

الكتاب الخامس
الموصلات والكابلات

obeikandi.com

الموصلات والكابلات

٥ / ١ - الكابلات Wiring Cables

فى هذا الباب سوف نركز على الكابلات المستخدمة فى الجهود التى لا تتعدى 1KV والمستخدمه فى التركيبات الكهربيه والتى يطلق عليها Wiring Cables . ويمكن تقسيم الكابلات بصفة عامة إلى :

١ - كابلات أحادية القلب وتسمى موصلات Conductors .

٢ - كابلات متعددة القلوب Multi Core Cables .

وتتكون كابلات الجهود المنخفضة التى تعمل عند جهود أقل من 1KV من :

١ - قلب معدنى Core وهو المسئول عن حمل التيار الكهربى ، ويكون إما مصمماً أو من شعيرات ، ويصنع من النحاس أو الألومنيوم لموصلتهما العاليه للتيار الكهربى .

٢ - العازل Insulation ويقوم بعزل القلب المعدنى من الوسط المحيط بالكابل ، ويصنع العازل من أحد المواد العازلة . وهناك العديد من المواد العازلة المستخدمة مع كابلات الجهد المنخفض أهمها المواد البوليمرية Polymeric material .

٣ - الفرشة والغلاف المعدنى والتدريع .

٥ / ١ / ١ - القلوب المعدنية

إن أهم المعادن فى صناعة القلوب هى النحاس والألومنيوم .

أولاً: القلوب النحاسية

تستخدم القلوب النحاسية كقلب مصمت حتى مساحة مقطع 16mm^2 ، وعادة يكون النحاس المستخدم فى هذه الحالة من النوع المخمر حتى يكون طرياً ، أما مساحات المقاطع الأكبر من 16mm^2 فعادة تكون القلوب النحاسية مكونة من مجموعة من شعيرات النحاس المجدولة معاً فوق بعضها فى طبقات . والغرض من

جدل موصلات النحاس هو إعطاؤها المرونة اللازمة للثنى، وكذلك زيادة قطر الموصل للاستفادة من ظاهرة القشرة الخارجية Skin effect للتيار المتردد، وهو مرور التيار المتردد في القشرة الخارجية من القلب.

والجدير بالذكر أن المقاومة النوعية للنحاس المخرم عند 20°C هي $1.724 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ والمقاومة النوعية للنحاس المصلد عند 20°C هي $1.777 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$.

ثانياً: قلوب الألومنيوم

يمتاز الألومنيوم عن النحاس في خفة الوزن ورخص الثمن؛ ولكن يعاب عليه مقاومته النوعية المرتفعة نسبياً عن النحاس، فمثلاً: المقاومة النوعية للألومنيوم الطرى عند 20°C هي $2.803 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ الأمر الذي يلزم زيادة قطر قلوب الألومنيوم عن قلوب النحاس والتي لها نفس السعة التيارية.

وتتوفر قلوب ألومنيوم مصممة تصل مساحتها إلى 300mm^2 في حين أن قلوب الألومنيوم المجدولة تصل إلى 1000mm^2 ، وتمتاز قلوب الألومنيوم بمقاومتها العالية للتآكل داخل الأماكن المغلقة؛ ولكن يعاب عليها تعرضها للأكسدة بفعل العوامل الجوية، وتعمل طبقة الأكسدة على حماية الألومنيوم من التآكل ولكنها في نفس الوقت تسبب مشاكل عند عمل الوصلات وأطراف التوصيل.

٥ / ١ / ٢ - العوازل

أهم العوازل المستخدمة في عزل الكابلات في التركيبات الكهربائية هي المواد البوليمرية وتنقسم هذه المواد إلى :

١ - اللدائن الحرارية Thermoplastics وهذه اللدائن تلين بالحرارة وتتصلد بالبرودة.

٢ - الجوامد الحرارية Thermosets وهذه المواد لا تلين بالحرارة حتى درجة تحللها.

