الباب الثالث

مانعات الصواعق

مانعات الصواعق

٣ / ١ - تاريخ مانعات الصواعق

يعتبر بنيامين فرانكلين Benjamin FrankLinn هو الأب الروحى لنظرية مانعات الصواعق الحديثة. ولقد ظهر فى أمريكا فى الفترة 1790 :1707 واخترع فرانكلين مانعة الصواعق Ligtning rode وذلك بوضع أعمدة معدنية فوق المبانى وتوصيلها بالأرضى. وقال فرانكلين عام 1755: إن وجود مانعة صواعق على أسطح المنازل والمنشآت يؤدى لتفريغ الشحنات الكهربية الساقطة من السحب الرعدية، كما استنتج أن وجود مانعة الصواعق فوق المنشأة كفيل بتوجيه البرق إليها.

ومنذ ذلك الحين فإن أسلوب فرانكلين فى عمل مانعة الصواعق معمول به إلى وقتنا الحاضر.

٣ / ٢ - خواص الصواعق البرقية

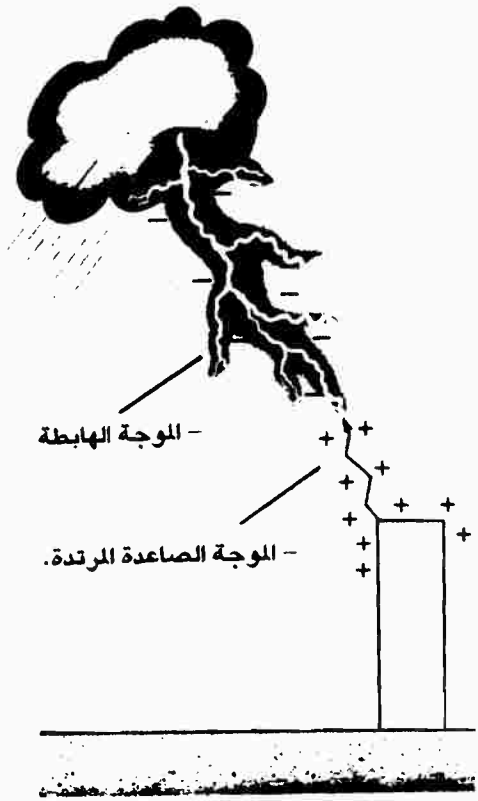
تعتبر الصواعق البرقية هى تفريغ مرئى للكهرباء الساكنة المتجمعة على السحب والمتكونة نتيجة للأحوال الجوية. فعند النظر إلى السماء فى الأيام التى يكون فيها برق، فإن السماء تكون ملبدة بالسحب الداكنة، ويعود السبب فى ذلك إلى أننا نرى الجزء السفلى للسحابة، والتى تحتوى على كمية كبيرة من قطرات الماء، والتى لا تمرر الضوء، ويحتوى الجزء السفلى من السحابة على مناطق مشحونة بشحنات سالبة فى حين يحتوى الجزء العلوى للسحابة على مناطق مشحونة بشحنات موجبة، وعند اقتراب السحابة من الأرض تتكون شحنات موجبة بالحث الكهروستاتيكى أسفل السحابة وذلك على الأجسام المرتفعة، على سطح الأرض لذلك يتشكل فرق جهد بين قاع السحابة، وهذه الأجسام المرتفعة وباستمرار تراكم الشحنات السالبة على قاع السحابة والشحنات الموجبة على الأجسام المرتفعة على الأرض وأسفل السحابة يزداد هذا الجهد إلى أن يصل إلى 20: 25 KV/ cm ، حينئذ يحدث تأين للهواء أى: يصبح الهواء موصلا جيداً للكهرباء، ويبدأ التفريغ الكهربى بأن تبدأ السحابة بإرسال الشحنات السالبة نحو الأرض فى صورة درج تقريبًا Stepped Leader طول السلمة الواحدة 45 m تقريبًا، وعندما يكون بداية هذا الدرج على مسافة 50:100 m

من نقطة التفريغ الموجودة فى الأرض (المكان المرتفع المتجمع فيه الشحنات الموجبة) تبدأ الشحنات الموجبة بالانفصال من الأرض والتوجه لأعلى إلى الشحنات السالبة، وتسمى هذه الظاهرة بالصاعقة المرتدة.

ويظهر وميض شجيرى ويرى بالعين المجردة ويصل شدة التيار الكهربى المار فى الصاعقة المرتدة إلى حوالى (20: 200 KA).

أما درجة الحرارة فتصل إلى $30000K^{\circ}$ ، ويحدث تمدد للهواء فى مسار الصاعقة المرتدة فينتج عن ذلك خلخلة للهواء المحيط محدثًا الرعد، علمًا بأن هذا التحليل يسمى بنظرية سمسونج وهناك نظريات أخرى عديدة.

والجدير بالذكر أنه لا يشترط أن تتوجه الصواعق البرقية من السحب للأرض، فقد تحدث بين سحابة وأخرى أو تحدث فى نفس السحابة. والشكل (٣ – ١) يبين الموجه الهابطة والموجه الصاعدة المرتدة.



