

دراسة العزل الصوتي لمواد البناء المصنوعة بالعراق عملياً
الدكتور صباح محمد جميل ملا علي
زياد محمد مجيد المخيول

مدرس مساعد
قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة / جامعة الموصل

الخلاصة

تم في هذا البحث دراسة العزل الصوتي لبعض المواد الغالب استخدامها في تشييد
البنائيات لتقليل الضوضاء والإزعاج الناتج من مصادر كثيرة ومختلفة في الحياة وإيجاد
الأفضل منها من أجل راحة الإنسان داخل البناية إذ تم استخدام جهاز عملي من صنع الباحث
ادم Adam [5] ، حيث صنعت بعض أجزائه في الورشة الميكانيكية في قسم الهندسة
الميكانيكية وأخرى هي أجهزة قياس. استخدمت في هذا البحث مواد مختلفة الأنواع والأبعاد
كمادة البلوك الأسمنتي الشائعة الاستخدام والحجر الحراري والطابوق الناري المثقب وغير
المثقب والطابوق الجيري واستخدمت هذه الأنواع بعد بنائها على شكل جدران أيضاً استخدم
الزجاج بسلك ٤ و ٦ ملم واستخدمت أيضاً طبقتين من الزجاج بسلك ٤ ملم وفراغ هوائي
بينهما بمقدار ١٠ ملم والفلين بسلك ٢٠ و ٤٠ ملم والخشب بأسمالك ٣ و ٦ و ١٢
التوالي. لدى المقارنة بينت النتائج أن مادة البلوك هي أفضل من غيرها من مواد البناء
الأخرى كونها من مادة أسمنتية بالمقارنة مع التراكيب الأخرى كالحجر الحراري ، إذ لوحظ
بان كلما كانت نسبة كتلة المادة الى كثافتها كبيرة كان العزل الصوتي افضل.
الكلمات المفتاحية: العزل الصوتي ، مواد البناء ، البنائيات

Experimental Study of the Sound Insulation for the Building Materials in Iraq

Dr. S.M.J. Ali
Professor

Ziad M. Al-Makhyoul

Department of Mechanical Engineering -University of Mosul –
Iraq

Abstract

The study of acoustic insulation for some materials which were used
in most building is investigated in this paper to reduce the noise and
disturbance which generated from the different sources. The object is
to the best comfort to the human. A practical device is made by author
and is used in this work. Some of these parts are made in the

workshop of mechanical engineering and the other apparatus measurements. The concrete block, thermestone and fire block are used as walls for buildings. The glass was used with thick (4,6) mm and two layer of glasses with thick 4mm with 10 mm gap, thirospore and wood are used with thick (20,40)mm and thickness of (3,6,12)mm respectively. The comparison between above material shows that the concrete block is the best material being made from the concrete, as a comparison with other constructions. It was notice when the ration of mass to density for any material was high, the sound insulation for this material becomes excellent.

Key words: Sound insulation , building materials , buildings

المقدمة :

استلم في 25/4/2005 صوت كمولد للاز عاج خلال الوسط الذي ينتقل فيه في 25/9/2006 عن سلسلة التخلخلات والتضاغطات التي تنتقل في الأوساط المادية وتصل إلى الأذن وتتحمس بها ، فالموجات الصوتية التي يولدها جسم مهتز في الهواء هي سلسلة من التغيرات في ضغط الهواء التي تسببها حركة جسيماته المهتزة عن موضع استقرارها فتولد الإحساس بالصوت لموجات التي تتحمسها الأذن في الثانية الواحدة تتراوح من (- هيرتز (Hz) ، وان مقدار التغير في الضغط الذي تتحمسه الأذن كصوت يتراوح بين ($x -$ نيوتن/) وبذلك لا يمكن سماع الضغط الأقل من الحد الأدنى في حين يسبب تلفاً داخلياً للأذن أي ضغط أعلى [1].