أولاً: اللدائن الحرارية

أهم أنواع اللدائن الحرارية المستخدمة في صناعة الكابلات ما يلي :

١ - البولي فينيل كلورايد PVC وتعد من أكثر المواد العازلة استخداماً، وتكون على

شكل مسحوق أبيض، وتتميز هذه المادة بأنها لا تتأثر بالزيوت المعدنية والعديد من المذيبات والقلويات والأحماض، وهى مادة غير قابلة للاشتعال؛ ويعاد عليها أنها تصبح مرنة عند درجات الحرارة الأكبر من 80°C لذلك فإن الكابلات المعزولة بمادة PVC يجب منع ارتفاع درجة حرارتها عن 70°C .

ب - البولى إيثيلين PE وله خواص كهربية أقل من PVC ويستخدم كعازل على نطاق ضيق، وهو يستخدم لعمل طبقة حماية الكابل، ويوجد منه نوعان الأول، منخفض الكثافة وأعلى درجة حرارة يتحملها 70°C والثانى: على الكثافة وأعلى درجة حرارة يتحملها 115°C .

ثانياً: الجوامد الحرارية

أهم أنواع الجوامد الحرارية المستخدمة فى صناعة الكابلات ما يلى:

أ - المطاط Rubber: وهناك نوعان من المطاط: مطاط طبيعى مستخرج من الأشجار ويستخدم على نطاق ضيق في العزل لأن أقصى درجة حرارة تشغيل له 60°C ، ومطاط صناعى يسمى بمطاط البوتيل Butyl ويتميز بمقاومته للزيوت والشحوم، لذلك تصنع منه عوازل كابلات السفن وإن كان هذا المطاط لا يستخدم فى صورته النقية؛ حيث يضاف عليه بعض الإضافات للتحسين من خواصه مثل: مطاط الإيثيلين بروبيلين EPR والذى له خواص كهربية جيدة عدا أنه قابل للاشتعال، لذلك تحتاج الكابلات ذات عوازل مطاط الإيثيلين بروبيلين لحماية خارجية وتصل درجة الحرارة القصوى لمطاط EPR لدرجة 90°C .

ب - البولى إيثيلين التشابكى XLPE: وتعد هذه المادة من أشهر الجوامد الحرارية المستخدمة في عوازل الكابلات، ويتحمل XLPE درجات حرارة تصل إلى 90°C كما أنه يتحمل درجات الحرارة التى تنتج عند القصر والتى تصل إلى 250°C لفترة زمنية قصيرة.

وعادة يستخدم XLPE كعازل للكابلات التى تعمل عند الجهود التى تزيد عن 66KV إلا إنه يستخدم أيضا كعازل للكابلات التى تعمل عند الجهود الأقل من 1KV وبالطبع هذا يؤدى لزيادة سعر الكابل؛ إلا إنه مفيد جداً في بعض

الاستخدامات. ويعاب على عوازل XLPE قساوتها الأمر الذى يؤدي لصعوبة ثنيها وتداولها في المسارات الضيقة.

٥ / ١ / ٣ - الفرشة والغلاف المعدنى والتدريع

أولاً: الفرشة

تقوم الفرشة بإعطاء الكابل الشكل المستدير وهى تصنع من مواد عازلة مثل PVC, PE, EPR، وتحيط الفرشة طبقه العزل للكابل.

ثانياً: الغلاف المعدنى

عادة يستخدم الغلاف المعدنى مع الكابلات التى تعمل عند جهود أعلى من 1KV وهو يعمل على حمل تيار الخطأ الأرضى للكابل أثناء حدوث خطأ أرضى، ويصنع الغلاف المعدنى عادة من الرصاص، ويحيط الغلاف المعدنى طبقة الفرشة للكابل.