الشكل (٣ – ١)

٣ / ٣ – دراسة ضرورة مانعة الصواعق للمنشأة

إن تجهيز مانعة صواعق لمنشأة يحتاج لأموال باهظة الأمر الذى يحتاج تحديدا دقيقًا لمدى ضرورة مانعة الصواعق للمنشأة وذلك بمقارنة مدى الأضرار الناجمة من الصواعق وتكاليف إنشاء مانعة الصواعق، ولكن هناك بعض المنشآت التى تحتاج لمانعة صواعق بدون أى دراسة مثل:

١ – أماكن تخزين المواد المتفجرة المشتعلة.

٢ – المداخن العالية.

٣ – المبانى الأثرية.

٤ – أماكن تجمع الأشخاص مثل أماكن العبادة.

وتوجد طريقة معمول بها فى إنجلترا لدراسة ضرورة مانعة الصواعق للمنشأة تسمى بطريقة دليل المخاطرة Risk Index Method.

وهى تعتمد على مجموعة من العوامل وهذه العوامل كما يلى:

١ – معامل استخدام المنشأة	(A)	Use of structure
٢ – معامل نوعية بناء المنشأة	(B)	Type of Structure
٣ – معامل محتويات المنشأة	(C)	Contents
٤ – معامل درجة العزل	(D)	Isolation Factor
٥ – معامل طبيعة المكان	(E)	Type of Country
٦ – عدد مرات الصواعق المتوقع فى العام	(P)	No. of Strokes/ year

والجدول (٣ – ١) يستخدم لتعيين معامل استخدام المنشأة (A)

الجدول (٣ - ١)

استخدام المنشأة	معامل الاستخدام (A)
- المبانى السكنية والمنشآت الأخرى المشابهة لها فى الأبعاد.	0.3
- المبانى السكنية والمنشآت الأخرى المشابهة لها فى الأبعاد وذات الهوائيات الخارجية.	0.7
- المصانع والمختبرات والورش.	1.0
- المنشآت المكتبية والفندقية والسكنية الكبيرة.	1.2
- أماكن التجمعات مثل أماكن العبادة والمسارح والمجمعات التجارية والمنشآت الرياضية والمطارات ومحطات الأتوبيسات ومحطات السكك الحديدية.	1.3
- المدارس والمستشفيات ورياض الأطفال.	1.7

والجدول (٣ - ٢) يعطى معامل نوعية بناء المنشأة (B)

الجدول (٣ - ٢)

نوعية بناء المنشأة	معامل نوع المنشأة (B)
- هيكل من الصلب ذو سقف غير معدنى.	0.2
- خرسانة مسلحة وسقف غير معدنى.	0.4
- هيكل من الصلب أو من الخرسانة المسلحة بسقف معدنى.	0.8
- طوب أو خرسانة عادية لها سقف غير معدنى وغير قشى	1.0
- هيكل خشبى وسقف غير معدنى وغير قشى	1.4
- طوب أو خرسانه عادية أو هيكل خشبى بسقف معدنى	1.7
- أى مبنى بسقف من القش.	2.0

والجدول (٣ - ٣) يعطى معامل محتويات المنشأة (C)

الجدول (٣ - ٣)

محتويات المنشاة	معامل محتويات المنشاة C
- منشآت سكنية أو مكتبية أو مصانع وورش لا تحتوى على محتويات ثمينة ولا سريعة الاشتعال ولا تتأثر بالحريق.	0.3
- منشآت صناعية أو زراعية تحتوى على مواد سريعة الاشتعال والتأثر بالحريق.	0.8
- محطات كهرباء ومحطات غازية ومحطات تليفزيونية ومحطات إذاعة.	1.0
- مصانع هامة - مبانى أثرية - معارض فنية - منشآت تحتوى على محتويات ثمينة.	1.3
- مدارس مستشفيات ورياض أطفال.	1.7

والجدول (٣ - ٤) يعطى معامل درجة العزل للمنشأة (D)

الجدول (٣ - ٤)

درجة عزل المنشاة	معامل درجة العزل (D)
- منشأة موجودة داخل مدينة صغيرة أو داخل مكان به أشجار ارتفاعها يساوى أو أكبر من ارتفاع المنشأة.	0.4
- منشأة موجودة داخل قرية أو داخل مكان به أشجار ارتفاعها يساوى ارتفاع المنشأة.	1.0
- منشأة موجودة فى مكان منعزل أو يزيد ارتفاعه عن ارتفاع المنشآت أو الأشجار المحيطة به.	2.0

والجدول ٣ – ٥ يبين معامل طبيعة المكان.

الجدول (٣ – ٥)

طبيعة المكان	معامل طبيعة المكان (E)
– موقع مسطح على أى ارتفاع من سطح البحر.	0.3
– ربوة أو تل.	1.0
– منطقة جبلية ارتفاعها يتراوح ما بين 300 : 900 m	1.3
– منطقة جبلية ارتفاعها يتراوح من 900 m	1.7

ويمكن حساب عدد مرات الصواعق المتوقع فى العام P بمعرفة كثافة الوميض الأرضى وأبعاد المبنى وذلك باستخدام المعادلة 3.1

$$P = A\,N * 10^{-6} \quad \text{Stroke/ year} \rightarrow 3.1$$

حيث إن:

A المسافة المجمعة للمبنى

N عدد مرات الوميض لكل Cm^2 لكل سنة

وتعتمد المساحة المجمعة على أبعاد المبنى فإذا كان طول المبنى L وعرضه W وارتفاعه H فإنه يمكن تعيين المساحة المجمعة من المعادلة 3.2

$$A = LW + 2\,LH + 2\,WH + \pi H^2 \rightarrow 3.2$$

ويمكن تعيين عدد مرات الوميض لكل Cm^2 لكل سنة لأى مبنى بدلالة عدد الأيام الرعدية فى السنة من الجدول (٣ – ٦).

