الفصل الأول

مقدمـــة عـــامة

1-1 تمهيد

المسجد من أهم أنواع المباني للمسلمين ، وقد تطورت العمارة الإسلامية لتلبية الاحتياجات. لان هنالك مجموعة متنوعة من العبادات وأنشطة مختلفة تحدث داخل هذا المبنى متعدد الوظائف منها الصلاة والوعظ، وإلقاء المحاضرات، وقرأت القرآن ، كما هو يعد من الأماكن العامة، وهذه الاستخدامات المختلفة لديها مختلف المتطلبات الصوتية. كما هو الحال في الديانات الأخرى كثيرة إذ يراعى التصميم الصوتي في جميع المعابد منذ العصور القديمة .

على الرغم من أن المساجد هي من المباني المهمة في المجتمع المسلم إلا أنها لم تتلقى جودتها الصوتية الإهتمام الكافي وخاصة في الدول العربية وفي السودان على وجه الخصوص.

وإحدى الوظائف الأساسية للمسجد هي توفير حيز يتسم بالهدوء والإنغلاق بما يوفر للمصلين المناخ الملائم للخشوع والتعبد ، والمسلم داخل المسجد يحتاج إلي عزله في بعض الاحيان وأحيان آخرى يحتاج إلي عدم العزله عن باقي المصليين . لذا من المهم دراسة الصوتيات في المسجد والتعمق في تحليل اتجاهاتها وقوتها، حتى يشعر المصلي في أي ركن في المسجد بالراحة التامة من الضوضاء، والسماع الكامل الواضح لعظات وصلوات الإمام .

وفي هذا الفصل يتم التعرف على أهداف البحث وأهميته والمشاكل التي يسلط الضوء عليها والفرضيات والمنهج المستخدم في البحث مع تحديد الحدود الزمانية والمكانية

2-1 الهدف من البحث

- التصميم الصوتي يمثل أحد أهم المتطلبات التصميمية الأساسية التي بتكاملها مع المتطلبات التصميمية الآخرى يمكن تحقيق الراحة بمفهومها الأشمل .

- دراسة المشاكل الصوتية في المساجد وإيجاد الحلول المناسبة لها .
- التركيز على دور المصمم المعماري في دراسة الجوانب الخاصة بالتصميم الصوتي بالمساجد .
- دراسة وتلخيص سبل التحكم في التصميم الصوتي للمساجد وتحديد المعايير والمواصفات المطلوبة للبيئة الصوتية .

1-3 أهمية البحث

- تتمثل أهمية البحث في حل المشاكل الصوتية عند إقامة الخطب والدروس وإستخدام مكبرات الصوت في فراغ داخلي يتميز بشدة إنعكاس الصوت نسبة للمواد المستخدمة في التشطيب الداخلي .
- توفير دراسة علمية تمثل مرجعا منهجيا للباحثين في موضوع لقلة الدراسات المشابهة بالرغم من أن المساجد هي أهم المباني في بلاد المسلمين فهي مركز المدن الإسلاميه منذ ظهور الاسلام .
- إيجاد حلول تصميمية للتوزيع الجيد للصوت داخل المساجد حتى عند توقف مكبرات الصوت.
- دراسة كيفية التعامل الصوتي مع العناصر المعمارية للمساجد مثل القباب التي تؤدي إلي مشاكل صوتية .

1-4 مشكله البحث

المساجد هي بيوت الله ، وهي منابر الدعوة الإسلامية ومكان للصلاة وإحتفالات الأعياد للمسلمين تتسع لأعداد كبيرة من الناس في فراغ حيزي واسع ، وتتعدد الأنشطة وتختلف متطلباتها الصوتية مما يخلق تحدي تصميمي كبير وفي هذا البحث يمكن تلخيص مشكلة البحث في : (كيفية توفير بيئة صوتية ملائمة داخل المساجد وذلك بحل المشاكل الصوتية خاصة صدى الصوت نسبة لإستخدام مكبرات الصوت داخل فراغ داخلي يتميز بشدة إنعكاس الصوت فيه نتيجة للمواد المستخدمة في التشطيب الداخلي).

1-5 فروض البحث

وضعت مجموعة من الفرضيات تعتبر الإجابة العلمية عليها بمثابة النتائج المطلوبة من البحث وهذه الفرضيات هي :

1- شكل و تصميم الفراغ الداخلي للمسجد يؤثر على توزيع الصوت داخل الفراغ .

2- نوع مواد البناء ونوع التشطيبات الداخلية للحوائط والأرضيات والسقف تؤثر على كمية إمتصاص الصوت وتوزيعه داخل الفراغ .

3- هنالك عوامل تؤثر على زمن إرتداد الصوت داخل الفراغ المسجد وهي :

حجم الفراغ الداخلي ، التشطيبات الداخلية ، الأثاثات الثابتة ، عدد المصليين .

4- تتشابهة المشاكل الصوتية في المساجد في السودان عامة لأنها لم تصمم صوتياً على أسس علمية.

1-6 منهج البحث

أستخدم في هذا البحث المنهج الوصفي التحليلي والذي يرتكز على البحث في أصول التصميم الصوتي وتلخيص معايير تمكن من دراسة حالات ووصفها وجمع المعلومات عنها ومن ثم دراستها وتقييم الأداء الصوتي لها بواسطة الطرق الرياضية والإحصائية .

1-7 حدود البحث المكانية والزمانية

قامت الدراسة بالتركيزعلي دراسة الصوتيات في المساجد وبالتحديد في مدن ولاية الخرطوم الرئيسية .

وبناءاً على ذلك قام الباحث بدراسة الصوت في نماذج المساجد المختارة في الفترة من (2013 _ 2014)

الفصل الثاني

الإطار النظري لعمارة المســـاجد

2-1 مقدمة

المساجد بيوت الله، فيها يعبد وفيها يذكر اسمه، وزواره فيها عمارها، وهى خير بقاع الله في الأرض ومنارات الهدى وأعلام الدين، فكما أنها مجالس للذكر، ومحراب للعبادة، فهي منارات لتعليم العلم ومعرفة قواعد الشرع بل هي أول المؤسسات التي انطلق منها شعاع العلم والمعرفة في الإسلام وفي فضلها وعظم منزلتها وردت نصوص كثيرة .

وهذا الفصل يقدم تعريفاً للمسجد والرسائل التي يؤديها ، مع التصنيف العام للمساجد وتصنيفها المعماري والضوابط التي تتعلق بالمسجد سواء كانت شرعية أو تصميمية أو تخطيطية مع التعرف على مكونات المسجد ، كما يقدم هذا الفصل نبذة تاريخية عن المساجد في السودان .

و يسعى المسجد إلى تحقيق الأهداف الآتية :

- ترسيخ القيم والأخلاق على مستوى الفرد والأسرة والمجتمع .
- ترقية الخطاب الدعوي المسجدي ليؤدّي دوره الذي كان عليه في صدر الإسلام.
- العمل على إصلاح أوضاع المجتمع المحلي بأسلوب حكيم وهادئ .
- الرفع من المستوى الثقافي والفكري للمجتمع في ظلّ المستجدات التي تشهدها الساحة الوطنية والدولية .
- الحفاظ على الموروث الاجتماعي الأصيل للمنطقة مع السعي إلى ترشيده وتطويره ليواكب مقتضيات العصر .
- تقوية وتمتين روابط الأخوة بين المسلمين بمختلف توجهاتهم وأفكارهم .

وكل هذة الأهداف تتحقق بواسطه الخطب والدروس التي تؤدى داخل المسجد مما يبين أهميه دراسة وضوح الصوت للمتحدث حتى يتم توصيل رسالتهم للمصليين .

2-2 تعريف المسجد

المسجد لغة :على وزن مفعل بالكسر اسم لمكان السجود، وبالفتح جبهة الرجل عندما يكون في السجود، والمسجد بفتح الجيم وكسرها المكان الذي يسجد فيه، وكلاهما جائز وان إشتهر الكسر، وهو من سجد سجودا إذا وضع جبهته على الأرض (آبادي، 1999 ، ص300)

أما المسجد شرعا :- فهو المكان المعد للصلوات، قال الزركشي كل مكان يتعبد فيه فهومسجد أي كل موضع من الأرض هو مسجد لقوله صلى الله عليه وسلم "جعلت لي الأرض مسجدا وطهورا" (رواه مسلم، 522 ،) وهذا من خصائص هذه الأمة، قال القاضي عياض :لأن من كان قبلنا كانوا لا يصلون إلا في موضع يتيقنون طهارته، ونحن خصصنا بجواز الصلاة في جميع الأرض إلا ما تيقنا نجاسته. الزركشي، 1982 ،(ص27 -28).

ويمكن أن يعرف المسجد بأنه بقعة من الأرض مخصصة لأداء العبادة فيه، متحررة من التملك الشخصي، وعلى هذا يكون المسجد بقعة من الأرض ليست ملكا لأحد وتؤدى فيه مهمات عادية ودعوية وتربوية وغيرها (الصغير، 1998 ، ص6)

2-3 لمحة عن المساجد

عند بداية تأسيس الدولة الإسلامية بعد هجرة الرسول (صلى الله عليه وسلم)، كان أول ما أمر به بناء المسجد، وكان المسجد هو نقطة انطلاق أساسية للمدينة المنورة التي كانت عاصمة الدولة الإسلامية في عهد الرسول. وبعد انتقال مقر الحكم إلى دمشق وبغداد وغيرهما من العواصم الإسلامية، كان أول ما بدأ به هو بناء المسجد نظرا لكونه نواة التخطيط في جميع العصور الإسلامية. ومع زيادة رقعة الدولة الإسلامية، وامتداد مساحتها الجغرافية أخذ طراز عمارة المساجد في التنوع حسب البيئة التي يتم البناء فيها.

2-4 تصنيف المساجد :

تختلف المساجد بحسب تصنيفها إلى عدة أصناف، فنجد من قسمها إلى المصلى والمسجد اليومي ومسجد الجمعة ومسجد العيد ، ومنهم من قسمها من ناحية حجمها واتساعها على أساس تخطيطي إلى ثلاثة أنواع بحسب :-

1-مصلى أو زاوية :

ويتسع لأربعين مصليا على الأقل، ويستخدم لتأدية صلاة الجماعة في أوقاتها الخمس للمسلمين الموجودين في مؤسسة أو مصنع أو مدرسة..الخ، أو لخدمة سكان الحارة، أو المجموعة السكنية، أو قرية صغيرة، وقد ذهب جمهور العلماء إلى أن هذه المصليات (مصلى البيت ومصلى العيد ومصلى الجنائز) لا تأخذ حكم المساجد سواء أوقفت أو لم توقف . (الخضيري، 1998 ، ص2)

2-المسجد :

هو نواة تجمعات المساكن أو الخلايا السكنية ويعمل على توفير الخدمات الدينية لها، ويوصى بأن تكون مسافة المشي إلى المسجد المحلي في حدود من 150 إلى200 متر، ويتوقف حجمه واتساعه على عدد سكان الحي الذي يخدمه ويفضل أن لا يقل حجم أي مسجد محلي عن 200 مصلي، وذلك المسجد يخدم مجموعة من السكان يبلغ عددهم500 نسمة ، ويمكن أن تتم فيه صلاة الجمعة وله إمام ومؤذن، وتتوفر فيه أو ترتبط به مجموعة من الخدمات العامة المختلفة لتجعل منه مركز إشعاع علمي وديني وثقافي للحي، ويتعدد المسجد بتعدد الأحياء، وقد كانت تسمى" مساجد الفروض الخمسة ". (الخضيري، 1998 ، ص2)

3-**الجامع** : وهو المسجد الذي تقام فيها إلى جانب الصلوات الخمس صلاة الجمعة، وهو من أهم المنشات العامة في المدينة في العصر الإسلامي لما له من دور أساسي في حياة مجتمعها، فبجانب وظيفته الدينية كان مركزاً لبحث الشئون السياسية والدينية والتربوية والاجتماعية . تقع داخل مركز الخدمات للمجاورة السكنية وتمثل العنصر البارز فيه ، ويوصى بأن لا تزيد مسافة المشي إلى المسجد الجامع عن 500 متر .

2-5 التصنيف المعماري لعمارة المساجد في العالم الإسلامي :

1- النموذج النبوي (مثل المسجد النبوي) فناء مستطيل مع رواق على جدار أو أكثر.

2- النموذج ذو امجاز القاطع (مثل المسجد الأموي في دمشق) حيث يوجد ممر رئيس متعامد على جدار القبلة .

3- النموذج ذو الأكتاف البنائية (مثل جامع أحمد بن طولون في القاهرة) حيث الجدران ذات الفتحات المقوسة تحل محل الأعمدة .

4- النموذج ذو الإيوان فناء مستطيل تحيط به إيوانات مفتوحة عليه (مثل بعض الجوامع المملوكية والأيوبية في مصر).

5- الجامع ذو الإيوانات والمدرسة ، هو جامع إيواني لكن ملحق به غرف للدروس الدينية ولسكن الطلاب (مثل مسجد السلطان حسن في القاهرة) .

6- المساجد المعلقة ، حيث يحتل المسجد الدور العلوى من بناية ، بينما يستخدم الدور الأرضي كمتاجر يوقف ريعها للمسجد ، وهذا الطراز شائع في الحجاز وتركيا ومصر والقصيم .

7- النموذج ذو القبة المسيطرة ، ويقصد به الطراز العثماني ، حيث المسجد عبارة عن قاعة ضخمة تغطيها قبة ، هائلة بالإضافة إلي عدد من القباب الصغيرة وأنصاف القباب (مثل مسجد السلطان أحمد في إسطنبول) .

2-6 رسائل المسجد في الإسلام :

أدى المسجد على عهد رسول الله صلى الله عليه وسلم وحتى عهد قريب رسائل متعددة وهامة تمس واقع المسلمين اليومي مما جعل منه مركزا إشعاعيا وحضاريا .ومن أهم تلك الرسائل:

أ) الرسالة الروحية للمسجد :

من أهم الرسائل التي يقدمها المسجد صقل الشخصية المسلمة روحيا وتهذيبها والارتقاء بمشاعرها وأحاسيسها، فعندما يتقرب الإنسان إلى الله بالطاعات فان روحه تسمو ويصبح يرى بنور الله، ففي الحديث القدسي .." وما تقرب إلي عبدي بشيء أحب إلي مما افترضته عليه، ولايزال عبدي يتقرب إلي

بالنوافل حتى أحبه، فإذا أحببته كنت سمعه الذي يسمع به، وبصره الذي يبصر فيه، ويده التي يبطش بها، ورجله التي يمشي بها، ولئن سألني لأعطينه، ولئن استعاذني لأعيذنه " (البخاري،11 /292).

ب) الرسالة التعليمية للمسجد :

للمسجد دور عظيم في التربية والتعليم ونشر العلم والمعرفة بين المسلمين ماضيًا وحاضرًا، وكان لهذا الدور أثره الواضح في إحداث النهضة وبث اليقظة ومحاربة الانحراف الديني والخلقي والسياسي والتربوي وغيرها من الانحرافات في أوساط المسلمين ، فالعلم هو أساس العملية التربوية في الإسلام، وطلب العلم في الإسلام فريضة على كل مسلم ومسلمة، فهو مأمور بأن يتعلم الحلال والحرام ، ليكون على بصيرة . قال تعالى : " قُلْ هَذِهِ سَبِيلِي أَدْعُو إِلَى اللَّهِ عَلَى بَصِيرَةٍ أَنَا وَمَنْ اتَّبَعَنِي وَسُبْحَانَ اللَّهِ وَمَا أَنَا مِنْ الْمُشْرِكِينَ " يوسف 108

ت) رسالة المسجد تجاه المرأة:

لقد خرجت المرأة إلى المسجد لتأخذ بحظها من العلم .روى البخاري عن أبي سعيد الخدري أن النساء قلن للنبي : "غلبنا عليك الرجال فاجعل لنا يومًا من نفسك، فوعدهن يومًا ،لقيهن فيه، فوعظهن وأمرهن." (البخاري ، 2/ 134) . وهذه الرسالة للمسجد لم تحرم المرأة من الصلاة، فعن أبي هريرة أن رسول الله : قال" لا تمنعوا إماء الله مساجد الله." (البخاري ، ص/97)

ث) رسالة المسجد الطبية :

اتخذ النبي :من المسجد مكانًا لعلاج المرضى، ففي غزوة الخندق لما أصيب سعد بن معاذ ضرب النبي :له خيمة في المسجد يعالج فيها، ويدل هذا الأمر على أن المسجد لا يشكل

عبئًا على المجتمع، وإنما يتفاعل معه بما يخدمه ويرقى به . ولما كان المريض في أشد الحاجة

إلى ما يطمئن فؤاده، ويغرس فيه ضرورة الرضا بالقدر، والصبر على البلاء ويحقق صلته بالله مما يخفف عنه الألم ويذهب السقم . (فرحان، 1983 ، ص6).

ج) رسالة المسجد في الزواج :

سن الرسول ﷺ أن يعلن النكاح في المسجد في ظل الجو الإسلامي المتسم بصفاء الروح بين جدران المسجد، حيث يشهد المسلمون الفرحة . :فعن عائشة رضى الله عنها قالت : قال رسول الله ﷺ " أعلنوا هذا النكاح واجعلوه في المساجد، واضربوا عليه بالدفوف ". (رواه الترمذي6 /1112)

ح) رسالة المسجد القضائية :

اتخذ المسجد دارًا للقضاء العادل بين المتنازعين، حيث يأمن فيه كل إنسان على نفسه ويطمئن إلى أخذ حقه .

قال تعالى : " وَهَلْ أَتَاكَ نَبَأُ الْخَصْمِ إِذْ تَسَوَّرُوا الْمِحْرَابَ (21) إِذْ دَخَلُوا عَلَى دَاوُودَ فَفَزِعَ مِنْهُمْ قَالُوا لَا تَخَفْ خَصْمَانِ بَغَى بَعْضُنَا عَلَى بَعْضٍ فَاحْكُمْ بَيْنَنَا بِالْحَقِّ وَلَا تُشْطِطْ وَاهْدِنَا إِلَى سَوَاءِ الصِّرَاطِ " سورة ص 21-22

قال الإمام القرطبي في تفسيره .ليس ما في القرآن ما يدل على القضاء في المسجد أهم من هذه الآية .

خ) الرسالة العسكرية للمسجد :

حين هاجر النبي ﷺ شرع في بناء المسجد، وعمل مع أصحابه في تشييده ، فكان المسجد هو الثكنة العسكرية الأولى في الإسلام، فقد روت عائشة أم المؤمنين أن الأحباش كانوا لا يتدربون في ساحات المسجد وكان رسول الله ﷺ يساعد عائشة على أن تراهم من حيث لا تواجههم.

د) المسجد مكان لاستقبال الوفود والسفراء :

استقبل النبي صلى الله عليه وسلم العديد من الوفود في المسجد ومن بينها وفد عبد قيس، وكان عليه السلام يقابل هذه الوفود في المسجد بما جبله الله عليه من البشاشة وكرم الأخلاق، ويجيزهم بما يرضيهم ويعلمهم الإيمان والشرائع ليعلموا من وراءهم .وكانت هذه الوفود أعظم صلة لإظهار الدين بين الأعراب في البوادي.

ذ) الدور الإعلامي للمسجد :

كان المسجد يقوم بدور الإعلام، حيث كان السلاطين والملوك والأمراء كلما أصدروا مرسومًا من المراسيم الاقتصادية أو الاجتماعية نقشوه على حجر من الرخام ووضع بصدر المسجد من الداخل أو الخارج حيث يراه كل الداخلين إليه .وقد اختير المسجد مكاناً للإعلام والإعلان حيث إنه مكان اجتماع الناس للصلاة الجامعة والجماعة . وهذه المراسيم كانت تعالج بعض أوجه القصور الموجودة من الناحية الاقتصادية والاجتماعية والتعليمية وغيرها .

ر) المسجد دار للشورى :

عندما لحق رسول الله صلى الله عليه وسلم بالرفيق الأعلى اجتمع المهاجرون والأنصار في المسجد وتجادلوا في اختيار الخليفة وانتهى الحوار والجدال بمبايعة الصديق أبي بكر خليفة لرسول الله صلى الله عليه وسلم ، وهكذا تمت مبايعة الخلفاء الواحد تلو الآخر في المسجد.

2-6-1 إن لخطبة الجمعة أهمية كبيرة، ومنزلة عظيمة في الشريعة الإسلامية فلا بد أن يكون لها أهداف تتناسب وتلك الأهمية، وفيما يلي سأتناول أهم تلك الأهداف :-

1- من أعظم أهداف خطبة الجمعة وعظ الناس وتذكيرهم بما يقربهم إلى مولاهم -سبحانه وتعالى- وبما يعود عليهم بالنفع في دينهم ودنياهم. ، كما في قوله تعالى :﴿ يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا نُودِيَ لِلصَّلَاةِ مِنْ يَوْمِ الْجُمُعَةِ فَاسْعَوْا إِلَى ذِكْرِ اللَّهِ ﴾ (سورة الجمعة آية: 9).

2- وقد عدّ بعض العلماء الوصية بتقوى الله ركنا من أركان الخطبة لا تجوز بدونها، ولا يتعين لفظها بل يقوم مقامها أي لفظ دل عليها.

3- ومما يدل على حرص النبي صلى الله عليه وسلم على تذكير الناس ووعظهم من خلال خطبة الجمعة، وأن تذكير الناس هدف من أهداف خطبة الجمعة السامية ما يأتي من الأحاديث الشريفة التالية.

ما أخرجه الإمام مسلم عن جابر بن عبد الله –رضي الله عنه– قال﴿ : كان رسول الله –صلى الله عليه وسلم– إذا خطب احمرت عيناه، وعلا صوته، واشتد غضبه، حتى كأنه منذر جيش، يقول: صبحكم ومسّاكم، ويقول: "بعثت أنا والساعة كهاتين" ويقرن بين إصبعيه السبابة والوسطى

2-6-2 الضوابط المتعلقة برسالة المسجد :

تكرر لفظ" مسجد "في صيغتي المفرد والجمع في 28 موضع في القرآن الكريم، وانفردت المساجد بعشرات الأحاديث مبينة أدق التفاصيل في غاياتها وأهدافها وآدابها .مثلا كيفية المشي إليها، طريقة الدخول والخروج منها والأدعية المتعلقة بذلك، وآداب الجلوس فيها وما هو مباح أو غير مباح فعله أثناء ذلك (التبريزي، 1961 ص ، 219 _ 245) ومقابل كل هذه التفاصيل الدقيقة المتعلقة في الغايات والآداب لم تطرق الشريعة إلى شكل المسجد أو طابعه المعماري أو طريقة بنائه أو المواد المستخدمة لذلك ولم يأمرنا الرسول ؛ ببناء مساجدنا على غرار مسجده .إنما نجد المسلمين في مختلف العصور استوعبوا وظائف وفهموا أهدافه وآدابه وسخروا التقنية المتاحة لترجمتها إلى مباني. (الحريقي، 1999 ، ص8) ولتحقيق رسائل المسجد في الإسلام ينبغي اتخاذ بعض العوامل والأسباب التي تؤدي إلى تحقيق مثل هذا الدور، وينبغي أيضا وضع بعض الضوابط لتحقيق الغاية السامية من بناء المسجد.

ومن أهم هذه الضوابط:

2-6-2-1 الضوابط الشرعية :

يجب فهم الضوابط الشرعية التي تحقق للمسجد هدفه، والتي تجعل من المسجد نبراسا مشعا، وتؤدي إلى وحدة المسلمين، والى تفعيل دور المسجد المعاصر إلى أكثر من مجرد الصلاة، ولتحقيق هذه الغاية ينبغي التركيز على بعض الأصول الهامة . (شحادة، 2010 ، ص33 –-37) :

1- إخلاص النية لله : لكي يكون العمل متقبلا عند الله يلزمه الإخلاص التام، وهذا يوجب على العاملين في تصميم وتخطيط المساجد صرف النية لله حتى وان اخذوا على عملهم أجراً.

2- التوافق مع الشريعة : وهذا هو الشرط الثاني لقبول أي عمل، وهو أن يوافق سنة النبي ﷺ

3- إتقان العمل : ينبغي على العاملين إتقان العمل وتأديته بحقه لأن أي خلل سينعكس سلباً على المصلين وسيؤذيهم وسيكون عامل تنفير وسيعكس رسالة سلبية للمسجد.

4- الالتزام بالإحكام والآداب الشرعية : كالتسليم وعدم البيع والشراء أو المنازعة وغير ذلك.

2-6-2-2 الضوابط التصميمية :

يراعى لمن أراد تصميم المسجد أو أجزاء منه أن يلتزم بشرع الله كما يجب عليه ، الالتزام بوظيفة المسجد في التصميم وتقديمها على الشكل، لان الهدف الأساسي للتصميم تحقيق الخشوع والتدبر . وهذه الضوابط بحسب (الخضيري، مرجع سابق، ص14):

1- مراعاة اتجاه القبلة : ذكر الزركشي في كتابه إعلام الساجد بأحكام المساجد ص 255 ، أن هناك خللا في اتجاه القبلة في بعض المساجد القديمة مثل جامع عمرو بن العاص والجامع الطولوني وغيرها، وهذا يلقي واجباً على المصمم أن يهتم بتتبع اتجاه القبلة جيدا.

2- عدم التقليد : نهى النبي صلى الله عليه وسلم عن تقليد المشركين والتشبه ببنائهم إذا ارتبط البناء بأصل ديني فاسد أو عقيدة باطلة كالبناء على هيئة صليب أو الأشكال المعروفة للكنائس والمعابد .

3- الاقتصاد في البناء : ينبغي على المصمم أن يدرس احتياج الناس للمسجد في هذا المكان والمساحة اللازمة لتصميمه مع الأخذ بعين الاعتبار التوسع المستقبلي دون زيادة أو إسراف .

4- الاهتمام بعناصر الفراغ الداخلي :كالصفوف والزخارف والمداخل وغيرها.

ومن الاعتبارات التصميمية للمساجد :

- يعتبر المسقط المستطيل من أفضل المساقط على وجه العموم، وهو الغالب على أكثر المساجد المبنية، ويلاحظ عموما أن الضلع الأطول للمسجد يكون موازيا لحائط القبلة، لما يعطيه من تأكيد لاتجاه القبلة.
- يتم توجيه بيت الصلاة نحو القبلة، أو المسجد الحرام بمكة، أما باقي عناصره فيتم توجيهها حسب الغرض منها، بحيث لا تؤثر على كفاءة التصميم للمسجد، كما يجب الأخذ في الاعتبار التأكيد على اتجاه القبل باستخدام شتى الوسائل المعمارية، مع إخلاء حائط القبلة من أية فتحات في مستوى نظر المصلين.
- يحتاج المصلي إلى مساحة صافية1–2 مترمربع ، على أساس أن المساحة اللازمة في حدود 0.8×1.2م تقريباً، وتختلف المساحة الكلية للمسجد حسب نوع الخدمة التي يقدمها، وبذلك تقدر بعدد المصلين، بالإضافة إلى مسطح الخدمات المطلوبة، مع العلم بأن المساحة المحددة لا تشمل الساحات الخارجية أو مواقف السيارات أو الملحقات غير التقليدية كبيوت الضيافة أو العيادات الطبية.
- تختلف مساحة الخدمات حسب نوع المسجد، فالمسجد المحلي يحتاج المصلي فيه إلى مساحة خدمات بمقدار(1.2ــ 2) متر مربع ، أما المسجد الجامع يحتاج فيه المصلي إلى مساحة خدمات بمقدار(1.3، 1.4ــ 2) متر مربع .
- يراعى في تصميم المنبر صغر الحجم، حتى لا يشغل حيزاً كبيراً، ولا يؤدي إلى قطع الصفوف الأول للمصلين.
- يراعى الحفاظ على طهارة المسجد في تصميم الميضأة ودورات المياه وتحديد مواقعها، ويتم حساب عدد 1 مرحاض و2 صنبور لكل 40 مصلي.
- توفير عدد المداخل وأبواب المناسبة لمساحة المسجد، وأن تختار أماكنها حيث تيسر الدخول والخروج، ودون أن تؤدي إلى تخطي رقاب المصلين، وكذلك عزل مدخل النساء تماما عن مدخل الرجال.

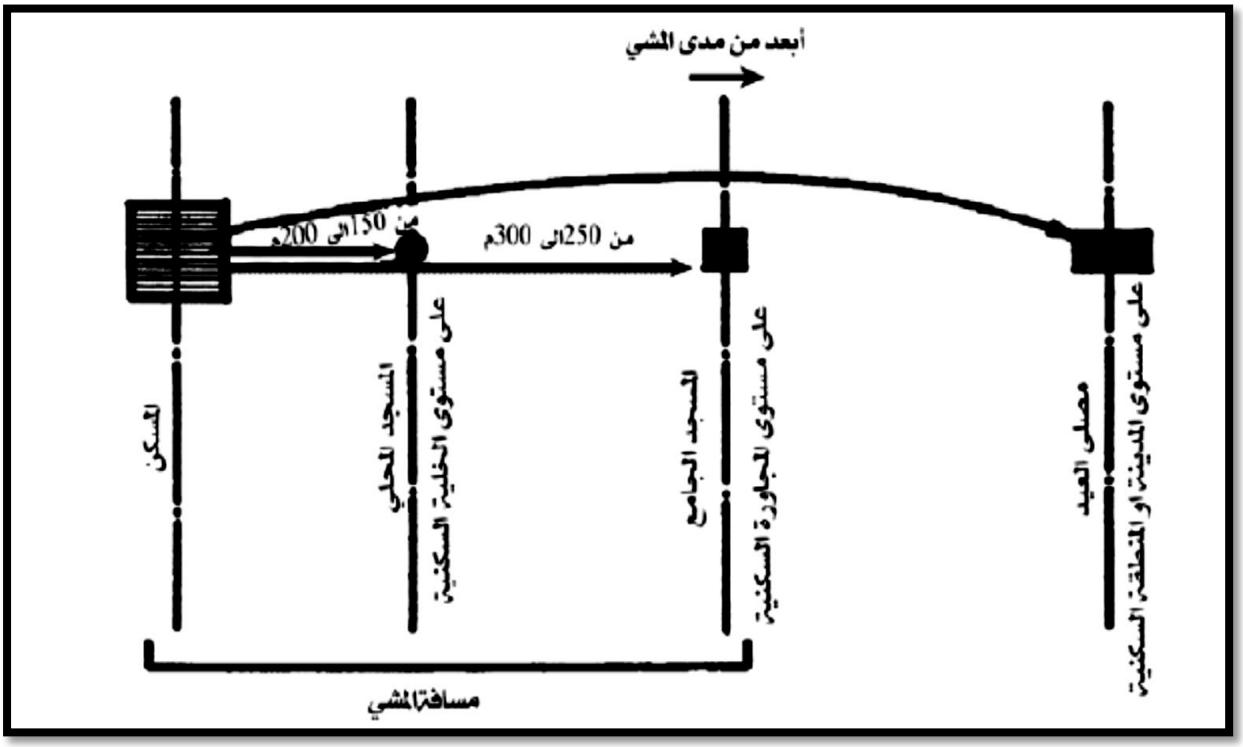
- يفضل استخدام أسلوب إنشائي يسمح بتغطية فراغ بيت الصلاة دون استخدام ركائز داخلية أو بأقل عدد منها.
- يراعى عموما البساطة وتحقيق معنى الصفاء والهدوء والتجرد في التشكيل الداخلي للفراغات وكذا التشكيل الخارجي لمسجد، مع التأكيد على معاني العلو والرفعة والسيادة في التشكيل العام للمسجد.
- دراسة الصوتيات في المسجد، والتعمق في تحليل اتجاهاتها وقوتها، حتى يشعر المصلي في أي ركن في المسجد بالراحة التامة ن الضوضاء، والسماع الكامل الواضح لعظات وصلوات الإمام.
- يجب أن يكون المسجد مضاء في جميع أركانه بضوء يسمح لقارئ القرآن الجالس على الأرض بالرؤية الواضحة لما يقرأ، حيث تجنب الإضاءات الخافتة.
- أما عن استخدام الزخارف داخل المسجد، فيجب عند استخدامها مراعاة المواد الأولي لها مثل الرخام والخزف المتميزة بقوة السطح والعمر الافتراضي الطويل مقارنة بالمواد الأخرى، كما أنها سهلة التنظيف.

