الباب الثاني

الكابلات وتمديدها

obeikandl.com

obeikandl.com

الكابلات وتمديدها

٢ / ١ - الكابلات Wiring Cables

يمكن تقسيم الكابلات بصفة عامة إلى:

- كابلات أحادية القلب وتسمى موصلات Conductors
- كابلات متعددة القلوب Multi Core Cables

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

١- قلب معدنى Core وهو المسئول عن حمل التيار الكهربى ويكون مصمتاً Solid، أو شعيرات مجدولة Stranded ،ويصنع من النحاس أو الألومنيوم لموصليتهما العالية للتيار الكهربى.

٢- العزل Insulation ويقوم بعزل القلب المعدنى عن الوسط المحيط بالكابل ويصنع العزل من أحد العوازل التالية:

أ- البولى فينيل كلورايد PVC ويتميز هذا العزل بأنه لا يتأثر بالزيوت المعدنية والعديد من المذيبات العضوية والقلويات والأحماض وغير قابل للاشتعال ويعاب عليه أنه يصبح مرناً عند 80°C ؛ لذلك فإن الكابلات المعزولة بعازل PVC يجب ألا ترتفع درجة حرارتها عن 70°C.

ب- البولى إيثيلين PE وله خواص كهربية أقل من PVC ويستخدم كعازل على نطاق ضيق ويوجد منه نوعان، **النوع الأول** منخفض الكثافة وأقصى درجة حرارة يتحملها 70°C. **والنوع الثانى** عالى الكثافة وأقصى درجة حرارة يتحملها 115°C.

جـ- المطاط Rubber وعادة يضاف عليه بعض الإضافات للتحسين من خواصه مثل: مطاط الإيثيلين بروبلين EPR ، وتصل درجة الحرارة القصوى لمطاط إيثلين بروبلين 90°C ويعاب عليه أنه يشتعل.

د- البولى إيثيلين التشابكى XLPE ويتحمل درجات حرارة تصل إلى 90°C

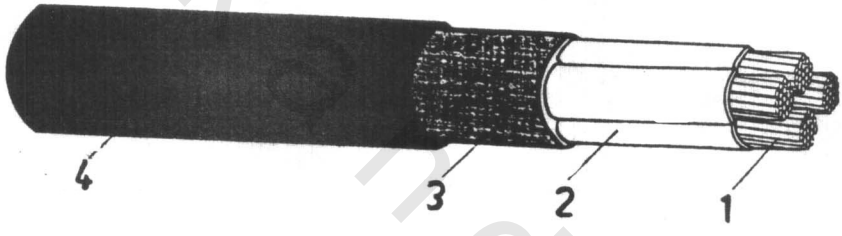
obeikandl.com

ويتحمل أيضاً ارتفاع درجة الحرارة التى تنتج عن القصر والتى تصل إلى 250°C لفترة زمنية قصيرة. ويعاب على هذه العوازل قساوتها العالية الأمر الذى يؤدى لصعوبة ثنيها وتداولها فى المسارات الضيقة بالإضافة إلى ارتفاع سعرها.

٣- الفرشة وتقوم بإعطاء الكابل الشكل المستدير وتصنع من مواد عازلة مثل PVC ، PE، EPR.

٤- طبقة الحماية وتستخدم هذه الطبقة لحماية عوازل الكابلات من عوامل البيئة المحيطة بالكابل، وتصنع طبقة الحماية عادة من عوازل PVC أو مادة البولى إثيلين عالى الكثافة HPDE.

والشكل (٢-١) يعرض نموذجًا لكابل بأربعة قلوب مجدولة وبعزل وبطبقة حماية خارجية وبفرشة مصنوعة من PVC.



الشكل (٢ -١)

حيث إن :

قلب من النحاس المجدول	1
عزل PVC	2
الفرشة مع الحشو	3
طبقة الحماية من PVC	4

٢ / ١ / ١ - الكابلات المرنة Flexible Cords

تستخدم الكابلات المرنة فى توصيل الأجهزة النقالى (التى يمكن نقلها من مكان لآخر) بالمآخذ (البرايز) الثابتة، وتعتبر الكابلات المرنة هى أكثر مناطق الأعطال فى

الدوائر الكهربية عند الاستخدام السيئ لها.

