المجلة الإلكترونية الشاملة متعددة التخصصات
العدد الثامن والأربعون شهر (٦) ٢٠٢٢

مقارنة عناصر جودة الصوت داخل الفصول الدراسية في بعض مدارس الهيئة الملكية بينبع ومدينة ينبع البحر

Comparing the Elements of Sound Quality in the Classrooms in some Schools of the Royal Commission in Yanbu and Yanbu al-Bahr

معتز طلال محمد الغامدي، الدكتورأحمد صالح صمان
asumman@kau.edu.sa , moataz1414@hotmail.com

جامعة الملك عبد العزيز – كليه الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة– قسم العلوم البيئية– جده – المملكة العربية السعودية

ملخص

تُعد جودة الصوت من العوامل الفيزيائية الهامة في البيئات التعليمية. حيث إن جودة الصوت الممتازة تلعب دورا كبيرا في توفير الأجواء المناسبة التي تضمن رفع كفاءة التعليم والتعلم، مستوى الراحة، وبالتالي تحصيل علمي ومستوى إنتاجية عالية في الفصول الدراسية أو القاعات التدريبية. وعلى العكس تماما فإن الجودة الصوتية المتدنية تؤثر بشكل سلبي وكبير على نجاح العملية التعليمية؛ نتيجة التأثيرات المباشرة على مستوى جودة الكلام والمحادثة، والتأثيرات النفسية والعضوية على الطلاب والمعلمين. أجريت هذه الدراسة من أجل تقييم خصائص الجودة الصوتية (الضوضاء الخلفية Background Noise والزمن الترددي للصوت Reverberation Time) في فصول دراسية في المدارس التابعة للهيئة الملكية في ينبع – المملكة العربية السعودية، والتي تعتبر نموذجا وصرحا تعليمياً يحتذى به مقارنة بمدارس ينبع البحر. تم اختيار 6 فصول دراسية لثلاثة مراحل دراسية مختلفة (الابتدائية –المتوسطة – الثانوية) في الهيئة الملكية ومقارنتها مع قياسات 6 فصول دراسية (مماثلة في التقسيم للعينة) في المدارس الحكومية/العامة خارج الهيئة في مدينة ينبع البحر. تم ذلك باستخدام أجهزة قياس صوت وبرامج وتقنيات معدة خصيصا لذلك وتوفير بيانات تحت ظروف معينة ومقارنتها بالمعايير العالمية المحددة لذلك ANSI 12.6.2009. من قراءة الباحث للنتائج التي تشير بتدني في جودة الصوت من الفصول الدراسية، تم اقتراح بعض الوسائل المناسبة لتحسين مستوى جودة الصوت لكي تكون نموذجا قابلا للتطبيق في كل الفصول الدراسية لأي مدرسة مماثلة.

الكلمات المفتاحية: الضوضاء، ضوضاء الفصول، المدارس، البيئات التعليمية.

Abstract

Sound quality is an important physical factor in educational settings. As the excellent sound quality plays a big role in providing the appropriate atmosphere that ensures raising the efficiency of teaching and learning, the level of comfort, and thus educational attainment and a high level of productivity in the classroom or training halls. On the contrary, the poor sound quality negatively and significantly affects the success of the educational process. As a result of direct effects on the quality of speech and conversation, psychological and physiological effects on students and teachers. This study was conducted to assess the characteristics of acoustic quality (Background Noise and Reverberation Times) in classrooms in schools affiliated to the Royal Commission in Yanbu - Kingdom of Saudi Arabia, which is considered a model and educational edifice to be emulated. Six classrooms from three different educational levels schools (primary schools, middle schools, secondary schools) were selected inside the Royal Commission in Yanbu to compare them with similar six classrooms in public schools in Yanbu city (seaside). This was conducted using specially designed sound measuring devices, programs, and techniques, providing data under certain conditions, and comparing them with international standards set for that ANSI 12.6.2009. The results of this research indicated poor acoustic quality in sound quality from the investigated classrooms. Therefore, suitable acoustical control measures were suggested to enhance the acoustical quality in the investigated classrooms.

Keywords: Noise, classroom noise, schools, educational environments

1) مقدمة

تُعرف الضوضاء على أنها مجمل الأصوات غير المرغوب فيها والتي لها تأثيرات سلبية كثيرة على صحة الإنسان سواء كانت تأثيرات نفسية أم عضوية (Jariwala et al., 2017) يتعرض الأطفال والطلاب في المدرسة لأنواع مختلفة من الضوضاء بما في ذلك الضوضاء الخارجية والبيئية والضوضاء المتولدة داخل الفصول الدراسية. وقد أظهرت الأبحاث السابقة أن الضوضاء لها آثار ضارة على أداء الأطفال في المدرسة، بما في ذلك انخفاض الذاكرة والدافع والقدرة على القراءة .(Shield and Dockrell , 2008) يتأثر طلاب المدارس والمعلمون غالبا من هذه الضوضاء التي تصل إلى داخل الفصول الدراسية ومقر العمل في المدارس، ويجعل هذه الفصول غير ملائمة لتحقيق كفاءة التعليم المرجوة. والجدير بالذكر أن طلاب المدارس هم أطفالاً من حيث الفئة العمرية وبالتالي هم أكثر حساسية من ناحية التعرض للضوضاء والتأثيرات المصاحبة وتحديداً السمع والقدرة على الاستيعاب والتواصل والتركيز (Clark et al., 2013). تعد الضوضاء الخلفية العنصر الأول الأساسي في التأثير على جودة الصوت داخل المباني والغرف والفصول الدراسية وتعرف بأنها الأصوات أو الضوضاء غير معلومة المصدر. (Crandell et al., 2000; Fernandes, 2006; Sala and Rentala, 2016; Summan and Hodgson, 2016)

