كودات البناء الوطني الاردني

المجلد الرابع عشر

كودة الصوتيات

وضع من قبل

الجمعية العلمية الملكية

وكز بحوث البناء

لصالح مجلس البناء الوطني الأردني

اعداد

م . فارس الـداود

مراجعة

د . محمد كامل عبد العزيز

د . رزق شعبـان

م . يوسف العريـني

تحرير لغوي

م . صالح الجيتـاوي

دستور البناء الوطني الاردني

صادر بموافقة الهيئة العليا لدستور البناء الوطني الاردني

بناء على تنسيب من اللجنة الفنية الدائمة

الهيئة العليا	-	اللجنة الفنية الدائمة
معالي وزير الاشغال العامة – رئيسا للهيئة		المهندس خلف الهواري – رئيسا للجنة
معالي وزير النقل		الدكتور داود جبجي – مقرر اللجنة
معالي وزير الشؤون البلدية والقروية والبيئة		المهندس نبيه بولص
معالي وزير الصناعة والتجارة		المهندس نجيب طليل
معالي وزير التخطيط		الدكتور روحي الشريف
معالي وزير الطاقة والثروة المعدنية		الدكتور منذر المصري
معالي امين عمان الكبرى		المهندس ميشيل مسنات
معالي رئيس الجمعية العلمية الملكية		المهندس حاتم غنيم
عطوفة مدير مؤسسة الاسكان		الدكتور اسامة العناني
عطوفة مدير عام بنك الاسكان		المهندس داود خلف
سعادة عميد كلية الهندسة / الجامعة الاردنية		المهندس احمد الكيلاني
سعادة عميد كلية الهندسة / جامعة اليرموك		المهندس توفيق صبلريني
سعادة نقيب المهندسين		المهندس عوض التل
		المهندس اسامة مدانات
		المهندس اكرم عباسي
		المهندس هيثم مريش
		الدكتور على العناني

الفريق العامل على اعداد	-	**الفريق المشارك في اعداد**
دستور البناء الوطني الاردني		**دستور البناء الوطني الاردني**
الدكتور داود جبجي		الدكتور وليد اليملاوي
المهندس خضر عكلوي		المهندس حاتم غنيم
المهندس حسن عكور		المهندس غسان غانم
المهندس فارس الداود		المهندس محمد عجور
المهندس كامل مجدي صالح		الدكتور سميح قاقيش
المهندس محمود الشيشاني		المهندس اكرم عباسي
المهندس مقدر عكروش		الدكتور اسامة ماضي
الدكتور هشام غصيب		الدكتور رزق شعبان
المهندس صالح الجيتاوي		المهندسة شادية ركات
		الدكتور فيصل الصياغ

مقدمة

من اجل تنظيم اعمال تصميم وتنفيذ المباني في الاردن ، ولتمكين المهندسين والفنيين من القيام باعمالهم على الوجه الاكمل دون اجتهاد او

تأويل ، ومن اجل وضع حد للمشاكل الناتجة عن اختلاف وجهات نظر الاطراف العاملة في قطاع الانشاءات فقد اصدر دولة رئيس الوزراء في كتابه رقم 31/46/5/2549 المؤرخ في 27/2/1980 قرارا تم بموجبه تشكيل هيئة عليا لدستور البناء الوطني الاردني برئاسة وزير الاشغال العامة مهمتها العمل على اعداد دستور وطني للبناء في الاردن يعمل على وضع قاعدة علمية قديرة ولغة محددة المعالم لجميع المهندسين والعاملين في قطاع الانشاءات.

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

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

ونحن اذ نضع مجلدات هذا الدستور بين ايدي المعنيين ، لنرجو ان يتم الوصول من خلالها الى الهدف المنشود .

والله ولي التوفيق .

وزير الاشغال العامة والاسكان

رئيس الهيئة العليا لدستور

البناء الوطني الاردني

المهندس شفيق زوايدة

جدول المحتويات

الباب الاول : عموميات

1/1 المجال.....(4)

2/ 1 الهدف.....(4)

1/3 تعريفات ومصطلحات.....(4)

4/ 1 الرموز ..... (17)

الباب الثاني : قياس الخصائص الصوتية

2/1 المجال.....(21)

2/2 الخصائص الصوتية المقاسة في الموقع للمباني.....(21)

2/2/1 زمن الترديد

2/2/2 نقصان الصوت بالانتقال

2/2/3 عزل الصوت الصدمي

2/2/4 عزل الواجهات للصوت

2/3 الخصائص الصوتية المقاسة في المختبر لعناصر البناء .....(32)

2/3/1 معامل امتصاص الصوت

2/3/2 دليل تخفيض الصوت

2/3/3 عزل الصوت الصدمي للارضيات

2/3/4 تخفيض الضجيج الصدمي المنقول بوساطة غطاء لارضية قياسية

2/4 طريقة المعاينة .....(42)

2/4/1 نقصان الصوت بالانتقال

2/4/2 عزل الصوت الصدمي

الباب الثالث : توصيات الخصائص الصوتية للمباني

3/1 المجال .....(48)

3/2 معايير نقصان الصوت بالانتقال.....(48)

3/2/1 عـام

3/2/2 توصيات نقصان الصوت بالانتقال

3/2/3 المواصفـات المعتمـدة

3/3 معايير عزل الصوت الصدمي..... (63)

3/3/1 عـام

3/3/2 توصيات منسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير

3/3/3 المواصفـات المعتمـدة

4/ 3 معايير عزل الواجهات للصوت ..... (74)

3/4/1 عـام

3/4/2 توصيات عزل الواجهات للصوت

3/4/3 المواصفـات المعتمـدة

3/5 زمن التردد الأمثل .....(86)

3/5/1 زمن التردد الأمثل لقاعات الاستماع

3/5/2 زمن التردد الأمثل للمدارس

الباب الرابع : معايير للبيئة الصوتية

4/1 عـام .....(90)

4/1/1 التأثيرات السلبية للضجيج

4/1/2 الضجيج والازعاج

4/1/3 دليل اللفظ الواضح

4/1/4 منسوب تداخل الكلام

4/2 منحنيات معايير الضجيج .....(93)

4/3 منحنيات معايير الضجيج المفضلة ..... (95)

4/4 توصيات لمعايير الضجيج للبيئات المختلفة .....(97)

4/5 منحنيات معايرة الضجيج.....(100)

4/5/1 عـام

4/5/2 استعمال منحنيات معايرة الضجيج

4/5/3 توصيات قيم معايرة الضجيج لبيئات مختلفة

4/6 التعرض للضجيج المهني .....(105)

الملحق (أ) : قانون الكتلة .....(109)

الملحق (ب) : الجدران الفاصلة المزدوجة.....(110)

الملحق (ج) : تأثير التوافق .....(112)

الملحق (د) : حساب زمن الترديد .....(115)

(د/1) : المساحة المكافئة في الامتصاص

(د/2) : زمن ترديد الغرفة للصوت

الملحق (هـ) : حساب منسوب ضغط الصوت الكلي من مناسيب ضغط الصوت عند ترددات مختلفة.....(117)

الملحق (و) : التوزيـن(أ) .....(119)

الباب الأول

عموميات

1/1 المجال

يشمل هذه الكود تعريفات ومصطلحات ورموز ذات علاقة بالخصائص الصوتية للمباني وعناصر البناء . كما يشمل طرق قياس ومعايرة تلك الخصائص ، بالاضافة الى توصيات بالحد الادنى المقبول وتوصيات بالحد الادنى لضمان الراحة الصوتية للمواطن ، وذلك بالنسبة لعزل الجدران والسقوف للصوت . ويشمل هذا الكود أيضا معايير البيئة الصوتية وتوصيات لضجيج الخلفية والحد الاعلى لفترات التعرض للضجيج المهني .

2/ 1 الهدف

يهدف هذا الكود إلى وضع توصيات واجراء قياسات تتعلق بالخصائص الصوتية للمباني وعناصر البناء اللازمة لاقامة بيئة هادئة غير ضارة وتقديم الحماية للمواطنين في جميع مجالات اعمالهم وفي مساكنهم من تأثير الضجيج الضار وتوفير الراحة والمتعة لهم في اوقات الفراغ والعمل .

1/3 تعريفات ومصطلحات

1/3/1 الانتقال الجانبي (Flanking Transmission) :

يعرف الانتقال الجانبي للصوت بانه انتقال الصوت المنقول بالهواء (Airborne Sound) من غرفة الى اخرى من ممرات تختلف عن الجدران المشتركة بينهما .

1/3/2 انتقال الصوت (Sound Transmission) :

هو انتقال الطاقة الصوتية من وسيط (Medium) الى اخر .

1/3/3 امتصاص الصوت (Sound Absorption) :

هو تضاؤل امواج الصوت عند مرورها خلال الوسيط او عند اصطدامها بسطح ما ، او هو الخاصية التي تمتلكها مادة او وسيط ما لامتصاص الطاقة الصوتية .

1/3/4 الامتصاص المكافئ (Equivalent Absorption) :

(أ) يعرف الامتصاص المكافئ لحيز معين عند تردد معين بانه حاصل ضرب مساحة سطح ذلك الحيز في معامل الامتصاص الترديدي له ، ويقاس بالسابين المتري (Metric Sabin) .

(ب) يعرف الامتصاص المكافئ لجسم ما داخل حيز بأنه الزيادة في الامتصاص المكافئ لذلك الحيز الناتجة عن وجود الجسم داخله ، ويقاس بالسابين المتري.

3/5/1 الأمواج التدريجية (Progressive Waves) :

هي الامواج التي يكون انتقال الطاقة بوساطتها في اتجاه انتشارها .

3/6/1 امواج الثني (Bending Waves) :

هي امواج ذات ازاحة عمودية على اتجاه انتشارها تسير في المنشأ وتدعى ايضا الامواج المستعرضة .

3/7/1 تأثير التوافق (Coincidence Effect) :

هو ظاهرة زيادة معامل انتقال الصوت لجدار فاصل عندما يكون طول الموجة من امواج الثني باتجاه الجدار مساويا تقريبا مسقط طول الموجة من امواج الصوت الواردة باتجاه انتشار امواج الثني .

1/3/8 تخفيض الضجيج الصدمي (Reduction of Impact Noise) :

يعرف تخفيض الضجيج الصدمي المنقول (التحسين في عزل الصوت الصدمي) باستعمال غطاء مناسب (مادة انشائية) او غير ذلك ذي سماكة معينة ، بانه الزيادة الناتجة في معارضته لانتقال الصوت الصدمي من جهة ارضية قياسية مغطاة بتلك المادة الى الجهة الاخرى منها عند قياس ذلك مخبريا ، ووحدة قياسه الديسيبل .

3/9/1 التردد (Frequency) :

يعرف تردد كمية دورية بانه معدل تكرار دورات (Cycles) تلك الكمية في وحدة الزمن ، ووحدة قياسه الهيرتز (Hertz) . الهيرتز يساوي دورة واحدة في الثانية ويرمز له بالرمز (Hz) .

1/3/10 التردد الحرج (Critical Frequency) :

يعرف التردد الحرج لجدار بانه التردد الذي تكون عنده سرعة انتشار امواج الثني في ذلك الجدار مساوية لسرعة الصوت في الهواء .

1/3/11 تردد الرنين (Resonance Frequency) :

يعرف تردد الرنين بانه التردد الذي يحدث عنده الرنين في نظام ما .

1/3/12 تردد القطع (Cut – off Frequency) :

هو تردد الانتقال (Frequency of Transition) ما بين الارسال والتوهين (Transmission and Attenuation) .

1/3/13 الترديد (Reverberation) :

يعرف ترديد الصوت داخل حيز بانه استمرار وجود الصوت وبقاؤه فترة من الزمن بعد انقطاع مصدر ذلك الصوت نتيجة للانعكاسات المتكررة له على حدود (Boundaries) ذلك الحيز .

1/3/14 التوهين(Attenuation) :

هو تخفيض القيمة اثناء الانتقال من نقطة الى اخرى ، ويقاس اما كنسبة او بالديسيبل.

1/3/15 حساسية الحقل الحر للميكروفـون :
(Free Field Sensitivity of Microphone)

تعرف حساسية الحقل الحر للميكروفون بانها نسبة الخرج الكهربائي (Electrical output) لذلك الميكروفون مقاسا بطريقة معينة الى ضغط الصوت الناتج عن امواج صوت مستوية تدريجية غير معترضة (Unobstructed Plane Progressive Waves) عندما يكون الميكروفون مثبتا خلالها بزاوية معينة.

3/16/1 حساسية الورود العشوائـي :
(Random Incidence Sensitivity)

تعرف حساسية الورود العشوائي لميكروفون معين بانها جذر وسط المربعات لقيم حساسية الحقل الحر لذلك الميكروفون لجميع زوايا الورود (Angles of Incidence) .

1/3/17 الحقل الترديدي (Reverberant Field) :

هو حقل صوتي ناتج عن تجمع عدة امواج صوتية بسبب انعكاسات مكررة لامواج الصوت عند حلوده .

1/3/18 الحقل الحر (Freet Field) :

هو حقل الصوت الذي تعتبر معاملات انعكاس الصوت على اسطحه مساوية صفرا.

1/3/19 الحقل المباشر (Direct Field) :

يعرف الحقل المباشر لمصدر صوت بانه ذلك الجزء من حقل مصدر الصوت الذي يكون فيه الصوت المباشر سائدا .

1/3/20 الحقل الناشر (Diffluse Field) :

هو حقل صوت ذو كثافة طاقة صوتية منتظمة ، وفيه تكون اتجاهات انتشار الامواج الصوتية عشوائية .

3/21/1 الدرجة (Pitch) :

تعرف درجة النغمة (Pitch of Tone) بانها صفة ذاتية للنغمة يمكن بدلالتها ترتيب الصوت على سلم (Scale) له علاقة مبدئية بالتردد .

1/3/22 دفق الطاقة الصوتية (Sound Energy Flux) :

يعرف دفق الطاقة الصوتية باتجاه معين بانه معدل انسياب الطاقة الصوتية في وحدة الزمن خلال مساحة معينة عمودية على ذلك الاتجاه .

(Directivity Index)

1/3/23 دليل الاتجاهية :

يساوي عشرة امثال اللوغاريثم للاساس عشرة لعامل الاتجاهية .

3/24/1 دليل تخفيض الصوت (Sound Reduction Index) :

يعرف دليل تخفيض الصوت لعنصر بناء عند تردد معين وفي ظروف محددة بانه عشرة امثال اللوغاريثم للاساس عشرة لمعكوس معامل انتقال الصوت لذلك العنصر في تلك الظروف ، ووحدة قياسه الديسيبل.

3/25/1 الديسيبل (Decibel) :

هو عشر البل (Bel) ويرمز له بالرمز (dB) . والبل يساوي اللوغاريثم للاساس عشرة للنسبة بين كميتي قدره .

1/3/26 الرنين (Resonance) :

هو تقوية استجابة نظام فيزيائي لاثارة دورية (Periodic Excitation) عندما يكون تردد تلك الاثارة مساويا للتردد الطبيعي (Natural Frequency) لذلك النظام .

1/3/27 زمن الترديد (Reverberation Time) :

يعرف زمن ترديد غرفة للصوت بانه الزمن اللازم لنقصان منسوب ضغط الصوت داخلها مقدار (60) ديسيبل مقاسا من لحظة توقف مصدر الصوت ، ووحدة قياسه الثانية .

1/3/28 السابين (Sabin) :

هو وحدة قياس امتصاص الصوت. ويعرف السابين المتري بانه المساحة المكافئة في الامتصاص لسطح مساحته تساوي مترا مربعا واحدا يمتص الصوت امتصاصا كاملا.

1/3/29 سرعة الجسيم (Particle Velocity) :

تعرف سرعة الجسيم الناتجة عن الامواج الصوتية بانها سرعة جزء متناه في الصغر من الوسيط بالنسبة للوسيط ككل .

1/3/30 السرعة الحجمية (Volume Velocity) :

هي معدل الانسياب المتناوب (Alternating Flow) للوسيط خلال سطح معين بسبب الامواج الصوتية .

1/3/31 السلم الموسيقي (Musical Scale) :

هو سلسلة من النغمات تبدأ من نغمة معينة وتنتهي بجواب تلك النغمة وتكون مقسمة الى مسافات مخصصة للدرجة (Pitch) ، مختارة لغرض موسيقي معين .

1/3/32 شدة الصوت (Sound Intensity) :

تعرف شدة الصوت في اتجاه معين بانها دفق الطاقة الصوتية خلال وحدة المساحة في وحدة الزمن في اتجاه عمودي على ذلك الاتجاه .

1/3/33 الصدى (Echo) :

هو الصوت الذي يصل الى السامع منعكسا عن سطح ما بعد فترة زمنية من وصول الصوت المباشر الى ذلك السامع سواء بعد انعكاس واحد او عدة انعكاسات ، ويكون السامع مميزا له كأنه تكرار للصوت الأصلي .

1/3/34 الصدى المترجرج (Flutter Echo) :

هو صدى متتابع ذو معدل سرعة منتظمة .

1/3/35 صنف انتقال الصوت (Sound Transmission Class) :

يعرف صنف انتقال الصوت لجدار فاصل بين غرفتين بانه معيار رقمي مشتق من قيم نقصان الصوت بالانتقال خلال ذلك الجدار الفاصل ، ووحدة قياسه الديسيبل .

1/3/36 صنف عزل الصوت الصدمي (Impact Insulation Class) :

يعرف صنف عزل الصوت الصدمي لارضية ذات تكوين معين تشكل سقفا بانه عدد يعبر عن فعالية تلك الارضية في عزل الصوت الصدمي ووحدة قياسه الديسيبل.

1/3/37 الصوت (Sound) :

هو اهتزاز او حركة ميكانيكية مولدة في وسيط مرن له ميزة اثارة العصب السمعي .

1/3/38 الصوتيات (Acoustics) :

تعرف الصوتيات بانها علم الصوت . وتعرف صوتيات الغرفة (Room Acoustics) بانها العوامل التي تحدد خصائص تلك الغرفة فيما يتعلق بخاصية الصوت الذي تستقبله .

1/3/39 الصون (Sone) :

هو وحدة قياس علو الصوت على سلم (Scale) مصمم ليعطي ارقام قياس تتناسب بصورة تقريبية مع علو الصوت .

1/3/40 الضجيج (Noise) :

هو الاصوات غير المرغوب في سماعها ، وتكون عادة ذات ترددات مختلفة تؤدي الى احساس بالانزعاج لدى السامع .

1/3/41 الضجيج الابيض (White Noise) :

هو ضجيج ذو مدى واسع من الترددات تكون كثافة طيفه (Spectral Density) ثابته في ذلك المدى.

1/3/42 ضجيج الخلفية (Background Noise) :

هو الضجيج الناتج عن جميع مصادر الصوت المحيطة باستثناء الصوت المعني .

1/3/43 ضغط الصوت (Sound Pressure) :

هو الضغط الناتج عن وجود امواج الصوت في الوسيط ، ووحدة قياسه النيوتن / المتر المربع او البسكال.

1/3/44 طول الموجة (Wavelength) :

هي المسافة بين نقاط متقابلة في الطور لدورتين متتاليتين .

1/3/45 عامل الاتجاهية (Directivity Factor) :

(أ) يعرف عامل اتجاهية مصدر صوت عند تردد معين بانه نسبة شدة الصوت المشع عند أي نقطة بعيدة تقع على محور مرجعي الى معدل مجموع قيم شدة الصوت في جميع الاتجاهات في الفراغ وعلى البعد نفسه من لمركز الفعال لمصدر الصوت .

(ب) يعرف عامل اتجاهية الميكروفون (Directivity Factor of Microphone) عند تردد معين بانه مربع نسبة حساسية الحقل الحر (Sensitivity of Free Field) باتجاه مرجعي (Reference Direction) الى حساسية الورود العشوائي (Sensitivity of Random Incidence) .

1/3/46 عرض النطاق (Bandwidth) :

(أ) يعرف عرض نطاق تردد مستمر (Continous Frequency Band) بانه الفرق بين الترددات الحدية (Limiting Frequencies) ويقاس بالهيرتز .

(ب) يعرف عرض النطاق لنبيطة (Bandwidth of a Device) بانه مدى الترددات التي تعمل ضمنها النبيطة حسب خاصية ما ضمن حدود معينة ، ويقاس بالهيرتز .

(ج) يعرف عرض النطاق لنظام نموذجي (Ideal System) له استجابة منتظمة بين ترددين وله توهين غير محدود (Infinite Attenuation) بانه مدى الترددات الواقعة بين ترددات القطع (Cutoff Frequencies) معبرا عنه بالهيرتز .

1/3/47 عزل الصوت (Sound Insulation) :

(أ) يعرف عزل الصوت بانه الوسيلة التي تتخذ لانقاص انتقال الطاقة الصوتية من جهة الى جهة اخرى .

(ب) يعرف العزل الصوتي لجدار ما بانه خاصية ذلك الجدار التي تقاوم انتقال الطاقة الصوتية من احدى جهتيه الى الاخرى .

1/3/48 عزل الصوت الصدمي (Impact Sound Insulation) :

يعرف عزل الصوت الصدمي لارضية معينة بانه خاصية تلك الارضية في معارضة انتقال الصوت الصدمي من احدى جهتيها الى الاخرى عند قياس ذلك مخبريا ، ووحدة قياسه الديسيبل .

1/3/49 عزل الواجهة للصوت (Sound Insulation of Facade) :

يعرف عزل واجهة غرفة للصوت بانه خاصية تلك الواجهة التي تعمل على تخفيض الصوت الوارد من الخارج اثناء مروره خلالها الى داخل الغرفة ويقاس بالديسيبل .

1/3/50 العقدة (Node) :

هي النقطة او الخط او المستوى لنمط من التداخل يكون فيه مقدار ضغط الصوت او (سرعة الجسيم) مساويا صفرا او مساويا الحد الادنى ، وتدعي تلك العقدة عندئذ عقدة الضغط او (عقدة السرعة) .

1/3/51 العلو (Loudness) :

يعرف علو الصوت بانه الاحساس السمعي لشخص بشدة ذلك الصوت ، ووحدة قياسه الصون (Sone) .

1/3/52 الغرفة عديمة الصدى (Anechoic Room):

هي غرفة تكون اسطحها الداخلية مصممة لامتصاص الصوت لجعل الحقل داخلها مشابها للحقل الحر وتكون معزولة عن الاصوات الخارجية عزلا جيدا .

1/3/53 الفون (Phon) :

هو وحدة قياس منسوب علو الصوت عندما تكون نغمة الصوت القياسية النقية ناتجة عن موجة صوتية

تدرجية مستوية (Plane Progressive Wave) وجيبية (Sinusoidal) قادمة للسامع من امامه مباشرة وذات تردد يساوي (1000) هيرتز . ويكون منسوب ضغط الصوت في الموجة التدريجية الحرة معبرا عنه بالديسيبل باعتبار القيمة

المرجعية لضغط الصوت مساوية (2×10^{-5}) نيوتن /متر مربع . كما يكون السامع منصتا لها بأذنيه الاثنتين . هذا ويعبر عن العلاقة بين مقياس الفون ومقياس الصون بالمعادلة التالية :

$$P = 40 + 10\,Log_2\ S$$

حيث :-

P = الفون (Phon)

S = الصون (Sone)

3/54/1 قدرة الصوت (Sound Power) :

تعرف قدرة مصدر صوت بانها الطاقة الصوتية الكلية المشعة من ذلك المصدر في وحدة الزمن ، ووحدة قياسها الواط (Watt) .

3/55/1 الكمية الدورية (Periodic Quantity) :

هي كمية اهتزازية (Oscillatory Quantity) تتكرر قيمتها بعد فترات زمنية متساوية .

