دستور البناء الوطني الأردني

المجلد الثالث والعشرون

الجزء الرابع

كودة الوقاية من الصواعق

وضعت من قبل

الجمعية العلمية الملكية

وكز بحوث البناء

لصالح مجلس البناء الوطني الأردني

إعداد

المهندس فارس الداود

تحرير لغوي

المهندس صالح الجيتاوي

مراجعة

الدكتور محمد موسى عادل

الدكتور حافظ الزيات

الدكتور سعيد اسطيفان

المهندس عزمي الشريف

المهندس انطون وكيله

المهندس عادل عباسي

المهندس عاطف عباسي

مقدمة

من أجل تنظيم أعمال تصميم وتنفيذ المباني في الأردن ، ولتمكين المهندسين والفنيين من القيام بأعمالهم على الوجه الأكمل دون اجتهاد أو تأويل ، ومن أجل وضع حد للمشاكل الناتجة عن اختلاف وجهات نظر الأطراف العاملة في قطاع الإنشاءات فقد اصدر دولة رئيس الوزراء في كتابه رقم 31/46/2549 المؤرخ في 27/2/1980 قرارا تم بموجبه تشكيل هيئة عليا لدستور البناء الوطني الأردني برئاسة وزير الاشغال العامة مهمتها العمل على إعداد دستور وطني للبناء في الأردن يعمل على وضع قاعدة علمية قديرة ولغة محددة المعالم لجميع المهندسين والعاملين في قطاع الإنشاءات.

وفي سبيل تحقيق هذا الهدف عمدت الهيئة الى عقد اتفاقية مع الجمعية العلمية الملكية ، يقوم بموجبها بمركز بحوث البناء التابع لها بإعداد مجلدات دستور البناء الوطني الأردني بحيث تغطي معظم النواحي المعمارية والمدنية والكهربائية والميكانيكية للمباني والمنشآت.

إضافة الى ذلك ، فقد شكلت الهيئة العليا للدستور لجنة فنية دائمة برئاسة وكيل وزارة الأشغال العامة مهمتها الأساسية دراسة المسودات الأولية التي يقوم فريق العمل بإعدادها ومراجعتها مع لجان فرعية متخصصة منبثقة عنها وإجراء أي تعديلات تراها اللجنة ضرورية ومن ثم رفعها الى الهيئة العليا لاقرارها واعتمادها.

ونحن إذ نضع مجلدات هذا الدستور بين أيدي المعنيين ، لنرجو أن يتم الوصول من خلالها الى الهدف المنشود.

والله ولي التوفيق

وزير الأشغال العامة والإسكان

رئيس الهيئة العليا لدستور
البناء الوطني الأردني

المهندس شفيق زوايده

دستور البناء الوطني الأردني

صادر بموافقة الهيئة العليا لدستور البناء الوطني الأردني

بناء على تنسيب من اللجنة الفنية الدائمة

الهيئـــة العليـــا

معالي وزير الأشغال العامة والإسكان – رئيسا للهيئة

معالي وزيـر النقـــل

معالي وزير الشؤون البلدية والقروية والبيئـة

معالي وزير الصناعـة والتجـارة

معالي وزير التخطيـــط

معالي وزير الطاقة والثروة المعدنيـــة

معالي أميـن عمـان الكبـرى

معالي رئيس الجمعية العلمية الملكيـة

عطوفة مدير عام مؤسسـة الإسـكان

سعادة مدير عـام بنـك الإسـكان

سعادة عميد كلية الهندسة / الجامعة الأردنيـة

سعادة عميد كلية الهندسة / جامعة العلوم والتكنولوجيا

سعادة نقيـب المهندسيـــن

اللجنـة الفنيـة الدائمـة

المهندس خلف الهواري – رئيسا للجنـة

المهندس داود جبجي – مقرر اللجنـة

المهندس نجيـب طليـــل

الدكتور روحـي الشريـف

الدكتور منـذر المصـري

المهندس ميشـيل مسنـات

المهندس حـاتم غنيـم

الدكتور أسـامة العنانـــي

الدكتور منـذر حدادين

المهندس مروان زريقـات

المهندس داود خلـــف

المهندس احمـد الكيلانـي

المهندس توفيـق صبارينـي

المهندس عـوض التـل

المهندس أسـامة مدانـات

المهندس هيثـم مريـش

المهندس خضـر عكـاوي

الفريق العامـل على إعـداد

دستور البناء الوطنـي الأردنـي

الدكتور داود جبجـــي

المهندس خضـر عكـاوي

المهندس حسـن عكـور

المهندس فـارس الـداود

المهندس كامل مجـدي صالـح

المهندس محمـود الشيشـاني

المهندس مقـدر عكـروش

المهندس عـبد المنعم النـهار

المهندس صـالح الجيتـاوي

الفريق المشـارك في إعـداد

دستور البناء الوطـني الأردنـي

الدكتور وليـد الريمـاوي

المهندس حـاتم غنيـم

المهندس غسـان غانـم

المهندس محمـد عجـور

الدكتور سميـح قاقيـش

المهندس أكـرم عباسـي

الدكتور أسـامة ماضـي

المهندس رزق شعبـــان

المهندسة شـادية بركـات

الدكتور فيصل الصياغ
المهندس كريم خماش
الدكتور هشام غصيب

جدول المحتويات

الباب الأول : عموميات

1/1 المجال.....(4)

1/ 2 الهدف.....(4)

1/3 تعريفات ومصطلحات.....(4)

1/3/1 تيار ضربة الصاعقة

1/3/2 الربط

1/3/3 زاوية الوقاية

1/3/4 الصاعقة

1/3/5 ضربة الصاعقة

1/3/6 الطرف الأرضي

1/3/7 الطرف الهوائي

1/3/8 فجوة الشرارة

1/3/9 مسافة الضربة

1/3/10 المكهر الأرضي

1/3/11 منطقة الوقاية

1/3/12 الموصل الهابط

1/3/13 النظام الواقي من الصواعق

1/3/14 الوصلة

1/3/15 وصلة الاختبار

1/3/16 الوميض الجانبي

الباب الثاني: الحاجة الى الوقاية من الصواعق

2/1 عـام..... (8)

2/2 طريقة دليل المخاطرة.....(9)

الباب الثالث : تصميم نظام الوقاية من الصواعق

3/1 اعتبارات عامة.....(17)

3/2 مكونات النظام.....(18)

3/2/1 عـام

3/2/2 الأطراف الهوائية

3/2/3 الموصلات الهابطة

3/2/4 الوصلات والأربطة

3/2/5 الأطراف والمكاهر الأرضية

3/2/6 الأعمال المعدنية الداخلة في تكوين المنشأ أو الموجودة فوقه

3/3 المنشآت التي يزيد ارتفاعها عن (30) متر..... (38)

3/3/1 عـــام

3/3/2 المنشآت غير الموصلة للكهرباء

3/3/3 المنشآت الموصلة للكهرباء

3/3/4 جميع أنواع المنشآت العالية

3/4 المنشآت ذات السقوف عالية القابلية للاشتعال.....(41)

3/5 المنشآت ذات المحتويات القابلة للانفجار أو المحتويات الشديدة القابلية للالتهاب.....(42)

3/6 الأسيجة.....(47)

3/6/1 عـام

3/6/2 توصيات

3/7 الأشجار والمنشآت القريبة منها.....(48)

3/7/1 عـام

3/7/2 توصيات

3/8 المنشآت الحاملة لخطوط الكهرباء وخطوط الهاتف وغيرها

من الخطوط الهوائية..... (51)

3/9 المنشآت الحاملة لهوائيات استقبال راديو وتلفاز.....(51)

3/10 منشآت متنوعة.....(52)

3/10/1 عـام

3/10/2 الخيام والسرادقات

3/10/3 السقالات وجسور المشاة المعدنية والمنشآت المماثلة

3/10/4 السواري العالية ، الأبراج ، الروافع والمنشآت الدوارة المتحركة

3/10/5 المباني الزراعية في الأماكن التي تحدث فيها الصواعق بكثرة

3/11 التآكل .....(55)

الباب الرابع : التفتيش والاختبار والصيانة

4/1 عـام.....(57)

4/2 التفتيش.....(57)

4/3 الاختبار.....(58)

4/4 السجلات.....(58)

4/5 الصيانة.....(59)

ملحق (أ) : إرشادات من اجل السلامة الشخصية أثناء العواصف الرعدية.....(60)

المصطلحات الفنية...

المصادر...

المراجع...

الباب الأول

عموميات

1/1 المجال

تشمل هذه الكودة التركيبات العملية والمعدات الضرورية لمنع خطر التلف او الأذى الذي قد ينتج عن تفريغ الصاعقة ، أو تقليلهما للحد الأدنى . وتشمل هذه الكودة المبادئ العامة لوقاية المنشآت الواقعة فوق الأرض أو تحتها والتوصيات المتعلقة باختبار المواد والأجزاء وطرف التأريض والاختبار. كما تشمل التوصيات الخاصة بالمنشآت المصممة لخزن المواد المتفجرة والشديدة الالتهاب ، لا تشمل هذه الكودة حماية السفن والطائرات وتمديدات المناجم تحت الأرض ، ولا تشمل أيضا طرق ومستلزمات الوقاية للأغراض التخصصية مثل خطوط النقل الكهربائية وأجهزة الاتصالات وغيرها.

1/2 الهدف

يهدف هذا الجزء الى وضع التعريفات والمصطلحات والتنظيمات المتعلقة بنظام الوقاية من الصواعق ، وذلك لغرض حماية الإنسان والحيوان والممتلكات من الضرر الناجم عن حدوث الصاعقة. كما يهدف الى تقديم التعليمات اللازمة للتصرف بطريقة سليمة عند احتمال حدوث الصاعقة ، ويشمل تقييم المباني حسب حاجتها لنظام الوقاية من الصواعق.

1/3 تعريفات ومصطلحات

3/1/1 تيار ضربة الصاعقة (Lighting Stroke Current):

هو القيمة القصوى لتيار التفريغ لضربات الصاعقة.

1/3/2 الرباط (Bond):

هو موصل كهربائي يصل النظام الواقي من الصواعق بالأجزاء المعدنية الموجودة في المبنى أو يصل الأجزاء المعدنية بعضها ببعض.

1/3/3 زاوية الوقاية (Angle of Protection)

الزاوية المحصورة بين المستوى الشاقولي والمستوى المحتوي على سلك التأريض والذي يجب أن يمر خلاله خط الموصلات لضمان درجة محددة سلفا من الوقاية ضد ضربات الصاعقة المباشرة.

3/4/1 الصاعقة (Lightning):

هي عبارة عن تفريغ كهربائي يحدث بين السحب في الجو ، أو بين السحب والأرض وما عليها.

3/5/1 ضربة الصاعقة (Lightning Stroke)

هي تفريغ منفرد للصاعقة ، أو سلسلة من التفريغات تتبع نفس الممر بين السحب أو بين السحب والأرض وما عليها.

3/6/1 الطرف الأرضي (Earth Terminal):

هو ذلك الجزء من النظام الواقي من الصواعق الذي يعمل على تفريغ الشحنات الكهربائية الناتجة عن الصاعقة الى الكتلة الكلية للأرض.

1/3/7 الطرف الهوائي (Air Terminal):

هو ذلك الجزء من النظام الواقي من الصواعق الذي يستقبل الشحنات الكهربائية الناتجة عن الصاعقة.

3/8/1 فجوة الشرارة (Spark Gap) :

هي أي حيز ضيق بين موصلين كهربائيين معزولين بعضهما عن بعض ، أو مربوطين كهربائيا بشكل ضعيف .

1/3/9 مسافة الضربة (Striking Distance):

هي أقصر مسافة في الهواء التي تكفي لبدء عملية التفريغ الأولية للصاعقة الى الأرض أو الى جسم مؤرض

1/3/10 المكهر الأرضي (Earth Electrode):

هو الجزء السفلي من الطرف الأرضي في النظام الواقي من الصواعق المدفون داخل كتلة الأرض ويلامسها ، وهو عبارة عن واحد أو أكثر من القضبان أو الشرائط.

3/11/1 منطقة الوقاية (Zone of Protection):

تعرف منطقة الوقاية لموصل في نظام الوقاية من الصواعق بأنها الحيز الذي يقوم الموصل بوقايته من ضربة الصاعقة بتلقيه تلك الضربة وتفريغها في الأرض.

1/3/12 الموصل الهابط (Down Conductor):

هو الموصل الكهربائي الذي يصل الطرف الهوائي بالطرف الأرضي في النظام الواقي من الصواعق.

1/3/13 النظام الواقي من الصواعق (Lightning Protection System):

هو النظام المكون من جميع الأطراف والموصلات التي تستعمل لوقاية المنشأ من تأثيرات الصواعق .

1/3/14 الوصلة (Joint) :

هي نقطة وصل ميكانيكي وكهربائي بين أي جزئين أو أكثر في النظام الواقي من الصواعق.

1/3/15 وصلة الاختبار (Test Joint):

هي نقطة وصل في النظام الواقي من الصواعق تكون في مكان سهل المنال لغرض قياس استمرارية عمل النظام الواقي من الصواعق ومقاومته الكهربائية.

1/3/16 الوميض الجانبي (Sideflash):

هو عبارة عن شرارة كهربائية تحدث بين أجسام معدنية متقاربة أو بين هذه الأجسام ونظام الوقاية من الصواعق أو الأرض.

الباب الثاني

الحاجة الى الوقاية من الصواعق

1/2 عام:

2/1/1 الغرض من هذا الباب هو تقديم بعض التعليمات حول العوامل المعتبرة في إقرار الحاجة للحماية.

2/1/2 لا يمكن وضع اسس محددة لهذه الغاية ، ولكن طبقا لجوانب معينة من المشكلة يمكن إجراء تقييم يعتمد على احتمالات تعرض المنشأ لضربة الصاعقة والنتائج المترتبة على هذه الضربة.

2/1/3 العوامل التي تدخل في إقرار حاجة المنشأ الى نظام وقاية من الصواعق هي كما يلي:-

* استعمالات المنشأ.
* تكوين المنشأ وطبيعته.
* أهمية محتويات المنشأ.
* الآثار الناجمة عن ضربة الصاعقة.
* موقع المنشأ وارتفاعه.
* تكرار حدوث العواصف الرعدية في موقع المنشأ.

2/1/4 لا ينطبق ما هو وارد في هذا الباب على المنشآت الخطرة (مثل مصانع المتفجرات وأماكن تخزينها) ، حيث يجب توفير الحماية الكاملة حسبما هو وارد في المادة رقم (3/5). وفيما يتعلق بالمنشآت الأخرى ، تتضمن توصيات هذه الكودة عمل الوقاية المناسبة بعد إقرار الحاجة لها حسب الظروف السائدة . ولتحديد الحاجة الى نظام وقاية من الصواعق ، تعطى أرقام دليليه للعوامل المؤثرة لكل منشأ ، وبعد جمع الأرقام الدليلية للمنشأ الواحد ينتج ما يسمى بدليل المخاطرة . وكلما كان ذلك الدليل عاليا كانت الحاجة للوقاية من الصواعق اكثر ضرورة.

2/2 طريقة دليل المخاطرة (Risk Index Method).

2/2/1 عام :

تعتبر طريقة دليل المخاطرة لتقييم الحاجة للوقاية من الصواعق مفيدة للتوصل الى قرار يتعلق بحاجة المنشأ الى مثل ذلك النظام . فان كان حاصل جمع الأرقام الدليلية المأخوذة من الجداول اللاحقة أرقام (1) ، (2) ، (3) ، (4) ، (5) ، (6) ، (7) أقل بشكل ملحوظ من (40) ، فإن الحاجة لنظام وقاية من الصواعق لا تكون ضرورية الا اذا لزمت الوقاية لاعتبارات ضرورية أخرى . واذا كان المجموع مساويا (40) أو اكثر ، فانه يلزم تركيب نظام وقاية من الصواعق للمنشأ . يستثنى من هذه الطريقة المداخن المصنوعة من الطوب أو الخرسانة عندما تكون تلك المداخن قائمة لوحدها أو يزيد ارتفاع قمتها عن (4.5) متر فوق سطح المنشأ المجاور لها حيث يجب عمل نظام وقاية لها دون اعتبار لدليل المخاطرة.