ورغم أن الفن المعماري للمساجد قد أبتكر أشكالاً وأساليب مختلفة على مد التاريخ تبعاً للزمان والمكان ، غير أن المفهوم التصميمي المتأصل فيه بقى على حالة من الناحية الأساسية . وقد شجعت هذه الإستمرارية القوانين والتشريعات المحددة التي تخضع لها مبادئ التصميم التي نشأت من خلال إستخدام الرموز الدينية والهندسية ، وهكذا نرى بأنه مهما كانت طبيعة التغيرات الناحية ضمن الشكل العام للمسجد فقد بقيت وفيه للنظام الثابت الذي يحكم روح التصميم الذي بنى تصور البناء عليه . (شحادة ، مرجع سابق ، ص 33) .

2-6-2-3 الضوابط التخطيطية :

تعتبر الضوابط التخطيطية من الأمور الهامة التي تؤثر على تحقيق رسالة المسجد، وينبغي مراعاة بعض الأمور ليأخذها المخطط في الحسبان مثل : (الدرويش، 1997 ، ص235 -236)

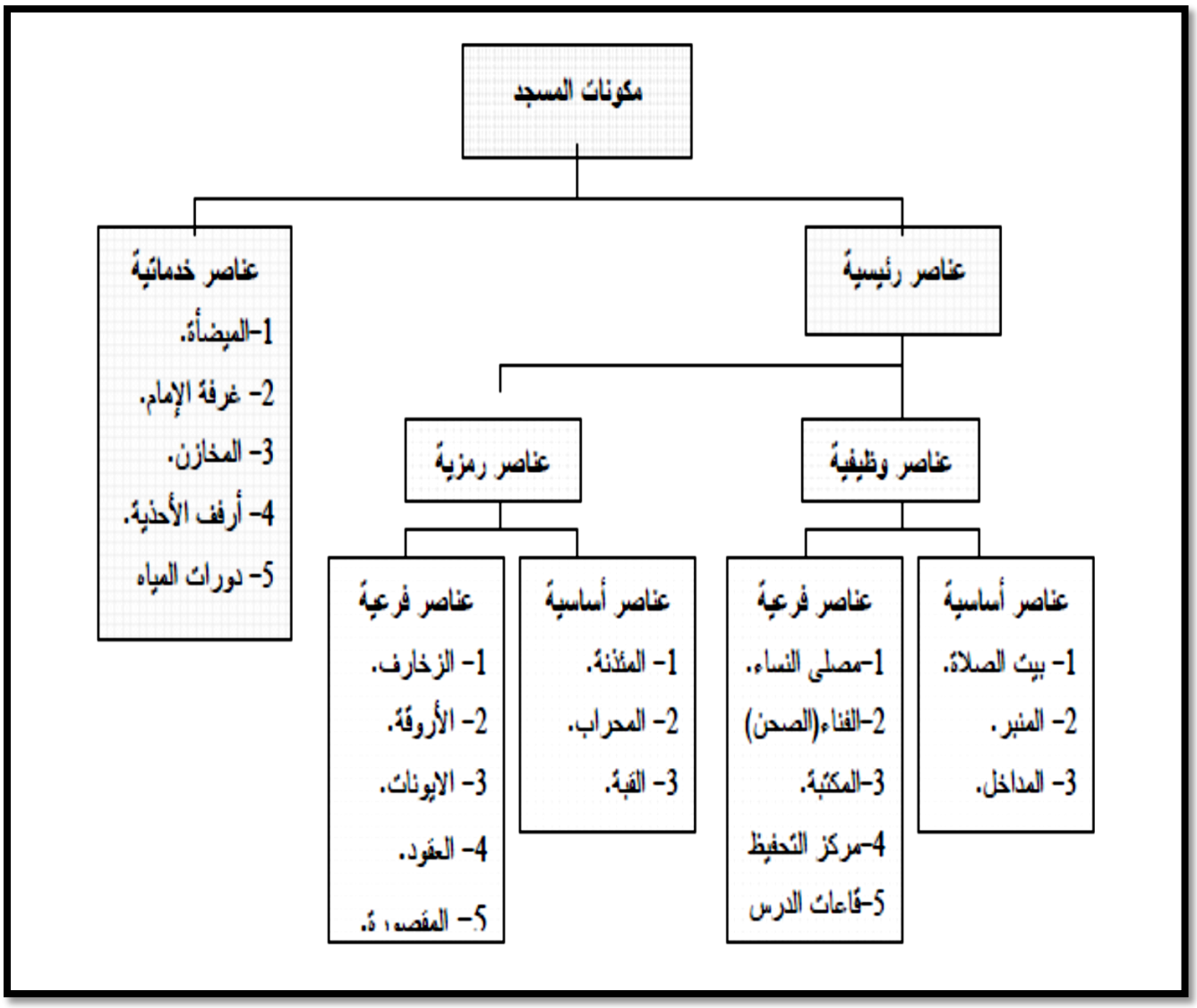
- تجنب تعدد المساجد في المنطقة الواحدة إلا لحاجة ماسة، حرصا على الوحدة والجماعة، وبعدا عن الضرار والفرقة ، ويفضل توسعة المسجد على بناء مسجد آخر بجواره حتى لوكانت التوسعة راسية فهذا جائز إذا دعت الحاجة.
- خصوصية الجيران : يمنع الإضرار بالجيران لما لهم من فضل جيرة المسجد.
- حسن اختيار الموقع ومراعاة عدد السكان نسبة الزيادة المستقبلية ومسافات المشي المناسبة .



شكل 2-1: بعد المسجد عن المسكن

(المصدر : أثر التصميم العمراني على تفعيل دور المساجد في قطاع غزة ، زياد محمد شحادة، ص 56)

2-7 مكونات المسجد المعمارية :

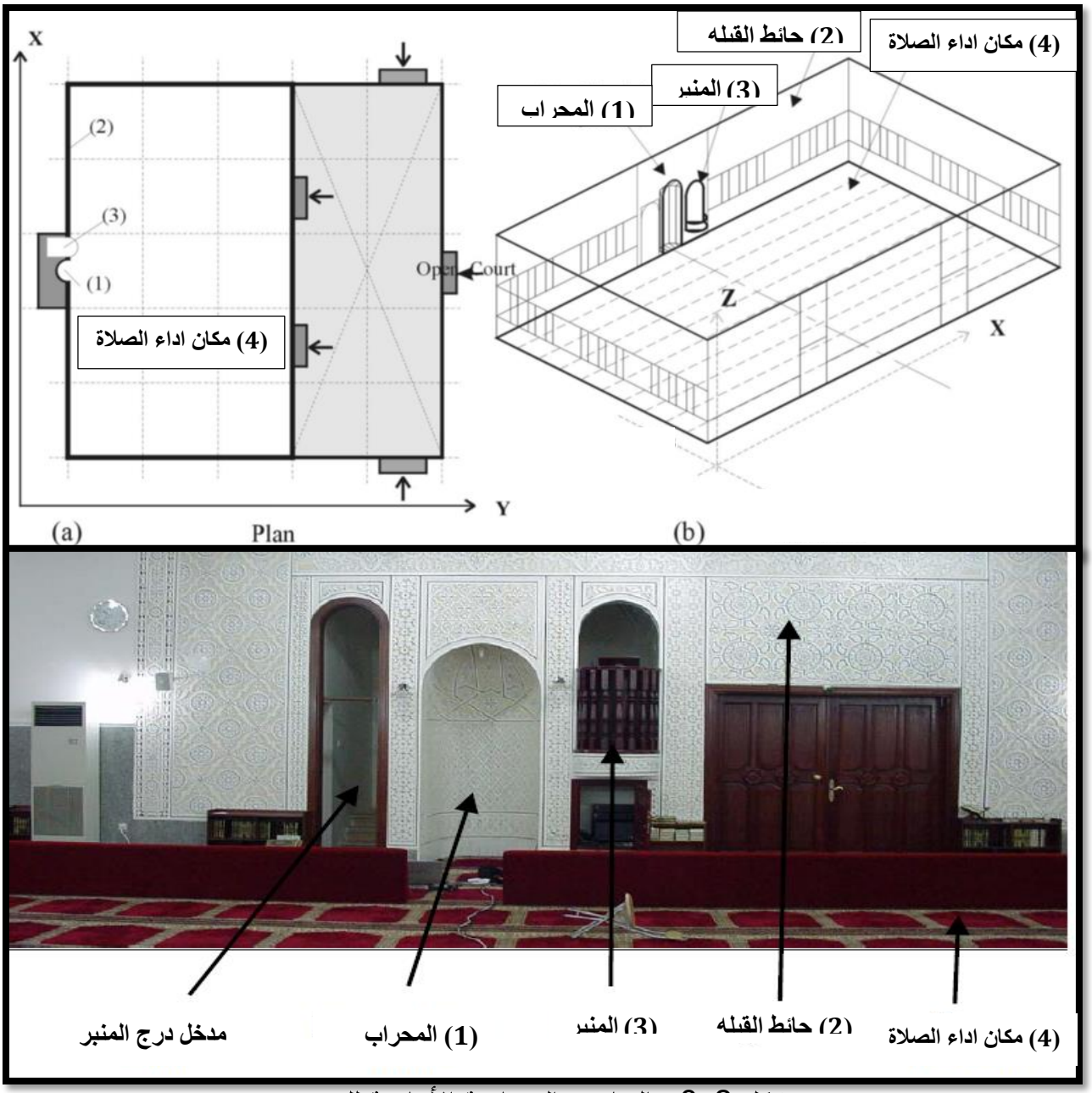


شكل 2-2 : هيكلية توزيع مكونات المسجد حسب الأهمية

(المصدر : أثر التصميم العمراني على تفعيل دور المساجد في قطاع غزة ، زياد محمد شحادة ،ص 31)

2-7-1 العناصر الأساسية للمسجد

من المعروف أن مسجد الرسول صلى الله عليه وسلم الأول في المدينة كان مكونا من أربعة عناصر رئيسة يمكن إعتبارها قاسما مشتركا بين المساجد الأخرى وهي :-



شكل 2-3 : العناصر المعمارية الأساسية للمسجد

(قياس الخصائص الصوتية للمساجد في المملكة العربية السعودية ، عادل أحمد عبدو، 2002)

2-1-7-2 المنبر

وهو مرتقى الخطيب ليرى الناس ويرونه أثناء الخطبة . وقد كان منبره صلى الله عليه وسلم في مسجده الأول عبارة عن إرتفاع في الأرض جوار المحراب ، ثم أتخذ جذع نخلة منبرا ثم أشار عليه تميم الداري (كما رواه البخاري) أن يتخذ منبرا خشبيا من مرقاتين (درجتين) ، وارتفاعه ذراعان وثلاث أصابع وعرضه ذراع واحد.

بعد ذلك إقامة المنابر في المساجد في مختلف ديار المسلمين وزيد في عدد درجاتها بسبب إتساع مساحة المساجد وكثرة عدد المصلين ولكي يتمكن المسلمون من رؤية الخطيب ويتمكن الخطيب من رؤيتهم .وتختلف مساحة الخدمات حسب نوع المسجد، فالمسجد المحلي يحتاج المصلي فيه إلى مساحة خدمات بمقدار 1.2 متر مربع، أما المسجد الجامع فيحتاج فيه المصلي إلى مساحة خدمات بمقدار 1.3 إلى 1.4 متر مربع. ويراعى في تصميم المنبر صغر الحجم، حتى لا يشغل حيزا كبيرا، ولا يؤدي إلى قطع الصفوف الأولى للمصلين.

شكل 2-4 : شكل المنبر

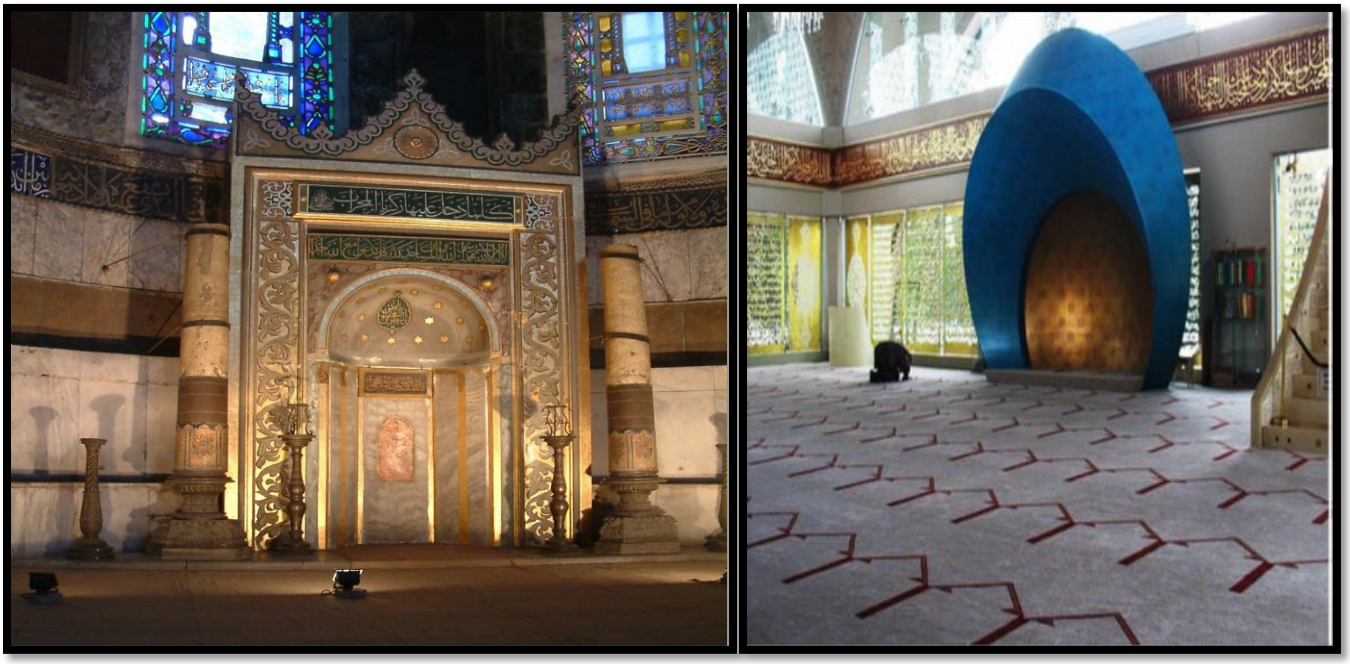
(المصدر : الإنترنت محرك البحث قوقل)

2-1-7-2 المحراب

وردت كلمة "المحراب" في القرآن الكريم أربع مرات ووردت كلمة"المحاريب" مرة واحدة وكلمة " حرب" من معانيها : صدر المجلس ، ومنه محراب

المسجد.وقد تعارف العلماء على إطلاق كلمة "المحراب" على جدار القبلة وقد استعمل رسول الله صلى الله عليه وسلم الحربة والعنزة في تحديد إتجاه القبلة أثناء الصلاة في الفضاء.

وهو صدر المسجد المتجه إلي القبله في مكة المكرمة والقبلة تمييز خاص لعبادة المسلمين دون سائر الأديان الأخرى التي لا تشترط اتجاها معينا عند ممارسة العبادات . ويحدد المحراب في المساجد بطريقة واضحة كتجويف أو نتوء في الجانب المقابل للقبلة من المسجد .

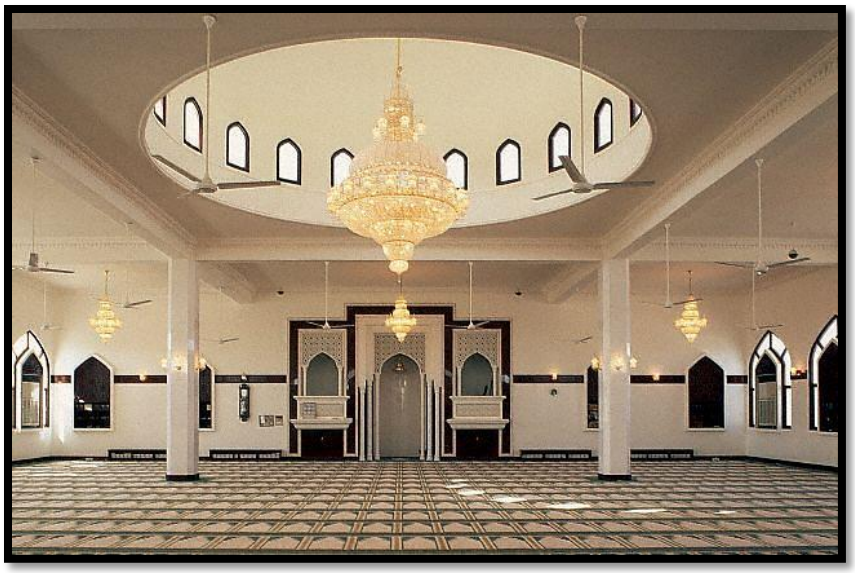


شكل 2-5 : شكل المحراب

(المصدر : http://archnet.org/library/sites/one مؤسسة العمارة الإسلامية، المكتبة الرقمية)

2-7-1-3 جوف المسجد (بيت الصلاة)

وهو الجزء المسقوف من المسجد ناحية القبلة والذي تقام فيه الصلاة ويسمى أيضا مكان الصلاة ، تختلف مساحة جوف المسجد من مسجد لآخر ومن عصر لآخر فهناك مساجد لا يزيد جوفها عن صفين من الأعمدة بينما يكون صحنها أكبر من جوفها ، ونجد آخرى مخصصه كلياً للصلاة بحيث يكون مكان الصلاة هو المسجد .



شكل 2-6 : جوف المسجد (بيت الصلاة)

(المصدر : http://archnet.org/library/sites/one مؤسسة العمارة الإسلامية، المكتبة الرقمية)

2-7-1-4 صحن المسجد

وهو الجزء غيرالمسقوف ويعتبر جزءا من المسجد رغم عدم إستعماله للصلاة إلا في حالة الضرورة ويختلف عن حرم المسجد الذي هو الجوار المباشر للمسجد . وهو يعتبر واحدًا من عناصر التصميم المميزة في المساجد، ووظيفته في استخدامه كمكان للصلاة وتجمع المسلمين حينما يكون مناسبا مناخيا.

شكل 2-7 : صحن المسجد

(المصدر : http://archnet.org/library/sites/one مؤسسة العمارة الإسلامية، المكتبة الرقمية)

2-8 عمارة المساجد في السودان

بدأت عمارة المسجد في السودان حوالي عام 643 ميلادية عندما غزا عبدالله بن سعد بن أبي السرح عامل مصر شمال السودان واكتفى بإبرام المعاهدة المعروفة بمعاهدة البقط مع عظيم النوبة في مملكة المقرة المسيحية بشمال السودان .بموجب تلك المعاهدة أتفق الطرفان أن يرجع عبدالله بن أبي السرح بجيشه قافلا نحو مصر دون التوغل داخل السودان ، وأن يصبح أهل النوبة حلفاء للمسلمين . ونصت المعاهدة على الحفاظ على أول مسجد بنى بمدينة دنقلا الذي بناه عبدالله بن أبي السرح ، وعدد المصلين آنذاك لم يكن كبيرا لذلك لم يكن المسجد بالتعقيد أو الضخامة التي تجعل له ذكرا عند علماء الآثار . فقد بنى من اللبن وسقف بجذوع النخيل وجريده كسائر بيوت أهل البلد .

ولم تزاول عمارة المسجد مكانها كثيرا طوال الحقب الأولى لإنتشار الإسلام في السودان . وكانت أكبر نقلة لإنتشار الإسلام في االسودان على يد الدعاة من بلاد المغرب العربي ، وكان هذا أول تأثير خارجي على عمارة المساجد في السودان . إن أوائل الدعاة المغاربة لم يكن يصحبهم معماريون أو مهنيون في رحلاتهم تلك لذلك لم يكن هنالك نقل حرفي للفن المعماري المغربي ، ولكن مخيلتهم مشبعة بذلك الفن الإسلامي الرفيع ، فقد كانت تمتاز عمارة المساجد في المغرب العربي بإمتداد جوف المسجد (مكان الصلاة) حتى يشغل نصف مساحة المسجد أو أكثر من ذلك .

وكان مسجد سنار القديمة عاصمة مملكة سنار هو أول مسجد يبنى من الطوب المحروق ، ونجد فيه المحراب قد أخذ مكانه متوسطاً الحائط القبلي من المسجد على أعمدة ضخمة من الطوب (60 ×60 سم) ، وترتفع المئذنة حوالي 9 أمتار ، كما أشتمل المسجد على محراب ومنبر خشبي بسيط دون إستعمال للصحن التقليدي .

وكان للعهد الإستعماري أثر واضح وكبير في تغير منهج عمارة المساجد في البلاد ، ويمكن تلخيص هذا الأثر في ثلاثة مناحي :

1. **الأثر التركي العثماني**

وكان محدوداً جداً ولم يتجاوز نقل إستعمال القباب من بعض المباني الخاصة إلى المسجد نفسه . وإن تطور عمارة المسجد التركي في عهد السلجوقي والعثماني قد نقل الإهتمام بالزخرف من حائط القبلة إلي جنبات المسجد والأروقة والقبابوالمآذن . وقد أدخل هذا الطراز إنقلاباً شاملاً في عمارة المسجد . ولكن لم يأخذ من العثمانيين تطورهم الفني الزخرفي ولا التعقيد الإنشائي بل اكتفى بإمكانية نقل القبة واستعمال قبة واحدة في وسط المسجد تعمل لزيادة الإنارة الطبيعية الداخلة إلي المسجد .

وظهر ذلك في مسجد الإمام محمد أحمد المهدي والذي أعيد بناءوه في السبعينات وفي عدة مساجد أخرى .

2. **الأثر المصري**

كان لوجود المهندسين والمهنيين المصريين ضمن الجيش الإنجليزي المصري أثر كبير في النقل المباشر لعمارة المساجد الآخذة في التطور في مصر آنذاك . ونجد أن أجمل مساجد الخرطوم زينة ورصانة هو المسجد الذي جدد بناءه الملك فاروق ملك مصر والسودان على الطراز الفاطمي . وأيضا المسجد الكبير في الخرطوم على ذات الهيئة والطراز ، ونجد في المسجدين ترتكز الجماليات في خارج المسجد وظل المسجد من الداخل محتفظاً ببساطة وتلقائية الروح الصوفية الزاهدة . وأدخلت الزينة في المنبر والمحراب وإستعمال الخشب المشغول الداكن اللون . ولم تستعمل القبة على الإطلاق ، ولكن أدخل الصحن المفتوح في المسجد الكبير في الخرطوم ولأسباب بيئية ومناخية محلية أضطر الي سقف هذا الصحن وإضافة مساحته إلي مكان الصلاة . ومنذ ذلك التاريخ لم تشمل عمارة المسجد في السودان على أي صحن مفتوح .

3. **الأثر البريطاني**

كانت الإدارة الفعلية إبان الحكم الثنائي بيد الإنجليز ، الذين مكنوا لحكمهم في البلاد تمكينا ظلت آثارة العمرانية والمعنوية مستمرة حتى يومنا هذا . وأدخلوا طراز العمارة الفيكتورية والجورجية

المتأثرة بالعمارة الرومانية القديمة ، ولوجود المهندسين المدنيين والمعماريين الإنجليز المصاحبين للجيش الأثر الكبير . وقد أستجلبوا العمال المهرة من مصر وتركيا والشام واليونان . وأتسمت هذة العمارة بالإستعمال المموسق للطوب المحروق في العقودات والقباب ولأول مرة أستخدمه في السقوفات بطريقة العقد الإنجليزي (Jack Arch) وبطريقة التفريغ القبيي (vault) . وأدى هذا الي حدوث نقله نوعية في سبل الإنشاء وهندسة المباني . وأنشأت المعاهد الفنية والمهنية والتي خرجت كوادر قادرة على التعامل مع التكنولوجيا المستوردة والمتطورة وقادرة على هضم العمارة الغربية ونقلها إلي العمارة المحلية ومنها إلي عمارة المساجد .

وشهدت فترة مابعد الإستقلال إنفجاراً سكانياً كبيراً بالخرطوم الكبرى بسبب الهجرة الوافدة إليها طلباً للرزق والعلم والإستطباب ، وقد نتج من ذلك توسعاً معمرانياً كبيراً مصحوباً بزيادة كبيرة في عدد مساجد الأحياء .

2-8-1 المسجد التقليدي في السودان

يتكون من مكان الصلاة وهو مستطيل أو مربع الشكل طول ضلعه حوالي (12 _ 15 متر) والإرتفاع بين (5_6 أمتار) . وهو عادة أعلى من مستوى المنازل العادية في الأحياء السكنية ويشيد من جدران حاملة من الطوب المحروق وأسقف مسطحة تبنى على نظام العقد الإنجليزي بإستعمال كمرات من الحديد الصلب وطوب محروق يملأ الفراغ بين الكمرات في شكل قوس صغير . وفي أغلب المساجد التقليدية لم يكن هنالك فاصل إلا أن ذلك تطور تدريجياً بالفصل بفاصل خشبي وأحياناً بحائط من الطوب . وبجانب المحراب يوجد دائماً منبر خشبي مكون من 8_10 درجات بحيث يكون الخطيب بإرتفاع يتراوح بين 1,10 _ 1,50 متر عن مستوى أرضية المسجد لحظة إلقاء الخطبة . أما الشكل المعماري الخارجي للمسجد التقليدي فيتخذ الشكل المكعب أو متوازي المستطيلات وتبرز منه نصف الأسطوانة التى تحدد إتجاه القبلة (المحراب) .

أما المئذنة فتحتوي بداخلها سلماً حلزونياً من الخرسانة يمكن المؤذن من ارتقاء المئذنة للنداء للصلاة حتى يكون الآذان بصوت مسموع لسكان المنطقة. ولكن بإستعمال مكبرات الصوت بصفة

واسعة في العقود الأخيرة من الزمان إنتفت الحاجة لإرتقاء المئذنة للآذان ، وأصبحت المئذنة ذات فائدة رمزية فقط . وغالبا ما يكون مكان الصلاة فى وسط الفناء الكبير الذى يحيط به المسجد من جميع الاتجاهات، ويلاحظ أن المسجد التقليدى يخلو من بعض العناصر المميزة للعمارة المسجد فهو لا يشتمل على صحن بالمعنى المالوف ولا يشتمل على أى قبة صغيرة كانت أم كبيرة . وربما يعزى ذلك لان النظام الانشائى المتبع فى تشيد المسجد التقليدى يتميز بالباسطة ولا يختلف كثيراً عن النظام الانشائى المتبع فى العمارة السكنية وربما يرجع ذلك ايضاً الى أن الفرلغ الذى يشكل مكان الصلاة صغير نسبياً (12–15 متر) ويمكن اضاءته بدون الحاجة للفتحات العلوية التى ترتبط بالقباب .

2-8-2 أثر المناخ فى عمارة المسجد التقليدى فى الخرطوم الكبرى

نسبة لوقوع الخرطوم في الحزام الواقع جنوب الصحراء الكبرى فإن طقسها يتميز بإرتفاع درجة الحرارة وقلة الرطوبة النسبية وقلة الأمطار . هذا المناخ الحار – الجاف في أغلب شهور السنة أنعكس بصورة واضحة في عمارة المساجد التقليدية فمن ناحية نجد أن جدران المساجدةعادة ماتكون سميكة (تبلغ في المتوسط 75 سنتيمتراً) وفتحاتها صغيرة ، وفي أغلب الأحيان تترك فتحات علوية صغيرة لتساعد في تجديد الهواء بجذب تيارات الهواء الساخن إلي أعلى ومن ثم إلي خارج مكان الصلاة ليحل محلها هواء بارد عن طريق النوافذ السفلى . ترتد النوافذ عن السطح الخارجي للجدار في شكل تجويف يؤدي إلي كسر أشعة الشمس المباشرة ومنعها من الدخول إلي داخل القاعة . أما أسقف المساجد التقليدية فهي كما أسلفنا مسطحة نسبة لقلة كمية الأمطار التي تهطل سنوياً . ظلت هذه السمات مميزة لعمارة المساجد في إقليم الخرطوم الكبرى وفي أغلب المدن الكبرى بالسودان .