إن الطاقة الصوتية عندما تسقط على أي تركيب خارجي حيث ان جزء منها ينعكس وجزء آخر يمتص واخر يمر خلال هذا التركيب وتنتقل هذه الطاقة من مكان او جانب الى جانب آخر وان قدرة أي مادة على إمرار الصوت يسمى انتقال الصوت والمواد التي لها القدرة

إن المعنى الفيزيائي لقيمة العزل الصوتي لحاجز ما هي النسبة المتوقعة على قدرة الصوت في جانب معين من ذلك الحاجز إلى قدرة الصوت المنتقلة إلى الفراغ في الجانب الآخر ويعبر عنها بمقياس لوغاريتمي وهذه النسبة تسمى بتقليل الضوضاء (Noise Reduction) وتقاس بوحدة الديسيبل (db) [2] ، وكنتيجة اصبح من المهم معرفة وقياس العزل الصوتي لمواد البناء الشائعة الاستخدام في الوقت الحاضر في القطر العراقي وإيجاد الأفضل منها وذلك لتقليل الضوضاء والذي سيؤدي بالنتيجة إلى راحة الإنسان البنائية عامة والغرفة خاصة كالمستشفيات والفنادق وغير ذلك.

Hiroo [3] قياس العزل الصوتي بين غرفتين باستخدام تقنية قياس شدة الصوت (Sound Intensity Technique) إذ استخدم نموذج بشكل صفيحة من الألمنيوم مثبتة داخل جدار مفتوح بمقدار (. x .) غرفة مصدر الصوت ، وتم اخذ القياسات على بعد . ملم من سطح قطعة الألمنيوم حيث كانت قراءات مستوى شدة الصوت والضغط في نفس الوقت وتم الاعتماد على المعدل لخمس قراءات لمستوى ضغط الصوت . استنتج الباحث ان الطريقة المتبعة كانت فعالة جداً لهذا النوع من القياسات الصوتية

، وذلك بقياس قدرة الصوت خلال أجزاء الجدران ، كما استخدم الباحث Harris [2] الطريقة السابقة لقياس مقدار العزل الصوتي وذلك باستخدامه مساحة الجدار بأكمله بين غرفتين متجاورتين وطبق قانون الكتلة (Mass Law) كقانون عام لحساب مقدار العزل الصوتي حيث يعتمد على كتلة الجدار لكل وحدة مساحة والتردد المعتمد في القياسات :

$$TL = 20 \log (f \cdot m) - 48$$

...(1)

حيث ان :

مقدار العزل الصوتي بوحدة الديسيبل TL =

m = /

التردد بوحدة الهيرتز f =(Hz)

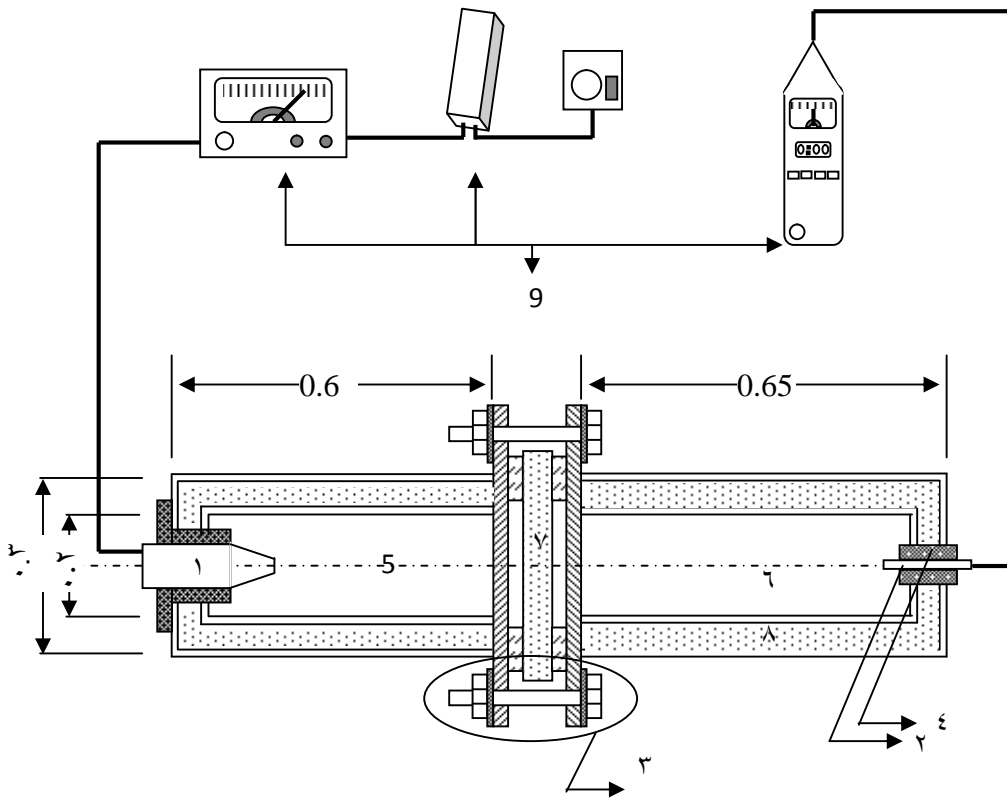
Ise [4] نوعين من التجارب البسيطة لحساب العزل الصوتي في

