمانی یا لوله گالوانیزه بنام کانال کابل بصورت یک سوراخه ، دو سوراخه ، سه سوراخه و یا چهار سوراخه ساخته می شوند .

٤- قطر سوراخ لوله ها باید حتماً حداقل ۱/۵ برابر قطر خارجی کابل باشد .

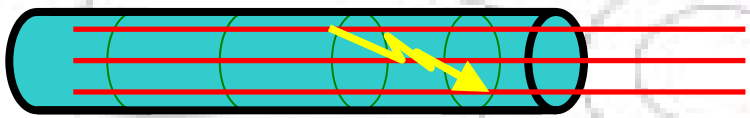
۵- عیب یابی ، اضافه کردن کابل و بالا بودن استعداد باردهی (در صورت محدود بودن تعداد کابلها) مهمترین مزایای کابل کشی در کانال می باشد . ولی از نظر اقتصادی گرانتر می باشد .

کابل کشی در کانال فقط در منازل و ساختمانها بکار می رود .

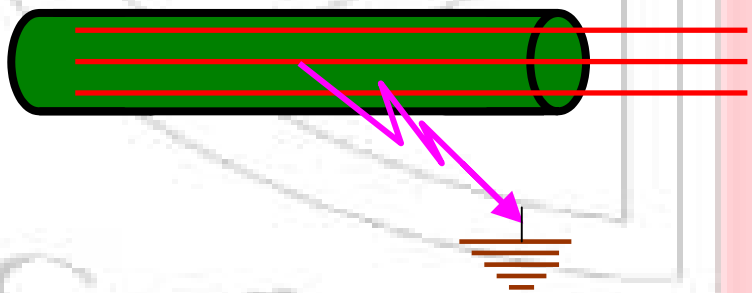
عیب یابی و تعیین محل عیب در کابل

انواع عیوب احتمالی

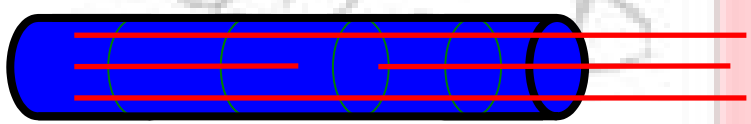
۱- اتصال کوتاه (اتصال دو یا چند رشته سیم به یکدیگر)



۲- اتصال زمین (اتصال یک یا چند رشته سیم به زمین یا غلاف سربی)



۳- بریدگی (قطع یک یا چند رشته سیم)

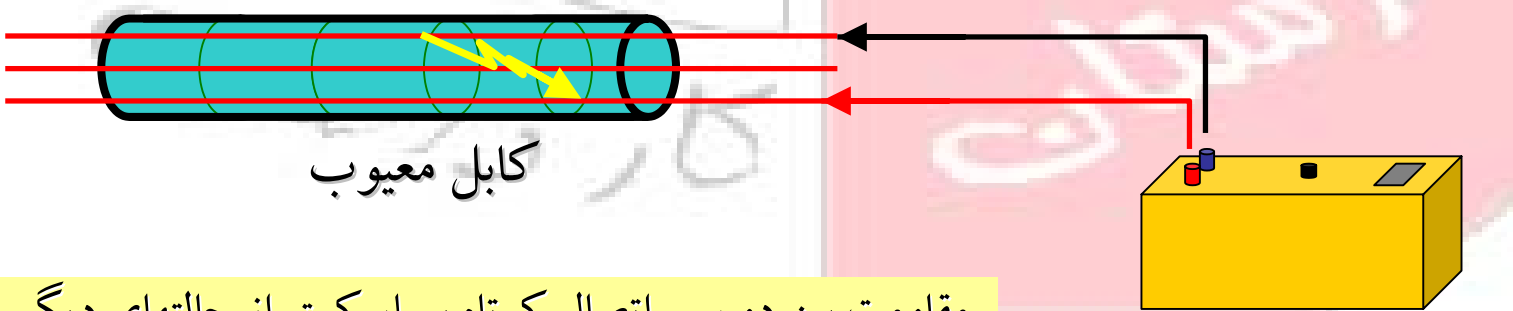


روش تشخیص نوع عیب در کابل

۱- اتصال کوتاه (اتصال دو یا چند رشته سیم به یکدیگر)

قبل از انجام هر کاری باید ابتدا دو انتهای کابل را از مصرف کننده یا مدار باز نمود و آنها را نسبت به زمین و یکدیگر طوری عایق نمود که احتمال اتصال مجدد وجود نداشته باشد .

برای تشخیص اتصالی بین هادی های کابل باید توسط مگر (یا اهم متر با رنج بالا) مقاومت عایق بین دو به دوی آنها را اندازه گیری نمود . در صورتیکه بین دو هادی ، مقاومت حدود صفر تا چندین کیلو اهم باشد ، نشانه آنست که بین آن دو اتصالی وجود دارد ، اما اگر مگر چندین مگا اهم را نشان دهد ، بدین معنی خواهد بود که آن دو هادی به یکدیگر اتصالی ندارند .



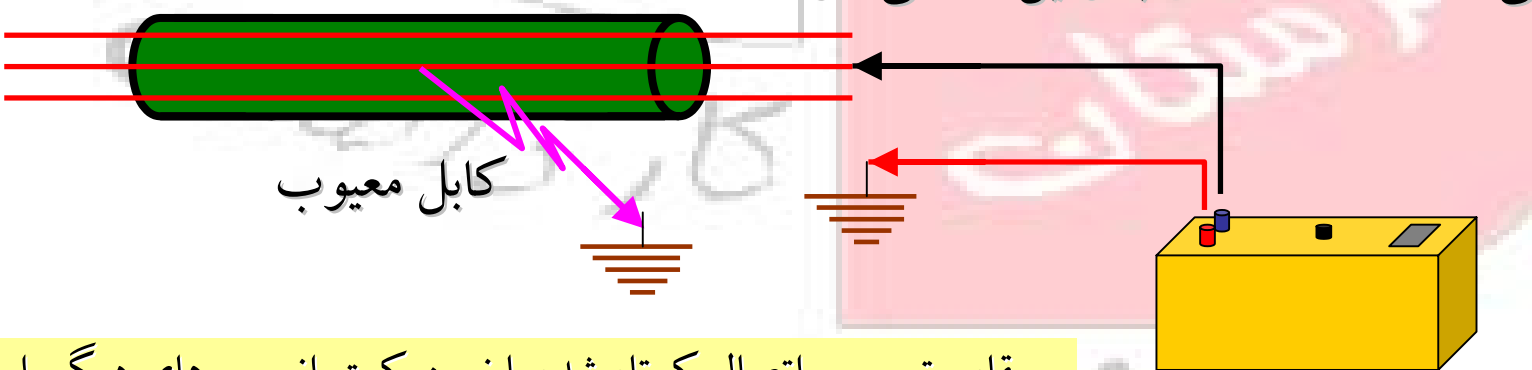
مقاومت بین دو سیم اتصال کوتاه بسیار کمتر از حالتهای دیگر است.

۲- اتصال زمین (اتصال یک یا چند رشته سیم به زمین یا غلاف سربی)

قبل از انجام هر کاری باید ابتدا دو انتهای کابل را از مصرف کننده یا مدار باز نمود و آنها را نسبت به زمین و یکدیگر طوری عایق نمود که احتمال اتصال مجدد وجود نداشته باشد .

یکی از سرهای مگر را به روپوش فلزی کابل یا زمین وصل نموده و سر دیگر آنرا به تک تک هادی های کابل وصل می کنیم .

در هر حالت با فشار دادن شستی مشکی رنگ مگر ، باید مقاومت اندازه گیری شده چندین مگا اهم باشد ، اما در صورتیکه در یکی از این حالتها ، مگر مقدار صفر یا چندین کیلو اهم را نشان دهد بدین معنی است که آن هادی به زمین اتصالی دارد .

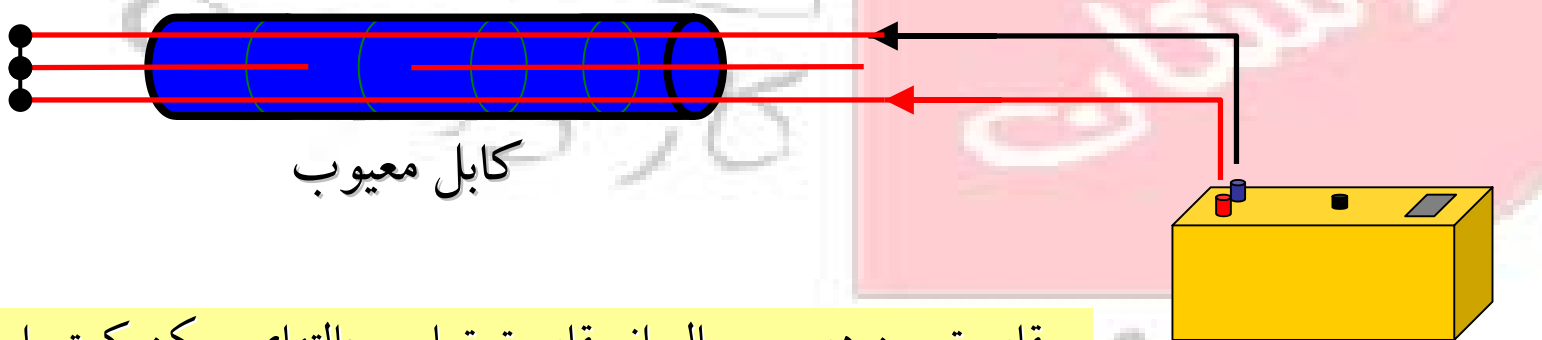


مقاومت سیم اتصال کوتاه شده با زمین کمتر از سیم های دیگر است.