2-8-3 تطور الشكل المعماري لعمارة المسجد في فترة ما بعد السبعينات

السمات الميزة لهذه النقلة المعمارية هي إستخدام الخرسانة المسلحة بصورة واسعة وبجرأة أكبر في المعالجات الهندسية المعقدة ، وأيضا إستخدام بعض المواد الحديثة بصورة واسعة وخاصة الزجاج والرخام . وكما تطور الشكل المعماري للمساجد ، فنجد أنه قد حافظ مصممو المساجد الحديثة في الخرطوم الكبرى على الأشكال الأولية مثل المربع والمستطيل كأشكال رئيسة للمساجد التي صممت خلال ربع القرن الماضي نسبة لما توفرة من فراغ داخلي منتظم يساعد على إنتظام صفوف المصلين ، وهي كما نعلم الوظيفة الأساسية لمكان الصلاة . ولم تستخدم الأشكال الآخرى إلا في حالات نادرة مثل : مسجد النليين و مسجد إبراهيم مالك ..

غياب أي موجهات تصميمية أو لوائح بناء تحد من حرية المعماريين في تصميم المساجد نجد أنهم قد أطلقوا لأنفسهم العنان لإستحداث تصاميم جديدة بإستخدام كل ما هو متاح من مواد البناء ومن العناصر المعمارية . وأصبح من الصعوبة أن نشير إلي نمط معين من المساجد التي شيدت مؤخراً على أنه ذو طابع " خرطومي " مميز بل أصبح التباين والتنوع هما السمتان السائدتان في عمارة المسجد في الخرطوم .

ومع ذلك فإن هنالك بعض العناصر المشتركة التي أستخدمت في العديد من المساجد وأهمها :

1- إستخدام طابق مسروق (ميزانين) لصلاة النساء .
2- الشرفة الخرسانية التي يلقى الخطيب منها خطبة الجمعة أو العيدين كبديل للمنبر الخشبي.
3- الجدران الملساء المجردة من أي نقوش وزخارف .
4- المئذنة الطويلة الرقيقة .
5- الدعائم الداخلية إن وجدت تكون في شكل أعمدة خرسانية لا تشغل مساحة كبيرة .
6- إستخدام القباب الخرسانية المصممة بصورة واسعة في المساجد الحديثة وغالباً ماتغطي الحيز الأوسط من مكان الصلاة .

9-2 الخلاصة

نظراً لأهمية المسجد لابد من الإهتمام به وتطبيق كافة الضوابط الشرعية والتخطيطية والتصميمية عند إنشاءه ، ليتم تحقيق الأهداف والرسائل التى انشأ من أجلها . وعادتاً تكون المساجد عبارة عن تحف معمارية تعكس هوية وتاريخ وثقافة البلد ، لذلك لابد من الأهتمام بها ، وبما أن المهندس المعماري هو المسؤل عن تصميمها يجب عليه عمل كل الدراسات اللازمة قبل تصميمه وعليه الموازنة بين الضوابط العامة والضوابط الخاصة بالبلد الذي ينشأ عليها المسجد .

أما بالنسبة للمساجد في السودان ، يمكن القول إجمالاً أن عمارة المساجد في السودان بصفة عامة وفي الخرطوم بصفة خاصة قد تأثرت بعوامل المناخ وبالإرث الثقافي والحضاري السوداني ، الذي أنصهرت فيه ثقافات عديدة وافدة من شمال وأواسط وغرب أفريقيا ومن الجزيرة العربية والشام و أيضاً من أوروبا وآسيا الصغرى ، وقد لعبت مواد البناء وتكنولوجيا التشييد السائدة دوراً كبيراً في إنتاج عمارة مساجدية محلية تتسم بالبساطة والرزانة والإبتعاد عن الزخرف والبهرجة .

الفصل الثالث

الإطار النظري للصوتيات

3-1 مقدمة

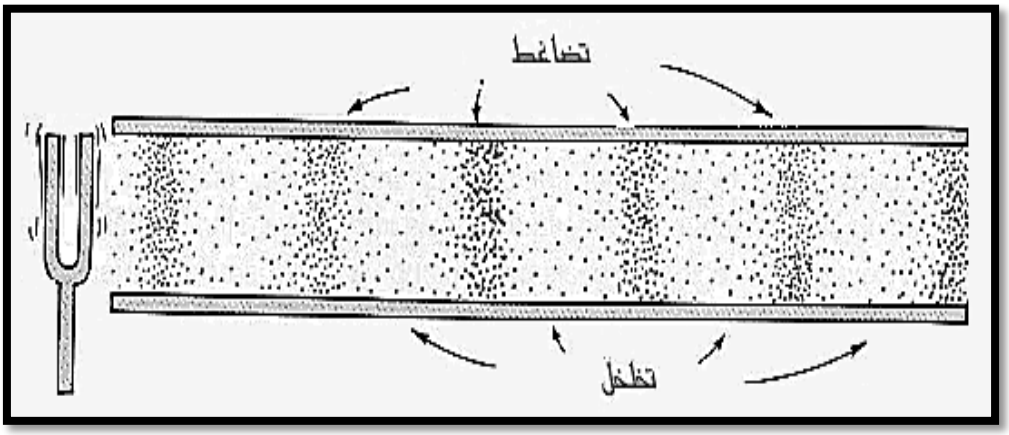
على الرغم من أن الوظائف الأساسية للمبنى هي حماية شاغليه من كافة الظروف الخارجية من حرارة ورياح وأمطار ... الخ ، الإ ان هذه الوظيفة قد تطورت وامتدت لتشمل تهيئة البيئة المناسبة والتي قد تفوق الظروف الخارجية ، وأصبح هناك علم يعرف بعلم التحكم البيئي وهو علم يعالج وسائل تهيئة البيئة المناسبة لشاغلي المبنى ، ومن المهم بالنسبة للمعماري أن يلم بالمبادئ والقواعد الأساسية لهذا العلم . وتشكل الصوتيات أحد فروع التحكم البيئي للفراغات المعمارية ، فدراستها تهدف إلي خلق البيئة التي تتيح أفضل الظروف للاستماع . وتزداد أهمية دراسة الصوتيات في الفراغات المعمارية التي يكون فيها الحديث والإستماع ذات أهمية كبيرة في الآداء الوظيفي للفراغ مثل " المسارح – القاعات – الاستديوهات – المساجد أو دور العبادة بصفة عامة . ويتناول هذا الفصل التعرف على الصوت والصفات الفيزيائية له ، والتعرف على صوتيات الفراغ وسلوك الصوت داخل الفراغات الداخلية للمساجد ومع توضيح أنواع المواد الماصة للصوت وطريقة التعامل معها داخل فراغ المسجد حسب الترددات الصوتية في الفراغ ، والتعرف على صوتيات المساجد وتاريخها والدراسات السابقة في هذا الموضوع ، وتوضيح العوامل المؤثرة على التصميم الصوتي للمساجد والخصائص الصوتية للمساجد مع تبين المعالجات الصوتية لها وتقييم وضوح الحديث فيها ، وتم في نهاية هذا الفصل الخروج بمعايير وموجهات للتصميم الصوتي الخاص بالمساجد .

3-2 تعريفات

3-2-1 تعريف الصوت

الصوت عبارة عن مجموعة من الذبذبات المركبة وهذه الذبذبات هي نتيجة للتغييرات التي تحدث في الضغط الجوي إبتداء من مصدر الصوت حتى ما يسمي بالرق أو طبلة الآذن . فعندما يتحدث الإنسان

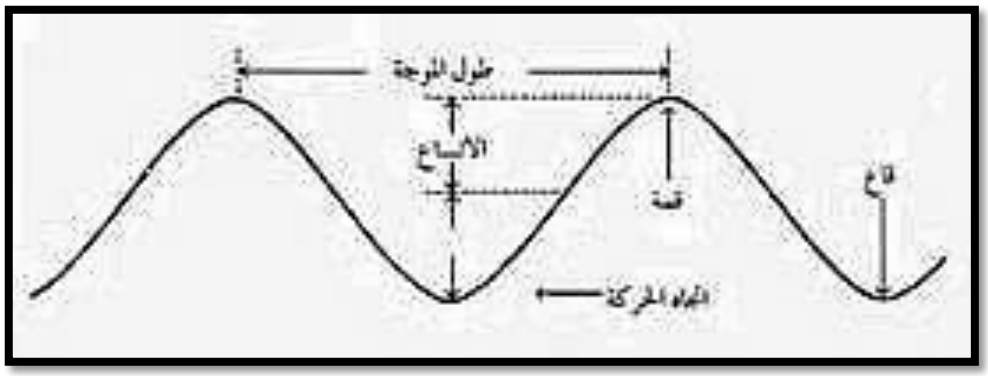
تهتز كمية الهواء الملاصقة للفم أو لمصدر الصوت اهتزازات تحدث تغيرا في الضغط الجوي - الذي ينتقل بالتالي عن طريق (التضاغط والتخلخل)إلي مكان استقبال هذه الاهتزازات سواء كان ميكروفون المسجل أو أذن المستمع.



شكل 3-1 : ذبذبات الصوت

(المصدر : كفاءة الآداء الصوتي في قاعات المسارح ، م.سوزان مصطفي سليمان)

لقد عبر المهندسون عن هذه الاهتزازات بطريقة المنحنيات الجيبية وسميه كل منحني له شكل الموجه الجيبية واحد بالذبذبة حتى تسهل عملية حساب عدد الذبذبات ودراسة طبيعة الصوت من الناحية النظرية كل موجه جيبيه تسمي ذبذبة. (مرجع رقم 7)



شكل 3-2 : شكل موجة الصوت

(المصدر: كفاءة الآداء الصوتي في قاعات المسارح ، م.سوزان مصطفي سليمان)

لا تستطيع الأذن البشرية سماع الذبذبات المنخفضة التي تقل عن 15 ذبذبة /ثانية ولا تستطيع سماع الذبذبات التي تزيد عن 20000 ذبذبة/ثانية . ويحسب عدد الذبذبات علي أساس طول الموجه وسرعة

الصوت. سرعة الصوت ثابتة وهي 1120 قدم/ثانية أو 340 متر/ثانية . فيمكنا حساب طول الموجة كالأتي : **عدد الذبذبات × سرعة الصوت = طول الموجة** . (مرجع رقم 7)

3-2-2 طول الوجة

ويرمز له بالرمز L وهي المسافة التي يقطعها الصوت خلال دورة ذبذبة كاملة . ووحدتها هي المتر .

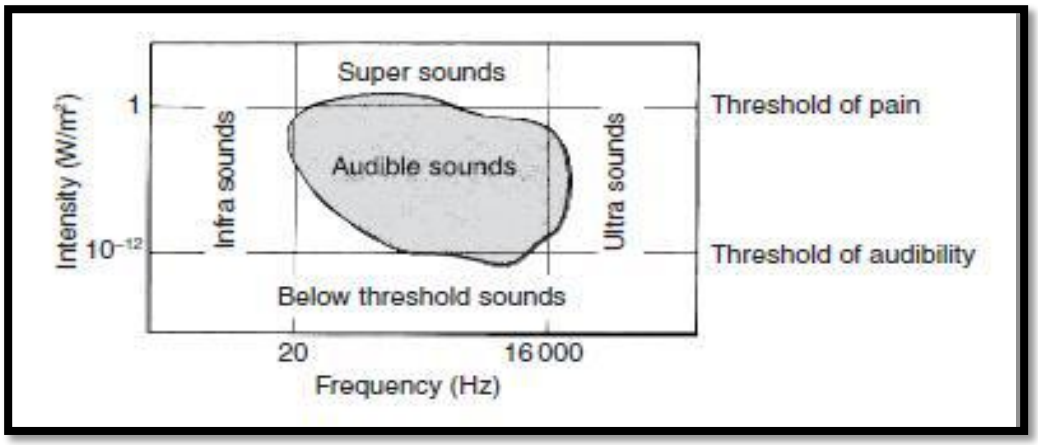
3-2-3 إنتقال الصوت : يحتاج الصوت إلى ثلاثة عناصر لحدوثه وهي:

1. المصدر الصوتي
2. وسط لانتقاله
3. المستقبل

3-2-4 شدة الصوت

هي التعبير عن قوة الصوت أو ضعفه وهذا يتوقف على سعة الذبذبة الصوتية وتقاس شدة الصوت بوحدة الديسيبل .

و قد إتفق العلماء على أن تبدأ هذه الوحدة من الصفر عند ضغط جوى مقداره عشرون ميكروبار 20 MPa وهى أقل شدة صوت يستطيع الإنسان العادي سماعها كما أن الأذن العادية للإنسان تستطيع تحمل شدة صوت حتى 120 ديسيبل .



شكل 3-3 : المدى الصوتي المسموع للإنسان

(المصدر:أثر التقنية المعلوماتية في توفير الراحة الصوتية في قاعات المعارض ، م . د . صفاء الدين حسين ،ص 5)

3-2-5 مقياس الديسيبل

يرمز له بالرمز (dB) ، هو المقياس اللوغاريثمي الذي يقاس به كل من مستوى ضغط الصوت ، مستوى كثافة الصوت ، ومستوى قدرة الصوت .

3-2-6 تردد الصوت

هو عدد الإهتزازات أو تموجات الضغط في الثانية .

بحسب التردد يصنف الصوت إلى الأنواع :

- **تحت الصوتية** ، وهي أقل من 16 هرتز وهي غير مسموعة للأذن البشرية حيث التردد منخفض جدا
- **نطاق السمع** ، وهو يمتد من 16 هرتز إلى نحو 20.000 هرتز ، وهي أصوات مسموعة للبشر.
- **فوق صوتية** ، بين 20.000 هرتز إلى 6و1 جيجا هرتز(6و1 مليار ذبذبة في الثانية) ، وهي غير مسموعة للبشر ، حيث ترددها عالي.
- **صوتية فائقة** ، موجات صوتية ترددها أكبر من 1 مليار هرتز (1 مليار ذبذبة/ثانية) ، وهذه قد لا تنتشر.

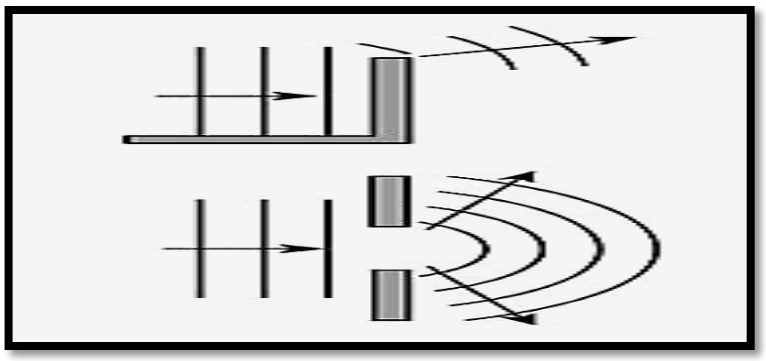
3-3 سلوك الصوت في الفراغات المغلقة

- **حيود الصوت Diffraction of sound**

هو ظاهرة انحراف الطاقة الصوتية المصاحبة لانتقال الحركة الموجية عن سيرها فى خط مستقيم، وذلك فى نفس الوسط. يقصد به حيود الصوت حول عائق أو فتحات صغيرة.

-التردد العالي يمشى في خطوط مستقيمة.

-التردد المنخفض ينتشر في الفراغ.



شكل 3-4 : حيود الصوت

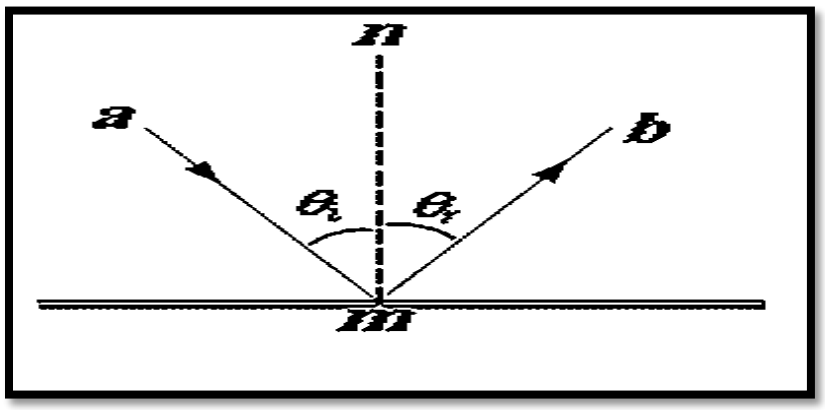
(المصدر : كفاءة الآداء الصوتي في قاعات المسارح ، م.سوزان مصطفي سليمان)

- **انعكاس الصوت**

إذا سقط الصوت على أي سطح فانه ينعكس إذا كان هذا السطح لا يمتص الصوت ونلاحظ هنا أن زاوية السقوط تساوى زاوية الانعكاس. وطبقاً لقانون الأنعكاس فإن :

2- الشعاع الصوتي الساقط *am* والشعاع المنعكس *mb* والعمود المقام من نقطه السقوط *mn* تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس.

3- زاوية السقوط θ_i تساوي زاوية الانعكاس θ_r.



شكل 3-5 : قانون الإنعكاس

(المصدر : كفاءة الآداء الصوتي في قاعات المسارح ، م.سوزان مصطفي سليمان)

يؤثر على شكل الانعكاس عدة عوامل أهمها:

- شكل السطح العاكس فالسطح المحدب يعكس الصوت في جميع الاتجاهات اى له خاصية الانتشار بينما الصوت المنعكس عن السطح المقعر له خاصية التركيز في مكان واحد.
- مساحة السطح العاكس تؤثر في إمكانية تطبيق قوانين الضوء عليه حيث يجب أن يكون عرض سطح الانعكاس على الأقل اكبر من ربع طول الموجة الصوتية
- كما أن الملمس النهائي للسطح العاكس يؤثر في قدرته على الانعكاس فكلما كان السطح مصمتا و متماسكا و مصقولا كلما كان أكثر انعكاسا للموجات الصوتية.

- **تشتت الصوت diffusion reflection**

يحدث تشتت للصوت عندما يسقط على سطح غير منتظم وهذه الخاصية مفيدة جدا لأنها تعمل على نشر الصوت في اغلب الفراغ.

- **الانعكاس الركني corner reflection**

إذا سقط الصوت على ركن من أركان الغرفة فانه ينعكس في نفس إتجاة السقوط.
يحدث الانعكاس الركني في زاوية سقوط تساوى 90 درجة وفى الأقل منها فقط .

- **صدى الصوت echoes in auditoriums**

يحدث صدى الصوت إذا زادت المسافة بين العائق والمصدر عن 17 متر وذلك في حالة كون الغرفة فارغة . الأذن البشرية تميز بين صوتين إذا كان الفرق بينهما = 0,1 م / ث

3-4 امتصاص الصوت

عملية الامتصاصabsorption :هي العملية العكسية لظاهرة انعكاس الصوت حيث يمتص الجسم جزءا من الطاقة الصوتية وتعتبر المواد ذات التركيب المسامي من أحسن المواد الماصة لوجود فراغات هوائية.

يتم امتصاص الصوت بطرق عدة أهمها:

•التغلغل في المواد المنفذة.

•الاهتزاز الرنيني لمواد التكسية التضاؤل الجزئي للمواد اللينة.

•الانتقال خلال الهيكل الإنشائي.

عندما يسقط الصوت على حائط ما فانه يتحول من طاقه صوتيه إلى طاقه حرارية وفى هذه الحالة نجد أن الحائط يمتص جزء من الصوت والهواء كذلك يمتص جزء منه ثم ينفذ الباقي إلى الفراغ المجاور.

3-4-1 معامل الإمتصاص Absorption Coefficient

هو ذلك الجزء من الصوت الساقط والذي لا يقوم السطح بعكسه وتختلف قيمة هذا المعامل بإختلاف التردد والتركيب البنائي والمادة المكونة وهنالك جداول توضح هذه القيم حسب التردد (125 هرتز – 500 هرتز – 2000 هرتز – 4000 هرتز) .

3-4-2 الإمتصاص الكلي Total Absorption

الأمتصاص الكلي في فراغ ما هو ناتج المجموع لامتصاص كل الأسطح والكتل والموجودات داخل هذا الفراغ ، ويحسب بحاصل ضرب مساحة سطح المادة في معامل إمتصاصها .

3-4-3 المواد الماصة للصوت

تنقسم المواد الماصة للصوت من حيث ميكانيكية الإمتصاص الي :-

أ- مواد مسامية Porous Materials

ب- ألواح ماصة Panel (or membrane) Absorbers

ت- فراغات رنانة Cavity (or Helmholtz) Resonators

أ) المواد المسامية Porous Materials

السمة المشتركة للمواد المسامية هي وجود شبكة متواصله من المسام pores وتتلخص ميكانيكية الإمتصاص في تحويل الطاقة الصوتية إلي حرارة بواسطة الإحتكاك الناشئ عند محاوله سريان موجه الصوت داخل المسام .

وتتوقف كفاءة الإمتصاص على :

- المسامية الحجمية volume porosity
- المسامية السطحية surface porosity
- مدى إتصال المسام .

أهم خصائص المواد المسامية :-

- معامل الإمتصاص مرتفع في الترددات العالية
- تتحسن كفاءتها في الترددات المنخفضة إما بزيادة السمك أو زيادة الفراغ بينها وبين خلفية صلبة .

أقسام المواد المسامية : تنقسم الي ثلاث أقسام رئيسية :-

i. الوحدات الصوتية الجاهزة Prefabricated Acoustical Units
ii. البياض الصوتي والمواد المرشوشة Acoustical Plasters & Sprayed on Materials
iii. الأغطية الصوتية Acoustical (Isolation) Blankets

i. الوحدات الصوتية الجاهزة : تتميز هذه الوحدات بما يلي :

- معامل إمتصاص مضمون ، نتيجة التصنيع السابق لها
- سهولة التركيب والصيانة بالإضافة إلي كونها إقتصادية
- يمكن إستقلالها وظيفياً وبصرياً مع وحدات الإضاءة والتكييف .
- يمكن زيادة معامل الإمتصاص لها بترك فراغ كاف خلفها عند التغطية ، وتكون هذه الزيادة أكثر وضوحاً في الترددات المنخفضة .

ويعيبها ما يلي :

- صعوبة إخفاء اللحامات بين وحداتها المختلفة
- ذات مقاومة ضعيفة للصدمات ، وبالتالي تكون عرضه للتلف إذا كانت في متناول الأيدي .
- طابعها التكراري يحول دون إعطاء شخصية متميزة للفراغ .
- تحتاج إلي عناية خاصة عند دهنها ، إذ أعمال الدهان والزخرفة غالباً ما تفسدها ما لم تتبع تعليمات الشركة المنتجة بدقة .

ii. البياض الصوتي

غالباً ماتستعمل هذه المواد للحد من شدة الضوضاء ، كما تستعمل أحياناً في القاعات عندما يتعذر إستخدام الوحدات التقليدية بسبب أنحناء أو عدم إنتظام الأسطح . ويمكن عملها إما بالرش بمسدس أو بالفرد يدوياً بواسطة المسطرين .

تتميز بمعامل إمتصاص كبير في الترددات العالية . ويعيبها صعوبة الصيانة إذ أن الدهان غالباً مايغير خواصها ما لم تتبع تعليمات المنتج .

وتتوقف كفاءتها على ظروف العمل مثل : سمك وتركيب مادة البياض ، كمية المادة اللاصقة ونوعية البطانة ، وكيفية التشطيب .

iii. الأغطية الصوتية

وتصنع من الصوف الصخري ، الألياف الزجاجية ، الألياف الخشبية ، اللباد والشعر ...الخ . وتتزايد قدرتها على الإمتصاص مع زيادة السمك وخاصة في الترددات المنخفضة .

ولكون سطحها الخارجي غير مناسب ، فغالباً ماتغطى بألواح أو رقائق مثقوبه أو شبك معدني وبالتالي تتعدل خواص الإمتصاص لها .

ب) ألواح ماصة Panel (or membrane) Absorbers

تتكون من أي مادة غير منفذة Impervious تركب بحيث يفصلها فراغ من الهواء عن خلفية صلبة . وعندما تصطدم موجات الصوت بهذا اللوح فإنه يتذبذب وبالتالي يمتص جزءاً من الطاقة الساقطة عليه بتحويلها إلي حرارة .

وتتميز بمعامل إمتصاص مرتفع في الترددات المنخفضة وهو بذلك يعادل فعل المواد المسامية ، ويترتب على إستعمال خليط منها إنتظام الإمتصاص في جميع الترددات . ولتحسين معامل الإمتصاص وخاصة في الترددات المنخفضة نقوم بوضع مادة مسامية ماصة في الفراغ بين اللوح والخلفية الصلبة .

ت) الفراغات الرنانة Cavity Resonators :-

تتكون أساساً من فراغ ذي جدران صلبه يتصل بالهواء الخارجي عن طريق فتحه ضيقة تعرف بالعنق ، ومن أمثلتها زجاجة أو برطمان فارغ .

ويتميز هذا النوع بأنه ذو معامل إمتصاص مرتفع لمجال محدود جداً من الترددات . ونتيجة لهذه الحساسية الشديدة فإنها تصلح لتعديل الإرتداد لتردد معين دون تأثير يذكر على باقي الترددات .

وهي إما أن تكون على هيئة :

- وحدات فردية
- ألواح رنانة مثقبة
- شقوق رنانة

I. الوحدات الرنانة

من أمثلتها الأوعية الفخارية الفارغة ذات الأحجام المختلفة التي أستعملت في كنائس العصور الوسطى وكان إمتصاصها يتركز في المنطقة من 100 إلي 400 هيرتز .

وكبديل عصري لهذه النوعية يمكن إستخدام قوالب (بلوكات) خرسانية مفرغة .

وتتميز بأن تشطيب سطحها الخارجي ملائم لظروف الإستعمال كما أنه لا يتأثر بالدهانات .

II. الألواح الرنانة المثقبة

وهي عبارة عن ألواح ذات ثقوب دائرية أو مستطيلة مركبة بعيداً عن الخلفية ، وغالباً ما يضاف لها مادة ماصة ، وتقوم الثقوب بمهمة مجموعة من " الأعناق " كما يقوم الفراغ الهوائي خلف اللوح بمهمة الفراغ الرنان . ولكن نظراً لإتصال الفراغات فإن إمتصاص هذا النوع لا يقتصر على نطاق ضيق من الترددات .

ويفضل التنويع في إستعمال هذة الألواح ، إذ أن إستعمال نوع واحد منها يؤدي إلي نقص ملحوظ في زمن الإرتداد لمجموعة معينة من الترددات . ويكون التنويع عن طريق تغير إي من الأتي :-

- سمك اللوح المثقب
- حجم وتوزيع الثقوب
- عمق الفراغ خلف اللوح
- نوع وسمك وكثافة المادة الماصة
- المسافة بين العناصر المحاطه باللوح

III. الشقوق الرنانة

الأغطية الصوتية وسيلة إقتصادية للمعالجة الصوتية ولكن يعيبها أنها سهلة التلف ولذا تلزم وقايتها بوضع مادة واقية لا تعوقمن وصول الصوت إليها ، ومن هنا نشأت فكرة إستخدام الشقوق الرنانة التي تتكون من سدايب من الخشب أو الصوف أو البلاستيك ، مرتبة بحيث تترك بينها فراغات طولية تؤدي عمل الأعناق وبحيث لا تقل نسبة الفراغات عن 25% ويطلق عليها الشفافية الصوتية Sound Transparency. وهذا النوع مفضل لدى المصممين إذ يتح لهم الحرية والمرونة في عمل تصميمات فردية مميزة ، إلا أنها أكثر تكلفة من الأنواع الشائعة تجارياً.

ث) المواص الفراغية Space Absorbers

إذا لم تتوفر الأسطح المناسبة للمعالجة الصوتية التقليدية فإن البديل هو إستخدام أجسام ماصة فراغية تعلق من السقف . وتكون هذه المواص من ألواح مثقبة من الخشب أو الألمونيوم ...الخ ، مجمعه على هيئة ألواح أو مكعبات أو كرات أو أسطوانات أو أشكال مخروطية ، وتحشى أو تبطن بمواد ماصة مثل الصوف الزجاجي أو الصوف الصخري . وتتميز بأرتفاع امتصاصها إذ أن الصوت يصطدم بها من جميع الجهات .

ج) المواص المتغيرة Variable Absorbers

عند إستخدام الفراغ المعماري الواحد لأكثر من غرض ، فإن ذلك يتطلب أزمنه إرتداد مختلفة . وبالتالي يتطلب التحكم في كمية الإمتصاص للصوت بالفراغ ، ويتم ذلك عن طريق إستخدام أسطح ذات وجهين أحدهما ماص والآخر عاكس للصوت ،ويتم تعريض الوجه المناسب للحصول على كمية الإمتصاص المطلوبه . (مرجع رقم 1)

3-4-4 إمتصاص الصوت في الهواء

يفقد الصوت جزء من طاقته أثناء إنتقاله في الهواء نتيجة لميوعته وتوصيل الحرارة والإشعاع والتشتت والإمتصاص الجزيئي .

ويتوقف معامل الإمتصاص على درجة الحرارة والرطوبة النسبية للهواء ، وتردد الصوت . فيزداد هذا المعامل مع زيادة التردد ويكون ملحوظاً عند ترددات 1000 هيرتز فما فوق .

ويعبرعن مقدار إمتصاص الهواء للصوت إما بوحدات لإمتصاص المقابل لكل وحدة حجوم من الهواء ، أو بمقدار الإنخفاض في مستوى الصوت بالديسبل لكل وحدة أطوال يقطعها الصوت في الهواء ، وهذا يستعمل غالباً لمكافحة الضوضاء .

3-4-5 إمتصاص الصوت بواسطة الفتحات

تقوم الفتحات الموجودة بالفراغ المعماري مثل نافذة مفتوحة أو مخارج ومداخل التكييف أو فتحة المسرح ...الخ ، بإمتصاص الصوت . ونادراً ما توجد جداول توضح معامل الإمتصاص لهذه الفتحات فيما عدا النافذة المفتوحة والتى يعتبر معامل الإمتصاص لها مساوياً للوحدة .