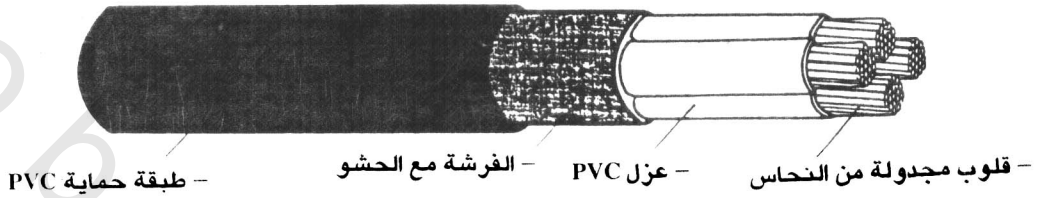
ثالثاً: التدريع

توضع طبقة تدريع علي الكابلات لتوفير الحماية الميكانيكية للكابل، إلى جانب ذلك فإنها تحمل تيارات الخطأ تماماً مثل الغلاف المعدنى، وهى تصنع من شرائط من الصلب الطرى بسمك (0.5 : 0.8mm) أو أسلاك من الصلب المجلفن.

٥ / ١ / ٤ - طبقة الحماية الخارجية

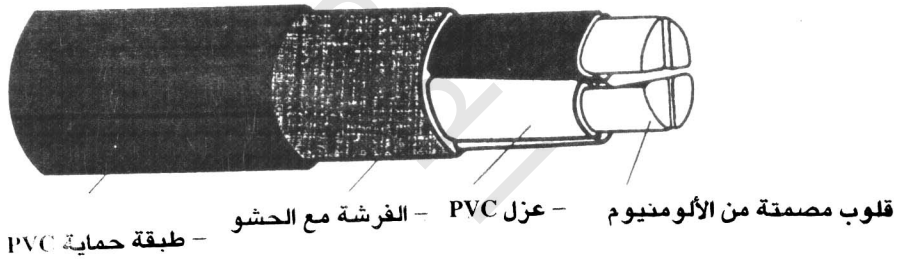
تستخدم طبقة الحماية الخارجية لحماية عوازل الكابلات من عوامل البيئة الخارجية، وتصنع طبقة الحماية من طبقة من PVC والذى يتميز بخواص كيميائية جيدة ومقاومته للمواد العضوية الموجودة في التربة إلا أن المحاليل الهيدروكربونية تدمر عوازل PVC لذلك ينصح بتجنب تمديد كابلات PVC فى الأماكن التى يوجد بها هذه المحاليل، وعند الحاجة لمادة قاسية لطبقة الحماية الخارجية تستخدم مادة البولى ايثيلين عالية الكثافة HPDE وهى أحد أنواع اللدائن الحرارية التى تتلدن عند درجات حرارة أعلى من 115°C ويعاب على هذه المادة صلابتها التى تعوق عملية ثنيها.

والشكل (٥ - ١) يعرض نموذجاً لكابل بأربعة قلوب مجدولة ويعزل وبطبقة حماية خارجية مصنوعين من PVC



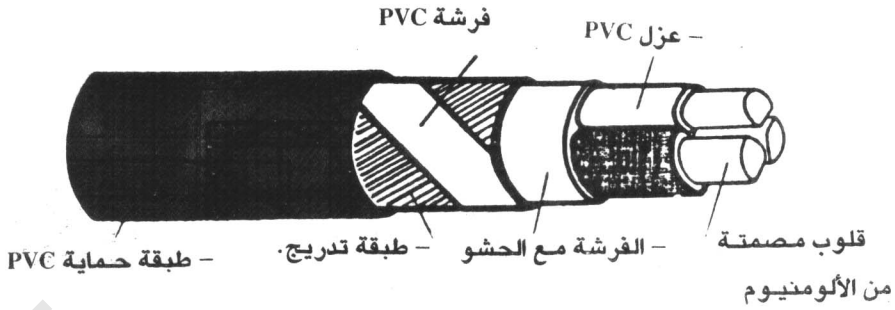
الشكل (٥ - ١)

والشكل (٥ - ٢) يعرض نموذجاً آخر لكابل بأربعة قلوب مصمتة ويعزل وبطبقة حماية خارجية مصنوعة من PVC.