البنائيات باستخدام تقنية السيطرة الفعالة (Active Control Technique) . الأولى كانت لاثبات العزل الصوتي بين داخل وخارج بيت خشبي وكانت المحاولة بوضع صدر الضوضاء خارج البيت. أما التجربة الثانية فكانت قياس العزل الصوتي بين غرفتين متجاورتين داخل البيت وكانت نتائجه جيدة مقارنة بالنتائج الأخرى . واخيراً درس الباحث Adam [5] العزل الصوتي لألواح القصب والسمنت باستخدامه لجهاز عملي وقورنت نتائجه باستخدام ألواح الزجاج مع بيانات لبحوث سابقة وكان الاختلاف لا يتجاوز الـ () ديسيبل لمدى كامل من الذبذبات.

في هذا البحث سيتم قياس العزل الصوتي لمواد بناء محلية الصنع كمادة البلوك الاسمنتي والحجر الجيري بانواعه اذ تم بنائهم على شكل جدران إضافة الى مواد اخرى والفلين اذ سيتم ايجاد الافضل منها من اجل راحة الانسان داخل البنايات.

الجهاز المستخدم وطريقة التجربة

من اجل تطبيق الناحية العملية من العمل تم استخدام جهاز صنع محلياً مكون من اسطوانتين متقابلتين صنعتا من معدن حديد الزهر (Cast Iron)، كل اسطوانة مكونة اسطوانتين (خارجية وأخرى داخلية) متحدتي المركز إذ كانت الاسطوانة الداخلية بقطر () سم والخارجية بقطر () سم وقد ملء الفراغ بينهما بمادة الرمل لعزل الصوت بين داخل الاسطوانة والمحيط الخارجي كما في الشكل ().



الشكل (1) مخططاً للجهاز المستخدم وأجهزة القياس المستخدمة

- (Loud speaker) -
- (Microphone) -
- البراغي والواشرات المطاطية (Rubber washer and nuts)
- المادة الاسفنجية (Sponge material)
- حيز المصدر (Source Zone).
- حيز المستقبل (Receiver Zone)
- المادة المراد قياس عزلها الصوتي (Specimen)
- (Sand) -
- أجهزة القياس (Measurement Instruments)

الاسطوانة الأولى طولها () سم وتسمى حيز المصدر (Source Zone) والثانية طولها () سم وتسمى حيز المستلم (Receiver Zone) موضوعتين على حامل معدني طويل ، إضافة إلى وجود أربع براغي تربط بين الاسطوانتين للضغط على المادة ، قياس عزلها الصوتي . فضلاً عن أجهزة القياس المستخدمة وهي :

- ١- (Amplifier).
- ٢- (Microphone) لتحويل الموجات الصوتية إلى موجات كهربائية.
- ٣- مجهز القدرة (Power Supply).
- ٤- جهاز مسجل ضغط الصوت (Sound Level Meter).