3-4-6 إختيار المواد الماصة للصوت

بما أن المواد الماصة تقوم بجانب وظيفتها في الإمتصاص بدور مواد التشطيب للفراغ المعماري فلابد عند إختيارها من مراعاة العوامل الأتية :-

i. ملائمة نوع المادة لنطاق الترددات المطلوب إمتصاصها .
ii. المظهر ، ويشمل الحجم والحواف واللحامات و اللون والملمس ومعامل إنعكاس الضوء.
iii. سهوله التركيب وتكاليفه .
iv. قوة التحمل للصدمات والإحتكاك .
v. سهولة الصيانة والتنظيف وتأثير أعمال الدهان والزخرفة .
vi. مقاومة الحريق .
vii. تأثير ظروف العمل عليها مثل الرطوبة والحرارة .
viii. التكامل المعماري مع باقي العناصر من أبواب ونوافذ ووحدات الإضاءة والتكييف ...الخ .
ix. السمك والوزن .
x. مقاومة الرطوبة والتكثيف أثناء الإستعمال الفعلي للفراغ .
xi. سهوله الوصول إلي السقف المعلق إن وجد .
xii. درجة العزل الحراري .
xiii. مقاومة الفطريات والعفن .
xiv. سهوله الفك والإزالة .

3-4-7 الطرق المختلفة لتركيب وتوزيع المواد الماصة

يجب أن لا نعتبر الرقم الدال على معامل الإمتصاص لأي مادة رقماً ثابتاً تحت جميع الظروف ، إذ أنه يتوقف على عدة عوامل من أهمها كيفية التركيب . ولذا ينبغي عند مقارنة مواد مختلفة مراعاة أن تكون الظروف التي تمت فيها القياسات موحدة .

وأن إختيار طريقة التركيب يتوقف على عدة عوامل منها :

i. الخواص الطبيعية للمادة الصوتية
ii. قوة وملمس وموضع السطح الذي سوف يتم عليه التركيب .
iii. الفراغ المتاح للمعالجة الصوتية .
iv. الوقت اللازم للتركيب .
v. إحتمال فك وإزالة المادة الماصة .
vi. التكاليف المسموح بها .

3-4-8 توزيع المواد الماصة : تؤثر كيفية توزيع المواد الماصة على كل من :

- معامل الإمتصاص
- توزيع الصوت داخل الفراغ

إذ أن تجزئة المادة الماصة إلي قطع ذا مسطحات صغيرة يعطي إمتصاصاً أعلى مما لو جمعت في قطعة واحدة ذات سطح يعادل المسطح الإجمالي للقطع الصغيرة .

3-5 زمن الإترداد

هو الزمن اللازم لتلاشى الصوت بمقدار 60 ديسيبل بعد انقطاع المصدر.

وعلما بأنه لا يوجد زمن ترداد في الأماكن المفتوحة .

ومن أهمية زمن الإترداد أنه يساعد تواجد الصوت مدة من الزمن بالقاعة على وضوح الصوت وجودة الاستماع ، إذا كان في المدى المطلوب حسب نوعية استخدام القاعة وحجمها.

3-5-1 كيفية التحكم في زمن الإترداد :

- زمن الترداد يعتبر عيبا صوتيا إذا لم يكن مناسبا لنوع الفراغ قاعة وحجمه .
- يتم استخدام المواد الماصة للصوت للتحكم في الترداد بحيث لا يكون الحديث مشوها وخصوصا في الفراغات الكبيرة.
- كلما زاد حجم الفراغ كلما زاد زمن الترداد , لان الموجات الصوتية تقابل أسطح الغرفة بشكل أقل من الغرف الأصغر مما يقلل زمن الترداد بمقدار النصف.
- يمكن للمواد الماصة أيضا أن تجعل الصوت يبدو كما لو كان آتيا مباشرة من مصدره الحقيقي .

3-5-2 حساب زمن الإرتداد

- يحسب زمن الإرتداد الفعلي في أي قاعة بمعادلتين منهما معادلة سابين

(Sabine's Formula) وهي كما يلي :-

$$t = 0.16V / A$$

حيث : t ≡ زمن الإرتداد بالثواني V ≡ حجم القاعة بالأمتار المكعبة

A ≡ مساحة الإمتصاص بالأمتار المربعة

- أما زمن الإرتداد الأمثل يعتمد مقاس وإستعمال الفراغ ، وقد وضع العالمان ستيفنس وبيتز معادلة لحسابه وهي كالأتي :

$$t = r\,(\,0.012\,\sqrt[3]{V}\,\, + 0.1070\,)$$

حيث : t ≡ زمن الإرتداد الأمثل بالثواني

V ≡ حجم القاعة بالأمتار المكعبة

r ≡ 4 للقاعات المستعملة في الحديث (محاضرات – مؤتمرات ....) (مرجع رقم 1)

3-6 المشاكل الصوتية في التصميم المعماري

تواجه المعماري المعاصر عند دراستها للصوتيات في العمارة المعاصرة كثير من التحديات التي تفرضها طبيعة العصر وما يتبعها من تغيرات في المفاهيم والأساليب المعمارية والإنشائية ويمكن إجمالها فيما يلي:

أ) التزايد المطرد في أعداد وأنواع قاعات الاستماع وما يصاحب ذلك من مشاكل ناجمة عن زيادة السعة وعن المرونة في التصميم وتعدد وظائف الاستعمال .

ب) التعارض بين الاتجاهات المعمارية الحديثة وبين متطلبات الخصوصية الصوتية سواء عن طريق التكامل البصري للفراغات مثل المكاتب المفتوحة أو عن طريق مرونة توزيع عناصر المبنى المختلفة والذي قد ينشأ عنه وجود مصادر للضوضاء بجوار فراغات تتطلب الهدوء .

ت) استعمال مواد البناء الخفيفة مثل استبدال الحوائط الخارجية الغير حاملة بحوائط ستائرية أو إبدال الحوائط الداخلية بقواطع حيث تفتقد معظم هذه المواد لخاصية العزل الصوتي .

ث) التوسع في استخدام الأجهزة والماكينات داخل المبنى كأجهزة التدفئة والتبريد وماكينات المصاعد والآلات ومعدات المكاتب والأجهزة المنزلية .

ج) استخدام الطوابق السفلية كمواقف سيارات ولبعض المعدات الميكانيكية مثل مولدات الكهرباء الاحتياطية ومضخات المياه .

ح) التزايد المطرد في مصادر الضوضاء الخارجية مثل صوت القطارات والطائرات والسيارات.

3-7 الأساليب المعمارية في التحكم في مستوى الصوت

أولا: أساليب تخطيطية بتحديد وضع مصادر الصوت وربطها بالمباني والبيئة وهذا في مجال تخطيط الموقع والتصميم الحضري .

ثانيا: أساليب تصميمية لأشكال الفراغ الداخلي وهذا في مجال التصميم المعماري وتصميم الفراغ الداخلي .

ثالثا: الأساليب التنفيذية باستخدام أسقف ماصة للصوت (بلاطات جبسية مخرمة تركب على شاسية حديد مثبت في السقف ويوجد أنواع تركب بدونه) .

رابعا : بالنسبة لعزل الصوت في الحوائط تستخدم بلاطات جبسية تثبت شاسية خشبية مدهونة بالبيتومين مع استخدام طبقات من الصوف الزجاجي .

تستخدم أيضا الاسيترويور ذات الكثافة العالية بالإضافة إلى مونة الامينت (الاسبتوس)

3-8 التصميم الصوتى للمساجد

عند تصميم الفراغات الكبيرة ، سواء للتحدث ام للموسيقى يكون الهدف دائماً هو إحداث الاثر الصوتى الافضل على المستمعين ، للوصول الى هذا الهدف فان هنالك عدة متطلبات يمكن تلخيصها فى الاتى :

- كمية كافية من الصوت لكل الاجزاء فى الفراغ
- التوزيع المنتظم للصوت
- العذل الكافى للضوضاء القادم من الخارج
- يجب أن يكون معدل أنتهاء الصوت – زمن الارتداد هو الامثل بالنسبة لغرض استعمال الفراغ مثلاً فى المساجد الغرض هو التحدث
- تجنب الصدى المتاخر

ومن خلال تعريفنا السابق للمسجد والأنشطة التي تؤدى فيه نجد أن هنالك متطلبات صوتية متميزة للمساجد هي :

- مدى مسموعية الصوت الصادر من المتحدث (الإمام) من قبل المستمعين (المصلين) داخل المسجد أثناء العبادات المختلفة سواء كانت صلاة أو خطبة أو قراءة القرآن .
- وضوح الكلام ، بحيث يكون الكلام مفهوماً بشكل واضح خصوصاً في حالات الوعظ والخطبة .
- فهم التجويد ، حيث تكون جميع مقاطع الكلام أثناء تلاوة القرآن واضحة وضوح تام بالنسبة للمستمعين (المصلين) .

3-8-1 لمحة تاريخية عن صوتيات المساجد

نجد أن أول من درسة هذا المجال هو المعماري العثماني "سنان " الذي عمل على تطوير أنظمةٍ، تحقّق له التجانس في توزيع الأمواج الصوتية وتمكّنه من الحصول على الرنين الأمثل في آثاره.

فمن أجل الحصول على الطاقة الصوتية والرنين المطلوب، قام المعماري "سنان" باستخدام نظام "تجويف المِرْنان الصوتي(Resonator) "؛ حيث وضع جرّات صغيرة داخل القبة وزوايا المسجد، ووجه فُتَحَ هذه الجرّات نحو فضاء المسجد.

هذا وقد تعود الدراسة الأولى في أوروبا في فهم نظام "مرنان"، إلى العالم الألماني "هيلمهولتز" في عام 1862، وقد تم تناول هذا النظام كظاهرة عام 1953 من قبَل الفيزيائي "إنغراند"، أي بعد 400 عام من "سنان". أثبت "إنغراند" علميًّا، أن المرنان يعكس موجة معينة من الترددات الصوتية، ويمتص الأخرى، الأمر الذي يُكسب القبة ميزة توزيع الصوت بوضوح إلى كافة جنبات المنشأة. وهذا إن دل فإنما يدل على تعمّق المعماري "سنان" في علوم الأنظمة الصوتية وإدراكه لها.

إن جامع "شاه زاده محمد" الذي بلغ حجم حيزه الداخلي 50 ألف متر مكعب، هو أول مسجد ضخم بناه المعماري سنان، حيث تم إنتاج الطاقة الصوتية في هذا المسجد عبر مجموعة من المؤذنين في محفل مخصص لهم. وإذا ما أمعنا النظر في مخططات جامع السليمانية بإسطنبول – ثاني المساجد الكبرى التي بناها– الذي بلغت مساحته الداخلية 110 ألف متر مكعب، يتبيّن لنا أنه أدرك عدم كفاية الطاقة الصوتية في جامع "شاه زاده محمد" وحاول تقويتها بالطرق الطبيعية؛ حيث قام بتوسيع محفل المؤذنين، ووضعه بجوار قدم الفيل الكائن في الجهة الجنوبية الغربية للمسجد، بالإضافة إلى وضع شرفة للمؤذنين بجور كل قدم من أقدام الفيل الثلاثة المتبقية، وذلك من أجل الحصول على طاقة صوتية عالية. ولكنه وضع بالحسبان أن فروق الطّور في الأمواج الصوتية الصادرة من المواقع المختلفة، ورنين الصوت الزائد، ربما يؤدي إلى صعوبة في فهم الصوت وتلقّي تردداته المنخفضة. لذلك عمل سنان في جامع السليمانية على توضيح الصوت؛

حيث وحّد الأصوات فوضع محفل المؤذنين تحت القبة مباشرة، فاستطاع بذلك توصيل الطاقة الصوتية إلى فُتَح الجرّات الصغيرة الموضوعة في القبة، وتوزيعها بصفاء ووضوح إلى حرم المسجد، وبذلك تحقق المنال .(مرجع رقم 30)

3-8-2 الدراسات السابقة

لم تتوفر دراسات سابقة في المجال وبالأخص في دراسة الصوت في في المساجد بالسودان وخاصة بولاية الخرطوم ، وإنما وجدت دراسات كثيرة عن عمارة المساجد ودراسة الصوت في القاعات مع وجود عدد من الأوراق البحثية عن صوتيات المساجد في بعض الدول وبالأخص المملكة العربية السعودية وفلسطين و تركيا.

أستفادة الباحث من الدراسات السابقة والأبحاث ذات العلاقة بموضوع الدراسة والتي تناولت جانباً من جوانب هذه الدراسة ، وفيما يلي جزء من هذة الدراسات التي أستعان بها الباحث وهي :-

1-دراسة هاني حسام الدين (2012) : الأداء الصوتي في المساجد / في محافظة الشرقية بالمملكة العربية السعودية ؛ أوجه الشبهه والإختلاف :

تتفق هذه الدراسة مع الدراسة الحالية كونها تناولت دراسة الصوتيات في المساجد من حيث كيفية تصميم المسجد مع مراعاة الإعتبارات العبادية والصوتية .

وتختلف كونها اهتمت بالمساجد الحديثة فقط ، التي لا تحتوي أسقفها على قبة . كما درست قياس مؤشر مفهومية الكلام .

2-دراسة زهير سو و سميحه يلمظ (2008) : الخصائص الصوتية للمساجد في مدينة أنقرا بتركيا ، والتي درست الخصائص الصوتية للمساجد في الفترتين العثمانية والمعاصرة مع دراسة سلوك الصوت داخل المساجد القديمة التي بها عدة قباب منها مسجد المعماري سنان . وتوصلت الدراسة الي ان الصوت يكون أفضل في حالة تعدد القباب أكثر من القبة الواحدة ، وأنه يجب عمل معالجات تشبه معالجات المعماري سنان للقبة بوضعه فراغات رنانة داخلها تعمل على أمتصاص الصوت ؛ أوجه الشبهه والإختلاف : تتفق هذه الدراسة مع الدراسة الحالية في دراستها لمشكلة الصدى وزمن

الإرتداد للصوت في المساجد القديمة والحديثة . وتختلف هذه الدراسة مع الدراسة الحالية في تحليلها للخصائص الصوتية عن طريق المحاكاة بالكمبيوتر.

3-دراسة مهندس معماري /عادل أحمد عبدو (2002) قياس الخصائص الصوتية للمساجد في المملكة العربية السعودية :

تتفق هذه الدراسة مع الدراسة الحالية في توضيح المعايير الصوتية للمساجد مع دراسة تصاميم المساجد وعلاقتها بالخصائص الصوتية لها .

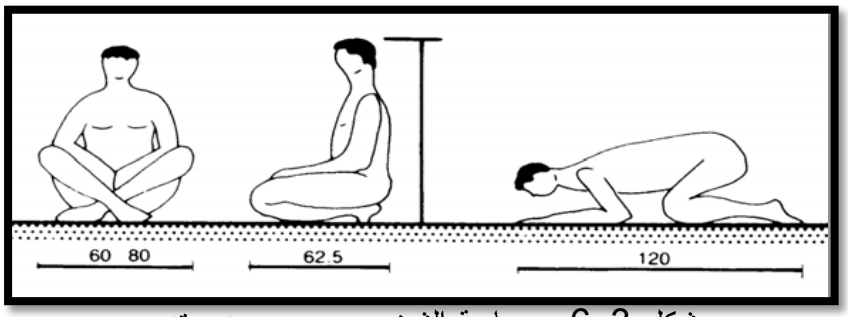
وتختلف هذه الدراسة في أنها تناولت أجهزة تقوية الصوت بصورة مفصله أكثر مع أخذ قياسات ميدانية بواسطة أجهزة قياس الصوت لتقيمها لتحديد الكفاية أو عدم الكفاية .

4-دراسة د. عبدالله بشير (1999): تأثير تنوع إمتصاص الصوت بواسطة الجمهور على خصائص التردد – الذبذبة الصوتية – في المسجد ؛ تأخذ الدراسة أهمية إمتصاص الجمهور للأصوات في تعديل الطبيعة الصوتية لصوت الكلام (الحديث) ، وهذا يعتبر جزء مهم من الدراسة الحالية .

نلاحظ ان كل هذه الدراسات أختلفت مع الدراسة الحالية من حيث الحدود المكانية للدراسة. وأتفقت مع الدراسة الحالية في أنها أتخذت المنهج الوصفي التحليلي بأخذ نمازج من المساجد وعمل الدراسة عليها .

3-8-3 العوامل التى تؤثر على التصميم الصوتى للمساجد

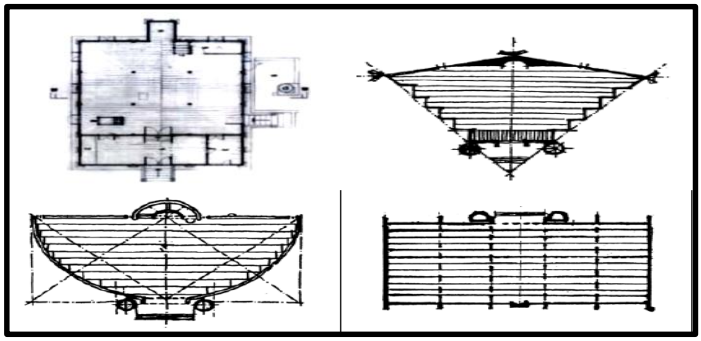
1. حجم فراغ المسجد (بيت الصلاة) : يجب تحديد عدد الاشخاص الذين يسعهم الفراغ المغلق للمسجد فى مرحلة التصميم المعمارى الاولي . من وجهة النظر الاقتصادية فإنة كلما كان الحجم / الشخص صغيراً كان المبنى أقل تكلفة ، ولكن المتطلبات الصوتية هى التى تقوم بتحديد الحجم الاصغر الممكن. وبما ان الفراغ يستعمل فقط للتحدث فان زمن الارتداد المرغوب يجب ان يكون اقل ما يمكن ، وذلك للتامين وضوح الصوت وبالتالى يمكن ان يكون الحجم اقل ما يمكن .
ويكون الحجم الامثل بالشخص فى فراغات الحديث من 2.8 الى 4.9 م3 .



شكل 3-6 : مساحة الشخص حسب وضعيته

(المصدر : عناصر التصميم المعماري 2003، ص 585)

2. أشكال المساقط الافقية للمسجد: المصمم المعمارى هو الذى يحدد شكل المسقط الافقى للمسجد ولكن غالباً ما يكون شكله مستطيل او مربع وفى بعض الاحيان دائرى ، وحديثا بدأت تظهر اشكال مختلفة منتظمة وغير منتظمة تبعاً للتصميمات الحديثة ومواد البناء الجديد . ولكن يفضل المسقط المستطيل يساعد على ان يكون الصف الاول للمصلين طويل وهذا احد الشروط الشرعية فى المساجد ، ولكنه يلقى مشاكل صوتية خاصاً اذا كان مساحه المسجد كبيرة .

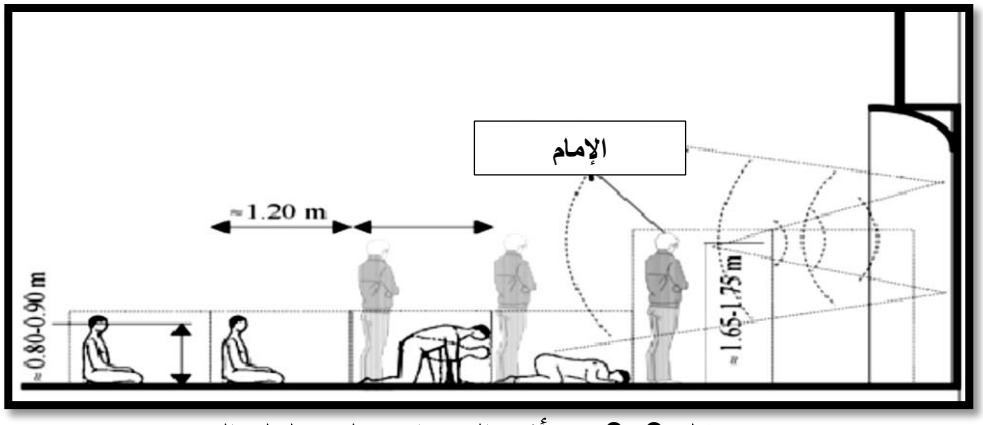


شكل 3-7 بعض أشكال المساقط الأفقية للمساجد

(المصدر : مركز إحياء تراث العمارة الإسلامية 1990 ،ص 612)

3. جدران المسجد : اولاً : شكل الجدران يؤثر على انعكاسات الصوت داخل الفراغ فمثلا الجدران المستوية تعكس الصوت بصورة كبيرة والجدران المحدبة تعمل على تشتيت الصوت أما المقعرة فتعمل على تجميع الصوت مما ينتج عنه بؤر صوتية .

ومن أهم ما يجب مراعاة هو التجويف الذي يكون في الجدار الأمامي للمسجد (المحراب) إذ أن الامام يكون مواجه له مما يؤثر سلباً على سلوك الصوت الصادر من الإمام أثناء الصلاة .

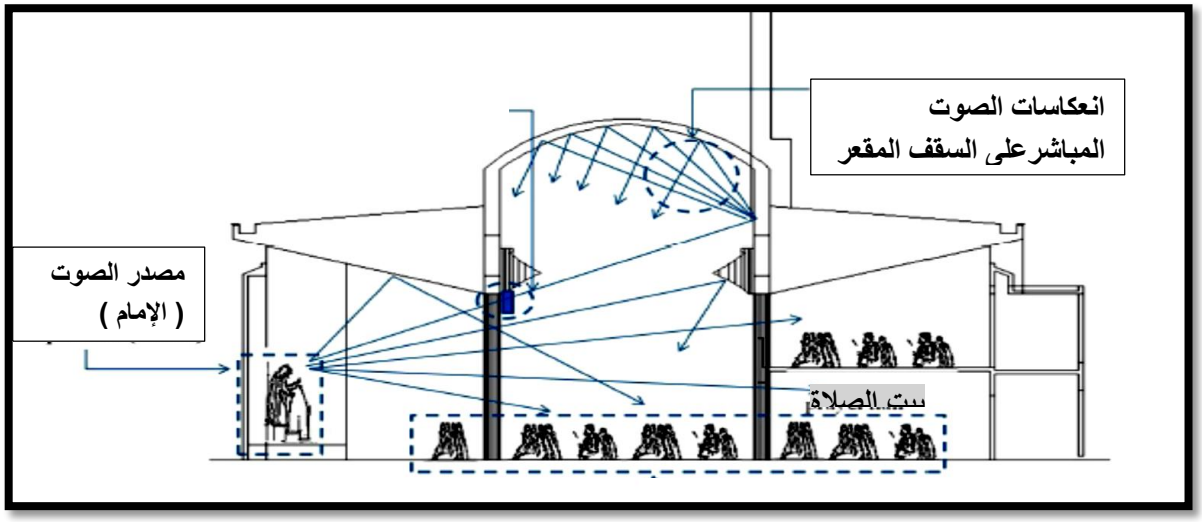


شكل 3-8 : تأثير المحراب علي سلوك الصوت

(المصدر : قياس الخصائص الصوتية للمساجد في المملكة العربية السعودية ،عادل أحمد عبدو 2002 ص 4)

ثانياً : نوع مواد تشطيب الجدران يؤثر على شدة الإنعكاس للصوت وعلى كمية الإمتصاص للصوت حسب معامل إمتصاص مادة التشطيب .

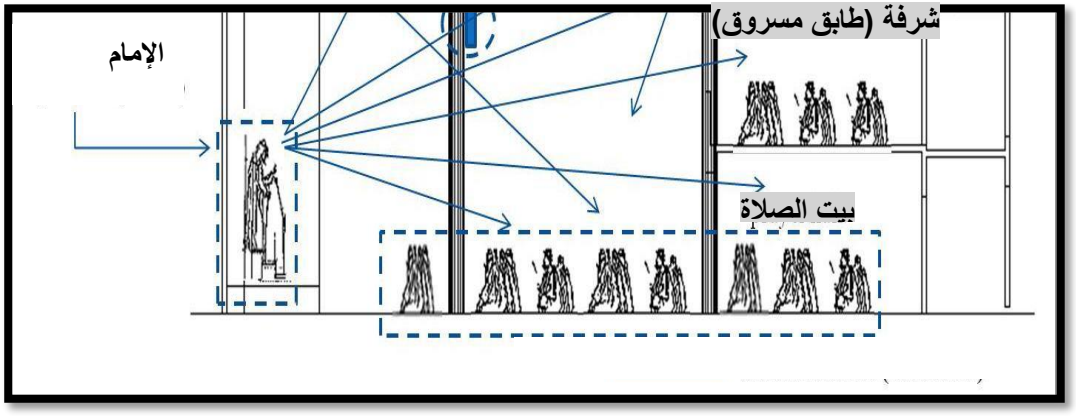
4. سقف المسجد : يكون شكل السقف حسب التصميم المعماري ولكن غالباً يكون مستوياً أو به قبة واحدة أو أكثر حسب التصميم والطراز المعماري ، ولكن شكل القبة المقعر يسبب مشاكل صوتية مثل البؤر الصوتية وتأخر الصوت عن الصوت المباشر والحيود .



شكل 3-9 : تأثير شكل السقف على سلوك الصوت

(المصدر : Research Method for Computer Modelling Study in Mosqu Acoustic Design 2013 ص 228)

5. الشرفات في المسجد : غالباً تستخدم الشرفات في المساجد كمصلى للنساء ، إلا أن الشرفات العميقة قد تحدث مايعرف بظاهرة الظل الصوتي وهو حجب الصوت على الجزء من المسجد الموجود أسفل هذه الشرفة ويجب تشكيل أسفل الشرفة بما يمكن من تقوية الموجات الصوتية المباشرة والقادمة الي صفوف المصلين الخلفية عبر الأرضية بواسطة الموجات الصوتية المنعكسة من أسفل الشرفة . كما يجب أن يكون العمق أسفل الشرفة بما لا يزيد عن أثنين الي ثلاث أضعاف الإرتفاع الصافي للشرفة تقريباً .

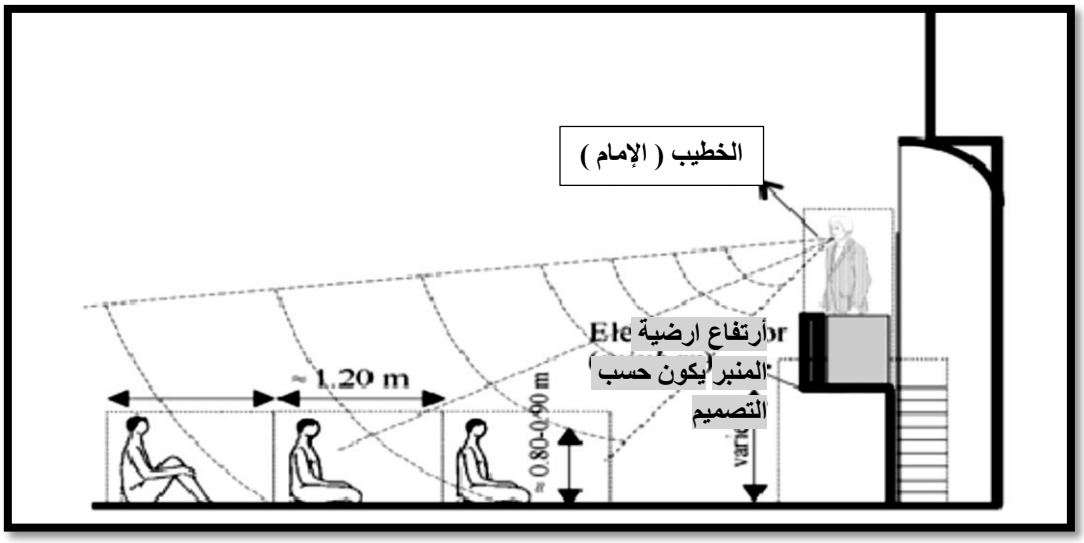


شكل 3-10 : شكل الشرفات

(المصدر : Research Method for Computer Modelling Study in Mosqu Acoustic Design 2013 ص 228)

6. المنبر

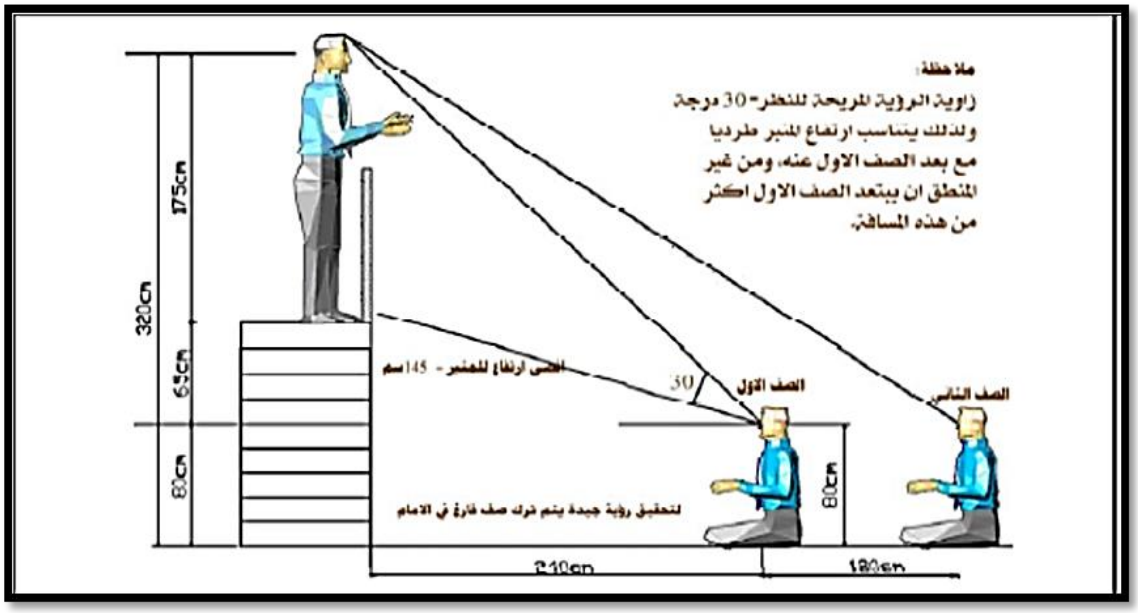
يشكل المنبر مصدر الصوت داخل الفراغ ، ولتامين مسار الصوت الى المستمعين يجب أن يكون المنبر على ارتفاع مناسب حسب حجم فراغ المسجد عدد المصلين. كما يجب معالجة الجدران والاسقف فى منطقة المنبر بعاكسات صوتية مناسبة حسب وضعية المنبر سواء كان بارز او داخل تجويف .