1/3/56 المرشح (Filter) :

هو نبيطة تمرر الطاقة عند ترددات معينة ضمن ترددات نطاق واحد او اكثر وتوهنها عند الترددات الاخرى .

1/3/57 معامل امتصاص الصوت (Sound Absorption Coefficient) :

يعرف معامل امتصاص عنصر بناء للصوت بانه نسبة الطاقة الصوتية التي يمتصها ذلك العنصر الى الطاقة الصوتية الواردة اليه ويقاس في حقل صوت ترديدي .

1/3/58 معامل انتقال الصوت (Sound Transmission Coefficient) :

يعرف معامل انتقال الصوت لسطح ما بانه نسبة الطاقة الصوتية المنقولة خلال ذلك السطح الى الطاقة الصوتية الساقطة عليه .

(Wave Front)

1/3/59 مقدمة الموجة :

هي سطح مستمر يشكل المحل الهندسي (Locus) لجميع النقاط التي لها الطور نفسه (Phase) في لحظة ما .

1/3/60 الممانعة الصوتية (Acoustic Impedance) :

تعرف الممانعة الصوتية بانها النسبة العقدية (Complex Ratio) بين ضغط الصوت والسرعة الحجمية خلال سطح معين .

3/61/1 المنسوب (Level) :

يعرف منسوب كمية لها علاقة بالقدرة بانه نسبة تلك الكمية الى كمية مرجعية من الوع نفسه مقاسة بالديسيبل .

1/3/62 منسوب العلو (Loudness Level) :

يعتبر منسوب العلو لصوت ما بانه مساو لمنسوب ضغط الصوت لنغمة نقية قياسية ذات تردد معلوم يعتبرها السامع مساوية في العلو للصوت الذي يراد معرفة منسوب علوه ، ووحدة قياسه الفون (Phon).

1/3/63 النغمة المتأرجحة (Warble Tone) :

هي النغمة الصوتية التي يتغير ترددها باستمرار وبطريقة منتظمة ضمن حدود معينة .

1/3/64 النغمة النقية (Pure Tone) :

هي امواج صوتية يتغير ضغطها مع الزمن (t) تغيرا جيبيا بسيطا . ويمكن التعبير عنها بالعلاقة التالية :-

$$P(t) = P_o \sin(wt)$$

حيث :-

P(t) = ضغط الصوت اللحظي كدالة للزمن ويقاس بالبسكال .

P_o = القيمة القصوى للضغط بالبسكال .

w = التردد الزاوي بالزاوية النصف قطرية .

t = الزمن بالثواني .

1/3/65 نقصان الصوت بالانتقال (Sound Transmission Loss) :

يعرف نقصان الصوت بالانتقال لجدار يفصل بين غرفتين بانه خاصية ذلك الجدار في عزل الصوت ووحدة قياسه الديسيبل .

1/3/66 نمط التداخل (Interference Pattern) :

هو التوزيع الفراغي لضغط الصوت (او السرعة الحجمية) الناتج عن اضافة موجات صوت تدريجية متساوية التردد بعضها مع بعض

1/3/67 نطاق ثلث الجواب (Third Octave Band) :

يعرف نطاق ثلث الجواب بانه مدى التردد (Frequency Range) الذي تكون فيه نسبة التردد الحدي العلوي الى التردد الحدي السفلي مساوية $(\sqrt[3]{2})$.

3/68/1 نطاق الجواب (Octave Band) :

هو نطاق تردد يكون فيه التردد الحدي العلوي مساويا ضعف التردد الحدي السفلي، ويميز ذلك النطاق بالتردد الواقع في وكره .

4/ 1 الرموز (Symbols)

A = المساحة المكافئة في الامتصاص بالسابين المتري .

A_o = المساحة المكافئة في الامتصاص المرجعية وتساوي (10)سابين متري .

ΔA = الزيادة في المساحة المكافئة في الامتصاص لغرفة نتيجة إدخال عينة الاختبار اليها بالسابين المتري .

c = سرعة الصوت بالمتر / ثانية .

d = معدل تضاؤل منسوب ضغط الصوت بالديسيبل / ثانية .

D_n = نقصان الصوت بالانتقال بالديسيبل .

f

= التردد بالهيرتز .

f_{res} = تردد الرنين بالهيرتز .

L = متوسط منسوب ضغط الصوت بالديسيبل .

L_{eq} = منسوب ضغط الصوت المكافئ بالديسيبل .

$L_{eq,1}$ = منسوب ضغط الصوت المكافئ داخل الغرفة بالديسيبل .

$L_{eq}2$ = منسوب ضغط الصوت المكافئ خارج الغرفة وعلى بعد مترين من الواجهة بالديسيبل.

L_{RIN} = متوسط منسوب ضغط الصوت الصدمي في الغرفة المستقبلة للصوت بالديسيبل .

L_n = منسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير بالديسيبل .

$(L_n)_1$ = متوسط منسوب الصوت الصدمي المعاير قبل ادخال العينة بالديسيبل .

$(L_n)_2$ = متوسط منسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير بعد ادخال العينة بالديسيبل .

L_{OUT} = متوسط منسوب ضغط الصوت أمام الواجهة مباشرة من الخارج بالديسيبل .

L_{IN} = متوسط منسوب ضغط الصوت داخل الغرفة التي تشكل الواجهة جدارا جانبيا لها بالديسيبل .

ΔL = تخفيض الصوت الصدمي الناتج عن تغطية أرضية بعنصر بناء بالديسيبل .

m = كتلة وحدة المساحة بالكيلو غرام / متر مربع .

n = عدد النقاط التي يقاس عندها منسوب ضغط الصوت .

P_o = ضغط الصوضغط الصوت المرجعي ويساوي (2×10^{-5})بسكال .

P_n = ضغط الصوت عند النقطة (n) بالبسكال .

$P(t)$ = ضغط الصوت المتغير مع الزمن بالبسكال .

R = دليل تخفيض عنصر البناء للصوت بالديسيبل .

R^1 = عزل الواجهات للصوت بالديسيبل .

S = مساحة السطح بالمتر المربع .

T = زمن ترديد الغرفة للصوت بالثانية .

T_o = زمن ترديد الصوت المرجعي للبيوت السكنية ويساوي (0.5)ثانية.

T_1 = معدل زمن ترديد الغرفة للصوت قبل وضع العينة فيها بالثانية .

T_2

= معدل زمن ترديد الغرفة للصوت بعد وضع العينة فيها بالثانية .

T_i = زمن التكامل لإيجاد منسوب ضغط الصوت المكافئ بالثانية .

V = الحجم الداخلي للحيز بالمتر المكعب .

α_s = معامل امتصاص المادة للصوت كنسبة مئوية او كسر عشري .

θ = الزاوية المحصورة بين العمودي على سطح الواجهة ومحور مصدر الصوت الخارجي بالدرجات الستينية .

λ = طول موجة الصوت بالمتر .

λ_a = طول موجة الصوت في الهواء بالمتر .

λ_w = طول موجة الصوت في الجدار بالمتر .

STC = صنف انتقال الصوت بالديسيبل .

E = معاير المرونة (Young, s Modulus) لمادة الجدار بالنيوتن / المتر المربع .

δ = نسبة بواسون (Poisson's Ratio) لمادة الجدار .

ρ = كثافة مادة الجدار بالكيلو غرام / متر مكعب .

C_a = سرعة الصوت في الهواء بالمتر / ثانية .

C_w = سرعة الصوت في مادة الجدار بالمتر / ثانية .

h = سماكة الجدار بالمتر .

λn = اللوغاريثم الطبيعي (Natural Logarithm) وهو اللوغاريثم للأساس (e) .

π = النسبة التقريبية .

$dB\,(A)$ = وحدة قياس منسوب الصوت باستعمال دارة التوزين (أ) .

IIC = صنف عزل الصوت الصدمي بالديسيبل .

. (Impact Sound Insulation Class)

AI = دليل اللفظ الواضح (Articulation Index) بالنسبة المئوية .

SIL

= منسوب تداخل الكلام (Speech Interference Level) بالديسيبل (أ) .

PSIL = منسوب تداخل الكلام المفضل بالديسيبل (أ) .
(Preferred Speech Interference Level)

NC = معيار الضجيج (Noise Criteria) بالديسيبل (أ) .

PNC = معيار الضجيج المفضل (Preferred Noise Criteria) بالديسيبل (أ) .

F_{eq} = عامل التعرض للضجيج المكافئ .

t_i = زمن التعرض رقم (i) للضجيج ذي المنسوب المعلوم بالثانية .

λ_i = زمن التعرض رقم (i) المسموح به للضجيج ذي المنسوب المعلوم بالثانية .

NR = معايرة الضجيج (Noise Rating) بالديسيبل (أ) .

الباب الثاني

قياس الخصائص الصوتية
(Measurement of Acoustical Charateristics)

2/1 المجال

يشمل هذا الباب الخصائص الصوتية المقاسة في المباني وطرق قياسها في الموقع والمختبر . كما يشمل الخصائص الصوتية لعناصر ومواد البناء المقاسة وطرق قياسها في المختبر . ويشمل ايضا طرق مقارنة نتائج القياس للخصائص الصوتية بالقيم القياسية .

2/2 الخصائص الصوتية المقاسة في الموقع للمباني
(Acoustical Characteristics of Buildings , Measured in the Field)

2/1/2 زمن الترديد (T) :

(أ) **تعريف :**

يعرف زمن الترديد كما هو وارد في البند رقم (1/3/27) .

(ب) **الكميات المقاسة (Measured Values) :**

(1) معدل تناقص منسوب ضغط الصوت بالديسيبل في الثانية (d) وهو ميل الخط المستقيم الذي يقرب اليه منحنى تناقص منسوب ضغط الصوت عند قياسه بوساطة جهاز تسجيل المنسوب (Level Recorder) .

(2) يحسب زمن ترديد الصوت (T) بالثانية من المعادلة التالية :

$$T = 60 / d \qquad (1)$$

حيث :

T = زمن الترديد بالثانية.

d = معدل تناقص منسوب ضغط الصوت بالديسيبل/ ثانية .

(ج) **طريقة القياس :**

(1) يشغل مصدر الصوت داخل القاعة لينتج حقل صوت مستقر ، ثم يوقف ذلك المصدر فجأة ، واثناء ذلك يتم تسجيل تناقص منسوب ضغط الصوت بوساطة جهاز تسجيل المنسوب عند التردد المراد قياس زمن ترديد الصوت عنده .

(2) يقرب منحنى تناقص ضغط الصوت الى خط مستقيم ثم يقاس ميل هذا الخط (d) .

(3) يحسب زمن ترديد الصوت من المعادلة رقم (1) .

(4) يقاس زمن ترديد الصوت عند (3) الى (5) نقاط ويحسب معدل زمن الترديد .

(د) **المواصفات المعتمدة :**

يتم قياس زمن ترديد الصوت (T) في الموقع حسب المواصفات القياسية العالمية رقم $(ISO-3382)$.

2/2/2 نقصان الصوت بالانتقال (D_n) :

(أ) **تعريفات :**

(1) **نقصان الصوت بالانتقال (D_n)**

يعرف نقصان الصوت بالانتقال (D_n) كما هو ورد في البند رقم (1/3/65).

(2) **متوسط منسوب ضغط الصوت (L) :**

: (Average Sound Pressure Level)

يعين متوسط منسوب ضغط الصوت (L) من المعادلة التالية :-

$$L = 10\,Log_{10}\frac{P_1^2+P_2^2+\cdots+P_n^2}{nP_o^2} \qquad (2)$$

حيث :

$P_1, P_2, \ldots P_n$ هي ضغوط الصوت في (n) من النقاط داخل الغرفة بالبسكال (Pascal) .

P_o = ضغط الصوت المرجعي ويساوي $(2\times10^{-5}\text{Pascal})$.

n= عدد النقاط التي يقاس عندها ضغط الصوت داخل الغرفة .

(ب) **الكميات المقاسة :**

(1) متوسط منسوب ضغط الصوت في الغرفة المصدرة للصوت (L_{PE}) بالديسيبل ويحسب من المعادلة رقم (2) .

(2) متوسط منسوب ضغط الصوت في الغرفة المستقبلة للصوت (L_{PR}) بالديسيبل ويحسب من المعادلة رقم (2) .

(3) الحجم الداخلي للغرفة المستقبلة للصوت (V) بالمتر المكعب .

(4) مساحة سطح الجدار الفاصل (S) بالمتر المربع .

(5) معدل زمن ترديد الغرفة للصوت (T) بالثواني .

(ج) **طريقة القياس :**

(1) يشغل مصدر الصوت في احدى الغرفتين ويقاس منسوب ضغط الصوت داخل تلك الغرفة في (n) من النقاط . كما يقاس منسوب ضغط الصوت في (n) من النقاط في الغرفة المستقبلة للصوت وذلك عند كل تردد وكزي في نطاق الترددات (Frequency Band) المحصور بين (100) هيرتز و (3150) هيرتز ، ويحسب متوسط منسوب ضغط الصوت في كل من الغرفتين من المعادلة رقم (2) .

(2) يقاس معدل زمن ترديد الغرفة المستقبلة للصوت كما هو وارد ف البند الفرعي رقم (2/2/1ج) .

(3) لا يقل عدد النقاط (n) عن خمس نقاط او يستعمل ميكروفون دوار (Rotating Microphone) ذو سرعة دوران تقلب دورة واحدة كل (30) ثانية .

(4) لا يقل بعد الميكروفون عن أي جدار من جدران الغرفة عن (0.50) متر ولا يقل بعده عن الجدار المراد قياس عزله للصوت عن متر واحد .

(5) من المفضل الا يقل حجم الغرفة المستقبلة للصوت عن (25) متر مكعب .

(د) **طريقة الحساب :**

(1) تحسب قيم (D_n) عند كل تردد من المعادلة التالية :-

(3) $$D_n = L_{PE} - L_{PR} + 10\,Log_{10}\left(\frac{T}{T_o}\right)$$

حيث :

L_{PE} = متوسط منسوب ضغط الصوت في الغرفة المصدرة للصوت بالديسيبل (dB).

L_{PR} = متوسط منسوب ضغط الصوت في الغرفة المستقبلة للصوت بالديسيبل (dB).

T = معدل زمن ترديد الصوت في الغرفة المستقبلة للصوت بالثواني .

T_o = زمن الترديد المرجعي للغرف السكنية ويساوي (0.5) ثانية .

(2) على اعتبار ان الحقل الصوتي داخل الغرفة هو حقل ناشر فان المعادلة التالية تستعمل للمقارنة :-

$$D_n = L_{PE} - L_{PR} + 10 \, Log_{10} \left(\frac{ST}{0.163 \, V} \right) \quad (4)$$

حيث :

V = الحجم الداخلي للغرفة المستقبلة للصوت بالمتر المكعب .

T = معدل زمن ترديد الصوت في الغرفة المستقبلة للصوت بالثواني .

S = مساحة سطح الجدار الفاصل بين الغرفة المستقبلة للصوت والغرفة المصدرة للصوت والمراد قياس نقصان الصوت بالانتقال (D_n) خلاله وذلك بالمتر المربع.

(هـ) النتائج :

تجدول قيم نقصان الصوت بالانتقال (D_n) مع الترددات التي قيس عندها ، كما توضح العلاقة بين قيم (D_n) وهذه الترددات بالرسم البياني .

(و) المواصفات المعتمدة :

يتم قياس نقصان الصوت بالانتقال (D_n) للجدران في الموقع حسب المواصفات القياسية العالمية رقم– (ISO 140 , Part IV) .

2/2/3 عزل الصوت الصدمي :
(Impact Sound Insulation)

(أ) تعريف :

يعرف عزل الصوت الصدمي كما هو ورد في البند رقم (1/3/48) .

(ب) **الكميات المقاسة :**

(1) متوسط منسوب ضغط الصوت الصدمي (L_{RIN}) داخل الغرفة المستقبلة للصوت الصدمي بالديسيبل ويحسب من المعادلة رقم (2).

(2) معدل زمن ترديد الصوت في الغرفة المستقبلة للصوت (T) بالثواني كما هو وارد في البند الفرعي رقم (2/2/1ج) .

(3) الحجم الداخلي للغرفة المستقبلة للصوت بالمتر المكعب .

(ج) **طريقة القياس :**

(1) تشغل مكنة الدق القياسية (Standard Tapping Machine) في موضعين او اكثر على الارضية المراد قياس عزل الصوت الصدمي لها ، ثم تقاس مناسيب ضغط الصوت الصدمي في عدة نقاط في الغرفة المستقبلة للصوت وعند ترددات وكرية في نطاق التردد المحصور بين (100) هيرتز و (3150) هيرتز .

(2) لا يقل بعد حافة مكنة الدق عن أي جدار من جدران الغرفة عن متر واحد

(3) لا يقل بعد الميكروفون عن أي من جدران الغرفة المستقبلة للصوت عن (0.50) متر .

(4) لا يقل عدد نقاط القياس في الغرفة المستقبلة للصوت عن (5) نقاط او يستعمل ميكروفون دوار ذو دورة واحدة كل (30) ثانية تقريبا .

(5) يقاس زمن ترديد الغرفة المستقبلة للصوت كما هو وارد في البند الفرعي رقم (2/2/1ج) في عدد من النقاط يتراوح بين (3) و (5) نقاط ، ويحسب معدل زمن ترديد تلك الغرفة للصوت (T) بالثواني .

(د) **طريقة الحساب :**

تحسب قيم مناسيب ضغط الصوت الصدمي المعاير (L_n) من المعادلة التالية:-

$$L_n = L_{RIN} - 10\ Log_{10}\left(\frac{T}{T_o}\right) \qquad (5)$$

حيث :-

L_n

(dB)

= منسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير بالديسيبل .

L_{RIN} = متوسط منسوب ضغط الصوت الصدمي بالديسيبل(dB) ويحسب من المعادلة رقم (2).

T = معدل زمن ترديد الغرفة المستقبلة للصوت بالثواني .

T_o = (0.5)ثانية وهو زمن الترديد المرجعي للغرف السكنية .

(هـ) النتائج :

تجدول قيم منسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير (L_n) مع جميع الترددات المقاس عندها ، كما توضح العلاقة بين (L_n) وتلك الترددات بالرسم البياني .

(و) المواصفات المعتمدة :

يتم قياس عزل الصوت الصدمي للارضيات في الموقع حسب المواصفات القياسية العالمية رقم (*ISO 140, Part VII*)

2/4/2 عزل الواجهات للصوت (R') (Sound Insulation of Facades) :

(أ) تعريف :

يعرف عزل واجهة غرفة للصوت (R') كما هو وارد في البند رقم (1/3/49).

(ب) القياس باستعمال ضجيج المرور كمصدر للصوت :
(Traffic Noise as a Sound Source)

(1) الكميات المقاسة :

* منسوب ضغط الصوت المكافئ $(L_{eq,1})$ على بعد مترين امام الواجهة المراد

قياس عزلها للصوت من جهة مصدر الصوت ويقاس بوساطة اجهزة قياس منسوب ضغط الصوت المكافئ (L_{eq}) (Equivalent Sound Pressure Level Meter) او يحسب من المعادلة التالية:-

$$(6) \qquad L_{eq} = 10\ Leg_{10}\left[\frac{\frac{1}{T_i}\int_o^{T_i}[P(t)]^2\,dt}{P_o^2}\right]$$

حيث :

$P(t)$ = ضغط الصوت المتغير مع الزمن .

P_o = ضغط الصوت المرجعي ويساوي (2×10^{-5}) بسكال .

T_i = زمن التكامل (Integration Time) بالثانية .

* منسوب ضغط الصوت المكافئ (L_{eq2}) داخل الغرفة المستقبلة للصوت بالديسيبل ويقاس بوساطة اجهزة قياس منسوب ضغط الصوت المكافئ (L_{eq}) او يحسب من المعادلة رقم (6) .

* مساحة الواجهة (S) المراد قياس عزلها للصوت بالمتر المربع .

* الحجم الداخلي (V) للغرفة المستقبلة للصوت بالمتر المكعب .

* معدل زمن ترديد الصوت (T) داخل الغرفة بالثواني .

* المساحة المكافئة في الامتصاص (Equivalent Absorption Area) وتحسب من المعادلة التالية :-

$$(7) \qquad A = \frac{0.163\ V}{T}$$

حيث :

A = المساحة المكافئة في الامتصاص بالسابين المتري .

V = الحجم الداخلي للغرفة بالمتر المكعب .

T = معدل زمن ترديد الغرفة للصوت بالثواني .

(2) طريقة القياس :

* يتم تسجيل الصوت داخل الغرفة وخارجها في آن واحد على شريط باستعمال مسجل ذي قناتي تسجيل ، ويكون ضجيج المرور المستمر خارج تلك الغرفة هو مصدر الصوت.

* يتم التسجيل داخل الغرفة المستقبلة للصوت في خمسة مواقع او باستعمال ميكروفون دوار على الا يقل بعده من أي جدار عن (0.50) مترا ولا يقل بعده من الواجهة المراد قياس عزلها

للصوت عن متر واحد .

* تقيم مناسيب ضغط الصوت المكافئة المسجلة على كل من القناتين في مدى الفترة الزمنية ذاتها او تقاس باستعمال اجهزة قياس منسوب ضغط الصوت المكافئ (L_{eq}) .

* يقاس زمن ترديد الغرفة المستقبلة للصوت كما هو وارد في البند الفرعي رقم (2/2/1ج) في عدد من النقاط يتراوح بين (3)نقاط و (5)نقاط ، ويحسب معدل زمن ترديد تلك الغرفة للصوت (T) بالثواني .

(3) طريقة الحساب :

تحسب قيم عزل الواجهة للصوت (R') دون اعتبار لمساحة الواجهة وتكوينها من المعادلة التالية :-

$$R' = L_{eq,1} - L_{eq,2} + 10\,Log_{10}\left(\frac{T}{T_o}\right) \qquad (8)$$

* اذا أهملت مساحة الواجهة أي ان القياس يكون قد اجري على قطعة صغيرة منها فانه يمكن استعمال المقدار

$$\left[10\,Log_{10}\left(\frac{T}{T_o}\right)\right] \text{ بدلا من المقدار } \left[10\,log_{10}\left(\frac{S}{A}\right)\right]$$

وبذلك تصبح المعادلة رقم (8) كالتالي :

$$R' = L_{eq,1} - L_{eq,2} + 10\,Log_{10}\left(\frac{S}{A}\right) \qquad (9)$$

حيث :

A = المساحة المكافئة في الامتصاص بالسابين المتري وتحسب من المعادلة رقم (7) .

$L_{eq,1}$ = منسوب ضغط الصوت المكافئ خارج الغرفة بالديسيبل وعلى بعد مترين من الواجهة.

$L_{eq,2}$ = منسوب ضغط الصوت المكافئ داخل الغرفة بالديسيبل (dB) .

S = مساحة سطح الواجهة المراد قياس عزلها للصوت بالمتر المربع .

(4) **النتائج :**

تجدول قيم (R') مع الترددات التي قيست عندها كما توضح العلاقة (R') والتردد بالرسم البياني .

(5) **المواصفات المعتمدة :**

يتم قياس عزل الواجهات للصوت المنقول بالهواء (R') في الموقع حسب المواصفات القياسية العالمية رقم $(ISO\ 140, Part\ V)$.

(ج) **القياس باستعمال ضجيج سماعة كمصدر للصوت :**

(1) **الكميات المقاسة :**

* متوسط منسوب ضغط الصوت (L_{OUT}) أمام الواجهة مباشرة من الخارج دون تأثير الانعكاس الناتج عنها ويحسب من المعادلة رقم (2) .