والكابلات المرنة تصنع من قلوب نحاسية مجدولة ومرنة معزولة بمطاط أو PVC. والجدول (٢-١) يعطى العلاقة بين مساحة مقطع قلوب الكابلات المرنة والتيار والمقنن لها.

الجدول (٢-١)

الاستخدام	التيار A	مساحة المقطع m m²
توصيلات الاضاءة	3	0.5
توصيلات الاضاءة والأجهزة الصغيرة	6	0.75
الأجهزة المنزلية التى قدرتها تصل إلى 2000W	10	1.0
الأجهزة المنزلية التى تصل قدرتها إلى 3000W	13	1.25
الأجهزة المنزلية التى تصل قدرتها إلى 3840W	16	1.5
الأجهزة المنزلية التى تصل قدرتها إلى 6000W	25	2.5
الأجهزة المنزلية التى تصل قدرتها إلى 7680W	32	4.0

والجدير بالذكر أن الكابلات المرنة التى مساحة مقطعها $1.25mm^2$ تستخدم لجميع الأجهزة المنزلية التى قدرتها أقل من 3000W.

وفيما يلى أهم أنواع الكابلات المرنة المتوفرة فى الأسواق:

١- كابل مرن دائرى بعزل PVC

ويحتوى هذا الكابل على قلبين أو ثلاثة قلوب من موصلات النحاس المرنة والمعزولة بعزل PVC، ويتميز هذا النوع بمتانته الميكانيكية، ويتواجد بألوان مختلفة مثل: الأبيض والأسود والرمادى.

٢- كابل مرن دائرى بعزل مطاطى مقاوم للحرارة

ويحتوى هذا الكابل على ثلاثة قلوب من موصلات النحاس المرنة والمعزولة بعزل مطاطى بالإضافة إلى طبقة خارجية مقاومة للحرارة واللهب.

٣-كابل مرن معزول بالمطاط بضفيرة نسيجية من القطن

ويحتوى هذا الكابل على ثلاثة قلوب من موصلات النحاس المرنة والمعزولة بالمطاط ويحيط كل قلب ضفيرة نسيجية لإعطاء الكابل الشكل الدائرى، ويحيط بهذه القلوب نسيج آخر دائرى من القطن، وتستخدم هذه الكابلات فى تشغيل السخانات

٤- كابل مرن غير ملتوى

ويحتوى الكابل على ثلاثة قلوب معزولة بالمطاط مع ضفائر من نسيج شبه مدفون فى طبقة الحماية الخارجية المطاطية ويكون للطبقة الخارجية لونين وتستخدم هذه الكابلات مع المكاوى الكهربية وسخانات القهوة والأجهزة المنزلية المشابهة والتى تولد حرارة عالية عند أطراف الكابل المرن.

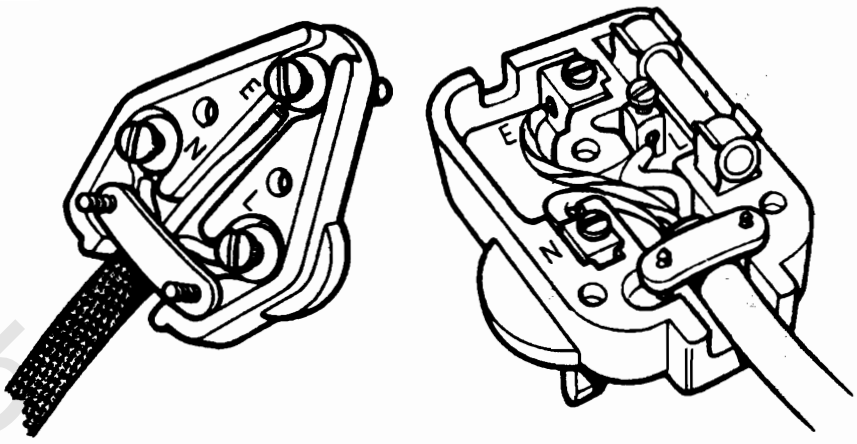
٥- زوج من الموصلات المرنة المتوازية

وتستخدم هذه الكابلات فى توصيل التيار الكهربى لمصادر الإضاءة المعلقة.