أفادت إحدى الدراسات بأن مستويات الضوضاء في الفصول الدراسية المشغولة وغير المشغولة كانت أعلى من القيم الموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية وهي 35 ديسيبل (أ) و55 ديسيبل (أ) على التوالي. أظهرت النتائج أن مستويات الضوضاء المقاسة في الفصول في مدينة كوانتان كانت عالية بما يكفي لدرجة أنها قد تتداخل مع فعالية التدريس والتعلم بين الطلاب والمعلمين. كان مصدر الضوضاء بشكل أساسي من أنشطة الطلاب في الفصول الدراسية (Ismail et al., 2020). في فنلندا أستنتج الباحثان (Sala and Rantala, 2016) أنه في معظم الفصول الدراسية كان مستوى الضوضاء الخلفية أعلى من الموصى بها وكانت مستويات ضوضاء النشاط للطلاب أعلى من مستوى الاستماع والتواصل. ووفقاً للنتائج، فإن البيئة الصوتية في هذه الفصول المدرسية كانت لها تأثيرات سلبية على جودة الكلام والتعلم. وهذا يعني أيضاً خطر الإصابة باضطرابات مهنية في الصوت. وينبغي أن تؤخذ في الاعتبار بيئة العمل الصوتية وينبغي استيفاء المعايير الصوتية عند بناء مدارس جديدة وتجديد المدارس القديمة. يمكن أن يرتفع مستوى ضوضاء الخلفية النموذجي البالغ 35 ديسيبل (أ) في الفصل غير المشغول إلى 56 ديسيبل (أ) في حالة مشغولة من خلال وجود الطلاب في الفصل. تتراوح مستويات ضوضاء نشاط

الطلاب من 40 إلى 70 ديسيبل (أ) ، وتتراوح مستويات خطاب/حديث المعلم من 40 إلى 80 ديسيبل (أ) تم الإشارة أيضًا إلى أن مستويات الضوضاء تتراوح من 42 إلى 94 ديسيبل (أ) في مجموعة من الفصول الدراسية المشغولة من مرحلة روضة الأطفال إلى الجامعة (Summan and Hodgson, 2015).

دراسة تركية في بورصة قامت بتقييم مستوى الضوضاء في المدارس وداخل الفصول الدراسية من خلال استبيان تم توزيعه على عدد 108 طالب من طلاب المدارس الابتدائية في مدينة بورصة. أشارت النتائج أن نسبة 97% من الطلاب أكدوا أن هناك ضوضاء في مدارسهم والفصول الدراسية، وأشار 55% أنها ضوضاء عالية. وأكدت قياسات مستوى الصوت أن الضوضاء في الفصول الدراسية تصل إلى 67 ديسيبل (أ)، وفي الساحات الخارجية للمدرسة تصل مستويات الضوضاء إلى حدود 62 ديسيبل (أ) .(Bulunuz et al., 2017)

في شمال الصين، تم قياس مستويات الضوضاء أمام المدارس وفي ساحة المدرسة وفي الفصول الدراسية. أشارت النتائج إلى أن التلوث الضوضائي في هذه المدارس على جانب الطريق كان خطيرًا للغاية، ومستويات ضوضاء المدرسة مرتبطة بشكل كبير بضجيج حركة المرور على الطرق. كان الحد الأقصى المعادل لمستوى الصوت المقدر A (LAeq ، 20 دقيقة، 74.2 (LAeqديسيبل (أ) بالقرب من طريق سريع، وهو أعلى بنسبة 35٪ من قيمة العتبة الخارجية (55.0 ديسيبل (أ)) الموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية (XiaoyingWen,2019) .كما أن جودة الصوت في الغرف والفصول الدراسية تتأثر بعامل آخر مهم جداً مصاحب للضوضاء الخلفية وهو الزمن الترددي للصوت Reverberation Time وهو ما يصف الزمن الازم لتلاشي الصوت بمقدار 60 ديسبل فور انقطاع مصدر الصوت .(Kristiansen et al, 2014; Losso et al., 2004) .

حققت أحد الدراسات في آثار الصوتيات الصفية على وضوح الكلام في فصول المدارس الثانوية والجامعات. وأجريت اختبارات وضوح الكلام في 9 فصول دراسية في المدارس الثانوية و18 فصلا دراسيا جامعيا وأجريت القياسات الصوتية في هذه الفصول الدراسية. تم الحصول على اختبارات وضوح الكلام الذاتية من قوائم الكلمات المتوازنة صوتيا (PB) على ما مجموعه 672 طالبا والواصفات الصوتية مثل نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) ووقت الاضمحلال المبكر (EDT) ووضوح الصوت أجريت

في مواقع استماع مختلفة في كل فصل دراسي. تم تركيب العلاقات بين درجات وضوح الكلام (SI) والواصفات الصوتية استنادا إلى نماذج الانحدار غير الخطية لتركيب المنحنى. تم تحديد نموذج الانحدار النموذج" S" مع التعديل كمعادلة الانحدار الأساسية لوصف تأثيرات SNR على وضوح الكلام. وتشير النتائج إلى أن ما يقرب من زيادة في القيم EDT سيؤدي إلى انخفاض 1٪ في SI. وعلاوة على ذلك، تشير النتائج أيضا إلى أن زيادة 1 ديسيبل ستؤدي إلى زيادة بنسبة 1.23٪ في درجات وضوح الكلام. يزيد SI مع زيادة العمر تحت نفس حالة SNR. تكون درجات وضوح الكلام دائما أقل من نتائج أبحاث المقارنة مع قيمة تردد مستمر بالإضافة إلى قيمة وضوح الصوت لقيمة SNR متساوية ,.Yang et al (2021). كان الغرض من هذه الدراسة هو التحقيق في تأثير تغيير طفيف في وقت الصدى (من 0.57 إلى 0.69 ثانية) في الفصل الدراسي على أداء الأطفال وجهد الاستماع. من أجل ظروف مستوى السمع الطبيعي، تم الجمع بين التغيير في وقت الصدى مع وجود أو عدم وجود ضوضاء في الفصل. في ثلاث مهام أكاديمية، فحصت الدراسة ما إذا كان تأثير الارتداد قد تم تعديله من خلال وجود ضوضاء ويعتمد على عمر الأطفال. شارك ما مجموعه 32 طفل (تتراوح أعمارهم بين 11-13 سنة، الصفوف 6-8) مع سمع طبيعي في الدراسة. تم إجراء ثلاث مهام نموذجية للأنشطة اليومية للفصل الدراسي (إدراك الكلام، وفهم الجملة، والحساب الذهني) لمجموعات من الأطفال في حالتين من ظروف الاستماع (الضوضاء والضوضاء في الفصل). أجريت التجربة داخل فصول دراسية حقيقية، حيث تم التحكم في وقت الصدى. كانت النتائج التي تم النظر فيها هي دقة المهام وأوقات الاستجابة (RTs)، وتم أخذ هذا الأخير كعامل لقياس جهد الاستماع. تم تقييم المشاركين أيضًا على مستوى فهم القراءة والرياضيات. للتحقيق في تأثير الضوضاء و / أو الصدى، تم إدخال العاملين في النموذج الإحصائي للتحكم في القدرات الأكاديمية العامة للطفل الفردي (Prodi & Visentin, 2021).