* متوسط منسوب ضغط الصوت (L_{IN}) داخل الغرفة التي تشكل الواجهة جدارا جانبيا لها بالديسيبل (dB) .
* الزاوية (θ) وهي الزاوية بين محور السماعة الموجهة نحو مركز الواجهة والخط العمودي على تلك الواجهة بالدرجات الستينية .
* مساحة سطح الواجهة بالمتر المربع .
* المساحة المكافئة في الامتصاص (A) للغرفة بالسابين المتري وتحسب من المعادلة رقم (7) .

(2) **طريقة القياس :**

*توضع السماعة خارج المبنى (ومن المفضل ان توضع على الارض) في مكان متوسط بالنسبة للواجهة لضمان توزيع منتظم للصوت على سطحها .

* يقاس متوسط منسوب ضغط الصوت امام الواجهة عند الترددات المركزية في نطاق التردد المحصور بين (100) هيرتز و (3150) هيرتز ، وذلك بقياس مناسيب ضغط الصوت امام الواجهة وفي نقاط مختلفة تقابل سطح الواجهة . ثم تحسب (L_{OUT}) من المعادلة رقم (2) .
* يقاس متوسط منسوب ضغط الصوت داخل الغرفة (L_{IN}) اما باستعمال مواضع ميكروفون (Integrating

ثابتة او ميكروفون دوار وجهاز قياس منسوب ضغط الصوت التكاملي (Sound Level Meter) ، وذلك عند الترددات المركزية في نطاق التردد المحصور بين (100) هيرتز و (3150) هيرتز .

(3) طريقة الحساب :

يحسب عزل الواجهة للصوت (R') من المعادلة التالية :-

$$R' = L_{OUT} - L_{IN} + 10\ Log_{10}\left(\frac{4S\ Cos\ \theta}{A}\right) \quad (10)$$

حيث :

L_{OUT} = متوسط منسوب ضغط الصوت امام الواجهة مباشرة دون تأثير للانعكاس بالديسيبل.

L_{IN} = متوسط منسوب ضغط الصوت داخل الغرفة بالديسيبل .

S = مساحة سطح الواجهة بالمتر المربع .

θ = الزاوية المحصورة بين محور السماعة والخط العمودي على سطح الواجهة .

A = المساحة المكافئة في الامتصاص بالسابين المتري وتحسب من المعادلة رقم (7) .

(4) النتائج :

تجدول قيم (R') مع الترددات التي قيست عندها ، كما توضح العلاقة بين (R') والتردد بالرسم البياني .

(5) المواصفات المعتمدة :

يتم قياس عزل الواجهات للصوت المنقول بالهواء (R') باستعمال ضجيج سماعة كمصدر للصوت حسب المواصفات القياسية العالمية رقم $(ISO\ 140\ Part\ V)$

2/3 الخصائص الصوتية لعناصر البناء التي يتم قياسها في المختبر

(Acoustical Characteristics of Building Elements Measured in the Laboratory)

3/1/2 معامل امتصاص الصوت (Sound Absorption Coefficient)

(أ) **تعريف :**

يعرف معامل امتصاص المادة للصوت كما هو وارد في البند رقم (1/3/57) .

(ب) **الكميات المقاسة :**

(1) معدل زمن ترديد الصوت (T_1) داخل الغرفة قبل ادخال عينة المادة المراد قياس معامل امتصاصها للصوت الى تلك الغرفة بالثواني .

(2) معدل زمن ترديد الصوت (T_2) داخل الغرفة بعد ادخال عينة المادة المراد قياس معامل امتصاصها للصوت الى تلك الغرفة بالثواني .

(3) الحجم الداخلي للغرفة (V) بالمتر المكعب .

(4) مساحة سطح العينة من المادة بالمتر المربع .

(ج) **طريقة القياس :**

(1) تجري القياسات داخل غرفة ترددية للحصول على نتائج دقيقة .

(2) تركب لوحة مستطيلة من المادة المراد قياس معامل امتصاصها للصوت ذات مساحة تتراوح بين (10)و (12)متر مربع داخل هيكل (Frame) مثبت في الغرفة الترددية لهذا الغرض .

(3) تثار الغرفة الترددية بوساطة صوت ذي حقل ناشر (Diffuse Field) صادر عن سماعات مغذاة بضجيج ابيض (White Noise) او بنغمة متأرجحة (Warble Tone) وعندما يصل منسوب ضغط الصوت الى مقدار ثابت مستقر يوقف مصدر الصوت فجأة . يسجل عندئذ منحنى تناقص الصوت على ورق خاص بوساطة جهاز تسجيل المنسوب (Level Recorder) عند كل تردد وكرري في نطاق الجواب اذا كان الصوت ضجيجا ابيضا ، وعند كل تردد وكرري في نطاق ثلث الجواب اذا كان الصوت نغمة متأرجحة .

(4) يعين معدل زمن ترديد الصوت من تلك المنحنيات وهو (T_2) بالثواني عند كل تردد وكرري .

(5) يكون معدل زمن ترديد الصوت في الغرفة الترددية قبل تركيب العينة فيها (T_1) بالثواني معلوما من قبل للتردد المراد قياس معامل امتصاص الصوت عنده .

(د) طريقة الحساب :

(1) تحسب الزيادة في المساحة المكافئة في الامتصاص (ΔA) بالسابين المتري من المعادلة التالية:-

$$\Delta A = \frac{55.3\,V}{C}\left(\frac{1}{T_2}-\frac{1}{T_1}\right) \qquad (11)$$

حيث :

ΔA = الزيادة في المساحة المكافئة في الامتصاص للغرفة الترددية ،الناتجة عن ادخال عينة الاختبار الى تلك الغرفة بالسابين المتري.

V = الحجم الداخلي للغرفة بالمتر المكعب .

C = سرعة الصوت عند درجة حرارة الاختبار داخل الغرفة بالمتر /الثانية .

T_1 = معدل زمن ترديد الصوت في الغرفة قبل ادخال العينة فيها بالثانية .

T_2 = معدل زمن ترديد الصوت في الغرفة بعد ادخال العينة فيها بالثانية .

(2) يحسب معامل الامتصاص للمادة من المعادلة التالية :-

$$\alpha_s = \frac{\Delta A}{S} \qquad (12)$$

حيث :

α_s = معامل امتصاص المادة للصوت .

ΔA = الزيادة في المساحة المكافئة في الامتصاص للغرفة بالسابين المتري .

S = مساحة سطح العينة المختبرة بالمتر المربع .

(هـ) النتائج :

تجدول معاملات الامتصاص(α_s) لعنصر البناء مع كل تردد وكوي قيس عنده ، كما توضح العلاقة بين معامل الامتصاص (α_s) والتردد بالرسم البياني .

(و) المواصفات المعتمدة :

يتم قياس معامل الامتصاص (α_s) لعنصر البناء حسب المواصفات القياسية العالمية رقم $(ISO-354)$.

2/3/2 دليل تخفيض الصوت (R) :
(Sound Reduction Index)

(أ) **تعريف :**

يعرف دليل تخفيض الصوت (R) لعنصر بناء عند تردد معين وفي ظروف محددة كما هو وارد في البند رقم (1/3/24) .

(ب) **الكميات المقاسة :**

(1) متوسط منسوب ضغط الصوت (L_{PE}) في الغرفة المصدرة للصوت (غرفة ترددية (Reverberation Room) بالديسيبل ويحسب من المعادلة رقم (2) .

(2) متوسط منسوب ضغط الصوت (L_{PR}) في الغرفة المستقبلة للصوت بالديسيبل ويحسب من المعادلة رقم (2) .

(3) مساحة سطح العينة المراد اختبارها (S) بالمتر المربع .

(4) الحجم الداخلي للغرفة المستقبلة للصوت (V) بالمتر المكعب .

(5) زمن الترديد للصوت (T) في الغرفة المستقبلة للصوت بالثانية وذلك حسبما هو وارد في البند الفرعي رقم (2/2/1ج) .

(ج) **الطريقة :**

(1) تركب عينة الاختبار من المادة في الفجوة المخصصة لها في الجدار الفاصل بين غرفتي الاختبار .

(2) يشغل مصدر صوت يصدر ضجيجا ذا طيف مستمر (Continuous Spectrum) في نطاق التردد المراد اجراء القياس عنده . هذا ويجب ان يكون منسوب ضغط الضجيج الصادر عن المصدر اعلى من منسوب ضجيج الخلفية (Background Noise Level) بما لا يقل عن (10) ديسيبل في نطاق التردد السابق .

(3) تحسب متوسطات مناسيب ضغط الضجيج (L_{PE}) ، (L_{PR}) في كل من الغرفتين بعد قياس مناسيب ضغط الصوت في عدة نقاط حسب المعادلة رقم (2) ، وذلك عند الترددات المركزية في سلسلة ثلث الجواب المحصورة بين (100) هيرتز و (3150) هيرتز.

(4) تكون مساحة سطح العينة مساوية متر مربع تقريبا بحيث لا يقل طول اقصر حافة لها عن متر.

(5) تكون الشروط المخبرية حسب متطلبات المواصفات القياسية العالمية رقم (*ISO* 140 : *Part* 1).

(د) طريقة الحساب :

يحسب دليل تخفيض الصوت (R) من المعادلة التالية :-

$$R = L_{PE} - L_{PR} + 10\,Log_{10}\left(\frac{ST}{0.163\,V}\right) \qquad (13)$$

حيث :

R = دليل تخفيض عنصر البناء للصوت بالديسيبل .

L_{PE} = متوسط منسوب ضغط الصوت في الغرفة المصدرة بالديسيبل.

L_{PR} = متوسط منسوب ضغط الصوت في الغرفة المستقبلة للصوت بالديسيبل .

S = مساحة سطح عينة المادة المراد اختبارها بالمتر المربع .

T = معدل زمن توديد الصوت في الغرفة المستقبلة للصوت بالثواني.

V = الحجم الداخلي للغرفة المستقبلة للصوت بالمتر المكعب .

(هـ) النتائج :

تجدول قيم دليل تخفيض المادة المختبرة للصوت (R) مع جميع الترددات المقاس عندها ، كما توضح العلاقة بين دليل تخفيض الصوت (R) والتردد بالرسم البياني .

(و) المواصفات المعتمدة :

يتم قياس دليل تخفيض عنصر البناء للصوت (R) حسب المواصفات القياسية العالمية رقم (*ISO* 140 , *Part III*) .

2/3/3 عزل الصوت الصدمي للارضيات :
(Impact Sound Insulation of Floors)

(أ) تعريف :

يعرف عزل الصوت الصدمي للارضيات كما هو وارد في البند رقم (1/3/48) .

(ب) **الكميات المقاسة :**

(1) متوسط منسوب ضغط الصوت الصدمي (L_{RIN}) في نطاق تردد معين في الغرفة المستقبلة للصوت ويحسب من المعادلة رقم (2) .

(2) يقاس معدل زمن ترديد الغرفة المستقبلة للصوت طبقا لما هو وارد في البند الفرعي رقم (2/2/1ج) .

(ج) **طريقة القياس :**

(1) تشغل مكنة الدق القياسية (Standard Tapping Machine) على الارضية المراد اختبارها والمركبة في المكان المخصص لها في غرفة الاختبار ، وذلك في اربعة اماكن على الاقل .

(2) يقاس منسوب ضغط الصوت الصدمي المعير (L_n) في الغرفة المستقبلة للصوت عند الترددات المركزية في سلسلة ثلث الجواب المحصورة بين (100) هيرتز و (3150) هيرتز عندما نشغل مكنة الدق في كل من الاماكن الأربعة .

(3) تتراوح مساحة سطح الارضية المراد اختبارها ما بين (10) و (20) متر مربع بحيث لا يقل طول اقصر حافة لها عن (2.3) مترا .

(4) تكون الشروط المخبرية مطابقة لما هو وارد في المواصفات القياسية العالمية رقم $(ISO\ 140 - Part\ I)$.

(د) **طريقة الحساب :**

(1) تحسب المساحة المكافئة في الامتصاص (A) بالسابين المتري من المعادلة رقم (7) .

(2) تحسب قيم منسوب ضغط الصوت الصدمي المعير (L_n) بالديسيبل من المعادلة التالية:

$$L_n = L_{RIN} - 10\ Log_{10}\left(\frac{A_o}{A}\right) \qquad (14)$$

وذلك لكل تردد من الترددات المقاس ضغط الصوت الصدمي عندها .

حيث :

L_n = منسوب ضغط الصوت الصدمي المعير عند التردد المعني بالديسيبل.

L_{RIN} = متوسط منسوب ضغط الصوت الصدمي في اماكن القياس في الغرفة المستقبلة

للصوت بالديسيبل .

A = المساحة المكافئة في الامتصاص للغرفة المستقبلة للصوت بالسابين المتري .

A_o = المساحة المرجعية المكافئة للامتصاص وتساوي (10) سابين متري .

(هـ) النتائج :

تجدول قيم عزل الارضية للصوت الصدمي مع الترددات المقاسة عندها ، كما توضح العلاقة بين عزل الارضية للصوت الصدمي والتردد بالرسم البياني .

(و) المواصفات المعتمدة :

يتم قياس عزل الصوت الصدمي لارضية في المختبر حسب المواصفات القياسية العالمية رقم (*ISO 140 , Part VI*).

2/3/4 تخفيض الضجيج الصدمي المنقول بوساطة غطاء لارضية قياسية :

(Reduction of Transmitted Impact Noise by Floor Coverings on a Standard Floor)

(أ) تعريف :

يعرف تخفيض الضجيج الصدمي المنقول (التحسين في عزل الصوت الصدمي ΔL) بوساطة غطاء من مادة انشائية كما هو ورد في البند رقم (1/3/8) .

(ب) الكميات المقاسة :

(1) متوسط منسوب ضغط الصوت الصدمي $(L_{RIN})_1$ في نطاق تردد معين في الغرفة المستقبلة للصوت قبل تغطية الارضية بالمادة الانشائية بالديسيبل ويحسب من المعادلة رقم (2) .

(2) متوسط منسوب ضغط الصوت الصدمي $(L_{RIN})_2$ في نطاق التردد السابق ذاته في الغرفة المستقبلة للصوت بعد تغطية الارضية بالمادة الانشائية بالديسيبل ، ويحسب ايضا من المعادلة رقم (2) .

(3) معدل زمن ترديد الغرفة المستقبلة للصوت بالثانية طبقا لما هو وارد في البند الفرعي رقم (2/2/1ج) .

(ج) **طريقة القياس :**

(1) يجب الا تقل مساحة سطح عينة الغطاء من المادة الانشائية المراد اختبارها عن (10)متر مربع ، والا تزيد عن (20)متر مربع . كما يجب الا يقل طول اقصر حافة لها عن (2.3)متر .

(2) تشغل مكنة الدق القياسية في اربعة اماكن على الاقل من ارضية الغرفة المصدرة للصوت قبل وبعد وضع الغطاء .

(3) تقاس مناسيب ضغط الصوت الصدمي في الغرفة المستقبلة للصوت في عدة نقاط لكل موضع من مواضع مكنة الدق قبل وضع الغطاء ويحسب منها $(L_{RIN})_1$. كما تقاس مناسيب ضغط الصوت الصدمي في الغرفة المستقبلة للصوت بالمثل بعد وضع الغطاء ويحسب منها $(L_{RIN})_2$.

(4) تكون الشروط المخبرية مطابقة لما هو وارد في المواصفات القياسية العالمية رقم $(ISO\ 140\ ,\ Part\ I)$.

(د) **طريقة الحساب :**

(1) تحسب قيمة المساحة المكافئة في الامتصاص (A) من المعادلة رقم (7) .

(2) تحسب قيمة منسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير $(L_n)_1$ قبل وضع الغطاء وقيمة منسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير $(L_n)_2$ بعد وضع الغطاء ، وفي كلتا الحالتين يحسب منسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير من المعادلة التالية :-

$$(L_n) = (L_{RIN}) - 10\ \mathrm{Log}_{10}\left(\frac{A_o}{A}\right) \qquad (15)$$

حيث :

(L_n) = منسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير بالديسيبل .

(L_{RIN}) = متوسط منسوب ضغط الصوت الصدمي بالديسيبل .

A_o = المساحة المرجعية المكافئة في الامتصاص وتساوي (10) سابين متري.

A = المساحة المكافئة في الامتصاص للغرفة المستقبلة للصوت بالسابين المتري .

(3) يحسب تخفيض الضجيج الصدمي (ΔL) للتغطية المختبرة بالديسيبل من المعادلة التالية:-

$$\Delta L = (L_n)_1 - (L_n)_2 \qquad (16)$$

حيث :

$(L_n)_1$ = منسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير قبل وضع الغطاء بالديسيبل.

$(L_n)_2$ = منسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير بعد وضع الغطاء بالديسيبل.

(هـ) النتائج :

تجدول قيم تخفيض الضجيج الصدمي للغطاء (ΔL) مع الترددات المقاسة عندها، وتوضح العلاقة بين (ΔL) والتردد بالرسم البياني .

(و) المواصفات المعتمدة :

يتم قياس تخفيض الضجيج الصدمي (ΔL) لغطاء أرضية قياسية في المختبر حسب المواصفات القياسية العالمية رقم (ISO – 140 , Part VIII) .

2/4 طريقة المعايرة (Rating Method)

2/4/1 نقصان الصوت بالانتقال (D_n) : (Sound Transmission Loss)

(أ) تعريف :

يعرف صنف انتقال الصوت (STC) (Sound Transmission Class) المعياري للجدار الفاصل بين غرفتين (Partition Wall) كما هو وارد في البند رقم (1/3/35) .

(ب) تعيين صنف انتقال الصوت (STC) :

(1) يعين صنف انتقال الصوت (STC) لعينة اختبار بقياس نقصان الصوت بالانتقال لتلك العينة عند (16) تردد وكري في نطاق ثلث الجواب بين الترددات (125) هيرتز و (4000) هيرتز حسب المواصفات القياسية الاميركية رقم $(ASTM - E\,90)$، ومقارنة النتائج بالخطوط الكونتورية (Contour Lines) الواردة في كل من الجدول رقم (1) و الشكل رقم (1) .

(2) لتعيين صنف انتقال الصوت (STC) يرسم الخط البياني لقيم نقصان الصوت بالانتقال، مقاسة حسب المواصفات القياسية الاميركية رقم $(ASTM - E\,90)$ ، ويقارن ذلك الخط البياني مع خط المنسوب الوارد في الشكل رقم (1) لصنف انتقال الصوت، اذ يزاح خط المنسوب المرجعي رأسيا بالنسبة لمنحنى

الاختبار حتى تصبح بعض قيم نقصان الصوت بالانتقال المقاسة للعينة تحت تلك القيم الموجودة على خط منسوب صنف انتقال الصوت (STC) المرجعي وحتى يتحقق الشرطان التاليان :-

* الا يزيد مجموع الفروق تحت خط المنسوب عن (32)ديسيبل.
* الا يزيد أقصى فرق عند نقطة اختبار منفردة عن (8)ديسيبل.

وعندما يعدل وضع خط المنسوب الى اعلى قيمة (بالديسيبل الصحيح) بحيث يحقق الشرطين السابقين فان صنف انتقال الصوت للعينة بالديسيبل يساوي البعد الرأسي لنقطة تقاطع خط المنسوب مع الخط الرأسي المار بالتردد (500) هيرتز .

(ج) المواصفات المعتمدة :

تكون طريقة قياس نقصان الصوت بالانتقال لعينة اختبار مطابقة لما هو وارد في المواصفات القياسية الاميركية رقم (ASTM – E 90) ، وتكون طريقة المقارنة لتعين صنف انتقال الصوت لتلك العينة مطابقة لما هو وارد في المواصفات القياسية الاميركية رقم (ASTM – E 413) .

2/4/2 عزل الصوت الصدمي (Impact Sound Insulation) :

(أ) تعريف :

يعرف صنف عزل الصوت الصدمي (IIC) (Impact Insulation Class) لارضية ذات تكوين معين تشكل سقفا كما هو وارد في البند رقم (1/3/36).

(ب) تعيين صنف عزل الصوت الصدمي (IIC) :

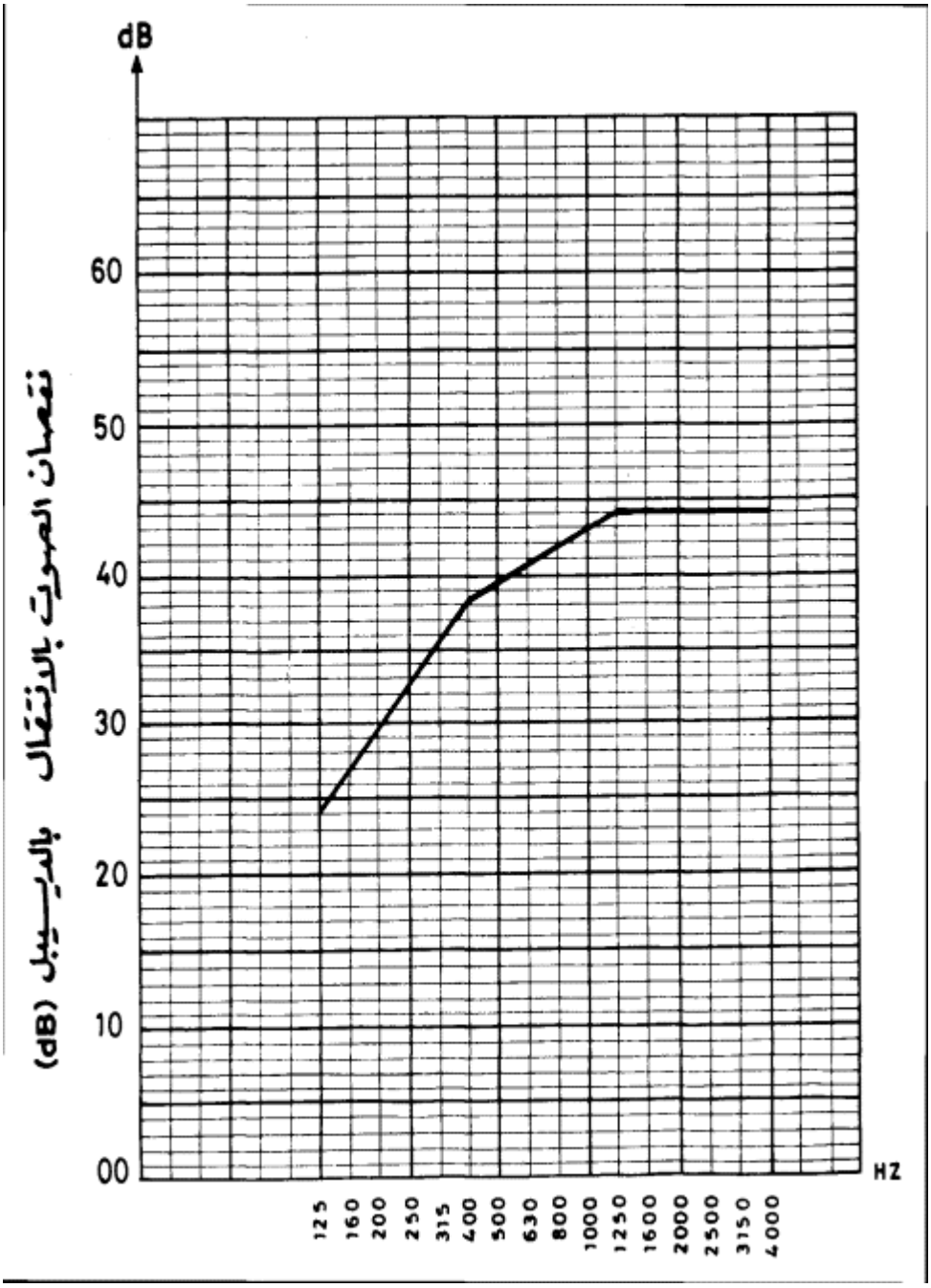
(1) لتعيين صنف عزل الصوت الصدمي (IIC) لارضية ما تشكل سقفا ، يقاس متوسط منسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير (L_n) عند (16) تردد وكري في نطاق ثلث الجواب للترددات المحصورة بين (125) هيرتز و (4000) هيرتز حسب المواصفات القياسية الاميركية رقم (ASTM – E 492) ، ثم تقارن نتائج القياس بالقيم الواردة على خط المنسوب لصنف عزل الصوت الصدمي المرجعي (IIC) الموضح في الشكل رقم (2) .