والجدير بالذكر أن ألوان موصلات الكابلات المرنة بصفة عامة هى البنى (وجه) والأزرق (تعادل) والأصفر أخضر (وقاية).

أما ألوان موصلات الكابلات المرنة القديمة هى الأحمر (وجه) والأسود (تعادل) والأخضر (أرضى). وعادة ينصح بأن يكون طول الكابل المرن المستخدم فى توصيل الأجهزة المنزلية مساويًا 2m لمعظم الأجهزة المنزلية، وإن كان يصل إلى 3m فى حالة المكواه الكهربية ويزيد عن هذا الطول للمكنسة الكهربية.

والشكل (٢-٢) يعرض نموذجين لفيشتين كهربيتين مواصفات إنجليزية موصلتين مع كابلات مرنة، الأولى بمصهر (الشكل أ)، والثانية بدون مصهر (الشكل ب).



الشكل (٢ – ٢)

٢ / ٢ – 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%).

وبمجرد معرفة تيار الحمل فإنه يمكن تعيين مساحة المقطع التى تحقق المتطلب الأول ثم بعد ذلك ينصح بعمل اختبار للتأكد من صحة تحقق المتطلب الثانى.

٢ / ٢ / ١ – اختيار مساحة المقطع للحصول على أحسن سعة تيارية

تعتمد شدة التيار المار فى الكابل على نوع التيار (متردد – مستمر) ونوع الدائرة التى يستخدم فيها الكابل (أحادية الوجه – ثلاثية الوجه) والمعادلات 2.1,2.2,2.3 تستخدم لتعيين شدة التيار:

١ – تيار مستمر

$$I = \frac{P}{U} \quad (A) \rightarrow 2.1$$

٢ – تيار متردد فى دائرة أحادية الوجه

$$I = \frac{P}{U \cos \phi} \quad (A) \rightarrow 2.2$$

٣ – تيار متردد فى دائرة ثلاثية الوجه

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}U \cos \phi} \text{ (A)} \rightarrow 2.3$$

حيث إن :

القدرة المسحوبة بالوات	P
شدة التيار المار بالأمبير	I
الجهد بالڤولت	U
معامل القدرة	Cos ϕ

علماً بأن I تكون تيار الوجه في حالة الأحمال الأحادية الوجه وتكون تيار الخط فى حالة الأحمال الثلاثية الوجه، وكذلك فإن U جهد الوجه فى حالة الأحمال الأحادية الوجه وجهد الخط فى حالة الأحمال الثلاثية الوجه.

والجدول (٢-٢) يعطى مساحة مقطع الموصلات تبعاً لتيار الحمل وطريقة التمديد عند درجة حرارة محيطة 30°C . وكذلك يعطى التيار المقنن لجهاز الحماية من زيادة التيار اللازم لحماية الموصلات ذات مساحات المقطع المختلفة.

الجدول (٢-٢)

مساحة المقطع	المجموعة 1				المجموعة 2				المجموعة 3			
	الكابل		* جهاز الوقاية		الكابل		* جهاز الوقاية		الكابل		* جهاز الوقاية	
mm^2	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	84	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 :

المجموعة1 كابل أو عدة كابلات بقلب واحد ممدة داخل قناة

المجموعة 2 كابل متعدد القلوب مثل كابلات PVC والكابلات المدرعة والكابلات المغلفة بالرصاص والكابلات الشريطية

المجموعة3 كابلات موضوعة فى الهواء بعزل XLPE بحيث أن المسافة بين أى كابلين متجاورين لا تقل عن قطر إحداهم .