شكل 3-11 : المنبر وارتفاع المصلين لحظه الخطبة وإنشار الصوت

(المصدر : قياس الخصائص الصوتية للمساجد في المملكة العربية السعودية ،عادل أحمد عبدو 2002 ص 4)

يتناسب ارتفاع المنبر طرديا مع المسافة بينه وبين الصف الأول، وكلما زاد ارتفاع المنبر وجب على المصلين أن يبتعدوا عنه لتحقيق الراحة البصرية، وكلما قلت زاوية الإبصار كان ذلك أفضل، وأفضل الزوايا 30



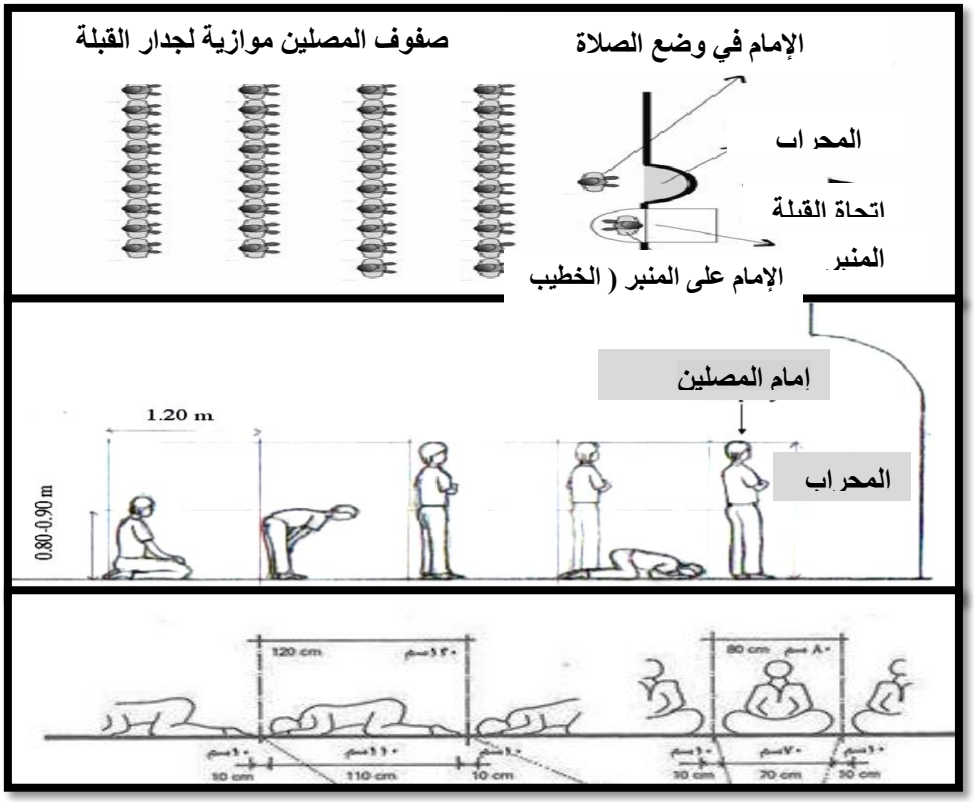
شكل 3-12 : الارتفاع المناسب للمنبر

(المصدر : قياس الخصائص الصوتية للمساجد في المملكة العربية السعودية ،عادل أحمد عبدو 2002 ص 4)

7. صفوف المصلين : نجد ان وضع المصلين اثنا الصلاة يكون اما وقوف او ركوع او سجود او جلوس مع الانحيازفى صفوف متوازية الى جدار القبلة (الجدار الامامى) ويتقدمهم الإمام فيكونون على إرتفاع واحد . وفي حالات نادرة يكون هنالك أثاثات لجلوس المصلين نسبة لمشاكل صحية .

اما عند الخطبة يكون المستمعين يجلسون على الارض فى صفوف متوازية وموازية لجدار القبلة فى حين ان الامام يقف على منصة عالية (المنبر) ويواجه المصلين .

ومن الناحية الصوتيه نجد ان صفوف المصلين الامامية تمثل امتصاصاً فعالاً للصوت ، لذلك يجب دراسة ارتفاع مصدر الصوت لان الصفوف على مستوى واحد ، وكقاعدة بسيطة فان اتاحة مجال الرؤية للجلوس تتيح مساراً كافياً للصوت .



شكل 3-13 : الوضعيات المختلفة مصليين والإمام

(المصدر : قياس الخصائص الصوتية للمساجد في المملكة العربية السعودية ،عادل أحمد عبدو 2002 ص 4

: عناصر التصميم المعماري 2003، ص 585)

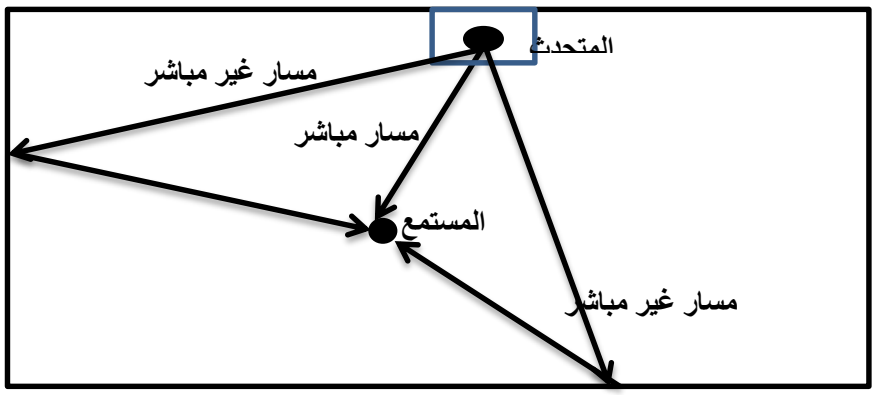
3-8-4 الخصائص الصوتية للمساجد

يبلغ متوسط سرعة الصوت فى حالة الحديث بين 15 الى 20 مقطعا فى الثانية الواحدة (مقطعاً syllable وحدة للصوت تستعمل فى حالة الحديث). او مقطع واحد كل 70 ملى /الثانية وفى حالة هذا الزمن يستطيع الصوت الانتقال الى مسافة 19 متراً ، فاذا ما حدثت انعكاسات قوية من الجدار الخلفى ، فى حالة الفراغات الضخمة ، تحدث بلبلة فى الحديث ؛ نتيجة للانعكاسات التى تبطئ باكثر من 50 ملى ثانية ولذا فان المسافات التى تذيدعن 8.5 متر (سريان وانعكاس الصوت) يمكنها ان تحدث هذا ولمنع حدوث مثل هذة الظاهرة يجب معالجة الجدار الخلفى بالمواد الماصه للصوت . وفى المساجد ذات الفراغات الكبيرة يجب ايضاً معالجة اجزاء من الجدران الجانبية للمواد الماصة للصوت .

اما الانعكاسات الضعيفة التى تأتى من الاركان فيمكن معالجتها بنوع من البياض الماص للصوت.

3-8-5 المعالجات الصوتية للمساجد

ان عملية تصميم اى مسجد من الناحية الصوتية هى عملية معقدة تتطلب الحصول على زمن الارتداد الصحيح لكل الترددات من حوالى 100 هريز الى 4 كيلو هريز ويتطلب هذا الكمية اللازمة الصحيحة من المواد الماصة لكل تردد وباتالى فان اختيار المادة الماصة للصوت يتم تحيدها حسب الامتصاص المطلوب لكل تردد ؛ على الاقل فانة يجب حساب الامتصاص الكلى على الترددات الدنيا 125 هريز والمتوسطة 500 هريز والعليا 2000 هريز .



شكل 3-14 : الصوت الواصل للمستمع

(المصدر : الإضاءة والصوتيات في العمارة د.سعودصادق حسن 2007 ص 232)

3-8-6 تقييم وضوح الحديث

الوسيلة الى ذلك هى مايعرف باختبارات وضوح المقاطع articulation tests ، وتعتمد على قيام احد الاشخاص بنطق مجموعة من المقاطع عديمة المعنى وقيام احد المستمعين بتسجيلها كتابه وقياس نسبة المقاطع الصحيحة فيها . وهذا يعى الدلالة على معنى وضوح الصوت ، وتتوقف على :

- العلاقة بين مستوى الصوت والضوضاء ونسبة العلاقة الصحيحة : عند سبات مستوى الضوضاء فان نسبة المقاطع الصحيحة تزداد مع زيادة مستوى الصوت الى حد معين لا تتعداه . وعند ثبات نسبة الصوت فان نسبة المقاطع الصحيحة تتناقص مع زيادة مستوى الضوضاء .
- العلاقة بين زمن الارتداد ونسبة المقاطع الصحيحة : عند ثبات حجم الفراغ فان نسبة المقاطع الصحيحة تقل بزيادة زمن الارتداد . وعند ثبات زمن الارتداد فان الحجم الاقل يعطى وضوحاً اكثر .
- العلاقة بين البعد عن المصدر ونسبة المقاطع الصحيحة : عند مسافة ثابتة من المصدر ترتفع نسبة الوضوح فى الشرفات عنها فى الصالة . وكذلك ترتفع نسبة الوضوح في منتصف الصالة عنها في الجوانب (ويلاحظ هذا على وجه الخصوص في المقدمة ؛ نتيجة لاتجاهية المصدر).

3-9 الخلاصة

دراسة البيئة الداخلية للفراغ مهمة جداً حتى يحقق الفراغ الغرض الذي أنشأ من أجله ، ودراسة الصوتيات واحدة من أهم الخدمات التي يجب دراستها خاصة في الفراغات التي يكون سماع ووضوح الصوت فيها مهم مثل القاعات بأنواعها والإستديوهات ودور العبادة ...الخ ، ويقوم بهذه الدراسة مهندس مختص في التصميم الصوتي للفراغات ، ويجب عمل توأمة بين التصميم الصوتي والتصميم المعماري لأن شكل الفراغ ومواد التشطيب تؤثر على سلوك الصوت داخل الفراغ وعلى إمتصاصه وإنعكاسه وزمن أرتداده أيضاً، وبذلك نتفادى المشاكل الصوتية الناتجة

من التصميم المعماري ، ونحصل على بيئة داخلية صوتية مناسبة حسب نوع الفراغ والوظيفة المطلوبة . نستخلص من هذا الفصل المعايير والموجهات للتصميم الصوتي الخاص بالمساجد للمساعدة في تحليل الحالة الدراسية ، وهذه الموجهات هي :

- دراسة العوامل التي تؤثر على صوتيات المساجد منذ المراحل الأولى للتصميم (حجم المسجد – شكل المساقط الافقية والجدران والسقف – المنبر – المحراب وهكذا)
- التوزيع الأمثل للصوت وذلك لتجنب الصدى وضمان وضوح الكلام .
- توازن إمتصاص الصوت للترددات المختلفة (الادنى – المتوسطة – الاعلى) وذلك بدراسة معمل الإمتصاص لمواد التشطيب الداخلي للمسجد .
- تحقيق زمن الإرتداد الأمثل للصوت
- مراعاة عددالمصلين لتأثيره الواضح على إمتصاص الصوت .
- معالجة الموجات الصوتية الساقطة على زوايا المسجد (الأركان) .
- معالجة القبة بالفراغات الرنانة لتجنب الصدى وحيود الصوت .
- وجود القبب الثانوية يعمل على تشتيت الصوت بصورة أفضل من القبة الواحدة .
- إذا زادت المسافة التي يقطعها الصوت عن 8.5 متر (سريان وانعكاس الصوت) يجب عمل معالجة للسطح الذي يسقط عليه الصوت لتجنب ما يسمى بلبة الصوت أثناء الحديث.
- عمل تقييم لوضوح الحديث بعد مرحلة التنفيذ للتأكد من جودة وضوح الحديث وعمل المعالجات المناسبة إذا تطلبت الحاجة .

الفصل الرابع

عرض وتحليل الحالات الدراسية

4-1 مقدمة

تناول هذا الفصل منهجية البحث وأسباب إختيار الحالات الدراسية ، وكذلك عرض وتحليل نتائج الدراسة الصوتية على المساجد المختارة ، وذلك من خلال عرض نبذة تعريفية عنها وتحديد موقعها الجغرافي ، وعمل الدراسة الصوتية لها من خلال دراسة التصميم المعماري للمساقط الأفقية والقطاعات الرأسية ومواد التشطيب الأسطح الداخلية ومحتويات المسجد من أثاثات ، لتحديد مساحات الإمتصاص في كل منها وحساب زمن إرتداد الصوت الفعلي ومقارنته بزمن الإرتداد الأمثل للوصول لمساحات الإمتصاص المطلوبة . وأيضاً عرض وتحليل نتائج البحث الميداني بواسطة التحليل الإحصائي للمساجد المختارة ، ذلك بعرض إستفتاء المصلين لتقييم جودة نوعية الصوت داخل المساجد المختارة وتحديد الأماكن الأفضل لسماع الصوت داخل كل مسجد ومقارنه النتائج بين النماذج المختارة للوصول لإتفاق أو إختلاف مشاكلها الصوتية .

تم عمل إستفتاء للمصلين في الثلاثة مساجد المختارة وقد تباين عدد المستجوبين حسب تباين سعة المسجد ، لتحديد جودة نوعية الصوت داخل كل مسجد ، وذلك من خلال تحليل إجاباتهم على أسئلة الإستفتاء التي تتضمن تحديد العمر والوظيفة بالنسبة للمصلين ومدى سماعهم للصوت أثناء الخطبة والصلاة بواسطة مكبرات الصوت وبدونها ، وتحديد المناطق الجيدة لسماع الصوت داخل المسجد والمنطقة المفضلة لجلوس المصلين وسبب تفضيلها .

4-2 منهجية البحث :

تعتمد المنهجية المتبعة في هذا البحث على الدراسة العلمية والتحليلية وجمع المعلومات من خلال:

- إتباع المنهج العلمي المعتمد على المصادر والمراجع العلمية ، لمعرفة الخصائص والمشاكل الصوتية للمساجد وكيفية التحكم فيه .
- إتباع المنهج الوصفي التحليلي نظرياً وحسابياً لتحديد وكمية الإمتصاص وإرتداد الصوت داخل المساجد التي أتخذت كحالات دراسية .
- إتباع المنهج الإحصائي لتحديد مسموعية الصوت بالنسبة للمصلين داخل المساجد المختارة للدراسة .
- الاستعانة بالمخططات الهندسية التي توفرت للباحث والبيانات المطلوبة للدراسة .

4-2-1 طرق جمع المعلومات

- الزيارات الميدانية ، حيث اعتمد الباحث على زيارات العمل الميداني خلال فترة الدراسة لجمع المعلومات الضرورية من المساجد المختارة للدراسة ، حيث قام الباحث بحساب مساحة وحجم المسجد ، ودراسة وحساب مساحة أسطح التشطيب الداخلي مع تحديد الأثاثات داخل المسجد ، وتحديد عدد السماعات الداخلية وكيفية توزيعها ودارسة شكل المنبر والمحراب . وعمل إستبيان للمصلين لتحديد المسموعية داخل المسجد .

- المقابلات واللقاءات مع مسئولين ومختصين ذو علاقة بموضوع ومكان الدراسة .

- الأوراق البحثية التي نشرت حول موضوع الدراسة ، وقد تم إستتعراضها في الفصل الثاني والثالث والرابع .

- الأبحاث والدراسات المنشورة والمجلات والصحف وشبكة المعلومات الإلكترونية (الإنترنت) ، وقد تم إستتعراضها في الفصل الثاني والرابع .

- الكتب والمراجع التي تناولت الموضوع أو جزء منه ، وقد تم إستتعراضها في الفصل التاني الثالث والرابع .

- تقارير وإحصائيات مختصة من الجهات ذات الإختصاص.

4-2-2 معوقات البحث

- قلة الكتب والمراجع والمعلومات المتعلقة بموضوع الدراسة والتي تناولت دراسة صوتيات المساجد.
- عدم وجود دراسات سابقة مفصلة حول موضوع البحث.
- عدم توفر المعلومات الكافية عن المساجد المختارة وخاصة المعلومات الهندسية .
- عدم وجود متخصيين في صوتيات المساجد محليا ' توجد شركة مبتدئه في صوتيات المساجد لكن العاملين بها غير دارسين للمجال ولا ينتمون إلي جهة بحثية تنظيمية ولا مدربين في هذا المجال والعمل فيها قائم على التجربة فقط .

4-2-3 كيفية عرض المعلومات

- قام الباحث بعرض التحليل الوصفي للأسطح الداخلية للمسجد ومع توضيح بالصور والرسومات المعمارية لها .
- عرض الباحث التحليل الحسابي للحالات الدراسية بواسطة الجداول والمعادلات الحسابية .
- عرض الباحث التحليل الإحصائي للإستبيان بواسطة الجداول والمخططات.

4-2-4 كيفية تحليل المعلومات

أستخدم الباحث التحليل الوصفي للصور والرسومات الهندسية .

- أستخدم الباحث معاملات الإمتصاص لمواد البناء العامة لحساب مساحة إمتصاص الصوت داخل فراغ المسجد .

- أستخدم الباحث المعادلة الأتية لحساب زمن الإرتداد الفعلي للصوت داخل المسجد :

$$t = 0.16V / A$$

حيث : t ≡ زمن الإرتداد بالثواني

V ≡ حجم الفراغ الداخلي للمسجد بالأمتار المكعبة

A ≡ مساحة الإمتصاص بالأمتار المربعة

- أستخدم الباحث المعادلة الأتية لحساب زمن الإرتداد الأمثل للصوت داخل الفراغ :

$$t = r\,(\,0.012\,\sqrt[3]{V}\,\, + 0.1070\,)$$

حيث : t ≡ زمن الإرتداد الأمثل بالثواني

V ≡ حجم الفراغ الداخلي للمسجد بالأمتار المكعبة

r ≡ 4 للقاعات المستعملة في الحديث (محاضرات – مؤتمرات ....)

- أستخدم الباحث البرنامج الإحصائي spss لتحليل الإستبيان وتحديد مسموعية الصوت .

4-3 أسس إختيار الحالات الدراسية

i. الأساس الأول وهو الأهم بالنسبة للدراسة هو إختلاف مواد البناء ومواد التشطيب الداخلي لتحديد مدى تأثيرها على إمتصاص وإنعكاس وزمن إرتداد الصوت داخل المسجد .
ii. إختلاف الشكل الداخلي وخاصة شكل السقف لما له من تأثير على سلوك الصوت داخل فراغ المسجد .
iii. المقارنة بين تصاميم مختلفة للمساجد في فترات زمنية مختلفة .
iv. إختيار مساجد ذات سعة مختلفة .
v. إختيار مساجد ذات حجم كبير نظراً لما يسببه الحجم الكبير من مشاكل صوتية إذ أن المساجد الصغيرة لا توجد بها مشاكل صوتية تذكر .

وبناءاً على الأسس السابقة تم إختيار ثلاثة نماذج للدراسة هي : مسجد جامعة الخرطوم ، مسجد الخرطوم الكبير ، ومسجد شارع 7 بالعمارات . نجد أن المساجد المختارة تعتبر من المساجد ذات فراغ داخلي كبير مما يتسبب في وجود مشاكل صوتية بداخلها . كما أنها تختلف في شكل الفراغ الداخلي ومواد التشطيب للأسطح الداخلية ، فنجد أن مسجد جامعة الخرطوم ذو مسقط أفقي مستطيل الشكل ، وسقفه مائل بإتجاه واحد ، ومواد التشطيب المستخدمة فيه بصورة كبيرة هي الزجاج والالمنيوم . أما مسجد الخرطوم الكبير نجد أن مسقطه الأفقي مربع الشكل به عدد كبير من الأعمدة والأقواس الداخلية نسبة للفترة الزمنية التي بنيه فيها ومواد البناء المستخدمة في تلك الفترة ، سقفه مستوي ، وأستخدم الطوب الأحمر والخشب في تشطيب الأسطح الداخلية . أما مسجد شارع 7 بالعمارات فهو من المساجد الحديثة ، ذو مسقط أفقي مربع الشكل لكن أركانه منحنية ، سقفه عبارة عن قبوين متقاطعين تعلوهما قبة ، مواد التشطيب المستخدمة فيه بصورة كبيرة هي الرخام والجبص . وقدأختيرت هذه المساجد بناءاً لتأكيد أو نفي فرضيات البحث .

4-4 عرض وتحليل نتائج البحث الميداني للنماذج المختارة من حيث المواصفات المعمارية والتحليل الكمي :

4-4-1 مسجد جامعة الخرطوم

4-4-1-1 نبذة تعريفية عن المسجد

وضع حجر الأساس للمسجد عام 1972 وأنشأ سنة 1976 ، وهو تابع لجامعة الخرطوم، صصمم بواسطة : مجموعة حمدي الإستشارية على مساحة 2500 م ^{2} ، ويعتبر من المساجد ذات التصميم الفريد من حيث الشكل ومواد البناء المستخدمة إذ أستخدمت فيه مواد بناء حديثة مثل الزجاج والألمنيوم .

4-4-1-2 الموقع :

يقع في مدينة الخرطوم ، يحده من الشمال شارع الجامعة ومن الجنوب دار خريجين جامعة الخرطوم ومن الشرق شارع كبري النيل الأزرق ومن الغرب مباني إدارة جامعة الخرطوم .

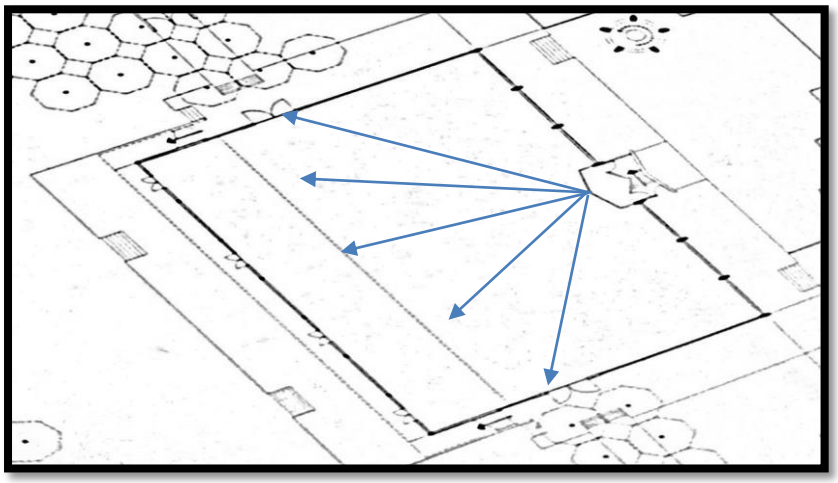
شكل 4-1 : موقع مسجد جامعة الخرطوم

(المصدر : الأنترنت ، Google Maps)

4-4-1-3 الدراسة الصوتية للمسجد : وتتم بدارسة العوامل التي تؤثر على الصوت داخل فراغ المسجد وهذه العوامل هي :

أ- **شكل التصميم :**

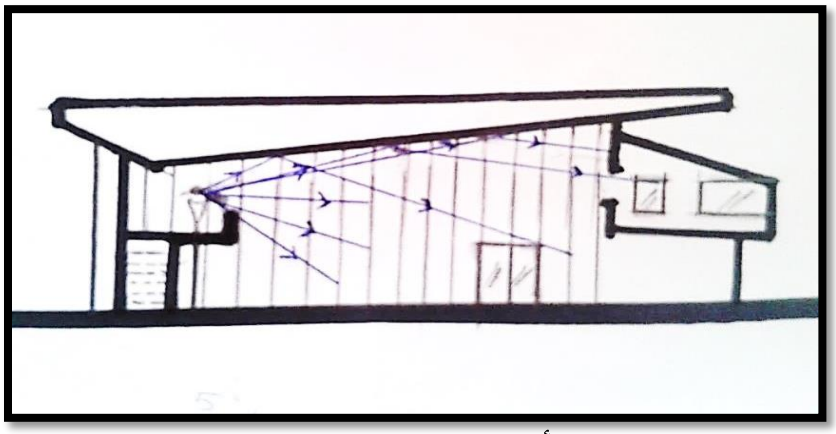
- المسقط الأفقي : عبارة عن مستطيل (31.5 * 21) متر



شكل 4-2 : المسقط الأفقي وسلوك الصوت داخل مسجد جامعة الخرطوم

(المصدر : جامعة الخرطوم ، الوحدة الهندسية)

القطاع الرأسي : يظهر السقف المائل وأيضا تظهر الدور الأول وهو عبارة عن شرفة في الجزء الخلف من المسجد .



شكل 4-3: القطاع الرأسي وسلوك الصوت داخل مسجد جامعة الخرطوم

(المصدر : الباحث)

- متوسط إرتفاع المسجد متر$7.5 = 3 \div (7 + 9 + 6)$
- إرتفاع الشرفة = 3 متر
- إرتفاع المنبر = 2 متر

➢ حجم المسجد : متر^3 $4961 = 21 \times 31.5 \times 7.5$

ب- المستخدمين للفراغ :

سعة المسجد 700 مصلي ، ∴ حجم الشخص الواحد بالمتر المكعب =

حجم فراغ المسجد / عدد المصلين =$4961 \div 700 = 7$ متر^3

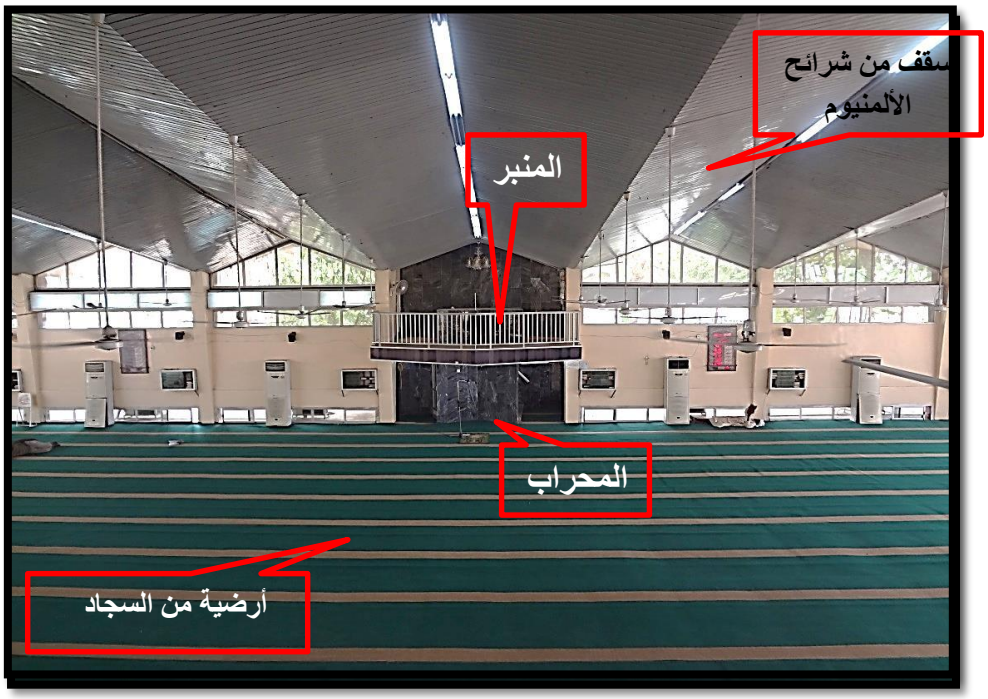
ت- دراسة الأسطح الداخلية لتحديد كمية الإمتصاص

➢ السقف : عبارة عن سقف مستعار من شرائح الألمنيوم بينها فراغات 2 سم ، أما الجزء أسفل الشرفة مسقوف بأرضية الشرفة وهي عبارة عن بلاطة خرسانية ذات بياض أسمنتي مدهون بطلاء بوماستك وكذلك السقف أعلى الشرفة .

➢ الحوائط : الحوائط الجانبية من الزجاج عدا الجزء الذي يقع على جانبين الشرفة فهو حائط من الطوب ذو بياض أسمنتي مدهون بطلاء بوماستك وبه فتحات زجاجية أيضاً .

الحائط الخلفي أيضاً زجاجي , أما الحائط الأمامي (حائط القبلة) فهو من الطوب ذو بياض أسمنتي مدهون بطلاء بوماستك وبه فتحات زجاجية أعلى وأسفل الحائط , عدا منطقة المنبر والمحراب فهي مجلدة بالكامل ببلاطات رخام . كما يوجد حائط قصير إرتفاعه 1.5 متر في مقدمة الشرفة وهو من الطوب ذو بياض أسمنتي مدهون بطلاء بوماستك .

- الأعمدة : جميع الأعمدة من الحديد مغلفة بالخرسانة ذات بياض أسمنتي مدهون بطلاء بوماستك عدا الأعمدة الداخلية فالجزء الأسفل منها مجلد بخشب موسكو على إرتفاع 1.5 متر ومقطع العمود (0.4 × 0.4) متر .
- الأبواب والشبابيك : جميعها من الزجاج .
- الأرضيات : فرشت جميع الأرضيات بالسجاد (موكيت) عدا أرضية المنبر في من الرخام .

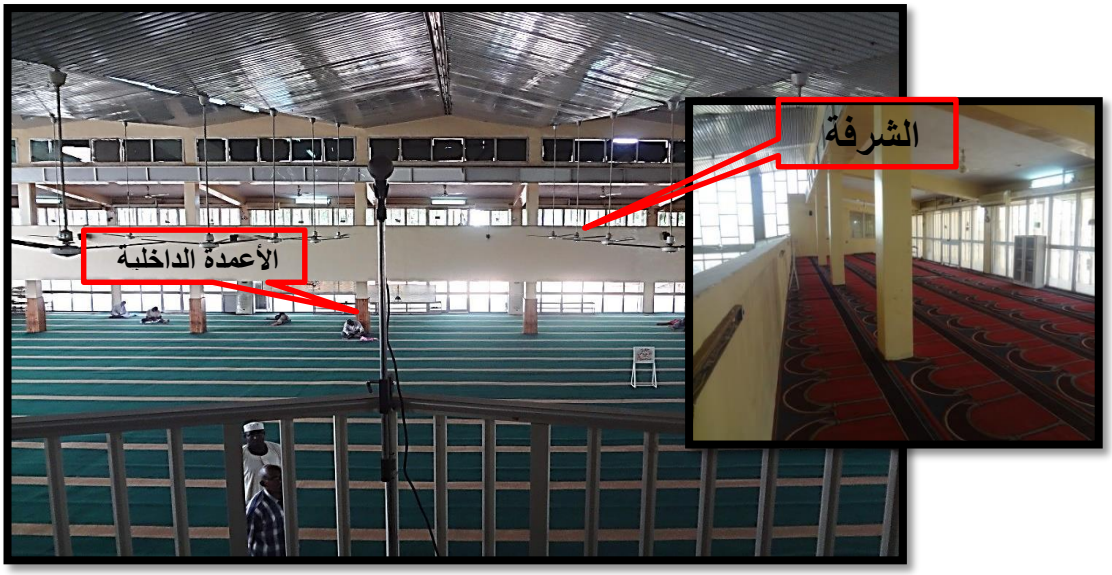


شكل 4-4 :السقف والأرضيات والحائط الأمامي للمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر : الباحث)

شكل 4-5 : الحوائط الجانبية الزجاجية للمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر : الباحث)



شكل 4-6 : الشرفة و الحائط الخلفي والأعمدة الداخلية للمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر : الباحث)

ث- **دراسة محتويات المسجد :-** يحتوي المسجد على الأتي :

- عدد 8 وحدات لوضع المصاحف عبارة عن أرفف من الخشب والزجاج ، أبعاد الوحدة (0.3×0.5×1) متر .
- عدد 14 وحدة لوضع الأحزية عبارة عن أرفف من الألمنيوم ، أبعاد الوحدة (0.4×0.5×2.5) متر .
- عدد 16 مكيف أبعاده (0.8×0.6×1.8) متر . المكيفات المستخدمة لا تسبب إزعاج يذكر فهو مقبول صوتياً .