الجدول رقم (1)

الخطوط الكونتورية (Contour lines)
لصنف انتقال الصوت

التردد بالهيرتز (Hz)	125	160	200	250	315	400	500 *	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
نقصان الصوت بالانتقال بالديسيبل (dB) Sound Trenamission Loss (dB)	44	47	50	53	56	59	60	61	62	63	64	64	64	64	64	64
	43	46	49	52	55	58	59	60	61	62	63	63	63	63	63	63
	42	45	48	51	54	57	58	59	60	61	62	62	62	62	62	62
	41	44	47	50	53	56	57	58	59	60	61	61	61	61	61	61
	40	43	49	49	52	55	56	57	58	59	60	60	60	60	60	60
	39	42	45	48	51	54	55	56	57	58	59	59	59	59	59	59
	38	41	44	47	50	53	54	55	56	57	58	58	58	58	58	58
	37	40	43	46	49	52	53	54	55	56	57	57	57	57	57	57
	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56	56
	35	38	41	44	47	50	51	52	53	54	55	55	55	55	55	55
	34	37	40	43	46	49	50	51	52	53	54	54	54	54	54	54
	33	36	39	42	45	48	49	50	51	52	53	53	53	53	53	53
	32	35	38	41	44	47	48	49	50	51	52	52	52	52	52	52
	31	34	37	40	43	46	47	48	49	50	51	51	51	51	51	51
	30	33	36	39	42	45	46	47	48	49	50	50	50	50	50	50
	29	32	35	38	41	44	45	46	47	48	49	49	49	49	49	49
	28	31	34	37	40	43	44	45	46	47	48	48	48	48	48	48
	27	30	33	36	39	42	43	44	45	46	47	47	47	47	47	47
	26	29	32	35	38	41	42	43	44	45	46	46	46	46	46	46
	25	28	31	34	37	40	41	42	43	44	45	45	45	45	45	45
	24	27	30	33	36	39	40	41	42	43	44	44	44	44	44	44
	23	26	29	32	35	38	39	40	41	42	43	43	43	43	43	43
	22	25	28	31	34	37	38	39	40	41	42	42	42	42	42	42
	21	24	27	30	33	36	37	38	39	40	41	41	41	41	41	41
	20	23	26	29	32	35	36	37	38	39	40	40	40	40	40	40
	19	22	25	28	31	34	35	36	37	38	39	39	39	39	39	39
	18	21	24	27	30	33	34	35	36	37	38	38	38	38	38	38
	17	20	23	26	29	32	33	34	35	36	37	37	37	37	37	37
	16	19	22	25	28	31	32	33	34	35	36	36	36	36	36	36
	15	18	21	24	27	30	31	32	33	34	35	35	35	35	35	35
	14	17	20	23	26	29	30	31	32	33	34	34	34	34	34	34

* نقصان الصوت بالانتقال عند التردد (500) هيرتز يساوي صنف انتقال الصوت (STC)



التردد الموكري لنطاق الجواب الثالث بالهيرتز
(STC – 40)

الشكل رقم (1)

خط المنسوب المرجعي لصنف انتقال الصوت (STC – 40)

(2) لغرض مطابقة النتائج وتسهيلا لمقارنتها ، يجب ان يكون خط المنسوب المرجعي ونتائج الاختبار المعاينة

ومقياس كل من منسوب ضغط الصوت الصدمي وصنف عزل الصوت الصدمي مرسومة بشكل بياني ذي مقياس رسم يساوي (2) ملم / ديسيبل (2mm/dB) لمحور الاحداثي الرأسي ويساوي (50) ملم لكل نسبة تردد تساوي (1 : 10) لمحور الاحداثي الافقي كما هو مبين في الشكل رقم (2) .

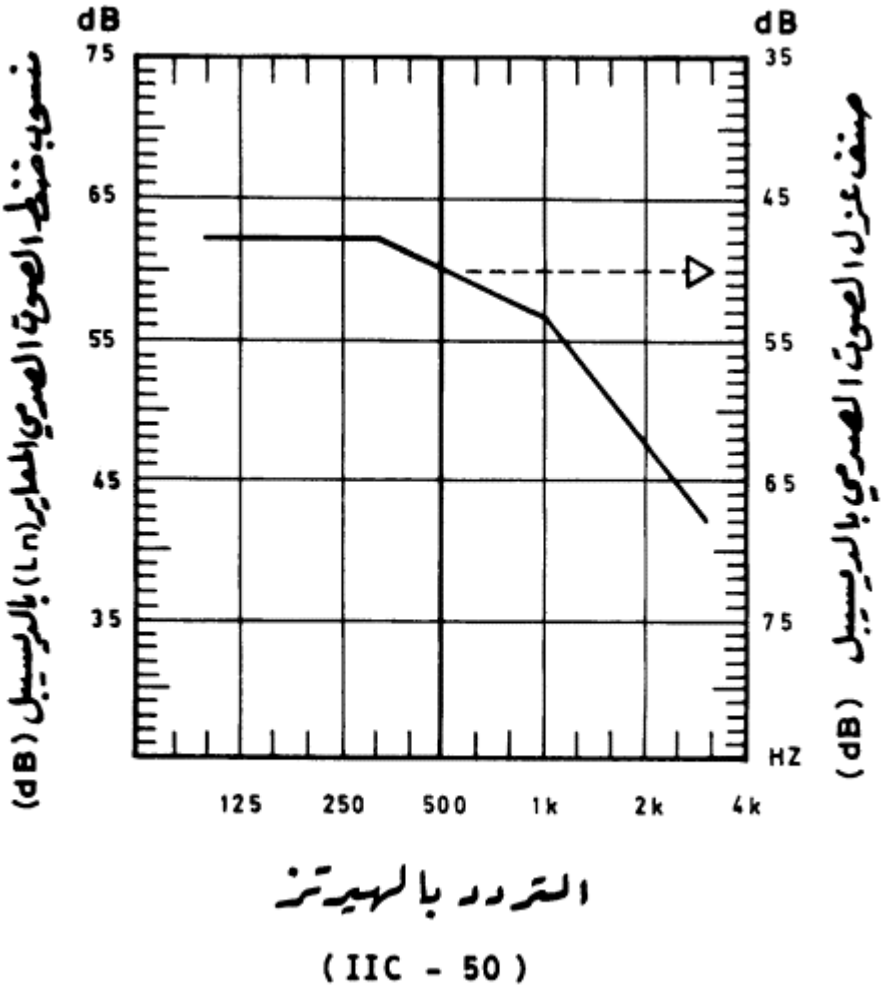
(3) لتعيين صنف عزل الصوت الصدمي (IIC) بيانيا يقارن خط المنسوب المرجعي لصنف عزل الصوت الصدمي الوارد في الشكل رقم (2) مع الخط البياني لمنسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير المقاس مخبريا ، حيث يطبق المنحنى المرجعي على منحنى الاختبار ثم يزاح المنحنى المرجعي رأسيا بالنسبة لمنحنى الاختبار حتى تصبح بعض القيم المعاورة لعينة الاختبار واقعة فوق خط منسوب صنف عزل الصوت الصدمي (IIC) المرجعي وحتى يتحقق الشرطان التاليان :-

* الا يزيد مجموع الفروق عن خط المنسوب المرجعي عن (32) ديسيبل .
* الا يزيد الفرق الاقصى عند أي نقطة اختبار منفردة عن (8) ديسيبل .

(4) عندما يضبط خط المنسوب لاقصى قيمة (بالديسيبل الصحيح) تفي بالشرطين السابقين يكون صنف عزل الصوت الصدمي (IIC) للعينة بالديسيبل مساويا باقي طرح منسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير عند نقطة تقاطع خط المنسوب والخط الرأسي للتردد (500) هيرتز من (110)، او يكون مساويا البعد الاحداثي الرأسي لتلك النقطة والواقع على يمينها بالديسيبل وكما هو مبين في الشكل رقم (2) .

(ج) المواصفات المعتمدة :

تكون طريقة القياس والمقارنة لتعيين صنف عزل الصوت الصدمي (IIC) وفقا لما هو وارد في المواصفة القياسية الامريكية رقم (ASTM – E 492) .



الشكل رقم (2)

خط المنسوب المرجعي لصنف عزل الصوت الصدمي (IIC – 50)

الباب الثالث

توصيات الخصائص الصوتية للمباني
(Recommendations for Acoustical Characteristics of Buildings)

3/1 المجال

يحدد هذا الباب المعايير الصوتية التي يوصي بمراعاتها في المباني . وتقسم الى معايير تحدد قيم الخصائص الصوتية الدنيا المطلوبة لضمان الراحة الصوتية (Acoustical Comfort) ، ومعايير اخرى تحدد قيم الخصائص الصوتية الدنيا المسموح بها .

3/2 معايير نقصان الصوت بالانتقال
(Criteria for Sound Transmission Loss)

3/2/1 عام :

يرمز للخطوط البيانية التي تمثل العلاقة بين نقصان الصوت بالانتقال والتردد بالارقام الرومانية (I) , (II) (III) , (IV) . اذ يرمز كل رقم من هذه الارقام الاربعة الى خط بياني يمثل العلاقة بين نقصان الصوت بالانتقال وبين التردد ، التي يجب ان تتوفر في الجدران الفاصلة بين اجزاء المباني كحد ادني لضمان الراحة الصوتية . كما يرمز كل من تلك الارقام الى الخط البياني الذي يمثل العلاقة بين نقصان الصوت بالانتقال وبين التردد التي يجب ان تتوفر في الجدران الفاصلة بين اجزاء المباني كحد ادنى مقبول .

3/2/2 نقصان الصوت بالانتقال

(Recommended Sound Transmission Loss) (D_n)

(أ) **المباني السكنية :**

يبين الجدول رقم (2) الرموز الدالة على الخطوط البيانية لنقصان الصوت بالانتقال (D_n)

الموصى به كحد ادنى لضمان الراحة الصوتية والخطوط البيانية لنقصان الصوت بالانتقال (D_n) الموصى به كحد ادنى مقبول وذلك للجدران الفاصلة بين اجزاء المباني السكنية .

الجدول رقم (2)

نقصان الصوت بالانتقال الموصى به للجدران

الفاصلة بين اجزاء المباني السكنية

		البيت (أ) غرفة نوم	غرفة معيشة	مطبخ	غرف العاب	حمام
		II	II	II	II	II
البيت (ب)		(50 – 40)*	50 - 40	50 - 40	50 - 40	50 – 40
		I	II	III	III	III
بسطة اللوج والمصعد		57 – 47	50 - 40	43 - 31	43 - 31	43 – 31
		III	II	IV	IV	IV
	حمام	43 – 31	50 - 40	33 - 22	33 - 22	33 – 22
		III	III	III	IV	-
البيت (أ)	غرف العاب	43 – 31	43 – 31	43 – 31	33 – 22	
		II	III	IV	-	-
	مطبخ	50 – 40	43 – 31	33 – 22		
		II	III	-	-	-
	غرفة معيشة	50 – 40	43 – 31			
		III	_	-	-	-
	غرفة نوم	43 – 31				

(50 – 40)*: تعنى ان الحد الادنى لصنف انتقال الصوت لذلك الجدار يساوي (STC – 50) لضمان الراحة الصوتية ، وان الحد الادنى لصنف انتقال الصوت لذلك الجدار يساوي (STC – 40) كحد ادنى مقبول .

(ب) المدارس والاماكن التعليمية :

يبين الجدول رقم (3) الرموز الدالة على الخطوط البيانية لنقصان الصوت بالانتقال (D_n) الموصى به كحد ادنى لضمان الراحة الصوتية والخطوط البيانية لنقصان الصوت بالانتقال (D_n) الموصى به كحد ادنى مقبول وذلك للجدران الفاصلة بين اجزاء مباني المدارس والاماكن التعليمية .

الجدول رقم (3)

نقصان الصوت بالانتقال الموصى به للجدران

الفاصلة بين اجزاء المباني التعليمية

	غرف المطالعة	غرف المحاضرات		ملاعب	غرف
		تعليم عالي	تعليم عادي	الرياضة	الموسيقى
منشآت اخرى	II (50 – 40)*	II 50 – 40	II 50 - 40	II 50 – 40	II 50 - 40
بسطة اللوج والمصعد	II 50 – 40	II 50 – 40	II 50 - 40	II 50 – 40	II 50 - 40
الممرات الداخلية	III 42 – 31	IV 33 – 22	IV 33 - 22	IV 33 – 22	III 42 – 31
غرف الموسيقى	I 57 – 47	I 57 - 47	I 57 - 47	I 57 – 47	I 57 - 47
ملاعب الرياضة	I 57 – 47	I 57 - 47	I 57 - 47	III 42 – 31	–
	II	III	IV	–	–

غرف المحاضرات	تعليم عادي	50 – 40	42 – 31	33 - 22	–	–
		II	III	–		
	تعليم عالي	50 – 40	42 – 31	–	–	–
		III				
غرف مطالعة		42 – 31				

(50 – 40)*: تعني ان الحد الادنى لصنف انتقال الصوت لذلك الجدار يساوي (STC – 50) لضمان الراحة الصوتية ، وان الحد الادنى لصنف انتقال الصوت لذلك الجدار يساوي (STC – 40) كحد ادنى مقبول .

(ج) المكاتب :

يبين الجدول رقم (4) الرموز الدالة على الخطوط البيانية لنقصان الصوت بالانتقال (D_n) الموصى به كحد ادنى لضمان الراحة الصوتية والخطوط البيانية لنقصان الصوت بالانتقال (D_n) الموصى به كحد ادنى مقبول وذلك للجدران الفاصلة بين اجزاء مباني المكاتب .

جدول رقم (4)

نقصان الصوت بالانتقال الموصى به للجدران

الفاصلة بين اجزاء مباني المكاتب

	مكتب المدير	مكتب مستخدمي الادارة	غرف الموظفين	غرف الطباعة
	II	II	II	II
مبان اخرى	50 – 40	50 - 40	50 – 40	50 - 40
	II	II	IV	IV
	50 – 40	50 - 40	33 – 22	33 – 22

بسطة اللوج والمصعد

	I	I	II	IV
غرف الطباعة	(47 – 57)*	47 - 57	40 – 50	22 – 33
	II	II	IV	-
غرف الموظفين	40 – 50	50 - 50	22 – 33	
	III	IV	–	–
غرف الموظفين الاداريين	31 – 42	22 – 33		
	III	–	–	–
الادارة	31 – 42			

(47 – 57)*: تعني ان الحد الادنى لصنف انتقال الصوت لذلك الجدار يساوي (STC – 57) لضمان الراحة الصوتية ، وان الحد الادنى لصنف انتقال الصوت لذلك الجدار يساوي (STC – 47) كحد ادنى مقبول .

(د) الفنادق :

يبين الجدول رقم (5) الرموز الدالة على الخطوط البيانية لنقصان الصوت بالانتقال (D_n) الموصى به كحد ادنى لضمان الراحة الصوتية والخطوط البيانية لنقصان الصوت بالانتقال (D_n) الموصى بها كحد ادنى مقبول وذلك للجدران الفاصلة بين اجزاء مباني الفنادق .

الجدول رقم (5)

نقصان الصوت بالانتقال الموصى به للجدران

الفاصلة بين اجزاء مباني الفنادق

	غرف النوم
	II
مبان مجاورة	50 – 40
	III
غرف نوم اخرى	(42 – 31)*
	III
ممرات	42 – 31
	I
بسطة اللوج والمصعد	57 – 47
	II
غرف الخدمة	50 – 40
	I
مرحاض عمومي	57 – 47
	II
حمامات	50 – 40

(42 – 31)*: تعني ان الحد الادنى لصنف انتقال الصوت لذلك الجدار يساوي (STC – 42) لضمان الراحة الصوتية ، وان الحد الادنى لصنف انتقال الصوت لذلك الجدار يساوي (STC – 31) كحد ادنى مقبول .

(هـ) المستشفيات :

يبين الجدول رقم (6) الرموز الدالة على الخطوط البيانية لنقصان الصوت بالانتقال (D_n) الموصى به كحد ادنى لضمان الراحة الصوتية والخطوط البيانية لنقصان الصوت بالانتقال (D_n) الموصى به كحد ادنى مقبول وذلك

للجدران الفاصلة بين اجزاء مباني المستشفيات .

الجدول رقم (6)

نقصان الصوت بالانتقال الموصى به للجدران

الفاصلة بين اجزاء مباني المستشفيات

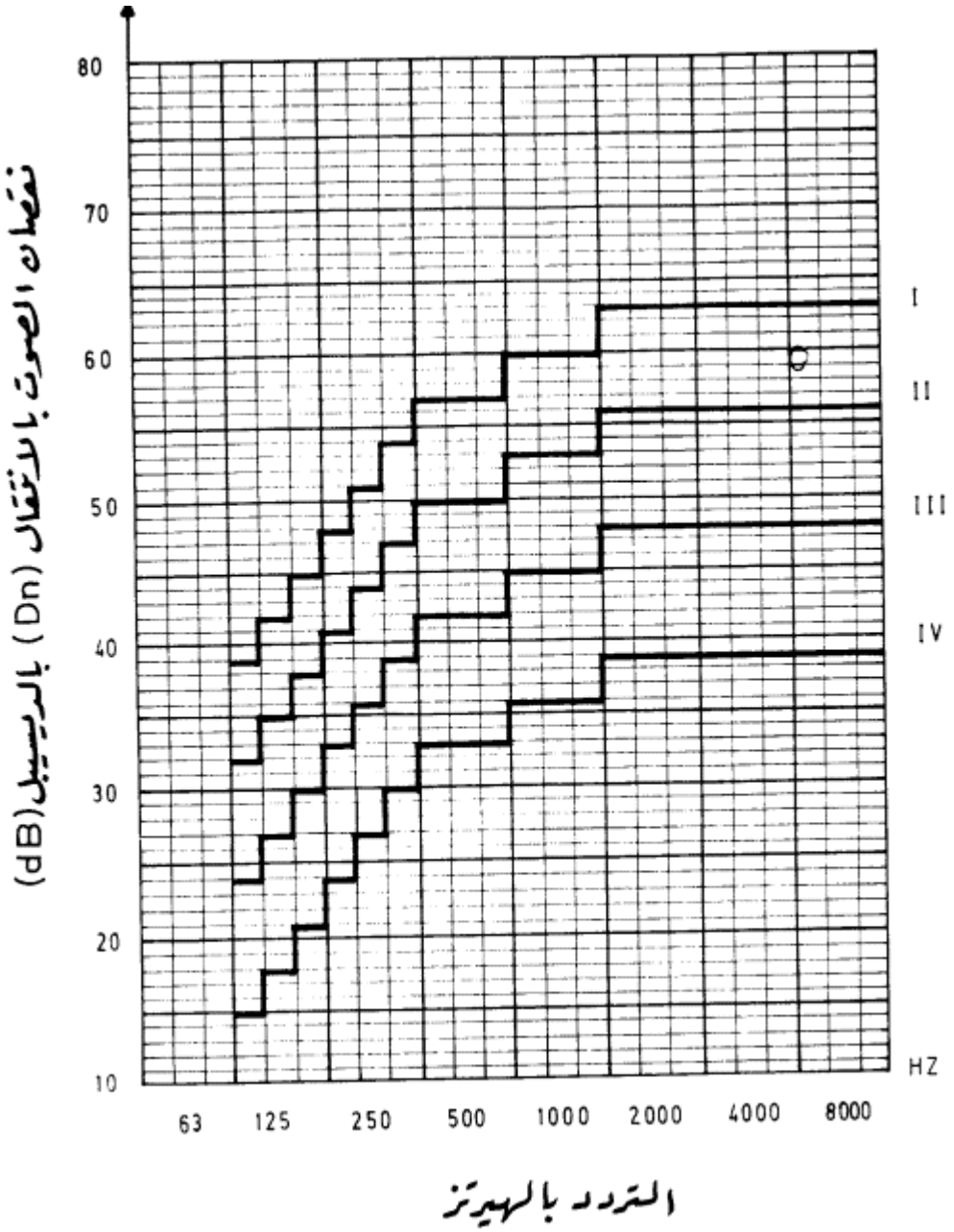
	غرف نوم عادية	غرف عمليات واختبارات مكثفة
	II	I
مبان مجاورة	(40 – 50)*	47 – 57
	III	II
غرف نوم اخرى	31 – 42	40 – 50
	III	I
ممرات	31 – 42	47 – 57
	II	I
بسطة اللوج والمصعد	40 – 50	47 – 57
	III	I
غرف خدم	31 – 42	47 – 57
	II	I
مرحاض عمومي	40 – 50	47 – 57
	III	II
حمامات لغرف نوم اخرى	31 – 42	40 – 50

(40 – 50)*: تعنى ان الحد الادنى لصنف انتقال الصوت لذلك الجدار يساوي $(STC-50)$ لضمان الراحة الصوتية ،

وان الحد الادنى لصنف انتقال الصوت لذلك الجدار يساوي (STC – 40) كحد ادنى مقبول .

(و) الخطوط البيانية :

(1) يبين الشكل رقم (3) الخطوط البيانية ذات الرموز (I) ، (II)، (III) ، (IV) التي تمثل العلاقة بين نقصان الصوت بالانتقال (D_n) ويبين التردد وذلك للجدران الفاصلة بين اجزاء المباني لضمان الراحة الصوتية .

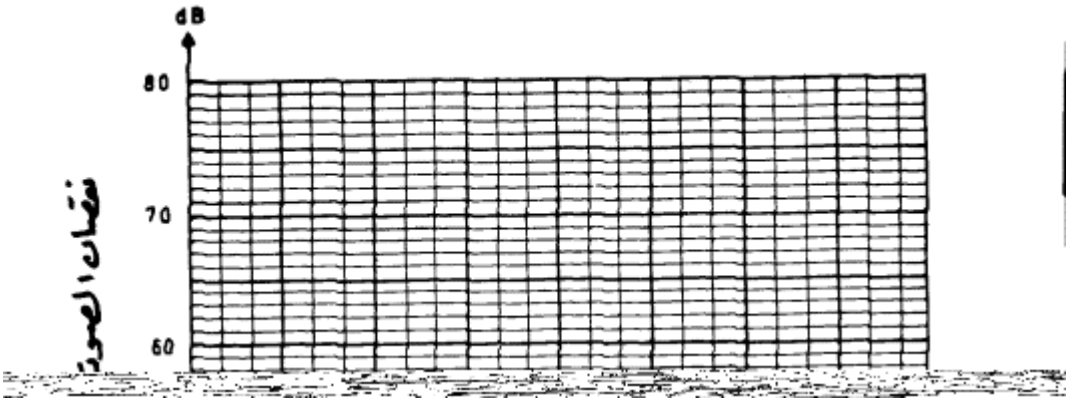


الشكل رقم (3)

الخطوط البيانية (I) ، (II) ، (III) ، (IV)

الخاصة بالراحة الصوتية

(2) يبين الشكل رقم (4) الخطوط البيانية ذات الرموز (I) ، (II) ، (III) ، (IV) التي تمثل العلاقة بين نقصان الصوت بالانتقال (D_n) وبين التردد وذلك للجدران الفاصلة بين اجزاء المباني كحد ادنى مقبول .