وتتلخص مشكلة هذه الدراسة في أن الضوضاء الخلفية المرتفعة والزمن الترددي للصوت (وقت تلاشي الصدى) الطويل يتسببان في الشعور بعدم الراحة وتشتت الانتباه لدى الطلاب والأطفال في المدراس وتعيق من سمع وفهم العبارات والجمل التوضيحية التي يستخدمها المعلم أثناء حديثه وشرحه للطلاب. كما أنه وجد ندرة في الأبحاث المماثلة في هذا المجال ودراسات تم إجراؤها بالطريقة العملية والفنية الصحيحة في المملكة العربية السعودية. وأخيرا ضرورة السعي إلى توفير أجواء تعليمية مناسبة

لأبنائنا وبناتنا الطلاب والطالبات والأطفال في المدارس والمعلمون حتى نرتقي بمستوى التحصيل العلمي ومستوى الإنتاج.

2) الهدف

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم جودة الظروف الصوتية والخصائص الصوتية ذات الصلة داخل الفصول الدراسية من المدارس الثانوية والمتوسطة والابتدائية في الهيئة الملكية ومدينة ينبع البحر واقتراح أنسب الوسائل للحد من مستويات الضوضاء المرتفعة وتحسين مستوى جودة الصوت في الفصول الدراسية.

3) منهجية وطرق العمل والأدوات

3.1 اختيار موقع للدراسة

تم عمل الدراسة في مدارس الهيئة الملكية وفي ينبع البحر. تم اختيار مدرستين الأولى من الهيئة الملكية 3 فصول دراسية والثانية من ينبع البحر 3 فصول دراسية. بطريقة العينة العشوائية البسيطة. المدارس التي تم فيها اجراء القياسات تتراوح فيها الفصول الدراسية من 18 الى 25 فصل لكل مدرسة تقريبا. أعمار هذه المدارس تتراوح من 17 سنة الى 35 سنة ومنها ما هو الحديث ومنها ما هو القديم. الفصول الدراسية غالبيتها تحتوي على أسطح من الاسمنت والسيراميك والجبس بورد والفينيل.

الفرق الجوهري العام بين مواقع المدارس هو أن مدارس الهيئة الملكية تعتبر نموذجا وصرحا يحتذى به، حيث انها تطبق أعلى معايير البناء والتصميم والجودة العالية مما يساعد الأطفال على التعلم والراحة النفسية وإبراز جميع المزايا للطفل. أما مدارس ينبع البحر فهي مثل غيرها من المدارس في المملكة حيث ان تصميمها كباقي مدارس المملكة.

3.2 قياس عناصر جودة الصوت داخل الفصول الدراسية

3.2.1 قياس مستويات الضوضاء في الخلفية

تم قياس مستويات الضوضاء الخلفية (Background Noise Levels) في النطاقات الثمانية للترددات الصوتية مرة واحدة في جميع الفصول الدراسية المحددة من المدارس في ظل ظروف غير مشغولة مع تشغيل نظام تهوية المبنى. تم إجراء هذا النوع من القياس لـ BNL باستخدام جهاز قياس مستوى الصوت متكامل (ISLM) مع محلل نطاق ثماني التردد Cirrus – Optimus Sound Level Meter plus [– UK] مُعاير وكان الجهاز مثبت على حامل خاص على ارتفاع 1.5 متر من الأرض وحوالي 2-3 متر بعيداً من الجدران في كل فصل دراسي، وذلك في حوالي 4 مواقع لمدة دقيقة واحدة من القياس. تم

حساب متوسط BNL ((Leq,Aالمقاسة لكل فصل دراسي ومقارنتها بمعايير الفصل / التصميم الواردة في الجدول ادناه التابع لمعهد المواصفات الأمريكي لمعايير جودة الصوت في الفصول الدراسية. الأولى. يتم القيام بهذه الخطوة للتوصل إلى فهم واضح للعوامل التي قد تؤثر فعلا في جودة الصوت داخل الفصل الدراسي.

3.2.2 تقييم الزمن الترددي/أوقات الصدى (RTs)

تم حساب RTs من الاستجابات النبضية Impulse Responses المقاسة باستخدام برنامج WinMLS، باستخدام مكبرات الصوت "متعددة الاتجاهات" كمصدر للصوت. تم وضع مكبر الصوت هذا في الوسط وأركان الفصول الدراسية في الحالة غير المشغولة مع إيقاف تشغيل جميع معدات الفصول الدراسية وخدمات المبنى. تم استخدام مقياس مستوى الصوت المتكامل [Cirrus – Optimus SLM plus - UK] كجهاز استقبال ولاقط للصوت، وسيكون موجودًا في مواقع مختلفة في الفصول الدراسية ليست قريبة من المصدر أو الجدران أو أي عوائق. في كل فصل دراسي غير مأهول أو مستخدم، تم حساب متوسط RT في الغرفة ومقارنته بمعايير قبول / تصميم الفصل الدراسيANSI S12.60

3.3 المعايير الصوتية

تم إعتماد المعايير الصوتية للفصول الدراسية حسب **NSI S12.60-2009**

جدول (1) المعايير واللوائح التي تحدد مستوى جودة الصوت والضوضاء المسموح بها ANSI S12.60-2009