شكل 4-7 : محتويات مسجد جامعة الخرطوم (المصدر : الباحث)

ج- حساب مساحات الإمتصاص للصوت :

- مساحة البياض على حائط من الطوب :

الحائط الأمامي = 74 م^2

الحوائط الجانبية = 40 م^2

حائط مقدمة الشرفة = 96 م^2

المجموع : 74+40+96= 210 م^2

- مساحة البياض على سطح خرساني :

بياض السقف الخرساني لمنطقة أسفل وأعلى الشرفة = 334 م^2

بياض على الأعمدة =35 م^2

المجموع : 334+35= 369 م^2

- مساحة الأسطح الزجاجية :

الحوائط الجانبية = 220.5 م^2

الحائط الخلفي = 189 م^2

الفتحات الزجاجية على الحائط الأمامي 54 م^2

المجموع : 220.5+189+54= 463.5 م^2

- مساحة تجليد الرخام على سطح مصمت :

الحوائط التي تحيط المنبر والمحراب = 43 م^2

أرضية المنبر ودرج المنبر = 18 م^2

المجموع : 43+18=61 م^2

- مساحة أسطح الألمنيوم :

السقف المستعار = 442 م^2

تجليد المنيوم على الأعمدة = 9 م^2

المجموع : 442+9= 451 م^2

- مساحة تجليد خشب على سطح مصمت :

تجليد على الجزء الأسفل من الأعمدة الداخلية = 15 م^2

- مساحة السجاد على أرضية مصمته (الموكيت) :

الموكيت على أرضية الطابق الأرضي = 615.5 م^2

الموكيت على أرضية الشرفة = 113.5 م^2

المجموع : 615.5+113.5= 729 م^2

ح- الحسابات الصوتية :

بعد الدراسة السابقة تحدد كمية الإمتصاص لتحديد زمن الإرتداد الفعلي داخل المسجد ومقارنته مع زمن الإرتداد الأمثل لتحقق من كمية الأمتصاص ما إذا كانت مناسبة أم لا .وذلك يوضح رياضياً كما يلي :

نوع الأسطح الداخلية في المسجد	مساحة السطح	معامل الإمتصاص				كمية الإمتصاص بالمتر المربع			
		125 هرتز	500 هرتز	2000 هرتز	4000 هرتز	125 هرتز	500 هرتز	2000 هرتز	4000 هرتز
بياض على حائط من الطوب	210م^2	0.02	0.02	0.04	0.05	4.2	4.2	8.4	10.5
بياض على سطح خرساني	369م^2	0.01	0.02	0.02	0.02	3.7	7.4	7.4	7.4
الأسطح الزجاجية	464م^2	0.20	0.10	0.05	0.02	92.8	46.4	23.2	9.3
تجليد رخام على خلفية مصمته	61م^2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.61	0.61	0.61	0.61
أسطح من الألمنيوم (سقف مستعار)	451م^2	0.01	0.01	0.02	0.02	4.5	4.5	9.02	9.02
تجليد خشب على سطح مصمت	15م^2	0.05	0.05	0.05	0.05	0.75	0.75	0.75	0.75
موكيت على أرضية مصمتة	729م^2	0.10	0.30	0.50	0.60	72.9	218.7	364.5	437.4
عدد المستمعين (المصلين)	700	0.16	0.40	0.43	0.40	112	280	301	280
مجموع الإمتصاص (الإمتصاص الكلي)	ـــــ	ـــــ	ـــــ	ـــــ	ـــــ	**291.5**	**562.6**	**714.9**	**752.8**

جدول 4-1 : حساب كمية الإمتصاص بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر : الباحث)

لحساب زمن الإرتداد :

- **زمن الإرتداد الفعلي** : يحسب بإستخدام معادلة سابين : $t = 0.16\,V/A$

V = 4961 م^3 تستخرج من الجدول السابق حسب التردد = A

- زمن الإرتداد الفعلي عند تردد 125 هيرتز :

$$t = \frac{0.16 \times 4961}{291.5} = 2.7 \text{ ثانية}$$

- زمن الإرتداد الفعلي عند تردد 500 هيرتز :

$$t = \frac{0.16 \times 4961}{562.6} = 1.4 \text{ ثانية}$$

- زمن الإرتداد الفعلي عند تردد 2000 هيرتز :

$$t = \frac{0.16 \times 4961}{714.9} = 1.11 \text{ ثانية}$$

- زمن الإرتداد الفعلي عند تردد 4000 هيرتز :

$$t = \frac{0.16 \times 4961}{752.8} = 1.05 \text{ ثانية}$$

- **زمن الإرتداد الأمثل** :يحسب بإستخدام المعادلة :

$$\boldsymbol{t = r\,(\,0.012\,\sqrt[3]{V}\,\, + 0.1070\,)}$$

$$\boldsymbol{t = 4\left(\,0.012\,\sqrt[3]{4961}\,\, + 0.1070\,\right) = 1.2} \text{ ثانية}$$

ولكن لأن هذه المعادلة تستخدم عند ترادات 500 هيرتز وأكثر فإنه ينصح بزيادة التردد الأمثل بما يعادل 40% عند الترادات الأدنى (125 هيرتز) .

- يصبح زمن الإرتداد الأمثل عند ترددت 125 هيرتز = 1.7 ثانية
- زمن الإرتداد الأمثل عند ترددت 500 هيرتز = 1.2 ثانية
- زمن الإرتداد الأمثل عند ترددت 2000 هيرتز = 1.2 ثانية
- زمن الإرتداد الأمثل عند ترددت 4000 هيرتز = 1.2ثانية

إذن يمكن حساب كمية الإمتصاص المطلوبة عند زمن الإرتداد الأمثل بإستعمال معادلة سابين بعد تعديل موضع القانون تصبح المعادلة : $A = 0.16\, V / t$

- كمية الأمتصاص عند ترددت 125 هيرتز =

$$A = \frac{0.16 \times 4961}{1.7} = 467 \text{ مترمربع}$$

- كمية الأمتصاص عند ترددت 500 هيرتز =

$$A = \frac{0.16 \times 4961}{1.1} = 662 \text{ مترمربع}$$

- كمية الأمتصاص عند ترددت 2000 هيرتز = 662 م^2
- كمية الأمتصاص عند ترددت 4000 هيرتز =662 م^2

وبالتالي تكون كمية الأمتصاص الإضافية اللازمة لكل تردد هي :

- عند ترداد 125 هيرتز = 467 – 292 = 175 م^2
- عند ترداد 500 هيرتز = 662 – 563 = 99 م^2
- عند ترداد 2000 هيرتز = 662– 715 = –53 م^2
- عند ترداد 4000 هيرتز = 662 – 753 = –91 م^2

خ- مكبرات الصوت والسماعات :-

- وضع مكبر صوت ثابت على المنبر للخطيب .
- وضع مكبر صوت ثابت أمام المحراب للإمام في وضع الوقوف للصلاة وآخر متحرك يعلق على ملابس الإمام لتكبير الصوت أثناء الركوع والسجود .
- لم توزع السماعات على أساس علمي ولكن وزعت حسب التجربة الشخصية للفني المسؤل عن تركيبها ، المسافة بين السماعات غير منتظمة .
- وضعت السماعات على الحائط الأمامي على إرتفاع 3 متر وعلى حائط الشرفة على إرتفاع 4 متر ، كما توجد سماعتان على الحوائط الجانبية للشرفة .

شكل 4-8 : مكبرات الصوت والسماعات على الحائط الأمامي لمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر : الباحث)

شكل 4–9 : غرفة الصوتيات بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر : الباحث)

شكل 4–10 : السماعات على حائط الشرفة بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر : الباحث)

4-4-2 مسجد الخرطوم الكبير

4-4-2-1 نبذة تعريفية عن المسجد

يقع في قلب مدينة الخرطوم وسط الميدان الرئسي للمدينة , كان يطلق عليه مسجد عباس نسبةً للخديوي عباس باشا حلمي الذي تولى الحكم عام 1882 وسمي بإسمه الميدان الذي يتوسطه المسجد .

أسس على نسق تخطيط المدينة الإسلامية التي يقع فيها المسجد دائماً في الوسط ويعتبر مركز المدينة ومحور حركتها ويمكن أن ندرك تخطيط مدينة الخرطوم كمدينة إسلامية من تخطيط وإنشاء مسجد الخرطوم الكبير حيث كان عن إنشائه أضخم وأعلى مبنى في مدينة الخرطوم .

أفتتحه الخديوي عباس باشا عام 1902م وشيد على مساحة 12000م^2 . ولسور المسجد الخارجي أربعة أبواب أختيرت لتفتح على أربعة شوارع رئيسة من شوارع المدينة حيث نجد أحدها من الناحية الشمالية وثانيها يفتح على شارع يمتد حتى نهاية السكة حديد وغربا حتى النيل الأبيض وشرقا حتى خط السكة حديد الممتد الي مدينة الخرطوم بحري حيث تمثل هذه النهايات لمدينة الخرطوم القديمة . " منشور لجنة تحديث وإعمار مسجد الخرطوم الكبير ،2013" .

شكل 4-11 : مسجد الخرطوم الكبير بعد التحديث

(المصدر : لجنة تحديث وإعمار مسجد الخرطوم الكبير2013)

4-4-2-2 الموقع :

يقع في وسط مدينة الخرطوم في منطقة السوق العربي حالياً يحده من الشمال شارع فرعي تليه عمارة حراء ومن الجنوب شارع فرعي تليه عمارة الصياغ ومن الغرب شارع فرعي تليه أبراج واحة الخرطوم ومن الشرق شارع الطيار زهير.

شكل 4-12 : موقع مسجد الخرطوم الكبير

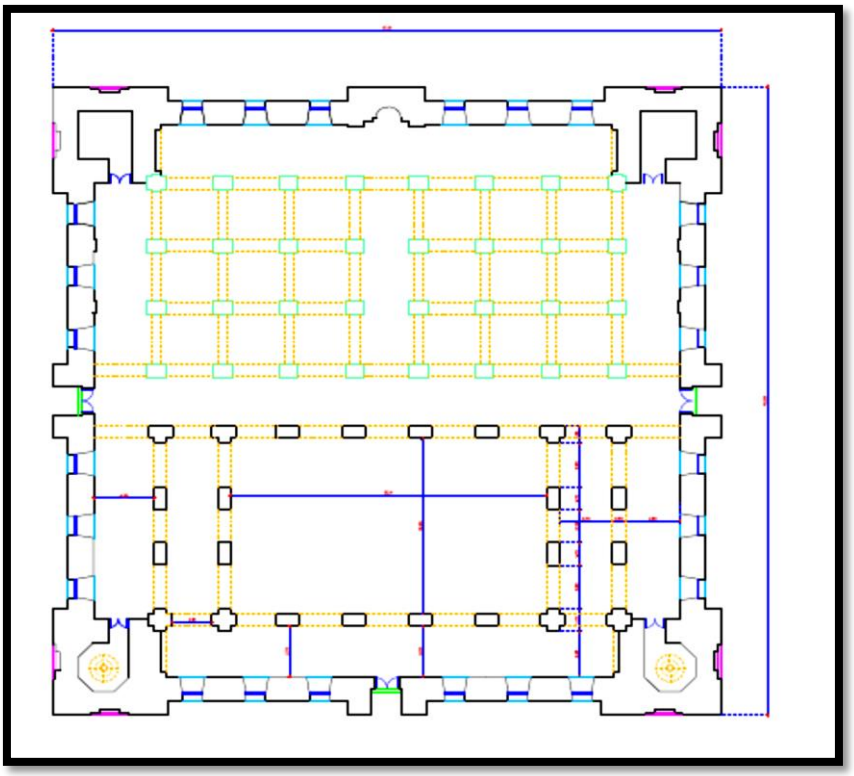
(المصدر : الأنترنت ، Google Maps)

4-4-2-3 الدراسة الصوتية للمسجد :

وتتم بدارسة العوامل التي تؤثر على الصوت داخل فراغ المسجد وهذه العوامل هي :

أ- شكل التصميم :

- المسقط الأفقي : مربع (45*45) متر من مركز الحوائط ، أما صافي المساحة الداخلية (41.5 * 41.5) متر .



شكل 4-13 : المسقط الأفقي للمسجد الخرطوم الكبير

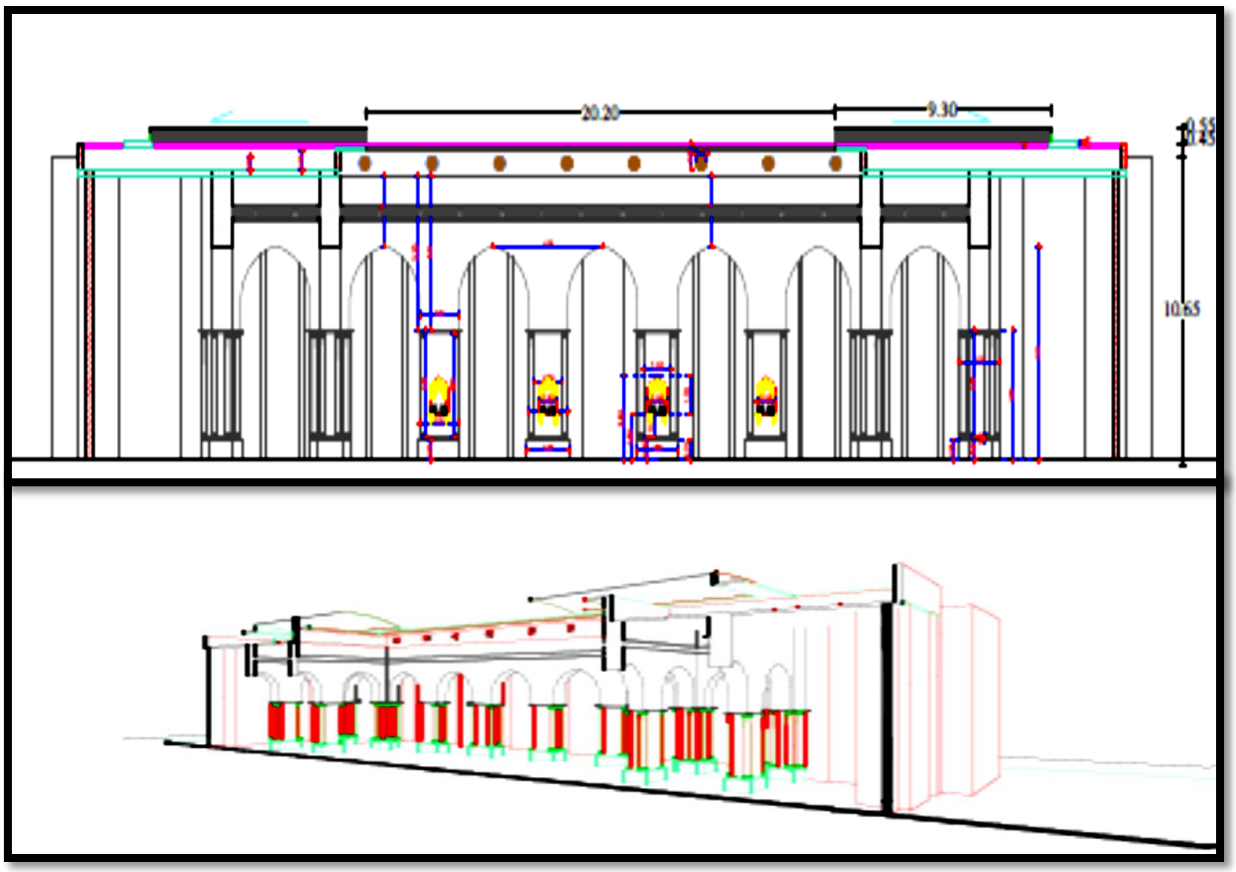
(المصدر : لجنة تحديث وإعمار مسجد الخرطوم الكبير2013)

- القطاع الرأسي : يظهر السقف مستوي مع وجود تجويف على السقف بعمق 1.5م ، نسبة لأن الشكل الذي أنشأ عليه المسجد كان يحتوي على جزء غير مسقوف ما يعرف بالصحن المكشوف وكان هذا أحد عناصر المساجد في العمارة الاسلامية

القديمه منذ أول مسجد أنشأ في الاسلام وهو المسجد النبوي ، و نسبة للظروف البيئيه تم سقف هذا الصحن المكشوف كما هو عليه حالياً.

- إرتفاع المسجد = صافي الإرتفاع الداخلي 9.75 متر
- إرتفاع أرضية المنبر = 1.50متر ، أما إرتفاع المنبر 4 متر وهو من الخشب وله باب من الخشب أيضاً.
- حجم الفراغ الداخلي للمسجد =(41.5×41.5×9.75)+(13.25×22.4×1.25)

(حجم المسجد + حجم التجويف على السقف)= 16711 + 371 = 17082م^3.



شكل 4-14 : قطاع راسي ثنائي وثلاثي الأبعاد لمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر : لجنة تحديث وإعمار مسجد الخرطوم الكبير2013)

ب- المستخدمين للفراغ :

المستخدمين للفراغ للمصلى 1750

حجم الشخص الواحد بالمتر المكعب = حجم فراغ المسجد / عدد المصلين =

16711 / 1750 = 9.5 م^3

ت- دراسة الأسطح الداخلية لتحديد كمية الامتصاص :

- السقف : سقف من الخشب حتى بعد تحدث المسجد حافظوا على الخشب في أسفل السقف لكن استبدل مواد بناء السقف البلدي بمعالجات خرسانية في أعلى السقف ، أما المنطقه المجوفه على السقف فهي قد تشطب بألواح جبصيه.

شكل 4-15 : سقف مسجد الخرطوم الكبير

(المصدر : الباحث)

- الحوائط : جميع حوائط المسجد كانت من الطوب ذو بياض اسمنتي مدهون بطلاء بوماتسك ولكن بعد البدأ بتحدث المسجد يتم الآن إزالة كل البياض من على الحوائط والأعمده الداخلية لتصبح من الطوب الأحمر ويتم دهنها بمادة شفافه للمحافظه على الطوب .أما الحائط الأمامي (حائط القبلة) فيوجد به منبر من الخشب وأيضا المحراب الذي تم تشطيب حوائطه الجانبيه بياض من الجبص

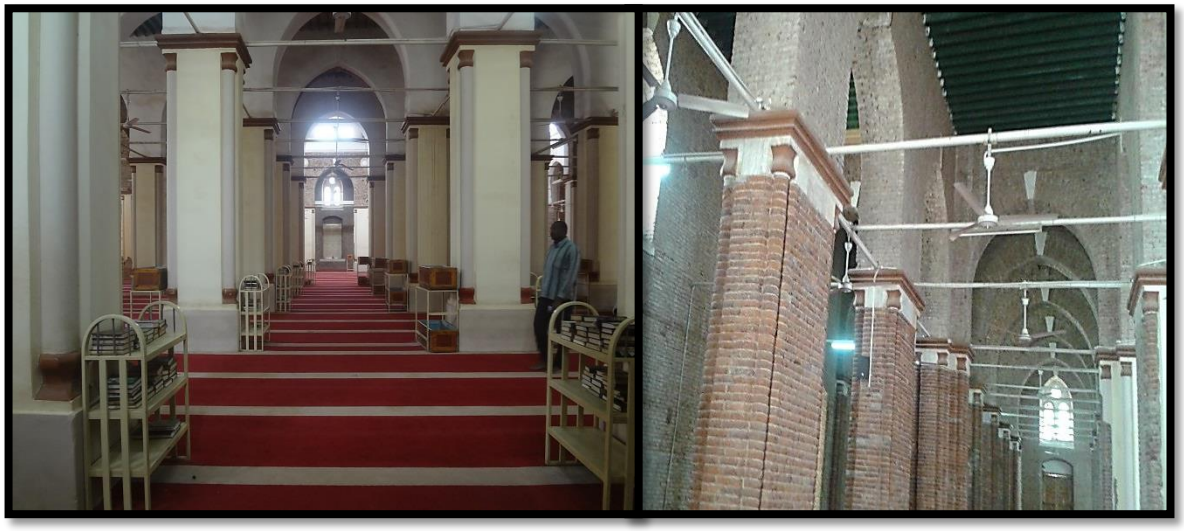
شكل 4-16 : الحوائط الجانبية والحائط الخلفي لمسجدالخرطوم الكبير

(المصدر : الباحث)

شكل4-17 : الحائط الأمامي لمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر : الباحث)

➢ الأعمدة : يوجد داخل المسجد 56 عمود أبعادة (1.7 * 0.9) متر ، بنيت من الطوب الأحمر وربطت جميع الأعمدة بواسطة أقواس نصف دائرية مع بعضها .



شكل 4–18 : الأعمدة الداخلية والأقواس لمسجد الخرطوم الكبير

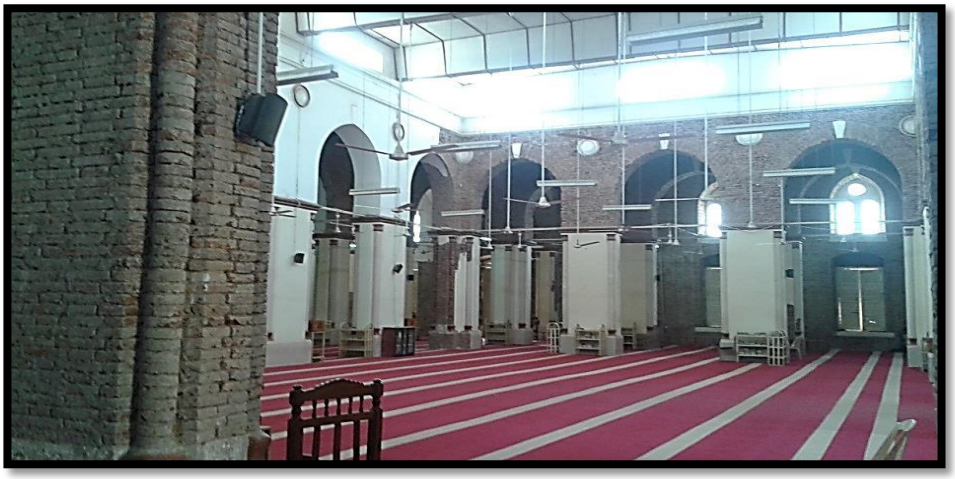
(المصدر : الباحث)

➢ الأبواب والشبابيك : يوجد ثلاثة أبواب مداخل بالإضافة إلي أربعة أبواب للغرف الداخلية الموجودة في أركان المسجد ، وجميعها من الخشب . يوجد 24 شباك من الخشب يعلو كل شباك منور من الزجاج ، وأيضاً توجد مناور من الزجاج على جوانب التجويف الموجود داخل السقف .

شكل 4–19 : الشبابيك والمناور والأبواب بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر : الباحث)

➢الأرضيات : فرشت أرضية المسجد بالسجاد (الموكيت) .



شكل 4-20 : سجاد أرضية المسجد بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر : الباحث)

ث- دراسة محتويات المسجد : يحتوي المسجد على الأتي :

- عدد 50 وحدة لوضع المصاحف وهي عبارة عن أرفف من الحديد ، أبعاد الوحدة (1*1.2*0.4) متر .
- عدد 58 وحدة لوضع الأحزية وهي عبارة عن أرفف من الخشب والحديد , أبعاد الوحدة (1*1.5*0.4) متر .
- تم إزلة كل المكيفات حالياً وسوف يتم تغير نظام التكييف إلى تكيييف مركزي وهذا ضمن خطة تحديث المسجد .

شكل 4-21 : محتويات مسجد الخرطوم الكبير (المصدر : الباحث)

ج- حساب مساحات الإمتصاص للصوت :

➢مساحة الطوب الأحمر :

- مساحة الطوب الأحمر على جميع الحوائط = 1430 م^2
- مساحة الطوب الأحمر على الأعمدة الداخلية وعددها 56 عمود =

مساحة أسطح العمود × عدد الأعمدة = 146× 56 = 8176 م^2 .

- مساحة الأقواس الداخلية وعددها 79 قوس =

مساحة أسطح القوس × عدد الأقواس = 17×79 = 1343 م^2

- المجموع : 1430 + 8176 + 1343 = 10949 م^2 .

➢مساحة خشب المنبر = 12 م^2

➢مساحة خشب الأبواب والشبابيك :

- مساحة الأبواب وعددها 7 أبواب = 6.2 × 7 = 43.4 م^2
- مساحة الشبابيك وعددها 24 شباك = 3.64×24 = 87.4 م^2
- المجموع = 43.4 + 87.4 = 143 م^2

➢مساحة أسطح الزجاج :

- مساحة المناور أعلى الشبابيك وعددها 24 = 2.24 × 24= 54 م^2
- مساحة المناور على تجويف السقف وعددها 16 = 1.5 ×16 = 24 م^2
- المجموع : 54 +24 = 78 م^2

➢مساحة السجاد على أرضية مصمته : مساحة المسجد مطروح منها مساحة مقاطع الأعمدة الداخلية = 1637 م ^{2} .

ح- الحسابات الصوتية :

بعد الدراسة السابقة تحدد كمية الإمتصاص لتحديد زمن الإرتداد الفعلي داخل المسجد ومقارنته مع زمن الإرتداد الأمثل لتحقق من كمية الأمتصاص ما إذا كانت مناسبة أم لا .وذلك يوضح حسابياً كما يلي :

نوع الأسطح الداخلية في المسجد	مساحة السطح	معامل الإمتصاص				كمية الإمتصاص بالمتر المربع			
		125 هرتز	500 هرتز	2000 هرتز	4000 هرتز	125 هرتز	500 هرتز	2000 هرتز	4000 هرتز
مباني طوب أحمر مطلية	10949م^2	0.02	0.02	0.04	0.05	218.98	218.98	437.96	547.45
أسطح خشب مثبته	155م^2	0.30	0.15	0.10	0.05	46.5	23.25	15.5	7.75
الأسطح الزجاجية	78م^2	0.20	0.10	0.05	0.02	15.6	7.8	3.9	1.56
موكيت على أرضية مصمتة	1637م^2	0.10	0.30	0.50	0.60	163.7	491.1	818.5	982.2
عدد المستمعين (المصلين)	1750	0.16	0.40	0.43	0.40	280	700	752.5	700
مجموع الإمتصاص (الإمتصاص الكلي)	ـــــ	ـــــ	ـــــ	ـــــ	ـــــ	**724.8**	**1441**	**2028.4**	**2239**

جدول 4-2 : حساب كمية الإمتصاص بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر : الباحث)

<u>لحساب زمن الإرتداد :</u>

زمن الإرتداد الفعلي : يحسب بإستخدام معادلة سابين : $t = 0.16\, V/A$

V = 17082 م^3 تستخرج من الجدول السابق حسب التردد A =

- زمن الإرتداد الفعلي عند تردد 125 هيرتز :

$$t = \frac{0.16 \times 17082}{724.8} = 3.8 \text{ ثانية}$$

- زمن الإرتداد الفعلي عند تردد 500 هيرتز :

$$t = \frac{0.16 \times 17082}{1441} = 1.9 \text{ ثانية}$$

- زمن الإرتداد الفعلي عند تردد 2000 هيرتز :

$$t = \frac{0.16 \times 17082}{2028.4} = 1.3 \text{ ثانية}$$

- زمن الإرتداد الفعلي عند تردد 4000 هيرتز :

$$t = \frac{0.16 \times 17082}{2239} = 1.2 \text{ ثانية}$$

زمن الإرتداد الأمثل :يحسب بإستخدام المعادلة :

$$\boldsymbol{t = r\,(\,0.012\,\sqrt[3]{V}\,\, + 0.1070\,)}$$

$$\boldsymbol{t = 4\,\left(\,0.012\,\sqrt[3]{17082}\,\, + 0.1070\,\right) = 1.66} \text{ ثانية}$$

ولكن لأن هذه المعادلة تستخدم عند ترددات 500 هيرتز وأكثر فإنه ينصح بزيادة التردد الأمثل بما يعادل 40% عند الترددات الأدنى (125 هيرتز) .