۳- بریدگی (قطع یک یا چند رشته سیم)

قبل از انجام هر کاری باید ابتدا دو انتهای کابل را از مصرف کننده یا مدار باز نمود و سپس در یک سر کابل ، تمام هادی ها را به یکدیگر اتصال کوتاه نمود .

با اندازه گیری مقاومت بین دو به دوی هادی ها در طرف دیگر کابل توسط یک اهم متر و یا پل های اندازه گیری مقاومت و مقایسه آن با مقاومت واقعی هادی ها ، می توان قطع شدگی را تشخیص داد . بطوریکه اگر در مقایسه بین مقدار بدست آمده و مقدار مشابه آن برای هادی های دیگر و یا مقدار واقعی مقاومت هادی ها ، اختلاف زیاد و در حدود کیلو اهم و یا مگا اهم باشد ، در این صورت قطع شدگی وجود دارد .



مقاومت بین دو سیم سالم از مقاومت تمامی حالتهای ممکن کمتر است.

روشهای عیب یابی در کابل

۱- روش های قدیمی (پل های اندازه گیری)

۲- روش مدرن (انعکاس موج ضربه ای)

در هر دو روش داشتن مسیر کابل کشی الزامی است ، هرچند می توان مسیر کابل کشی را نیز توسط دستگاه تعیین نمود ، در روش پل های اندازه گیری داشتن طول نهائی کابل الزامی می باشد ، ولی در روش مدرن نیازی به داشتن طول نهائی کابل نمی باشد .

انواع روشهای عیب یابی به روش قدیمی

۱- تعیین محل اتصال کوتاه در کابل به روش مقایسه مقاومت

الف - در صورتیکه در محل اتصالی مقاومت وجود نداشته باشد .

ب - در صورتیکه در محل اتصالی مقاومت وجود داشته باشد .

یاد آوری :

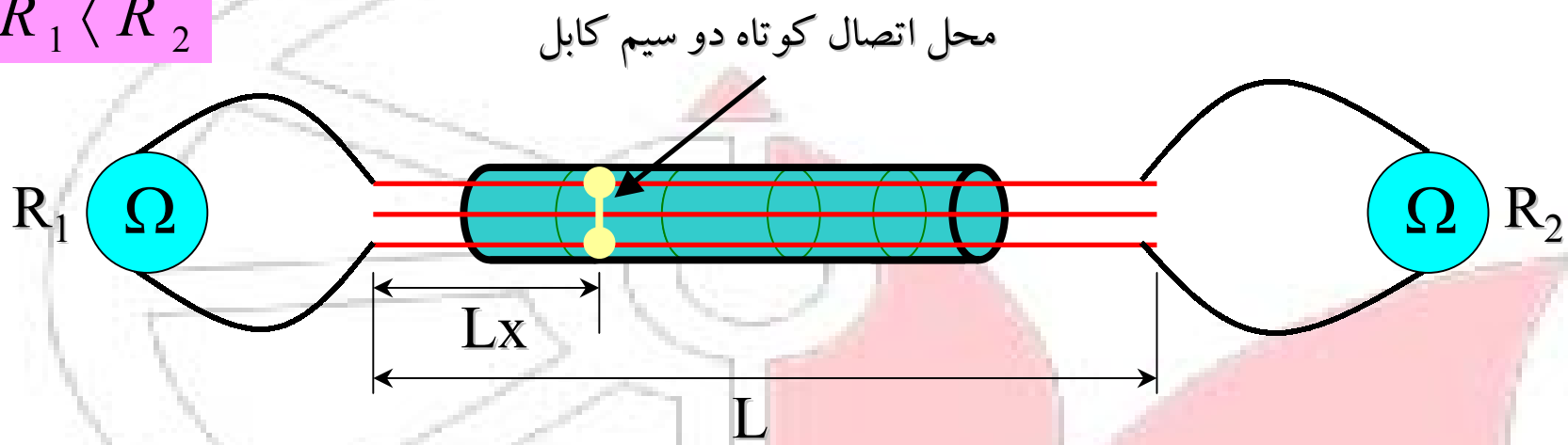
مقاومت یک سیم از رابطه روبرو بدست می آید .

$$R = \frac{L}{\kappa \times A}$$

- R ← مقاومت بر حسب اهم
- L ← طول سیم برحسب متر
- κ ← هدایت مخصوص فلز
- A ← سطح مقطع سیم بر حسب میلیمتر مربع

الف – در صورتیکه در محل اتصالی مقاومت وجود نداشته باشد .

$R_1 \langle R_2$



با استفاده از قوانین پل های اندازه گیری می توان نوشت :

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_X}{L - L_X} \Rightarrow L_X = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times L$$

مثال: پس از بررسی کابل اتصال کوتاه شده ، مقاوت دو سیم اتصال کوتاه شده در هر دو طرف کابل را با اهم متر اندازه گیری کرده ایم مقدار یکی ۰/٦ اهم و دیگری ۱/٤ اهم اگر در محل اتصال کوتاه مقاومتی وجود نداشته باشد و طول کل کابل ۳۸۰ متر فرض شده باشد محل دقیق عیب کجا می باشد؟

$R_1 = 0/6\ \Omega$

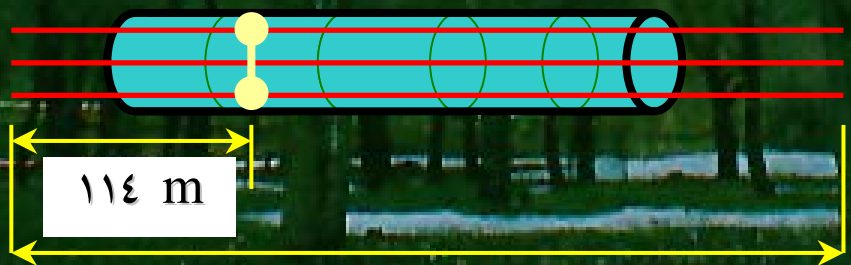
$R_2 = 1/4\ \Omega$

$L = 380\ m$

مقاومت کمتر را R_1 و فاصله L_X را از اهم متری که مقاومت کمتر را اندازه گیری نموده است در نظر می گیریم .

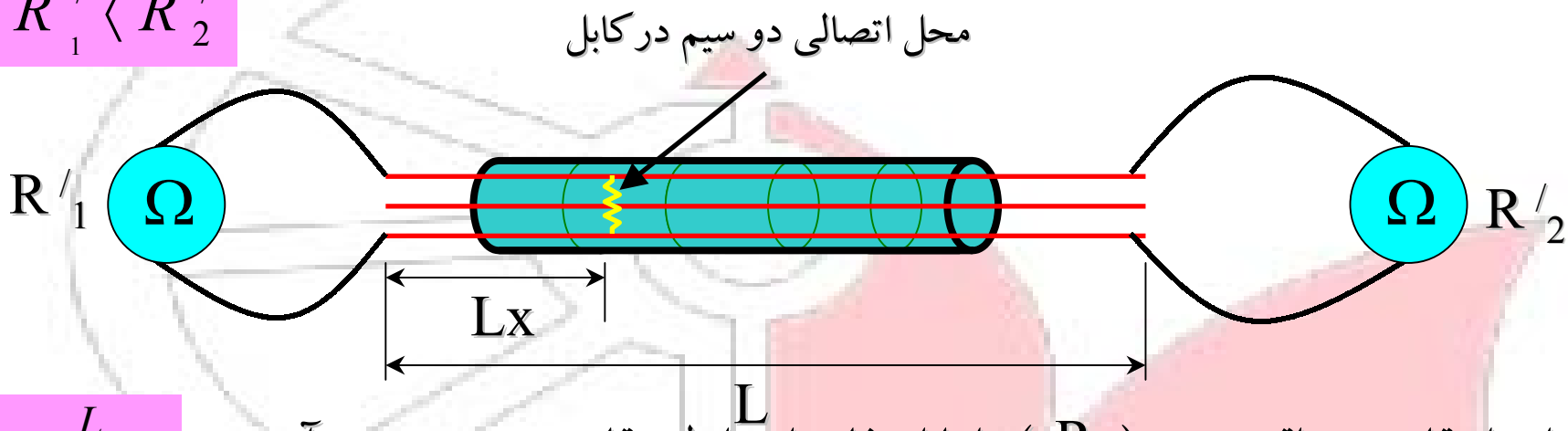
$$L_X = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times L$$

$$L_X = \frac{0/6}{0/6 + 1/4} \times 380 = 114\ m$$



ب – در صورتیکه در محل اتصالی مقاومت R_S وجود داشته باشد .

