

دراسة بعض المتغيرات الأساسية في القاعات الكلامية لتحديد كفاءة أدائها الصوتي

نداء نعمان مجيد

المعهد التقني / الانبار

الخلاصة

تكامل الفضاء المعماري يعتبر من اهم محاور اهتمام العمارة بمعانيه ، وما يحمل من مضامين ، فهو الوسط الذي تتشكل به السمات الاساسية للتكوين المعماري ولما كان الاداء الصوتي هو احد الفقرات الوظيفية التي تخص بعض انماط الفضاءات المعمارية ، اختار البحث قاعتين من قاعات المعهد والمستخدمه كقاعات كلامية ومناسبات لدراسة كفاءتها في توفر بعض المؤشرات والمتطلبات الصوتية المهمة الواجب توفرها في مثل هذه القاعات لتحقيق عملية ترابط بين التصميم الهندسي والتصميم الصوتي لعناصر القاعة السمعية الاساسية لغرض الوصول الى الاداء الصوتي المطلوب بما يتلائم مع طبيعة وظيفتها اضافة الى اعطائها انطباعاً سمعياً مريحاً . وارتأى البحث دراسة بعض هذه المؤشرات :-

١. التردد الصوتي وزمن التردد (Reverberation Time)

٢. العلو والجهازة (loudness).

٣. مؤشر فهم الكلام والمفهومية (Intelligibility of Speech and Articulation).

كلمات رئيسية: قاعة ، أداء صوتي ، تردد ، مفهومية ، انعكاس ، صوت

المقدمة

﴿إن السمع والبصر والفؤاد كل أولئك كان عنه مسؤولاً﴾ (الاسراء ٢٦) .ومن نعم الله علينا ان وهبنا الله الحواس الخمس وربما تكون حاسة السمع هي من اهم هذه الحواس على الاطلاق ولذلك قد قدمت على حاسة البصر في معظم آيات التنزيل الحكيم ، وهي الحاسة التي لاتغيب عن الانسان في حياته حتى في نومه تقل عتبتها والانام الانسان في سبات عميق كما حدث لاصحاب الكهف . ﴿فصرينا على أذانهم في الكهف سنين مائة﴾ {الكهف ١١} . ان الظروف الفيزيائية لمحيط التعلم مكملة لتحقيق الاتصال الجيد والتعلم الفعالين . اذ توجد في محيط التعلم الذي يتكون من عناصر الحس الفيزيائي (Physical – sensory) (كالصوت ، الاضاءة ،

اللون) التي تصف خصائص المجال الذي يتعلم فيه الطالب كثير من العوامل التي من الممكن ان تعوق عملية الاتصال وتقلل من كفاءة وفاعلية التعلم ، ذلك لتأثيرها في راحة الطالب الفيزيائية ودفاعيته للتعلم . ان احد هذه العوامل هي الخاصية الصوتية للقاعة الدراسية (Acoustic quality) [١]. حيث يعرف التصميم الصوتي للقاعات السمعية ، بانه فن وممارسة هندسة تصميم هذه الفضاءات ذات الميزة المتعلقة بالصوت ، وفقاً لمبادئ تحددها الاعتبارات الجمالية والعلمية ، لغرض ايجاد المحددات

التصميمية لكل ما يتعلق بالصوت او يحدثه او يحتويه او ينشأ عنه او يتحقق به أو ينقله ، بشكل يساعد على تحقيق الهدف الذي انشأت من أجله القاعة السمعية .

الجانب النظري

١ . مفهوم الصوت والضغط الصوتي

يعرف الصوت بانه التغيير في ضغط الوسط المرن بحيث تستطيع الاذن البشرية تحسسه . ينتشر الصوت على شكل موجات صوتية طولية ذات ترددات تقع بين (٢٠-٢٠٠٠٠) هيرتز من مصدر الصوت الى الاذن البشرية بسرعات مختلفة حسب نوع الوسط المادي المنتقله من خلاله . ان طول الموجة الصوتية تقاس بمقدار سرعتها وترددتها حيث ان :-
طول الموجه = سرعة الصوت / التردد

ان اقل طول موجة صوتية في الهواء هي (١٧ ملم) عندما تكون سرعة الصوت فيه (٣٤٠ متر/ثانية) وبتردد (٢٠٠٠٠ هيرتز) وان اطول موجة صوتية في الهواء تساوي (١٧ متر) عندما يكون التردد (٢٠ هرتز) وبالسرعة السابقة [٢] . ان هذا الفرق الكبير بين اقصر واطول موجه مسموعة يظهر مدى الفرق الكبير في اطوال الموجة المسموعة ، فالصوت المسموع وبتردد واحد يعرف بالنغمة النقية . وبما ان الصوت عبارة عن مجموعة ترددات لذا فانه مزيج من عدة نغمات نقية.