- يصبح زمن الإرتداد الأمثل عند ترددات 125 هيرتز = 2.3 ثانية
- زمن الإرتداد الأمثل عند ترددات 500 هيرتز = 1.7 ثانية
- زمن الإرتداد الأمثل عند ترددات 2000 هيرتز = 1.7 ثانية
- زمن الإرتداد الأمثل عند ترددات 4000 هيرتز = 1.7 ثانية

إذن يمكن حساب كمية الإمتصاص المطلوبة عند زمن الإرتداد الأمثل بإستعمال معادلة سابين بعد تعديل موضع القانون تصبح المعادلة : $A = 0.16\, V/\, t$

- كمية الأمتصاص عند ترددات 125 هيرتز =

$$A = \frac{0.16 \times 17082}{2.3} = 1188 \text{ مترمربع}$$

- كمية الأمتصاص عند ترددات 500 هيرتز =

$$A = \frac{0.16 \times 17082}{1.7} = 1608 \text{ مترمربع}$$

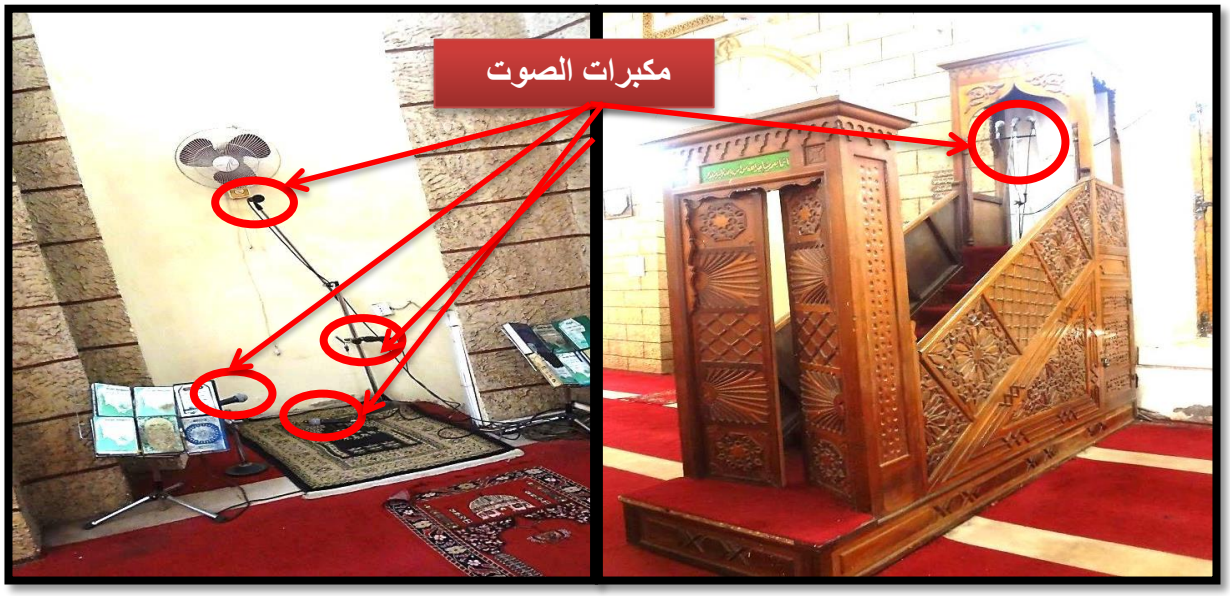
- كمية الأمتصاص عند ترددات 2000 هيرتز = 1608 م^2
- كمية الأمتصاص عند ترددات 4000 هيرتز =1608 م^2

وبالتالي تكون كمية الأمتصاص الإضافية اللازمة لكل تردد هي :

- عند ترداد 125 هيرتز = 1188 – 725 = 463 م^2
- عند ترداد 500 هيرتز = 1608 – 1441 = 167 م^2
- عند ترداد 2000 هيرتز = 1608 – 2028 = −420 م^2
- عند ترداد 4000 هيرتز = 1608 – 2239 = −631 م^2

خ- دراسة مكبرات الصوت والسماعات :-

- وضعت ثلاث مكبرات صوت ثابتة على المنبر للخطيب .
- وضعت أربعة مكبرات صوت على المحراب حسب وضعيات الصلاة المختلفة سوا وقوف ، ركوع أو سجود .
- لم توزع السماعات على أساس علمي ولكن وزعت حسب التجربة الشخصية للفني المسؤل عن تركيبها ، المسافة بين السماعات غير منتظمة ، فقد وضعت على الأعمدة الداخلية أحيانا على الضلع الطويل للعمود وأحيانا آخرى على الضلع القصير للعمود ، كما وضعت على الحوائط الجانبية .
- وضعت السماعات على إرتفاع 4 متر .



شكل 4-22 : مكبرات الصوت على المنبر والمحراب بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر : الباحث)

شكل 4-23 : السماعات على الأعمدة والحوائط بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر : الباحث)

4-4-3 مسجد شارع 7 بحي العمارات ، الخرطوم

4-4-3-1 نبذة تعريفية عن المسجد

هو من المساجد التي بنيت حديثاً ، له تصميم مميز وحديث . صمم بواسطة المهندس المعماري محمد بكر، على نفقت أحد سكان المنطقة صلاح محمود . بنيه المسجد على مساحة 2000 م^2 ، يتميز تصميم المسجد بالشكل الفريد حيث سقف بواسطة قبويين متقاطعين تعلوهما قبة عالية مع وجودمناور على السقف تسمح بالإضاءة الطبيعية طوال النهار بطريقة ممتازة . جميع مواد البناء المستخدمة ومواد التشطيبات من المواد الحديثة مثل الرخام والجبص والزجاج . وقد تم إفتتاحه في 2013 م .

4-4-3-2 الموقع :

يقع في مدينة الخرطوم ، في منطقة العمارات تحده من الجنوب شارع 7 العمارات ومن الشمال شارع 5 ومن الغرب شارع فرعي ومن الشرق شارع فرعي .

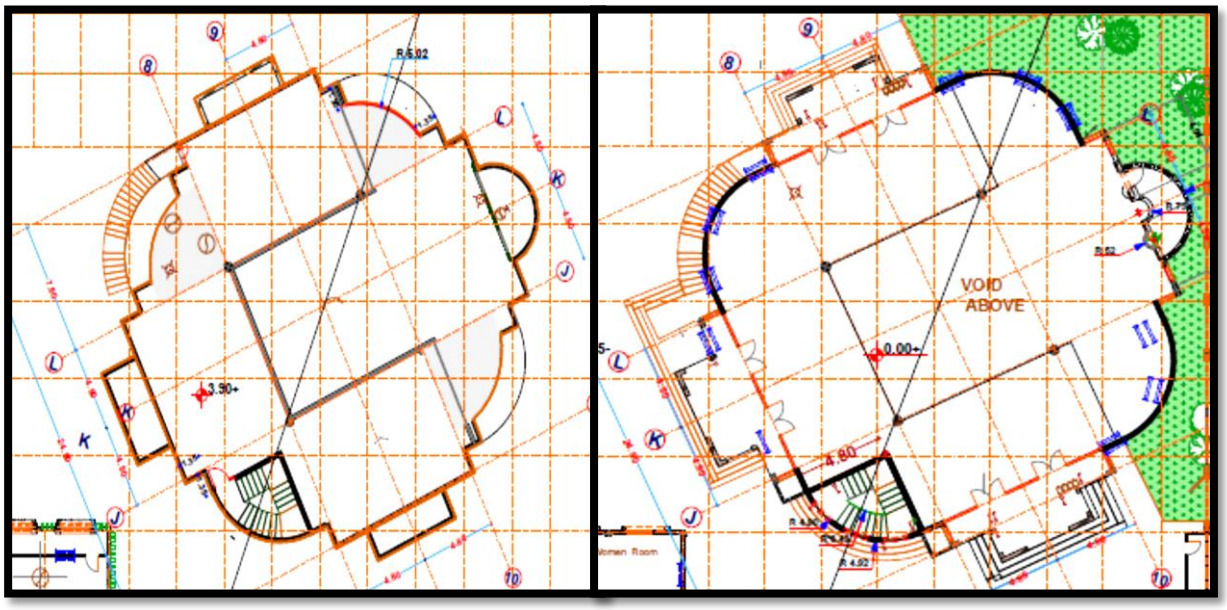
شكل 4-24 : موقع مسجد شارع 7 العمارات

(المصدر : الأنترنت ، Google Maps)

4-4-3-3 الدراسة الصوتية للمسجد : وتتم بدارسة العوامل التي تؤثر على الصوت داخل فراغ المسجد وهذه العوامل هي :

أ- شكل التصميم :

➢ المسقط الأفقي : مربع ذو أركان منحنية (قوس) أبعاده (24.8 *24.8) م^2



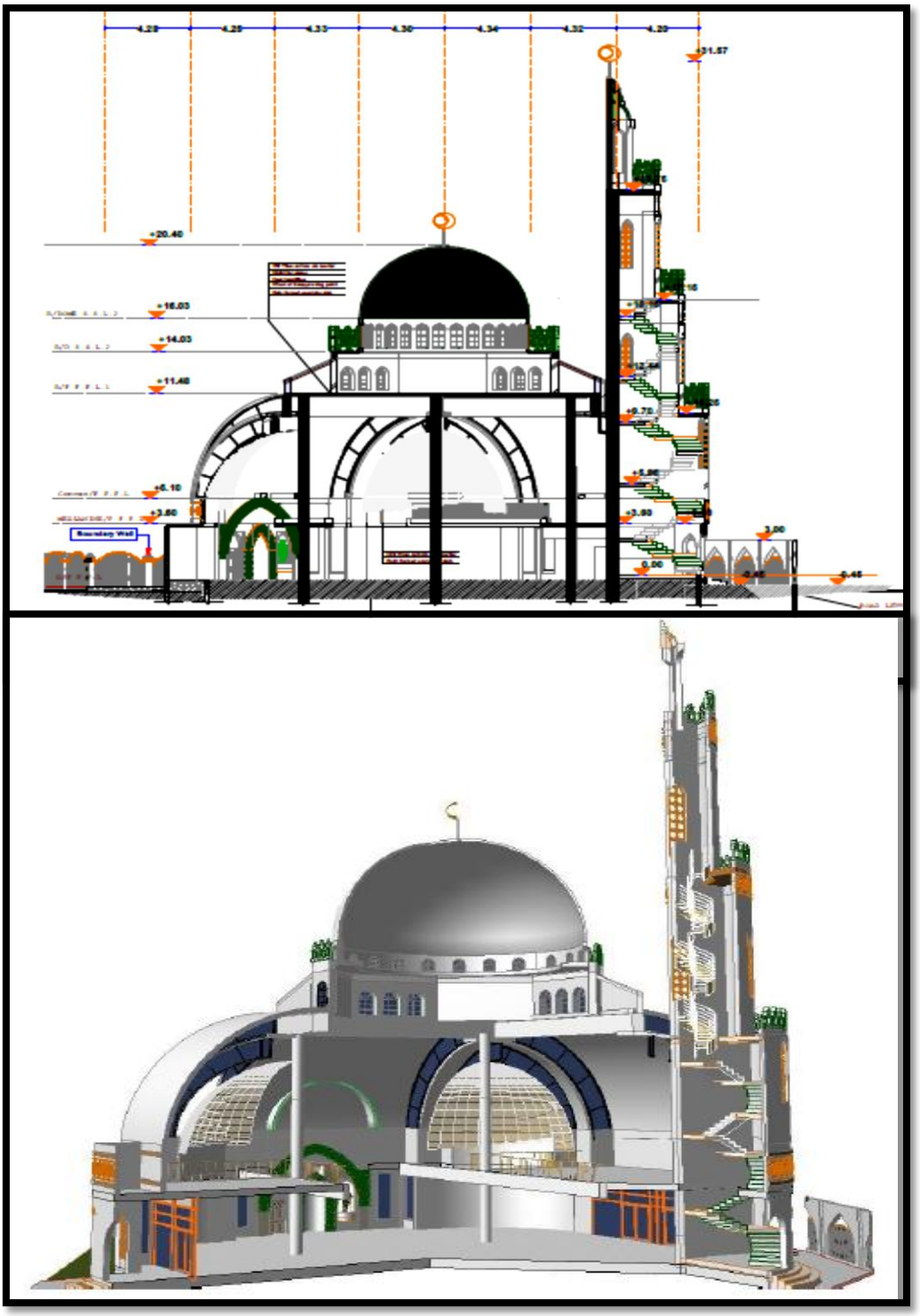
شكل 4 -25 : المسقط الأفقي للدور الأرضي والأول لمسجد شارع 7 العمارات

(المصدر : المهندس المصمم للمسجد /محمد بكر، 2011)

➢ القطاع الرأسي : يظهر السقف المميز وهو عبارة عن قبوين متقاطعين تعلوهما في منطقة الوسط قبه عالية يصل إرتفاع المبنى الي 20.4 متر . يوجد طابق أول وهو عبارة عن شرفة على شكل u كما يوجد voids على جانبين الحائط الأمامي .

- إرتفاع سقف القبة = 20.4 متر
- إرتفاع سقف الأقبية المتقاطعة = 11.43 متر
- إرتفاع الشرفة = 3.6 متر
- إرتفاع أرضية المنبر = 1.2 متر

➢ حجم المسجد : 7882 م^3



شكل 4–26 : القطاع الرأسي ثنائي وثلاثي الأبعاد لمسجد شارع 7 العمارات

(المصدر : المهندس المصمم للمسجد /محمد بكر، 2011)

ب- **المستخدمين للفراغ :**

سعة المسجد 1000 مصلي . ∴ حجم الشخص الواحد بالمتر المكعب =

حجم فراغ المسجد / عدد المصلين = 7882 ÷ 1000 = 8 م^3

شكل 4-27 : المصلين بمسجد شارع 7 العمارات

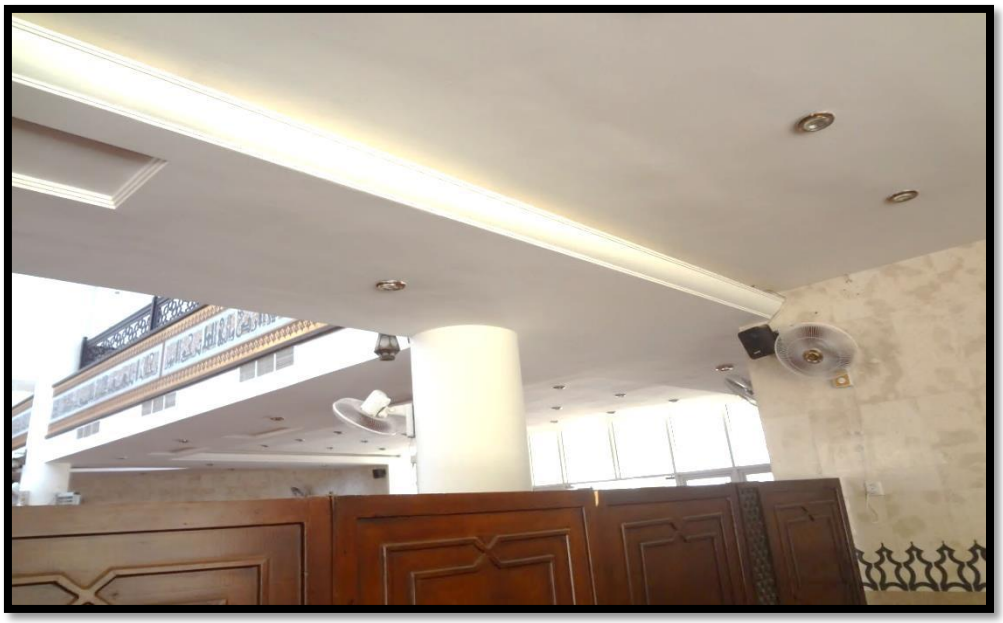
(المصدر : المهندس المصمم للمسجد /محمد بكر، 2011)

ت- دراسة الأسطح الداخلية لتحديد كمية الامتصاص :

- السقف : عبارة عن قبوين متقاطعين تعلوهما قبة وهو من الخرسانة المسلحة تم تشطيبه من الداخل ببياض اسمنتي تم نقاشته بالجبص وبه زخارف إسلامية من الجبص أيضاً ، كما يوجد على جوانب الأقبية والقبة مناور من الزجاج .

شكل 4-28 : سقف مسجد شارع 7 العمارات (المصدر : الباحث)

وسقف الدور الأول (أرضية الشرفة) ببلاطه خرسانية تم تشطيبها بواسطة ألواح جبصية .



شكل 4-29 : سقف الدور الأرضي _ الشرفة لمسجد شارع 7 العمارات

(المصدر : الباحث)

الحوائط : جميع الحوائط من الطوب ، تم تشطيبها بالكامل بواسطة بلاطات رخام عدا منطقة المحراب في الحائط الأمامي فقد تم تشطيبه بواسطة الجبص .

شكل 4-30 : الحائط الأمامي لمسجد شارع 7 العمارات

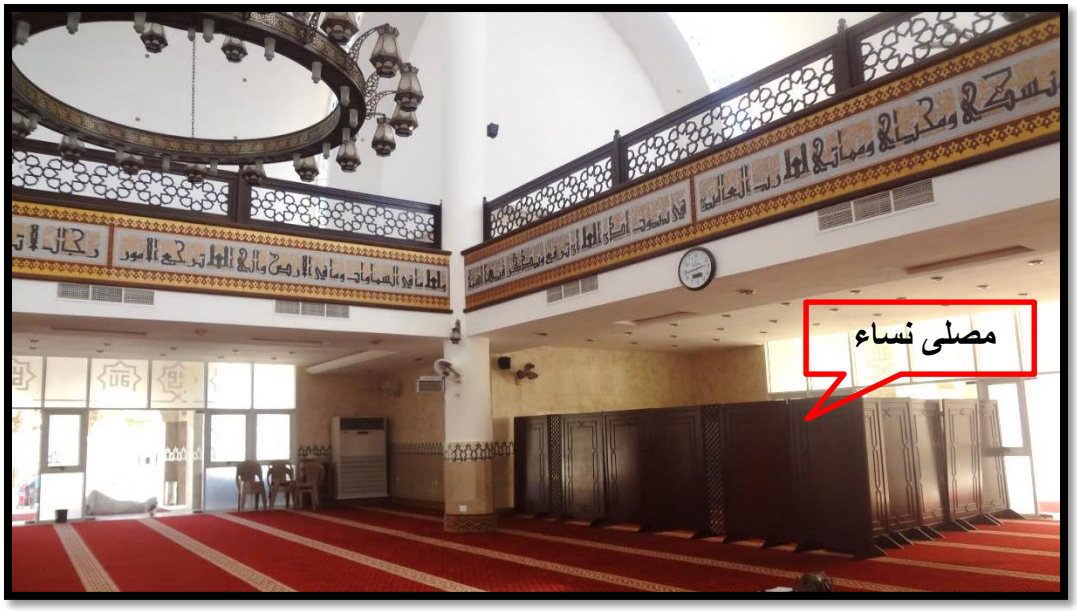
(المصدر : الباحث)

أما الحوائط الجانبية والحائط الخلفي فمنتصفها عبارة عن واجهات زجاجية .

شكل 4-31 : الحوائط الجانبية لمسجد شارع 7 العمارات

(المصدر : الباحث)

أما حائط مقدمة الشرفة فقد تم تكسيته بألوح خشبية عليها زخارف من الآيات القرانية .



شكل 4-32 : حائط مقدمة الشرفة ومصلى النساء بمسجد شارع 7 العمارات

(المصدر : الباحث)

- الأبواب والشبابيك : جميعها زجاجية عدا باب غرفة الخدمات فهو من الخشب ويوجد جوار المحراب .
- الأعمدة : توجد أربعة أعمدة دائرية داخل الفراغ أرتفاعها 11.48 متر تم تشطيبها بالجبص عدا الجزء الأسفل منها فقد تم تجليده بالرخام على إرتفاع 1متر . قطر العمود 0.4 متر .

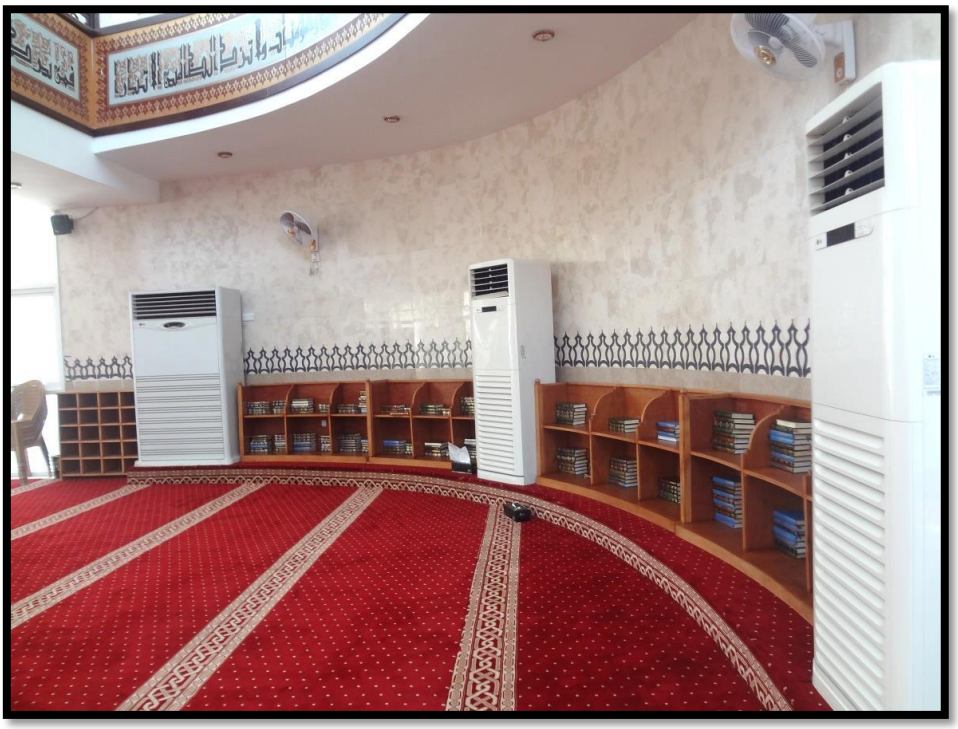
شكل 4- 33 : الأعمدة وسجاد الأرضية و void بمسجد شارع 7 العمارات

(المصدر : الباحث)

- الأرضيات : فرشت جميع أرضيات المسجد بالسجاد (الموكيت) .

ث- دراسة محتويات المسجد : يحتوي المسجد على الأتي :

- عدد7 وحدات لوضع المصاحف ، عبارة عن أرفف من الخشب أبعاد الوحدة (2*0.4*0.8) متر.
- عدد 6 وحدات لوضع الأحذية ، عبارة عن أرفف من الخشب أبعاد الوحدة (1*0.4*0.8) متر .
- عدد 11 لوح من الخشب لفصل مصلى النساء أبعاد اللوح الواحد (1*2) متر .



شكل 4-34 :محتويات مسجد شارع 7 العمارات

(المصدر : الباحث)

ج- حساب مساحات الإمتصاص للصوت :

➢ مساحة أسطح بلاطات الرخام :

- مساحة الرخام على الحوائط والأعمدة = 255 م^2

➢ مساحة الأسطح الزجاجية :

- مساحة زجاج المناور = 112 م^2
- مساحة زجاج الأبواب والشبابيك والحوائط الزجاجية = 106 م^2
- المجموع : 112 + 106 = 218 م^2

➢ مساحة الأسطح الخشبية :

- مساحة فواصل الواح الخشب =22 م^2
- مساحة تجليد الخشب على حوائط مقدمة الشرفة والدرابزين = 83 م^2

- مساحة المنبر الخشبي = 4 م^2
- مساحة الباب خشبي = 2 م^2
- المجموع : 22+83+4+2 = 111 م^2

➢ مساحة الأسطح الجبصية :

- مساحة الجبص على السطح الداخلي لسقف الأقبية المتقاطعة = 2893 م^2
- مساحة الجبص على سطح القبة الداخلي = 288 م^2
- مساحة الجبص على الأعمدة = 20 م^2
- مساحة الجبص على المحراب = 5 م^2
- مساحة الجبص على سقف الدور الأرضي (أرضية الشرفة) = 132 م^2
- مجموع مساحة أسطح الجبص : 2893+288+20+5+132= 3338 م^2

➢ مساحة السجاد على أرضية مصمتة :

- مساحة سجاد أرضية الدور الأرضي = 576 م^2
- مساحة سجاد أرضية الشرفة = 240 م^2
- المجموع : 576 + 240 =816 م^2

ح- الحسابات الصوتية :

بعد الدراسة السابقة تحدد كمية الإمتصاص لتحديد زمن الإرتداد الفعلي داخل المسجد ومقارنته مع زمن الإرتداد الأمثل لتحقق من كمية الأمتصاص ما إذا كانت مناسبة أم لا .وذلك يوضح حسابياً كما يلي :

نوع الأسطح الداخلية في المسجد	مساحة السطح	معامل الإمتصاص				كمية الإمتصاص بالمتر المربع			
		125 هرتز	500 هرتز	2000 هرتز	4000 هرتز	125 هرتز	500 هرتز	2000 هرتز	4000 هرتز
بياض جبص على حائط مصمت	3206م^2	0.02	0.02	0.04	0.04	64.12	64.12	128.24	128.24
سقف مستعار من ألواح جبصية	132م^2	0.30	0.10	0.04	0.04	39.6	13.2	5,28	5.28
الأسطح الزجاجية	218م^2	0.20	0.10	0.05	0.02	43.6	21.8	10.9	4.36
تجليد رخام على خلفية مصمته	255م^2	0.01	0.01	0.01	0.01	2.55	2.55	2.55	2.55
تجليد خشب على سطح مصمت	111م^2	0.05	0.05	0.05	0.05	5.55	5.55	5.55	5.55
موكيت على أرضية مصمتة	816م^2	0.10	0.30	0.50	0.60	81.6	244.8	408	489.6
عدد المستمعين (المصلين)	1000	0.16	0.40	0.43	0.40	160	400	430	400
مجموع الإمتصاص (الإمتصاص الكلي)	ـــــ	ـــــ	ـــــ	ـــــ	ـــــ	**397**	**752**	**990.5**	**1035.6**

جدول 4-3 : حساب كمية الإمتصاص بمسجد شارع 7 العمارات

(المصدر : الباحث)

لحساب زمن الإرتداد :

زمن الإرتداد الفعلي : يحسب بإستخدام معادلة سابين : $t = 0.16\, V/A$

V = 7881 م^3 تستخرج من الجدول السابق حسب التردد = A

- زمن الإرتداد الفعلي عند تردد 125 هيرتز :

$$t = \frac{0.16 \times 7881}{397} = 3.2 \text{ ثانية}$$

- زمن الإرتداد الفعلي عند تردد 500 هيرتز :

$$t = \frac{0.16 \times 7881}{752} = 1.67 \text{ ثانية}$$

- زمن الإرتداد الفعلي عند تردد 2000 هيرتز :

$$t = \frac{0.16 \times 7881}{990.5} = 1.27 \text{ ثانية}$$

- زمن الإرتداد الفعلي عند تردد 4000 هيرتز :

$$t = \frac{0.16 \times 7881}{1035.6} = 1.21 \text{ ثانية}$$

زمن الإرتداد الأمثل :يحسب بإستخدام المعادلة :

$$\boldsymbol{t = r\,(\,0.012\,\sqrt[3]{V}\;\; + 0.1070\,)}$$

$$\boldsymbol{t = 4\,(\,0.012\,\sqrt[3]{7881}\;\; + 0.1070\,) = 1.38} \text{ ثانية}$$

ولكن لأن هذه المعادلة تستخدم عند ترددات 500 هيرتز وأكثر فإنه ينصح بزيادة التردد الأمثل بما يعادل 40% عند الترددات الأدنى (125 هيرتز) .

- يصبح زمن الإرتداد الأمثل عند ترددات 125 هيرتز = 1.9 ثانية

- زمن الإرتداد الأمثل عند ترددات 500 هيرتز = 1.4 ثانية
- زمن الإرتداد الأمثل عند ترددات 2000 هيرتز = 1.4 ثانية
- زمن الإرتداد الأمثل عند ترددات 4000 هيرتز = 1.4 ثانية

إذن يمكن حساب كمية الإمتصاص المطلوبة عند زمن الإرتداد الأمثل بإستعمال معادلة سابين بعد تعديل موضع القانون تصبح المعادلة : $A = 0.16\, V / t$

- كمية الأمتصاص عند ترددات 125 هيرتز =

$$A = \frac{0.16 \times 7881}{1.9} = 663.7$$ مترمربع

- كمية الأمتصاص عند ترددات 500 هيرتز =

$$A = \frac{0.16 \times 7881}{1.4} = 900.7$$ مترمربع

- كمية الأمتصاص عند ترددات 2000 هيرتز = 900.7 م^2
- كمية الأمتصاص عند ترددات 4000 هيرتز =900.7 م^2

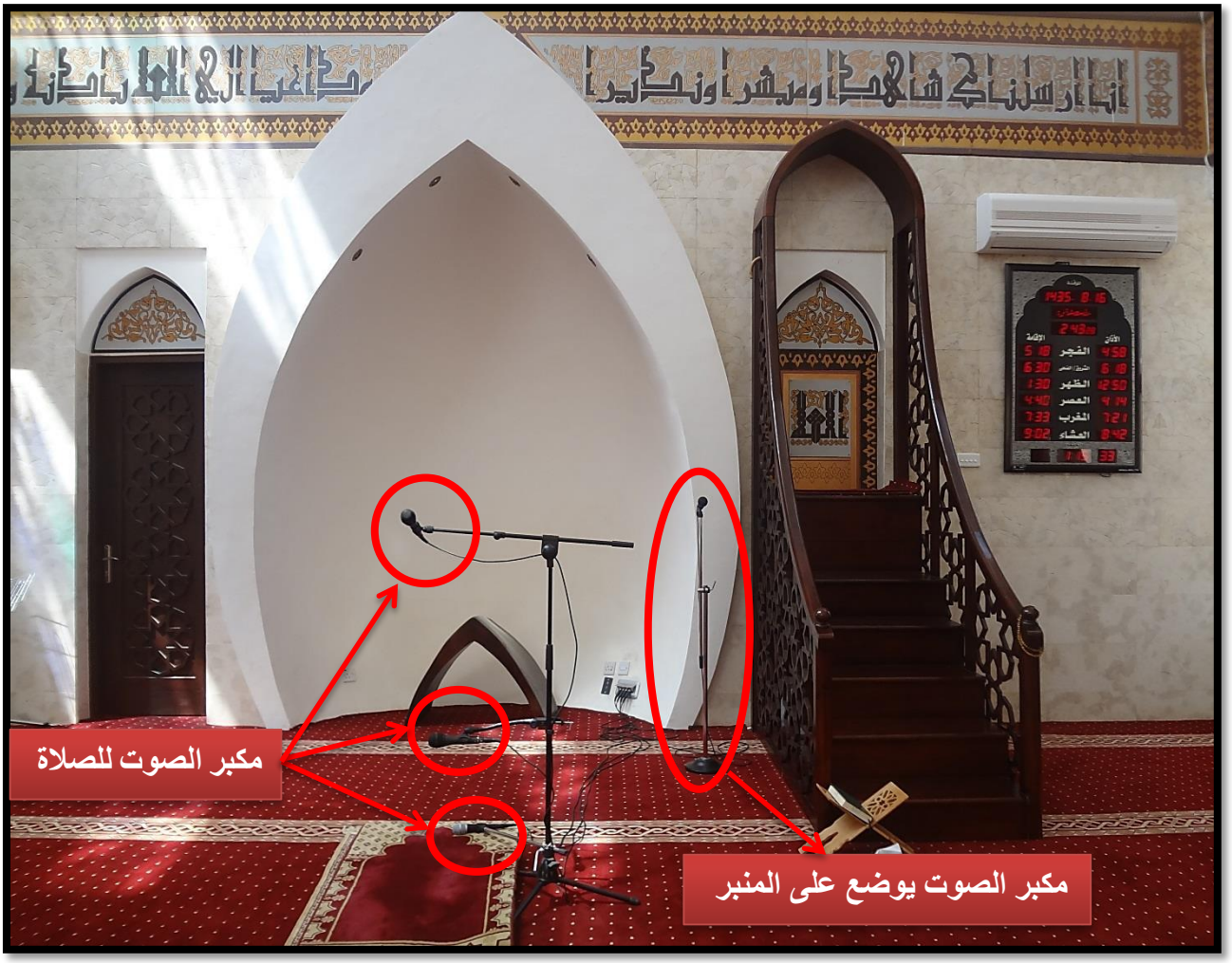
وبالتالي تكون كمية الأمتصاص الإضافية اللازمة لكل تردد هي :

- عند ترداد 125 هيرتز = 664 – 397 = 267 م^2
- عند ترداد 500 هيرتز = 901 – 752 = 149 م^2
- عند ترداد 2000 هيرتز = 901 – 991 = –90 م^2
- عند ترداد 4000 هيرتز = 901 – 1036 = –135 م^2

خ– دراسة مكبرات الصوت والسماعات : –

- يوضع مكبر صوت ذو قاعدة ثابتة على المنبر للخطيب .
- وضعت ثلاث مكبرات صوت ثابتة للإمام حسب وضعية الصلاة المختلفة ، الوقوف والركوع والسجود والجلوس .