الشكل رقم (4)

الخطوط البيانية(I) , (II), (III), (IV)

الخاصة بالحد الادنى المقبول

3/2/3 المواصفات المعتمدة :

التوصيات الواردة في البند رقم (3/2/2) مقتبسة من المواصفات القياسية البلجيكية رقم (NBN – SO1 – 400) والمواصفات القياسية الاميركية رقم (ASTM – E 90) والمواصفات القياسية الاميركية رقم (ASTM – E 413) .

3/3 معايير انتقال الصوت الصدمي
(Criteria for Impact Sound Transmission)

3/3/1 عام :

يرمز بالارقام الرومانية (I) ، (II) ، (III) ، (IV) للخطوط البيانية التي تمثل العلاقة بين منسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير المنقول خلال الارضيات وبين التردد ، تلك العلاقة الواجب توفرها في الارضيات الفاصلة بين الاجزاء العلوية والاجزاء السفلية في المباني كحد اعلى لضمان الراحة الصوتية . كما يرمز كل رقم ايضا الى الخط البياني الذي يمثل العلاقة بين منسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير المنقول خلال الارضية وبين التردد كحد اعلى مقبول .

3/2/3 منسوب ضغط الصوت الصدمي المعير (L_n) :

(أ) **المباني السكنية :**

يبين الجدول رقم (7) الرموز الدالة على الخطوط البيانية لمنسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير (L_n) الموصى به كحد اعلى لضمان الراحة الصوتية والخطوط البيانية لمنسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير (L_n) الموصى به كحد اعلى مقبول ، والمنقول بوساطة الارضيات الفاصلة بين الاجزاء العلوية والاجزاء السفلية في المباني السكنية .

الجدول رقم (7)

عزل الصوت الصدمي الموصى به للارضيات

الفاصلة بين اجزاء المباني السكنية

الغرف العلوية				
غرف النوم	غرف المعيشة	المطبخ	الحمامات	غرف الالعاب
II	II	I	I	I
*(49 – 46)	49 – 46	57 - 54	57 - 54	57 - 54

الغرف	غرف النوم				
السفلية	III	II	II	I	I
غرف المعيشة	39 – 36	49 – 46	49 - 46	57 - 54	57 - 54
	III	III	III	III	III
المطبخ	39 – 36	39 – 36	39 – 36	39 – 36	39 – 36
	III	III	III	III	III
الحمام	39 – 36	39 – 36	39 – 36	39 – 36	39 – 36
	III	III	III	III	III
غرف الالعاب	39 – 36	39 – 36	39 – 36	39 – 36	39 – 36

(49 – 46)*: تعني ان الحد الادنى لصنف عزل الصوت الصدمي للارضية لضمان الراحة الصوتية يساوي (IIC – 49) ، وان الحد الادنى لصنف عزل الصوت الصدمي للارضية كحد ادنى مقبول يساوي (IIC – 46) .

(ب) المدارس والاماكن التعليمية :

يبين الجدول رقم (8) الرموز الدالة على الخطوط البيانية لمنسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير (L_n) الموصى به كحد اعلى لضمان الراحة الصوتية والخطوط البيانية لمنسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير (L_n) الموصى به كحد اعلى مقبول ، والمنقول بوساطة الارضيات الفاصلة بين الاجزاء العلوية والاجزاء السفلية في المدارس والاماكن التعليمية .

الجدول رقم (8)

عزل الصوت الصدمي الموصى به للارضيات الفاصلة

بين اجزاء مباني المدارس والاماكن التعليميـة

الغرف العلوية

	غرف المطالعة	غرف المحاضرات: تعليم عالي	غرف المحاضرات: تعليم عادي	غرف موسيقى	ملاعب رياضية
	II	II	II	I	I
غرف مطالعة	(46 – 49)*	46 - 49	46 – 49	54 – 57	54 – 57
	II	II	II	I	I
غرف محاضرات للتعليم العالي	46 – 49	46 - 49	46 – 49	54 – 57	54 - 57
	III	III	III	I	I
غرف محاضرات للتعليم العادي	36 – 39	36 - 39	36 – 39	54 – 57	54 – 57
	III	III	III	II	II
غرف موسيقى	36 – 39	36 - 39	36 – 39	46 – 49	46 – 49
	III	III	III	II	III
ملاعب رياضية	36 – 39	36 – 39	36 – 39	46 – 49	36 - 39

(46 – 49)*: تعني ان الحد الادنى لصنف عزل الصوت الصدمي للارضية لضمان الراحة الصوتية يساوي (IIC – 49) ، وان الحد الادنى لصنف عزل الصوت للارضية كحد ادنى مقبول يساوي (IIC – 46) .

(ج) المكاتب :

يبين الجدول رقم (9) الرموز الدالة على الخطوط البيانية لمنسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير (L_n) الموصى به كحد اعلى لضمان الراحة الصوتية ، والخطوط البيانية لمنسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير (L_n) الموصى به كحد اعلى مقبول ، والمنقول بوساطة الارضيات الفاصلة بين الاجزاء العلوية والاجزاء السفلية في المكاتب .

الجدول رقم (9)

عزل الصوت الصدمي الموصى به للارضيات

الفاصلة بين اجزاء مباني المكاتب

		الغرف العلوية		
		غرفة لشخص واحد	غرفة لعدة اشخاص	غرفة الطباعة والتصوير
الغرف السفلية	غرفة لشخص واحد	III 39 - 36	II 49 - 46	I *(57 – 54)
	غرفة لعدة اشخاص	III 39 - 36	III 39 - 36	II 49 – 46
	غرفة طباعة وتصوير	III 39 – 36	III 39 - 36	III 39 – 36

*(57 – 54): تعني ان الحد الادنى لصنف عزل الصوت الصدمي للارضية لضمان الراحة الصوتية يساوي (IIC – 57) ، وان الحد الادنى لصنف عزل الصوت الصدمي للارضية كحد ادنى مقبول يساوي (IIC – 54) .

(د) الفنادق :

يبين الجدول رقم (10) الرموز الدالة على الخطوط البيانية لمنسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير (L_n) الموصى به كحد اعلى لضمان الراحة الصوتية والخطوط البيانية لمنسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير (L_n) الموصى به كحد اعلى مقبول والمنقول بوساطة الارضيات الفاصلة بين الاجزاء العلوية والاجزاء السفلية في الفنادق .

الجدول رقم (10)

عزل الصوت الصدمي الموصى به للارضيات

الفاصلة بين اجزاء مباني الفنادق

الغرف السفلية	غرف النوم	الغرفة العلوية: غرفة النوم	غرف الخدم والممرات	الحمامات والمطابخ
		II 49 – 46	II (49 – 46)*	I 57 – 54

(49 – 46)*: تعني ان الحد الادنى لصنف عزل الصوت الصدمي للارضية لضمان الراحة الصوتية يساوي (IIC – 49) وان الحد الأدنى لصنف عزل الصوت الصدمي للارضية كحد ادنى مقبول يساوي (IIC – 46) .

(هـ) المستشفيات :

يبين الجدول رقم (11) الرموز الدالة على الخطوط البيانية لمنسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير (L_n) الموصى به كحد اعلى لضمان الراحة الصوتية والخطوط البيانية لمنسوب ضغط الصوت المعاير (L_n) الموصى به كحد اعلى مقبول ، والمنقول بوساطة الارضيات الفاصلة بين الاجزاء العلوية والاجزاء السفلية في المستشفيات .

الجدول رقم (11)

عزل الصوت الصدمي الموصى به للارضيات

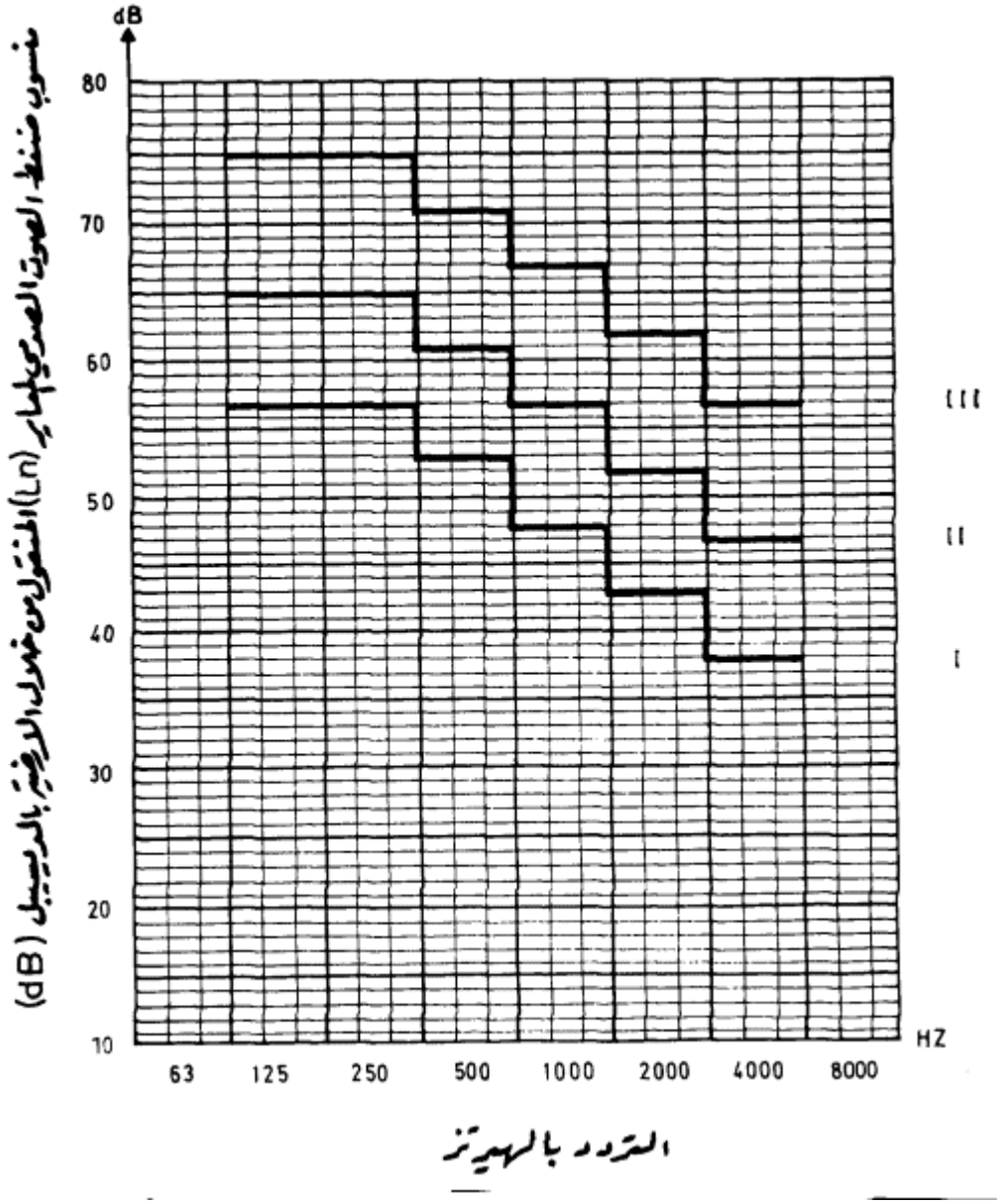
الفاصلة بين اجزاء مباني المستشفيات

		الغرف العلوية		
		غرف النوم	غرف الخدم والممرات	الحمامات والمطابخ
		II	II	II
الغرف السفلية	غرف النوم	49 – 46	49 - 46	(57 – 54)*
		II	I	I
	غرف فحص مكثف وعمليات	49 – 46	57 - 54	57 - 54

(57 – 54)*: تعني ان الحد الادنى لصنف عزل الصوت الصدمي للارضية لضمان الراحة الصوتية يساوي (IIC – 57)، وان الحد الادنى لصنف عزل الصوت الصدمي للارضية كحد ادنى مقبول يساوي (IIC – 54) .

(و) الخطوط البيانية :

(1) يبين الشكل رقم (5) الخطوط البيانية ذات الرموز (I)، (II) ، (III) التي تمثل العلاقة بين منسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير (L_n) ، والمنقول بوساطة الأرضيات الفاصلة بين الاجزاء العلوية والسفلية للمباني وبين التردد ، كحد اعلى لضمان الراحة الصوتية.



الشكل رقم (5)

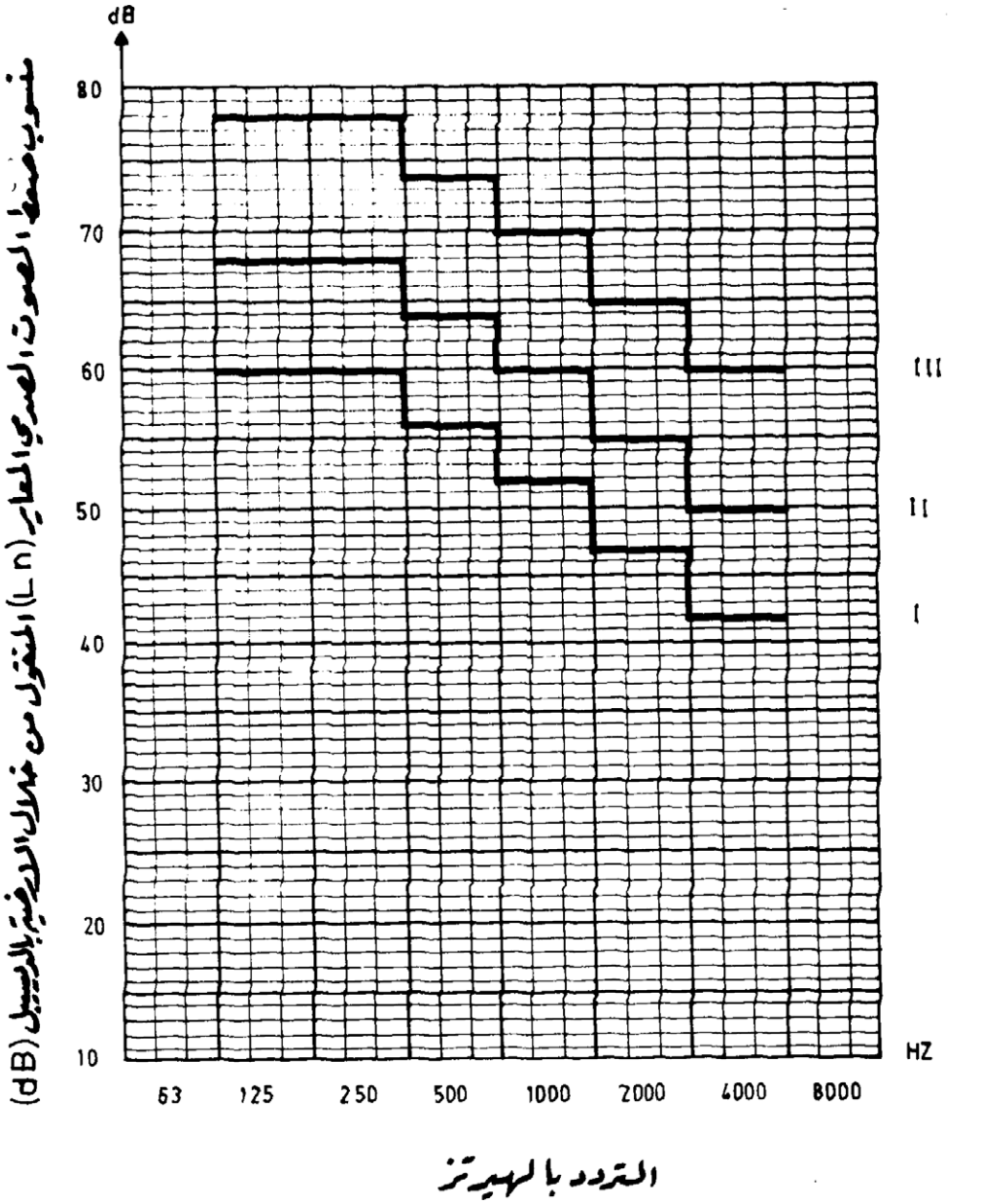
الخطوط البيانية (I) , (II) , (III)

الخاصة بمنسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير

كحد أعلى لضمان الراحة الصوتية

(2) يبين الشكل رقم (6) الخطوط البيانية ذوات الرموز(I) ، (II) ، (III) التي تمثل العلاقة بين منسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير (L_n) المنقول بوساطة الارضيات الفاصلة بين الاجزاء السفلية للمباني وبين التردد كحد

اعلى مقبول .



الشكل رقم (6)

الخطوط البيانية(I) , (II) , (III) الخاصة

بمنسوب ضغط الصوت الصدمي المعاير كحد

اعلى مقبول

3/3/3 المواصفات المعتمدة :

التوصيات الواردة في البند رقم (3/3/2) مقتبسة من المواصفات القياسية البلجيكية رقم (NBN – SO1 – 400) والمواصفات القياسية الاميركية رقم (ASTM – E 492) .

4/ 3 معايير عزل الواجهات للصوت
(Criteria for Sound Insulation of Facades)

3/4/1 عام :

يرمز بالأرقام الرومانية (V) ، (VI) ، (VII) ، (VIII) للخطوط البيانية التي تمثل العلاقة بين عزل الواجهات للصوت وبين التردد ، تلك العلاقة اللازم توفرها في واجهات المباني كحد ادنى لضمان الراحة الصوتية . كما يرمز كل رقم منها الى الخط البياني الذي يمثل العلاقة بين عزل الواجهة للصوت وبين التردد الواجب توفرها كحد ادنى مقبول .

3/4/2 عزل الواجهات للصوت (R′) :

(أ) **المباني السكنية :**

يبين الجدول رقم (12) الرموز الدالة على الخطوط البيانية لعزل الواجهات للصوت (R′) الموصى به كحد ادنى لضمان الراحة الصوتية ، والدالة على الخطوط البيانية لعزل الواجهات للصوت (R′) الموصى به كحد ادنى مقبول ، وذلك لواجهات المباني السكنية .

الجدول رقم (12)

عزل الصوت الموصى به لواجهات المباني السكنية

المكـــان		منسوب ضغط الضجيج (L) خارج المبنى dB(A)		
		55 < L ≤ 65	65 < L ≤ 75	L > 75
غرف النوم	للراحة الصوتية	VI	V	V
		*29	34	34
	للحد الادنى المقبول	VII	VI	V
		24	29	34
		VII	VI	V

غرف المعيشة	للراحة الصوتية	24	29	34
	للحد الادنى المقبول	VIII	VII	VI
المطبخ	للراحة الصوتية	19	24	29
	للحد الادنى المقبول	VIII	VII	VII
		19	24	24
		-	VIII	VIII
			19	19
غرف اللعب	للراحة الصوتية	VIII	VII	VII
	للحد الادنى المقبول	19	24	24
		-	VIII	VIII
			19	19
الحمامات	للراحة الصوتية	VIII	VII	VII
	للحد الادنى المقبول	19	24	24
		-	VIII	VIII
			19	19

29*: يعني ان الحد الادنى لصنف انتقال الصوت للواجهة يساوي $(STC - 29)$.

(ب) المدارس والاماكن التعليمية :

يبين الجدول رقم (13) الرموز الدالة على الخطوط البيانية لعزل الواجهات للصوت (R') الموصى به كحد ادنى لضمان الراحة الصوتية ، والدالة على الخطوط البيانية لعزل الواجهات للصوت (R') الموصى به كحد ادنى مقبول ، وذلك لواجهات المدارس والاماكن التعليمية .

الجدول رقم (13)

عزل الصوت الموصى به لواجهات مباني المدارس والاماكن التعليمية

المكـان		منسوب ضغط الضجيج (L) خارج المبنى dB(A)		
		$65 \geq L > 55$	$75 \geq L > 65$	$L > 75$
غرف المطالعة	للراحة الصوتية	VI	V	V
		29	34	34
	للحد الادنى	VII	VI	V

		المقبول	*24	29	34
	تعليم عالي	للراحة الصوتية	VII	VI	V
		للحد الأدنى	24	29	34
غرف المحاضرات		المقبول	VIII	VII	VI
	تعليم عادي	للراحة الصوتية	19	24	29
		للحد الأدنى	VII	VII	VI
		المقبول	24	24	29
غرف الموسيقى		للراحة الصوتية	–	VIII	VIII
		المقبول		19	24
		للحد الأدنى	VI	V	V
		المقبول	29	34	34
		للحد الأدنى	VII	VI	V
		المقبول	24	29	34

*24 : تعني ان الحد الادنى لصنف انتقال الصوت للواجهة يساوي (STC – 24) .

(ج) المكاتب :

يبين الجدول رقم (14) الرموز الدالة على الخطوط البيانية لعزل الواجهات للصوت (R') الموصى به كحد ادنى لضمان الراحة الصوتية ، والدالة على الخطوط البيانية المبينة لعزل الواجهات للصوت (R') الموصى به كحد ادنى مقبول ، وذلك لواجهات المكاتب .

الجدول رقم (14)

عزل الصوت الموصى به لواجهات مباني المكاتب

منسوب ضغط الضجيج خارج المبنى (L) dB(A)	غرف الادارة		غرف الموظفين الاداريين		غرف تتسع لعدد من الموظفين	
	للراحة الصوتية	للحد الادنى المقبول	للراحة الصوتية	للحد الادنى المقبول	للراحة الصوتية	للحد الادنى المقبول
55 < L ≤ 65	VI	VII	VII	VIII	VIII	_
	29	24	24	*19	19	
65 < L ≤ 75	V	VI	VI	VII	VII	VIII
	34	29	29	24	24	19
L > 75	V	V	V	VI	VI	VII
	34	34	34	29	29	29

*19: تعني ان الحد الادنى لصنف انتقال الصوت للواجهة يساوي (STC – 19) .

(د) الفنادق :

يبين الجدول رقم (15) الرموز الدالة على الخطوط البيانية لعزل الواجهات للصوت (R′) الموصى به كحد ادنى لضمان الراحة الصوتية ، والدالة على الخطوط البيانية لعزل الواجهات للصوت (R′) الموصى به كحد ادنى مقبول ، وذلك لواجهات الفنادق وفقا لما هو مبين في الجدول رقم (15) .

الجدول رقم (15)

عزل الصوت الموصى به لواجهات مباني الفنادق

منسوب ضغط الضجيج (L)	غرف النوم

خارج المبنى dB (A)	للراحة الصوتية	للحد الأدنى المقبول
$65 \geq L > 55$	VI	VII
	29	24
$75 \geq L > 65$	V	VI
	34	29
$L > 75$	V	V
	34	*34

*34 : تعني ان الحد الادنى لصنف انتقال الصوت للواجهة يساوي (34 – STC) .

(هـ) المستشفيات :

يبين الجدول رقم (16) الرموز الدالة على الخطوط البيانية لعزل الواجهات للصوت (R') الموصى به كحد ادنى لضمان الراحة الصوتية ، والدالة على الخطوط البيانية لعزل الواجهات للصوت (R') الموصى به كحد ادنى مقبول وذلك لواجهات المستشفيات .