Learning Space	Max. BNL dBA	Maximum RTs (s) – for sound pressure levels in octave bands with mid-band frequency 500 to 1000 Hz
Core learning space with enclosed volume <283m^3	35	0.6
Core learning space with enclosed volume >283m^3 and ≤ 566 m^3	35	0.7
Core learning space with enclosed volume >566m^3 and all ancillary learning spaces	40	Reverberation control for large core learning spaces C3.3 *(ANSI S12.60-2009)*

3.4التحليل الإحصائي للبيانات

تم استخدام التحليل الوصفي للبيانات المجمعة من عمليات القياس للضوضاء وجودة الصوت وحساب المتوسط، القيمة الأدنى والأعلى، والانحراف المعياري بين القياسات المختلفة لكل عنصر. كما تم تحليل العوامل الأولية التي تؤثر على الخصائص الصوتية من خلال حسابات الارتباط (r) لتحديد العلاقة بين التباين في الخصائص الصوتية (الضوضاء الخلفية BNL والزمن الترددي للصوت RT) مع خصائص الفصول الدراسية مثل حجم الغرفة، وارتفاع السقف، والعمر بالسنوات، والمعالجة الصوتية الحالية . أخيرًا، تم شرح النتائج في جداول ورسوم بيانية. من النتائج تم البحث في تصميم مقترح عملي للتحكم في الضوضاء وتحسين جودة الصوت في المدارس.

4) النتائج

4.1 بيانات ومواصفات بيئة وتصميم الفصول الدراسية

تم جمع معلومات أولية عن مواصفات البيئة التعليمية (الفصول الدراسية) التي ستتم فيها الدراسة من خلال استبانة خاصة تتعلق ببيانات عن المدارس، اعمارها، المراحل التعليمية، مواصفات التصميم الهندسي للفصول الدراسية (المساحة، الحجم، مواد البناء المستخدمة للأسطح الستة، إضافات تحسينية متوفرة، عدد الطلاب)، نظام التكييف/التدفئة والخدمات المرافقة، الأجهزة والمعدات التعليمية المتوفرة. تلعب المواصفات الهندسية للتصميم الداخلي للفصول الدراسية (مثل: الحجم، مواد البناء) دورا كبيرا مؤثرا في سلوك الصوت (الانعكاس، الانتقال، الامتصاص، الحيود، الخ).
احتمال أنه لا يوجد اختلاف بين المدارس القديمة والجديدة في مستوى جودة الصوت بسبب تصميمها الموحد. لكن من الممكن أن تكون قد تأثرت جودة البناء نفسها مع الزمن مما قد يؤثر على الصوت داخل الفصول حينها وهذا ما سوف نقوم بدراسته أيضا.

جدول (2): بيانات أسماء مدارس الهيئة الملكية ووصف الفصول الدراسية ومكوناتها وتصميمها الهندسي

اسم المدرسة	المرحلة التعليمية	عمر المدرسة	عدد الطلاب	عدد الفصول الدراسية	مواد البناء	مساحة الفصول	نوع نظام التكييف	عدد الطلاب بكل فصل
الكندي	ابتدائية	20 عام	340 طالب	18	الجدار: اسمنت الارضيات: سيراميك الاسقف: اسمنت	65.13م^2	مركزي	24
ابن خلدون	الثانوية	25 عام	420 طالب	18	الجدار: سمنتي الارضيات: فينيل وبلاط الاسقف: جبيس بورد	64م^2	مركزي	30

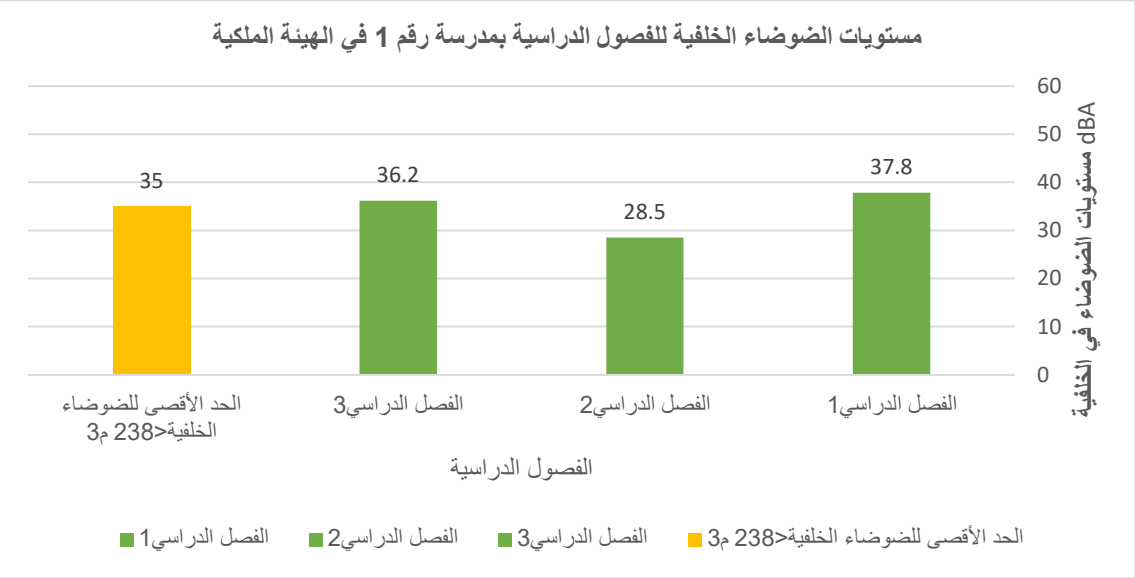
ابن سينا	متوسطة	30 عام	470 طالب	18	الجدار: اسمنتي الارضيات: فينيل الاسقف: جبس بورد	49م^2	مركزي	27
ابن الخطيب	متوسطة	25 عام	460 طالب	18	الجدار: جبس بورد الارضيات: فينيل الاسقف: ارمسترونغ	49م^2	مركزي	26

جدول (3): بيانات أسماء مدارس ينبع البحر ووصف الفصول الدراسية ومكوناتها وتصميمها الهندسي