الشكل ٥ - ٢

والشكل (٥ - ٣) يعرض نموذجاً آخر لكابل بثلاثة قلوب مصمتة ويعزل وبفرشة PVC، ومزود بطبقة تدريع من أسلاك من الصلب المجلفن وطبقة خدمة خارجية مصنوعة من PVC.



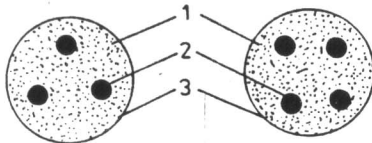
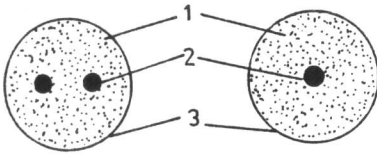
الشكل (٥ - ٣)

٥ / ٢ - الكابلات ذات العزل المعدني Mineral - Insulated

تتكون هذه الكابلات من قلوب مصمته موضوعة داخل أنبوبة من نفس معدن القلب، وتتملأ هذه الأنبوبة بأكسيد الماغنسيوم والذي يتميز بعدم تأثره بارتفاع درجة الحرارة ولا بعامل التقادم، ولكنه يتأثر تأثيراً بالغاً بالرطوبة لذلك عند تركيب الكابلات ذات العزل المعدني يجب أخذ كافة الاحتياطات لمنع وصول الرطوبة للعزل (أكسيد الماغنسيوم).

والشكل (٥ - ٤) يبين عدة قطاعات لكابلات ذات عزل معدني تعمل عند جهد 220V , 380V , 660V .

وتتميز هذه الكابلات بأنها معدة لتمديدتها على أى سطح فهي مزودة بحماية ميكانيكية كما أنها لا تتأثر بدرجات الحرارة العالية ولا بالزيوت ولكن بعض الأحماض تسبب صدأً للكابلات، كما أنه يمكن استخدام طبقة الحماية الخارجية للكابل كموصل أرضي.



الشكل (٥ - ٤)

وفيما يلي محتويات الشكل (٥ - ٤):

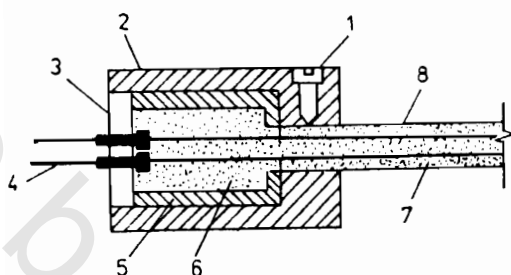
[1] أكسيد الماغنسيوم ويعتبر مادة عازلة

[2] قلب مصمت من النحاس

[3] طبقة حماية من النحاس أو الألومنيوم

والشكل (٥ - ٥) يبين طريقة عمل أطراف نهايات للكابلات المعدنية .

حيث إن :



[1] مسمار تثبيت

[2] جلاند

[3] قرص من الفايبر

[4] أطراف توصيل

[5] صندوق معزول يربط

مع نهاية الكابل

[6] مادة عازلة (أكسيد الماغنسيوم)

[7] أكسيد الماغنسيوم

[8] طبقة خارجية من النحاس أو الألومنيوم

الشكل (٥ - ٥)

٥ / ٣ - اختيار مساحة مقطع الموصلات

لاختيار مساحة مقطع الموصلات المناسبة تأخذ المتطلبات التالية بعين الاعتبار :

١ - استغلال أحسن سعة تيارية للكابل .

٢ - عدم تعدى فقد الجهد المسموح به (2.5%) .

٣ - عدم تعدى درجة حرارة الموصل المسموح بها عند القصر .