2/2/2 قيم دليل المخاطرة:

(أ) يبين الجدول رقم (1) قيم دليل المخاطرة (أ) المناسبة للاستعمالات المختلفة للمبنى.

جدول رقم (1)

دليل المخاطرة (أ)

استعمال المنشأ	قيمة الدليل (أ)
البيوت السكنية والمباني الأخرى المشابهة لها في الأبعاد.	2
البيوت السكنية والمباني الأخرى المشابهة لها في الأبعاد وذات الهوائيات الخارجية.	4
المصانع والمشاغل والمختبرات.	6
أبنية المكاتب والفنادق والشقق والأبنية السكنية	7

الأخرى غير الواردة أدناه	
أماكن الاجتماعات مثل المساجد والكنائس والقاعات والمسارح والمتاحف والمعارض والمجمعات التجارية والمحلات التجارية الكبيرة ومكاتب البريد ومحطات المواصلات والمطارات والملاعب الرياضية.	8
المدارس والمستشفيات ورياض الأطفال ومراكز التجمع الأخرى.	10

(ب) يبين الجدول رقم (2) قيم دليل المخاطرة (ب) المناسبة لبنية المنشأ

جدول رقم (2)

دليل المخاطرة (ب)

بنية المنشأ	قيمة الدليل (ب)
هيكل فولاذي مغلف ذو سطح علوي (Roof) غير معدني.*	1
خرسانة مسلحة وسطح علوي غير معدني.	2
طوب ، خرسانة عادية أو حجر ذو سطح علوي غير معدني وغير قشي.	4
هيكل فولاذي مغلف أو من الخرسانة المسلحة ذو سطح علوي معدني	5
هيكل أو تغليف خشبي ذو سطح علوي غير معدني أو غير قشي	7
طوب أو خرسانة عادية أو حجر ذو هيكل خشبي وسطح	8

علوي معدني	
أي مبنى ذو سطح علوي من القش	10

* يستثنى من هذه الجداول المنشآت المكونة من معدن مكشوف مستمر حتى الأرض.

(ج) يبين الجدول رقم (3) قيم دليل المخاطرة (ج) وفقا لمحتويات المبنى أو نوعه.

جدول رقم (3)
دليل المخاطرة (ج)

محتويات المبنى ونوعه	قيمة الدليل (ج)
مباني سكنية عادية أو مكاتب ، مصانع ومشاغل لا تحتوي على محتويات ثمينة أو سريعة التأثر.*	2
مباني صناعية أو زراعية تحتوي على مواد سريعة التأثر*.	5
محطات كهرباء ، محطات توزيع غاز ، مقاسم هواتف أو محطات إرسال.	6
مصانع ، نصب مباني تاريخية ، متاحف ، مباني ، معارض فنية أو مباني أخرى ذات محتويات قيمة.	8
مدارس ، مستشفيات ، رياض أطفال أو ملاجئ أخرى وأماكن تجمع.	10

* مصنع مهم أو مواد قابلة للاحتراق أو التأثر بنتائج الحريق

(د) يبين الجدول رقم (4) قيم دليل المخاطرة (د) المناسبة لدرجة عزلة المبنى

جدول رقم (4)

دليل المخاطرة (د)

درجة عزلة المبنى	قيمة الدليل (د)
منشأ يقع في منطقة واسعة ذات منشآت أو أشجار عالية (كالبلدان الكبيرة أو مناطق الغابات) لرتفاعها يساوي أو أكبر من لرتفاع المنشأ.	2
منشأ يقع في منطقة قليلة المنشآت أو ذات أشجار لرتفاعها يساوي لرتفاع المنشأ	5
منشأ منعزل تماما أو يزيد لرتفاعه عن ضعف لرتفاع المنشآت أو الأشجار المحيطة به على الأقل.	10

(هـ) يبين الجدول رقم (5) قيم دليل المخاطرة (هـ) المناسبة لطبيعة المنطقة التي يوجد فيها المنشأ.

جدول رقم (5)

دليل المخاطرة (هـ)

طبيعة المنطقة	قيمة الدليل

	(هـ)
منطقة منبسطة على أي منسوب.	2
منطقة تـلال.	6
منطقة جبلية لرتفاعها ما بين (300) و (900) متر .	8
منطقة جبلية يزيد لرتفاعها عن (900) متر.	10

(و) يبين الجدول التالي رقم (6) قيم دليل المخاطرة (و) المناسبة لارتفاع المنشأ فوق سطح الأرض.

جدول رقم (6)

دليل المخاطرة (و)

لرتفاع المنشأ فوق سطح الأرض		قيمة الدليل
يزيد عن	لغايـة	(و)
	(9) أمتار	2
(9) أمتار	(15) متر	4
(15) متر	(18) متر	5
(18) متر	(24) متر	8
(24) متر	(30) متر	11
(30) متر	(38) متر	16
(38) متر	(46) متر	22
(46) متر	(53) متر	30

(ز) يبين الجدول رقم (7) قيم دليل المخاطرة (ز) المناسبة لتكرار حدوث العواصف الرعدية.

جدول رقم (7)

دليـل المخاطرة (ز)

عدد الأيام المرعدة في السنـة*		قيمة الدليل (ز)
يزيد عـن	لغايـة	
–	3	2
3	6	5
9	12	11
12	15	14
15	18	17
18	21	20
21	-	21

* يتم الحصول على عدد الأيام المرعدة في السنـة للمنطقة التي يوجد فيها المنشأ من الجهـات المختصة (مثل الأرصاد الجوية).

الباب الثالث

تصميم نظام الوقاية من الصواعق

3/1 اعتبارات عامة (General Considerations)

يجب دراسة المخططات فيما يتعلق بالتفاصيل ذات العلاقة للمنشآت القائمة والمنشآت قيد التنفيذ كما يجب تحضير رسومات مختصرة تتضمن التفاصيل وتبين مواضع الأجزاء الرئيسية وبخاصة ما يلي:-

* المعادن المستعملة في السقوف والجدران والهياكل وحديد التسليح فوق الأرض أو تحت الأرض وذلك لتحديد ملاءمة تلك المعادن للاستعمال كأجزاء في نظام الوقاية من الصواعق.
* توفر أماكن لمرور الموصلات الهابطة وذلك من شبكة الأطراف الهوائية الى طرف التأريض بأقل ممانعة وهذا مهم للموصلات الهابطة داخل المباني بشكل خاص.
* طبيعة ومقاومية التربة التي يتم الكشف عنها بعمل آبار سبر لغرض تصميم الاساسات أو لاختبار مقاومية التربة ، ومعرفة الأماكن المناسبة واختبار المكاهر الأرضية التجريبية لغرض تصميم أطراف أرضية مناسبة.
* الخدمات الداخلة الى المنشأ والخارجة منه فوق سطح الأرض وتحته.
* هوائيات مستقبلات التلفاز والمذياع.
* سواري الأعلام (Flag – masts) وغرف المعدات الموجودة على السطح مثل غرف مكنات المصاعد ، وغرف التهوية ، وغرف الغلايات وخزانات الماء والأجزاء البارزة الأخرى.
* بنية السطوح وذلك لتحديد طرق تثبيت الموصلات عليها ، مع اهتمام خاص بالمحافظة على وسائل حمايتها من الطقس.
* الاختراق المحتمل للطبقة المانعة لتسرب الماء (Water Proofing Membrane) عند وضع أطراف التأريض.

* وجود فتحات في الخرسانة المسلحة وامكانية التثبيت عليها.
* توفر امكانية عمل وصلات ربط مع الهيكل الفولاذي أو قضبان التسليح أو المعادن الداخلية ، أو خلال فتحات

في المنشأ ، أو مع التصوينات (Parapets)أو الأفاريز وغيرها ، وذلك للسماح بالمرور الحر لموصل الصواعق.

* اختيار معدن الموصلات الأكثر ملاءمة (مثل موصلات الألمنيوم للمنشآت ذات واجهات الألمنيوم).
* سهولة الوصول الى وصلات الاختبار ووضعها داخل غلاف غير معدني لحمايتها من التلف الميكانيكي والعبث وإبعاد الخطر عن الأشخاص ، وتخفيض علو روافع الاعلام أو أي أجسام يمكن إزاحتها ، وتوفر التسهيلات لأغراض التفتيش الدوري وبخاصة للمداخن العالية.

3/2 مكونات النظام (Component Parts) :

3/2/1 عام:

الأجزاء الرئيسية التي يتكون منها نظام الوقاية من الصواعق هي :-

* الأطراف الهوائية (Air Terminals).
* الموصلات الهابطة (Down Conductors).
* الوصلات والأربطة (Joints and Bond).
* وصلات الاختبار (Testing Joints).
* الأطراف الأرضية (Earth Terminals)
* المكاهر الأرضية(Earth Electrodes)

3/2/2 الأطراف الهوائية :

(أ) يعتمد نوع الطرف الهوائي على نوعية المبنى : فهو عبارة عن موصل رأسي في حالة المباني الضيقة العالية كالمسلات ، وموصل أفقي واحد للمباني الصغيرة ، ونظام من الوصلات الأفقية للمباني ذات السطوح الواسعة أفقيا.

هذا ويجب أن تشترك النقاط البارزة في المنشأ مع شبكة الأطراف الهوائية مع مراعاة وجود طرف هوائي على محاذاة المحيط الخارجي للسطح.

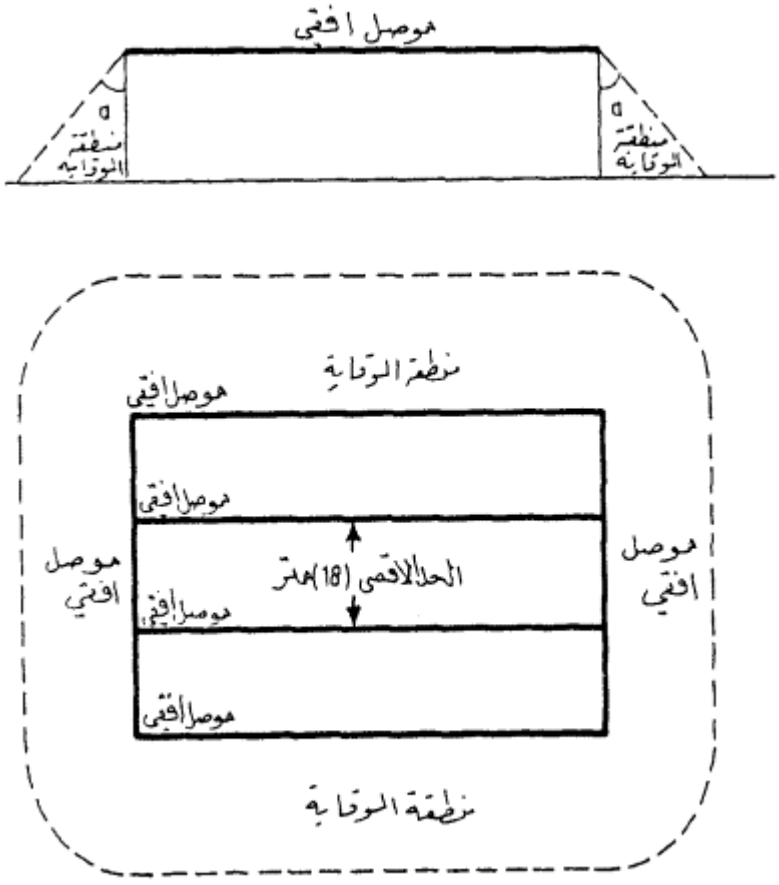
(ب) للسطوح ذات الأبعاد الأفقية الكبيرة يتطلب الأمر إقامة شبكة من الموصلات المتوازية الأفقية كما هو موضح في الشكل رقم (1).

(ج) يجب ألا يكون أي جزء من السطح على مسافة أكبر من (9) أمتار من أقرب موصل أفقي واق. الا أنه يمكن السماح بإضافة مسافة (30) سنتمتر للمسافة السابقة لكل (30) سنتمتر من المسافة الرأسية بين الجزء الذي يراد وقايته وأقرب موصل وقائي الى هذا الجزء.

(د) يجب أن تربط جميع البروزات المعدنية الواقعة على السطح الرئيسي للمنشأ أو فوقه كالمداخن ، والقنوات ، وأنابيب التهوية ، والسكك ، والميازيب المعدنية وغيرها مع الطرف الهوائي بحيث تشكل جزءا من شبكة الأطراف الهوائية ، وتربط بطريقة طبيعية بسيطة ومتينة و دائمة.

(هـ) إذا كانت أجزاء المنشأ متفاوتة في الارتفاع بشكل كبير ، فان كل طرف هوائي أو شبكة أطراف هوائية لكل جزء من الأجزاء المنخفضة يجب أن تربط هي والموصلات الهابطة منها بالموصلات الهابطة للأجزاء الأعلى منها.

(و) يبين الجدول رقم (8) أدنى مقاسات مقبولة للأطراف الهوائية.



الشكل رقم (1)

شبكة الأطراف الهوائية لمنشأ ذي مساحة سطح كبيرة

الجدول رقم (8)

أدنى مقاسات مقبولة للأطراف الهوائية

الطرف الهوائي	أدنى مقاس مقبول
شريط نحاس أحمر	(3×20) ملمتر مربع
قضبان نحاس أحمر	قطر (10) ملمترات
موصلات نحاس أحمر مجدولة	(19/1180) عدد شعيرات على قطر الشعيرة (ملمتر)

3/2/3 الموصلات الهابطة (Down Conductors) :

(أ) يحدد عدد الموصلات الهابطة كما يلي :-

* يستعمل موصل هابط واحد للمنشأ الذي لا تزيد مساحة قاعدته عن (100) متر مربع.
* للمنشأ الذي تزيد مساحة قاعدته عن(100) متر مربع يستعمل العدد الأقل مما يلي:-
  - موصل واحد مضاف اليه موصل واحد لكل (300) متر مربع من المساحة ، أو للجزء الذي يزيد عن أول (100) متر مربع.
  - موصل واحد لكل (30) متر من المحيط.
* بالإضافة لما سبق يراعى ما هو وارد في البند رقم (3/3/1) بالنسبة للمنشآت التي يزيد ارتفاعها عن (30) متر.

(ب) تزرع الموصلات الهابطة حول الجدران الخارجية للمبنى ، كما يمكن استعمال جدران المناور (Light Wells) لهذا الغرض . أما آبار المصاعد فلا تستعمل لذلك.

(ج) حيث تكون الممرات الخارجية المناسبة للموصلات الهابطة غير عملية أو لا ينصح باستعمالها ، كما في البنايات ذات البروزات الأفقية (Cantilever) ابتداءا من الطابق الأول وصاعدا فانه يمكن احتواء الموصلات الهابطة داخل فراغ هوائي ضمن قناة غير معدنية وغير قابلة للاشتعال. كما
يمكن أن يستعمل لذلك الغرض أي فجوة لا تقل أبعادها عن (76 ملم) × (13 ملم) أو أي قناة خدمة رأسية تسير بارتفاع المبنى كاملا ، بشرط ألا تحتوي تلك القناة على كبل خدمة غير مسلح أو ليس له قراب معدني . هذا ، ويجب تزويد تلك القناة بمواد مانعة للتسرب عند كل طابق للوقاية من الحريق.وعند استخدام قناة منفصلة فإنها يجب أن تكون سهلة المنال. وعند تحديد مسار الموصل الهابط يجب مراعاة إمكانية الوصول اليه لأغراض التفتيش والاختبار والصيانة.
ويجب أن يربط أي معدن ممدد رأسيا ضمن المنشأ بموصل الصواعق عند القمة وعند القاع ما لم تكن مسافات الخلوص (المسافات الصافية) مطابقة لما هو وارد في البند رقم (3/2/6).