اسم المدرسة	المرحلة التعليمية	عمر المدرسة	عدد الطلاب	عدد الفصول الدراسية	مواد البناء	مساحة الفصول	نوع نظام التكييف	عدد الطلاب بكل فصل
عبد الرحمن بن عوف	ابتدائية	19 عام	300 طالب	18	الجدار: خرسانه الارضيات: اسمنت الاسقف: اسمنت	62.13م^2	شباك	24
الملك عبد العزيز	الثانوية	30 عام	600 طالب	28	الجدار: خرسانه الارضيات: اسمنت الاسقف: اسمنت	66م^2	شباك	35
بلال بن رباح	متوسطة	20 عام	450 طالب	22	الجدار: خرسانه الارضيات: اسمنت الاسقف: اسمنت	49م^2	شباك	30
الملك فيصل	متوسطة	17 عام	550 طالب	24	الجدار: خرسانه الارضيات والأسقف: اسمنت	53م^2	شباك	28

4.2 الضوضاء الخلفية في مدارس الهيئة الملكية

- **مدرسة رقم 1:** الشكل (1) يوضح متوسطات مستويات الضوضاء الخلفية في 3 فصول دراسية لا يزيد حجمها عن 240م^3. حيث وجد أن مستويات الضوضاء في هذه الفصول تصل إلى 37.8 dBAوالتي تتجاوز أقصى مستوى ضوضاء خلفية موصى به (dB35A) في الفصول الدراسية الشاغرة بحجم أصغر من 283م^3 ويعتبر هذا مرتفع قليلا عن الحد الموضح للمعايير الامريكية.

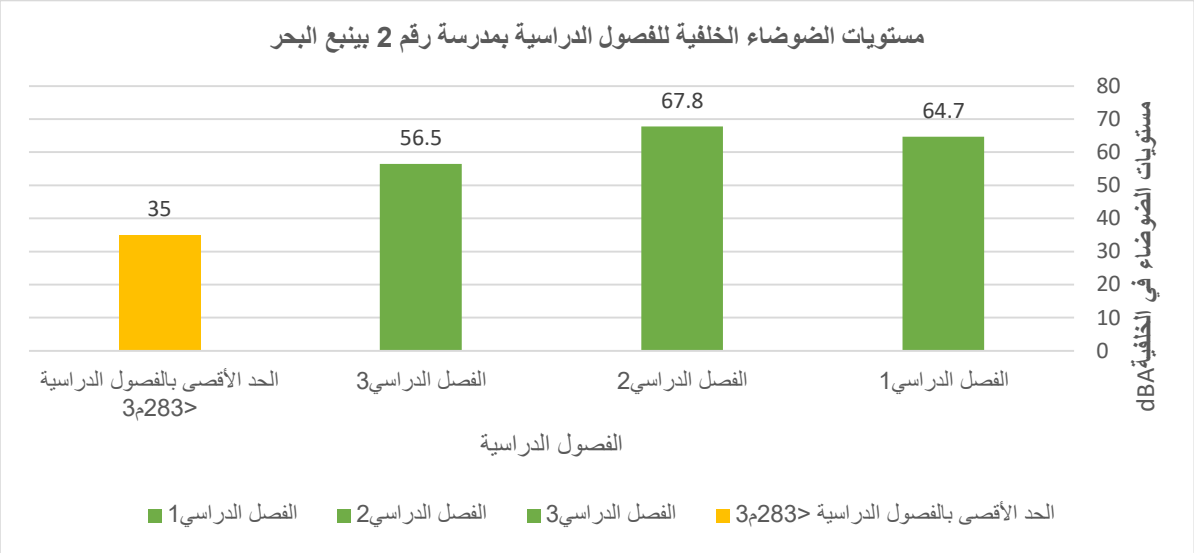


الشكل (1)

أوضحت نتائج قياسات الضوضاء الخلفية في الفصول المدرسية وهي شاغرة من الطلاب (التابعة للهيئة الملكية بينبع) أن مستوى الضوضاء الخلفية يصل إلى مستويات أعلى من الحد المسموح به (35 dBA) حسب معايير ANSIللفصول الشاغرة بحجم 283<م^{3}وتشير نتائج البيانات التي جمعها عن مواصفات هذه الفصول التكوينية والهندسية أنها تحتوي على جدران عاكسة وأرضيات من الفينيل وأسقف من الجبس بورد مما يؤثر على جودة الصوت وهذا يتفق إلى حد كبير مع نتائج الدراسات السابقة المماثلة (Skarlatos & Manatakis, 2003)، حيث وجدت أن مستويات الضوضاء الخلفية في الفصول الدراسية في المدارس ذات الأسطح العاكسة وحالة شاغرة تجاوزت المستويات المسموح بها كما وجد أن هذا الوضع يؤثر بشكل سلبي على أداء الطلاب ومستوى الفهم والاستيعاب، كما أنها يسبب نوع مع عدم الراحة الصوتية للمعلم والطالب ما يحفز المعلم لأن يقوم برفع صوته محاولا ستر الضوضاء الخلفية.

الضوضاء الخلفية في مدارس ينبع البحر

- **مدرسة رقم 2:** القياسات بالمدرسة في 3 فصول مختلفة من كل صف للمدرسة تم اختيار فصل واحد لكل مرحلة دراسية. كما هو موضح بالشكل (2) يوضح متوسطات مستويات الضوضاء الخلفية في 3 فصول دراسية حجم الفصول في رقم 2 62م^2 وحجم المدرسة 144م^3. حيث وجد أن مستويات الضوضاء في هذه الفصول مرتفعة بشكل كبير، يتراوح بين 64و 67.2 dBوالتي تتجاوز أقصى مستوى ضوضاء خلفية موصى به (dB35) في الفصول الدراسية الشاغرة بحجم أصغر من 283م^3