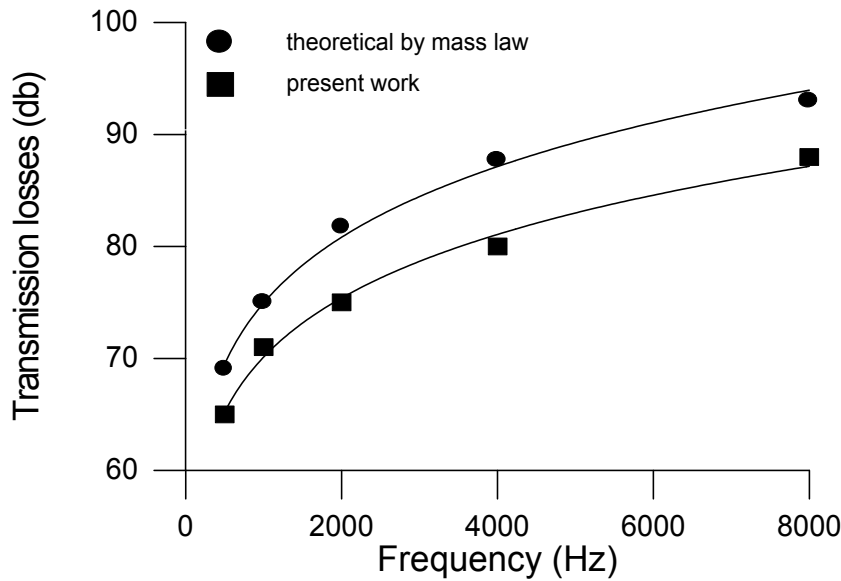
أما طريقة إجراء التجربة فستوضح باختصار ، إذ تربط في البداية الدائرة الكهربائية وذلك بوضع مكبر الصوت في الاسطوانة المسماة حيز المصدر بعد ربطه بمجهز القدرة وتوضع اللاقطة في الاسطوانة المسماة بحيز المستقبل. بعد ذلك تبدأ طريقة القياس وكخطوة أولى ورئيسية تم اخذ القراءات عند عدم وجود أي مادة بين الاسطوانتين إذ تم ربط الاسطوانتين مع بعضهما ، وتم استخدام قدرة مسلطة بمقدار () وعند كل قدرة استخدمت ترددات مختلفة ما بين () هيرتز (Hz) في حيز المصدر واستقبلت هذه الترددات في حيز المستقبل عن طريق اللاقطة التي من وضيفتها نقل هذه الترددات الصوتية إلى جهاز مسجل مستوى ضغط الصوت بوحدة الديسيبل (db) . ومن ثم تعاد نفس العملية السابقة ولكن هذه المرة باستخدام المادة المراد قياس عزلها الصوتي والفرق بين العمليتين هو مقدار العزل الصوتي للمادة .

استخدم في هذا البحث عدة مواد كالبلك الأسمنتي والثرمستون والطابوق بأنواعه (الناري المثقب والناري الغير مثقب والجيري) وتم بنائها بشكل جدران () () ملم فضلاً عن طبقتين من الزجاج بسلك () وفراغ هوائي بينهما بمقدار () ملم والفلين بسلك () () ملم كما وكون اللاقطة المستخدمة حساسة جداً للصوت فقد أخذت جميع القراءات في الليل حيث كان المختبر معزول بصورة جيدة عن بقايا أجزاء البناية وبالتالي بعيداً عن