$R_1' < R_2'$



ابتدا مقاومت واقعی سیم (R) را با استفاده از رابطه مقاومت بدست می آوریم .

$$R = \frac{L}{\kappa \times A}$$

سپس با استفاده از رابطه روبرو مقدار مقاومت محل اتصال کوتاه را بدست می آوریم .

$$R_S = \frac{R_1' + R_2' - 2R}{2}$$

با توجه به مقادیر بدست آمده مقادیر مقاومتهائی که فقط متناسب با طول کابل می باشند را بدست می آوریم .

$$R_1 = R_1' - R_S$$

$$R_2 = R_2' - R_S$$

در نهایت با استفاده از قوانین پل های اندازه گیری می توان نوشت :

$$L_X = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times L$$

مثال: پس از بررسی کابل اتصال کوتاه شده مسی به سطح مقطع ۱۶ میلیمتر مربع ، مقاوت دو سیم اتصال کوتاه شده در هر دو طرف کابل را با اهم متر اندازه گیری کرده ایم مقدار یکی ۳۴۴ اهم و دیگری ۳۴۶ اهم ، اگر طول کل کابل ۱۵۰۰ متر فرض شده باشد محل دقیق عیب کجا می باشد؟

$R_1' = 344\ \Omega$

$R_2' = 346\ \Omega$

$L = 1500 m$

$$R = \frac{L}{\kappa \times A} = \frac{1500}{56 \times 16} = 1/67\ \Omega$$

$$R_S = \frac{R_1' + R_2' - 2R}{2} = \frac{344 + 346 - (2 \times 1/67)}{2} = 343/33\ \Omega$$

$$R_1 = R_1' - R_S = 344 - 343/33 = 0/67\ \Omega$$

$$R_2 = R_2' - R_S = 346 - 343/33 = 2.67\ \Omega$$

$$L_X = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times L$$

$$L_X = \frac{0/67}{0/67 + 2/67} \times 1500 = 300/9\ m$$

تمرین

۱- پس از بررسی کابل اتصال کوتاه شده مسی به سطح مقطع ٤ میلیمتر مربع ، مقاوت دو سیم اتصال کوتاه شده در هر دو طرف کابل را با اهم متر اندازه گیری کرده ایم مقدار یکی ۱۲۰ اهم و دیگری ۱۲۱ اهم ، اگر طول کل کابل ۲۰۰ متر فرض شده باشد محل دقیق عیب کجا می باشد؟

۲-پس از بررسی کابل اتصال کوتاه شده ، مقاوت دو سیم اتصال کوتاه شده در هر دو طرف کابل را با اهم متر اندازه گیری کرده ایم مقدار یکی ۰/۲ اهم و دیگری ۱/۱ اهم اگر طول کل کابل ۲۰۰ متر فرض شده باشد محل دقیق عیب کجا می باشد؟

۲- تعیین محل اتصال کابل به زمین

انواع روشهای مقایسه ای

الف – روش مقایسه ای افت ولتاژ

ب – روش دو نقطه ای (روش هاین سل مان)

ج – روش اندازه گیری سه نقطه ای (روش گراف)

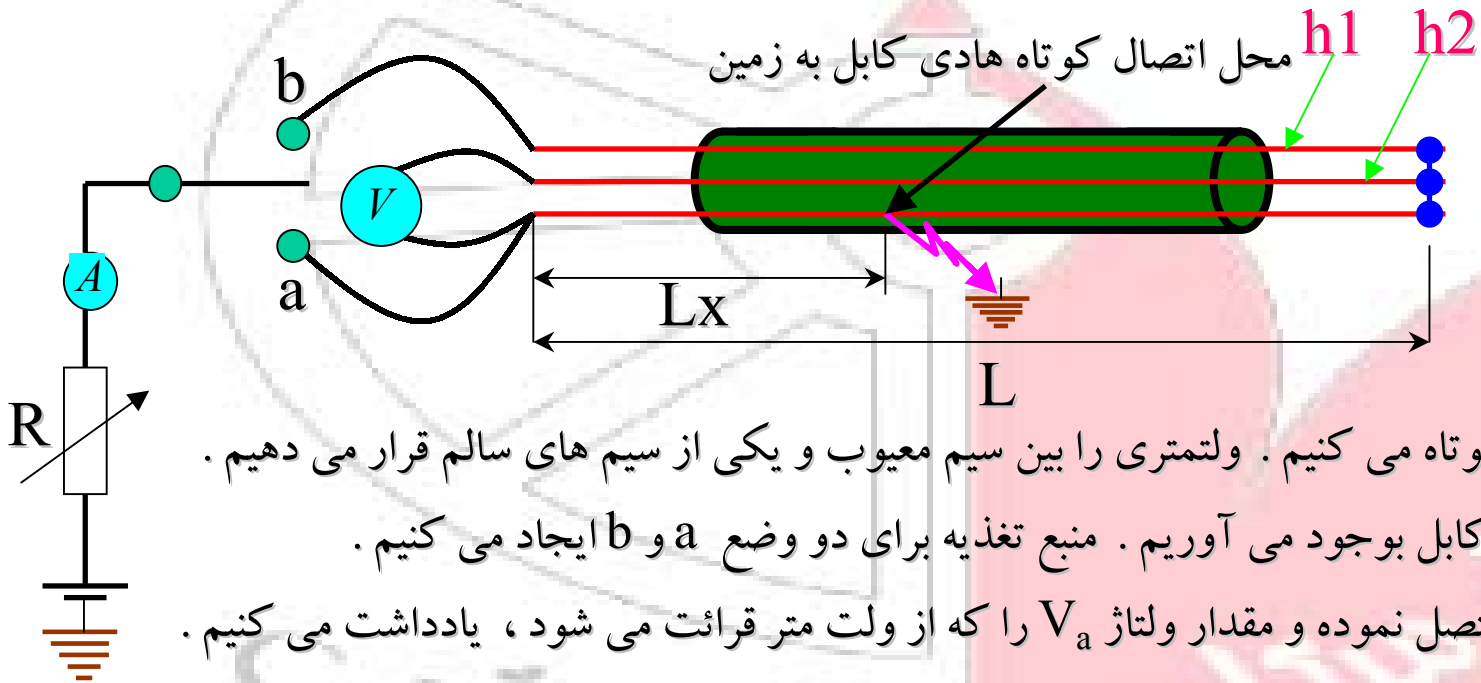
د- روش ساختن پل اندازه گیری (روش مورای)

ه – روش جهت جریان (روش وورم باخ)

و – اندازه گیری به طریقه پل فشار قوی

الف – روش مقایسه ای افت ولتاژ

در صورتیکه دو سیم کمکی h_1 و h_2 در کابل موجود باشد ، می توان مدار زیر را ایجاد نمود .



$V_a \langle V_b$

انتهای کابل را اتصال کوتاه می کنیم . ولتمتری را بین سیم معیوب و یکی از سیم های سالم قرار می دهیم .

وضعیت a و b را برای کابل بوجود می آوریم . منبع تغذیه برای دو وضع a و b ایجاد می کنیم .

منبع تغذیه را به سر a متصل نموده و مقدار ولتاژ V_a را که از ولت متر قرائت می شود ، یادداشت می کنیم .

منبع تغذیه را به سر b متصل نموده و مقدار ولتاژ V_b را که از ولت متر قرائت می شود ، یادداشت می کنیم .

توجه : باید در هر دو حالت با تنظیم مقدار مقاومت متغییر R جریان نشان داده شده توسط آمپر متر یکسان باشد .

سرانجام از رابطه روبرو برای پیدا کردن نقطه معیوب استفاده می کنیم .

$$L_X = \frac{V_a}{V_a + V_b} \times L$$

مثال : در تعیین محل عیب اتصال به زمین به روش مقایسه ای افت ولتاژ اگر طول کابل ۸۰۰ متر و با ثابت نگه داشتن جریان آمپرمتر ، ولتمتر در یک حالت ۱۵ ولت و در حالت دیگر ۸۵ ولت را نشان دهد ، نقطه عیب در کجا واقع شده است ؟

$V_a = 15\ V$

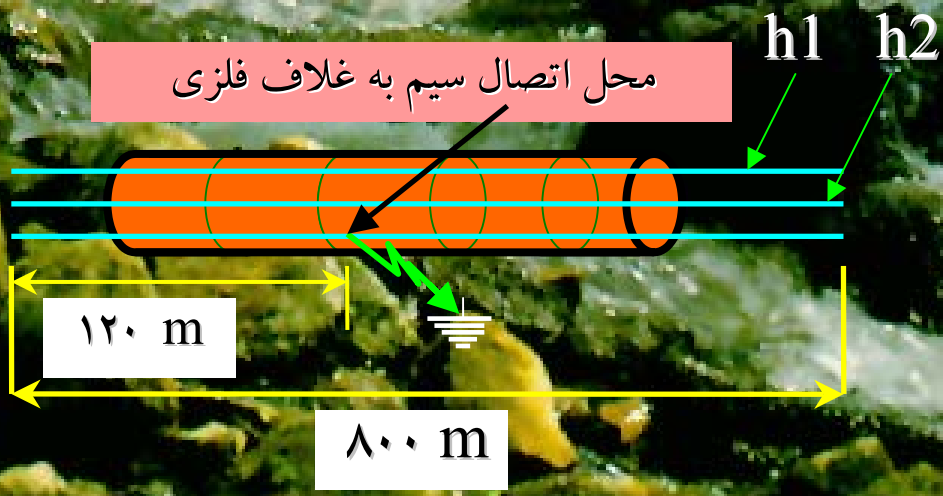
$V_b = 85\ V$

$L = 800\ m$

مطابق با رابطه داریم :