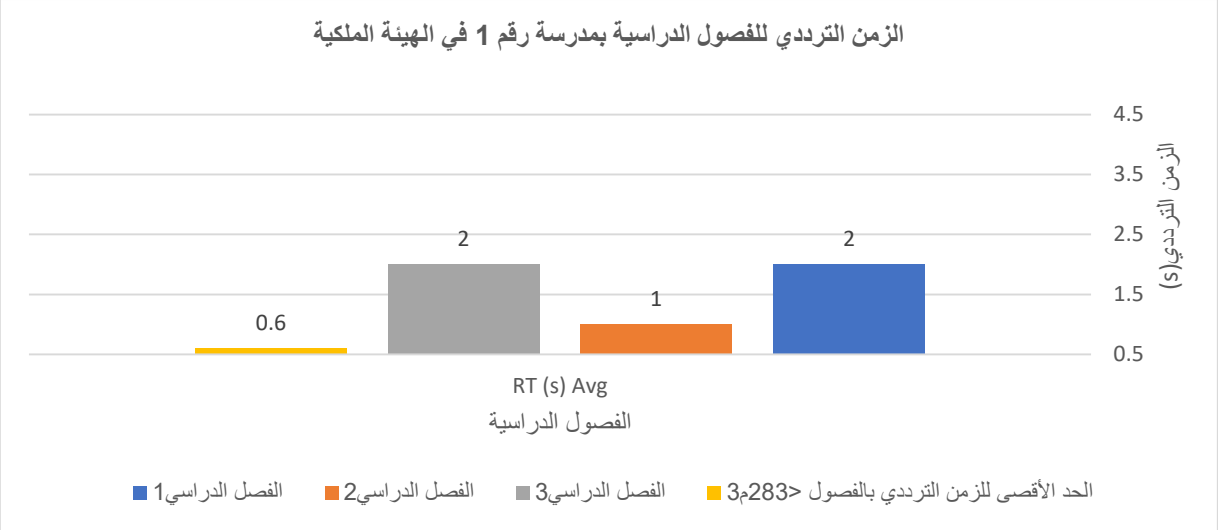


الشكل (2)

أوضحت نتائج قياسات الضوضاء الخلفية في الفصول المدرسية وهي شاغرة من الطلاب (التابعة لمدارس ينبع البحر) أن مستوى الضوضاء الخلفية يصل إلى مستويات أعلى من الحد المسموح به (35 dBA) حسب معايير ANSI للفصول الشاغرة بحجم 283<م^3 وتشير نتائج البيانات التي تم جمعها عن مواصفات هذه الفصول أنها تحتوي على جدران عاكسة من خرسانه وأرضيات من الاسمنت وأسقف من الخرسانة مما يؤثر على جودة الصوت وهذا يتفق إلى حد كبير مع نتائج الدراسات السابقة المماثلة، (Shield & Dockrell, 2008). أوضحت الدراسة ان الضوضاء الداخلية والخلفية سببها ابواق السيارات وحركة المرور والاصوات الداخلية أسبابها تحريك الكراسي والطاولات والمحادثات بين الطلاب، وأيضا ضرب الجدران خلافه من أفعال الطلاب مما يوضح انها سبب رئيسي في ارتفاع الضوضاء الخلفية. حيث وجدت أن مستويات الضوضاء الخلفية في الفصول الدراسية في المدارس ذات الأسطح العاكسة وفي حالة شاغرة تجاوزت المستويات المسموح بها نتيجة أصوات مجهولة المصدر وبعض مصادر التكييف المزعجة وحركة المرور بجانب المدرسة مما سبب اختلاف كبير بالنتائج وأيضا التصميم العام للمدرسة والمواد المستخدمة في إنشائه. كما وجد أن هذا الوضع يؤثر بشكل سلبي على أداء الطلاب ومستوى الفهم والاستيعاب، كما أنها تسبب نوع من عدم الراحة الصوتية للمعلم والطالب.

الزمن الترددي لمدارس الهيئة الملكية

مدرسة رقم 1: القياسات بالمدرسة في 3 فصول مختلفة من كل صف للمدرسة تم اختيار فصل واحد. كما هو موضح بالشكل (3) يوضح متوسطات مستويات الزمن الترددي في 3 فصول دراسية لا يزيد حجمها عن 80 م^2 في مدرسة رقم 1 بحجم 240م^3 حيث وجد أن مستويات الضوضاء في هذه الفصول يتراوح بين 1 و2 dBوالتي تتجاوز أقصى مستوى الزمن الترددي موصى به (RT0.6) في الفصول الدراسية الشاغرة بحجم أصغر من 283م^3

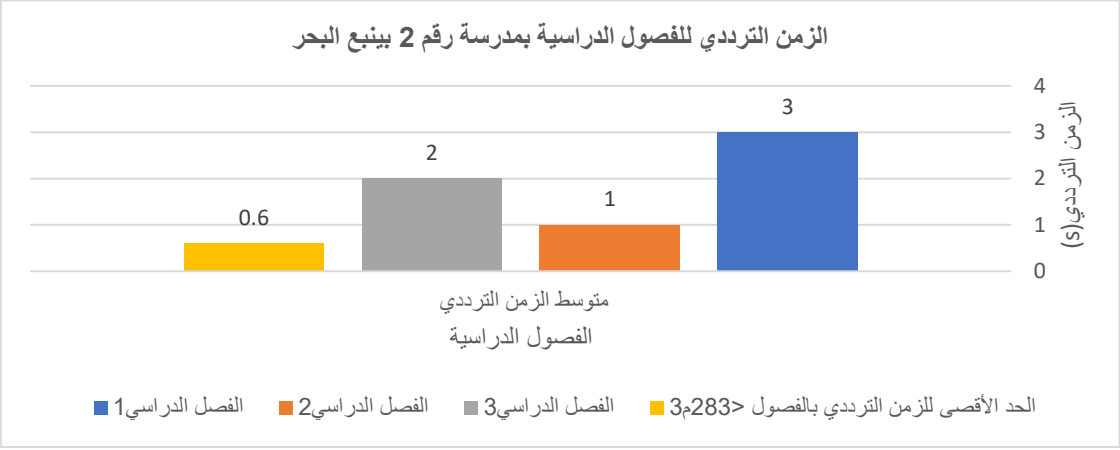


الشكل (3)

أوضحت نتائج قياسات ضوضاء الزمن الترددي في الفصول المدرسية وهي شاغرة من الطلاب (التابعة لمدارس الهيئة الملكية) أن مستوى الزمن الترددي يصل إلى مستويات أعلى من الحد المسموح به 0.6ث حسب معايير ANSIللفصول الشاغرة بحجم 283<م^{3}وتشير نتائج البيانات التي تم جمعها عن مواصفات هذه الفصول أنها تحتوي على جدران عاكسة من اسمنت وأرضيات من الفينيل وأسقف من الجبس بورد مما يؤثر على جودة الصوت (Prodi & Visentin, 2021)، حيث وجدت أن مستوى الزمن الترددي للصوت في الفصول الدراسية في المدارس ذات الأسطح العاكسة وفي حالة شاغرة تجاوزت المستويات المسموح بها.