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

** يمكن استخدام أجهزة الوقاية بتيار 16A مع الموصلات الثنائية القلب .

AL ألومنيوم

CU نحاس

والجدول (٢-٣) يعطى مساحة مقطع موصلات الوقاية PE الصغرى تبعاً لمساحة مقطع موصلات الأوجة والمصنوعة من النحاس .

الجدول (٢-٣)

موصل الوجة mm^2	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
موصل الوقاية داخل كابل mm^2	1.5	2.5	4	6	10	16	16	16	25	35	50	70	70	95	120
موصل الوقاية ممد بمفرده mm^2	2.5	2.5	4	6	10	16	16	16	25	35	50	50	50	50	50

٢ / ٢ / ٢ - التأكد من أن مساحة المقطع المختارة تحقق فقد الجهد المسموح

بعد اختيار مساحة المقطع المناسبة تبعاً لشدة التيار وطريقة التمديد يجب التأكد من أن مساحة المقطع المختارة تحقق انخفاض جهد مسموح به والذى يساوى 2.5% .
وعادة لا يعمل بهذه الطريقة إلا فى الشقق الكبيرة حيث تكون المسافة بين الأحمال

ولوحة التوزيع كبيرة.

والمعادلة 2.4 تستخدم فى حالة دوائر الوجه الواحد.

$$Ud\ \% = \frac{200\ I\ \rho L\ Cos\ \phi}{A\ .\ U} \rightarrow 2.4$$

والمعادلة 2.5 تستخدم فى حالة الدوائر ذات الثلاثة أوجه

$$Ud\ \% = \frac{173\ I\rho L\ Cos\ \phi}{A\ .\ U} \rightarrow 2.5$$

حيث إن:

L	طول الكابل من لوحة التوزيع إلى الحمل m
U	جهد الوجه (حمل وجه واحد)، جهد الخط (حمل ثلاثى الأوجه)
ρ	المقاومة النوعية وتساوى 0.0178 للنحاس، 0.0294
20°C	للألومينوم وذلك عند درجة
Ud%	النسبة المئوية للانخفاض فى الجهد
I	تيار الوجه (حمل وجه واحد)، تيار الخط (حمل ثلاثى الأوجه)

مثال:

موقد كهربى يعمل عند جهد 220V، وقدرته 6KW فإذا كانت المسافة بين الموقد ولوحة التوزيع 20m فما هى مساحة مقطع الموصلات المناسبة.

الإجابة

أولاً: تعيين مساحة المقطع للحصول على أحسن سعة تيارية للكابل:

حيث إن:

$$I = \frac{p}{U cos\phi}$$

وباعتبار أن معامل القدرة $Cos\phi = 1$

لذا فإن :

$$I = \frac{6000}{220} = 27.2A$$

ومن الجدول (٢-٢) فإن مساحة مقطع كابل PVC الممد فى قناة بقلب نحاس هو $6mm^2$.

ثانيا : التحقق من عدم تعدى الانخفاض المسموح فى الجهد

حيث إن :

$$Ud\ \% = \frac{200\ I\ \rho\ L\ Cos\phi}{UA}$$

$$= \frac{200X\ 27.2\ X\ 0.0178\ X\ 20\ X1}{220\ X\ 6}$$

$$= 1.46$$

وحيث إن النسبة المئوية للانخفاض فى الجهد أقل من 2.5%؛ لذلك فإن اختيار كابل مساحة مقطعة 6mm2 لتغذية هذا الموقد الكهربى لاختيار موفق.

أما إذا كانت النسبة المئوية للانخفاض فى الجهد أكبر من 2.5% تختار مساحة مقطع الكابل التالية (الأكبر)، ويتم إعادة التحقق من عدم تعدى الإنخفاض المسموح فى الجهد وصولاً للاختيار الموفق.

٢ / ٣- المواسير الصلب Metal Conduit

يوجد نوعان من المواسير الصلب، وهما مواسير صلب بخط لحام ومواسير صلب بدون خط لحام وتتوافر مواسير الصلب بأطوال 3.75m وبالأقطار التالية (16,20,25,32mm) .