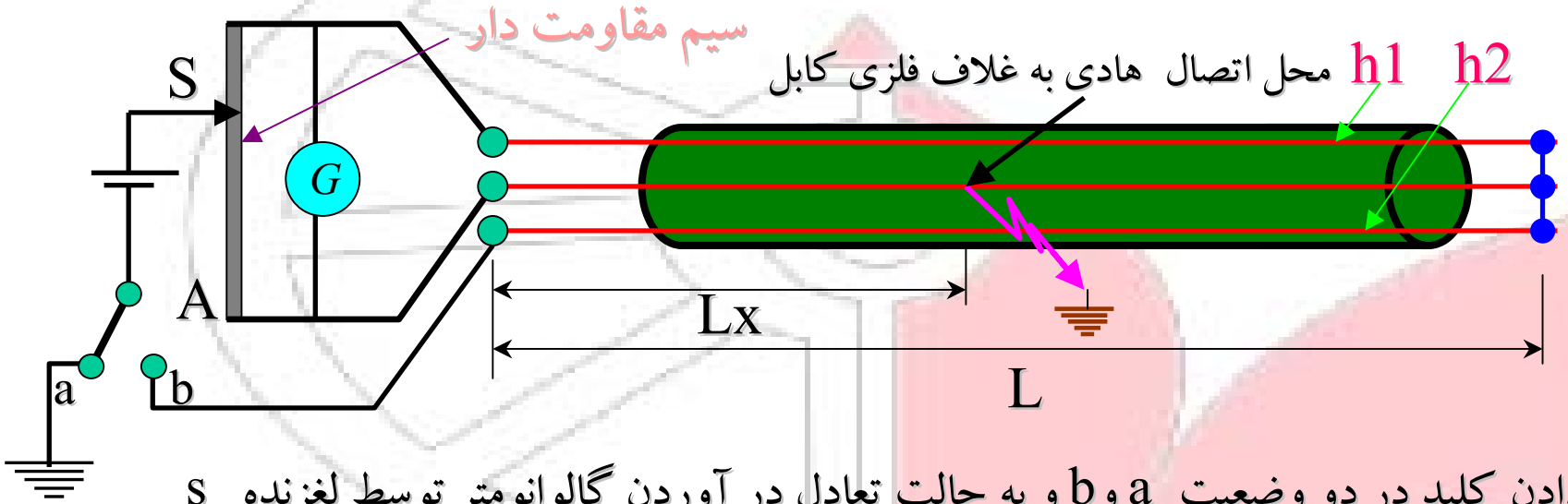
$$L_X = \frac{V_a}{V_a + V_b} \times L$$

$$L_X = \frac{15}{15 + 85} \times 800 = 120\ m$$



ب – روش دو نقطه ای (روش هاین سل مان)

در صورت موجود بودن دو هادی سالم در کابل ، می توان مدار آزمایش زیر را اجرا نمود.



با قراردادن کلید در دو وضعیت a و b و به حالت تعادل در آوردن گالوانومتر توسط لغزنده s در هر یک از حالتها ، فاصله محل عیب را از ابتدای کابل می توان از رابطه زیر بدست آورد :

$$L_X = \frac{l_a}{l_b} \times L$$

L_a ← طول سیم مقاومت دار مابین لغزنده S و محل اتصال A در حالتی که کلید در وضعیت a و پل در حالت تعادل باشد .

L_b ← طول سیم مقاومت دار مابین لغزنده S و محل اتصال A در حالتی که کلید در وضعیت b و پل در حالت تعادل باشد .

مثال : در تعیین محل عیب اتصال به زمین به روش هاین سل مان ، اگر طول کابل ۴۷۰ متر و با تثبیت گالوانومتر در حالت تعادل در دو وضعیت **a** و **b** ، نتایج زیر حاصل گردید :

در وضعیت **a** فاصله لغزنده **S** تا سیم محل اتصال ۲ سانتی متر

در وضعیت **b** فاصله لغزنده **S** تا سیم محل اتصال ۳ سانتی متر

فاصله محل عیب تا دستگاه اندازه گیری چقدر می باشد ؟

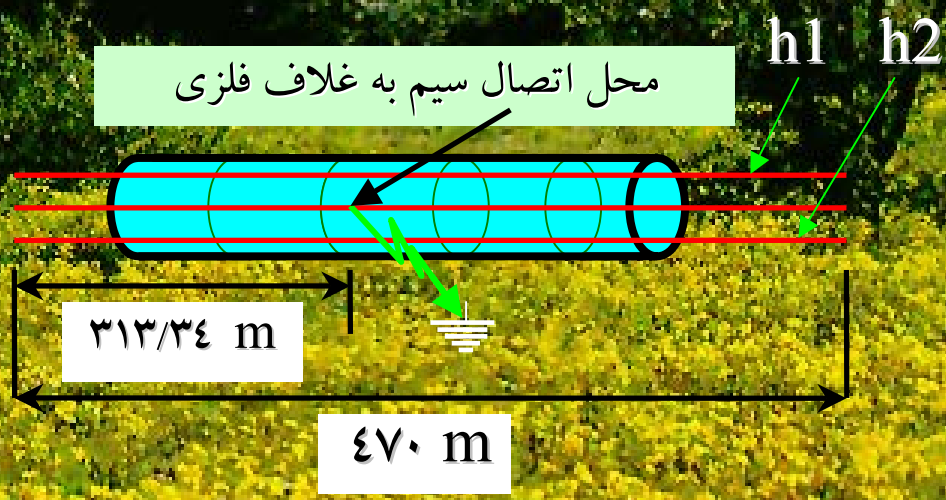
$L_a = 2\ cm$

$L_b = 3\ cm$

$L = 470m$

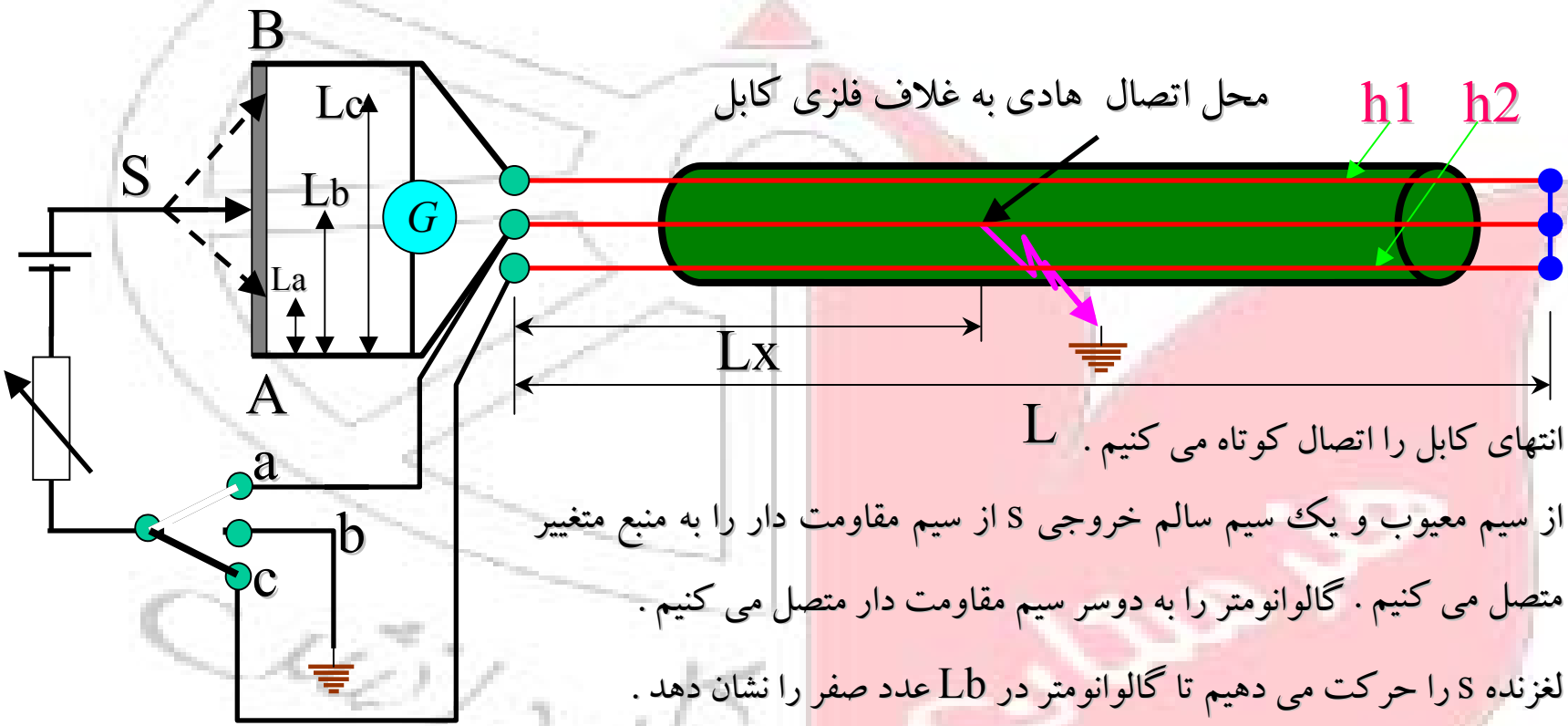
$$L_X = \frac{l_a}{l_b} \times L$$

$$L_X = \frac{2}{3} \times 470 = 313\ /\ 34\ m$$



ج - روش اندازه گیری سه نقطه ای (روش گراف)

در صورت موجود بودن دو هادی سالم h1 و h2 در کابل ، می توان مدار آزمایش زیر را اجرا نمود.



انتهای کابل را اتصال کوتاه می کنیم .

از سیم معیوب و یک سیم سالم خروجی s از سیم مقاومت دار را به منبع متغییر متصل می کنیم . گالوانومتر را به دوسر سیم مقاومت دار متصل می کنیم .

لغزنده s را حرکت می دهیم تا گالوانومتر در Lb عدد صفر را نشان دهد .

از سیم معیوب یک اتصال برای برای کلید سه حالته برقرار می کنیم و حرف a را برای آن انتخاب می کنیم .

کلید سه حالته را در وضعیت a قرار می دهیم ، تیغه لغزنده s را حرکت می دهیم تا در طول La گالوانومتر عدد صفر را نشان دهد .