وتعتمد طبيعة اداء فعالية الكلام على اصوات المتكلمين ، والتي تختلف بعضها عن بعض بخصائص جوهرية [٣] أو لاهما شدة الصوت (Intensity) ، والتي تعرف بانها المعدل الزمني للطاقة الصوتية التي تمر خلال وحدة المساحة [٤] . أي ان الشدة تساوي (القدرة/المساحة) ، وللشدة تأثير على الاذن يسمى العلو او الجهارة. وثانيهما تردد الصوت ، وللتردد تأثير في الاذن يسمى درجة الصوت (Pitch) [٥] ، والتي تتولد نتيجة لاهتزاز الاوتار الصوتية وتتحكم في شدتها تقلصات عضلية فتولد تغييرات من درجة الصوت . وثالثهما نوع الصوت (Timber) الذي يتوقف على عدد التوافقيات (Harmonics) [٦] وهي النغمات التي تردداتها مضاعفات

صحيحة للنغمة الاساسية لتهدب الاذن صوتاً ارق واجمل. ويتراوح المجال الترددي لفعالية الكلام من (١٠٠-١٠٠٠٠) هرتز ولغرض تحقيق درجة فهم جيدة في القاعات السمعية ، يفضل تحديد هذا المجال من (١٢٥-٤٠٠٠) هرتز.

٢. التردد الصوتي (Reverberation)

بعد وصول الصوت المباشر الى اية نقطة في القاعة السمعية، تصل الانعكاسات الصوتية الاولى (Early reflection) ، وسرعان ما تزداد سرعة تعاقب الانعكاسات الصوتية ، وتقل الطاقة الصوتية تدريجياً الى ان تضمحل. بصورة رئيسية تحدث هذه الظاهرة في القاعات السمعية المغلقة ، مما يساعد على تقوية واطالة الصوت الاصلي (Original Sound) فيها [٧] ، وبعبارة اخرى، فالمجموع الكلي لهذه الانعكاسات الصوتية الواصلة لتلك النقطة بعد توقف مصدر الصوت عن البث فجأة بالتردد الصوتي (Reverberation). ان التحكم بالتردد الصوتي وما يكونه من انطباعات سمعية له الاثر الكبير في ادراك وتمييز الصوت العابر (Transient Sound) ، وهو الصوت الذي يبث او يتوقف فجائياً من مصدره ، حيث يساعد التحكم بالتردد الصوتي في الحفاظ على الاصوات الكلامية والموسيقية العابرة وتقويتها ، لاجل تحقيق فهم الكلام [٨] . ونظراً لاهمية عملية التحكم بالتردد الصوتي على التصميم الصوتي للقاعات السمعية ، يستعمل زمن التردد الصوتي (Reverberation Time) لعملية قياس التردد الصوتي ، والذي يعرف بالزمن اللازم لتلاشي مستوى منسوب الضغط الصوتي بمقدار (٦٠ديسبل) عن قيمته العليا بعد التوقف الفجائي لمصدر الصوت عن البث [٩] . وهناك عدة صيغ لحساب زمن التردد الصوتي أهمها صيغة سابين (Sabine Formula) . وان قيمة زمن التردد لصوتي تنتوع بحسب استعمال الفضاء كما موضح في الجدول أدناه :-

جدول رقم (١) يوضح زمن التردد المناسب لاستعمال الفضاءات السمعية [٢]

الحالة السمعية	زمن التردد (ثانية)
مثالي للفضاء الكلامي	أقل من ١,٠
جيد للفضاء الكلامي ، مناسب للفضاء الموسيقي	١,٠ - ١,٥
مناسب للفضاء الكلامي ، جيد للفضاء الموسيقي	١,٥ - ٢,٠
رديء للفضاء الكلامي ، جيد للموسيقى السيمفونية	اعلى من ٢,٠

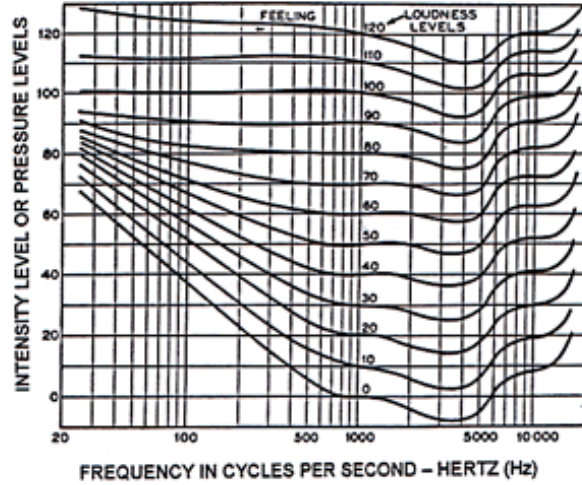
وبصورة أساسية هناك عدة عوامل رئيسية يجب أخذها بنظر الاعتبار عند حساب زمن التردد الصوتي وكما في الجدول التالي :-

جدول رقم (٢) يمثل العوامل المؤثرة في زمن التردد الصوتي [٢]