والجدير بالذكر أن مواسير الصلب الموجودة فى هذه الأيام من النوع الثقيل Heavy gauge steel والتى يمكن ثنيها وقلوظتها باستخدام العدد المناسبة.

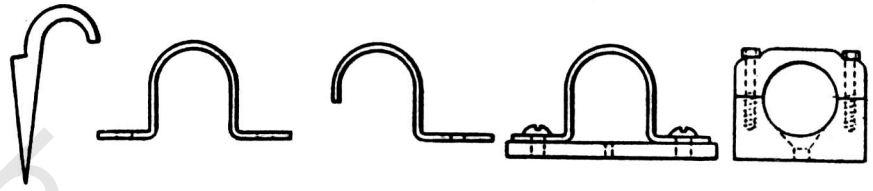
وعند سحب الكابلات فى مواسير الصلب هناك بعض الاحتياطات التى يجب أخذها فى الاعتبار مثل :

- يجب تركيب المواسير وتثبيتها قبل سحب الأسلاك بها.

obeikandl.com

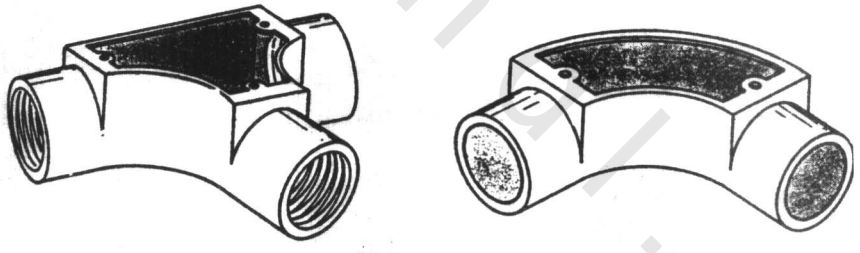
– يجب توفير عدة نقاط كافية لسحب الأسلاك.

وعادة يتم تثبيت المواسير فى البناء بواسطة قفزين كما هو مبين بالشكل (٢–٣).