از سیم سالم دیگر کابل یک اتصال برای وضعیت c کلید سه حالته برقرار می کنیم .

کلید سه حالته را در وضعیت c قرار می دهیم ، تیغه لغزنده s را حرکت می دهیم تا در طول Lc گالوانومتر عدد صفر را نشان دهد .

در نتیجه خواهیم داشت :

$$L_X = \frac{l_b - l_a}{l_c - l_a} \times L$$

مثال : در تعیین محل عیب اتصال به زمین به روش گراف ، اگر طول کابل ۹۸۵ متر و با تثبیت گالوانومتر در حالت تعادل در سه وضعیت **a** و **b** و **c** ، نتایج زیر حاصل گردید :

در وضعیت **a** فاصله لغزنده **S** تا سیم محل اتصال ۰/۷ سانتی متر

در وضعیت **b** فاصله لغزنده **S** تا سیم محل اتصال ۱/۱۵ سانتی متر

در وضعیت **c** فاصله لغزنده **S** تا سیم محل اتصال ۱/۶۷ سانتی متر

فاصله محل عیب تا دستگاه اندازه گیری چقدر می باشد ؟

$L_a = 0/7\ cm$

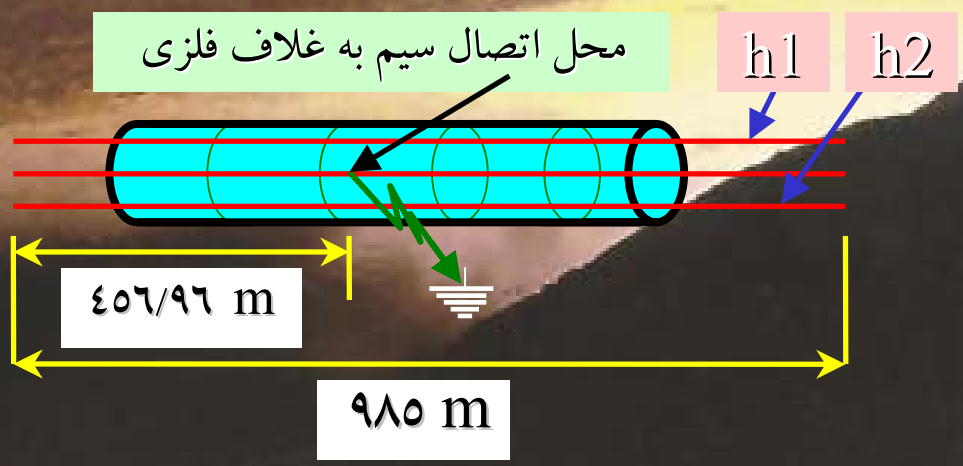
$L_b = 1/15\ cm$

$L_c = 1/67\ cm$

$L = 985\ \ m$

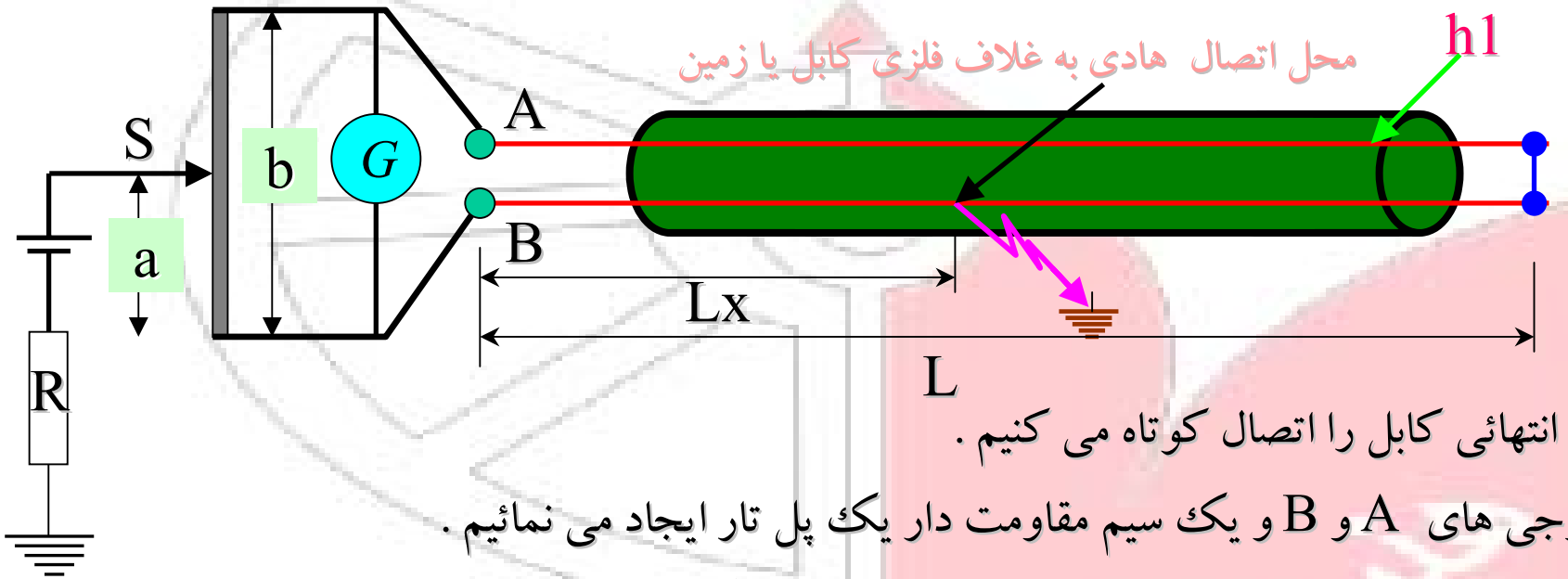
$$L_X = \frac{l_b - l_a}{l_c - l_a} \times L$$

$$L_X = \frac{1/15 - 0/7}{1/67 - 0/7} \times 985 = 456/96\ m$$



د- روش ساختن پل اندازه گیری (روش مورای)

در صورت موجود بودن تنها یک هادی سالم h_1 در کابل ، می توان مدار آزمایش زیر را اجرا نمود.



دوسر انتهائی کابل را اتصال کوتاه می کنیم .

با خروجی های A و B و یک سیم مقاومت دار یک پل تار ایجاد می نمائیم .

تیغه لغزنده S را روی سیم مقاومت دار حرکت می دهیم تا گالوانو متر عدد صفر را نمایش دهد .

در این آزمایش باید اتصالات بین کابل و پل های اندازه گیری بسیار ناچیز باشد ، در غیر اینصورت خطا بسیار زیاد خواهد بود .

با استفاده از روابط پل تار داریم :

$$L_X = 2l \times \frac{a}{b}$$

اگر دو سیم مشابه هم نبودند باید با محاسبه طولی از سیم سالم به نام L1 را محاسبه نموده و رابطه را به فرم روبرو در آورد .

$$L_X = (l_1 + l) \times \frac{a}{b}$$

مثال : در تعیین محل عیب اتصال به زمین به روش مورای ، اگر طول کابل ۴۵۰ متر و با تثبیت گالوانومتر در حالت تعادل در وضعیت **a=1/54 cm** قرار دارد .

طول کل سیم مقاومت دار ۳/۵ سانتیمتر می باشد .