(د) يجب أن يمر الموصل الهابط من أقصر طريق مباشر بين الطرف الهوائي والطرف الأرضي . هذا ويسمح بالثنيات بشكل زاوية قائمة عند الضرورة. أما العروات الراجعة (Re – entrant Loops) فيجب تجنبها.

(هـ) يجب أن يزود المبنى المقام على الصخور العارية والمحمي طبق ما هو وارد في الفقرة رقم (6) من البند الفرعي رقم (3/2/5ب) بموصلات هابطة لا يقل عددها عن اثنين ، توضع على مسافات متساوية حول المبنى.

(و) تحدد مواقع الموصلات الهابطة والمسافات بينها للمنشآت الكبيرة وفق الاعتبارات المعمارية . أما عددها فيقرر طبقا لما هو وارد في هذا البند.

(ز) من المعترف به الآن أن الثنيات الحادة في الموصل الهابط كالتي تحدث عند حافة السطح ، لا تعيق سريان تيار تفريغ الصاعقة بشكل ملموس ، وأن القوى الميكانيكية الناتجة عن تيار الصاعقة قد لا تسبب خطرا على الموصل أو سلامة تثبيته.

وعلى العكس من ذلك فان العروة الراجعة في الموصل قد تؤدي الى هبوط فولطية محاثية عال (High Inductive Voltage Drop) بحيث يمكن أن يتم تفريغ الصاعقة عبر الجانب المفتوح من هذه العروة. وكدليل تقريبي فانه يمكن القول أن ذلك الخطر قد يحدث عندما يزيد طول الموصل المشكل للعروة عن (8) اضعاف عرض جانبها المفتوح لذلك فانه لا يسمح بتمرير الموصل فوق التصوينة إذا كان طول المسافة (أ ب ج د) اكبر من ثمانية أضعاف طول المسافة (أد) إذ يجب في هذه الحالة تمرير الموصل كما هو موضح في الشكل رقم (3) . ويسمح بتمريره فوقها عند توفر العلاقة التالية أ ب ج د ≤ 8 أد كما هو موضح في الشكل رقم (2).

يستثنى مما سبق المباني ذات البروزات التي تبدأ من الطابق الأول فصاعدا حيث يمرر الموصل الهابط بشكل مستقيم حتى الأرض. أما اتباع خط المنسوب للمبنى فانه يمكن أن يتسبب في حدوث خطر للاشخاص الموجودين تحت الجزء البارز. وفي هذه الحالة يوصى بتمرير الموصلات الهابطة في قنوات داخلية غير معدنية كما هو مبين في الشكل رقم (4).

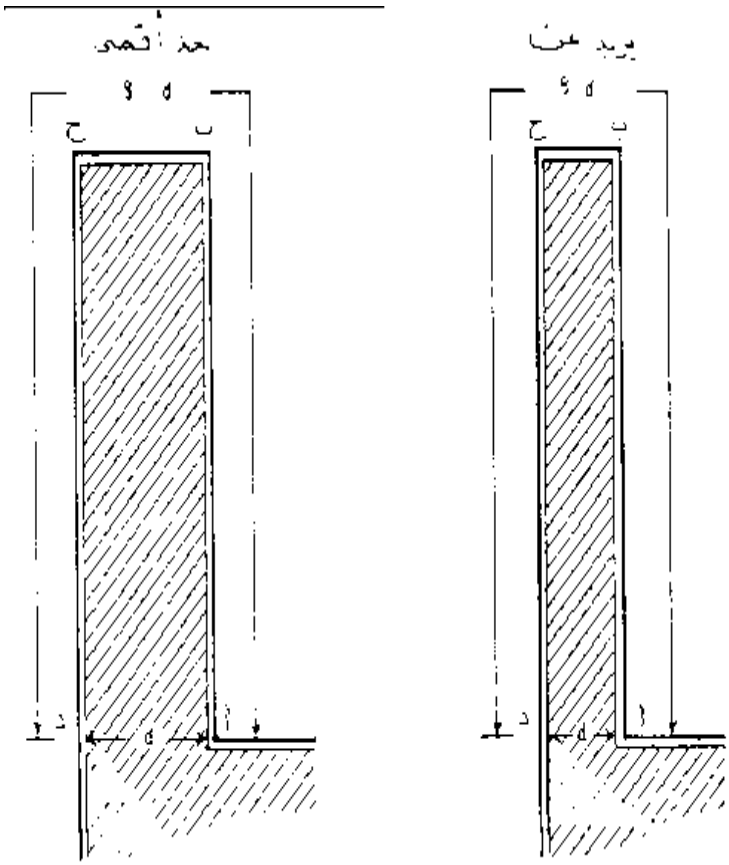
(ح) تمدد الموصلات الهابطة بشكل عام ضمن مواسير غير معدنية وغير قابلة للاشتعال .

(ط) تكون المقاسات الدنيا للموصلات الهابطة مطابقة لما هو وارد في الجدول رقم (9).

الجدول رقم (9)

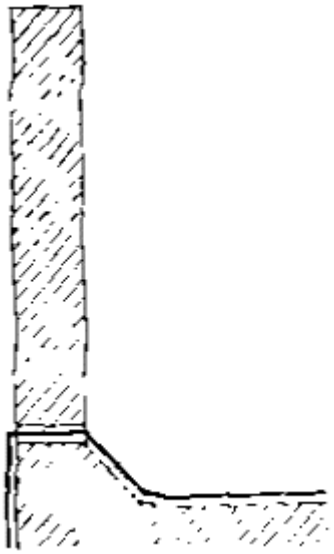
المقاسات الدنيا للموصلات الهابطة

الموصل الهابط	أدنى مقاس
شريط نحاس احمر	(3×20) ملمتر مربع
قضبان نحاس أحمر	قطر (10) ملمترات



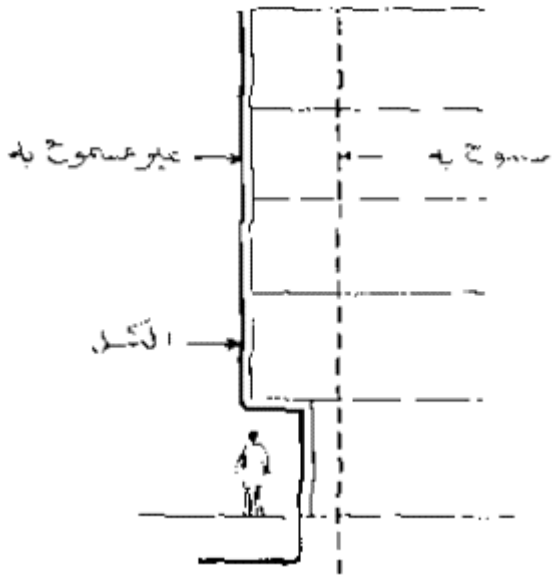
الشكل رقم (2)

تمرير الكبل حول تصوينة الجدار



الشكل رقم (3)

تمرير الموصل الهابط من خرق في تصوينة الجدار



الشكل رقم (4)

تمرير الموصل الهابط للمبنى ذي البروزات

3/2/4 الوصلات والأربطة (Joints and Bonds):

(أ) يمكن الاعتماد على المعدن الخارجي الموجود فوق المنشأ أو الذي يشكل جزءا منه لتفريغ تيار الصاعقة بالكامل إذا كان مربوطا مع النظام الواقي من الصواعق باستعمال أربطة لا تقل مساحات مقاطعها عن مساحات مقاطع الموصلات الرئيسية المستخدمة في النظام . أما أربطة الأجزاء المعدنية الداخلية فيجب الا تقل مساحة مقطعها عن نصف مساحة مقطع أربطة الأجزاء المعدنية.

(ب) يجب أن يحتوي نظام الوقاية من الصواعق على أقل عدد ممكن من الوصلات. كما أن الوصلات والأربطة يجب أن تكون فعالة ميكانيكيا وكهربائيا مقموطة (Clamped) ، أو مقلوظة (Screwed) أو مسمرة (Bolted) ، أو مغضنة (Crimped) أو مبرشمة (Riveted) أو ملحومة (Welded). وبالنسبة للوصلات المتراكبة (Overlapping) يجب الا يقل طول التراكب عن (19) ملمتر لجميع أنواع الموصلات.
يجب تنظيف سطوح التلامس جيدا ثم يضاف لها مركب مناسب غير تآكلي لمنع الأكسدة. كما يجب حماية وصلات المعادن المختلفة من الرطوبة بوساطة مادة خاملة (Inert) متينة (Tenacious).

(ج) يجب الا تزيد المقاومة الكهربائية مقاسة من أي جزء من النظام الواقي من الصواعق الى الأرض عن القيم الواردة في البند الفرعي رقم (3/2/5أ) .

(د) تكون مقاسات الأربطة مطابقة لما هو وارد في الجدول رقم (10) .

(هـ) يجب أن يزود كل موصل هابط بوصلة اختبار في مكان لا يجلب انتباه الأشخاص غير المخولين تفاديا للعبث. كما يجب أن تكون تلك الوصلة ملائمة للاستعمال عند الاختبار.

الجدول رقم (10)

مقاسات الأربطة

الرباط	أدنى مقاس
توصيلات ثابتة من النحاس الأحمر	
1. شريط خارجي	(3×20) ملمتر مربع
2. قضبان	قطر (10) ملمترات
3. شريط داخلي	(1.5×20) ملمتر مربع
4. قضبان	قطر (6.5) ملمتر
توصيلات مجدولة	
1.نحاس احمر ملدن (خارجية)	(416/0.46) عدد الشعيرات/ قطر الشعيرة بالمليمتر
2.نحاس أحمر ملدن (داخلية)	(48/0.46) عدد الشعيرات / قطر الشعيرة بالمليمتر

3/2/5 الأطراف والمكاهر الأرضية (Earth Terminals & Earth Electrodes) :

(أ) **عام:**

قد تؤدي مقاومة الطرف الأرضي الى حدوث الوميض الجانبي داخل المنشأ الذي يحميه والى حصول هبوط خطير في الجهد في الأرضية المجاورة له. ويعتمد احتمال حدوث الوميض الجانبي في بعض أنواع المنشآت على عوامل أخرى بالإضافة الى مقاومة طرف التأريض . ومن ناحية أخرى يعتمد الهبوط في الجهد حول طرف التأريض على مقاومية التربة. وكما هو مبين في الشكل رقم (5) فان حدوث صاعقة وتفريغ تيارها من خلال المكهر الأرضي يؤدي الى

لرتفاع في جهد التربة المجاورة أثناء فترة التفريغ . هذا ، ويبين الشكل رقم (5أ) توزيع التيار ويبين الشكل رقم (5ب) هبوط الجهد في الأرض نتيجة لضربة صاعقة لمبنى.

إن ذلك الفرق في الجهد قد يكون مميتا للإنسان اذا زاد عن بضعة آلاف من الفولطات ومميتا للحيوان إذا زاد عن بضع مئات من الفولطات . وبما أن ذلك الفرق في الجهد هو عبارة عن

حاصل ضرب تيار الصاعقة في مقاومة المكهر الأرضي ، لذلك تتضح أهمية جعل تلك المقاومة منخفضة قدر الإمكان . ويوصى عمليا بالا تزيد المقاومة عن (10) اوم . هذا ، ومما يخفف الخطر على الأشخاص بشكل فعال داخل منشأ وقوفهم على أي أرضية غير الأرض الطبيعية أو الصخور المقام عليها المنشأ.

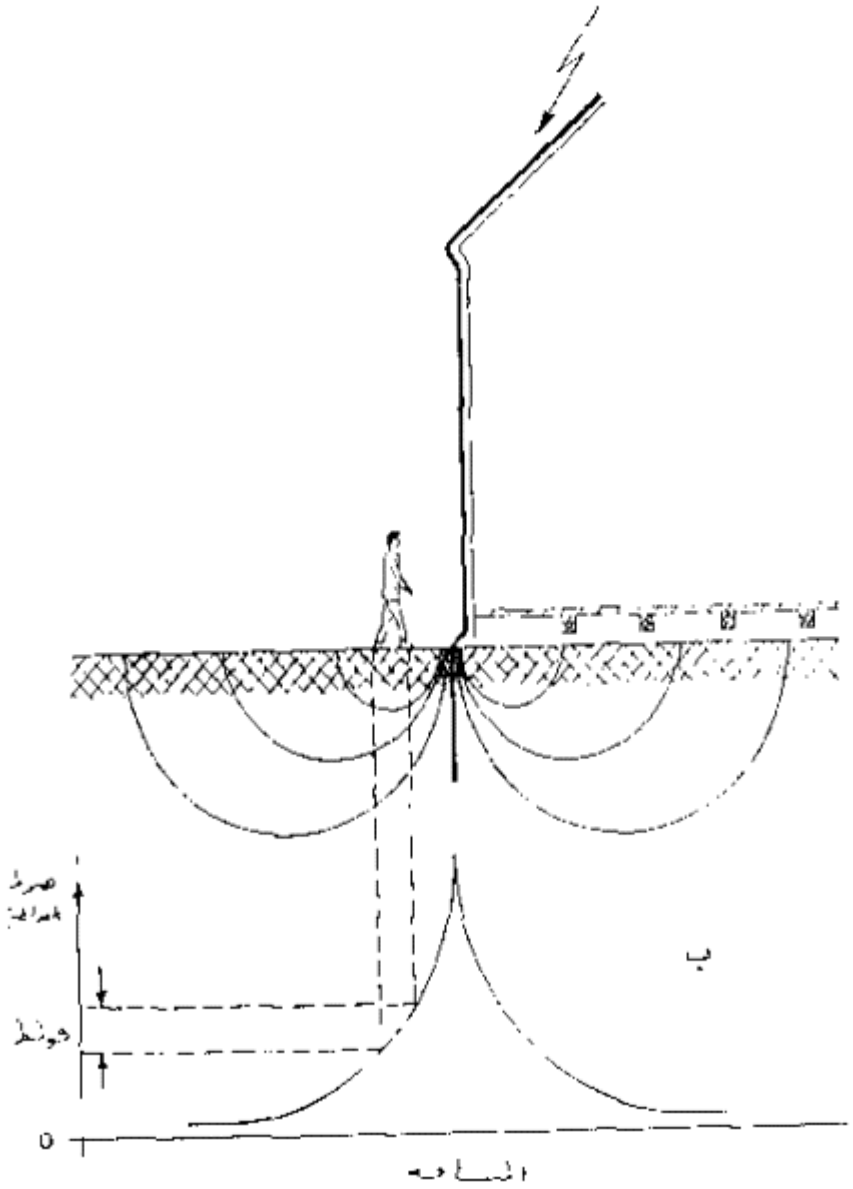
وبما أن زمن مكوث تفريغ الصاعقة قصير جدا فان العوامل الحرارية ذات تأثير قليل واستطاعة حمل المكهر للتيار غير مهمة . وتعتبر الصفائح بشكل عام مكاهر غير اقتصادية ولا تستعمل الا عندما تكون استطاعة حمل التيار ذات أهمية كبيرة. لذا لا يوصى باستعمالها في أنظمة الوقاية من الصواعق . عند تصميم أطراف التأريض فان أول ما يلزم معرفته هو شكل المكهر الأكثر ملاءمة للتكوين الفيزيائي للتربة كما يكشف عنه عمليا بالرجوع الى آبار السبر المنفذة عند فحص التربة لغرض تصميم الاساسات . كما أن اختبارات مقاومية التربة يمكن أن تجري أيضا لهذا الغرض ولكنها لوحدها لا تبين امكانية غرز مكاهر طويلة في الأرض من ناحية عملية.

يجب أن توضع الأطراف الأرضية قريبة قدر الإمكان من الموصل الهابط كما هو مبين في الشكل رقم (6) .كما أن غرز أطراف أرضية على مسافات تتراوح بين (2.5) متر و (3) أمتار من المبنى غير ضروري وربما يزيد من الخطر على الحياة الناتج عن تلوج الجهد في أرضية الموقع . ولغرض معادلة توزيع الجهد في التربة يفضل ربط أطراف نظام الوقاية من الصواعق مع الخدمات المعدنية المدفونة تحت سطح الأرض.