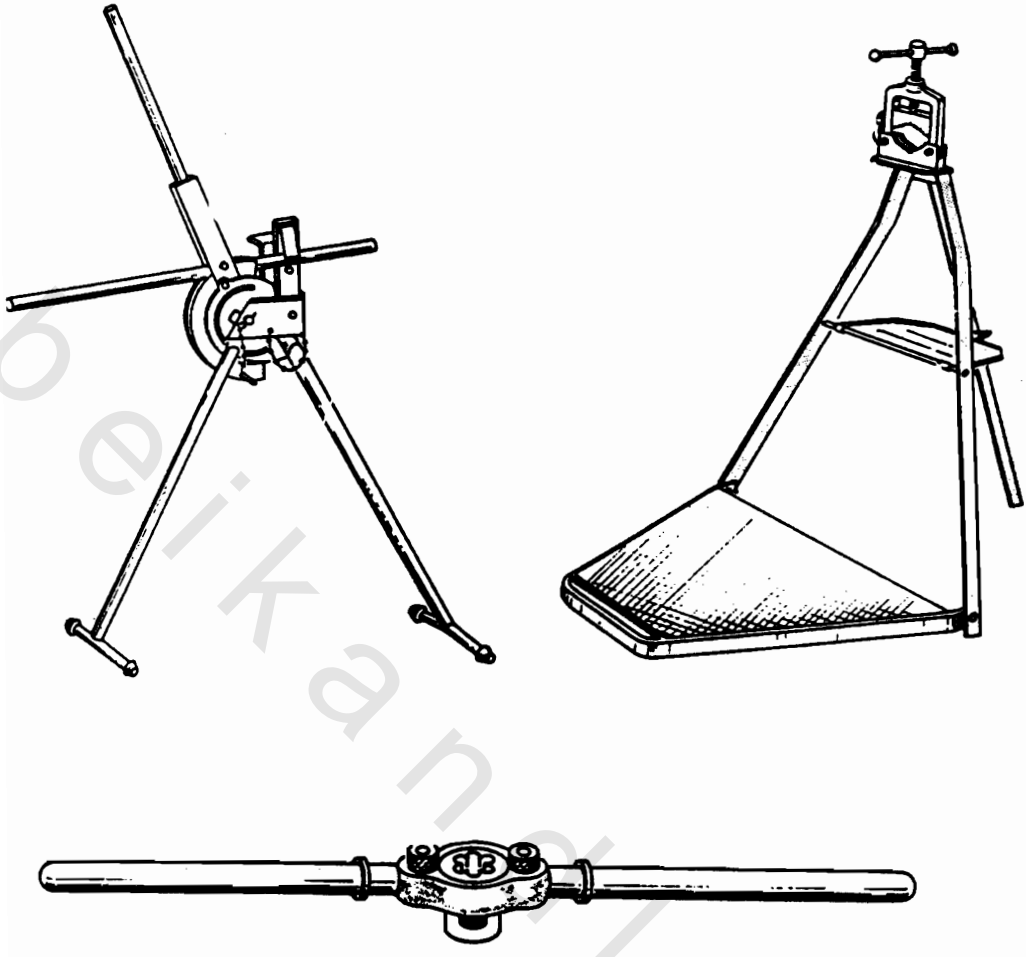


الشكل (٢–٣)

والجدير بالذكر أنه يستخدم علبه فحص من أجل سحب الأسلاك فى بادئ الأمر، وكذلك للفحص بعد ذلك. وعادة توضع علبة الفحص بعد كل انحنائين 90° أو بعد 10m بحد أقصى فى التمديدات المستقيمة وتكون علب الفحص على شكل كوع أو وصلة T والشكل (٢–٤) يعرض نماذج مختلفة من علب الفحص.

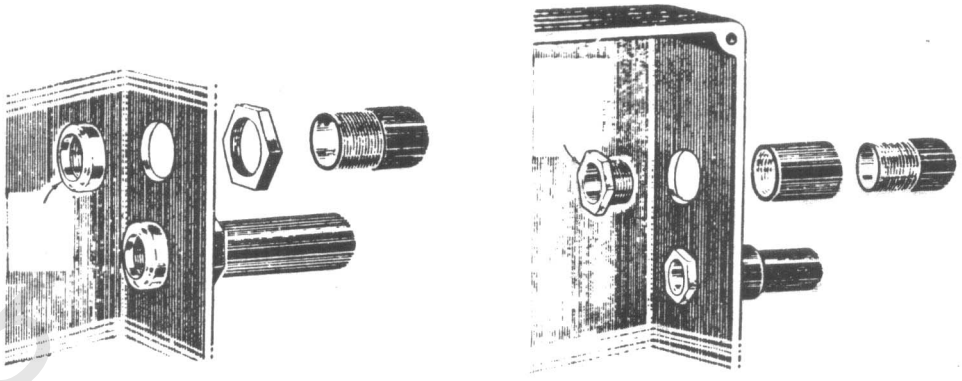


ويستخدم فى القطع والقلوظة منشار ومنجله وآلة عمل قلاووظ (مضربيطه) ويستخدم فى ثنى المواسير آلة ثنى المواسير وهذه العدد تشبه تماماً المستخدمة فى أعمال السباكة والشكل (٢–٥) بين شكل منجله (أ) وشكل مضربيطه (ب) وشكل آلة ثنى مواسير (جـ).