فاصله محل عیب تا دستگاه اندازه گیری چقدر می باشد ؟

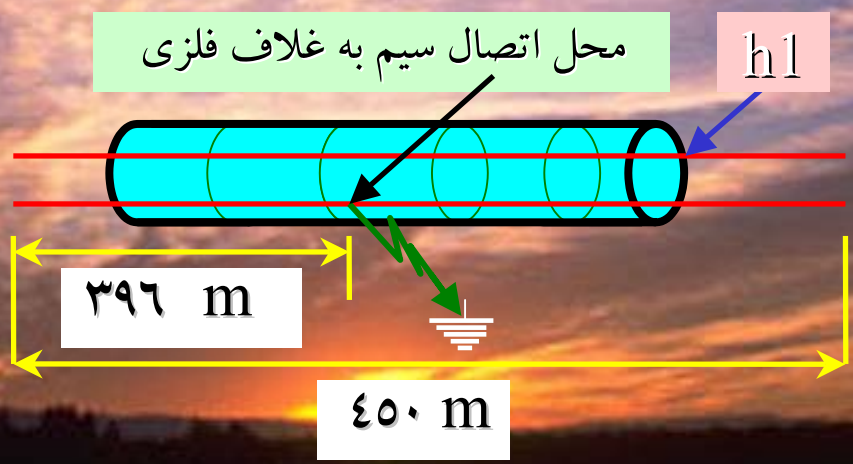
$a = 1/54\ cm$

$b = 3/5\ cm$

$L = 450\ m$

$$L_X = 2l \times \frac{a}{b}$$

$$L_X = 2 \times 450 \times \frac{1/54}{3/5} = 396 \quad m$$

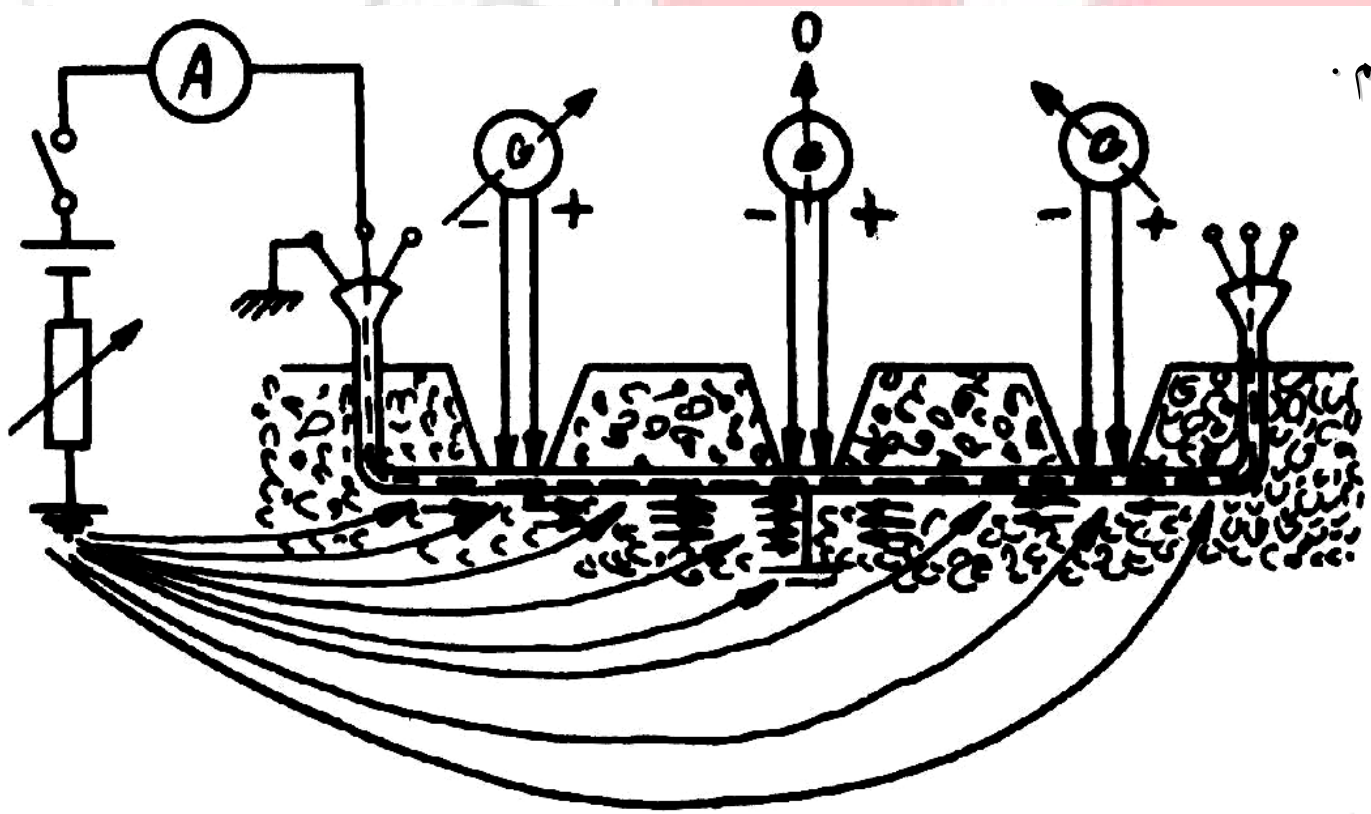


هـ - روش جهت جریان (روش وورم باخ)

در صورتیکه در کابل هادی سالمی وجود نداشته باشد ، و محل عیب نیز دارای مقاومت کمـی باشد ، از این روش استفاده می شود .

بدین منظور باید روی کابل را در چندین نقطه که از آزمایشات دیگر بصورت تـقریبی بـــدست آمده ، خاکبرداری کنیم ، بطوریکه کابل نمایان گردد.

سپس یک سر باطری (مثلاً ۱۲ ولتی) را مطابق شکل زیر به هادی معیوب و سـر دیگر آنرا به زمین وصل می نمائیم .



دو سر گالوانومتر حساس را که صفر آن در وسط صفحه مندرج می باشد ، در نقاط خاکبرداری شده به روکش فلزی کابل تماس می دهیم (فاصله دو سر گالوانومتر از یکدیگر بسته به حساسیت آن می تواند حدود ۲۰ سانتی متر تا یک متر باشد) .

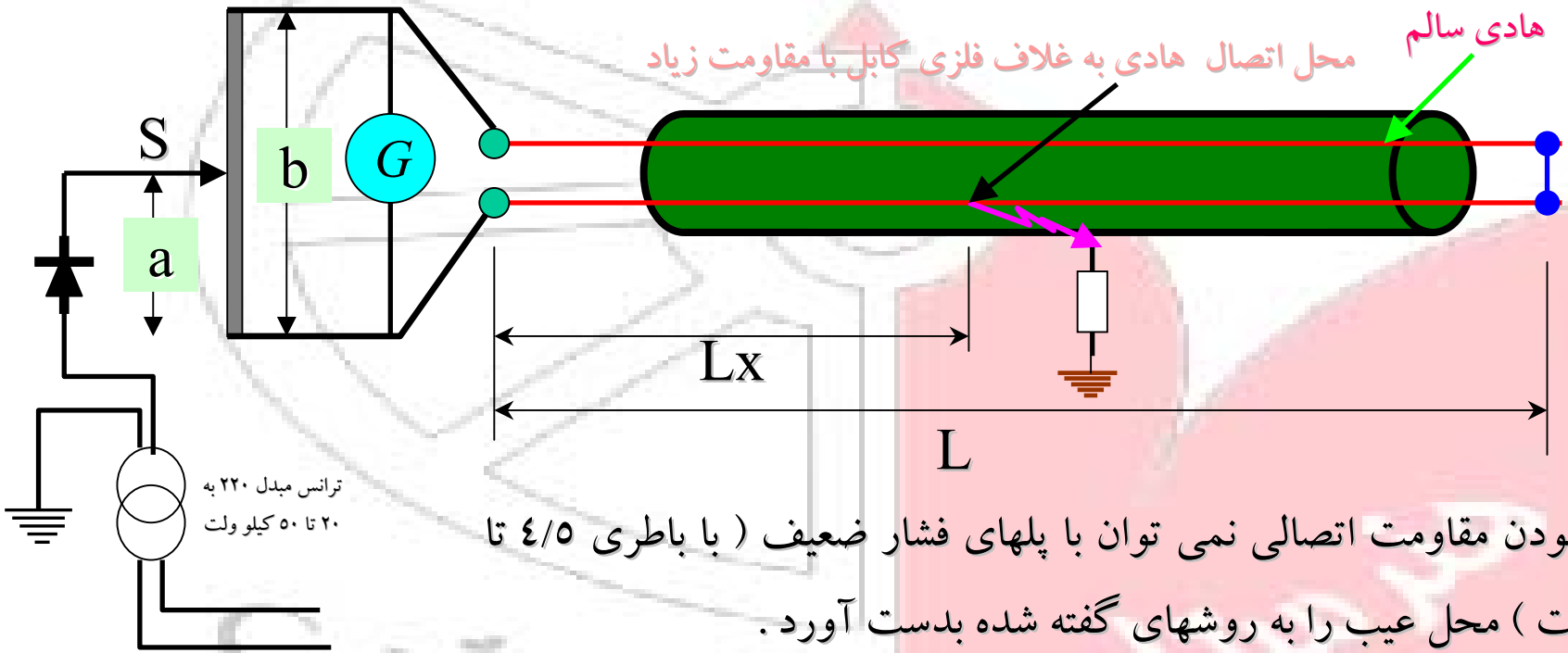
در اینصورت عقربه گالوانومتر به سمت چپ یا راست منحرف می شود . با تغییر مکان گالوانومتر به محل خاکبرداری شده دیگر ، اگر انحراف عقربه گالوانومتر در جهت عکس باشد ، نشانه آنست که نقطه معیوب در فاصله بین دو محل آزمایش می باشد .

بدین ترتیب محدوده ای که قسمت معیوب کابل در آن واقع است مشخص می شود و با جستجوهای بعدی محلی را پیدا می کنیم که عقربه گالوانومتر هیچ انحرافی نداشته باشد . در اینصورت نقطه معیوب در وسط دو اتصالی گالوانومتر به روکش فلزی کابل قرار خواهد داشت .

در حین آزمایش باید برای تشخیص اثرات جریانهای خارجی (غیر از جریان باطری) ، توسط کلید ، باطری را قطع و وصل کنیم . علاوه بر آن ، ترمینالهای ورودی گالوانومتر (مثبت و منفی) نیز باید همیشه مطابق شکل در یک جهت قرار گیرند .

و – اندازه گیری به طریقه پل فشار قوی

اگر در نقطه معیوب ، مقاومت اتصالی خیلی زیاد باشد (بالاتر از ۵۰ کیلو اهم) ازپل فشار قوی استفاده می کنیم .



با بالا بودن مقاومت اتصالی نمی توان با پلهای فشار ضعیف (با باطری ٤/٥ تا ۱۰۰ ولت) محل عیب را به روشهای گفته شده بدست آورد .

در این روش با تبدیل برق ۲۲۰ به ۲۰ تا ۵۰ کیلو ولت آزمایش پل مورای را انجام می دهیم .

به علت بالا بودن ولتاژ آزمایش ، رعایت نکات حفاظتی الزامی می باشد .