الجدول رقم (16)

عزل الصوت الموصى به لواجهات مباني المستشفيات

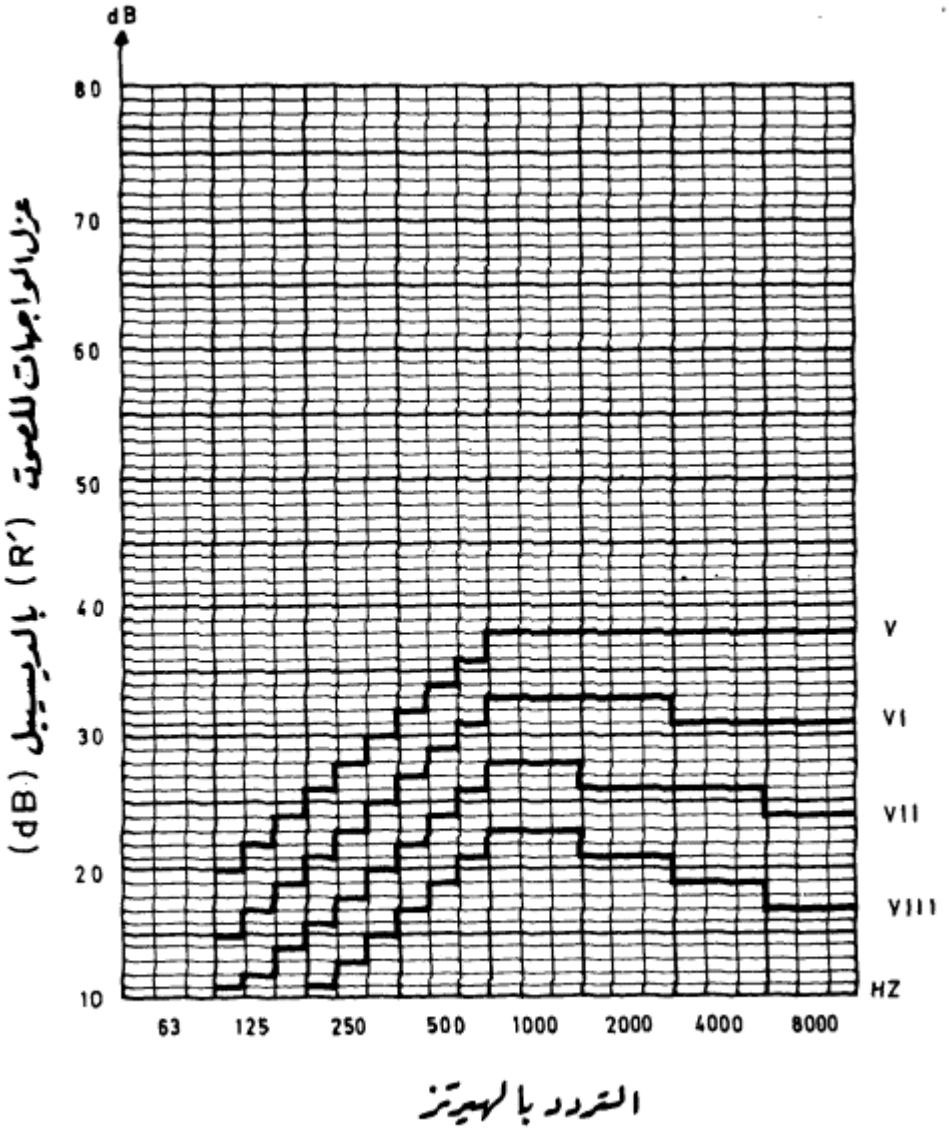
منسوب ضغط الضجيج خارج المبنى	غرف النوم		غرف فحوص مكثفة ومكان عمليات	
	للراحة	للحد الادنى	للراحة	للحد الادنى

dB (A)	الصوتية	المقبول	الصوتية	المقبول
$65 \geq L > 55$	VI	VII	VI	VII
	*29	24	29	24
$75 \geq L > 65$	V	VI	V	VI
	34	29	34	29
$75 < L$	V	V	V	V
	34	34	34	34

*29: تعني ان الحد الادنى لصنف انتقال الصوت للواجهة يساوي (29 – STC) .

(و) **الخطوط البيانية :**

يبين الشكل رقم (7) الخطوط البيانية ذات الرموز (V) ، (VI) ، (VII) ، (VIII) التي تمثل العلاقة بين عزل الواجهات للصوت (R') وبين التردد كحد ادنى لضمان الراحة الصوتية ، او كحد ادنى مقبول .



الشكل رقم (7)

الخطوط البيانية (V) ، (VI) ، (VII) (VIII)

الخاصة بعزل الواجهات للصوت كحد ادنى لضمان

الراحة الصوتية او كحد ادنى مقبول

4/3/3 المواصفات المعتمدة :

التوصيات الواردة في البند رقم (3/4/2) مقتبسة من المواصفات القياسية البلجيكية رقم (NBN – SO1 – 400) والمواصفات القياسية الاميركية رقم $(ASTM - E\ 90)$ والمواصفات القياسية الاميركية رقم (ASTM – E 413) .

3/5 زمن الترديد الامثل (Optimal Reverberation Time)

3/5/1 زمن الترديد الامثل لقاعات الاستماع : (Optimal Reverberation Time for Auditoriums)

يوصى بان يكون زمن الترديد الامثل لقاعات الاستماع في نطاق التردد المحصور بين (500)و (1000) هيرتز مطابقا لما هو مبين في الجدول رقم (17) .

الجدول رقم (17)

ازمان الترديد المثلى الموصى بها لقاعات الاستماع

نوع الصوت	القاعة واستعمالها	زمن الترديد الأمثل بالثواني	
		الحد الأقصى	الحد الأدنى
خطابة	قاعات تسجيل وبث اذاعي.	0.6	0.4
	غرف صف مدرسية.	0.9	0.5
	دار تمثيل وانتاج مسرحي.	1.2	0.8
	غرف محاضرات ومؤتمرات.	1.4	0.6
موسيقى وخطابة	قاعات سينما.	1.3	0.7
	مسرح صغيرة.	1.5	1.1
	قاعات استماع لاغراض عامة.	1.9	1.4

	أماكـن دينيـة.	3.4	1.2

تابع جدول رقم (17)

ازمان الترديد المثلى الموصى بها لقاعات الاستماع

نوع الصوت	القاعـة واستعمالهـا	زمن الترديد الأمثـل بالثوانـي	
		الحد الأقصى	الحد الأدنى
	اماكن رقص.	1.3	0.8
	قاعات مسرحيات هزلية (كوميدية) واوبرا قصيرة .	1.5	1.05
موسيقى	قاعات لموسيقى كونسرت (Concert) وموسيقى شبه تقليدية (Semi – Classical) ومجموعات فرق موسيقية .	1.9	1.1
	قاعات اعمال فرق موسيقية معاصرة وقاعات كغرف موسيقى منفردة .	1.9	1.2
	قاعات أوبرا.	1.9	1.3
	قاعات اعمال فرق موسيقية دنيوية .	2.15	1.6
	قاعات استماع للموسيقى السمفونية.	2.2	1.6
		3.4	1.9

قاعات استماع لفرقة موسيقية دينية او

لمجموعة من المرتلين لولالة اورغون .

3/5/2 زمن الترديد الامثل للمدارس :
(Optimal Reverberation Time for Schools)

يكون زمن الترديد الامثل الموصى به لغرف المدارس مطابقا لما هو مبين في الجدول رقم (18) .

الجدول رقم (18)

ازمان الترديد المثلى الموصى بها للمدارس

الغرفة	زمن الترديد الامثل بالثواني	
	الغرفة ممتلئة بالحضور	الغرفة خالية من الحضور
قاعات الاجتماع	1.0 – 1.25	1.5 – 2.5
	حسب حجم القاعة	حسب حجم القاعة
غرف تعليم الموسيقى	0.75 – 1.25	1.5
برك السباحة الداخلية والملاعب	–	1.5
غرف الطعام	–	1.25
غرف الصف	0.75	1.25
المكاتب وغرف التدريب على الموسيقى	0.5 – 1.0	1.0

الباب الرابع

معايير للبيئة الصوتية
(Criteria for Acoustic Environment)

4/1 عام

4/1/1 التأثيرات السلبية للضجيج (Negative Effects of Noise) :

* تأثير فسيولوجي عملي (Physiological - Practical) مرتبط بمناسيب الضجيج التي تسبب الازعاج (Annoyance) والاضطراب (Disturbance) للنشاطات اليومية اثناء العمل او الراحة .
* تأثير فسيولوجي (Physiological) على الجسم متضمنا فقدان السمع واضرار اخرى .

4/1/2 الضجيج والازعاج (Noise and Annoyance) :

يعتمد الازعاج الناتج عن الضجيج بشكل عام على ما يلي :-

(1) علو الضجيج (Loudness of Noise) : اذ كلما زاد علو الضجيج زاد الازعاج الناتج عنه .

(2) تردد الضجيج : فالازعاج الناتج عن الضجيج عالي التردد اكثر من الازعاج الناتج عن الضجيج منخفض التردد .

(3) استمرارية الضجيج : فالازعاج الناتج عن الضجيج المتقطع (Intermittent Noise) اكثر من الازعاج الناتج عن الضجيج المستمر (Continuous Noise) .

(4) نغمة الضجيج : فالازعاج الناتج عن الضجيج ذي النغمة النقية (Pure – tone) اشد من الازعاج الناتج عن الضجيج الواسع النطاق (Broad – band) .

(5) مصدر الضجيج : فالازعاج الناتج عن ضجيج مصدر متحرك او ضجيج غير محدد المصدر (الترديدي) اشد من الازعاج الناتج عن ضجيج ثابت او محدد المصدر .

(6) وضوح الضجيج : فالازعاج الناتج عن الضجيج المفهوم (مثل صوت مذياع مجاور) اكثر من الازعاج الناتج عن ضجيج غير مفهوم (None Sense) .

1/3/4 دليل اللفظ الواضح (Articulation Index) (AI) :

هو نسبة الاجابات الصحيحة التي يحققها جمهور من المستمعين عندما تقرأ عليهم مقاطع متوازنة لفظيا وعديمة المعنى عليهم بغرض اجراء اختبار اللفظ الواضح (Articulation Test) مع وجود مناسيب وتركيبات متعددة من ضجيج الخلفية الى مجموع المقاطع المقروءة كلها . واذا كان دليل اللفظ الواضح (AI) لقاعة مساويا (80) بالمائة او اكثر من ذلك فان المستمعين يستطيعون فهم كل عبارة تلقى في تلك القاعة بسهولة . واذا كان دليل اللفظ الواضح (AI) مساويا (75) بالمائة فان على المستمعين ان يركزوا لفهم كل ما يقرأ . – اما اذا كان دليل اللفظ الواضح اقل من (65) بالمائة فان وضوح الكلام يكون ضعيفا للغاية .

4/1/4 منسوب تداخل الكلام (Speech Interference Level) (SIL) :

منسوب تداخل الكلام هو المتوسط الحسابي بالديسيبل لمناسيب ضجيج الخلفية (Background Noise Levels) في ثلاث نطاقات اجوبة هي :–

* (600 – 1200) هيرتز
* (1200 – 2400) هيرتز
* (2400 – 4800) هيرتز

هذا ويكون أقصى منسوب تداخل كلام (SIL) يسمح بالسماع المقبول للمحادثة العادية على مسافات مختلفة بين المصدر والسامع مطابقا لما هو وارد في الجدول رقم (19) .

الجدول رقم (19)

اقصى منسوب تداخل كلام للسماع المقبول

للمحادثة العادية بين المتكلم والسامع

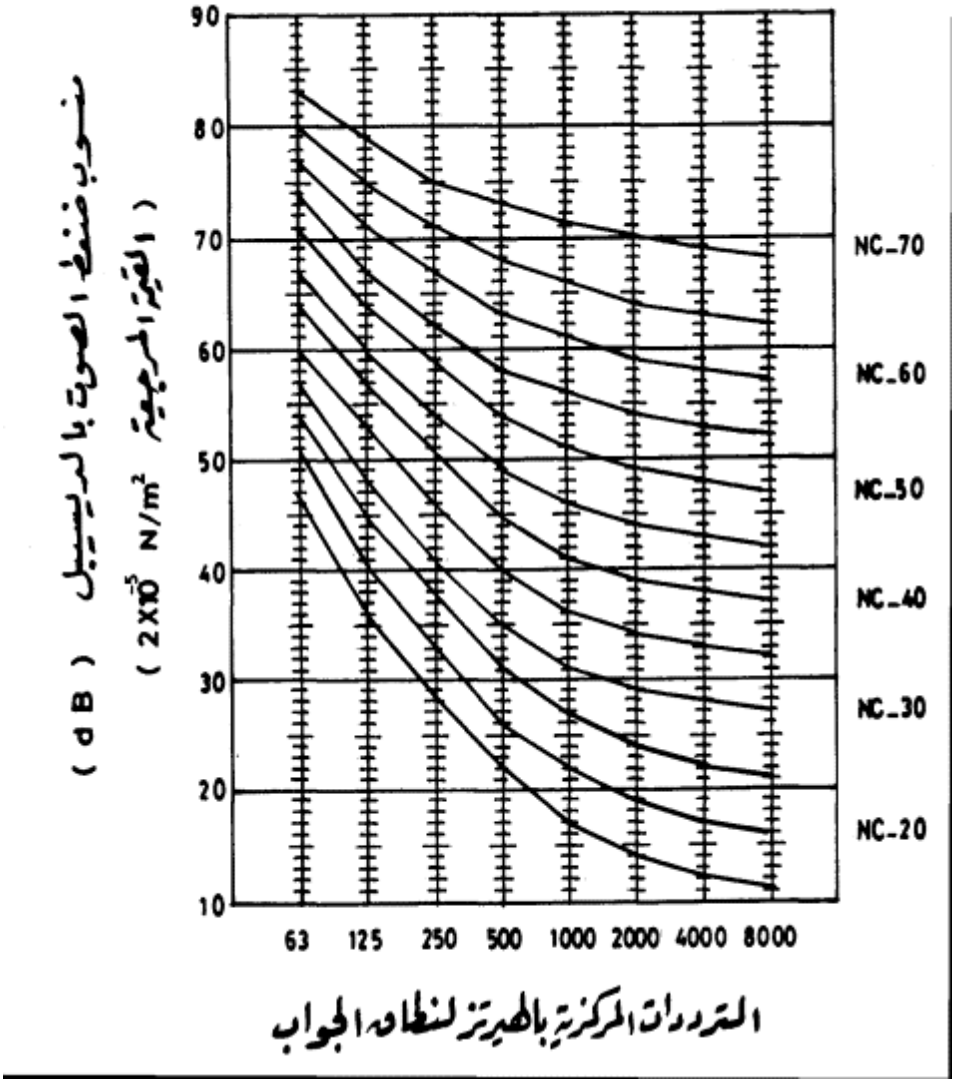
المسافة بين المتكلم والسامع	اقصى منسوب تداخل كلام (SIL) بالديسيبل (dB) [منسوب ضجيج الخلفية بالديسيبل (dB)]			
(بالمتر)	للصوت العادي	للصوت العالي	للصوت العالي جدا	للصراخ
0.15	71	77	83	89
0.3	65	71	77	83
0.6	59	65	71	77
1.0	55	61	67	73
1.25	53	59	65	71
1.5	51	57	63	69
2.0	49	55	61	67
4.0	43	49	55	61
7.3	37	43	49	55

4/2 منحنيـات معايير الضجيـج
(Noise Criteria Curves) (NC – Curves)

2/1/4 بنيت منحنيات معايير الضجيج على افتراض ان الناس يفضلون الكلام بمنسوب علو صوت (Loudness Level) لا يزيد باكثر من (22) فون عن منسوب علو ضجيج الخلفية واشراك مناسيب تداخل الكلام مع ذلك الافتراض . لذا فان تلك المنحنيات تمثل مناسيب علو تزيد بمقدار (22) فون عن مناسيب تداخل الكلام (SIL) بالديسيبل (dB) .

2/2/4 تكون منحنيات معايير الضجيج وفقا لما هو مبين في الشكل رقم (8) .

4/2/3 لايجاد منحنى معيار الضجيج لمعاورة ضجيج معين ، يقاس طيف نطاق الجواب لذلك الضجيج في نطاق التردد (125) هيرتز الى (4000) هيرتز ، ثم يرسم ذلك الطيف على ورقة منحنيات معايير الضجيج ، فيكون منحنى معيار الضجيج الادنى الذي لا يزيد عنه أي جزء من منحنى الطيف المرسوم هو منحنى معيار ذلك الضجيج .



الشكل رقم (8)

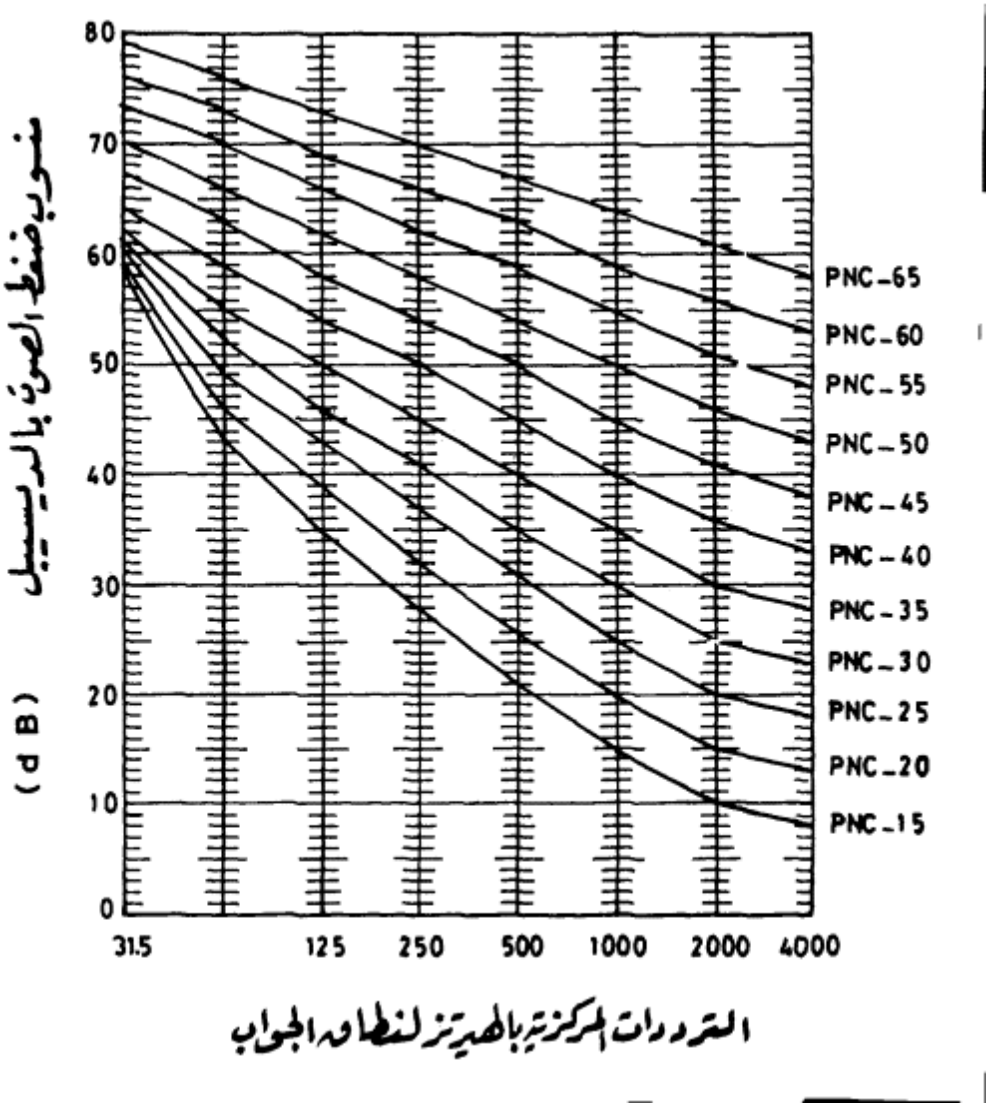
منحنيات معايير الضجيج (NC – Curves)

4/3 منحنيـات معايـير الضجيـج المفضلـة
(Preferred Noise Criteria Curves) (PNC – Curves)

4/3/1 بعد تبني مجموعة من الترددات المفضلة للتحليل متوكزة على الترددات (500) و (1000) و (2000) هيرتز استبدلت مناسيب تداخل الكلام (SIL) بمناسيب تداخل الكلام المفضلة (Preferred Speech Interference (PSIL) Levels) وهي اعلى بمقدار (3) ديسيبل من مناسيب تداخل الكلام (SIL) . ونتيجة لذلك فقد استبدلت منحنيات معايير الضجيج (NC – Curves) بمنحنيات معايير الضجيج المفضلة (PNC – Curves)

3/2/4 تكون منحنيات معايير الضجيج المفضلة (PNC – Curves) وفقا لما هو مبين في الشكل رقم (9) .

4/3/3 لايجاد منحنى معيار الضجيج المفضل لمعاينة ضجيج معين ، يقاس طيف نطاق الجواب لذلك الضجيج في نطاق التردد (125) الى (4000) هيرتز ، ثم يرسم ذلك الطيف على ورق منحنيات معايير الضجيج المفضلة ، فيكون منحنى معيار الضجيج المفضل الادنى الذي لا يزيد عنه أي جزء من منحنى الطيف المرسوم هو منحنى معيار الضجيج المفضل لذلك الضجيج .



الشكل رقم (9)

منحنيات معايير الضجيج المفضلة (PNC – Curves)

4/4 توصيات لمعايير الضجيج للبيئات المختلفة
(Recommended Noise Criteria for Various Environments)

4/4/1 يمكن استعمال منحنيات معايير الضجيج (NC – Curves) او منحنيات معايير الضجيج المفضلة (PNC – Curves) او ايجاد منسوب ضغط الصوت بالديسيبل (أ) [dB(A)] لمعايرة الضجيج داخل المباني .

(PNC – Curves) (NC – Curves)

ومناسيب ضغط الصوت بالديسيبل (أ) [dB(A)] المكافئة لها للبيئات المختلفة وفقا لما هو وارد في الجدول رقم (20) .