الجدول (٣ - ٦)

عدد الأيام الرعدية فى السنة	5	10	20	30	40	50	60	80	100
N	0.2	0.5	1.1	1.9	2.8	3.7	4.7	6.9	9.2

والجدول (٣ - ٧) يبين قيم تقريبية لعدد الأيام الرعدية للدول المختلفة فى الوطن العربى .

الجدول (٣ - ٧)

الدولة	شمال السودان	مصر	سوريا	العراق	الأردن	لبنان	الخليج العربى	جنوب السودان
عدد الأيام الرعدية فى السنة	10	10	10: 20	10	10	10: 20	5 : 10	تصل إلى 140

ومن هذه المعاملات يمكن تعيين معامل المخاطرة الكلى من المعادلة 3.3

$$F_R = P\ A\ B\ C\ D\ E \rightarrow 3.3$$

فإذا كان قيمة $F_R > 10^{-5}$ فإن هذا يعنى أن المبنى يحتاج لمانعة صواعق .

وإذا كانت قيمة $10^{-5} > F_R > 0.66 \times 10^{-5}$ فلا نحتاج لمانعة صواعق .

مثال :

مبنى سكنى بالقاهرة أبعاده كما يلى :

$$L = 40\ m,\ W = 30\ m,\ H = 50\ m$$

فهل يحتاج هذا المبنى لمانعة صواعق أم لا؟

الإجابة :

من الجدول (٣ - ٧) فإن عدد الأيام الرعدية فى السنة فى مصر هى 10

ومن الجدول (٣ – ٦) فإن عدد مرات الوميض لكل Cm^2 لكل سنة هو $N = 0.5$

ويمكن حساب المساحة المجمعة لهذا المبنى من المعادلة 3.2

$$A = 40 \times 30 + 2 \times 40 \times 50 + 2 \times 30 \times 50 + \pi \times 50 = 16057\ m^2$$

وبالتالى فإن عدد مرات الصواعق المحتمل فى السنة يساوى

$$P = A\ N \times 10^{-6}$$

$$= 0.008$$

ومن الجـــداول (٣ – ١)، (٣ – ٢)، (٣ – ٣)، (٣ – ٤)، (٣ – ٥) يمكن تعيين المعاملات A, B, C, D, E وينتج أن : –

$$A = 1.2, B = 0.4, C = 0.3, D = 0.4, E = 0.3$$

وبالتالى فإن معامل المخاطرات الكلى يساوى

$$F_R = P\ A\ B\ C\ D\ E$$

$$= 0.008 \times 1.2 \times 0.4 \times 0.3 \times 0.4 \times 0.3$$

$$= 13.8 \times 10^{-5}$$

وحيث إن :

$F_R > 10^{-5}$ لذلك نحتاج لمانعة صواعق لهذا المبنى .

٣ / ٤ – مكونات نظام الحماية من الصواعق

يتكون نظام الحماية من الصواعق من :

١ – مانعة الصواعق Air termination وهى تعمل على تجميع شحنات الصاعقة .

٢ – الموصل الهـابط Down Conductor وهو موصل أو مجموعة من الموصلات الموصلة على التوالى تعمل على توفير مسار آمن من مانعة الصواعق إلى الأرضى .

٣ – الأرضى Earth termination وهو أرضى يعمل على تصريف شحنة الصاعقة للأرض .

٤ – الوصلات والقوامط Joints and Clamps وتقوم بتوصيل وربط العناصر الثلاثة السابقة معًا، وهى تمنع حدوث الشرر الجانبى Side flashing .

٣ / ٤ / ١ – مانعات الصواعق

يوجد أشكال مختلفة لمستقبلات الصاعقة مثل :

١ – قضيب رأسى أو موصل أفقى .

٢ – قضيبان رأسيان .

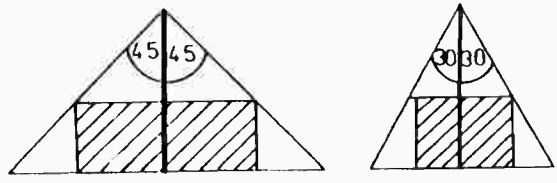
٣ – أكثر من موصل أفقى .

٤ – موصل أفقى يوضع على المحيط الخارجى لسطح المنشأة .

٥ – شبكة معدنية بفتحات .