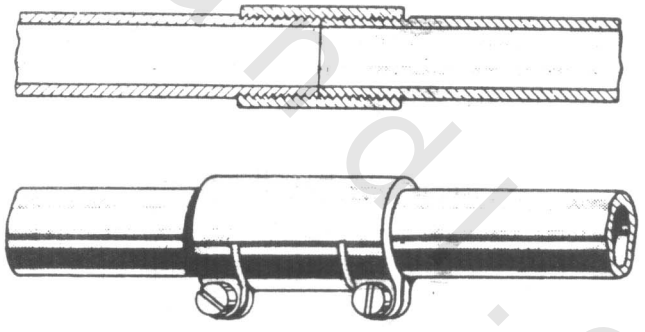
الشكل (٢-٥)

والشكل (٢-٦) يبين طريقة تثبت ماسورة فى علبة باستخدام جلبه ومثبت (الشكل أ) وطريقة تثبيت ماسورة فى علبة باستخدام صامولتين زنق (الشكل ب) .



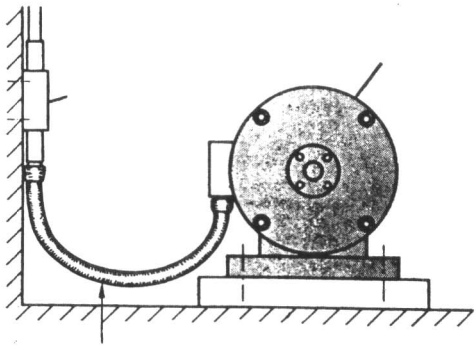
الشكل (٢-٦)

والشكل (٢-٧) يوضح طريقة تثبيت ماسورتين معاً بواسطة جلبة (الشكل أ)، وبواسطة وصلة بقفزين (الشكل ب) .



الشكل (٢-٧)

والجدير بالذكر أنه عند توصيل ماسورة صلب ثابتة فى الحائط مع آلة تتعرض لاهتزاز كمحرك كهربى يستخدم فى ذلك ماسورة صلب مرنة بالطريقة المبينة بالشكل (٢-٨) .



الشكل (٢-٨)

والجدول (٢-٤) يبين عدد الموصلات التى يمكن تمديدها فى مقاسات مختلفة من المواسير الصلب .

الجدول (٢ - ٤)

مساحة المقطع mm^2 / قطر الماسورة mm	1.5	2.5	4	6	10
16	9	6	5	3	1
20	14	10	7	5	3
25	25	18	13	9	5
32	45	32	24	15	9

مثال :

ماهو عدد الموصلات التى مساحة مقطعها 2.5mm2 ويمكن تمديدها فى ماسورة صلب قطرها 25mm .

الإجابة

من الجدول (٢-٥) فإن عدد الموصلات يساوى 18

والجدول (٢-٥) يبين المسافة القصوى بين نقاط تثبيت المواسير الصلب بالمتر .

(الجدول ٢-٥)

قطر الماسورة mm / نوع التمديد	16	20	25	32
أفقى	0.75	1.75	2	2.25
رأسى	1	2	2.25	2.5

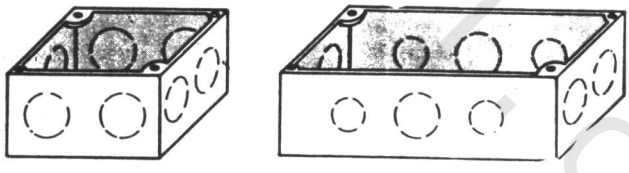
مثال :

ماهى أقصى مسافة تثبيت أفقية لماسورة صلب قطرها 20mm .

الإجابة :

من الجدول (٢-٥) فإن أقصى مسافة أفقية (1.75m) .

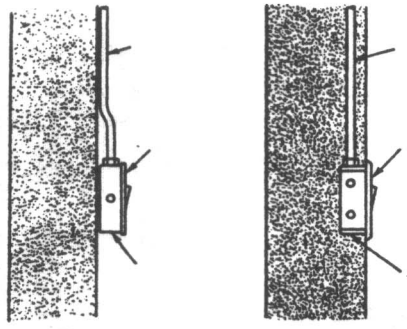
والشكل (٢-٩) يعرض نموذجين مختلفين لعلب الصلب النموذج الأول مستطيل (الشكل أ)، والنموذج الثانى مستطيل (الشكل ب) .