العوامل المؤثرة	طريقة التأثير	السبب
حجم القاعة السمعية	تتناسب طردياً مع R.T	زيادة حجم القاعة السمعية يزداد طول مسارات الانعكاسات الصوتية دون التعرض لعملية الانعكاس او الامتصاص ، مما يسبب احتفاظ هذه الانعكاسات بطاقتها الصوتية اطول فترة ممكنة
معامل الامتصاص الصوتي	تتناسب عكسياً مع R.T	زيادة معامل الامتصاص الصوتي للقاعة السمعية يزداد امتصاص الطاقة الصوتية للانعكاسات الصوتية ، مما يؤدي بدوره الى تقصير زمن اضمحلالها.
فعالية القاعة السمعية	بالنسبة للكلام	يفضل ان يكون اختلاف زمن التردد الصوتي قليلاً جداً بالنسبة للمكونات الترددية.
	بالنسبة للموسيقى	يفضل ان يكون زمن التردد الصوتي بالنسبة للترددات ١٢٥ هرتز مرة ونصف او اكثر بالنسبة للترددات التي تزيد عن ٥٠٠ هرتز ولغرض الاتاحة الى سماع واستيعاب المكونات الترددية كافة.
الرطوبة النسبية	تتناسب عكسياً مع R.T	بسبب امتصاص الهواء للطاقة الصوتية للانعكاسات وتحويلها الى طاقة حرارية وخاصة بالنسبة للمكونات الترددية التي تزيد على ٢٠٠٠ هرتز والقاعات السمعية التي يزيد حجمها على ١٠٠٠ م ^٣ .
الحاضرون	تتناسب عكسياً مع R.T	تمتص اجسام الحاضرين معظم الطاقة الصوتية ، وخصوصاً بالنسبة للمكونات الترددية ضمن ٢٥٠ هرتز لذلك يفضل حساب مساحة وحدات الامتصاص و اضافتها الى السطوح الداخلية للقاعة بافتراض وجود ثلث الحاضرين لجعل زمن التردد الصوتي لا يتوقف على عدد الحاضرين.

٣. العلو والجهارة (Loudness)

ان تأمين الجهارة الصوتية الملائمة لكافة مقاعد القاعة ذو اهمية كبيرة في فهم الكلام وقد وضحت منحنيات الجهارة (Equal loudness Contour) والذي يمثل كل منحنى تأثير شدة الصوت على سمع الانسان وبتغيير منسوب الصوت (S.P.L) والترددات (F) كما في الشكل أدناه، وأن تحسس الاذن البشرية لهذين العاملين يختلف عن ما تسجله اجهزة القياس الصوتي أي هناك فرق بين التحسس الذاتي والموضوعي مما يوضح اهمية هذا المؤشر في تحقيق كفاءة الاداء الصوتي لفعالية الكلامية .



شكل رقم (١) يمثل مخطط العلو الصوتي [١٣]

٤. مؤشر فهم الكلام والمفهومية (Intelligibility of speech and Articulation)

يعد هذا المؤشر احد دلائل النقاوة الصوتية في القاعة الكلامية والذي اعتمد هذا البحث . ان تعبير فهم الكلام (Intelligibility of speech) يعني فهم كلمات ذات معنى سواء كانت من مقطع واحد او عدة مقاطع . أما تعبير المفهومية فيقصد به فهم الفاظ او كلمات لا معنى لها متكونة من مقطع واحد [١٠] . ان مؤشر الفهم والمفهومية يؤثر بالدرجة الاولى على زمن التردد وكفاءة الانعكاسات الصوتية الاولى . ويمكن تحديد دليل مفهومية الكلام بطريقتين :-

١-٤ . الطريقة الرياضية

دليل المفهومية = (كثافة الصوت المباشر + كثافة الصوت المعكس لغاية ٥٠ ملي ثانية) // (كثافة كافة الانعكاسات الصوتية الاخرى)

وبهذه العلاقة نحصل على صفة مقربة لدليل فرز المقاطع الكلامية ومؤشراً جيداً في وضع التصاميم الصحيحة للقاعة حسابياً . ويعد العدد الحسابي المساوي أو أكثر من (٠,٢) دليل فرز المقاطع الكلامية والمحسوبة بالمعادلة أعلاه مؤشراً لصفة السماع الصوتي الجيد للقاعة وكما في الجدول أدناه.

جدول رقم (٣) يوضح مؤشر فرز الكلام وتقييم الوضوحية [١٣]

التقييم الصوتي	مؤشر فرز الكلام Articulation Index	النسبة المئوية للمقاطع المسموعة %
ضعيف	٠,٢ - ٠,١	٢٠ - ٠
مقبول	٠,٣ - ٠,٢	٤٠ - ٢٠
متوسط	٠,٤ - ٠,٣	٦٠ - ٤٠
جيد	٠,٦ - ٠,٤	٨٠ - ٦٠
جيد جداً	١,٠ - ٠,٦	١٠٠ - ٨٠

٢-٤ . القياسات الميدانية المباشرة

(Acoustical Measurement of Intelligibility of Speech or Articulation).

٣-٤ . طريقة الحكم الذاتي (Subjective method)

وذلك باختيار قائمة من كلمات ذات مقطع مفهوم وكلمات ذات مقاطع مبهمه ، على أن تتضمن كل الاحتمالات اللغوية من ترتيب حروف العلة والساكنة واللينه وهناك دراسات كثيرة قامت بإعداد قوائم مشابهة أثناء معالجتها لبعض المشاكل الصوتية في بعض القاعات المصممة وكذلك إعداد قوائم للكلام الاعتيادي ولمقاطع كلامية مبهمه وبالتباحث مع اختصاصيين في اللغة العربية ووفق ما تقتضيه خصوصية اللغة . وتتم مقارنة نتائج هذه الطريقة بجدول قياسية كما في الجدول أدناه :-

جدول رقم (٤) يوضح تقييم القاعة الكلامية بحسب نسبة الكلمات أو المقاطع الصحيحة والتي كتبت من قبل عينة الاختبار [١١].