لا يوجد حد أدنى لطول المكهر المغروز . وقد يكون طول (1.2) متر ملائما في ظروف تربة جيدة ، وبخاصة حيث توجد طبقة ضحلة من التربة منخفضة المقاومية مثل الطين المغطى للحصى أو المغطى للرمل او الصخر. وتغرز المكاهر على عمق كبير في حالات معينة كحالة التربة الطينية المغطاة بالحصى.

ويجب عدم الاعتماد على مناسيب المياه الراكدة في تخفيض المقاومة . وقد يكون الماء في الحصى نقيا ، ولكن ليس من الضروري أن يؤدي الى مقاومة منخفضة للمكهر الموجود فيه.

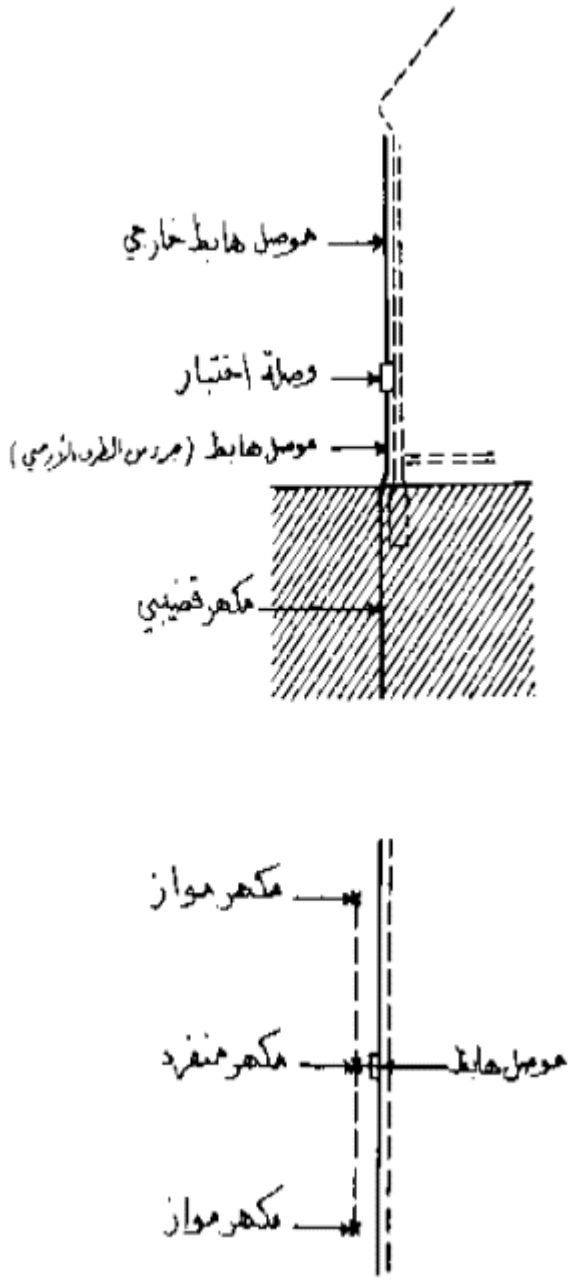
يجب استعمال المقاسات المثالية للمكهر حيث أن زيادة مقاساته عن حد معين لا تؤدي الى تخفيض مقاومته بالدرجة ذاتها . لذا يجب مراعاة النواحي العملية والتكلفة عند اختيار مقاسات المكاهر. ويبين الجدول رقم (11) أوزان المكاهر ومقاساتها.



الشكل رقم (5)

توزيع التيار وهبوط الفولطية في الأرض

نتيجة لضربة الصاعقة لمبنى



الشكل رقم (6)

وضع الأطراف الأرضية بالنسبة للموصلات الهابطة

جدول رقم (11)

أوزان المكاهر ومقاساتها

المكهـر	الوزن التقريبي

الطول (م) × القطر (ملم)	(كغم)
13×1.2	1.4
16×1.2	2.3
19×1.2	3.2
15×1.2	5.4

(ب) الأطراف الأرضية (Earth Terminals):

(1) يجب توصيل الطرف الأرضي مع كل موصل هابط . كما يجب أن يكون كل طرف من الأطراف الأرضية ذا مقاومة كهربائية مع الأرض لا تزيد عن حاصل ضرب (10) اوم في عدد الأطراف الأرضية المستخدمة ، وألا تزيد المقاومة الكهربائية لنظام الوقاية بأكمله مع الأرض عن (10) اوم ، والتأكد من ذلك قبل ربط النظام مع المعدن الموجود على المنشأ أو الذي يشكل جزءا منه ، أو مع الخدمات الموجودة تحت سطح الأرض.

(2) اذا كانت مقاومة نظام الوقاية ككل تزيد عن (10) اوم ، انه يمكن تخفيضها بإطالة المكاهر أو زيادة عددها او الربط المشترك للأطراف الأرضية المنفردة التابعة للموصلات الهابطة بوساطة موصل يمدد تحت سطح الأرض.

(3) إن تخفيض المقاومة مع الأرض الى اقل من (10) اوم له ميزة كبيرة في تخفيض معدل تدوج الجهد حول المكاهر الأرضية عند تفريغ تيار الصاعقة . كما أن ذلك يخفض أيضا احتمال حدوث الوميض الجانبي للمعدن الموجود في المنشأ أو عليه.

(4) يجب أن يكون نظام الوقاية من الصواعق بما فيه المكاهر الأرضية مستقلا تماما عن نظام التأريض في المبنى.

(5) يجب أن تكون الأطراف الأرضية في نظام الوقاية من الصواعق قابلة للفصل لغرض الاختبار.

(6) يجب أن يجهز المنشأ المقام على صخور علرية بموصل يدور حول المنشأ ومثبت اليه عند منسوب سطح الأرض ويمر بشكل معقول قريبا من خط المنسوب لارض الموقع. كما يجب أن يراعى في تمديد ذلك الموصل تخفيض خطر الإتلاف الميكانيكي قدر الإمكان.

ان الشرط اللازم لتحديد مقاومة التأريض الوارد في الفقرة رقم (1) من البند الفرعي رقم (3/2/5ب) لا ينطبق على هذه الحالة ، كما يمكن عدم الالتزام بالفقرة رقم (5) من البند الفرعي رقم (3/2/5ب) أيضا .

(7) تكون مقاسات الأطراف الأرضية مطابقة لما هو وارد في الجدول رقم (12).

الجدول رقم (12)

مقاسات الأطراف الأرضية

الطرف الأرضي	أدنى قطر ملمتر
قضبان من النحاس الأحمر المسحوب على البارد (Hard Drawn) للغرز المباشر في الأرض اللينة	12
قضبان من النحاس الأحمر المسحوب على البارد أو الملدن (Annealed) للغرز غير المباشر أو للمد في الأرض.	10
قضبان من البرونز الفسفوري (Phosphor Bronze) للأرض القاسية.	12
قضبان من الفولاذ المغطى بالنحاس الأحمر (Copper Clad Steel)للأرض الأكثر قساوة (غير الصخرية).	10

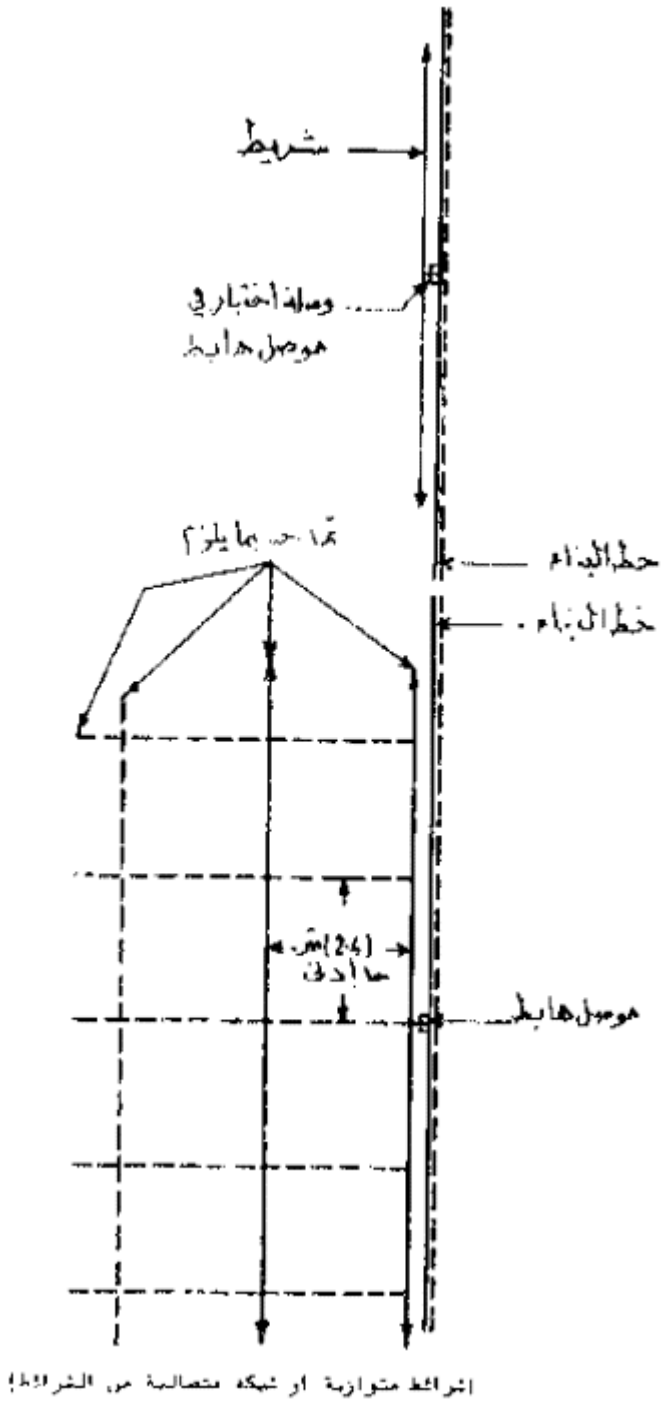
(ج) المكاهر الأرضية (Earth Electrodes):

(1) يجب أن تكون المكاهر الأرضية بشكل قضبان أو شرائط معدنية أو خليط منها.

(2) عند استعمال القضبان فإنها يجب أن تغرز في الأرض قريبة من المنشأ قدر الإمكان وحسبما هو موضح في الشكل رقم (5). هذا ، ويمكن استعمال أطوال مقرونة معا بوساطة براغي ، حيث يكون ذلك ضروريا ، لاختراق الطبقة التحتية ذات المقاومية المنخفضة. وعندما تكون ظروف الأرض مناسبة لاستعمال قضبان أقل طولا على التوازي ، فان المسافة بين القضبان يجب ألا تقل عن ضعف أطول جزء مغروز من أي واحد من القضيبين . وللاقتصاد في استعمال المواد فانه يجب قياس المقاومة عند إضافة كل قضيب جديد. وحيث يكون ممكنا ، فان التوصيل بين الموصل الهابط والقضيب يجب أن يكون سهل المنال من فوق سطح الأرض أو تحت سطح الأرض ، كما يجب أن يكون داخل علبة تفتيش.

(3) عندما تستعمل الشرائط كمكاهر يجب دفنها قريبة قدر الإمكان من المنشأ أو داخل خنادق (Trenches) على عمق حوالي (70) سنتمتر لتجنب التلف بسبب أعمال البناء أو الزراعة. كما يفضل أن تتزع الشرائط باتجاهين أو اكثر من نقطة الربط مع الموصل الهابط. وإذا كان ذلك غير عملي فان الشريط يمكن أن يمد باتجاه واحد فقط أي بتوصيله مع موصل هابط آخر . وحيث تستلزم ظروف الحيز استعمال شرائط متوازية أو مشكلة شبكة متصالبة (Grid Formation) ، فان المسافات الفاصلة بين الشرائط المتوازية يجب الا تقل عن (2.4) متر وكما هو وارد في الشكل رقم (7).

(4) إن تمديد المكاهر الأرضية بجوار المنشآت حيث يحتمل وجود درجات حرارة عالية في التربة السفلية (مثل أفران شي الآجر) قد يستلزم أن تكون المكاهر الأرضية على مسافة محدودة من المنشأ ، وفي جزء من التربة لا يتوقع جفافه.



الشكل رقم (7)

ترتيب الشرائط المتوازية المستعملة كمكاهر

3/2/6 الأعمال المعدنية الداخلة في تكوين المنشأ أو الموجودة فوقه:

(أ) عندما تضرب الصاعقة نظام الوقاية من الصواعق فان الجهد الكهربائي لذلك النظام بالنسبة للأرض سوف يرتفع ، وما لم تتخذ الاحتياطات المناسبة فان تيار التفريغ سوف يبحث عن ممرات بديلة الى الأرض عن طريق الوميض الجانبي الى معدن آخر في المنشأ ويمكن منع الوميض الجانبي بتوفير مسافات خلوص كافية (Isolation) بين نظام الوقاية من الصواعق والأجزاء المعدنية أو يربطها بعضها ببعض (Bonding).

يتطلب الفصل بين نظام الوقاية من الصواعق والمعادن الأخرى الموجودة في المنشأ مسافات خلوص كبيرة. ولتقدير مسافات الخلوص الضرورية فانه يجب الأخذ في الحسبان عاملين هما هبوط الفولطية المقاومية (Resistive Voltage Drop) وهبوط الفولطية المحاثية في الموصلات الهابطة. إن هبوط الفولطية المقاومية يتطلب مسافة خلوص تسلوي (300) ملمتر لكل أوم من مقاومة التأريض ، بينما يتطلب هبوط الفولطية المحاثية مسافة خلوص تسلوي (1/15) من ارتفاع المنشأ. وإذا اشترك موصلان هابطان أو أكثر في طرف هوائي فان تلك المسافة تقسم على عدد الموصلات الهابطة ، وتصبح مسافة الخلوص الكلية المطلوبة مساوية مجموع المسافتين السابقتين. ويمكن التعبير عن ذلك بالمعادلة التالية:-

$$D = 0.3R + \frac{H}{15n}$$

حيث:

D = مسافة الخلوص بالمتر.

R = مقاومة التأريض المشتركة للطرف الأرضي بالاوم.

N = عدد الموصلات الهابطة المشتركة مع طرف هوائي واحد.

H = ارتفاع المنشأ بالمتر.

وإذا كان هناك احتمال ضئيل لحصول خطر من الوميض الفرعي ، فانه يمكن استعمال نصف مسافة الخلوص السابقة.

هذا ، ولا يحبذ استعمال هذه الطريقة لصعوبة الحصول على مسافات خلوص آمنة ولصعوبة التأكد من أن

الأعمال المعدنية ليس لها توصيل مع الأرض من خلال خدمات المياه أو الخدمات الأخرى. الا انه يمكن استعمال هذه الطريقة بشكل عام في المساكن الصغيرة فقط.

(ب) الحالات التي يمكن فيها ربط النظام الواقي من الصواعق بالأعمال المعدنية الداخلة في تكوين المنشأ أو الواقعة فوقه كما يلي:-

* عندما يحتوي المنشأ على معدن مستمر كهربائيا وأجزاؤه ترتبط بعضها ببعض بشكل مناسب (كسقف أو جدار أو أرضية أو كسوة لها) ، بشرط أن تكون كمية المعدن وترتيبه ملائمة للغرض كما هو موصى به في البنود أرقام (3/2/1) ، (3/2/2) ، (3/2/3) ، (3/2/4) ، والبند الفرعي رقم (5/2/3ب). وإذا كان المنشأ هيكلا معدنيا ذا استمرارية كهربائية دون كسوة خارجية فانه يتطلب طرفا أرضيا أو موصلا هابطا. ويكفي التأكد من أن الممر الموصل مستمر كهربائيا و أن القاعدة مؤرضة بطريقة مناسبة.