وبمجرد معرفة تيار الحمل فإنه يمكن تعيين مساحة المقطع التي تحقق المتطلب الأول، ثم بعد ذلك ينصح بعمل اختبار للتأكد من صحة تحقق المتطلب الثاني والثالث .

٥ / ٣ / ١ - اختيار مساحة المقطع للحصول على أحسن سعة تيارية

تعتمد شدة التيار المار في الكابل على نوع التيار (متعدد - مستمر) ونوع الدائرة التي يستخدم فيها الكابل (أحادية الوجه - ثلاثية الوجه) والمعادلات 5.1 , 5.2 , 5.3 تستخدم لتعيين شدة التيار .

$$I = \frac{P}{U} \text{ (A)} \longrightarrow 5.1$$

٢ - تيار متردد بدائرة أحادية الوجه

$$I = \frac{P}{U \cos\phi} \text{ (A)} \longrightarrow 5.2$$

٣ - تيار متردد بدائرة ثلاثية الوجه

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}U \cos\phi} \text{ (A)} \longrightarrow 5.3$$

حيث إن :

P	(W)	القدرة المسحوبة
I	(A)	شدة التيار المار
U	(V)	الجهد
Cosφ		معامل القدرة

علماً بأن I هو تيار الوجه في حالة الأحمال الأحادية الوجه وتيار الخط في حالة الأحمال الثلاثية الوجه، أما U هي جهد الوجه في حالة الأحمال الأحادية الوجه وجهد الخط في حالة الأحمال الثلاثية الوجه .

والجدول (٥ - ١) يعطى مساحة مقطع الموصلات تبعاً لتيار الحمل وطريقه التمديد عند درجة حرارة محيطية 30°C .

الجدول (٥ - ١)

مساحة المقطع mm ²	المجموعة 1				المجموعة 2				المجموعة 3			
	* جهاز الوقاية تيار الكابل				* جهاز الوقاية تيار الكابل				* جهاز الوقاية تيار الكابل			
	CU A	Al A	CU A	Al A	CU A	Al A	CU A	Al A	CU A	Al A	CU A	Al A
0.75	--	--	--	--	12	--	6	--	15	--	10	--
1.0	11	--	6	--	15	--	10	--	19	--	10	--
1.5	15	--	10	--	18	--	10**	--	24	--	20	--
2.5	20	15	16	10	26	20	20	16	32	26	25	20
4	25	20	20	16	34	27	25	20	42	33	35	25
6	33	26	25	20	44	35	35	25	54	42	50	35
10	45	36	35	25	61	48	50	35	73	57	63	50
16	61	48	50	35	82	64	63	50	98	77	80	63
25	83	65	63	50	108	85	80	63	129	103	100	80
35	103	81	80	63	135	105	100	80	158	124	125	100
50	132	103	100	80	168	132	125	100	198	155	160	125
70	165	--	125	--	207	163	160	125	245	193	200	160
95	197	--	160	--	250	197	200	160	292	230	250	200
120	235	--	200	--	292	230	250	200	344	268	315	200
150	--	--	--	--	335	263	250	200	391	310	315	250
185	--	--	--	--	382	301	315	250	448	353	400	315
240	--	--	--	--	453	357	400	315	528	414	400	315
300	--	--	--	--	504	409	400	315	608	479	500	400
400	--	--	--	--	--	--	--	--	726	569	630	500
500	--	--	--	--	--	--	--	--	830	649	630	500

حيث إن :

- المجموعة 1 كابل أو عدة كابلات بقلب واحد ممددة داخل قناة .
- المجموعة 2 كابلات متعددة القلوب مثل : كابلات PVC والكابلات المدرعة والكابلات المغلفة بالرصاص والكابلات الشريطية .
- المجموعة 3 كابلات موضوعة في الهواء بعزل XLPE بحيث إن المسافة بين أى كابلين متجاورين لا تقل عن قطر إحدهما .