تقييم القاعة الكلامية	نسبة فهم الكلمات المبهمة %	نسبة فهم الكلمات المعروفة %
ممتاز	١٠٠ - ٩٥	١٠٠ - ٩٥
جيد جداً	٩٥ - ٨٥	٩٥ - ٩٠
جيد	٨٥ - ٧٥	٩٠ - ٨٥
مقبول	٧٥ - ٦٥	٨٥ - ٧٥
رديء	دون ٦٥	دون ٧٥

وتؤكد عدد من الدراسات الأخرى في هذا المجال ان التقييم الاساس يجب ان يتم عبر المقاطع المبهمة ، اذ تكون نسبة الفرز الصحيح للمقاطع المختارة هي المحدد في تقييم دليل المفهومية في القاعة الكلامية وقد اثبتت التجارب الميدانية ، ان الفرز المقطعي الجيد يحصل عندما تصل نسبة الفرز الصحيح ٨٥% للمقاطع المبهمة ، والذي يعادل ٩٧% فرزاً صحيحاً للكلام المفهوم . وتكون القاعة الكلامية في المستوى المقبول ، عندما تصل نسبة الفرز الصحيح ٧٥% للمقاطع المبهمة والذي يعادل ٩٤% فرزاً صحيحاً للكلام المفهوم . وتكون القاعة غير مقبولة صوتياً عندما تكون نسبة الفرز الصحيح ٦٥% للمقاطع المبهمة والذي يعادل ٩٠% فرزاً صحيحاً للكلام المفهوم وحسب الجدول ادناه :-

جدول رقم (٥) يوضح تقييم القاعات الكلامية [١٢] .

تقييم القاعة	مايعادلها من درجة الفهم الكلامية %	نسبة فهم المقاطع المبهمة %
جيدة	٩٧ % فما فوق	٨٥ % فما فوق
مقبولة	٩٤ % ولغاية ٩٧ %	٧٥ % ولغاية ٨٥ %
غير مقبولة	لغاية ٩٠ %	لغاية ٦٥ %

علماً إن الفرز المقطعي للكلام يتأثر بالدرجة الاولى بالجهاز الصوتية والذي يحقق الاستفادة القصوى من الطاقة الصوتية المنبعثة من المتكلم .

الجانب العملي

تم تسمية القاعة الاولى (أ) ابعادها (٤,٦ م) طول (١٠ م) عرض (٤,٥ م) ارتفاع والقاعة الثانية (ب) أبعاده (١٥ م) طول، (٩,٢٥ م) عرض وارتفاعها (٤,٦ م) .

١ . حساب زمن التردد الصوتي في القاعتين رياضياً بتطبيق معادلة سابين

$$R.T=(0.16 \times v)/\Sigma A\alpha$$

حيث:

$R.T$ = زمن تردد الصوت (ثانية).

V = الحجم الداخلي للقاعة (م^٣).

A = المساحة السطحية للمادة الماصة للصوت (م^٢) من سطوح القاعة.

α = معامل الامتصاص للمواد التي تتكون منها سطوح الجدران والمحتويات.

ولاجل تطبيق هذه المعادلة يتم حساب حجم القاعة الداخلي ، وقياس المساحات السطحية للسطوح الداخلية للقاعة ومحتوياتها (السيورة والمقاعد) واستخراج زمن التردد في حالة افتراض ان القاعة فارغة من المستمعين ومملوءة كلياً بالمستمعين وكما موضح في الجدولين أدناه :-

جدول رقم (٦) حساب زمن التردد الصوتي للقاعة (أ)