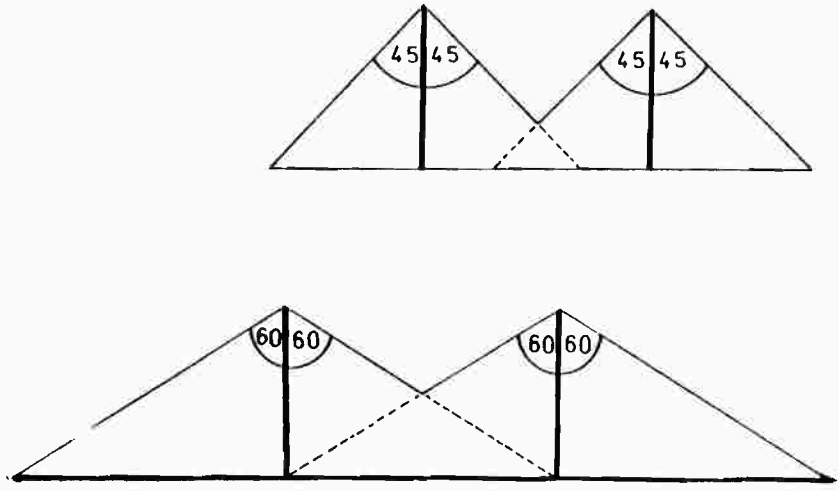
فعند استخدام الأعمدة كموانع صواعق يتشكل ما يسمى بمخروط حماية، وتكون زاوية الحماية (نصف زاوية رأس المخروط)، وهى تأخذ 45° إذا كان المبنى عادى وتأخذ 30° إذا كان المبنى يحتوى على مواد قابلة للاشتعال أو الانفجار .

والجدير بالذكر أن المبنى المطلوب حمايته يجب أن يقع تحت مخروط الحماية، وهذا موضح بالشكل (٣ – ٢) .



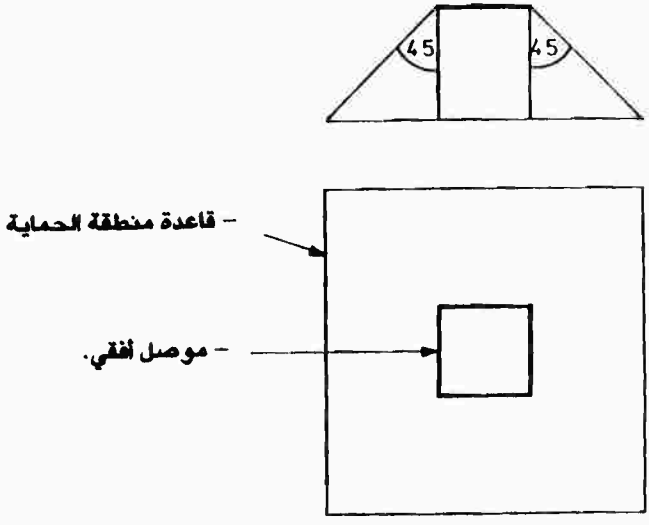
الشكل (٣ – ٢)

ويمكن استخدام عمودين المسافة بينهما لا تزيد عن ضعف ارتفاع العمود، وتكون زاوية الحماية لكل منهما 60° للمبانى العادية، 45° للمبانى ذات المواد القابلة للاشتعال والانفجار، وهذا مبين بالشكل (٣ – ٣) .



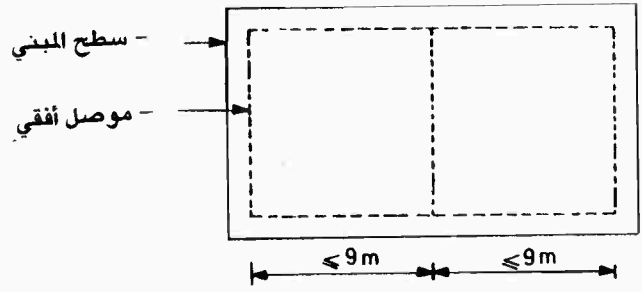
الشكل (٣ – ٣)

ويمكن استخدام موصلات أفقية، وتكون زاوية الحماية مساوية 45° بحد أقصى للمبانى التى تحتوى على مواد مشتعلة كما هو مبين بالشكل (٣ – ٤).



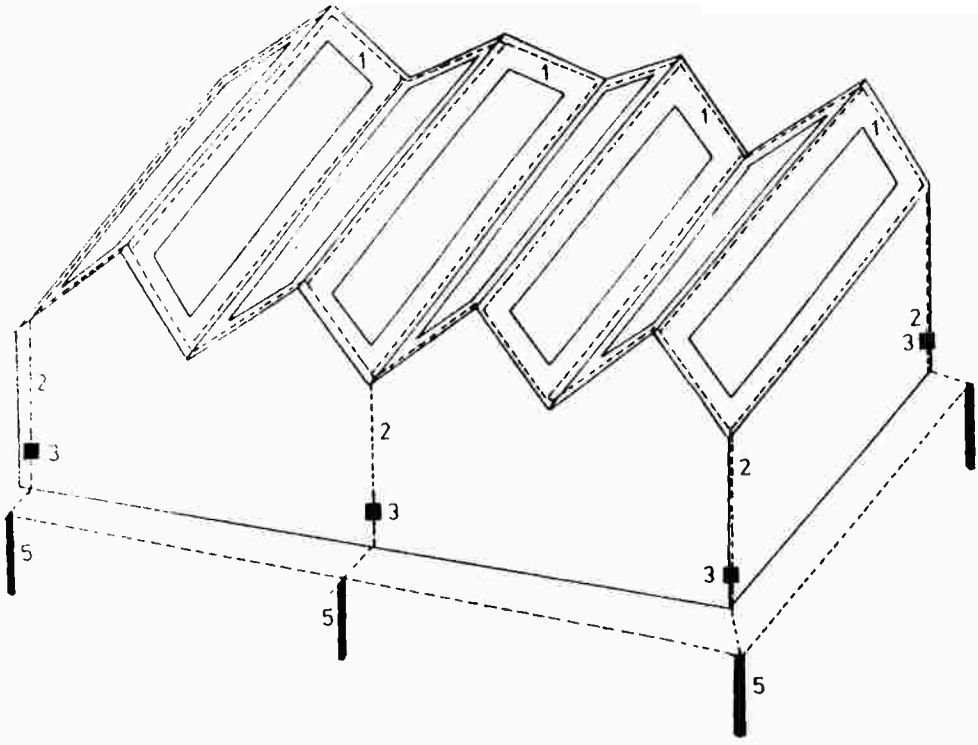
الشكل (٣ – ٤)