* عند استخدام أجهزة وقاية قابلة للمعايرة مثل قواطع المحركات يضبط القاطع على تيار التحميل للموصل .

** يمكن استخدام أجهزة حماية 16A مع الموصلات الثنائية القلب .

A1 ألومنيوم .

CU نحاس .

والجدير بالذكر أنه يمكن استخدام الجدول (٥ - ١) في تعيين قاطع الحماية المناسب لحماية الكابل .

والجدول (٥ - ٢) يعطى مساحة مقطع موصلات الوقاية PE الصغرى تبعاً لمساحة مقطع موصلات الأوجه وكذلك تبعاً لنوع الكابل المستخدم .

وهناك احتمالان :

١ - أن يكون موصل الوقاية هو أحد موصلات كابل متعدد القلوب .

وهناك نوعان من الكابلات هما : كابلات قدرة معزولة بثلاثة أو خمسة موصلات ، مساحة ، مقطع موصلات الأوجه بها ما بين $(0.5:185\text{mm}^2)$ ، أو كابلات بأربعة موصلات مساحة مقطع موصلات الأوجه بها ما بين $(1.5:400\text{mm}^2)$.

٢ - أن يكون موصل الوقاية ممدداً بمفرده بدون حماية (على الأرض مباشرة) أو محمياً (ممدداً داخل مواسير أو قنوات) .

الجدول (٥ - ٢)

موصل الوجه mm ²	موصلات وقاية أو موصل PEN (1)		موصل الوقاية ممدد بمفرده (3)		
	كابل قدرة معزول mm ²	كابلات بأربعة قلوب mm ²	محمى mm ² Cu Al		بدون حماية (2) mm ² Cu
up to 0.5	0.5	--	2.5	4	4
0.75	0.75	--	2.5	4	4
1	1	--	2.5	4	4
1.5	1.5	1.5	2.5	4	4
2.5	2.5	2.5	2.5	4	4
4	4	4	4	4	4
6	6	6	6	6	6
10	10	10	10	10	10
16	16	16	16	16	16
25	16	16	16	16	16
35	16	16	16	16	16
50	25	25	25	25	25
70	35	35	35	35	35
95	50	50	50	50	50
120	70	70	50	50	50
150	70	70	50	50	50
185	95	95	50	50	50
240	--	120	50	50	50
300	--	150	50	50	50
400	--	185	50	50	50

حيث إن :

(1) تختار موصلات PEN لها مساحة مقطع أكبر من أو تساوى 10mm² إذا كانت من النحاس، أو أكبر من أو تساوى 16mm² إذا كانت من الألومنيوم .

(2) غير مسموح بتمديد موصلات الألومنيوم بدون حماية .

(3) عندما تكون مساحة مقطع موصلات الواجهه 95mm^2 أو أكثر ينصح باستخدام موصلات غير معزولة للوقاية .

AL ألومنيوم .

Cu نحاس .

والجدول (٥ - ٣) يعطى معامل درجة الحرارة إذا كانت أكبر من 30°C ، ويستخدم هذا الجدول بالنسبة للكابلات الممددة في الهواء .

الجدول (٥ - ٣)

درجة الحرارة المحيطه $^\circ\text{C}$	العزل			
	PVC	عزل XLPE أو عزل EPR	عزل معدني	
			بغلاف وقاية 70°C PVC	بغلاف معدني 105°C
10	1.2	1.15	1.25	1.15
15	1.15	1.1	1.2	1.1
20	1.1	1.1	1.15	1.05
25	1.05	1.05	1.05	1.05
30	1	1	1	1
35	0.95	0.95	0.95	0.95
40	0.85	0.9	0.85	0.9
45	0.8	0.85	0.75	0.9
50	0.7	0.8	0.65	0.85
55	0.6	0.75	0.55	0.8
60	0.5	0.7	0.45	0.75
65	---	0.65	---	0.7
70	---	0.6	---	0.65
75	---	0.5	---	0.6
80	---	0.4	---	0.55
85	---	---	---	0.45
90	---	---	---	0.4
95	---	---	---	0.3

والجدول (٥ - ٤) يعطى معامل التضاعف تبعاً لطريقة التمديد وعدد الدوائر.