الترددات (Hz) ، معاملات الامتصاص (α) ، S=A.α												مساحة السطح (m ²)(A)	السطوح الداخلية للقاعة ومحتوياتها	
٤٠٠٠		٢٠٠٠		١٠٠٠		٥٠٠		٢٥٠		١٢٥				
s	α	s	α	s	α	s	α	s	α	s	α			
٢,١	٠,٠٥	١,٧	٠,٠٤	١,٣	٠,٠٣	٠,٩	٠,٠٢	١,٣	٠,٠٣	١,٣	٠,٠٣	٤٢,٧	الحائط الامامي(جص)	١٠٠
٣,٧	٠,٠٥	٣	٠,٠٤	٢,٢	٠,٠٣	١,٥	٠,٠٢	٢,٢	٠,٠٣	٢,٢	٠,٠٣	٧٤,٦	الحائط الجانبي(١)(جص)	
٣,٣	٠,٠٥	٢,٦	٠,٠٤	٢	٠,٠٣	١,٣	٠,٠٢	٢	٠,٠٣	٢	٠,٠٣	٦٦	الحائط الجانبي(٢)(جص)	
١,٦	٠,٠٥	١,٣	٠,٠٤	١	٠,٠٣	٠,٦٤	٠,٠٢	١	٠,٠٣	١	٠,٠٣	٣٢,٢	الحائط الخلفي (جص)	
١٠,٢	٠,٠٥	٨,٢	٠,٠٤	٦,١	٠,٠٣	٤,١	٠,٠٢	٦,١	٠,٠٣	٦,١	٠,٠٣	٢٠٤,٥	السقف (جص)	
٦,٢٨	٠,٠٤	٦,٢٨	٠,٠٤	٤,٧١	٠,٠٣	٣,١٤	٠,٠٢	٣,١٤	٠,٠٢	٣,١٤	٠,٠٢	١٥٧	الارض(كاشي)	
١٨,٤	٠,٢	١٨,٤	٠,٢	١٣,٨	٠,١٥	١٣,٨	٠,١٥	٩,٢	٠,١	٩,٢	٠,١	٩٢,١٦	الكراسي(خشب)	
٢,٣	٠,٠٥	٤,٦	٠,١	٤,٦	٠,١	٦,٩	٠,١٥	٩,٢	٠,٢	١٣,٨	٠,٣	٤٥,٩	الطاولات(خشب صاج)	
١,٧	٠,٣	١,٧	٠,٣	١,٤	٠,٢٥	٠,٩	٠,١٥	٠,٦	٠,١	٠,٣	٠,٠٥	٥,٨	السيورة(خشب قابير غير منقّب)	
٠,٢	٠,٠٥	٠,٤	٠,١	٠,٤	٠,١	٠,٦	٠,١٥	٠,٨	٠,٢	١,٢	٠,٣	٤,١٥	الباب(خشب صاج)	
١,٨	٠,٥	٢,٥	٠,٧	٢,٨	٠,٨	٢,٨	٠,٨	٢,١	٠,٦	١,٤	٠,٤	٣,٥	الباب (حديد)	
٠,٣	٠,٠٤	٠,٤٤	٠,٠٧	٠,٨	٠,١٢	١,١	٠,١٨	١,٦	٠,٢٥	٢,٢	٠,٣٥	٦,٢٤	الزجاج (زجاج اعتيادي)	
١٢,٢	٠,٠٢	٤,٣	٠,٠٠٧	١,٨	٠,٠٠٣							٦١١ م ^٣	الهواء	
٣٠	٠,٤	٣٣,٨	٠,٤٥	٣٣,٨	٠,٤٥	٣٠	٠,٤	٢٦,٣	٠,٣٥	١١,٣	٠,١٥	٧٦ شخص	الأشخاص	
١,٥		١,٧		٢,٢		٢,٦		٢,٥		٢,٢		قاعة فارغة	زمن التردد الصوتي (RT) (Sec.)	١٠٠
٠,٨		٠,٩		١		١,١		١,٢		١,٦		قاعة مملوءة كلياً بالمستمعين		

جدول رقم (٧) حساب زمن التردد الصوتي للقاعة (ب)

		الترددات (Hz) ، معاملات الامتصاص (α) S=A.α										مساحة السطح (m ²)(A)	السطوح الداخلية للقاعة ومحتوياتها	
٤٠٠٠		٢٠٠٠		١٠٠٠		٥٠٠		٢٥٠		١٢٥				
s	α	s	α	s	α	s	α	s	α	s	α			
١,٨	٠,٠٥	١,٨	٠,٠٤	١,٤	٠,٠٣	٠,٩٢	٠,٠٢	١,٤	٠,٠٣	١,٤	٠,٠٣	٤٦,١	الحائط الامامي(حص)	البيانات
١,٤	٠,٠٥	١,٢	٠,٠٤	٠,٩	٠,٠٣	٠,٦	٠,٠٢	٠,٩	٠,٠٣	٠,٩	٠,٠٣	٢٨,٩	الحائط الجانبي(١)(حص)	
١,٥	٠,٠٥	١,٢	٠,٠٤	٠,٩	٠,٠٣	٠,٦	٠,٠٢	٠,٩	٠,٠٣	٠,٩	٠,٠٣	٣٠,١	الحائط الجانبي(٢)(حص)	
٢	٠,٠٥	١,٦	٠,٠٤	١,٢	٠,٠٣	٠,٨	٠,٠٢	١,٢	٠,٠٣	١,٢	٠,٠٣	٣٩,٢	الحائط الخلفي (حص)	
٢٣,١	٠,٠٥	١٨,٥	٠,٠٤	١٣,٩	٠,٠٣	٩,٢	٠,٠٢	١٣,٩	٠,٠٣	١٣,٩	٠,٠٣	٤٦١,٣	السقف (حص)	
٦,٢	٠,٠٤	٦,٢	٠,٠٤	٤,٧	٠,٠٣	٣,١	٠,٠٢	٣,١	٠,٠٢	٣,١	٠,٠٢	١٥٥,٣	الارض(كاشي)	
٢٠,٤	٠,٢	٢٠,٤	٠,٢	١٥,٣	٠,١٥	١٥,٣	٠,١٥	١٠,٢	٠,١	١٠,٢	٠,١	١٠١,٨	الكراسي(خشب)	
١,٠٢	٠,٠٥	٢,٠٤	٠,١	٢,٠٤	٠,١	٣,١	٠,١٥	٤,١	٠,٢	٦,١٢	٠,٣	٢٠,٤	الطاولات(خشب صاج)	
١,٨	٠,١٥	١,٢	٠,١	١,٢	٠,١	١,٢	٠,١	١,٢	٠,١	٠,٦	٠,٠٥	١١,٩	السيورة(خشب قاير غير متقب)	
٠,٢١	٠,٠٥	٠,٤٢	٠,١	٠,٤٢	٠,١	٠,٦٢	٠,١٥	٠,٨٣	٠,٢	١,٢٥	٠,٣	٤,١٥	الباب(خشب صاج)	
٠,٢	٠,٠٤	٠,٣٥	٠,٠٧	٠,٦	٠,١٢	٠,٩	٠,١٨	١,٢٤	٠,٢٥	١,٧٤	٠,٠٣٥	٤,٩٢	الزجاج (زجاج اعتيادي)	
٨,٨	٠,٠٢	٣,١	٠,٠٠٧	١,٣	٠,٠٠٣							٤٤٠,٦ متر ^٣	الهواء	
٥٠,٨	٠,٤	٥٧,١٥	٠,٤٥	٥٧,١٥	٠,٤٥	٥٠,٨	٠,٤	٤٤,٤٥	٠,٣٥	١٩,٠٥	٠,١٥	١٢٧ شخص	الاشخاص	
١		١,١		١,٥		١,٨		١,٧		١,٦		قاعة فارغة	زمن التردد الصوتي (RT) (Sec.)	البيانات
٠,٦		٠,٦		٠,٦٨		٠,٧		٠,٨		١,١		قاعة مملوءة كلياً بالمستمعين		