ويمكن استخدام موصلات أفقية على المحيط الخارجي لأسطح المباني بحيث لا تزيد المسافة بين أي نقطة على السطح والموصل الأفقي عن 9m ، كما هو مبين بالشكل (٣-٥).



الشكل (٣ - ٥)

وبالنسبة للمباني ذات الأسطح الكبيرة جداً فتستخدم شبكة من الموصلات تتكون من مجموعة من المستطيلات أبعاد كل مستطيل 10 x 20 m للمباني العادية، في حين أبعاد كل مستطيل تساوى 5 x 10 m بالنسبة للمنشآت الخطرة والتي تحتوى على مواد قابلة للانفجار والاشتعال مثل: المصانع الكيميائية ومصانع البترول. والشكل يبين طريقة تنفيذ ذلك لمصنع.



الشكل (٣ – ٦)

حيث إن :

موصلات الشبكة المعدنية لمانعة الصاعقة	1
الموصلات الهابطة	2
وصلات اختبار الأقطاب الأرضية	3
الموصلات الأرضية	4
الأقطاب الأرضية	5

والجدير بالذكر أنه يمكن استخدام الأشياء البارزة مثل : المداخن وهوائيات التليفزيون كمانعة صواعق إذا كانت معدنية .

والجدول (٣ – ٨) يعطى أبعاد موصلات مانعات الصواعق المستخدمة وخامة كل منها .

الجدول (٣ - ٨)

الأبعـــــاد	الخـــامـــة
قطره 8 mm	صلب مبروم
قطره 10 mm	صلب مجلفن مبروم
20 x 2.5 mm	شريط من الصلب
30 x 3.5 mm	شريط من الصلب المجلفن
قطره 8 mm	نحاس مبروم
20 x 2.5 mm	شريط من النحاس
يتكون من 7 شعيرات كل شعرة قطرها 3.5 mm	حبل من النحاس
قطره 8 mm	موصل نحاس بطبقة خارجية من الرصاص بحيث يكون سمك طبقة النحاس الأدنى 1 mm
قطره 8 mm	موصل صلب بغلاف خارجى 30% من النحاس
قطره 10 mm	نحاس مبروم
20 x 4 mm	شريط من الألومنيوم

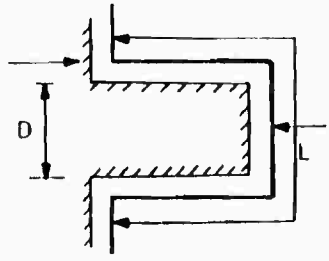
٣ / ٤ / ٢ - الموصلات الهابطة

تعمل الموصلات الهابطة على تشكيل مساراً سهلاً لتيار الصواعق الذى تم استقباله بمانعة الصواعق لتصريفه فى الشبكة الأرضية، ويجب أن يكون هذا المسار

قصيراً لمنع الشرر الجانبى (انظر الفقرة ٣ / ٥ / ١)، ويجب الحذر من أن يقترب جزآن من الموصلات الهابطة معًا بسبب من الأسباب، فعندما يكون الموصل الهابط يأخذ المسار المبين بالشكل (٣ – ٧) يجب تحقق المعادلة 3.4.

$$\frac{L}{D} \leq 8 \rightarrow 3.4$$

أما عدد الموصلات الهابطة فيعتمد على مساحة المنشأة ويجب ألا يقل عدد هذه الموصلات عن 2.



وفيما يلى طريقة تحديد عدد الموصلات الهابطة تبعًا للمساحة ومحيط المنشأة.

١ – المبانى التى مساحتها أقل من أو تساوى $100m^2$ تستخدم عدد 2 موصل هابط.

الشكل (٣ – ٧)

٢ – المبانى التى مساحتها أكبر من $200m^2$ تستخدم عددًا من الموصلات الهابطة يحدد من إحدى المعادلتين 3.5, 3.6.

$$N = 1 + \frac{S}{300} \rightarrow 3.5$$

$$N = \frac{C}{30} \rightarrow 3.6$$

حيث إن :

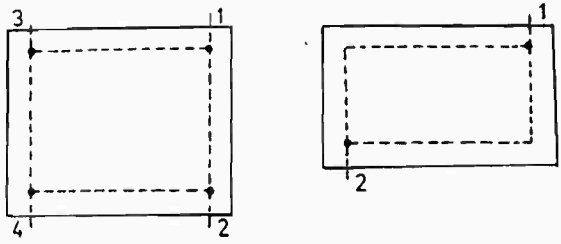
عدد الموصلات الهابطة مقرب للعدد الصحيح التالى	**N**
مساحة المبنى	**S**
محيط المبنى	**C**

٣ – المآذن والمداخن... إلخ والتى يزيد ارتفاعها عن 30 m، وقطرها يزيد عن 1.5 m تحتاج لموصلين هابطين.