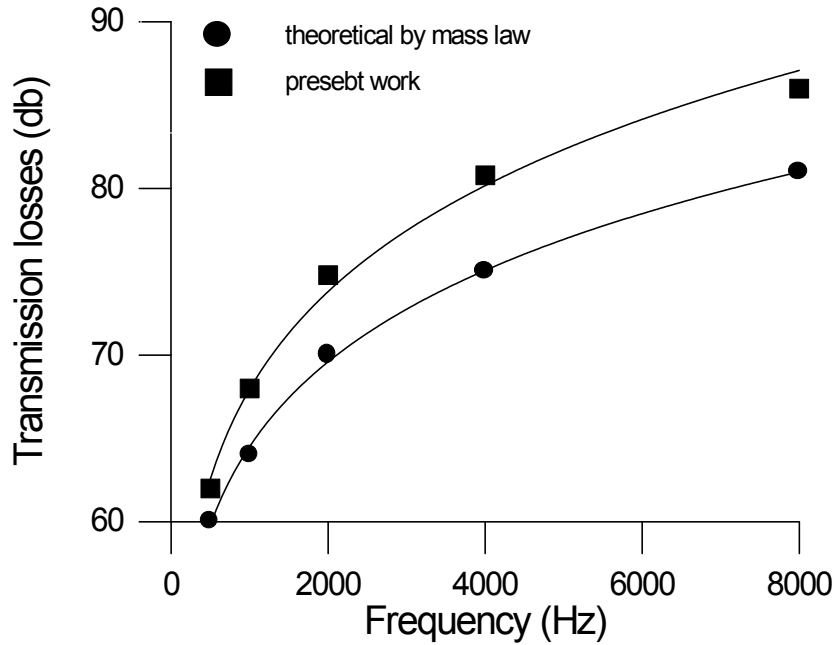
النتائج ومناقشتها :

تم الاعتماد في رسم المنحنيات على مدى من الترددات تتراوح ما بين هيرتز وإلى كيلو هيرتز وأهملت الترددات الأقل من هذا المدى إذ كلما كان التردد قليلاً كان طول الموجة الصوتية أكبر من طول الاسطوانة المستخدمة وهذا يعطينا نتائج غير منطقية فضلاً عن الحصول على توزيع متجانس للصوت في كل من الاسطوانتين فضلاً عن كون المنحنيات (x). يوضح الشكل () (y) النتائج التي تم الحصول عليها لمادة البلوك من التجارب العملية بالمقارنة مع قانون الكتلة في المعادلة () ، ومن الملاحظ في الشكل التقارب الواضح بين النتيجتين لمدى كامل من (بين هيرتز الى هيرتز) ونسبة خطأ قليلة نسبياً مما يؤكد صحة النتائج المأخوذة من الجهاز المستخدم .

ويوضح الشكل () النتائج التي تم الحصول عليها لمادة الحجر الحراري (Thermostone) وبالاعتماد على النتائج المختبرية وبالمقارنة مع قانون الكتلة يلاحظ التقارب الواضح بين المنحنيين ونسبة خطأ قليلة وتؤكد صحة النتائج المأخوذة من الجهاز



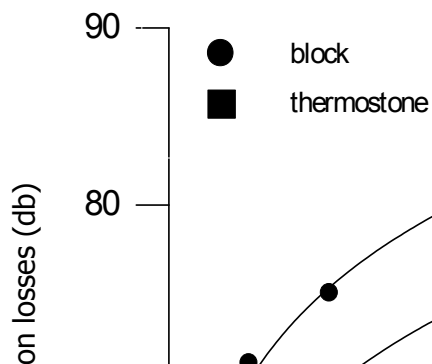
شكل (٢) يوضح مقارنة العزل الصوتي بين النتائج العملية الحالية مع النتائج النظرية باستخدام قانون الكتلة لمادة البلوك عند قدرة ٨٥ واط