الجدول رقم (20)

قيم منحنيات معايير الضجيج ومنحنيات معايير الضجيج المفضلة ومناسيب ضغط الصوت لبيئات مختلفة

الرقم	نوع المكان ومتطلباته الصوتية	قيم منحنيات معايير الضجيج المفضلة (PNC Curves)	قيم منحنيات معايير الضجيج (NC – Curves)	مناسيب ضغط الصوت المكافئة ديسيبل (أ) dB (A)
1	قاعات كونسرت (Concert Halls) ودور اوبرا وقاعات ترتيل(Recital – Halls) (الإنصات لأصوات موسيقية خافتة)	10 – 20	10 – 20	20 – 30
2	ستوديوهات اذاعية واستوديوهات تسجيل (ميكروفون حساس)	10 – 20	15 – 20	25 – 30
3	قاعات استماع كبيرة ومسارح دراما كبيرة وبيوت واماكن عبادة (ظروف انصات ممتازة)	20 كحد أقصى	20 – 25	30 – 35
4	ستوديوهات إذاعة وتلفزيون وتسجيل (ميكروفون عادي)	25 كحد أقصى	20 – 25	30 – 35
5	قاعات استماع صغيرة ومسارح صغيرة وغرف موسيقى وغرف اجتماعات ومؤتمرات كبيرة (للانصات الجيد)	لا يزيد عن 35	25 – 30	35 – 40
6	غرف نوم ، اماكن نوم ، مستشفيات،	25 – 40	25 – 35	35 – 45

	مساكن ، شقق ، فنادق وغيرها (للنوم والراحة والاسترخاء)			
7	مكاتب خصوصية او شبه خصوصية وغرف مؤتمرات صغيرة وغرف صف ومكتبات وغيرها (لظروف انصات جيدة)	30 – 40	30 – 35	40 – 45

تابع الجدول رقم (20)

قيم منحنيات معايير الضجيج ومنحنيات معايير الضجيج المفضلة ومناسيب ضغط الصوت لبيئات مختلفة

الرقم	نوع المكان ومتطلبات الصوتية	قيم منحنيات معايير الضجيج المفضلة	قيم منحنيات معايير الضجيج	مناسيب ضغط الصوت المكافئة
		(PNC – Curves)	(NC – Curves)	ديسيبل (أ) dB (A)
8	غرف المعيشة والاماكن المشابهة في المساكن (للمحادثة او الانصات للراديو والتلفزيون).	30 - 40	35 - 45	45 – 55
9	مكاتب كبيرة ، اماكن الاستقبال ومحلات بيع بالتجزئة وكفتيريا ومطاعم وما شابهها (ظروف انصات متوسطة).	35 - 45	35 - 50	45 – 60
10	صالات الانتظار واماكن العمل في المختبرات وغرف الرسم والهندسة واماكن السكرتارية العامة (ظروف انصات مقبولة).	40 - 50	40 - 45	50 – 55
11	غرف صيانة وغرف معدات مكتبية وكمبيوتر ومطابخ ومصابغ (ظروف انصات متوسطة) .	45 - 55	45 – 60	55 – 70
12		50 - 60	-	-

متاجر ومرائب (Garages) وغرف تحكم بمحطات الطاقة وما شابهها (فقط للكلام المقبول والاتصالات الهاتفية) هذا ولا يوصى بالمناسيب الاعلى من (PNC – 60) لاي مكتب او ظرف اتصال .			
13	اماكن عمل حيث يكون الكلام او الاتصال بالهاتف غير مطلوب على الا يكون هناك مخاطرة لاتلاف السمع .	60 – 75	- -

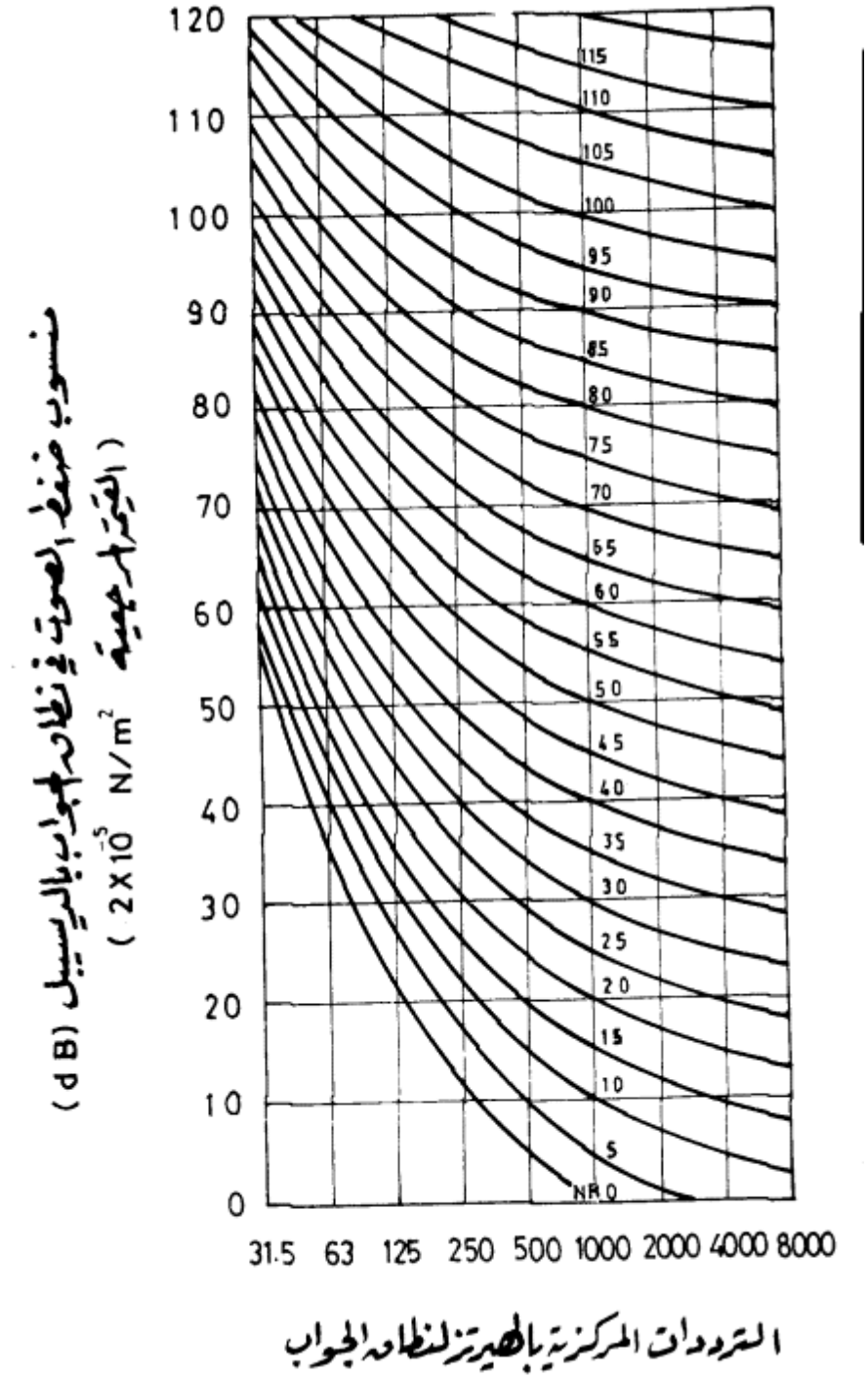
5/4 منحنيات معايرة الضجيج (Noise Rating Curves) (NR – Curves)

4/5/1 عام :

اقترحت منحنيات معايرة الضجيج من قبل منظمة التقييس الدولية (International Standarization (ISO) Organizations) وهي مجموعة بنائية من المنحنيات تربط منسوب ضغط الصوت (Sound Pressure Level) في نطاق الجواب (Octave Band) مع التردد المركزي (Central Frequency) لذلك النطاق . وكل من هذه المنحنيات مميز بمعايرة ضجيج (Noise Rating) تساوي عدديا منسوب ضغط الصوت عند نقطة تقاطعه مع خط الاحداثي الرأسي المار بالتردد (1000) هيرتز . وهذه المنحنيات مبينة في الشكل رقم (10) و الجدول رقم (21) .

4/5/2 استعمال منحنيات معايرة الضجيج :

لتعيين منحنى معايرة ضجيج معين ، يقاس طيف ذلك الضجيج في نطاق الجواب عند كل تردد مركزي ضمن نطاق الترددات (125) هيرتز الى (4000) هيرتز وذلك بالديسيبل (أ) ، ثم يرسم ذلك الطيف على ورقة منحنيات معايرة الضجيج . يقارن المنحنى الناتج بمنحنيات معايرة الضجيج فيكون اعلى منحنى معايرة للضجيج يكون الطيف المذكور ماسا له هو منحنى معايرة ذلك الضجيج .



الشكل رقم (10)

منحنيات معايرة الضجيج (NR – Curves)

الجدول رقم (21)

جدول منحنيات معايرة الضجيج

معايرة الضجيج	مناسيب ضغط الصوت في نطاق الجواب بالديسيبل (dB)								
	الترددات المركزية (Hz)								
NR	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0	55.4	35.5	22.0	12.0	4.8	0	-3.5	-6.1	-8.0
5	58.8	39.4	26.3	16.6	9.7	5	+1.6	-1.0	-2.8
10	62.2	43.4	30.7	21.3	14.5	10	6.6	+4.2	+2.3
15	65.5	47.3	35.0	25.9	19.4	15	11.7	9.3	7.4
20	69.0	51.3	39.4	30.6	24.3	20	16.8	14.4	12.6
25	72.4	55.2	43.7	35.2	29.2	25	21.9	19.5	17.7
30	75.8	59.2	48.1	39.9	34.0	30	26.9	24.7	22.9
35	79.2	63.1	52.4	44.5	38.9	35	39.0	29.8	28.0
40	82.6	67.1	56.8	49.2	43.8	40	37.1	34.9	33.2
45	86.0	71.0	61.1	53.6	48.6	45	42.2	40.0	38.3
50	89.4	75.0	65.5	58.5	53.5	50	47.2	45.2	43.5
55	92.9	78.9	69.8	63.1	58.4	55	52.3	50.3	48.6
60	96.3	82.9	74.2	67.8	63.2	60	57.4	55.4	53.8
65	99.7	86.8	78.5	72.4	68.1	65	62.5	60.5	58.9
70	103.1	90.8	82.9	77.1	73.0	70	67.5	65.7	64.1
75	106.5	94.7	87.2	81.7	77.9	75	72.6	70.8	69.2
80	109.9	98.7	91.6	86-4	82.7	80	77.7	75.9	74.4
85	113.3	102.6	25.9	91.0	87.6	85	82.8	81.0	79.5
90	116.7	106.6	100.3	95.7	92.5	90	87.8	86.2	84.5
95	120.1	110.5	104.6	100.3	97.3	95	22.9	91.3	89.8
100	123.5	109.0	109.0	105.0	102.2	100	98.0	96.4	95.0
105	126.9	113.3	113.3	109.6	107.1	105	103.1	101.5	100.1
110	130.3	117.7	117.7	114.3	111.9	110	108.1	106.7	105.3
115	133.7	122.0	122.0	118.9	116.8	115	113.2	111.8	110.4
120	137.1	126.4	126.4	123.6	121.7	120	118.3	116.9	115.6
125	140.5	134.2	130.7	128.2	126.6	125	123.4	122.0	120.7
130	143.9	138.2	135.1	132.9	131.4	130	128.4	127.2	125.9

4/5/3 قيم معايرة الضجيج (NR) الموصى بها لبيئات مختلفة :
(Recommended Noise Rating Values for Different Environments)

(أ) يمكن استعمال منحنيات معايرة الضجيج (NR – Curves) لتقييم الضجيج في الاماكن السكنية وفي الاماكن الصناعية وضجيج المرور وذلك فيما يتعلق بالازعاج وفعالية العمل والنشاطات الاجتماعية وغيرها .

(ب) تكون قيم منحنيات معايرة الضجيج (NR – Curves) الموصى بها لبيئات مختلفة وفقا لما هو وارد في الجدول رقم (22) .

الجدول رقم (22)

منحنيات معايرة الضجيج الموصى بها لبيئات مختلفة

الرقم	البيئـــة	مدى منحنيات معايرة الضجيج (NR - Curves) المحتمل ان تكون مقبولـة (dB)
1	الورش	60 – 70
2	المكاتب التي بها مكنـات	50 – 55
3	ملاعب الرياضة وقاعات الرياضة وحمامات السباحة	40 – 50
4	المطاعم بانواعها واماكن الأكل	35 – 45
5	المكاتب الخصوصية والمكتبات وقاعات المحاكم	30 –40
6	السينما ، والمستشفيات وغرف المؤتمرات الصغيرة ودور العبادة	25 – 35
7	غرف الصف وستوديوهات التلفزيون وغرف المؤتمرات الكبيرة	20 – 30
		20 – 25

8	قاعات موسيقى الكونسرت (Concert Halls) والمسلح	
9	العيادات التجميلية وعيادات أمراض الأذن	10 – 20

4/6 التعرض للضجيج المهني (Occupational Noise Exposure)

6/1/4 يجب وقاية الاشخاص من تأثيرات التعرض للضجيج اذا زادت مناسيب ضغط الضجيج وفترات التعرض لها عما هو ولرد في الجدول رقم (23) مقاسة بالديسيبل (أ) ، وبجهاز قياس منسوب الصوت على الاستجابة البطيئة (Slow Response) .

الجدول رقم (23)

مناسيب ضغط الضجيج وفترات التعرض القصوى الموصى بها

منسوب ضغط الضجيج مقاسا على الاستجابة البطيئة بالديسيبل (أ) dB(A)	فترة التعرض الزمنية في اليوم (بالساعة)
90	8
92	6
95	4
97	3
100	2

1.5	102
1	105
0.5	110
0.25او اقل	115

4/6/2 اذا تعرض المستخدمون (Employees) لمناسيب ضغط صوت لمدة تزيد عما هو وارد في الجدول رقم (23) فانه يجب استخدام ضوابط لتخفيضها . والا فانه يجب تزويد المستخدمين بمعدات الوقاية اللازمة.

6/3/4 اذا كانت التغيرات في مناسيب الضجيج تشمل الحد الاقصى على فترات زمنية تساوي كل منها ثانية واحدة او اقل فانه يمكن اعتبار تلك المناسيب على انها مستمرة.

4/6/4 عندما يكون التعرض اليومي للضجيج على فترتين زمنيتين او اكثر ويكون ذلك الضجيج ذا مناسيب مختلفة فانه يجب اعتبار التأثير المشترك لها جميعا بدلا من اعتبار التأثير المنفرد لكل منها . هذا ويقيم عامل التعرض لمناسيب مختلفة على فترات زمنية متعددة من المعادلة التالية :-

$$F_{eq} = \frac{t_1}{\ell_1} + \frac{t_2}{\ell 2} + \ldots + \frac{t_n}{\ell_n} \qquad (17)$$

حيث :

F_{eq} = عامل التعرض للضجيج المكافئ .

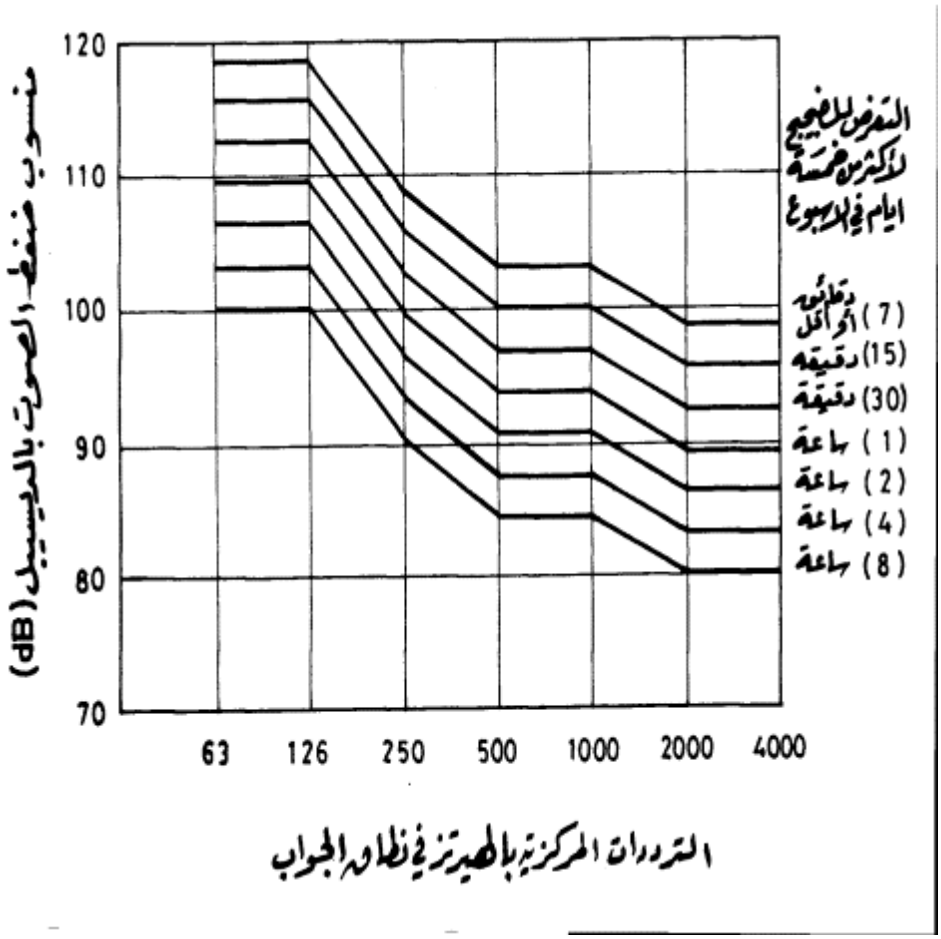
t_i = زمن التعرض رقم (i) لضجيج ذي منسوب معلوم (ثانية) .

t_i = زمن التعرض رقم (i) المسموح به للضجيج ذي المنسوب المعلوم (ثانية) وتؤخذ من الجدول رقم (23).

وإذا كانت قيمة(F_{eq}) تزيد عن (1) فان التعرض يزيد عن القيم المسموح بها حسب الجدول رقم (23). هذا ويجب الا

يزيد منسوب الضجيج النبضي (Impulsive) او الضجيج الصدمي (Impact) الذي يتعرض له الانسان عن (140) ديسيبل كقيمة عظمى (Peak Value) .

6/5/4 يبين الشكل رقم (11) منحنيات معايير مخاطرة تلف السمع (Hearing Damage Risk Criteria Curves) (HDRC – Curves) عند الانسان .



الشكل رقم (11)

منحنيات معايير مخاطرة تلف السمع

عند الانسان (HDRC – Curves)

الملحق (أ)

قانون الكتلة
(Mass Law)

(أ/1) يعتمد نقصان الصوت بالانتقال لجدار ذي طبقة واحدة (Single Leaf Wall) على مقدار كتلة ذلك الجدار لكل متر مربع من مساحة سطحه المعرضة للصوت ، وعلى تردد ذلك الصوت وذلك حسب قانون الكتلة . ويكون هذا القانون قابلا للتطبيق في نطاق الترددات المنخفضة حيث يزداد نقصان الصوت بالانتقال خلال الجدار ذي الطبقة الواحدة في نطاق الترددات المنخفضة بمقدار (6) ديسيبل $(6\,dB)$ لكل ضعف من ذلك التردد او لكل ضعف من كتلة وحدة المساحة .ويحسب نقصان الصوت بالانتقال لهذا الوع من الجدران من المعادلة التالية :-

$$D_n = 20\ \mathrm{Log}_{10}(f\ m) - 48 \qquad (1/أ)$$

حيث :

m = وزن المتر المربع من سطح الجدار بالكغم / متر مربع .

f = التردد بالهيرتز .

(أ/2) كما يمكن حساب صنف انتقال الصوت (STC) لهذا الوع من الجدران في نطاق الترددات المعنية بصورة تقريبية من المعادلة التالية :-

$$STC = 20\ \mathrm{Log}_{10}(m) + 10 \qquad (2/أ)$$

حيث :

m = وزن المتر المربع من سطح الجدار بالكغم / متر مربع .

الملحق (ب)

الجدران الفاصلة المزدوجة
(Double Leafed Partition Walls)

(ب/1) يعتمد عزل الجدران الفاصلة المزدوجة للصوت على خصائص كل طبقة منفردة وعلى طبيعة التوصيلات بين الطبقتين وعلى عمق (سماكة) التجويف بينهما .

(ب/2) يكون من المفيد اختيار طبقتين تختلف كثافة احداهما عن كثافة الاخرى وذلك لتجنب حدوث تأثير التوافق لكل من الطبقتين عند التردد نفسه .

(ب/3) يحسب تردد الرنين لجدار فاصل مزدوج ذي تجويف هوائي [كما هو موضح في الشكل رقم (ب/1)] من المعادلة التالية :-

$$f_{res} = \frac{c}{2\pi}\sqrt{\frac{\rho}{d}\left(\frac{1}{m_1}+\frac{1}{m_2}\right)} \qquad (1/ب)$$

حيث :

f_{res} = تردد الرنين بالهيرتز .

c = سرعة الصوت في الهواء بالمتر / ثانية .

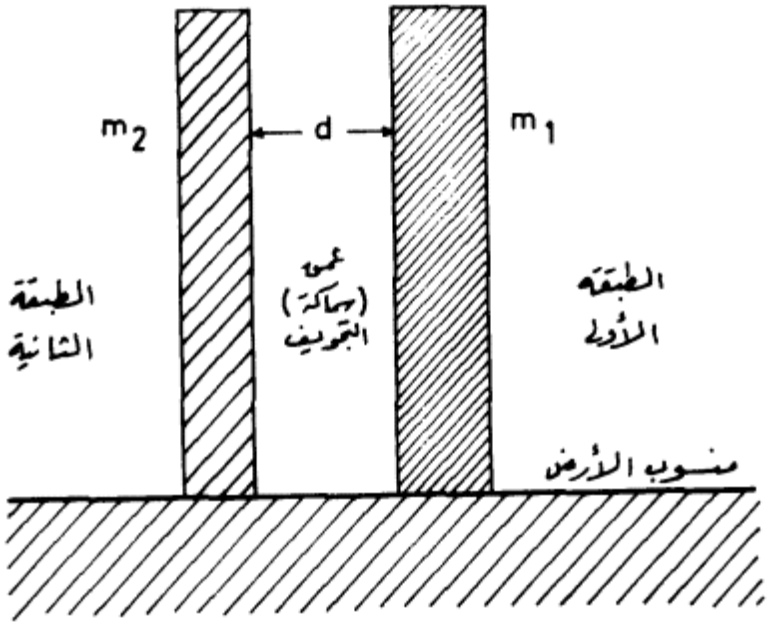
m_1 = كثافة سطح الطبقة الاولى بالكغم / متر مربع .

m_2 = كثافة سطح الطبقة الثانية بالكغم / متر مربع .

d = عمق (سماكة) التجويف بين الطبقتين بالمتر .

ρ = كثافة الهواء بالكغم / المتر المكعب .

π = النسبة التقريبية .



الشكل رقم (ب/1)

جدار فاصل مزدوج ذو تجويف هوائي

الملحق (ج)

تأثير التوافق
(Coincidence Effect)

(ج/1) يتأثر نقصان الصوت بالانتقال (D_n) لجدار فاصل بين غرفتين بصلابة (Stiffness) ذلك الجدار وخاصية تخميده للصوت . ويكون ذلك التأثير ملحوظا اكثر ما يمكن عند التردد الحرج (Critical Frequency) ، أي عندما يكون طول الموجة من امواج الثني (Bending Waves) في الجدار مساويا طول موجة الصوت الساقط عليه في الهواء حيث تسمى هذه الحالة تأثير التوافق (Coincidence Effect) .

(ج/2) عند حدوث التوافق يكون انتقال الطاقة الصوتية من الهواء الى الجدار ثم الى الهواء في الجهة الاخرى من ذلك الجدار كبيرا

بشكل بارز ومن ثم فان العزل الصوتي الفعال للجدار يكون قليلا ، وهذا ما يؤدي الى حدوث ميل التوافق (Coincidence Dip) في منحنى العزل لذلك الجدار .

(ج/3) يحدث تأثير التوافق عندما تتحقق العلاقة التالية :

$$\text{Sin}\,\theta = \frac{\lambda_a}{\lambda_w} \qquad (1/ج)$$

حيث :

λ_a = طول موجة الصوت في الهواء بالمتر .

λ_w = طول موجة الصوت في الجدار بالمتر .

[كما هو مبين في الشكل رقم (ج/1)]

(ج/4) يعرف التردد الحرج (f_c) (Critical Frequency) بانه ادنى تردد يحدث عنده التوافق :

حيث تكون :

$$\lambda_w = \lambda_a \qquad (2/ج)$$

(ج/5) يحسب التردد الحرج للجدران ذات الطبقة الواحدة من المعادلة التالية :

$$f_c = \frac{c_a^2\,(1-\delta)}{1.8\,c_w\,h\sqrt{1-2\,\delta}} \qquad (3/ج)$$

حيث :

f_c = التردد الحرج بالهيرتز .

c_a = سرعة الصوت في الهواء (م/ث) .

c_w = سرعة الموجة الانضغاطية في مادة الجدار (م/ث) .

δ = معاير (نسبة) بواسون (Poisson's Modulus) لمادة الجدار.