و در نهایت خواهیم داشت :

$$L_X = 2l \times \frac{a}{b}$$

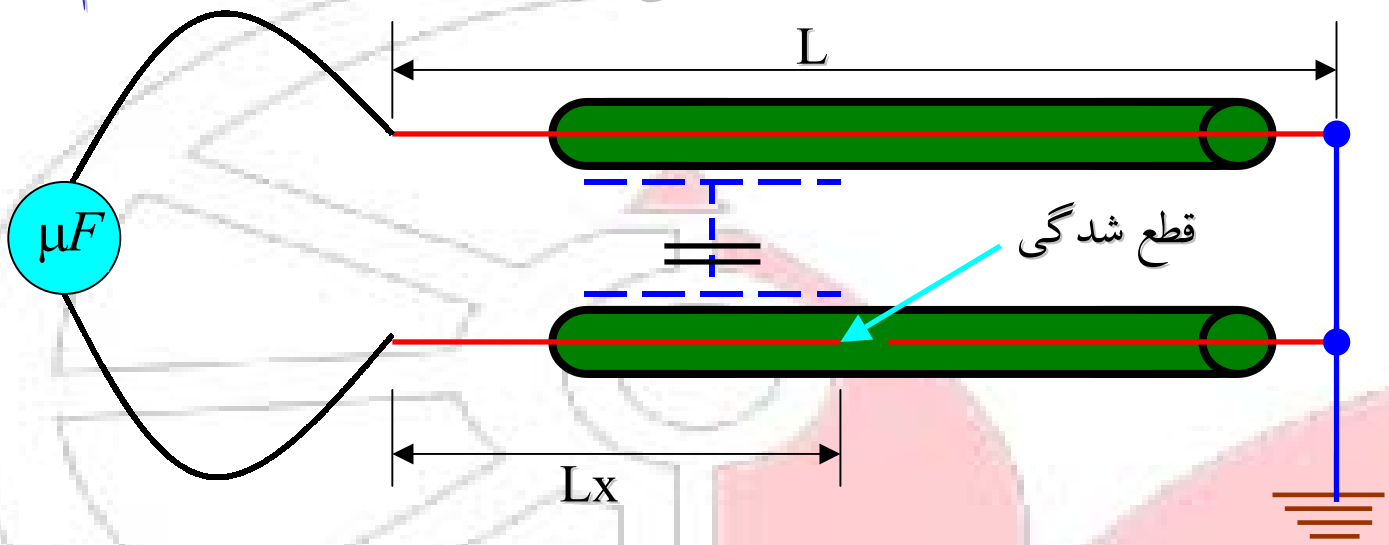
۳- تشخیص محل قطع شدگی

الف – با اندازه گیری ظرفیت خازنی بین رشته معیوب و رشته سالم

ب – با استفاده از منبع جریان متناوب با فرکانس صوتی و گوشی کریستالی

تشخیص محل قطع شدگی

الف – با اندازه گیری ظرفیت خازنی بین رشته معیوب و رشته سالم



با اندازه گیری دقیق ظرفیت خازنی بین رشته معیوب و یک رشته سالم دیگر از ابتدا و انتهای کابل و مقایسه آنها ، می توان فاصله محل معیوب را بدست آورد .

در هر بار آزمایش از هر طرف باید طرف دیگر کابل هادی ها به یکدیگر ، به غلاف فلزی کابل و در نهایت همگی به زمین وصل شوند ، تا ظرفیت خازنی بین آنها اثری در انجام آزمایش نداشته باشد .

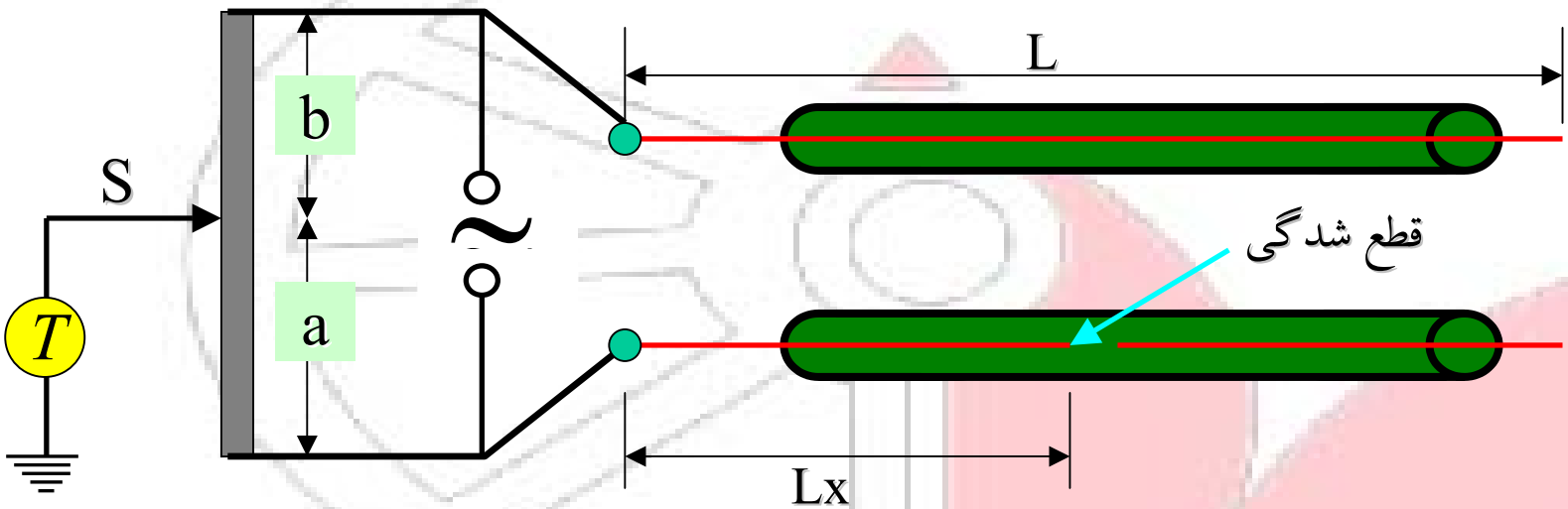
و در نهایت خواهیم داشت :

$$L_X = \frac{Cx}{Cx + Cy} L$$

C_x ← ظرفیت اندازه گیری شده از ابتدای کابل

C_y ← ظرفیت اندازه گیری شده از انتهای کابل

ب – با استفاده از منبع جریان متناوب با فرکانس صوتی و گوشی کریستالی



می توان با ایجاد مدار فوق و استفاده از یک گوشی کریستالی (T) ویا هر دستگاه نشان دهنده صـــــفر (جریان متناوب) محل قطع شدگی را پیدا نمود .

با تغییر لغزنده S بر روی سیم مقاومت دار ، باید حالتی را جستجو نمود که صدای گوشی قطع شده و یا به حداقل خود برسد ، در این صورت می توان محل عیب را از رابطه زیر بدست آورد :

$$L_X = 2L \times \frac{b}{a+b}$$

جدول راهنمای عیب یابی با استفاده از پل های اندازه گیری

نوع عیب کابل	روش مناسب
۱ـ هادی قطع شدگی نداشته وبین دو رشته اتصال کوتاه شده است	
الف: اتصال کوتاه کامل (در محل اتصال مقاومت صفراست).	اندازه گیری مقاومت توسط پل
ب: اتصال کوتاه ناقص (محل اتصالی دارای مقاومت می باشد).	اندازه گیری مقاومت توسط پل
۲ـ هادی قطع شدگی نداشته وبه زمین اتصال دارد (مقاومت محل اتصال صفر تا حدود ۵۰ کیلواهم)	
الف: دوسیم سالم درکابل موجود باشد	روش مقایسه افت ولتاژ ـ روش اندازه گیری دو نقطه ای، روش اندازه گیری سه نقطه ای (روش گراف Graf)
ب: یك سیم سالم مشابه سیم معیوب درکابل موجود باشد	اندازه گیری به طریقه پل (روش مورای Murray)
ج: سیم سالم، مشابه سیم اصلی نباشد.	اندازه گیری به طریقه پل وتبدیل هادی کمکی به هادی دیگری که دارای سطح مقطع هادی معیوب و مقاومت سیم کمکی باشد (از طریق محاسبه)
د: هیچگونه سیم سالمی درکابل موجودنبوده ومقاومت خطا حداکثر تا ۱۰۰ اهم باشد.	روش جهت جریان (روش وورم باخ Wurmbach)
ه: مقاومت محل اتصال بیشتر از ۵۰ کیلواهم باشد.	اندازه گیری به طریقه فشار قوی ـ پایین آوردن مقاومت محل اتصالی با ایجاد جرقه توسط دستگاه کابل سوز و اندازه گیری به طریقه پل فشار ضعیف.
۳ـ سیم درمحل عیب قطع شده است	
الف: سیم علاوه برقطع شدگی دارای اتصال زمین نیز می باشد.	روش جهت جریان (روش وورم باخ Wurmbach)
ب: هادیها دارای اتصال کوتاه یا اتصال زمین نیستند.	روش پلهای اندازه گیری جریان متناوب ـ روش مقایسه ظرفیت خازنی کابل.

روش مدرن : رفکتور و ارسال پالس ضربه ای

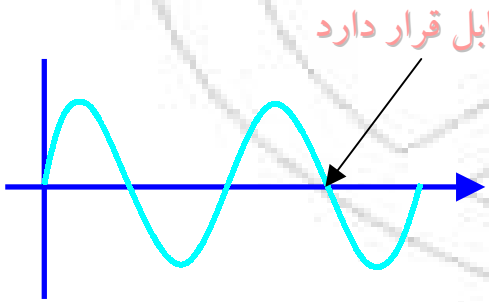
۱- پیدا کردن مسیر کابل کشی :

دستگاه مبدل فرکانسی را به یک سیم سالم از کابل متصل میکنیم و سیم دیگر را زمین قرارمی دهیم.

مقاومت هادی ، اثر خازنی کابل با زمین ، خاصیت سلفی سیم با فرکانس دستگاه مدار رزونانس ایجاد می شود.

این رزونانس با محوریت کابل ایجاد میشود ، پس اگر روی مسیر کابل قرار داشته باشیم فرکانسی دریافت نخواهیم کرد .