قد يكون للمنشأ المكون من الخرسانة المسلحة أو المنشأ المكون من هيكل من الخرسانة المسلحة مقاومة ذاتية منخفضة مع الأرض بحيث يعطي وقاية من الصواعق . وإذا برزت نقاط ربط مع التسليح في أعلى المنشأ فانه يمكن إجراء الاختبار اللازم للتحقق من ذلك بعد اكتمال المنشأ.

وإذا وجد أن مقاومة الهيكل الفولاذي أو مقاومة تسليح الخرسانة كافية فانه يجب تمديد طرف هوائي أفقي عند قمة المنشأ وربط ذلك الطرف مع الهيكل الفولاذي أو مع التسليح. وإذا لم يكن التفتيش المنتظم ممكنا فانه يوصى باستعمال مادة مقاومة للتآكل لربطها مع الفولاذ أو التسليح واخراجها بشكل بارز للتوصيل مع الطرف الهوائي . وإذا كانت المقاومة الذاتية للهيكل غير منخفضة بشكل كاف ، فعندئذ يجب تركيب موصلات هابطة وأطراف أرضية.

إذا لم يكن بالإمكان ربط تسليح الهيكل ليشكل شبكة مستمرة أو تزويده بأطراف ربط بارزة فانه يجب إهمال وجود ذلك التسليح وضمان فصله عن نظام الوقاية من الصواعق.

* حيث يكون سطح المنشأ مغطى بالمعدن كليا أو جزئيا بشريطة أن يتم التأكد من أن ذلك

المعدن مجهز بممر موصل مستمر الى الأرض.

* يفضل ربط الأجزاء المعدنية في المنشأ مع نظام الوقاية من الصواعق عندما تكون هذه الأجزاء مثبتة مع السطح الخارجي أو بارزة من جدار أو سقف وليس لها مسافة خلوص كافية مع نظام الوقاية من الصواعق ، وهي غير ملائمة للاستعمال كجزء من ذلك النظام.وإذا كانت الأجزاء المعدنية طويلة نسبيا مثل الكبال وأنابيب وميازيب مياه المطر ، والأدراج المعدنية...الخ وتمر موازية بشكل تقريبي لموصل هابط أو رباط فإنها يجب أن تربط بنظام الوقاية من الصواعق عند كل نهاية ولكن ليس تحت وصلة الاختبار. وإذا كانت هذه الأجزاء المعدنية مكونة من أطوال غير مستمرة فان كلا من تلك الأطوال يجب أن يربط مع النظام الواقي من الصواعق. وكبديل لذلك ، يمكن تجاهل وجود تلك الأجزاء المعدنية ، عندما تسمح مسافات الخلوص بذلك.

* تربط الأجزاء المعدنية مع طرف التأريض مباشرة عند نقطة الدخول في المنشأ أو الخروج منه ومن جهة المصدر ، وذلك في حالة دخول هذه الأجزاء في المنشأ أو خروجها منه بشكل قراب كبل أو تسليح له أو أنابيب كهرباء معدنية أو أنابيب هاتف أو بخار أو هواء مضغوط أو خدمات أخرى...الخ.

* يجب ربط الكتل المعدنية الموجودة في مآذن المساجد أو قبابها أو في أبراج الكنائس أو قبابها مع أقرب موصل هابط في نظام الوقاية من الصواعق وبأقصر طريق ممكن.

* يمكن أن تستعمل الكسوة المعدنية (Metal Cladding) للجدران والتي لها ممر مستمر موصل في جميع الاتجاهات كجزء من نظام الوقاية من الصواعق.

(ج) عند ربط الأعمال المعدنية المجاورة لنظام الوقاية من الصواعق مع ذلك النظام ، فانه يجب اخذ التأثير المحتمل لهذا الربط على الأعمال المعدنية التي قد تكون محمية كاثوديا (Cathodically Protected) في الاعتبار.

3/3 المنشآت التي يزيد ارتفاعها عن (30) متر

3/3/1 عام:

في المنشآت التي يزيد ارتفاعها عن (30) متر عندما يفرغ تيار الصاعقة في نظام واق من الصواعق فان جهد النظام ككل

سيرتفع بالنسبة للأرض ويرجع ذلك لعاملين : الأول هبوط الفولطية المقاومة في الطرف الأرضي والثاني هبوط الفولطية المحاثية في الموصلات الهابطة . ويمكن توضيح ذلك كما يلي:-

(أ) يبقى جهد الأجزاء المعدنية المركبة في المنشأ أو عليه وليست مربوطة مع نظام الوقاية من الصواعق ولكنها موصولة مع الأرض ، عند جهد الأرض أثناء تفريغ الصاعقة. وينطبق ذلك على الأنابيب والأغلفة المعدنية الخاصة بالمياه أو الغاز أو التمديدات الكهربائية وغيرها. وإذا كان الجزء المعدني الممتد رأسيا غير ملامس للأرض ، فان مقدار فرق الجهد بينه وبين نظام الوقاية من الصواعق سيكون أقل من مقدار فرق الجهد في حالة كونه مؤرضا. وإذا كان فرق الجهد اللحظي الناتج بين نظام الوقاية من الصواعق وأي معدن مجاور له يزيد عن فولطية الانهيار (Breakdown) للمادة الفاصلة بينهما (مثل الهواء ، مادة الجدار ، مادة الهيكل وغيرها) فقد يحدث وميض جانبي يسبب إتلافا فيزيائيا أو اشتعالا للمواد القابلة للاشتعال أو صدمة كهربائية للاشخاص أو الحيوانات.

(ب) يبين البند رقم (3/2/6) مسافات الخلوص اللازمة لتجنب خطر حدوث الوميض الجانبي. وتعتمد مسافة الخلوص المطلوبة لتحمل فرق الفولطية المقاومة بين نظام الوقاية من الصواعق

والمعدن المجاور ، على ضربة صاعقة مقدارها (150) كيلو أمبير (مقارنة بقيمة متوسطة تعادل 20 كيلو أمبير) وعلى انهيار كهربائي للهواء يساوي (500) كيلو فولط/متر . وتزداد القيمة إذا حدث الانهيار الكهربائي ضمن مادة إنشائية مصمتة (Solid). تحدد مسافة الخلوص نتيجة لهبوط الفولطية المحاثية على طول الموصلات الهابطة بناء على تيار صاعقة ذي شدة لازدياد (4×10^{10}) أمبير /ثانية مقارنة مع قيمة متوسطة تعادل (10^{10}) أمبير /ثانية أو (10000) أمبير / ميكروثانية ومحاثة تساوي ? ميكروهنري / متر .أما متانة انهيار الهواء تحت تأثير شكل الموجة بوساطة هبوط فولطية محاثية كما هو وارد أعلاه فتساوي(890) كيلو فولط /متر.

(ج) يكون هبوط الفولطية المقاومة و المحاثية مزاحان بعضهما عن بعض زمنيا (Displaced in Time) ، بحيث يكون الجهد الكلي الذي يصل اليه المنشأ نتيجة لتفريغ الصاعقة أقل من المجموع الحسابي للاثنين معا. هذا ، ومن اجل التحديد العملي لمسافات الخلوص فانه يمكن اخذ هاتين القيمتين على أنهما مجموع المسافات اللازمة لتحمل هبوط الفولطية المقاومة وهبوط الفولطية المحاثية. وكلما زاد ارتفاع المنشأ فان هبوط الفولطية المقاومة في شبكة

الأطراف الأرضية يصبح ذا أهمية أقل بالمقارنة مع هبوط الفولطية المحاثية الذي يحدث على طول الموصل الهابط فقط.

(د) يقل خطر حدوث الوميض الجانبي بشكل كبير في المنشأ الذي يحتوي على تسليح أو أعمال فولاذية أو كسوة معدنية تشكل شبكة معدنية مستمرة مرتبة بشكل تسليح داخلي أو حاجز يشبه قفص فراداي (Faraday Cage) الذي يأخذ فيه المعدن الداخلي جهد القفص ذاته . وفي هذه الحالة يمكن التساهل في الالتزام بقوانين الربط (Bonding).

(هـ) عندما يكون من السهل في مرحلة التصميم تحديد موضع نظام الوقاية من الصواعق بطريقة تضمن مسافة الخلوص المطلوبة يجب عدم عمل أي تغييرات لاحقة في المنشأ أو تمديداته الداخلية دون مراعاة تلك المتطلبات لمسافات الخلوص. ولهذا السبب فانه يوصى بفصل نظام الوقاية من الصواعق عن المعدن الداخلي والخارجي في المنشأ أو عليه في حالة المساكن الصغيرة فقط.

(و) يفضل بشكل عام الربط بين نظام الوقاية من الصواعق والمعدن الداخلي أو الخارجي حسبما هو موصى به في هذه الكودة . كما يجب أن يتم مثل ذلك الربط عند كل من طرفي أي معدن ممتد رأسيا ، وعند ذلك قد يشكل ذلك المعدن جزءا من ممر التفريغ ولكن يجب ضمان عدم حصول أي أضرار.

(ز) قد تحدث بعض الصعوبات عند تقرير أي الأجزاء المعدنية يلزم ربطها وأيها لا يلزم .ومثل هذه الصعوبات لا تحصل في التمديدات الطويلة المستمرة مثل الأنابيب المعدنية التابعة للخدمات الأخرى والقنوات والمصاعد والأدراج والسلالم الطويلة (Long Ladders) حيث يمكن ربطها مع نظام الوقاية من الصواعق دون عناء أو تكاليف باهظة .من الناحية الأخرى يمكن التغاضي عن ربط قطع معدنية معزولة قصيرة مثل هياكل الشبابيك التي تكون ذات توصيل عرضي مع الأرض من خلال سطوح المنشأ المعرضة للمطر دون أن يكون المقصود من ذلك تأريضها.

(ح) إذا كان هناك أي جزء من السطح الخارجي للمنشأ مغطى بطبقة رقيقة من المعدن فانه من المحتمل أن يشكل ذلك

المعدن جزءا من ممر تيار الصاعقة عند تفريغها في الأرض. وقد يجبر التيار على ترك المعدن إذا كان المعدن غير مستمر ، أو إذا انصهر لكون مساحة مقطعه غير كافية لحمل التيار. وفي كلتا الحالتين يتكون قوس كهربائي قد يؤدي الى حدوث حريق عند وجود مواد سهلة الاشتعال.

(ط) قد تكون القضبان المعدنية الموجودة ضمن الخرسانة المسلحة المصبوبة في الموقع ملحومة ، مما يوفر استمرارية كهربائية . أما إذا كانت مربوطة (Tied) بعضها مع بعض بوساطة أسلاك ربط معدنية عند نقاط التقاطع – وهي الطريقة المتبعة على الأغلب –، فان تيار الصاعقة يتوزع الى أجزاء فرعية على عدد كبير من ممرات التوزيع الفرعية الموصولة على التوازي ، وعندئذ تعمل شبكة التسليح بسهولة كجزء من نظام الوقاية من الصواعق. من ناحية أخرى فان ربط الأطراف الأرضية لأي منشأ بالأنابيب المعدنية المدفونة في الأرض ضروري لتجنب حدوث انهيار كهربائي بين تلك الأنظمة من خلال التربة ، علاوة على أن القوس الكهربائي قد يسبب إتلافا إنشائيا أو خروقا في أنابيب الخدمات.

3/3/2 المنشآت غير الموصلة للكهرباء (Non – conducting Structures):

يستعمل موصل هابط واحد للمنشآت العالية جدا (بالمقارنة مع أبعاد مقطعها) مثل أبراج الكنائس ومآذن المساجد ، بشرط أن يوفر الطرف الهوائي منطقة الوقاية المطلوبة. ويستثنى من ذلك المداخن غير الموصلة للكهرباء. وفي حالة المدخنة غير الموصلة للكهرباء التي يزيد العرض الخارجي لقمتها عن (1.5) متر ، فانه يجب استعمال موصلين هابطين على الأقل . وإذا استعمل اكثر من موصلين فيجب أن تكون المسافات بين الموصلات متساوية . تربط الموصلات معا بوساطة رأس معدني (Metal Cap) أو بوساطة موصل يلف حول قمة المدخنة.

3/3/3 المنشآت الموصلة للكهرباء (Conducting Structures):

يمكن تطبيق التوصيات الواردة في الفقرة رقم (1) من البند الفرعي رقم (3/2/6ب) للمنشآت الطويلة الموصلة للكهرباء. وحيث أن الأمر يحتاج الى موصلات هابطة ، فانه يجب تمرير موصلين اثنين على الأقل حول المحيط ، على ألا تزيد المسافة بينهما عن (15) متر.

3/3/4 جميع أنواع المنشآت العالية (All Types of Tall Structures):

يجب أن تعامل جميع أنواع المنشآت العالية الموصلة منها وغير الموصلة للكهرباء (مثل هوائيات التلفاز وما شابهها) والتي تكون مدعومة بأسلاك تثبيت طبقا لما هو وارد في البند رقم (3/3/2) والبند (3/3/3). وبالإضافة الى ذلك يجب أن تربط النهايات العلوية لأسلاك التثبيت مع نظام الوقاية من الصواعق وأن تؤرض النهايات السفلية لتلك الأسلاك.

3/4 المنشآت ذات السقوف عالية القابلية للاشتعـال
(Structures with Highly Cambustible Roofs)

3/4/1 يجب أن يركب موصل الطرف الهوائي للمنشآت التي لها سقوف من القش أو القصب أو العشب أو أية مادة عالية القابلية للاشتعال على شريط خشب قاس عرضه (75) ملمتر. وكبديل لذلك ، يمكن أن يعلق الطرف الهوائي على ارتفاع (300) ملمتر على الأقل فوق السقف بوساطة دعامات غير موصلة للكهرباء وغير قابلة للاشتعال.

3/4/2 يجب أن تمرر الموصلات والأربطة التي تخترق السقف خلال أكمام غير موصلة للكهرباء وغير قابلة للاشتعال.

3/4/3 تستعمل عادة شباك سلكية لحماية السقوف القشية والسقوف المكونة من مواد مماثلة ، وذلك لحمايتها من الرياح والطيور. الا انه من الصعب جدا توصيل تلك الشباك بشكل دائم وفعال مع نظام الوقاية من الصواعق. لذا يجب فصل هذه الشباك كهربائيا عن نظام الوقاية من الصواعق.

3/5 المنشآت ذات المحتويات القابلة للانفجار أو شديدة القابلية للالتهـاب
(Structures with Explosive or Highly Flammable Contents)

3/5/1 عام:

(أ) تتم معالجة المسائل المتعلقة بتزويد أنظمة وقاية من الصواعق لهذا النوع من المباني من قبل خبراء مطلعين على التنظيمات التشريعية والكودات سارية المفعول في هذا المجال. كما يتم اختيار زاوية الوقاية بين (30) الى (54) درجة ويتم اختيار شبكة الأطراف الهوائية بحيث تنحصر أبعادها بين (3) و (7.5) متر حسبما يرتئي الخبير.

(ب) يمكن قبول درجة معينة من احتمال حدوث خطر عندما تكون كمية المادة الخطرة محددة بالدقة كما هو الحال في المختبرات أو المخازن الصغيرة ، أو حيث يكون المنشأ ذا تصميم خاص يحد من تأثير الخطر ، أو موجودا في

مكان منعزل . وعندما تكون المواد الخطرة غير مكشوفة ومحفظة بأحكام في صناديق معدنية ذات سماكة كافية فان الأمر لا يتطلب وقاية من الصواعق بالمرة. أما إذا كان الخطر على الحياة والممتلكات واضح تماما فان توفير أي وسيلة للوقاية من نتائج تفريغ الصاعقة يصبح ضروريا.

(ج) في حالة المنشآت ذات دليل المخاطرة العالي يفضل استخدام النظام الواقي من الصواعق المبني على أطراف هوائية مرفوعة عن المبنى أو على تجميع مناسب من الموصلات الرأسية ذات الارتفاع الصحيح كما هو وارد في الفقرتين الفرعيتين الأولى والثالثة من البند رقم (3/5/2) .