وتحسب من المعادلة التالية :

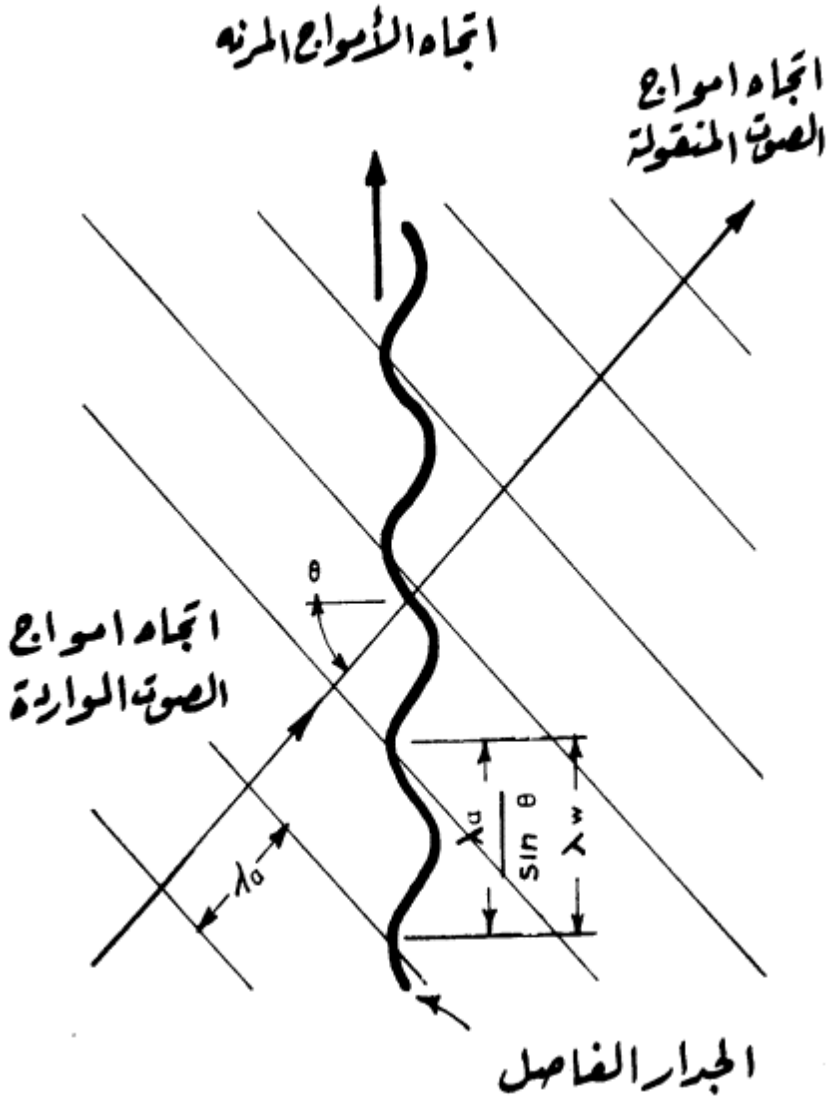
$$C_w = \sqrt{\frac{E\,(1-\delta)}{\rho\,(1+\delta)(1-2\,\delta)}} \qquad (4/ج)$$

E = معاير المرونة (Young's Modulus) لمادة الجدار (نيوتن/متر مربع) .

ρ = كثافة مادة الجدار (كغم / متر مكعب) .

δ = معاير بواسون (Poisson's ratio) لمادة الجدار .

h = سماكة الجدار بالمتر .



الشكل رقم (ج/1)

تأثير التوافق

الملحق (د)

حساب زمن الترديد
(Reverberation Time Calculation)

(د/1) المساحة المكافئة في الامتصاص
(Equivalent Absorption Area)

تحسب المساحة المكافئة في الامتصاص لغرفة ما من المعادلة التالية :

$$A = \alpha_1 S_1 + \alpha_2 + S_2 + ... + \alpha_n S_n \qquad \text{(سابين متري)} \qquad (1/د)$$

حيث :

$\alpha_n \cdots\cdots \alpha_2 , \alpha_1$ = هي معاملات امتصاص سطوح المواد الموجودة داخل الغرفة للصوت بما في ذلك السطوح الداخلية للغرفة .

$S_n \cdots\cdots S_2 , S_1$ = هي مساحات سطوح المواد الموجودة داخل الغرفة بالمتر المربع بما في ذلك مساحات سطوح الغرفة الداخلية .

A = المساحة المكافئة في الامتصاص للغرفة بالسابين المتري .

(د/2) زمن ترديد الغرفة للصوت (T) (Reverberation Time)

(د/2/1) يحسب زمن ترديد الغرفة للصوت (T) من المعادلة التالية :

$$T = \frac{0.163\ V}{A} \qquad \text{(ثانية)} \qquad (2/د)$$

حيث :

V = الحجم الداخلي للغرفة بالمتر المكعب .

A = المساحة المكافئة في الامتصاص للغرفة بالسابين المتري .

وذلك للغرف التي يكون توزيع المواد الممتصة للصوت بداخلها منتظما وتكون ذات ترديد متوسط .

(د/2/2) يحسب زمن ترديد الغرفة للصوت (T) من المعادلة التالية :-

$$T = \frac{0.163\ V}{-S\ell n\left(1-\overline{\alpha}\right)} \qquad (3/د)$$

(ثانية)

حيث :

$$\overline{\alpha} = \frac{A}{S}$$

وحيث :

A = المساحة المكافئة في الامتصاص بالسابين المتري .

$S = S_n \cdots\cdots + S_2 + S_1$

V = الحجم الداخلي للغرفة بالمتر المكعب .

ℓ_n = اللوغاريتم للأساس (e).

وهي مجموع مساحات السطوح الممتصة للصوت داخل الغرفة بالمتر المربع ، وذلك للغرفة ذات الترديد القليل والتي تكون من حيث خصائصها الصوتية مشابهة تقريبا للغرفة عديمة الصدى (Anechoic) .

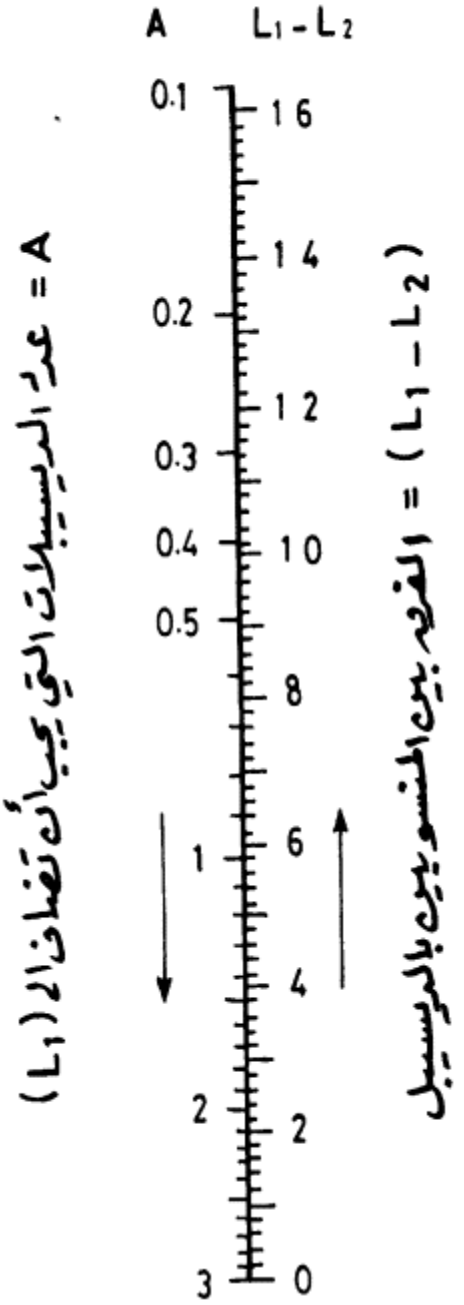
الملحق (هـ)

حساب منسوب ضغط الصوت الكلي من مناسيب

ضغط الصوت عند ترددات مختلفة

(Calculation of Overall Sound Pressure Level From Octave – Band Levels)

اذا عرفت مناسيب ضغط الصوت عند ترددات مختلفة فانه يمكن معرفة القيمة الخطية (Linear Value) لمنسوب ضغط الصوت الكلي من تلك القيم باستعمال الشكل رقم (هـ/1) ، وذلك بايجاد الفرق بين منسوبين عند ترددين متجاورين مبتدئين من اعلى تردد وقراءة القيمة المقابلة لذلك الفرق من الشكل رقم (هـ/1) ، ثم اضافة القيمة المقابلة الى منسوب ضغط الصوت الاكبر منهما ، وتكرار تلك العملية للمنسوب الناتج والمنسوب عند التردد التالي وهكذا حتى ينتج منسوب ضغط صوت واحد فقط من المجموعة كلها فتكون قيمته هي القيمة المطلوبة .



الشكل رقم (هـ/1)

العلاقة بين مناسيب ضغط الصوت والقيمة

الخطية لمنسوب ضغط الصوت الكلي

التوزين (أ)
(A – weighting)

(و/1) التوزين (Weighting)

تشتمل اجهزة قياس منسوب ضغط الصوت على دارات الكترونية خاصة للتوزين الغرض منها التقريب بين قراءات اجهزة القياس تلك وبين علو الصوت (Loudness) المدرك (Percieved) بالسمع قدر الامكان . ومن ضمن دارات التوزين الالكترونية تكون دارة التوزين (أ) (A – Weighting Network) . وغالبا ما تستعمل هذه الدارة لقياس مناسيب ضغط الاصوات التي لا يزيد منسوب علوها عن (55) فون .

(و/2) منسوب ضغط الصوت الموزون بالدارة (A)
(A – Weighted Sound Pressure Level)

هو منسوب ضغط صوت مقاس باستعمال خصائص القياس والتوزين (أ) . أي انه مقاس بجهاز قياس منسوب ضغط الصوت على دارة التوزين (أ) ويقاس بالديسيبل (أ) او dB (A) .

(و/3) التحويل من (dB) الى dB (A)

يبين الجدول رقم (و/1) استجابة التردد النسبية (Relative Frequency Response) لجهاز قياس منسوب ضغط الصوت باستعمال التوزين (أ) للاصوات ذات الورود العشوائي (Random Incidence) . فاذا ما قيس صوتان مستقران (Steady) بوساطة جهاز قياس منسوب ضغط الصوت وكان الاول ذا تردد يساوي (1000) هيرتز والثاني ذا تردد يساوي (125) هيرتز ، وكان منسوب ضغط كل من الصوتين يساوي (60) ديسيبل ، ثم قيس منسوب ضغط كل منهما باستعمال دارة التوزين (أ) فان منسوب ضغط الصوت الاول يساوي (60) ديسيبل (أ) ومنسوب ضغط الصوت الثاني يساوي (60 – 16.1) ديسيبل (أ) أي انه يساوي (43.9) ديسيبل (أ) وذلك باستعمال الجدول رقم (و/1) .

الجدول رقم (و/1)
استجابة التردد النسبية لجهاز قياس منسوب ضغط الصوت

التردد	الكمية التي يجب ان تضاف

بالهيرتز	للحصول على التوزين (أ) (dB)
50	- 30.2
63	- 26.2
80	- 22.5
100	- 19.1
125	- 16.1
160	- 13.4
200	- 10.9
250	- 8.6
315	- 6.6
400	- 4.8
500	- 3.2
630	-1.9
800	- 0.8
1000	- 0.0
1250	+ 0.6
1600	+ 1.0
2000	+ 1.2
2500	+ 1.3
3150	+ 1.2
4000	+ 1.0
5000	+ 0.5
6300	- 0.1
8000	- 1.1
10000	- 2.5

ملاحظة : بإضافة الكمية المقابلة للتردد الى منسوب ضغط الصوت بالديسيبل عند ذلك التردد ينتج منسوب ضغط الصوت بالديسيبل (أ) او dB (A) .

المصطلحات الفنية

(أ)

اتجاه مرجعي	Reference Direction
اثارة دورية	Periodic Excitation

Floors	ارضيات
Annoyance	ازعاج
Slow Response	استجابة بطيئة
Relative Frequency Response	استجابة التردد النسبية
Disturbance	اضطراب
Sound Absorption	امتصاص الصوت
Equivalent Absorption	امتصاص مكافئ
Progressive Waves	امواج تدريجية
Plane Progressive Waves	امواج تدريجية مستوية
Bending Waves	امواج الثني
Flanking Transmission	انتقال جانبي
Sound Transmission	انتقال الصوت
Alternating Flow	انسياب متناوب

(ب)

Pascal	بسكال
Bel	بل
Environment	بيئة

(ت)

Negative Effects	تأثيرات سلبية
Coincidence Effect	تأثير التوافق
Reduction	تخفيض
Frequency	تردد
Limiting Frequencies	ترددات حدية
Frequency of Transition	تردد الانتقال
Resonance Frequency	تردد الرنين
Cut – off Frequency	تردد القطع

Natural Frequency	تردد طبيعي

Central Frequency	تردد وكزي
Reverberation	ترديد
Coincidence	توافق
A – Weighting	التوزين (أ)
Attenuation	توهين
Infinite Attenuation	توهين غير محدود

(ج)

Single Leaf Wall	جدار ذو طبقة واحدة
Partition Wall	جدار فاصل بين غرفتين
Double Leafed Wall	جدار مزدوج
Level Recorder	جهاز تسجيل المنسوب
Integrating Sound Level Meter	جهاز قياس منسوب ضغط الصوت التكاملي
Sinusoidal	جيبية

(ح)

Bounderies	حدود
Sensitivity of Microphone	حساسية الميكروفون
Sensitivity of Random Incidence	حساسية الورود العشوائي
Reverberant Field	حقل ترديدي
Free Field	حقل حر
Direct Field	حقل مباشر
Diffuse Field	حقل ناشر

(خ)

Acoustical Characteristics	الخصائص الصوتية

(د)

Pitch	

	درجة
Pitch of Tone	درجة النغمة
Sound Energy Flux	دفق الطاقة الصوتية
Directivity Index	دليل الاتجاهية
Sound Reduction Index	دليل تخفيض الصوت
Articulation Index	دليل اللفظ الواضح
Cycle	دورة
Decibel	ديسيبل
	(ر)
Symbols	رموز
	(ز)
Reverberation Time	زمن الترديد
Optimal Reverberation Time	زمن الترديد الامثل
Integrating Time	زمن التكامل
Angles of Incidence	زوايا الورود
	(س)
Sabin	سابين
Metric Sabin	سابين متري
Particle Velocity	سرعة الجسيم
Volume Velocity	السرعة الحجمية
Musical Scale	سلم موسيقي
	(ش)
Sound Intensity	شدة الصوت
Semi – classical	شبه تقليدي

	(ص)
Echo	

صدى	
صدى مترجوج	Flutter Echo
صنف انتقال الصوت	Sound Transmission Class
صنف عزل الصوت الصدمي	Impact Sound Insulation Class
صوت	Sound
صوتيات	Acoustics
صوتيات الغرفة	Room Acoustics
صون	Sone
(ض)	
ضجيج	Noise
ضجيج ابيض	White Noise
ضجيج الخلفية	Background Noise
ضجيج صدمي	Impact Noise
ضجيج متقطع	Intermittent Noise
ضجيج المرور	Traffic Noise
ضجيج مستمر	Continuous Noise
ضجيج نبضي	Impulsive Noise
ضغط الصوت	Sound Pressure
(ط)	
طريقة المعايرة	Rating Method
طول الموجه	Wave Length
طيف مستمر	Continuous Spectrum
(ع)	
عرض النطاق	Bandwidth
عرض نطاق التردد المستمر	Continuous Frequency Bandwidth
عرض نطاق نبيطة	Bandwidth of a Device
عزل الصوت	Sound Insulation
عزل الصوت الصدمي	Impact Sound Insulation

Node	عقدة
Loudness	علو
Sound Loudness	علو الصوت
Practical	عملي
	(غ)
Reverberation room	غرفة ترددية
Anechoic Room	غرفة عديمة الصدى
Floor Covering	غطاء لارضية
Unobstructed	غير معترضة
None Sense	غير مفهوم
	(ف)
Physiological	فسيولوجي
Phon	فون
	(ق)
Auditoriums	قاعات استماع
Mass Law	قانون الكتلة
Sound Power	قدرة الصوت
Peak Value	قيمة عظمى
	(ك)
Oscillatory Quantity	كمية اهتزازية
Periodic Quantity	كمية دورية
Measured Values	كميات مقاسة

(ل)

Natural Logarithm	لوغاريثم طبيعي

(م)

Average Sound Pressure Level	متوسط منسوب ضغط الصوت
Perceived	مدرك
Frequency Range	مدى التردد
Garages	مرائب
Filter	مرشح
Employees	مستخدمون
Steady	مستقر
Sound Absorption Coefficient	معامل امتصاص الصوت
Sound Transmission Coefficient	معامل انتقال الصوت
Modulus	معاير
Young’s Modulus	معاير المرونة
Noise Rating	معايرة الضجيج
Hearing Damage Risk Criteria	معايير مخاطرة تلف السمع
Noise Criteria	معيار الضجيج
Preferred	مفضل
Wave Front	مقدمة الموجة
Standard Tapping machine	مكنة دق قياسية
Acoustic Impedance	ممانعة صوتية
Level	منسوب
Speech Interference Level	منسوب تداخل الكلام
Loudness Level	منسوب العلو
Rotating Microphone	ميكروفون دوار

(ن)

Poisson’s Ratio	نسبة بواسون
Complex Ratio	نسبة عقدية
Third Octave Band	نطاق ثلث الجواب
Octave Band	نطاق الجواب

Warble Tone	نغمة متأرجحة
Pure Tone	نغمة نقية
Sound Transmission Loss	نقصان الصوت بالانتقال
Interference pattern	نمط التداخل
	(هـ)
Hertz	هيرتز (دورة في الثانية)
Frame	هيكل
	(و)
Facade	واجهة
Broad – band	واسع النطاق
Watt	واط
Random Incidence	ورود عشوائي
Medium	وسيط

المصادر

1 . ISO 140 , Part III "Laboratory Measurements of Airborne Sound Insulation of Building Elements" .

2 . ISO 140 , Part IV “Field Measurements of Airborne Sound Insulation Between Rooms”' .

3 . ISO 140 , Part V “Field Measurements of Airborne Sound Insulation of Facade Elements and Facades” .

4 . ISO 140 , Part VI “Laboratory Measurements of Impact Sound Insulation of Floors “ .

5 . ISO 140 , Part VII “Field Measurements of Impact Sound Insulation of Floors” .

6 . ISO 140 , Part VIII “Laboratory Measurements of the Reduction of Transmitted Impact Noise by Floor covering on a Standard Floor “

7 . ISO 354 “Measurement of Absorption coefficient in a Reverberation Room”.

8 . ISO 1996 “Assesment of Noise with Respet to Community Response” .

9 . ISO 3382 “Measurement of Reverberation Time in Auditoria” .

10 . BS 661 “Glossary of Acoustical Terms” .

11 . IEEE Standard Dictionary of Electrical and Electronics Terms . The Institute of Electrical and Electronics Engineers , U . S . A .

12 . ASTM E90 “Laboratory Measurement of Airborne – Sound Transmission of Building Partitions” .

13 . ASTM E 492 , “Laboratory Measurement of Impact Sound Transmission through Floor – Ceiling Assemblies using the Tapping Machine” .

14 . CP 3 , Chapter III “Sound Insulation and Noise Reduction” British Standards

15 . Harris , “Handbook of Noise Control” McGraw Hill .

16 . Ginn , K . B . ,”Architectural Acoustics” Bruel and Kjaer , Denmark .

17 . Parkin , P . H , Humphreys , H . R , and Cowell , J . R .
“Acoustic , Noise and Buildings”
Faber and Faber , London .

18 . McGuinness , W . J . Stein , B . ,and Reynolds ,
Mechanical and Electrical Equipment for Buildings” .
John Wiley and Sons

19 . Building Research Station Digest 143
“Sound Insulation : Basic Principles” BRE , England .

20 . Selected Belguim Standards on Acoustics .
nstitut Belga De Normalisation .

21 . Measurements in Building Acoustics .

22 . Occupational Safety and Health , Subpart D , Occupational Health and Environmental Controls .
U . S . Department of Labor .

المراجع

1 .ISO , Part III , “Laboartory Measurements of Airbornes Sound Insulation of Building Elements” .

2 . ISO , Part IV , “Field Measurements of Airborne Sound Insulation Between Rooms” .

3 .ISO 140 , Part V “Field Measurements of Airborne Sound Insulation of Facade Elements and Facads” .

4 . ISO 140 , Part VI “Laboratory Measurements of Impact Sound Insulation of Floors” .

5 . ISO 140 , Part VII , “Field Measurements of Impact Sound Insulation of Floors” .

6 .ISO 140 , Part VIII , “Laboratory Measurements of the Reduction of Transmited Impact Noise by Floor coverings on a Standard Floor” .

7 . ISO 354 “Measurement of Absorption Coefficient in a Reverberation Room”

8 . ISO 3382 “Measurement of Reverberation Time in Auditoria” .

9 . Parkin , P . H .,Humphreys H . R , and Cowell , J . R . “Acoustic , Noise Buildings” Faber and Faber , London .

10 . BS 2750 , Part 1 “Recommendations for Laboratories”

11 . BS 2750 , Part 2 “Statement of Precision Requirements” .

12 . BS 2750 , Part 3 “Laboratory Measurements of Airborne Sound Insulation of Building Elements” .

13 . BS 2750 , Part 4 , “Field Measurement of Airborne Sound Insulation Between Rooms” .

14 . BS 2750 , Part 5 “Field Measurements of Airborne Sound Insulation of Facade Elements and Facades”: .

15 . BS 2750 , Part 6 “Laboratory Measurements of Impact Sound Insulation of Floors” .

16 . BS 2750 , Part 7 “Field Measurements of Impact Sound Insulation of Floors” .

17 . BS 2750 , Part 8 “Laboratory Measurement of the Reduction of Transmitted Impact Noise by Floor Coverings on a Standard Floor” .

18 . BS 3638 “Method for the Measurement of Sound Absorption Coefficients in a Reverberation Room” .

وحدات النظام الدولي (SI Units)

والوحدات المستعملة معها

الكمية	الوحدة	الرمز اللولي	الرمز العربي
الطول	متر	m	م
	سنتمتر	cm	سم
	مليمتر	mm	ملم
	كيلومتر	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	o	درجة
	دقيقة	'	دقيقة
	ثانية	"	ثانية
الحجم	لتر	L	لتر
	ميللتر	mL	مللتر
	متر مكعب	m^3	م3
المساحة	متر مربع	m^2	م2
	مليمتر مربع	mm^2	ملم2
القوة	نيوتن	N	ن
	كيلو نيوتن	kN	كن
الإجهاد	نيوتن / ملمتر مربع	N/mm^2	ن / ملم2
	كيلو نيوتن / متر مربع	kN/m^2	كن / م2
درجة الحرارة	درجة مئوية	°C	°س

معاملات التحويل من النظام المتري الى النظام الدولي

نظام متري			نظام دولي
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 / سنتمتر مربع	=	0,0981	نيوتن / ملمتر مربع

كيلو غرام قوة / متر مربع	=	9,81	نيوتن / متر مربع
كيلو غرام قوة / متر مكعب	=	9,81	نيوتن / متر مكعب
0,102 كيلو غرام قوة	=	1	نيوتن
0,102 كيلو غرام قوة . متر	=	1	نيوتن . متر
0,102 كيلو غرام قوة / متر	=	1	نيوتن / متر
10, 20 كيلو غرام قوة / سنتمتر مربع	=	1	نيوتن / ملمتر مربع
0,102 كيلو غرام قوة / متر مربع	=	1	نيوتن / متر مربع
0,102 كيلو غرام قوة / متر مكعب	=	1	نيوتن / متر مكعب

الأسس المتبعة في تبويب وترقيم
دستور البناء الوطني الاردني

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

ثانيا : قسم المجلد الواحد الى عدة ابواب رئيسية واعطي كل باب رقما متسلسلا ضمن المجلد يميزه عن غيره من الابواب .

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

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

البند : ويرمز اليه بثلاثة ارقام مختلفة تفصل بين كل اثنين منها اشارة (/) ويمثل الرقم الذي على اليمين رقم

الباب ، ويمثل الرقم الاوسط رقم المادة التي تفرع منها هذا البند بينما يمثل الرقم الذي على اليسار رقم البند نفسه .

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

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