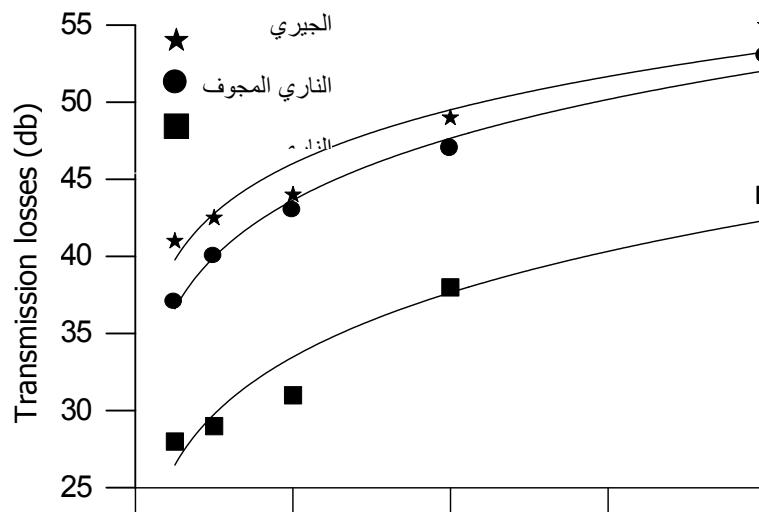
شكل (٣) يوضح مقارنة العزل الصوتي بين النتائج العملية الحالية مع النتائج النظرية باستخدام قانون الكتلة لمادة الحجر الحراري (Thermostone) عند قدرة ٨٥ واط

يوضح الشكل () مقارنة بين مادتي البلوك والحجر الحراري بعد ان تم التأكد من نتائجهما في الشكلين السابقين بالاعتماد على قانون الكتلة ، إذ يلاحظ ان العزل الصوتي لمادة البلوك اكبر من الحجر الحراري لمدى كامل من الذبذبات وعلى الرغم من اختلاف الكتلة للمادتين إلا انه تم التعامل معهما كجدارين مستقلين لهما نفس الارتفاع بغض النظر عن عدد القطع المستخدمة في البناء ، وقد يعزى ذلك إلى كون نسبة كتلة المادة الى مساحتها اكبر في مادة البلوك مما هي عليه في مادة الثرموستون وبالتالي وحسب قانون الكتلة فان المادة ذات الكتلة : [5]

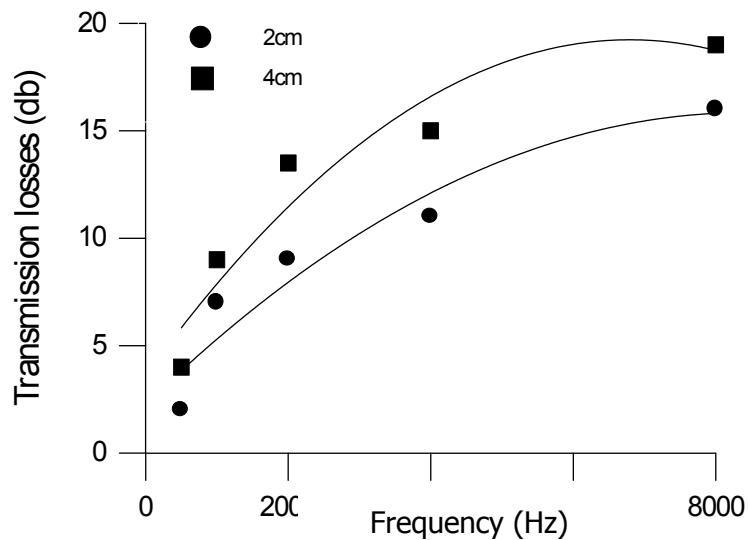
المادة	الكتلة (كغم/م ^٢)