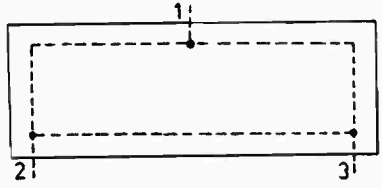
وهناك طريقة أخرى لتحديد عدد الموصلات الهابطة تبعًا لأبعاد المنشأة وهذه الطريقة مستخدمة فى ألمانيا.

والشكل (٣ – ٨) يوضح هذه الطريقة.

فالشكل (أ) ينفذ عندما يكون طول المبنى يصل إلى 20 m، وعرضه يصل إلى 12 m، حيث يستخدم موصل أفقى على شكل مستطيل على سطح المبنى يعمل كمانعة صواعق ويستخدم موصلين هابطين 1, 2.

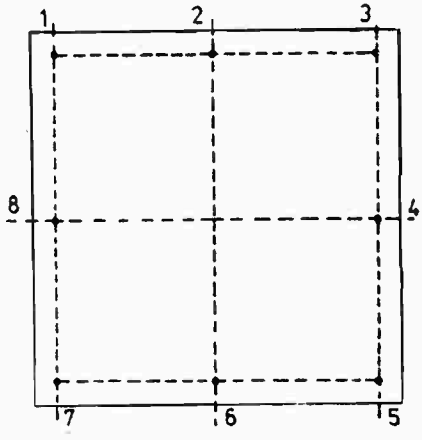


والشكل (ب) ينفذ عندما يكون طول المبنى يصل إلى 20 m، وعرضه يتراوح ما بين 20 m : 12.



والشكل (جـ) ينفذ عندما يتراوح طول المبنى 40 m : 20، وعرضه يتراوح إلى 12 m.

والشكل (د) ينفذ عندما يتراوح طول المبنى 40 m : 20، وعرضه يتراوح ما بين 40 m : 20.



الشكل ٣ – ٨

٣ / ٤ / ٣ – شبكة التأريض الأرضية

لا تختلف شبكة التأريض المستخدمة فى الحماية من الصواعق عن شبكات التأريض الوقائية والتى سبق وأن تناولناها فى الباب الثانى.

ويجب ألا تزيد مقاومة شبكة التأريض لمانعة الصواعق عن 10Ω، وعادة تستخدم الأعمدة المغروسة عمودياً فى الأرض لعمل شبكات التأريض الأرضية لمانعات الصواعق، وتختلف مقاومة التأريض أثناء الصاعقة عن مقاومة التأريض المحسوبة فى الباب الثانى، حيث إن مقاومة التأريض أثناء تصريف الصاعقة تسمى بالمقاومة النبضية، وتحسب من المعادلة 3.7.

$$R_I = \alpha R\ (\Omega) \rightarrow 3.7$$

حيث إن:

المقاومة النبضية	R_I
معامل النبضة	α
المقاومة الأرضية فى الظروف الطبيعية	R

ويعتمد معامل النبضة α على نوعية التربة وقيمة التيار أثناء الصاعقة والمار فى قطب واحد، والجدول (٣ – ٩) يبين قيم معامل النبضة α لأنواع مختلفة من التربات، وكذلك لقيم مختلفة لتيار الصاعقة، وذلك لقطب أرضى طوله 3 m :2، علماً بأن القيم الكبيرة للطول 3 m والصغيرة للطول 2 m.

الجدول (٣ – ٩)

نوعية التربة	التيار النبضى (K A)			
	5	10	20	40
جيرية أو طينية	0.9 : 0.98	0.75 : 0.85	0.6 : 0.75	0.5 : 0.6
حصى رطب	0.6 : 0.7	0.5 : 0.6	0.35 : 0.45	0.25 : 0.3
رمل أو حصى جاف	0.45 : 0.55	0.35 : 0.45	0.25 : 0.3	0.15 : 0.2

والجدير بالذكر أن عدد الأقطاب الأرضية يجب أن يساوى عدد الموصلات الهابطة فيوصل بكل موصل هابط قطب أرضى خاص به وتربط هذه الأقطاب معًا بواسطة

موصلات أرضية ويزود كل قطب أرضى بوصلة فحص Test bond، وذلك لقياس مقاومته، ويجب أن تكون المقاومة المحصلة لا تزيد عن 10 Ω، فإذا كان عدد الموصلات الهابطة 8 مثلاً: فإن عدد الأقطاب الأرضية يكون 8 أيضًا، وتكون مقاومة كل منهم لا تزيد عن (10 N) حيث N هو عدد الأقطاب الأرضية أى لا تزيد عن 80Ω.

والجدول ٣ – ١٠ يبين أبعاد ومواصفات القطب الأرضى.