الجدول (٥ - ٤)

طريقه التمديد رقم	عدد الدوائر								
	1	2	3	4	6	9	12	15	20
1	1.00	0.80	0.70	0.70	0.55	0.50	0.45	0.40	0.40
2	1.00	0.85	0.80	0.75	0.70	0.70	---	---	---
3	0.95	0.80	0.70	0.70	0.65	0.60	---	---	---
4	1.00	0.90	0.80	0.75	0.75	0.70	---	---	---
5	1.00	0.85	0.80	0.80	0.80	0.80	---	---	---

حيث إن :

- 1 طريقة التمديد التمديد داخل الحوائط أو داخل الخرسانة أو فى الأرض .
- 2 طبقة واحدة على الحائط أو الأرض أو على حوامل الكابلات Cable tray المصنعة محلياً .
- 3 طبقة واحدة مثبتة على السقف .
- 4 طبقة واحدة على حوامل الكابلات سابقة التجهيز أفقية أو رأسية .
- 5 طبقة واحدة ممددة على حامل سلمي Cable Ladder أو على كوابيل مثبتة فى الحائط brackets .

مثال :

خمسة محركات قدرة كل منها 30 Kw، يتم تغذيتهم بخمسة كابلات تمتد على حامل كابلات Cable tray سابق التجهيز، فإذا كان جهد التشغيل 380V ودرجة الحرارة المحيطة 40°C المطلوب تعيين مساحة مقطع الكابلات المستخدمة .

الإجابة :

حيث إن درجة الحرارة المحيطة 40°C وهى أقل من 70°C لذلك يمكن اختيار كابلات بعزل PVC.

ومن الجدول (٥ - ٣) فإن معامل درجة الحرارة Kt عند عزل PVC ودرجة حرارة 40°C هو 0.85.

ومن الجدول (٥ - ٤) فإن معامل التضاعف Kn عند طريقة التمديد 4 وعندما يكون عدد الدوائر 6 هو 0.75.

وباستخدام المعادلة 5.3 باعتبار أن معامل قدرة المحرك $\cos\phi = 0.8$ فإن :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos\phi}$$

تيار المحرك يساوى

$$= 56.8 \text{ A}$$

وبأخذ معامل درجة الحرارة ومعامل التضاعف فى الاعتبار فإن تيار المحرك المكافئ I_e يساوى :

$$I_e = \frac{I}{K_t K_n}$$
$$I_e = \frac{56.8}{0.85 \times 0.75} = 89 \text{ A}$$

ومن الجدول (٥ - ١) فإن مساحة مقطع الأوجه عند المجموعة الثانية وعند تيار أكبر من أو يساوى 89 A تساوى 25 mm^2 .

ومن الجدول (٥ - ٢) فإن مساحة مقطع خط الوقاية لكابل القدرة المعزول عندما يكون مساحة مقطع الأوجه 25 mm^2 هو 16 mm^2 .

لذلك نحتاج لكل محرك كابلات بأربعة قلوب $(3 \times 25 \text{ mm}^2 + 16 \text{ mm}^2)$.

٥/٣/٢ - اختيار مساحة المقطع لعدم تعدى فقد الجهد المسموح

بعد اختيار مساحة المقطع المناسبة تبعاً لشدة التيار وطريقة التمديد، ودرجة حرارة الوسط المحيط ونوع العزل وعدد الدوائر الممدة سوياً، يجب التأكد من أن مساحة المقطع المختارة تحقق انخفاض جهد مسموح به، وهذا يعتمد على طول الكابل، وذلك باستخدام أحد المعادلات التالية .