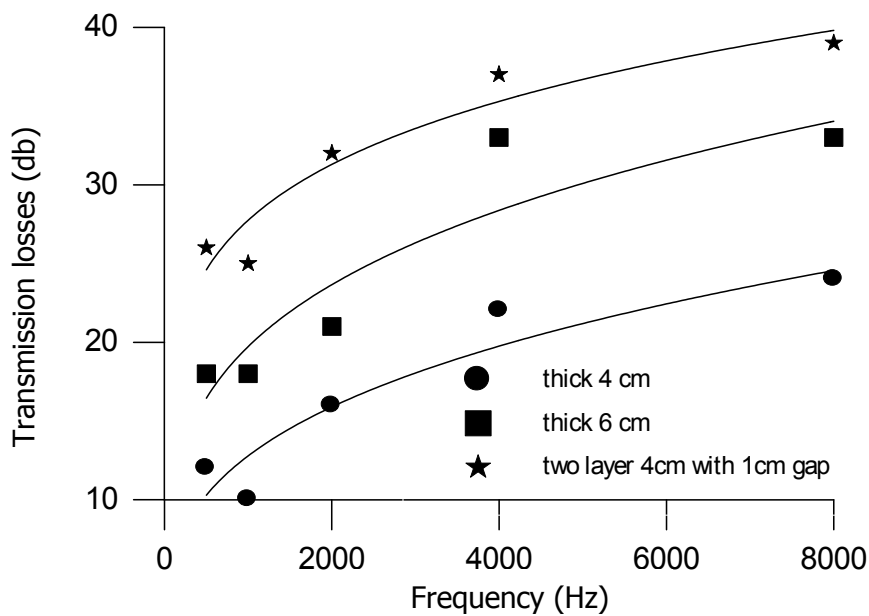
() فيبين المقارنة بين أنواع مادة الطابوق الثلاثة (الجيري والناري المثقب وغير ذوات الأبعاد المتقاربة جداً عند قدرة مسلطة مقدارها واط، إذ ظهر لنا ان العزل الصوتي لمادة الطابوق الجيري هو الأفضل ومن ثم الطابوق الناري المثقب واخيراً الطابوق الناري غير المثقب ويعزى سبب ذلك إلى أن الطابوق الجيري مصنوع من مادة أسمنتية كما في مادة البلوك مما جعلها افضل من غيرها من المواد الأخرى فضلاً عن تراص جزيئاتها الداخلية مما جعلها تتغلب على الأنواع الأخرى أما بالنسبة إلى أنواع لناري المثقب وغير المثقب فكانت النتائج لصالح النوع المثقب ومن الملاحظ أثناء بناء الجدار إن كمية من مادة الأسمنت كانت تدخل في الثقوب الموجودة في هذا النوع من الطابوق مما جعل عزلها الصوتي افضل من النوع الثاني الغير مثقب.



() يوضح سلوكية مادة الفلين والمقارنة بين نوعين مختلفين بالسلك إذ إن
 () ملم والثانية بسلك () ملم وكون المادتين من نفس النوع فكيف تفسير
 طبيعي ان المادة ذات السلك الأكبر تمتلك عزل صوتي أكبر من نظيرتها ذات السلك الأقل
 كون نسبة الكتلة الى المساحة السطحية في الـ () ملم أكبر من النسبة في
 () .