٢. تحديد القيمة المناسبة لجهاز الانعكاسات الصوتية بواسطة استخدام المعادلة التالية :-

$$L=(T/v) * 1000 \dots\dots\dots [١٢]$$

حيث :-

L = الجهاز الصوتية .

T = زمن التردد .

V = حجم القاعة .

بحيث تكون الجهاز ضمن المدى التالي [١٢] :- $1 \leq L \leq 6$

٣. مؤشر مفهومية الكلام

تم اختيار عدد من الاشخاص (طلاب) وبشكل يتناسب مع تغطية مالا يقل عن (٢٥-٣٠) مقعد ، على ان يتم التأكد من حسن سماع الطلاب وعدم اصابتهم بالزكام اثناء القياس. توزع العينة في مناطق مختلفة من القاعة ، مع التركيز على الاماكن التي يعتقد بوجود خلل صوتي فيها كالمقاعد الخلفية مثلاً. ثم بدأنا بقراءة القوائم الخاصة بالكلمات المختارة (الكلمات المعروفة أولاً ثم الكلمات المبهمة) وكانت القراءة بشكل جهوري وواضح اذ يسجل المستمع ما يسمعه على الاستمارة مباشرة. تجمع الاستمارات وتصحح وتحسب النسبة المئوية لها وتعطي النتيجة مؤشراً للمفهومية . وكانت نتائج القياس للقاعة (أ و ب) موضحة بالجدول ادناه:-

جدول رقم (٨) النسب المئوية لمفهومية الكلام للمقاطع المفهومة والمختبرة عملياً على عينة من

المستمعين (طلاب) للقاعة (ب).

قيمة X	قيمة Y	%	قيمة X	قيمة Y	%
٣	٥	٩٤	٩	١١	٨٨
٦	٥	٩٥	١٢	١١	٨٥
٩	٥	٩٧,٥	٣	١٣	٨٠
١٢	٥	٩٥	٦	١٣	٨٥
٣	٧	٩٠	٩	١٣	٨٢
٦	٧	٩٢,٥	١٢	١٣	٨٤,٥
٩	٧	٩٥	٣	١٥	٨٠
١٢	٧	٩٠	٦	١٥	٨٢
٣	٩	٩٢	٩	١٥	٨٥
٦	٩	٨٨	١٢	١٥	٨٥
٩	٩	٨٥	٣	١٧	٨٠
١٢	٩	٩٢,٥	٦	١٧	٨٠
٣	١١	٨٥	٩	١٧	٧٧
٦	١١	٨٢,٥	١٢	١٧	٨٢

جدول رقم (٩) النسب المئوية لمفهومية الكلام للمقاطع المبهمة والمختبرة عملياً على عينة من المستمعين (طلاب) للقاعة (ب).

قيمة X	قيمة Y	%	قيمة X	قيمة Y	%
٣	٥	٩٠	٩	١١	٧٤
٦	٥	٩٢	١٢	١١	٧٤
٩	٥	٨٨	٣	١٣	٧٠
١٢	٥	٩٠	٦	١٣	٧٠
٣	٧	٧٦	٩	١٣	٦٨
٦	٧	٧٨	١٢	١٣	٦٨
٩	٧	٧٨	٣	١٥	٦٦
١٢	٧	٨٠	٦	١٥	٦٨
٣	٩	٧٨	٩	١٥	٦٤
٦	٩	٧٦	١٢	١٥	٦٦
٩	٩	٧٦	٣	١٧	٦٥
١٢	٩	٧٨	٦	١٧	٦٨
٣	١١	٧٠	٩	١٧	٦٨
٦	١١	٧٣	١٢	١٧	٦٨

جدول رقم (١٠) النسب المئوية لمفهومية الكلام للمقاطع المفهومة والمختبرة عملياً على عينة من المستمعين (طلاب) للقاعة (أ).