١ - دوائر التيار المستمر

$$A = \frac{2 I \rho L}{U_d} \rightarrow 5.4$$

٢ - دوائر التيار المتردد الأحادية الوجه

$$A = \frac{2 I \rho L \cos \phi}{U_d} \rightarrow 5.5$$

٣ - دوائر التيار المتردد الثلاثية الوجه

$$A = \frac{\sqrt{3} I \rho L \cos \phi}{U_d} \rightarrow 5.5$$

حيث إن :

L طول الكابل من المصدر الكهربى إلى الحمل (m)

I شدة التيار بالأمبير

ρ المقاومة النوعية لسلك مساحة مقطعه

1mm^2 وطوله 1m عند درجة 20°C وتساوى

0.0178 للنحاس، 0.0294 للألومنيوم

U_d الانخفاض فى الجهد المسموح به بالفولت

مثال :

فى المثال السابق إذا كان أطوال كابلات المحركات الخمسة 100m وكان الانخفاض

المسموح فى الجهد 2.5% فهل مساحة المقطع للكابلات مناسبة أم لا؟

الإجابة :

$$U_d = \frac{2.5 \times 380}{100} \\ = 9.5 \text{ V}$$

وباستخدام المعادلة 5.6 فإن مساحة المقطع التي تحقق انخفاض الجهد المسموح
تساوى

$$A = \frac{\sqrt{3} I \rho L \cos\phi}{U_d} \\ = \frac{\sqrt{3} \times 89 \times 0.0178 \times 100 \times 0.8}{9.5} \\ = 23 \text{ mm}^2$$

وحيث إن مساحة مساحة المقطع التي تحقق انخفاض الجهد المسموح به أقل من
مساحة المقطع المختارة لذلك فإن مساحة المقطع المختارة مناسبة.

٥ / ٣ / ٣ - اختيار مساحة مقطع الكابل لعدم تعدى درجة الحرارة عند القصر

بعد اختيار مساحة المقطع المناسبة لكل من :

- تيار الحمل .
 - طريقة التمديد .
 - درجة حرارة الوسط المحيط .
 - نوع العزل .
 - عدد الدوائر المدة سويًا .
 - عدم تجاوز الانخفاض المسموح به فى الجهد .
- يجب التأكد من أن مساحة المقطع المختارة لا تؤدي إلى تجاوز درجة الحرارة
المسموح بها عند القصر وذلك باستخدام المعادلة 5.7.

$$A \geq \frac{I_k \sqrt{t}}{K} \rightarrow 5.7$$

حيث إن :

A مساحة المقطع mm²

t زمن فصل وسيلة الحماية عند حدوث القصر

K المعامل

I_k تيار القصر (A)

والجدول (٥ - ٦) يعطى قيمة المعامل تبعاً لعدد القلوب فى الكابل ونوع معدن الموصل ونوع العزل .

الجدول (٥ - ٦)

EPR	XLPE	PVC	نوع العزل / نوع الموصل	
			عدد القلوب فى الكابل	نوع الموصل
166	176	143	قلب واحد	نحاس
110	116	95		ألومنيوم
60	64	52		صلب
134	143	115	قلوب متعددة	نحاس
89	94	76		ألومنيوم

مثال :

فى المثال السابق تم اختيار كابل مساحة مقطعه (3 x 25 mm² + 16mm²) بعزل

PVC وبقلوب من النحاس Cu

من الجدول (٥ - ٦) فإن المعامل K يساوى (115).

وباستخدام المعادلة 5.7 يمكن تعيين تيار القصر إذا اعتبرنا أن زمن فصل القاطع 5S كما يلي:

$$A \geq \frac{I_k \sqrt{t}}{K}$$

$$I_k \leq \frac{A K}{\sqrt{t}}$$

أى أن

$$I_k \leq \frac{25 \times 115}{\sqrt{5}} \leq 1285A$$

ويمكن التأكد من أن تيار القصر لن يتعدى هذه القيمة وذلك بعد دراسة الباب الثامن.