(د) في حالة المنشآت ذات دليل المخاطرة المنخفض يسمح باستعمال موصلات مثبتة الى المبنى كما هو وارد في الفقرة الفرعية الثانية من البند رقم (3/5/2). ولكن في بعض الحالات قد يكون استعمال الأطراف الهوائية المرفوعة عن المبنى أقل تكلفة من حيث التركيب.

(هـ) قد يستلزم الأمر استعمال موصل حلقي خارجي لربط الأعمال المعدنية التابعة للمنشأ (باستثناء القطع الصغيرة مثل فصالات الأبواب وكتائف الميازيب المعدنية وتسليح العوارض الأسمنتية المنعزلة) مع النظام الواقي من الصواعق بحيث يركب هذا الموصل الحلقي حول المنشأ من الخارج على ارتفاع (0.5) متر فوق منسوب الأرض لتوفير نقطة ربط ملائمة. ويفضل أن يكون الموصل الحلقي مرئيا بطوله كاملا فوق مداخل الأبواب بدلا من دفنه تحت العتبات مما يساعد على عدم تعرضه للتآكل . كما يجب أن يكون ترتيب الربط ومقداره بحيث يمنع حدوث الشرر المحتمل وبخاصة داخل المنشأ في حالة تفريغ الصاعقة الى ذلك المنشأ.

(و) وحيث يتعلق الأمر بمجموعة منشآت تشترك في استخدام شبكات خدمات مدفونة ومربوطة بشكل فعال مع نظام الوقاية من الصواعق فانه من المحتمل أن تكون مقاومة التأريض منخفضة وأن تبقى كذلك. وإذا كان المنشأ منعزلا أو دون أي توصيل مع النظام الواقي من الصواعق فانه يجب أخذ عناية اكبر للمحافظة على مقاومة تأريض منخفضة بشكل ملائم.

(ز) لا يكون جزء الكبل المدفون الذي يغذي المنشأ بالتيار عن طريق خط هوائي كافيا لتوفير وقاية فعالة للتمديدات

الداخلية من التمّور. ولتوفير تلك الوقاية يجب تركيب نبيطة وقاية من التمور عند نقطة اتصال الخط الهوائي مع الكبل المدفون حيث تعمل تلك النبيطة على تفريغ جزء كبير من تيار الصاعقة الى الأرض على مسافة آمنة من المنشأ.

5/2/3 يجب أن تكون المنشآت محمية بطريقة واحدة أو أكثر من الطرق التالية:-

* تمديد شبكة أطراف هوائية معلقة على ارتفاع مناسب فوق المنطقة المراد وقايتها من الصواعق.وإذا استعمل طرف هوائي أفقي واحد فان زاوية الوقاية المستعملة يجب الا تزيد عن (30) درجة . وإذا مدد طرفان هوائيان أفقيان متوازيان أو أكثر فان زاوية الوقاية المستعملة يمكن أن تقارب (45) درجة حيث لا يشكل تفريغ الصاعقة سوى احتمال ضعيف للخطر على المنشأ. هذا ويجب إن يكون ارتفاع الطرف الهوائي الأفقي كافيا لتجنب جميع احتمالات حدوث الوميض من نظام الوقاية الى المنشأ المراد وقايته وأن تكون دعائم الشبكة مؤرضة جيدا.

* حيث تكون تكاليف الطريقة الواردة في الفقرة الفرعية الأولى غير مبررة وحيث لا تكون هناك مخاطرة ناتجة عن تفريغ تيار الصاعقة على سطح المنشأ المراد وقايته فانه يجب أن تثبت على سطح ذلك المنشأ شبكة من الأطراف الهوائية الأفقية تتراوح أبعاد فتحاتها بين (3) و (7.5) متر حسب مقدار المخاطرة.

* يمكن وقاية المنشأ أو مجموعة المنشآت ذات الأبعاد الأفقية الصغيرة بوساطة واحد أو اكثر من الأطراف الهوائية الرأسية . وإذا استعمل طرف هوائي واحد منها فان زاوية الوقاية المستعملة يجب الا تزيد عن (30) درجة . وإذا استعمل طرفان هوائيان أو اكثر فان زاوية الوقاية يمكن أن تكون (45) درجة ضمن الحيز المحدود بهذه الأطراف ، بحيث لا تزيد عن (30) درجة خارج ذلك الحيز. ويمكن زيادة هذه القيم حتى (45) و (60) درجة على الترتيب عندما لا يشكل تفريغ الصاعقة سوى احتمال ضعيف للخطر على المنشأ.

* يمكن وقاية المنشأ الذي يقع تحت سطح الأرض بالكامل وهو غير موصول مع أي خدمات معدنية أخرى فوق الأرض بوساطة شبكة أطراف هوائية كما هو وارد في الفقرة الفرعية الأولى من هذا البند الفرعي ، لانه من المحقق أن للتربة متانة انهيار دفقي (Impulsive Breaking Strength) يمكن أن تؤخذ في الحسبان عند

تعيين احتمال حدوث خطر وميض (Flashover) من النظام الواقي الى المنشأ بما في ذلك الخدمات التابعة له . واذا كان عمق الطمم مناسبا فانه يمكن استبدال شبكة الأطراف الهوائية بشبكة شرائط

تأريض مرتبة على السطح طبقا لنصيحة خبير في هذا المجال. وإذا اتبعت هذه الطريقة فانه يمكن التغاضي عن توصيات الربط بين المعادن الداخلة في المنشأ أو موصلات المعدن الداخلة اليه الواردة في البنود أرقام (3/5/5) ، (3/5/6) ، (3/5/7) ، (3/5/8) (3/5/9).

3/5/3 يجب أن يزود كل منشأ مستقل محمي طبقا للفقرة الفرعية الثانية من البند رقم (3/5/2) بضعف عدد الموصلات الهابطة الموصى بها في البند رقم (3/2/3) .

3/5/4 يجب أن تكون الأطراف الأرضية لكل نظام وقاية من الصواعق مربوطة معا بموصل حلقي ، يدفن الى عمق لا يقل عن (50) سنتمتر ، ما لم تكن هناك اعتبارات أخرى مثل الحاجة الى ربط أجسام أخرى معه ، أو الحاجة الى إجراء فحص أو وجود خطر حدوث التآكل مما يجعل من المرغوب فيه تركه مكشوفا.

يجب المحافظة على قيمة المقاومة الكهربائية لشبكة الأطراف الأرضية على اللوام بحيث لا تتجاوز (10) اوم . وإذا تبين أن هذا المطلب لا يمكن تحقيقه فانه يجب اتباع الطرق الموصى بها في البند الفرعي رقم (3/2/5ب) ، أو وصل الموصل الحلقي مع واحد أو أكثر من الموصلات الحلقية الخاصة بنظام الوقاية من الصواعق لمنشأ مجاور أو أكثر حتى يتم تحقيق هذا المطلب.

3/5/5 يجب أن تربط جميع المعادن الرئيسية التي تشكل جزءا من المنشأ متضمنة التسليح المعدني المستمر والخدمات المعدنية الأخرى معا.كما يجب أن تربط مع النظام الواقي من الصواعق . ويجب أن تتم مثل تلك التوصيلات في مكانين على الأقل ، وأن تكون على مسافات متساوية قدر الإمكان لا تزيد الواحدة منها عن (15) متر على طول محيط المنشأ.

3/5/6 يجب ربط الأعمال المعدنية الرئيسية الموجودة داخل المنشأ مع النظام الواقي من الصواعق.

3/5/7 يجب أن تكون الموصلات الكهربائية الداخلة الى المنشأ مغلفة معدنيا . ويجب أن يكون مثل ذلك التغليف مستمرا كهربائيا ، ما يجب أن يؤرض عند نقطة الدخول وخلاج المنشأ من جهة المصدر وأن يربط مباشرة مع النظام الواقي من الصواعق.

3/5/8 إذا كانت الموصلات الكهربائية مربوطة مع الخط الهوائي للمصدر فانه يجب وضع قطعة مدفونة من الكبل ذي القراب المعدني أو التسليح المعدني بين الهوائي ونقطة الدخول الى المنشأ . كما يجب وضع نبيطة تمور واقية (مثل النوع الذي يحتوي على مقاومات تعتمد على الفولطية) تثبت عند طرف الخط الهوائي ، ويربط طرفها الأرضي مع قراب الكبل أو تسليحه مباشرة. ويجب ألا تتجاوز فولطية الشرر لنبيطة الوقاية من الصواعق نصف فولطية ما قبل الأنهيار للمعدات الكهربائية في المنشأ. ولا يوصى باستعمال الكبل المعزول بالأملاح المعدنية (Mineral Insulated Cable) ذي القراب المعدني لانخفاض متانته الدفقية.

3/5/9 يجب ربط الأنابيب المعدنية وقرابات الكبال الموصلة للكهرباء والحبال الفولاذية والسكك والمرشدات التي ليس لها استمرارية تلامس مع الأرض والتي تدخل منشأ من هذا النوع ، مع النظام الواقي من الصواعق . كما يجب أن تؤرض عند نقطة الدخول للمنشأ من الخارج وعند نقطتين على بعد (75) متر ، (150) متر من نقطة الدخول.

3/5/10 في حالة المنشآت المدفونة ، والحفريات تحت سطح الأرض التي يتم الوصول اليها عبر بئر او نفق (Adit) فانه ينطبق ما هو وارد في البند رقم (3/5/9) فيما يتعلق بالتأريض الإضافي للبئر والنفق على مسافات لا تزيد عن (75) متر ، بالإضافة الى التأريض خارج المنشأ.

3/5/11 يجب أن تكون الأجزاء المعدنية البارزة رأسيا وأجزاء وأسلاك جميع الأسيجة والجدران الاستنادية (Retaining Walls) والقريبة جدا من المنشأ موصولة بعضها مع بعض وموصولة مع النظام الواقي من الصواعق توصيلا كهربائيا مستمرا . كما يجب عدم تثبيت الاسيجة ذات الأسلاك المعدنية غير المستمرة كهربائيا على دعائم غير موصلة للكهرباء أو أسلاك مدهونة بمادة عازلة.

3/5/12 يجب أن تكون فتحات التهوية (Vents) للخزانات (Tanks) التي تحتوي على غاز أو سائل قابل للالتهاب (Flammable) وكذلك مداخن العادم (Exhaust Stacks) الخارج من المصانع التي تنفث أبخرة أو أغبره قابلة للالتهاب ، مصنوعة من مواد غير موصلة للكهرباء أو مجهزة بمصائد لهب (Flame Traps).

3/5/13 يجب ألا تكون المنشآت مجهزة بأجزاء عالية الارتفاع (مثل المسلات Spires وسواري الأعلام Flag Masts والهوائيات) فوقها أو على مسافة (15) متر منها. ويجب أن تراعى مسافة الخلوص هذه على الأشجار المزروعة حديثا أيضا. أما المنشآت القريبة من الأشجار الموجودة أصلا فيجب أن تعامل كما هو وارد في البند الفرعي رقم (3/7/2).

3/6 الأسيجة (Fences)

3/6/1 عام:

(أ) إذا ضربت صاعقة سياجا معدنيا ممتدا فان جهد الجزء الواقع بين نقطة الضرب وأقرب طرف أرضي يرتفع لحظيا الى جهد عال بالنسبة للأرض. وقد يتعرض الأشخاص والمواشي القريبون جدا من ذلك الجزء أو الملامسون له للخطر عند لحظة تفريغ الصاعقة.

لذا فمن المرغوب فيه تقسيم السياج طوليا الى أقسام بعمل فجوات كما هو موصى به في البند الفرعي رقم (3/6/2) وينصح أيضا بتوفير عدد من مكاهر التأريض في كل جزء كما هو وارد في البند الفرعي رقم (3/6/2أ) ، وذلك لتسهيل التفريغ السريع لتيار الصاعقة ، ولتخفيف الضرر عن الأشخاص أو المواشي الذين قد يوجدون بالقرب منه.

(ب) يبين الشكل رقم (5ب) تدرج الجهد حول المكاهر الأرضية وبين أقدام الأشخاص والمواشي عند حدوث تيار تفريغ الصاعقة . ويزداد ذلك الخطر عندما تكون الأرض صخرية.

(ج) لا يمكن تقديم إرشاد عن قيمة مقاومة الطرف الأرضي لان تحديد قيمة مقاومة الطرف الأرضي يعتمد كثيرا على الظروف الطبيعية السائدة. ولكن يمكن ملاحظة انه كلما كانت مقاومة تأريض النظام منخفضة كان الخطر على

الأشخاص أقل. وبهذا الخصوص يجب الأخذ في الاعتبار أن أنواعا متعددة من الحيوانات تكون اكثر عرضة للصدمة الكهربائية من الإنسان.

3/6/2 توصيات :

عندما تكون الاسيجة المحتوية على مواد موصلة للكهرباء ممتدة لمسافات طويلة يجب اتباع التوصيات التالية لسلامة الأشخاص والحيوانات:-

(أ) أن يكون معدن السياج مؤرضا على مسافات مناسبة وذلك بربطه مع الأجزاء المعدنية الرأسية المثبتة في التربة أو مع مكاهر أرضية منفصلة ، بحيث لا تزيد المسافات بين نقاط التأريض هذه عن (75) متر للتربة الجافة ، و (150) متر للتربة الدائمة الرطوبة.

(ب) قطع استمرارية معدن السياج على مسافات لا تزيد عن (300) متر بوساطة بوابات خشبية أو فجوات لا يقل عرضها عن (600) ملمتر تغلق بمقاطع من مواد غير موصلة للكهرباء.

(ج) يكون الطرف الأرضي القريب من تلك الفجوات في السياج بعيدا مسافة لا تقل عن (8) أمتار من أي من طرفي الفجوة.

3/7 الأشجار والمنشآت القريبة منهـا (Trees and Structures Near Trees)

3/7/1 عام:

(أ) لأغراض تصميم شبكة أطراف التأريض لوقاية جذور الأشجار ، ولتخفيض تلوج الفولطية في حالة تفريغ الصاعقة في الشجرة الى قيمة آمنة ضمن المساحة المحدودة ، يمكن استخدام الموصل الشريطي الخارجي المدفون في الأرض.

(ب) يجب التحذير من الاحتماء بالأشجار أثناء العاصفة الرعدية قدر الإمكان للخطورة المحتملة.

(ج) عندما تضرب الصاعقة شجرة ما فانه يحدث هبوط فولطية على طول فروعها وساقها وجذورها وهذا قد يسبب وميضا جانبيا الى المنشأ المجاور كما ورد في البند رقم (3/3/1) . ويمكن اعتبار متانة الوميض (Flashover Strength) مساوية (250) كيلو فولط /متر بالمقارنة مع (500) كيلوفولط /متر كفولطية انهيار للهواء .وتشكل هذه الأرقام أساسا للتوصيات الواردة في البند الفرعي رقم (3/7/2ز) لتحديد الحد الأدنى لمسافة الخلوص الآمنة بين الأشجار والمنشآت.

(د) إذا كانت مسافة الخلوص الحقيقية صغيرة جدا بحيث لا يمكن منع حدوث وميض جانبي للمنشأ ، فانه يجب تجهيز هذا المنشأ بنظام وقاية من الصواعق بطريقة تجعل طاقة الوميض الجانبي تفرغ من خلال نظام الوقاية من الصواعق دون حدوث اضرار للمنشأ.

(هـ) إذا كانت الشجرة القريبة من المنشأ مجهزة بنظام وقاية من الصواعق فان المنشأ عند ذلك يكون محميا بشكل كاف ، وعندها لا يحتاج الى وقاية إضافية بشرط استيفاء الشروط الواردة في هذه الكودة بالنسبة لزاوية الوقاية ومسافات الخلوص.

3/7/2 توصيات :

يكون الاهتمام بوقاية الأشجار من تأثير الصواعق عندما تكون المحافظة على الشجرة ضرورية لاسباب تاريخية أو أسباب أخرى ولاجل ذلك تتبع التوصيات التالية:-

(أ) يجب تمرير موصل هابط من أعلى جزء من ساق الشجرة الرئيسي الى طرف التأريض ، وان يكون ذلك الموصل محميا من الاتلاف الميكانيكي عند منسوب الأرض.