الجدول (٣ – ١٠)

أبعاد القطب الأرضى	مواصفات القطب الأرضى
قطره 10 mm	صلب مبروم
30 x 3.5 mm	شريط من الصلب
قطره 20 mm	صلب مجلفن مبروم
50 x 3 mm	شريط صلب مجلفن
قطره 12 mm	موصل من الصلب المقاوم للصدأ
30 x 3.5 mm	شريط من الصلب
قطره 8 mm	نحاس مبروم
20 x 2.5 mm	شريط من النحاس
قطره 8 mm	موصل من النحاس المغطى بطبقة رصاص سمكها لا يقل عن 1 mm
قطر الشعرة 3 mm	حبل من النحاس يتكون من سبع شعيرات مغطى بطبقة من النحاس لا يقل سمكها عن 1 mm.
قطره 8 mm	حبل من الصلب مزود بطبقة من النحاس تمثل 30 %

٣ / ٥ – إنشاء نظام الحماية من الصواعق

يفضل إنشاء نظام الحماية من الصواعق أثناء إنشاء البناء؛ لأن هذا يقلل من التكلفة الناتجة عن تكسير بعض الأجزاء الخرسانية بعد الانتهاء منها، حيث يتم توصيل جميع المنشآت المعدنية وقضبان التسليح قبل صب الخرسانة وإتمام البناء. ويراعى عدم دفن الموصلات الهابطة فى الحائط بل تكون خارج الحائط، ويجب ربط جميع الأجزاء المعدنية بالمنشأة مع نظام الحماية من الصواعق مثل: الهوائيات والمداخن والسلالم المعدنية ومواسير الصرف الصحى والشبابيك والأبواب المعدنية... إلخ.

٣ / ٥ / ١ – تعليمات السلامة عند إنشاء نظام الحماية من الصواعق

فيما يلى أهم تعليمات السلامة عند إنشاء نظام الحماية من الصواعق:

١ – يجب ألا تقل المسافة بين الأقطاب الأرضية لنظام الحماية من الصواعق عن ممرات الأشخاص المترجلين عن 0.5 m للحد من خطورة جهد الخطوة على الأشخاص.

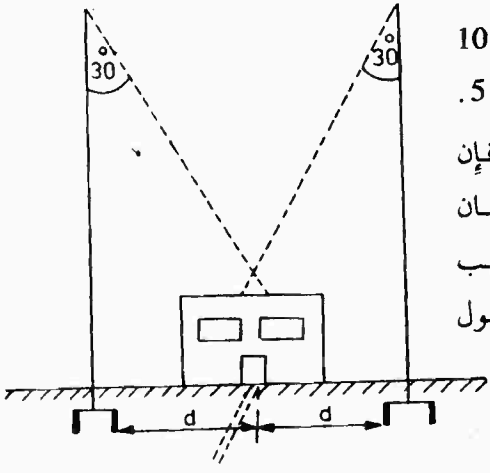
٢ – ينصح باستخدام نظام الحماية المزدوج من الصواعق لحماية المنشآت التى تحتوى على مواد مشتعلة بالطريقة المبينة بالشكل (٣– ٩).

٣ – يجب ألا تقل المسافة بين الأقطاب الأرضية لنظام الحماية من الصواعق والتجهيزات الأرضية المعدنية للمبنى مثل مواسير الماء (d) عن $0.5\ R_I$. فإذا كانت مقاومة نظام التأريض النبضية تساوى 10 Ω، فإن المسافة d يجب ألا تقل عن 5 m.

٤ – عند وجود أشجار عالية بجوار المبانى فإن هذا يمثل خطورة على المبنى إذا كان ارتفاعها أعلى من المبنى لذلك يجب التعامل مع الأشجار العالية بأحد الحلول التالية:

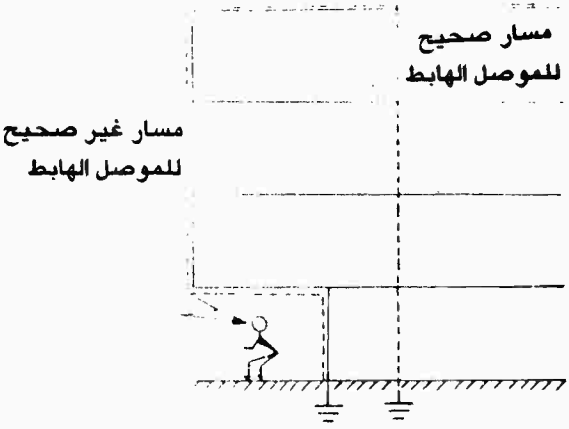
أ – إزالة الشجرة.

ب – تقصير الشجرة عن المبنى.



الشكل ٣ – ٩

جـ – عمل نظام حماية من الصواعق للشجرة بتمديد موصلات على الأفرع المختلفة وتوصيلها بموصل هابط على جذع الشجرة وتوصيل هذا الموصل الهابط مع قطبين أرضيين بشرط أن تكون المسافة بين الشجرة والمبنى لا تقل عن $0.5\ R_I$ حيث إن R_I هى المقاومة النبضية لأرضى الشجرة.