الزمن الترددي لمدارس ينبع البحر

مدرسة رقم 2: القياسات بالمدرسة في 3 فصول مختلفة من كل صف للمدرسة تم اختيار فصل واحد. كما هو موضح بالشكل (4) يوضح متوسطات مستويات الزمن الترددي في 3 فصول دراسية حجم الفصول في مدرسة رقم 2 66م^2 وحجم المدرسة 144م^3 يتراوح بين 1 و3 dBوالتي تتجاوز أقصى مستوى الزمن الترددي موصى به (RT0.6) في الفصول الدراسية الشاغرة بحجم أصغر من 283م^3 (نتيجة أصوات مجهولة المصدر وبعض مصادر التكييف المزعجة وحركة المرور بجانب المدرسة).



الشكل (4)

أوضحت نتائج قياسات ضوضاء مستويات الزمن الترددي في الفصول المدرسية وهي شاغرة من الطلاب (التابعة لمدارس ينبع البحر) أن مستوى الزمن الترددي يصل إلى مستويات عالية تتجاوز الحد المسموح به 0.6ثانية حسب معايير ANSI للفصول الشاغرة بحجم 283<م^{3}وتشير نتائج البيانات التي تم جمعها عن مواصفات هذه الفصول أنها تحتوي على جدران من خرسانة وأرضيات من اسمنت وأسقف من الاسمنت مما يؤثر على جودة الصوت(Redman et al., 2020) حيث وجدت أن مستوى الزمن الترددي للصوت في الفصول الدراسية الشاغرة تجاوزت المستويات المسموح بها. مما يصعب على الطلاب الاستجابة بسبب صدى الصوت.

الاستنتاج

أشارت القياسات الحالية للضوضاء الخلفية في الفصول التي تم اجراء القياسات عليها كانت عادة أكبر من المعيار الأساسي 35 dBA المعتمدة، وأشارت القياسات الحالية للزمن الترددي كانت عادة أكبر من المعيار الأساسي 0.6 RT. تراوحت القياسات للضوضاء الخلفية في مجمل الفصول في الهيئة الملكية بين 28.5 و49dBA. تراوحت القياسات للضوضاء الخلفية في مجمل الفصول في مدارس ينبع البحر بين 56.3 و67.8 dBA بسبب سوء إنشاء البنيان بالمدارس الحكومية في ينبع البحر. تراوحت القياسات للزمن الترددي في مدارس الهيئة الملكية بين 1 و3 RT. تراوحت القياسات للزمن الترددي في مدارس ينبع البحر بين 1 و3.8 RTوهو معدل مرتفع نسبة للمعيار الأساسي الموصي به 0.6 RT.السبب الرئيسي للضوضاء المرتفعة هو التصميم السيئ للأسقف والجدران والأرضية التي تساعد على عكس الصوت بمدراس ينبع البحر.

تظهر النتائج والقياسات أن مدارس الهيئة الملكية أفضل جودة ومكان مناسب للتعلم أكثر من مدارس ينبع البحر. اشارت الدراسات الى ان المواد المستخدمة في المدارس تؤثر على القياسات ومدى امتصاص الصوت او انعكاسه. التعرض للضوضاء بسبب انعكاس الصوت يؤثر على الطلاب وأيضا المعلمين في أداء واجبهم المهني.

التوصيات

من نتائج الدراسة يتضح أنه لابد من وضع عدد من التوصيات القابلة للتطبيق في بيئة الفصول الدراسية التي تعاني من ارتفاع في الضوضاء الخلفية والزمن الترددي للصوت. وعلى سبيل المثال لا الحصر هذه بعض الحلول الممكنة والتي تشمل عزل الماكينات والمحركات داخل غرف مانعة للصوت باستخدام جدران عازلة في مدارس البلد، اختيار وتركيب مكيفات الهواء الهادئة قدر الإمكان، يمكن تقليل الصدى بواسطة لوحات ومنسوجات واستخدام النباتات لتقلل أيضا من الضوضاء والتردد الصوتي، استخدام السجاد في جميع أنحاء الغرفة بالفصل الدراسي يساعد على امتصاص الصوت، إغلاق الأبواب والنوافذ، وعلى الرغم من أننا لا نستطيع السيطرة على جميع الانحرافات الخارجية، يمكننا الحد من تأثيرها على الضوضاء في الفصول الدراسية عن طريق إغلاق الأبواب والنوافذ عندما يكون ذلك ممكنا. أما بالنسبة لمواد البناء فيمكن الابتعاد عن المواد التي تسبب انعكاس للصوت واستبدالها بمواد تمتص الصوت.