قيمة X	قيمة Y	%	قيمة X	قيمة Y	%
١	٤	٩٦	١٧	٨	٩٢
٥	٤	٩٨	٩	٩	٩٠
٩	٤	٩٨	١٣	٩	٨٧
١٣	٤	١٠٠	١	١٠	٩٦
١٧	٤	١٠٠	٥	١٠	٩٦
١	٥	٨٩	١٣	١٠	٩٠
٥	٦	١٠٠	٩	١١	٨٢
٩	٦	٨٩	٥	١٢	٨٠
١٣	٥	٩٦	١٧	١٢	٨٠
١٧	٥	٩٨	١	١٣	٨٢
١٣	٧	٨٩	١٣	١٣	٨٣
١٧	٧	٩٦	٩	١٤	٧٨
١	٨	٩١	٥	١٥	٧٦
٥	٨	٩٢	١	١٧	٧٤
٩	٨	٩٢	٩	١٧	٧٠
١٣	٨	٨٧	١٣	١٧	٦٨

جدول رقم (١١) النسب المئوية لمفهومية الكلام للمقاطع المبهمة والمختبرة عملياً على عينة من المستمعين (طلاب) للقاءة (أ).

قيمة X	قيمة Y	%	قيمة X	قيمة Y	%
١	٤	٨٦	١٧	٨	٦٣
٥	٤	٨٥	٩	٩	٦٢
٩	٤	٨٦	١٣	٩	٦٣
١٣	٤	٨٧	١	١٠	٥٠
١٧	٤	٨٥	٥	١٠	٥٩
١	٥	٦٣	١٣	١٠	٦٠
٥	٦	٦٥	٩	١١	٦٠
٩	٦	٦٠	٥	١٢	٥٧
١٣	٥	٦٥	١٧	١٢	٦٢
١٧	٥	٦٧	١	١٣	٦٦
١٣	٧	٦٢	١٣	١٣	٦٣
١٧	٧	٨٦	٩	١٤	٦٣
١	٨	٦٥	٥	١٥	٦٢
٥	٨	٦٢	١	١٧	٥٠
٩	٨	٦٣	٩	١٧	٦٣
١٣	٨	٦٠	١٣	١٧	٦٠

جدول رقم (١٢) يبين الكلمات المستخدمة في الاختبار [٨]

الكلمات							الأوزان
عابن	عابر	زايد	عابق	قايس	مايل	باين	فاعل
ابرق	افرز	ابرز	ابرم	افرغ	احرق	اخرج	افعل
حور	حول	طور	كون	صور	دون	لون	فعل
حل	هندس	ذبذب	هدرج	نمدج	دحرج	نترج	فعل
حول	علل	مارس	صمم	بعثر	فاضل	برمج	لوزان مختلفة

النتائج

١. بالنسبة لنتيجة قياس زمن التردد الصوتي فكانت كما موضحة بالجدول أدناه :-

جدول رقم (١٣) يوضح نتائج قياس زمن التردد الصوتي.

معدل زمن التردد الصوتي (ثانية)		القاعة الدراسية
القاعة فارغة من المستمعين	القاعة مملوءة كلياً بالمستمعين	
١,١	٢,١	(أ)
٠,٧	١,٤	(ب)

٢. نتائج قياس العلو والجهارة :

$$L=(T/v) * 1000$$

عندما تكون القاعة (أ) مملوءة :-

$$L=(1.1/(14.6*10*4.5))*1000$$

$$\underline{L= 1.674}$$

بالنسبة للقاعة (ب) عندما تكون مملوءة :-

$$L=(0.7/(14.6*10*4.5))*1000$$

$$\underline{L= 1.065}$$

٣. نتائج درجة الفهم والمفهومية موضحة في الجدول أدناه وبالنسبة للقاعتين :-

جدول رقم (١٤) يوضح معدل النسبة المئوية لدرجة فهم الكلام لأجزاء القاعتين (أ و ب).

اسم القاعة	الموقع	معدل النسبة المئوية لدرجة الفهم للمقاطع المفهومة %	التقييم	معدل النسبة المئوية لدرجة الفهم للمقاطع المبهمة %	التقييم
القاعة - أ	الثالث الامامي من الطلاب	٩٥ %	مقبول	٧٠ %	غير مقبول
	الثالث الوسطي من الطلاب	٨٣ %	غير مقبول	٦٣ %	غير مقبول
	الثالث الخلفي من الطلاب	٧٣ %	غير مقبول	٦٠ %	غير مقبول
القاعة - ب	الثالث الامامي من الطلاب	٩٥ %	مقبول	٨٥ %	جيد
	الثالث الوسطي من الطلاب	٨٨ %	غير مقبول	٧٥ %	مقبول
	الثالث الخلفي من الطلاب	٨٠ %	غير مقبول	٦٨ %	غير مقبول

الاستنتاجات

١. تشير النتائج الى ان القاعة (ب) ذات زمن ترديد صوتي أقل من القاعة (أ) وبمقارنته بالجدول (٢) والمذكور بالجانب النظري يتضح بان القيمة الواطئة لزمن التردد الصوتي هي الافضل في تحقيق المفهومية الجيدة للكلام ، أي تكون المفهومية في القاعة (ب) أفضل مما هي عليه في القاعة (أ) .
٢. وعلى ضوء ما ذكره بالجانب النظري الخاص بالعلو والجهارة فأن العلو والجهارة للقاعتين يعتبر جيد .
٣. وبالمقارنة بالجدول رقم (٤) يتضح بان القاعة (ب) هي أفضل بدرجة الفهم والمفهومية من القاعة (أ) ما عدا الثلث الخلفي بالنسبة للقاعة (ب) فيحتاج الى معالجة وتقوية صوتية كوضع العواكس وتركيزها في الثلث الاخير لزيادة الانعكاسات الصوتية.