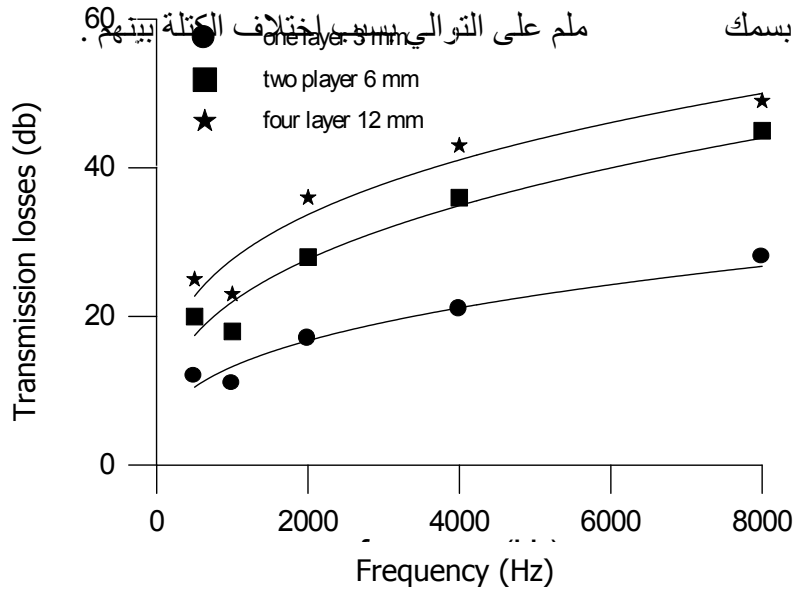


يبين الشكل () مقارنة بين ثلاثة أشكال لمادة الزجاج الاول بسمك ملم والثالث استخدمت طبقتين من الزجاج ذو السمك ملم بينهما هوائي (Air Gap) ، ومقارنة بين النوعين الاول والثاني فيلاحظ ان كتلة النوع الثاني اكبر من النوع الأول وبالتالي فان النوع الثاني يمتلك عزل صوتي اكبر من النوع الأول ، أما النوع الثالث فيعتبر حالة خاصة وفيها يكون مقدار العزل الصوتي بالتأكيد اكبر من الحالتين الأوليتين كون الزجاج اصبح طبقتين إضافة إلى الفراغ الهوائي الموجود بينهما مما شكل عازلا كبيرا امام اختراق الصوت لهذا التركيب.



شكل (٧) يبين قيم العزل الصوتي لمادة الزجاج عند ثلاثة حالات مختلفة وعند قدرة ٨٥ واط

واخيراً يبين الشكل (٨) مقدار العزل الصوتي لمادة الخشب بأسماء
 ملم على التوالي وكما هو الحال في مادة الزجاج فان مادة الخشب ذات الكتلة الأكبر تمتلك
 عزل صوتي افضل من الأقل إذ أن المادة التي سمكها ٦ ملم يكون عزلها الصوتي اكبر من
 المادة التي هي بسمك ١٢ ملم على التوالي بسبب اختلاف الكتلة بينهم.



شكل (٨) يبين قيم العزل الصوتي لمادة الخشب لثلاثة اسماء مختلفة عند قدرة ٨٥ واط

الاستنتاجات :

- عند مقارنة النتائج العملية لمادتي الـ
ملاحظ إن نسبة الخطأ لم تتجاوز % وهي نسبة مقبولة عند المقارنة بين الحلين

بعد المقارنات أعلاه ، وجدنا أن المادة التي تكون نسبة كتلتها إلى مساحتها
السطحية كبيرة تعطي عزلاً صوتياً أفضل نظيرتها القليلة كما هو مبين عند مقارنة
مادة البلوك مع مادة الترموستون وكذلك بقية أنواع المقارنات الأخرى عند نفس

بمقارنة أنواع الأحجار الثلاثة المستخدمة في العمل (الحجر الجيري والحجر
الناري بنوعيه المثقب وغير المثقب) نرى أن الحجر الجيري كان أفضل عزلاً من
النوعين الآخرين كونه مصنوع من مادة أسمنتية مما يوضح لنا جلياً أن المادة
الأسمنتية تمتلك عزل صوتي أفضل من غيرها من المواد.

References

المصادر

- 1- Korner, A., Building Materials and Components, Mir Publisher, Moscow, 1974.
- 2- Harris, C.M. Handbook, of Noise Control, McGraw-Hill, U.S.A.,1979.
- 3- Hiroo, Y., Hideki, T. and Kiyotern, I., “ Application of Sound Intensity Measuring Technique to Sound Insulation “, Institute of Industrial Science, University of Tokyo, roppongi 7-22-1, Minota-Ku, Japan, 1983.

- 4- Ise, S., Yano, H. and Tachibana, H., “ Application of Active Control to Sound Insulation of Building walls “,Institute of Industrial Science, University of Tokyo, roppongi 7-22-1, Minota-Ku, Japan, 1991.
- 5- Adam. S., K., “An Experimental and Theoretical Studies of Thermal and Acoustical Properties of Reed-Cement Boards “, Ph.D., Thesis, University of Mosul, 1997.

تم اجراء البحث في كلية الهندسة – جامعة الموصل