المراجع

- Åhlander VL, Rydell R, Löfqvist A (2011) Speaker's comfort in teaching environments: voice problems in Swedish teaching staff. J Voice 25(4):430–440
- ANSI. (2009). ANSI-S12.60-R2009: Acoustical Performance Criteria, Design Requirements and Guidelines for Schools, American National Standards Institute, New York.
- Bowden, E. E., Wang, L. M., & Bradley, D. T. (2002). Classroom acoustics in Omaha, Nebraska: Measurements and outreach. The Journal of the Acoustical Society of America, 112(5), 2430-2430.
- Bradley, J. S. (2002). Optimising sound quality for classrooms. XX Encontro da SOBRAC, II Simpósio Brasileiro de Metrologia em Acústica e Vibrações–SIBRAMA, Rio de Janeiro.
- Bulunuz, N., Bulunuz, M., Orbak, A. Y., Mulu, N., & Tavşanlı, Ö. F. (2017). An evaluation of primary school students' views about noise levels in school. International Electronic Journal of Elementary Education, 9(4), 725-740.
- Chen, Q., & Ou, D. (2021). The effects of classroom reverberation time and traffic noise on English listening comprehension of Chinese university students. Applied Acoustics, 179, 108082
- Clark, C., Head, J., & Stansfeld, S. A. (2013). Longitudinal effects of aircraft noise exposure on children's health and cognition: a six-year follow-up of the UK RANCH cohort. Journal of environmental psychology, 35, 1-9.
- Clark, C., Martin, R., Van Kempen, E., Alfred, T., Head, J., Davies, H. W., ... & Stansfeld, S. A. (2006). Exposure-effect relations between aircraft and road traffic noise exposure at school and reading comprehension The RANCH project. American Journal of Epidemiology, 163(1), 27-37.
- Dockrell, J. E., & Shield, B. M. (2006). Acoustical barriers in classrooms: The impact of noise on performance in the classroom. British Educational Research Journal, 32(3), 509-525.

- Erickson, L. C., & Newman, R. S. (2017). Influences of background noise on infants and children. Current directions in psychological science, 26(5), 451-457.
- Guidini, R. F., et al. "Correlações entre ruído ambiental em sala de aula e voz do professor. Rev. soc. bras. fonoaudiol. [Internet] 2012 Dec [cited 2018 May 24]; 17 (4): 398-404."
- Hodgson, M. (2004). Case-study evaluations of the acoustical designs of renovated university classrooms. Applied Acoustics, 65(1), 69-89.
- Hodgson, M., Rempel, R., & Kennedy, S. (1999). Measurement and prediction of typical speech and background-noise levels in university classrooms during lectures. The Journal of the Acoustical Society of America, 105(1), 226-233.
- Houtgast, T. A. M. M. O., Steeneken, H. J. M., & Plomp, R. (1980). Predicting speech intelligibility in rooms from the modulation transfer function. General room acoustics. Acta Acustica united with Acustica, 46(1), 60-72.
- Ismail, N. B., Karim, K., & Othman, N. A. (2020). Noise levels in malaysia primary schools: are we meeting the international standards? INTERNATIONAL JOURNAL OF ALLIED HEALTH SCIENCES, 4(2), 1139-1150.
- Jariwala, H. J., Syed, H. S., Pandya, M. J., & Gajera, Y. M. (2017). Noise pollution & human health: a review. Noise and Air Pollutions: Challenges and Opportunities, Ahmedabad: LD College of Eng.
- John, J., Thampuran, A. L., & Premlet, B. (2016). Objective and subjective evaluation of acoustic comfort in classrooms: A comparative investigation of vernacular and modern school classroom in Kerala. Applied Acoustics, 104, 33-41
- Klatte, M., Bergström, K., & Lachmann, T. (2013). Does noise affect learning? A short review on noise effects on cognitive performance in children. Frontiers in psychology, 4, 578.

- Kristiansen, Jesper, et al. "A study of classroom acoustics and schoolteachers' noise exposure, voice load and speaking time during teaching, and the effects on vocal and mental fatigue development." International archives of occupational and environmental health 87.8 (2014): 851-860.
- Losso, M., Viveiros, E., & Figueiredo, T. (2004). An overview of acoustical features in Brazilian school buildings. Proceedings of Inter-Noise, Prague, Czech Republic, 666.
- Massonnié, J., Rogers, C. J., Mareschal, D., & Kirkham, N. Z. (2019). Is classroom noise always bad for children? The contribution of age and selective attention to creative performance in noise. Frontiers in psychology, 10, 381
- Mehta, R., Zhu, R., & Cheema, A. (2012). Is noise always bad? Exploring the effects of ambient noise on creative cognition. Journal of Consumer Research, 39(4), 784-799.
- Prodi, N., & Visentin, C. (2021). A Slight Increase in Reverberation Time in the Classroom Affects Performance and Behavioral Listening Effort. Ear and Hearing.
- Redman, Y., Vercelli, C., Cantor-Cutiva, L. C., & Bottalico, P. (2020). Work-Related Communicative Profile of Voice Teachers: Effects of Classroom Noise on Voice and Hearing Abilities. Journal of Voice.
- Sala, E., & Rantala, L. (2016). Acoustics and activity noise in school classrooms in Finland. Applied acoustics, 114, 252-259.
- Sato, H., & Bradley, J. S. (2008). Evaluation of acoustical conditions for speech communication in working elementary school classrooms. The Journal of the Acoustical Society of America, 123(4), 2064-2077.
- Shield, B. M., & Dockrell, J. E. (2008). The effects of environmental and classroom noise on the academic attainments of primary school children. The Journal of the Acoustical Society of America, 123(1), 133-144.
- Shield, B., & Dockrell, J. E. (2004). External and internal noise surveys of London primary schools. The Journal of the Acoustical Society of America, 115(2), 730-738.

- Shield, B., Connolly, D., Dockrell, J., Cox, T., Mydlarz, C., & Conetta, R. (2018). The impact of classroom noise on reading comprehension of secondary school pupils. In Proceedings of the Institute of Acoustics (Vol. 40, pp. 236-244). Institute of Acoustics.
- Skarlatos, D., & Manatakis, M. (2003). Effects of classroom noise on students and teachers in Greece. Perceptual and motor skills, 96(2), 539-544.
- Submarinos–ROBAS, R. D. O. A. (2020). Laboratory of Acoustics and Environment-LACMAM-USP.
- Summan, A., & Hodgson, M. (2015). Acoustical Evaluation of High-School Technology-Education Shops. Building Acoustics, 22(1), 45–64.
- Wen, X., Lu, G., Lv, K., Jin, M., Shi, X., Lu, F., & Zhao, D. (2019). Impacts of traffic noise on roadside secondary schools in a prototype large Chinese city. Applied Acoustics, 151, 153-163.
- Yang, D., & Mak, C. M. (2021). Effects of acoustical descriptors on speech intelligibility in Hong Kong classrooms. Applied Acoustics, 171, 107678