برای دریافت این فرکانس از گوشی و سه پایه استفاده می کنیم .



مراحل انجام کار :

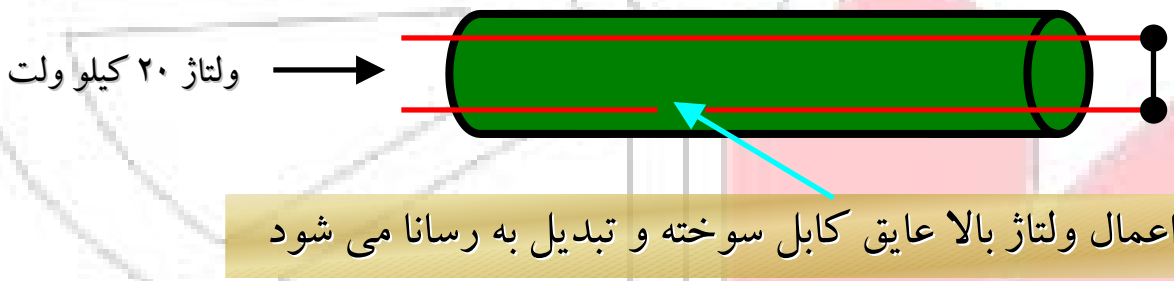
۱- ابتدا و انتهای کابل را از مدار و شبکه جدا می کنیم .

۲- با سه پایه و گوشی روی مسیر کابل (گوشی کمترین صدا را دارد) حرکت نموده و مسیر را خط کشی می نمائیم تا طول و محدوده کابل مشخص شود .

۳- با تنظیم سه پایه می توان عمق کابل را نیز بدست آورد .

۲- از بین بردن مقاومت محل اتصال

با اعمال ولتاژ بالا که از یک مبدل ولتاژ فشار قوی استفاده می شود ، اگر محل عیب (اتصال کوتاه ، اتصال به زمین و یا حتی قطع شدگی) دارای مقاومت باشد ، مقاومت آن از بین رفته (می سوزد) تا مقاومت آن بین صفر تا ۵۰ اهم برسد .

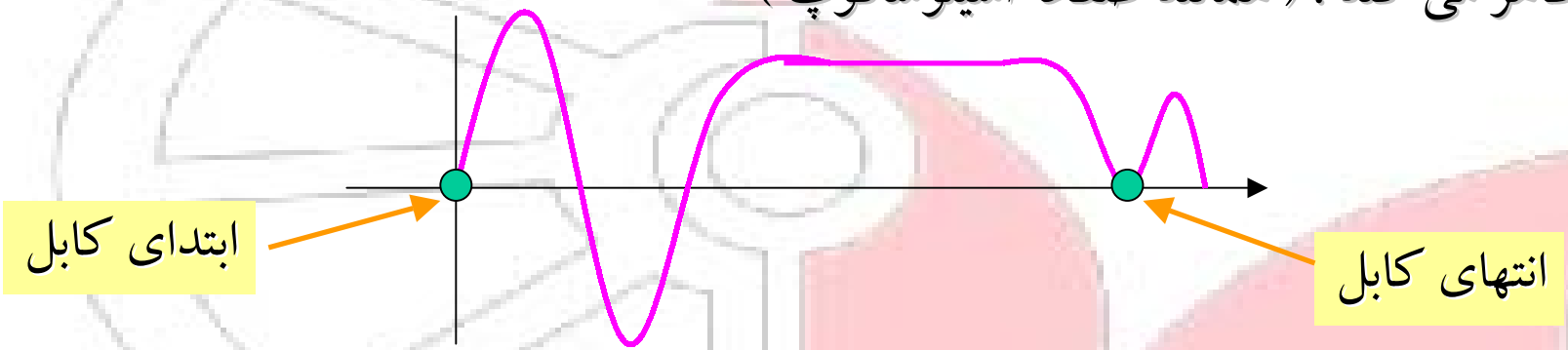


محل اتصال هادی به غلاف فلزی کابل که دارای مقاومت زیاد می باشد در اثر ولتاژ زیاد مقاومت آن سوخته و بسیار پائین می آید

دستگاه کابل سوز بر اساس خاصیت عایقی کابل اعمال ولتاژ می نماید ، یعنی اگر عایق کابل تحمل ولتاژ ۲۰ کیلو ولت را نداشته باشد ، آلارم اتصال کوتاه روشن شده و اعمال ولتاژ به کابل صورت نمی پذیرد .

۳- دستگاه عیب یاب کابل یا رفکتور

این دستگاه با اعمال سیگنال به کابل و دریافت آن یک شکل موج به فرم زیر بر روی صفحه مانیتور خود ظاهر می کند . (همانند صفحه اسیلوسکوپ)



در این شکل موج نقطه شروع بلندترین برآمدگی مشخص کننده ابتدای کابل می باشد .

و در این شکل موج نقطه شروع کوتاه ترین برآمدگی مشخص کننده انتهای کابل می باشد.

رفکتور دارای یک صفحه نمایش دهنده عدد به صورت دیجیتال نیز می باشد

قبل از اتصال رفکتور باید:

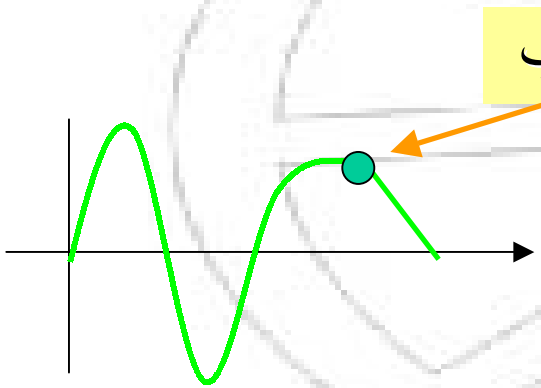
۱- مطمئن باشیم انتهای کابل باز است.

۲- مقاومت محل عیب از بین رفته است.

۳- رفکتور متناسب با نوع کابل (فشار قوی یا فشار ضعیف) تنظیم شده است .

با اتصال رفکتور به دو هادی کابل شکل موج دیگری بوجود می آید ، که اگر کابل سالم باشد، این شکل موج دقیقاً همان شکل موج پایه می باشد که با انتقال آن بر روی شکل موج پایه ، صفحه نمایش دهنده دیجیتالی طول کل کابل را نمایش می دهد .

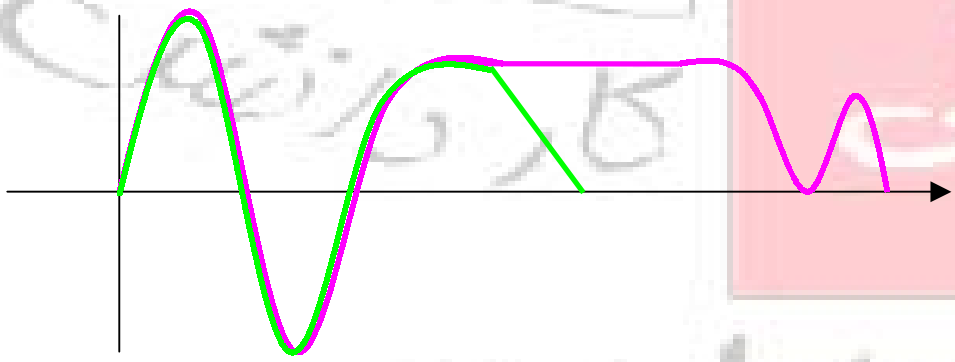
ولی اگر کابل معیوب باشد .



رفکتور شکل موج دیگری ایجادمی نماید .

نقطه شروع میرائی دراین شکل موج محل عیب می باشد.

با انتقال این موج بر روی موج پایه صفحه دیجیتال فاصله محل عیب را نشان می دهد .



140

یعنی این کابل در ۱۴۰ متری دستگاه رفکتور دارای عیب می باشد .

۳- دستگاه اعمال پالس ضربه ای dds

با اتصال هادی معیوب و یک هادی سالم به یک مبدل پالس فشار قوی و یک گیرنده می توان محل عیب را تشخیص داد .

این دستگاه بر اساس ترانس فشار قوی و شارژ و دشارژ خازن کار می کند .

این دستگاه ولتاژی در حدود ۲۰ تا ۵۰ کیلو ولت را بصورت لحظه ای به کابل ارسال می کند .

تناوب تخلیه بر روی کابل باید تنظیم شود که برای جلوگیری از تداخل امواج تخلیه ای با صدای پای عابرین زمان تخلیه روی ۳ ثانیه تنظیم می شود ، یعنی هر سه ثانیه پالسی به کابل اعمال می شود .

ولتاژ لحظه ای هر سه ثانیه یک بار در محل عیب کابل بصورت صاعقه تخلیه می شود ، که با ایجاد صدا همراه است .

با استفاده از گوشی که به یک گالوانومتر حساس متصل است و سه پایه در مسیر کابل که از قبل مشخص شده است حرکت می کنیم . هرچه به محل عیب نزدیک می شویم صدا کمتر می شود .

و عقربه به سمت صفر میل می کند . در نقطه اتصال عقربه روی عدد صفر می ایستد .و اگر در جهت مخالف از محل اتصال دور شویم عقربه در جهت مخالف حرکت می نماید .

می توان گفت روش مدرن ارسال پالس ضربه ای ، همان روش قدیمی وورم باخ می باشد که کنترل از راه دور شده است . که دیگر نیازی به خاکبرداری نمی باشد و تمامی عیوب را نیز پیدا می کند.