الشكل (٣ – ١٠)

٥ – يجب الحذر من عمل مسارات ضيقة تحدث شرر جانبى يعرض الأشخاص والمبنى للخطر كما هو مبين بالشكل (٣ – ١٠)

٦ – يجب توصيل الأجزاء المعدنية فى المبنى مع نظام الحماية من الصواعق، وإذا تعذر ذلك يجب أن تكون المسافة بين نظام مانعات الصواعق والأجزاء المعدنية تحقق المعادلة 3.8.

$$D \geq 0.05\ h + 0.2\ R_I$$

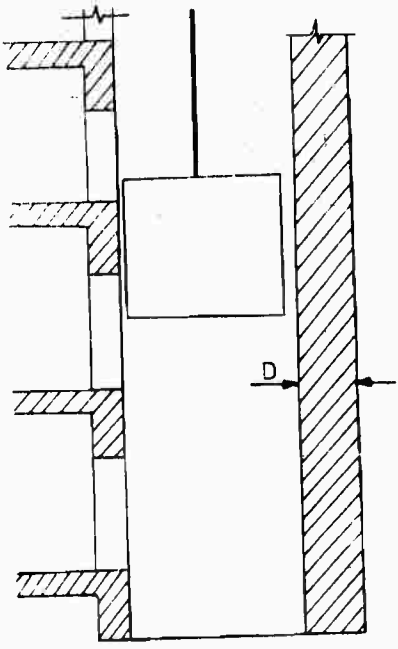
حيث إن:

المسافة بين الموصلات الهابطة والأجزاء المعدنية	D
ارتفاع المبنى (m)	h
المقاومة النبضية لشبكة التأريض	R

والشكل (٣ – ١١) يعرض مصعداً لاحد المنشآت فإذا كان ارتفاع المنشأة 30 m، وكانت المقاومة النبضية للشبكة الأرضية لمانعة الصواعق 10 Ω، فإن المسافة بين نظام مانعات الصواعق والهيكل المعدنى للمصعد الكهربى يساوى :

$$D \geq 0.05 \times 30 + 0.2 \times 10$$

$D \geq 3.5\ m$

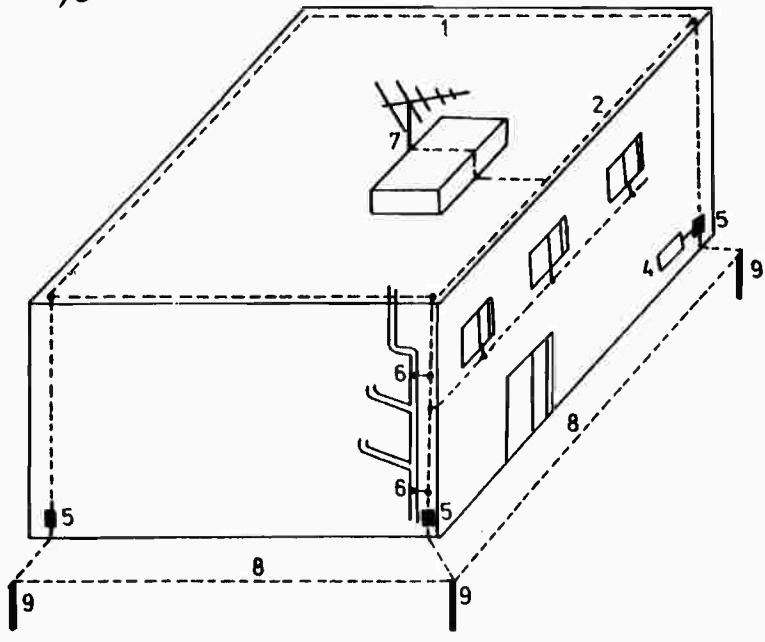


٧ – يجب أن تجرى اختبارات على نظام الحماية من الصواعق بعد كل صاعقة للتأكد من سلامته، كما يجب عمل تفتيش دورى على أجزاء مانعة الصواعق.

٣ / ٥ / ٢ – نماذج لأنظمة الحماية من الصواعق

الشكل (٣ – ١٢) يبين طريقة تنفيذ نظام حماية من الصواعق لمبنى طوله وعرضه 20 m طابقين.

الشكل (٣ – ١١)

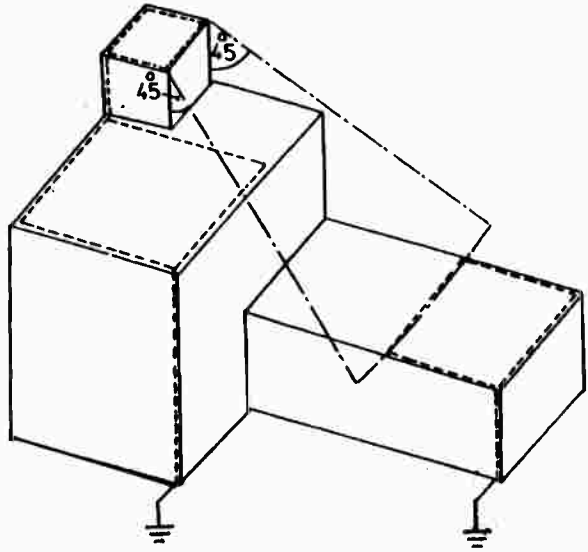


الشكل (٣ – ١٢)

حيث إن :

الموصلات الرئيسية لمانعة الصواعق	1
رباط مع قضبان تسليح المنشأة .	2
رباط مع شبابيك معدنية	3
موصل الأرضى الرئيسى للمنشأة	4
وصلة اختبار	5
وصلة مع مواسير الصرف الصحى	6
وصلة مع الهـوائى	7
موصلات أرضية	8
أقطاب أرضية	9
موصل هابط	10

والشكل (٣ – ١٣) يبين طريقة تنفيذ نظام حماية من الصواعق لمبنى يتكون من عدة مستويات .



الشكل (٣ – ١٣)