(ب) يجب تزويد الفروع الكبيرة الأخرى من الشجرة بموصلات فرعية مربوطة مع الموصل الرئيسي.

(ج) يجب أن تكون الموصلات المستعملة من النحاس الأحمر المجدولة العارية (Bare Stranded Conductors) ذات مساحة مقطع (70) ملمتر مربع.

(د) عند تثبيت الموصلات يجب اخذ تأرجح الأسلاك في الهواء والنمو الطبيعي للشجرة في الاعتبار.

(هـ) يجب أن يتكون طرف التأريض من قضيبين مغروزين في الأرض في نقطتين متقابلتين بالنسبة لجذع الشجرة وقريبتين منه. كما يجب دفن موصل شريطي يدور حول جذور الشجرة على مسافة لا تقل عن (8) أمتار من جذعها أو على مسافة (600) ملمتر من الحدود الخارجية لمسقطها ايهما اكبر ، وان يربط ذلك الموصل بطرف التأريض . ويجب أن تكون الأطراف الأرضية والمقاومة الكهربائية مطابقة لما هو وارد في البند الفرعي رقم (3/2/5ب).

(و) إذا تقاربت الأشجار بحيث يمكن أن تتقاطع موصلات التأريض المحيطة بكل منهما فان موصلا واحدا مربوطا جيدا بقضبان التأريض يحيط بجذورها يفي بالغرض.

(ز) حيث توجد شجرة منعزلة قائمة بقرب منشأ فانه لا ضرورة لتزويدها بنظام وقاية من الصواعق إذا كان ارتفاعها لا يزيد عن ارتفاع المنشأ.

أما إذا كان ارتفاعها اكبر من ارتفاع المنشأ فان مسافات الخلوص التالية بين المنشأ أعلى جزء من الشجرة يمكن اعتبارها كافية:-

* للمنشآت العاديـة : نصف ارتفاع المنشأ
* للمنشآت المحتوية على مواد قابلة للانفجار أو شديدة الالتهاب : ارتفاع المنشـأ

وإذا تعذر توفير مسافات الخلوص هذه فانه يجب اخذ الأخطار المحتملة على المدى البعيد في الاعتبار . ولتخفيض تلك الأخطار للحد الأدنى فانه يجب وقاية المنشأ طبقا لهذه الكودة ، وأن ترتب أطراف التأريض والموصلات الهابطة بحيث تمر قريبة من الشجرة قدر الإمكان.

3/8 المنشآت الحاملة لخطوط الكهرباء وخطوط الهاتف وغيرها من الخطوط الهوائية
(Structures Supporting Overhead Electric Supply, Telephone and Other Lines)

3/8/1 إذا كانت خطوط الكهرباء الهوائية أو أسلاك الهاتف وغيرها مثبتة على دعائم معدنية موكبة على المنشأ فانه يجب تأريض تلك الدعائم وربطها بالنظام الواقي من الصواعق.

8/2/3 يجب تركيب نبيطة وقاية من التمور (Surge Protection Device) بين موصل (أو موصلات) الكهرباء ونقطة مؤرضة وذلك للمنشأ الذي تنتهي عنده خطوط التغذية.

3/8/3 يجب التنسيق مع السلطات المسؤولة صاحبة الخطوط الهوائية وذلك فيما يتعلق بالإجراءات الواردة في البندين السابقين (3/8/1) ، (3/8/2).

3/9 المنشآت الحاملة لهوائيات استقبال مذياع وتلفاز
(Structures with Sound and Television Receiver Aerials)

3/9/1 في المنشآت المحمية بأنظمة وقاية من الصواعق وفقا لتوصيات هذه الكودة يمكن تركيب هوائيات استقبال مذياع وتلفاز داخلية دون الحاجة الى احتياطات إضافية ، إذا كانت مسافات الخلوص بين نظام الهوائيات (بما في ذلك الأسلاك الهابطة والمغذية) ونظام الوقاية من الصواعق تتمشى مع القيم المحددة في البند رقم (3/2/6).

3/9/2 في المنشآت المحمية بأنظمة وقاية من الصواعق وفقا لتوصيات هذه الكودة ، يمكن تركيب هوائيات استقبال مذياع وتلفاز خارجية دون الحاجة الى احتياطات إضافية ، إذا كان كل جزء من نظام الهوائيات يقع ضمن المنطقة المحمية بنظام الوقاية من الصواعق.

3/9/3 حيث لا يمكن توفر الشروط الواردة في البند رقم (3/9/2) يجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة لضمان تفريغ تيار الصاعقة الى الأرض دون احداث ضرر للمنشأ أو شاغليه كما يلي:-

* للكبال الهابطة أو المغذية ، المتحدة لمركز (concentric)أو الثنائية ذات الحجاب (Twin – Screened) ، يمكن تحقيق ذلك بربط القراب المعدني للكبل مع نظام الوقاية من الصواعق عند أعلى نقطة يمكن الوصول اليها.

* للكبل الهابط أو المغذي المنفرد أو الثنائي يمكن تحقيق ذلك بإدخال نبيطة تفريغ بين الموصل أو الموصلات وقياد التأريض.

* يجب ربط جميع السلريات المعدنية والعناصر المعدنية الثانوية والأنزع المعدنية غير المربوطة أصلا بنظام الوقاية من الصواعق بذلك النظام.

10/3 منشآت متنوعة (Miscellaneous Structures)

3/10/1 عام:

(أ) للخيام الكبيرة والسرادقات (Marquees) يجب اتخاذ الإجراءات الواردة في البند رقم (3/10/2) لتفادي الخطر على الحياة أو انتشار الفزع (Outbreak of Panic) في حالة ضربة الصاعقة. وهذا الإجراء غير ضروري للخيام الصغيرة لارتفاع الكلفة ، الا في المناطق التي يكثر فيها النشاط الرعدي والمناطق الجبلية ، حيث يجب على المخيمين اتخاذ احتياطات معينة.

(ب) يمكن تحقيق الوقاية للخيام الصغيرة باستعمال عمود معدني أو اثنين مكونة من مقاطع متداخلة (Telescopic) يثبت كل منهما خارج الخيمة بحيث تقع الخيمة ضمن زاوية الوقاية المعرفة في البند رقم (1/3/3) ، وتربط قاعدة كل من العمودين المعدنيين بوتد تأريض (Earth Spike) يغرز في الجهة البعيدة عن الخيمة ، في قطعة أرض رطبة إذا أمكن . وبالإضافة الى ذلك يجب وضع سلك معدني عار حول الخيمة يربط بقاعدة كل عمود.

(ج) اذا كانت الخيمة ذات هيكل معدني مستمر كهربائيا فانه قد يعمل كموصل للصاعقة ، وهذا يستدعي ربطه بوتدين للتأريض مغروزين في نقطتين متقابلتين على طرفي الخيمة بعيدا عنها.

(د) عند حدوث العاصفة الرعدية ، وبخاصة للخيام غير المحمية ، يجب تجنب خطر حدوث فرق الجهد في جسم الإنسان. ويمكن تحقيق ذلك بالاستلقاء على سرير ذي إطار معدني. وإذا تعذر ذلك فيمكن تقليل احتمال حدوث الخطر بالجلوس على الأرض مع ثني الركبتين باتجاه الصدر وتجنب الملامسة الجسدية للخيمة أو شاغليها.

3/10/2 الخيام والسرادقات (Tents and Marquees):

(أ) عندما تستعمل تلك المنشآت المؤقتة كمعارض تجارية أو للتسلية حيث يؤمها عدد كبير من الأشخاص ، فانه يجب اخذ وقايتها من الصواعق في الاعتبار . وعلى العموم فان مثل تلك المنشآت تصنع من مواد غير معدنية ، وتكون أبسط أشكال الوقاية لها عبارة عن طرف هوائي(أو أكثر) أفقي معلق فوقها ومؤرض بشكل جيد. كما أنه يمكن استعمال الامتداد

غير المعدني للركائز الرأسية للمنشأ ، إذا كان ذلك ملائما وعمليا ، لحمل نظام من الأطراف الهوائية الأفقية. الا انه يجب المحافظة على مسافة خلوص لا تقل عن (1.5) متر بين الموصل وجسم المنشأ. كما يجب ترتيب الموصلات الهابطة خارج المنشأ ، وأن تربط بقضبان تأريض تربط بدورها بموصل حلقي بطريقة تكون فيها غير سهلة المنال بالنسبة لعامة الناس. أما أنواع المنشآت الخيمية التي لها هياكل معدنية فيجب ربط هياكلها المعدنية مع الأرض على مسافات لا تزيد عن (30) متر من المحيط.

(ب) لا يمكن تقديم أي توصيات محددة بالنسبة للخيام الصغيرة الا أن بعض المشكلات المتعلقة بها قد تم بحثها في البند رقم (3/10/1).

3/10/3 السقالات وجسور المشاة المعدنية والمنشآت المماثلة (Metal Scaffolding and Similar Structures):

حيث تكون السقالات المعدنية وبخاصة تلك المقامة فوق الطريق الرئيسي العام وعلى جزء منه أو تلك المستعملة في قاعات الجلوس العامة المؤقتة سهلة المنال بالنسبة لعامة الناس ، فانه يجب ربطها بشكل فعال بالأرض . وكوسيلة بسيطة لربط تلك المنشآت ، يركب شريط من المعدن (باستثناء الألمنيوم) بمقاس (20 ملم × 3 ملم) تحت قاعدة الصفائح الحاملة للأعضاء الرأسية من السقالة بحيث تلامسها ، وتؤرض على مسافات لا تزيد عن (30) متر . وفي الاماكن العامة التي يجلس فيها عامة الناس فانه يلزم ربط العناصر المعدنية الواقعة على حافات المنشأ مع الأرض. أما المنشآت الفولاذية الرئيسية والموجودة غالبا في مواقع منعزلة والمعرضة لضربات الصواعق ، فإنها يجب أن تربط مع الأرض وبخاصة عند نقاط الاقتراب(Approach Points).

3/10/4 السواري العالية والأبراج والروافع والمنشآت الدوارة والمتحركة

(Tall Metal Masts, Towers, Cranes and Revolving and Travelling Structures):

يجب أن تؤرض طبقا لهذه الكودة كل من السواري وأسلاك تثبيتها (Guy Wires) وأبراج الإضاءة الغامرة (Flood Light) و المنشآت المعدنية المماثلة الأخرى ، وبخاصة عندما تكون سهلة المنال بالنسبة لعامة الناس .كما يجب أن تربط الروافع أو أجهزة الرفع العالية الأخرى المستعملة في إنشاء المباني وفي أحواض السفن وتركيبات الموانئ بالأرض.هذا ، ويوفر التأريض الفعال في نقطة أو اكثر لسكك الرافعات أو المنشآت الدوارة لإكبة على سكك ، وقاية كافية من الصواعق.

وإذا كان هناك احتمال لتلف الحاملات (Bearings) بسبب تفريغ الصاعقة ، فانه يمكن اتخاذ إجراءات إضافية واستشارة أخصائيين في هذا المجال.

بالنسبة للأبراج المتحركة والرافعات والمنشآت المماثلة المحمولة على مركبات ذات إطارات هوائية ، يمكن توفير درجة محدودة من الوقاية من التلف الناتج عن الصواعق وذلك بربط سلسلة معدنية الى أجسامها بحيث تلامس الأرض ، أو باستعمال إطارات من المطاط الموصل للكهرباء مثل ذلك المستعمل لتبديد الكهرباء الساكنة.

3/10/5 المباني الزراعية في الأماكن التي تحدث فيها الصواعق بكثرة
(Farm Buildings in Areas of High Lightning Incidence)

في بعض الاماكن حيث يكثر حدوث الصواعق ويتعذر استعمال النحاس الأحمر ، فانه يمكن استعمال أسلاك الفولاذ اللين المغلفنة لوقاية المنشآت الزراعية الصغيرة أو المنشآت المماثلة . وهذا السلك الفولاذي عبارة عن سلك منفرد بقطر لا يقل عن (6.5) ملمتر مكون من قطعة واحدة ومركب على ركائز بشكل يحيط بالسقف وحافات المنشأ ومستمر داخل الأرض على عمق (0.5) متر بطول (3) أمتار . ويمكن أن تكون الركائز خشبية مرتبة بحيث توفر مسافة خلوص لا تقل عن (90) سنتمتر من السقف.

لا يتطلب الأمر وصلات اختبار ، ولا يحتمل إجراء الاختبارات على هذا النوع من التركيبات . وعلى كل حال فانه من المحتمل أن يحدث اهتراء للأجزاء المدفونة ، لذا يجب إدخال قطع منفصلة مدببة الرأس ومغلفنة بالكامل من مادة السلك ذاتها المدفون في الأرض ذاتها بجانب كل طرف نهائي ، وذلك لأغراض سحبها وفحصها واعادة تركيبها للاستدلال على حالة السلك المدفون.

يجب اتخاذ الاحتياطات لمنع الوصول الى الموصل المكشوف والى الأرض القريبة من المعدن المدفون .

3/11 التآكل (Corrosion)

3/11/1 إذا كان من المحتمل أن يعيق التآكل الناتج عن العوامل الجوية أو الكيميائية أو التحليل الكهربائي أو غيرها عمل أي جزء من النظام الواقي من الصواعق فانه يجب اتخاذ الاحتياطات الملائمة لمنع ذلك. ومن المحتمل أن يؤدي تلامس المعادن غير المتشابهة الى بدء وتسلع عملية التآكل ما لم يحافظ على سطوح التلامس جافة تماما ومحمية من تسرب الرطوبة.

3/11/2 يمكن حدوث تلامس المعادن غير المتشابهة في حالة تثبيت موصل بوساطة نبائط تثبيت أو على سطح خارجي معدني. وقد يحدث التآكل لاحد المعادن إذا لامسه الماء المار على معدن آخر. فالماء المار على النحاس الأحمر أو سبائكه أو على الرصاص يمكن أن يؤدي الى تآكل سبائك الألمنيوم والخارصين التي

قد تكون في مساره. لذا يجب أن يكون المعدن المستعمل في نظام الوقاية من الصواعق متوافقا مع المعدن أو المعادن الخارجية للمنشأ الذي يمر فوقه النظام أو يلامسه.

3/11/3 يوصى بتغطية النحاس الأحمر بطبقة من الرصاص عندما يكون النحاس الأحمر عرضة للتآكل الشديد بسبب مركبات الكبريت وبخاصة في الأماكن صعبة المنال كما في أعالي المداخن . يجب عدم ازالة طبقة الرصاص عند الوصلات ، كما لا ينصح باستعمال التغطيات العازلة غير الدائمة أو القابلة للالتهاب. هذا ويجب أن تكون الملحقات من المعدن المقاوم لعوامل التآكل أو أن تكون محمية بشكل ملائم. ويمكن حماية الوصلات والأربطة الواردة في البند رقم (3/2/4) بمواد بتيومينية أو طمسها داخل مركب بلاستيكي حسب الظروف الموضعية.

الباب الرابع

التفتيش والاختبار والصيانة
(Inspection, Testing and Maintenance)

1/4 عام

4/1/1 خلال فترة إقامة أي منشأ يلزم التأريض الفعال لجميع الأعمال المعدنية الكبيرة والبارزة مثل الهياكل الفولاذية والسقالات والرافعات. وحال بدء العمل في تركيب نظام الوقاية من الصواعق يجب المحافظة على الربط بالأرض في جميع الأوقات.

1/2/4 أثناء تركيب الخطوط الهوائية لنقل الطاقة الكهربائية وتركيب المعدات المعلقة لكهربة خطوط السكك الحديدية وما شابهها يمكن تقليل الخطر على الأشخاص بضمان تركيب نظام تأريض لها وربطه جيدا ، وذلك قبل سحب أي من الموصلات الأخرى عدا الموصل الأرضي. وحال سحب الموصلات وتركيب العوازل ، يجب ألا تبقى هذه الموصلات غير مؤرضة أثناء عمل الأشخاص عليها ، وانما يجب ربطها بالأرض بنفس الطريقة التي تتم أثناء إجراء الصيانة عليها بعد التشغيل للاستلام.