ب أ

الشكل (٢-٩)

والشكل (٢-١٠) يبين طريقتين لتثبيت علب الصلب داخل الحائط (الشكل أ) وخارج الحائط (الشكل ب) .



أ ب

الشكل (٢-١٠)

٢ / ٤- مواسير البلاستيك PVC

لقد ازداد استخدام مواسير البلاستيك فى الآونة الأخيرة لمميزاتها المتعددة عن مواسير الصلب، فهى خفيفة الوزن ولا تحتاج لتأريضها لأنها معزولة ولا تتعرض للصدأ ويسهل ثنيها وقطعها بدون أى آلات خاصة، ويمكن تثبيت الأدوات فى هذه المواسير إما بالكبس أو اللصق بمادة لاصقة أو بواسطة سن قلاووظ وهذا نادراً ما يستخدم.

وتحتاج مواسير البلاستيك إلى إمرار موصل وقاية PE بداخلها ،حيث يتم توصيله مع الأجهزة التى تحتاج لتأريض.

وهناك أنواع من المواسير البلاستيك صلبة ويمكن استخدامها فوق الحائط وأنواع أخرى مرنة وشبه صلبة يمكن دفنها فى الخرسانة وفى داخل الحوائط.

والجدير بالذكر أنه يمكن ثنى مواسير البلاستيك باليد بالاستعانة بالركبة، كما ينصح بتثبيت المواسير البلاستيك بعد ثنيها لمنعها من استعادة شكلها ، وذلك باستخدام قفزين تثبيت كالمبينة بالشكل (٢-١١).

obeikandi.com

الشكل (٢-١١)

والجدول (٢-٦) يبين أقصى مسافة بين قفزى التثبيت بالمتر فى حالة مواسير البلاستيك تبعاً لقطر المواسير الخارجى .

الجدول (٢-٦)

القطر الخارجى للماسورة d(mm)	أقصى مسافة أفقية (m)	أقصى مسافة أفقية (m)
16	0.75	1
25> d> 16	1.5	1.75
40 > d > 25	1.75	2.0
d > 40	2.0	2.0

وعند تمديد الأسلاك داخل المواسير البلاستيك يجب التأكد من عدم تعدى سعة الماسورة، حيث إن تعدى سعة الماسورة يؤدى لتلفها ويمكن التحقق من سعة الماسورة تبعاً لمقاس الماسورة ومساحة مقطع الموصلات الممدة فيها بالاستعانة بالجداول (٣-٧)، (٣-٨) .

والجدول (٣-٧) يبين معامل الموصلات الممدة مسافة قصيرة أقصر من 3m، أو طويلة وتحتوى على انحناءات .

الجدول (٣-٧)

مساحة المقطع mm^2	1	1.5	2.5	4	6	10
تمديد قصير	22	31	43	58	88	146
تمديد طويل بانحناءات	16	22	30	43	58	105

والجدول (٣-٨) يبين معامل مواسير PVC تبعاً لقطر الماسورة وطولها .

الجدول (٣-٨)

طول التمديد m / قطر الماسورة m m	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	10
16	188	182	177	171	167	162	158	154	150	143	136	130	125	120
20	303	294	286	278	270	263	256	250	244	233	222	213	204	196
25	543	528	514	500	487	475	463	452	442	422	404	388	373	358
32	947	923	900	878	857	837	818	800	783	770	720	692	667	643

مثال :

ماسورة بلاستيك طولها 6m مطلوب تمديد الموصلات التالية بها .

$6X1mm^2 + 6X\ 1.5mm^2 + 4X\ 2.5mm^2$

المطلوب تعيين أقل حجم مناسب للماسورة.

الإجابة :

من الجدول (٣-٧) فإن معامل الموصلات يساوى بالترتيب

16,22,30

وبالتالى فإن المعامل الكلى للموصلات يساوى

$$16X6 + 22X6 + 30\ X4 = 348$$

ومن الجـــدول (٣-٨) عند تمديد طوله 6m فإن معامل الماسورة التى قطرها 25mm هو 422 وهو مناسب فى هذه الحالة.

obeikandl.com