التوصيات

١. أن درجة فهم الكلام في القاعات الكلامية تكون أفضل عندما يكون زمن التردد الصوتي فيها ملائماً مما يترتب عليه ضمان الحجم الملائم للقاعة وتحديد أماكن الانعكاس والامتصاص بالقاعة.
٢. يجب ان يكون هناك مرونة في التصميم لاي احتمال مطلوب خلال فترة الاشغال وهذا هو الاساس في السيطرة على تصميم القاعات الكلامية ذات الاستخدام الاكاديمي .
٣. ان عملية التعليم التي تجري في القاعات الدراسية تعتمد من حيث المبدأ على فهم الكلام وهو العامل الاكثر اهمية في عملية الاتصال السمعي بين الحضور والمتكلم وهو الغاية الاساسية التي أنشأت من اجلها القاعات الكلامية لذل يجب أن يكون هذا العامل هو المحدد الاساس لمجمل العملية التصميمية .
٤. ابعاد القاعات الكلامية قدر المستطاع عن بعض المؤثرات الصوتية الخارجية كالمنشآت ، الجسور ، محطات توليد الكهرباء .لما لها من أثر في فهم الكلام والمفهومية داخل القاعة وذلك بتأمين مصدات أرضية تحجب الموجات الصوتية المنسابة فيها من خلال التربة المحيطة.
٥. ضرورة اجراء تقييم لمفهومية الكلام في القاعات الدراسية في المدارس والجامعات العراقية لغرض تقييم الخاصية الصوتية فيها ، ومعرفة العوامل المسببة في عدم

كفاءة القاعة صوتياً ، حيث أن ضعف القاعة من ناحية الخواص الصوتية قد يؤدي الى فشل أكيد في عملية الاتصال والتعليم.

المصادر

١. حماد ، رزق نمر شعبان ، الهندسة الصوتية في العمارة ، جامعة الامارات ، قسم الهندسة المعمارية ، ١٩٩٤ .
٢. عبيد ، محمد عبد الفتاح ، اسس تصميم عمارة صوتيات العمارة ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، السعودية ، ١٩٩٨ .
٣. عبد الصاحب ، ناجي: الفيزياء العصرية،الجمهورية العراقية،المكتبة الوطنية ببغداد،١٩٦٨ .
4. Harris , G.M : Handbook of Noise Control . Mc Graw-Hill , NewYork, 1979.
5. Moore,J.E : Design for Good Acoustic and Noise Control , London , 1978.
6. Lawrence , A : Architectural Acoustics , Eloovir publishing Company Ltd. , New York , 1970.
7. Doell , L.L. : Environmental Acoustics , Mc Graw-Hill New York ,1972.
٨. نعمة ، صبا جبار ، الهندسة الصوتية والعمارة "تأثير المواصفات الشكلية للفضاءات السمعية على كفاءة أدائها الصوتي ، رسالة دكتوراه ، قسم الهندسة المعمارية ، جامعة بغداد ، ١٩٩٦ .
9. chiara , J. and Callender , J. : Time – saver Standards For Building Types , Mv Graw – Hill Book Company , New York , 1980.
10. Mills , E. D. : Planning Building for Adminstration ,Entertainment and Recreation , Newnes – Butter Worths , London , 1976.
- 11.Ginn . K . B " Application of B & K Equipment to Architectural Acoustics " Denmark . 1978.
١٢. الرواس ، نزار يوسف ، دورة في الهندسة الصوتية للقاعات والاستوديوهات السمعية ، بغداد ، الجامعة المستنصرية ١٩٨٧ .

١٣. عبد الصاحب ، وضاح "أثر المتطلبات الصوتية في تصميم القاعات السمعية المتوسطة الحجم " ، رسالة ماجستير ، قسم الهندسة المعمارية ، الجامعة التكنولوجية ، ١٩٨٧.

STUDING THE PRINCIPAL VARIABLES AT THE AUDITORIUM ROOMS TO SPECIFY THE COUSTIC PERFORMANCE EFFECIENCY

Nidaa Ezzy
Anbar- Technical Institute

ABSTRACT

The complete of the architectural space consider the most interested side in meanings and what it contain . it is the space where the basic stamp for the architecture formation achieved as the acoustic performance was one of the functional articles that belong to some architectural spaces style , the research choose two rooms belong to the institute used as auditorium to study its efficiency about the availability of some important acoustic indicators that should be available in such kind of auditoriums to achieve the connection between the engineering design and the acoustical design for the auditorium elements to reach the required performance for the room to give comfortable impression . the research see to study some of the following indicators :-

1. Reverberation Time.
2. Loudness.
3. intelligibility of Speech and Articulation.

KEYWORDS: Auditorium , performance , reverberation , intelligibility , reflection , acoustic