4/2 التفتيش (Inspection)

4/2/1 يجب أن يتم التفتيش على أنظمة الوقاية من الصواعق من قبل أشخاص متخصصين بعد إتمام تركيباتها أو التغيير فيها أو توسيعها وذلك للتأكد من مطابقتها لهذه الكودة . كما يجب إجراء تفتيش روتيني عليها مرة في السنة على الأقل.

4/2/2 إذا وجد أن مقاومة النظام الواقي من الصواعق مع الأرض المحددة عند إجراء الاختبار طبقا للمادة رقم (4/3) تزيد عن (10) اوم ، فانه يجب تخفيضها لتوافق متطلبات هذه الكودة . وإذا كانت اقل من (10) اوم ولكنها أعلى من القراءة السابقة بشكل ملموس فانه يجب تحري أسباب ذلك.

3/4 الاختبار

بعد إتمام تركيبات نظام الوقاية من الصواعق أو أي تعديلات عليه فانه يجب قياس مقاومة تأريض النظام كله ومقاومة كل طرف تأريض على حدة . كما يجب التحقق من الاستمرارية الكهربائية لجميع الموصلات والأربطة والوصلات ومن أوضاعها الميكانيكية . هذا وتكون طريقة الاختبار طبقا لما هو وارد في الجزء الثالث (كودة التأريض) من المجلد الثالث والعشرين (كود الخدمات الكهربائية للمباني).كما يجب أن يكرر الاختبار على فترات لا تزيد عن سنة واحدة.

يجب تسجيل حالة التربة وطريقة الاختبار وتفاصيل التمليح و غيرها من طرق معالجة التربة ونتائج الاختبارات في السجل الخاص بالنظام وكما هو وارد في المادة رقم (4/4).

4/4 السجلات (Records)

يجب الاحتفاظ بالسجلات التالية في الموقع أو في حيازة الشخص المسؤول عن المحافظة على تمديدات نظام الوقاية من الصواعق:-

* مخططات بمقياس رسم معين تبين طبيعة ومواقع جميع أجزاء نظام الوقاية من الصواعق.
* طبيعة التربة وأي ترتيبات خاصة بالتأريض .
* تواريخ وتفاصيل تمليح التربة (إذا استعمل).
* ظروف الاختبارات ونتائجها كما هي واردة في المادة رقم (4/3).
* التعديلات والإضافات و التصليحات التي تجرى على النظام .
* إسم الشخص المسؤول عن تمديدات النظام والشخص المسؤول عن صيانته.

4/5 الصيانة (Maintenance)

يجب العناية الخاصة بالتأريض ورصد أي علامات للتآكل وأي تعديلات أو إضافات على المنشأ يمكن أن تؤثر على نظام الوقاية من الصواعق . ومن الأمثلة على ذلك : تغيير استعمال المنشأ ، تركيب خزانات وقود ونصب هوائيات مذياع وتلفاز.

ملحق (أ)

إرشادات من اجل السلامة الشخصية أثناء العواصف الرعدية
(Guides for Personal Safety During Thunderstorm)

(أ) يجب عدم الخروج من الباب أو البقاء في العراء أثناء العاصفة الرعدية ما لم يكن ذلك ضروريا. وفي حالة الخروج الضروري يجب البحث عن أحد الملاجئ التالية:-

* المساكن أو المباني الأخرى التي تكون محمية من الصواعق.
* الملاجئ الطبيعية تحت سطح الأرض مثل الأنفاق والكهوف والطرق الواقعة تحت سطح الأرض.
* المباني ذات الهياكل المعدنية الكبيرة.
* المباني الكبيرة غير المحمية من الصواعق.
* المركبات المغلفة ذات السقوف المعدنية والسيارات والباصات والأجسام المماثلة.
* القطارات المعدنية المغلفة وعربات النقل المغلفة معدنيا.
* القوارب والسفن المغلفة معدنيا.
* القوارب المحمية ضد الصاعقة.
* شوارع المدن المحمية بوساطة مباني على جوانبها.

(ب) يجب تجنب الأماكن التالية التي توفر وقاية قليلة أو لا توفر وقاية من الصاعقة قدر الإمكان:

* المباني الصغيرة غير المحمية من الصواعق ومخازن الحبوب والحظائر الخ...
* الخيام والملاجئ المؤقتة.

* السيارات ذات السقوف غير المعدنية أو المكشوفة.
* المقطورات غير المعدنية أو المكشوفة.

(ج) هناك أماكن معينة خطرة للغاية أثناء العواصف الرعدية لذا يجب تجنبها قدر الإمكان عند توقع حدوث العواصف ومنها :-

* قمم التلال والمنحدرات.
* سطوح المباني.
* الحقول والملاعب الرياضية المكشوفة.
* ساحات وقوف العربات وملاعب التنس الأرضي.
* برك السباحة والبحيرات وشواطئ البحار.
* مناطق الاسيجة المعدنية ، مناشر الغسيل المعدنية المكشوفة ، الخطوط الهوائية والسكك الحديدية.
* تحت الأشجار المنعزلة.

(د) من الخطر الشديد ركوب ما يلي أثناء حدوث الصاعقة في الاماكن الواردة في الفقرة (ح) من هذا الملحق:-

* الجرارات المكشوفة أو أي مكنات زراعية تعمل في الحقول.
* عربات الغولف ، والدراجات الهوائية والنارية.
* القوارب المكشوفة (بدون سواري) والقوارب الحوامة (Hoover Crafts).
* السيارات ذات السقوف غير المعدنية أو المكشوفة .

(هـ) ليس من الممكن دائما وجود موضع يوفر وقاية جيدة من الصاعقة ، ولذلك تعتبر الإرشادات التالية مفيدة للبحث عن أفضل الأمكنة لتجنب خطر الصواعق:-

* اختيار الأماكن المنخفضة وتجنب قمم التلال والأماكن المرتفعة.
* اختيار الغابات الكثيفة وتجنب الأشجار المنعزلة.
* المباني والخيام والملاجئ الموجودة في المناطق المنخفضة أقل خطورة بالنسبة للصواعق من نظيرتها الموجودة في المناطق المرتفعة عند عدم توفر وقاية من الصواعق لكليهما.
* في الأماكن المكشوفة والمنعزلة يجب الجلوس على إلكبتين والانثناء الى الأمام مع وضع اليدين على إلكبتين ، ويحظر

الاستلقاء على الأرض أو وضع اليدين على الأرض.

المصطلحات الفنية

(أ)	
آبار سبر	Boreholes
أبراج	Towers
أسلاك تثبيت	Guy Wires
ضوء غامر	Flood Light
اعتبارات عامة	General Considerations
أفاريز	Cornices
انتشار الفزع	Outbreak of Panic
انهيار	Breakdown
(ب)	
بروز أفقي	Cantilever
برونز فسفوري	Phosphor Bronze
(ت)	
تآكل	Corrosion
تراكب	Overlapping
تصوينات	Parapets
تفتيش	Inspection
تيار ضربة الصاعقة	Lightning Stroke Current
ثنائية ذات حجاب	Twin – screened

(ج)	
جدران استنادية	Retaining Walls
(ح)	
حاملات	Bearings
حدوث الصواعق بكثرة	High Lightning Incidence

(خ)	
خاملة	Inert
خط المنسوب	Contour Line
خطوط كهرباء هوائية	Overhead Electric Supply
خنادق	Trenches
خيام	Tents
(ر)	
رافعات	Cranes
رباط	Bond
ربط	Bonding
(ز)	
زاوية الوقاية	Angle of Protection
(س)	
سواري أعلام	Flag – masts

Tall Metal Masts	سواري معدنية عالية
Records	سجلات
Marquees	سرادقات
Roof	سطح علوي
Metal Scaffolding	سقالات معدنية
Long Ladders	سلالم طويلة

(ش)

Grid Formation	شبكة متصالبة

(ص)

Lightning	صاعقة
Maintenance	صيانة

(ض)

Lightning Stroke	ضربة الصاعقة

(ط)

Water Proofing Membrane	طبقة مانعة لتسرب الماء
Earth Terminal	طرف أرضي
Air Terminal	طرف هوائي
Risk Index Method	طريقة دليل المخاطرة

(ع)

Thunderstorm	عاصفة رعدية

عالية القابلية للاشتعال	Highly Combustible
عالية القابلية للالتهاب	Highly Flammable
عروات راجعة	Re- entrant Loops

(ف)

فجوة الشرارة	Spark Gap
فولاذ مغطى بالنحاس الأحمر	Copper Clad Steel

(ق)

قابلة للانفجار	Explosive
قفص فردي	Faraday Cage
قوارب حوامة	Hoover Craft

(م)

مباني زراعية	Farm Buildings
مبرشمة	Riveted
متانة الوميض	Flashove Strength
متحدة المركز	Concentric
متداخل	Telescopic
متينة	Tenacious
محمية كاثوديا	Cathodically Protected
مربوطة	Tied
مسافة الضربة	Striking Distance
مسحوب على البارد	Hard Drawn
مسمرة	Bolted

Solid	مصمتة
Crimped	مغضنة
Screwed	مقلوظة
Clamped	مقموطة
Earth Electrode	مكهر أرضي
Component Parts	مكونات
Welded	ملحومة
Annealed	ملدن
Light Wells	مناور
Revolving and Travelling Structures	منشآت دوارة متحركة
Tall Structures	منشآت عالية
Non-Conducting Structures	منشآت غير موصلة للكهرباء
Conducting Structures	منشآت موصلة للكهرباء
Zone of Protection	منطقة الوقاية
Bare Stranded Conductors	موصلات مجدولة عارية

Down Conductors	موصلات هابطة

(ن)

Surge Protection Device	نبيطة وقاية من التمور
Adit	نفق
Approach Points	نقاط الاقتراب
Lightning Protection System	نظام الوقاية من الصواعق

(هـ)

Resistive Voltage Drop	هبوط الفولطية المقاومية
Aerials	هوائيات

(و)

Earth Spike	وتد تأريض
Joint	وصلة
Test Joint	وصلة اختبار
Side Flash	وميض جانبي

المصادر

1. British Standard Code of Practice CP 326: 1965.
The Protection of Structure Against Lightning.

2. American Standard NFPA – 78: 1980.
Lightning Protection Code.

المراجع

1. American Standard UL – 96A: 1980.
Master Labelled Lightning Protection Systems.

2. American Standard UL – 96: 1980.

Lightning Protection Components.

3. British Standard Code of Practice CP 1013: 1965.
Earthing.

وحدات النظام الدولي (SI Units)

والوحدات المستعملة معها

الكمية	الوحدة	الرمز الدولي	الرمز العربي
الطول	متر	m	م
	سنتمتر	cm	سم
	ملمتر	mm	ملم
	كيلو متر	km	كم
الكتلة	غرام	g	غم
	كيلو غرام	kg	كغم
	طن	t	طن
	ميليغرام	mg	ملغم
الزمن	ثانية	s	ثانية
	دقيقة	min	دقيقة
	ساعة	h	ساعة
	يوم	d	يوم
زاوية مستوية	درجة	°	درجة
	دقيقة	¢	دقيقة
	ثانية	²	ثانية
الحجم	لتر	L	لتر

	ميللتر	m L	مللتر
	متر مكعب	m^3	م3
المساحة	متر مربع	m^2	م2
	مليمتر مربع	mm^2	ملم2
القوة	نيوتن	N	ن
	كيلو نيوتن	K N	كن
الإجهاد	نيوتن/ملمتر مربع	N/mm^2	ن/ ملم2
	كيلو نيوتن/متر مربع	$k N/m^2$	كن/م2
درجة الحرارة	درجة مئوية	°C	°س

معاملات التحويل من النظام المتري الى النظام الدولي

نظـام متـري		نظـام دولـي
كيلو غرام قوة	= 9,81	نيوتن
كيلو غرام قوة. متر	= 9,81	نيوتن . متر
كيلو غرام قوة / متر	= 9,81	نيوتن / متر
كيلو غرام قوة / سنتمر مربع	= .,.981	نيوتن / ملمتر مربع
كيلو غرام قوة / متر مربع	= 9,81	نيوتن / ملمتر مربع
كيلو غرام قوة /متر مكعب	= 9,81	نيوتن / متر مكعب
.,102 كيلو غرام قوة	= 1	نيوتن
.,102 كيلو غرام قوة . متر	= 1	نيوتن متر
.,102 كيلو غرام قوة / متر	= 1	نيوتن / متر
10,20 كيلو غرام قوة/ سنتمتر مربع	= 1	نيوتن / ملمتر مربع
.,102 كيلو غرام قوة / متر مربع	= 1	نيوتن / متر مربع
.,102 كيلو غرام قوة / متر مكعب	= 1	نيوتن / متر مكعب

الأسس المتبعة في تبويب وترقيم
دستور البناء الوطني الأردني

أولا : قسم دستور البناء الوطني الأردني حسب موضوع البحث الى عدة مجلدات مختلفة العناوين ، وقد أعطي كل مجلد رقما متسلسلا يميزه عن غيره من المجلدات.

ثانيا : تم تقسيم المجلد الواحد الى عدة أبواب رئيسية وأعطي كل باب رقما متسلسلا ضمن المجلد يميزه عن غيره من الأبواب.

ثالثا : قسم كل باب من الأبواب المختلفة لكل مجلد وبترتيب تنازلي الى ما يلي:-

المـادة : ويرمز اليها برقمين مختلفين تفصل بينهما إشارة (/).ويمثل الرقم الذي على اليمين رقم الباب الذي تفرعت عنه هذه المادة بينما يمثل الرقم الذي على اليسار رقم المادة نفسها.

البنـد : ويرمز اليه بثلاثة أرقام مختلفة تفصل بين كل اثنين منها إشارة (/) ويمثل الرقم الذي على اليمين رقم الباب ، ويمثل الرقم الأوسط رقم المادة التي تفرع منها هذا البند بينما يمثل الرقم الذي على اليسار رقم البند نفسه.

البند الفرعي : ويرمز اليه بحرف أبجدي موضوع بين قوسين ويكون متفرعا عن البند ويرجع اليه برمز البند مضافا اليه برمز البند الفرعي نفسه.

الفقـرة : ويرمز اليها برقم موضوع بين قوسين وتكون الفقرة متفرعة عن البند الفرعي ويرجع اليها بذكر رقم الفقرة نفسها ورمز البند الفرعي التابع لها.

الكودات الصادرة من

دستور البناء الوطني الأردني

رقم المجلد	اسم المجلد
المجلد الثاني	كودة الأحمال والقوى
المجلد الثالث	كودة استطلاع الموقع
المجلد السابع	كودة الإنشاءات الفولاذية
المجلد التاسع	كودة السقالات
المجلد الحادي عشر	كودة مواد البناء واستعمالاتها في البناء
المجلد الثالث عشر	كودة العزل الحراري
المجلد الرابع عشر	كودة الصوتيات
المجلد الخامس عشر	كودة الوقاية من الحرائق
المجلد الثامن عشر	كودة تزويد المباني بالمياه
المجلد التاسع عشر	كودة التصريف الصحي للمباني
المجلد الحادي والعشرون	كودة النفايات
المجلد الثاني والعشرون	كودة السلامة العامة في تنفيذ المشاريع الانشائية
المجلد الثالث والعشرون	الخدمات الكهربائية للمباني:-
	- الجزء الأول : كودة التمديدات الكهربائية وتركيباتها
	- الجزء الثاني : كودة الإنارة الداخلية
	- الجزء الثالث : كودة التأريض
	- الجزء الرابع : كودة الوقاية من الصواعق
	- الجزء الخامس : كودة أنظمة الإنذار من الحرائق
المجلد الرابع والعشرون	الخدمات الميكانيكية للمباني:-
	- الجزء الأول : كودة التدفئة المركزية
	- الجزء الثاني : كودة التهوية الميكانيكية وتكييف الهواء.