- لم توزع السماعات على أساس علمي ولكن وزعت حسب التجربة الشخصية للفني المسؤل عن تركيبها ، وضعت على الأركان المنحنية , فقد وضعت سماعة عند داية القوس وسماعة آخرى عند نهايته ليكون عدد السماعات في الأربع أركان 8 سماعات .
- لتغطية منطقة الشرفات وضعت سماعة على كل عمود من الأعمدة الداخلية وجهت نحو الشرفات .
- وضعت السماعات على إرتفاع 3 متر من الأرضية .



شكل 4-35 : مكبرات الصوت بمسجد شارع 7 العمارات

(المصدر : الباحث)

شكل 4-36 : توزيع السماعات للدور الأرضي والشرفات بمسجد شارع 7 العمارات

(المصدر : الباحث)

4-5 عرض وتحليل نتائج البحث الميداني للنماذج المختارة من حيث النواحي النوعية وإستجابات المصلين

4-5-1 مسجد جامعة الخرطوم:

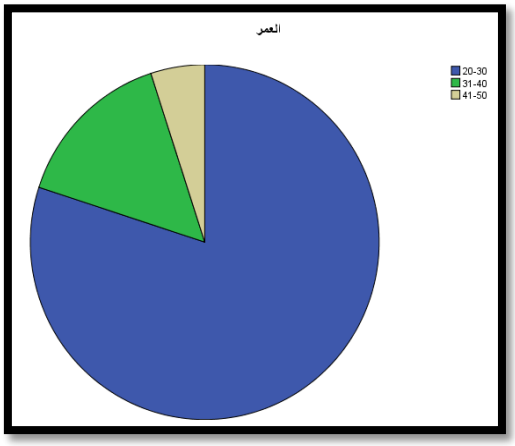
1.العمر: كانت أعمار الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول رقم 4-4

البيان	التكرار	النسبة المئوية
30-20	16	80
40-31	3	15
50-41	1	5
المجموع	20	100

جدول 4-4 : أعمار المصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول(4-4) أعلاه، يتبين أن 80% من المستجوبين تقع أعمارهم بين 20-30 و 15% منهم تقع بين31-40 و 5% أعمارهم ما بين الـــ 41-50 سنة.



شكل4-37 : أعمار المصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

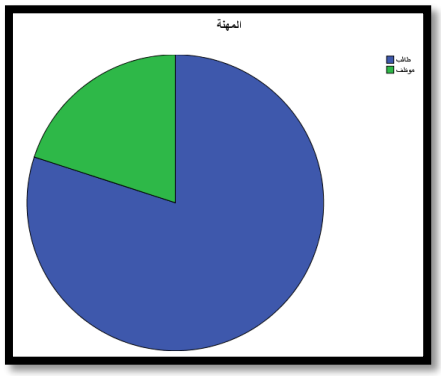
2. المهنة: كانت مهن المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول رقم 4-5

البيان	التكرار	النسبة المئوية
طالب	16	80.0
موظف	4	20.0
المجموع	20	100

جدول 4-5 : مهن المصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

يتبين من الجدول(4-5) أعلاه، أن 80% من المستجوبين هم طلاب بينما 20% منهم موظفين.



شكل 4-38 : مهن المصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

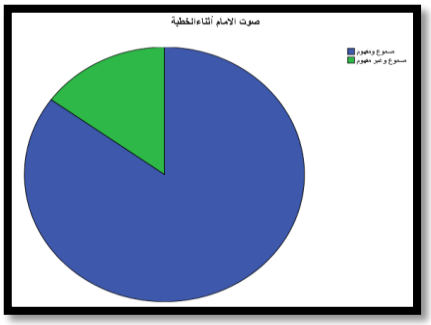
3. صوت الامام أثناء الخطبة : كانت إجابات المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول 4-6

البيان	التكرار	النسبة المئوية
مسموع ومفهوم	17	85.0
مسموع وغير مفهوم	3	15.0
المجموع	20	100

جدول 4-6 : مسموعية الصوت في الخطبة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول(4-6) يتضح أن 85%من المستجوبين يرون أن صوت الامام أثناء الخطبة صوتاً مسموعاً ومفهوماً بينما يري 15%منهم أن الصوت مسموع لكنه غير مفهوم.



شكل 4-39 مسموعية الصوت في الخطبة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

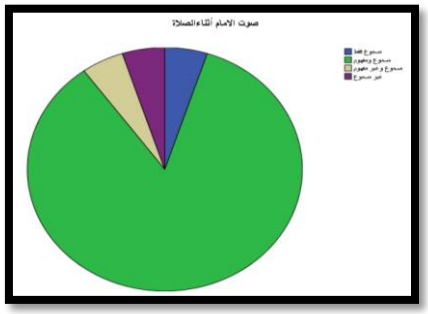
4. **صوت الامام أثناء الصلاة:** كانت إجابات المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول 4-7

البيان	التكرار	النسبة المئوية
مسموع فقط	1	5.0
مسموع ومفهوم	17	85.0
مسموع وغير مفهوم	1	5.0
غير مفهوم	1	5.0
المجموع	20	100

جدول 4-7 : مسموعية الصوت في الصلاة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

يتبين من الجدول (4-7) أعلاه، أن 85%من المستجوبين يرون أن صوت الامام أثناء الصلاة صوتاً مسموعاً ومفهوماً، بينما يري 5%،5%و5%منهم أن الصوت مسموع فقط، مسموع وغير مفهوم وغير مفهوم علي التوالي.



شكل 4-40 : مسموعية الصوت في الصلاة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

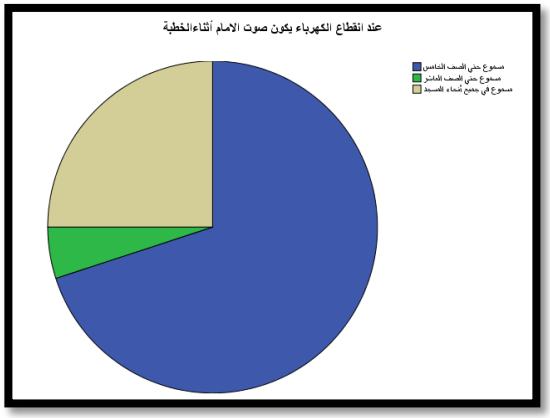
5. عند انقطاع الكهرباء يكون صوت الامام أثناء الخطبة: كانت إجابات المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول 4-8

البيان	التكرار	النسبة المئوية
مسموع حتي الصف الخامس	14	70.0
مسموع حتي الصف العاشر	1	5.0
مسموع في جميع أنحاء المسجد	5	25.0
المجموع	20	100

جدول 4-8 : مسموعية الصوت في الخطبة بدون مكبرات صوت للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول (4-8) أعلاه، يتضح أن 70%من المستجوبين يستطيعون سماع صوت الامام حتي الصف الخامس في حالة انقطاع الكهرباء ويري 5% منهم أنهم يستطيعون سماع صوت الامام حتي الصف العاشر، بينما يري 25% أن الصوت مسموع في جميع أنحاء المسجد.



شكل 4-41 : مسموعية الصوت في الخطبة بدون مكبرات صوت للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

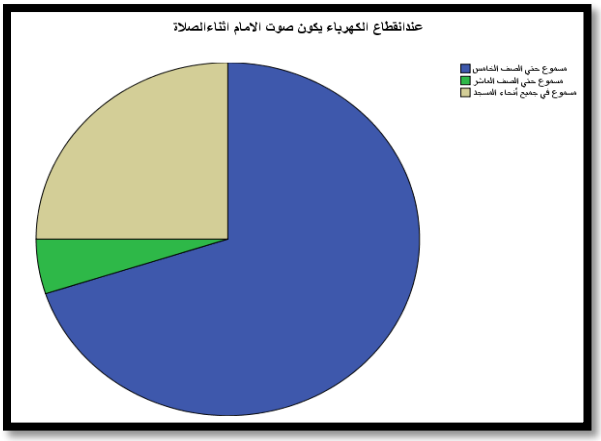
6. عند انقطاع الكهرباء يكون صوت الامام أثناء الصلاة: كانت إجابات المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول 4-9

البيان	التكرار	النسبة المئوية
مسموع حتي الصف الخامس	14	70.0
مسموع حتي الصف العاشر	1	5.0
مسموع في جميع أنحاء المسجد	5	25.0
المجموع	20	100

جدول 4-9 : مسموعية الصوت في الصلاة بدون مكبرات صوت للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول (4-9) أعلاه، يتضح أن 70%من المستجوبين يستطيعون سماع صوت الامام حتي الصف الخامس في حالة انقطاع الكهرباء أثناء الصلاة ويري 5% منهم أنهم يستطيعون سماع صوت الامام حتي الصف العاشر، بينما يري 25% أن الصوت مسموعاً في جميع أنحاء المسجد.



شكل 4-42 : مسموعية الصوت في الصلاة بدون مكبرات صوت للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

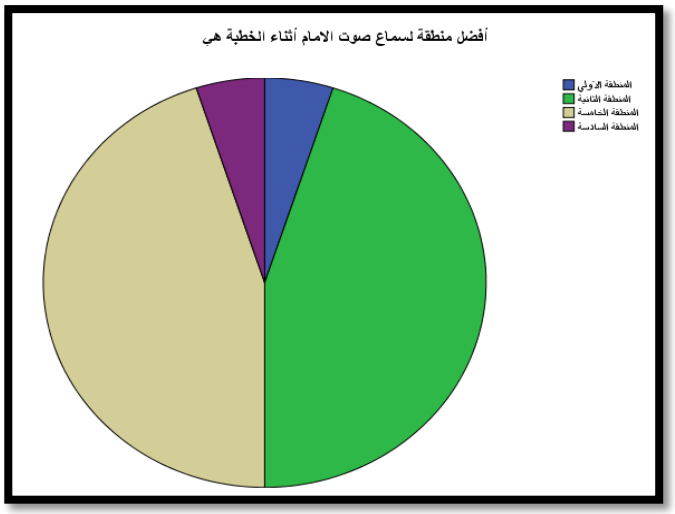
8. ما أفضل منطقة لسماع صوت الامام أثناء الخطبة: كانت إجابات المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول 4-10

البيان	التكرار	النسبة المئوية
المنطقة الأولي	1	5.0
المنطقة الثانية	9	45.0
المنطقة الخامسة	9	45.0
المنطقة السادسة	1	5.0
المجموع	20	100

جدول 4-10 : أفضل منطقة لسماع الخطبة بالنسبة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول (4-10)أعلاه، يري45%من المستجوبين يرون أن المنطقة الثانية هي الأفضل لسماع صوت الامام أثناء الخطبةكما يري45%منهم كذلك أن المنطقة الخامسة هي الأفضل لسماع الصوت، بينما يري5%منهم أن المنطقة الأولي هي الأفضل لسماع الصوت، في كما يري5%منهم أن المنطقة السادسة هي الأفضل لسماع الصوت أثناء الخطبة.



شكل 4-43 : أفضل منطقة لسماع الخطبة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

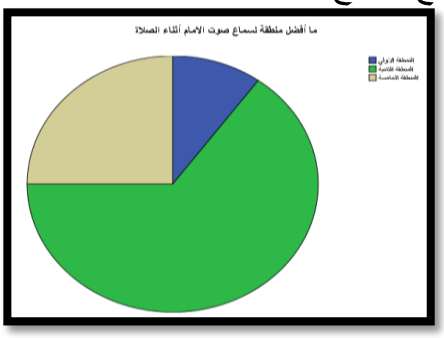
9. ما أفضل منطقة لسماع صوت الامام أثناء الصلاة: كانت إجابات المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول 4-11

البيان	التكرار	النسبة المئوية
المنطقة الأولي	2	10.0
المنطقة الثانية	13	65.0
المنطقة الخامسة	5	25.0
المجموع	20	100

جدول 4-11 : أفضل منطقة لسماع الصلاة بالنسبة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول (4-11)أعلاه، يري 65%من المستجوبين يرون في المنطقة الثانية موقعاً مناسباً لسماع صوت الامام أثناء الصلاة ويري25%منهم في المنطقة الخامسة موقعاً مناسباً لسماع الصوت،كما يري 10%منهم أن المنطقة الأولي أنسب موقع لسماع الصوت.



شكل 4-44 : أفضل منطقة لسماع الصلاة بالنسبة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

9. ما أفضل منطقة تفضل الجلوس عليها داخل المسجد : كانت إجابات المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول 4-12

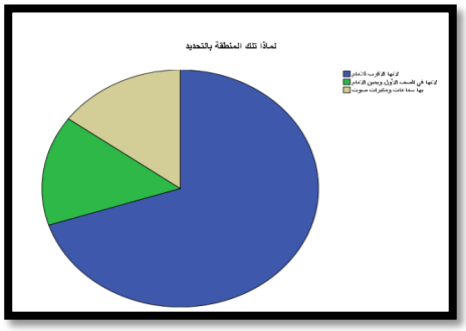
البيان	التكرار	النسبة المئوية
المنطقة الأولي	2	10.0
المنطقة الثانية	13	65.0
المنطقة الخامسة	4	20.0
المنطقة السادسة	1	5.0
المجموع	20	100

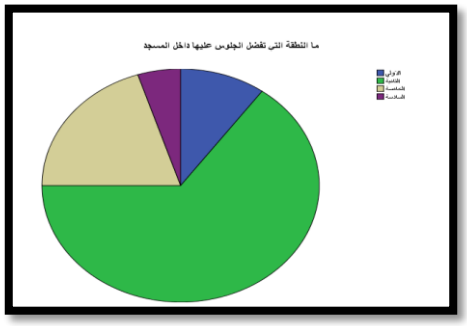
جدول 4-12 : أفضل منطقة يفضلها المصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد جامعة الخرطوم

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول(7-9) أعلاه، يفضل 65% من المستجوبين يفضلون الجلوس في المنطقة الثانية، ويفضل 20%منهم الجلوس في المنطقة الخامسة،كما يفضل 10%منهم الجلوس في المنطقة الأولي، بينما يفضل 5% من المستجوبين الجلوس في المنطقة السادسة.

هذا وتباينت آراءهم في الاجابة علي السؤال الخاص عن سبب تفضيل الجلوس علي تلك المنطقة بالتحديد اتضح أن 70%منهم يفضلون الجلوس علي المنطقة الثانية لأنها الأقرب للإمام، ويفضل 15%منهم الجلوس في المنطقة الثانية الأولي لأنها في الصف الاول ويمين الامام، بينما يفضل 15% منهم الجلوس في بقية المناطق أعلاه للتمكن من سماع الصوت بشكل واضح.





شكل 4-45 : أفضل منطقة يفضلها المصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد جامعة الخرطوم وسبب التفضيل

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

4-5-2 مسجد الخرطوم الكبير :

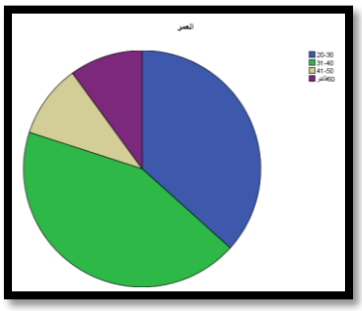
1. العمر: كانت أعمار الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول رقم 4-13

البيان	التكرار	النسبة المئوية
30-20	11	36.7
40-31	13	43.3
50-41	3	10.0
51 فأكثر	3	10.0
المجموع	30	100

جدول 4-13 : أعمار المصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول(4-13) أعلاه، يتبين أن 36.7% من المستجوبين تقع أعمارهم بين 20-30 و 43.3% منهم تقع بين31- 40 و10% أعمارهم تقع بين 41-50 بينما 10% فقط تزيد أعمارهم عن الـــ51سنة.



شكل 4-46 : أعمار المصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

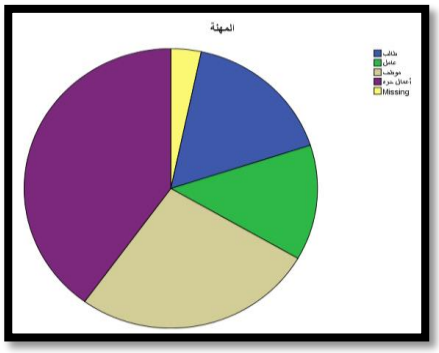
2. **المهنة:** كانت مهن المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول رقم 4-14

البيان	التكرار	النسبة المئوية
طالب	5	16.7
عامل	4	13.3
موظف	8	26.7
أعمال حره	12	40.0
المجموع	29	96.7

جدول 4-14: مهن المصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

يتبين من الجدول(4-14) أعلاه، أن 16.7%ة من المستجوبين هم طلاب و13.3% منهم عمالاً و26.7% منهم موظفين بينما 40%يعملون أعمالا حره.



شكل 4-47 مهن المصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

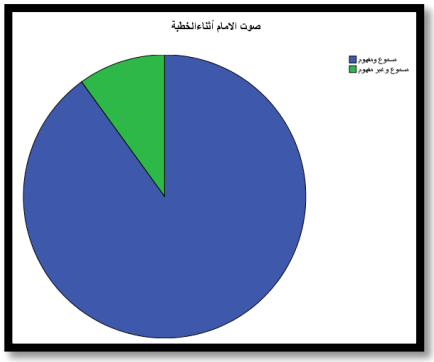
3. صوت الامام أثناء الخطبة: كانت إجابات المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول 4-15

البيان	التكرار	النسبة المئوية
مسموع ومفهوم	27	90.0
مسموع وغير مفهوم	3	10.0
المجموع	30	100

جدول 4-15: مسموعية صوت في الخطبة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول(4-15)أعلاه،يتضح أن 90%من المستجوبين يرون أن صوت الامام أثناء الخطبة صوتاً مسموعاً ومفهوماً بينما يري 10%فقط أن الصوت مسموع لكنه غير مفهوم.



شكل 4-48 : مسموعية صوت في الخطبة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

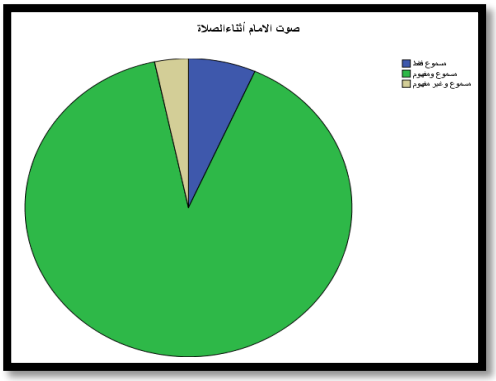
4. صوت الامام أثناء الصلاة: كانت إجابات المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول 4-16

البيان	التكرار	النسبة المئوية
مسموع فقط	2	6.7
مسموع ومفهوم	27	90.0
مسموع وغير مفهوم	1	3.3
المجموع	30	100

جدول 4-16: مسموعية صوت في الصلاة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

يتبين من الجدول (4-16) أن 90%من المستجوبين يرون صوت الامام أثناء الصلاة صوتاً مسموعاً ومفهوماً، بينما يري 6.7%منهم أن الصوت مسموع فقط كذلك يري 3.3% فقط أن الصوت مسموع لكنه غير مفهوم.



شكل 4-49 مسموعية صوت في الصلاة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

5. عند انقطاع الكهرباء يكون صوت الامام أثناء الخطبة: كانت إجابات المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول 4-17

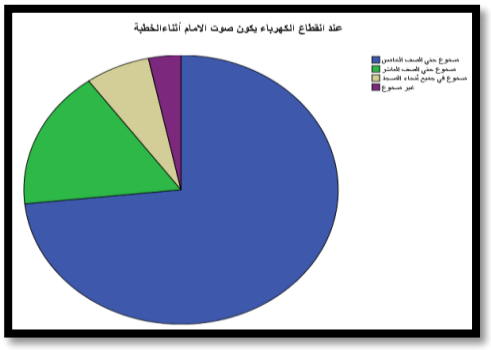
البيان	التكرار	النسبة المئوية
مسموع حتي الصف الخامس	22	73.3
مسموع حتي الصف العاشر	5	16.7
مسموع في جميع أنحاء المسجد	2	6.7
غير مسموع	1	3.3
المجموع	30	100

جدول4-17: مسموعية صوت في الخطبة بدون مكبرات صوت للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول (4-17) أعلاه، يتضح أن 73.7%من المستجوبين يستطيعون سماع صوت الامام حتي الصف الخامس في حالة انقطاع الكهرباء بينما يري 16.7% منهم أنهم يستطيعون سماع صوت الامام

حتي الصف العاشر، ويري 6.7% أن الصوت مسموعاً في جميع أنحاء المسجد، لكن يري 3.3%منهم أن الصوت غير مسموع.



شكل 4-50 مسموعية صوت في الخطبة بدون مكبرات صوت للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

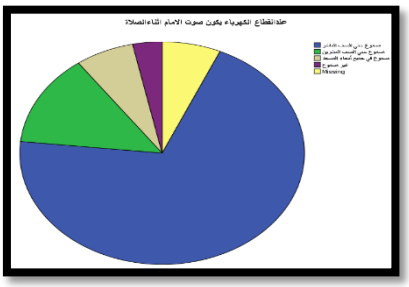
6. عند انقطاع الكهرباء يكون صوت الامام أثناء الصلاة: كانت إجابات المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول 4-18

البيان	التكرار	النسبة المئوية
مسموع حتي الصف الخامس	21	70.0
مسموع حتي الصف العاشر	4	13.3
مسموع في جميع أنحاء المسجد	2	6.7
غير مسموع	1	3.3
المجموع	28	93.3

جدول 4-18: مسموعية صوت في الصلاة بدون مكبرات صوت للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول (4-18) أعلاه، يتضح أن 70%من المستجوبين يستطيعون سماع صوت الامام حتي الصف الخامس في حالة انقطاع الكهرباء أثناء الصلاة بينما يري 13.3% منهم أنهم يستطيعون سماع صوت الامام حتي الصف العاشر، ويري 6.7% أن الصوت مسموعاً في جميع أنحاء المسجد، لكن يري 3.3%منهم أن الصوت غير مسموع في حين لم يجيب 6.7%منهم علي هذا السؤال.



شكل 4-51 : مسموعية صوت في الصلاة بدون مكبرات صوت للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

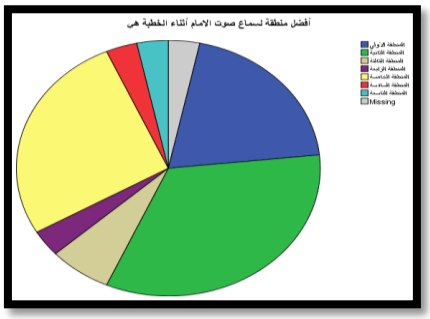
10. ما أفضل منطقة لسماع صوت الامام أثناء الخطبة: كانت إجابات المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول 4-19

البيان	التكرار	النسبة المئوية
المنطقة الأولي	6	20.0
المنطقة الثانية	10	33.3
المنطقة الثالثة	2	6.7
المنطقة الرابعة	1	3.3
المنطقة الخامسة	8	26.7
المنطقة السادسة	1	3.3
المنطقة التاسعة	1	3.3
المجموع	29	96.7

جدول 4-19: أفضل منطقة لسماع الخطبة بالنسبة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول (4-19)أعلاه، يري33.3%من المستجوبين يرون أن المنطقة الثانية هي الأفضل لسماع صوت الامام أثناء الخطبة في ويري26.7%منهم أن المنطقة الخامسة هي الأفضل لسماع الصوت،كما يري20%منهم أن المنطقة الأولي هي الأفضل لسماع الصوت ، في حين يري6.7% و3.3% و3.3% و3.3% منهم أن المنطقة الثالثة، المنطقة الرابعة، المنطقة السادسة والمنطقة التاسعة علي التوالي هي مناطق مفضلة لسماع الصوت، بينما هنالك 3.3% منهم لم يجبوا علي هذا السؤال.



شكل 4-52 أفضل منطقة لسماع الخطبة بالنسبة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

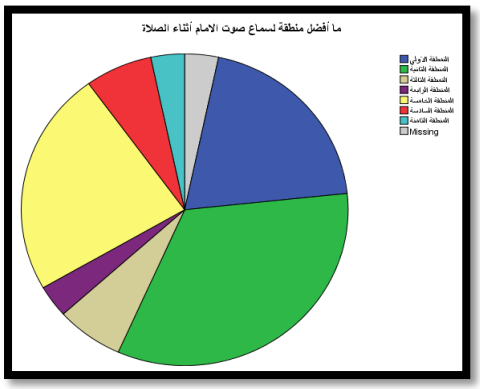
8. ما أفضل منطقة لسماع صوت الامام أثناء الصلاة: كانت إجابات المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول 4-20

البيان	التكرار	النسبة المئوية
المنطقة الأولي	6	20.0
المنطقة الثانية	10	33.3
المنطقة الثالثة	2	6.7
المنطقة الرابعة	1	3.3
المنطقة الخامسة	7	23.7
المنطقة السادسة	2	6.7
المنطقة الثامنة	1	3.3
المجموع	29	96.7

جدول 4-20: أفضل منطقة لسماع الصلاة بالنسبة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول (4-20)أعلاه، يري 33.3%من المستجوبين يرون في المنطقة الثانية موقعاً مناسباً لسماع صوت الامام أثناء الصلاة ويري23.7%منهم في المنطقة الخامسة موقعاً مناسباً لسماع الصوت،كما يري 20%منهم أن المنطقة الأولي أنسب موقع لسماع الصوت، في حين يري6.7% و6.7% في المنطقة الثالثة والمنطقة السادسة علي التوالي موقعاً مناسباً لسماع صوت الامام، كذلك يري 3.3% و3.3% في المنطقة الرابعة والمنطقة الثامنة علي التوالي مناطقاً مناسبةً لسماع الصوت، بينما هنالك 3.3% منهم لم يجبوا علي هذا السؤال.



شكل 4-53 : أفضل منطقة لسماع الصلاة بالنسبة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

11. ما أفضل منطقة تفضل الجلوس عليها داخل المسجد: كانت إجابات المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول 4-21

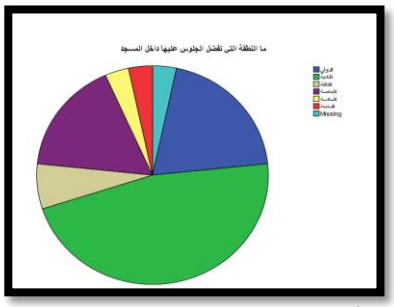
البيان	التكرار	النسبة المئوية
المنطقة الأولي	6	20.0
المنطقة الثانية	14	46.7
المنطقة الثالثة	2	6.7
المنطقة الخامسة	5	16.7
المنطقة السادسة	1	3.3
المنطقة السابعة	1	3.3
المجموع	29	96.7

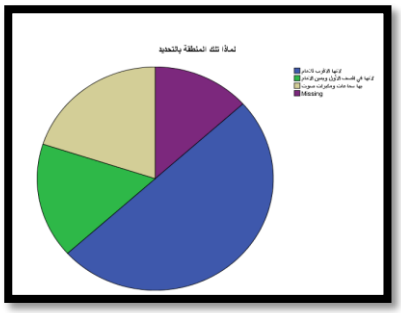
جدول 4-21: أفضل منطقة يفضلها المصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد الخرطوم الكبير

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول(4-21) أعلاه، يفضل 46.7% من المستجوبين يفضلون الجلوس في المنطقة الثانية، ويفضل20%منهم الجلوس في المنطقة الأولي،كما يفضل 16.7%منهم الجلوس في المنطقة الخامسة، بينما يفضل 6.7% من المستجوبين الجلوس في المنطقة الثالثة، في حين يفضل 3.3%و3.3% الجلوس في المنطقة السادسة والسابعة علي التوالي، ولم يجيب 3.3% منهم علي هذا السؤال.

هذا وتباينت آراءهم في الاجابة علي السؤال الخاص بسبب تفضيل الجلوس علي تلك المنطقة بالتحديد اتضح أن 50%منهم يفضلون الجلوس علي المنطقة الثانية لأنها الأقرب للإمام، ويفضل16.7%منهم الجلوس في المنطقة الأولي لأنها في الصف الاول ويمين الامام، بينما يفضل 20% منهم الجلوس في بقية المناطق أعلاه للتمكن من سماع الصوت بشكل واضح، لكن لم يجيب علي هذا السؤال 13.3% من المستجوبين.





شكل 4-54 أفضل منطقة يفضلها المصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد الخرطوم الكبير وسبب التفضيل

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

4-5-3 مسجد شارع 7 بحي العمارات ، الخرطوم:

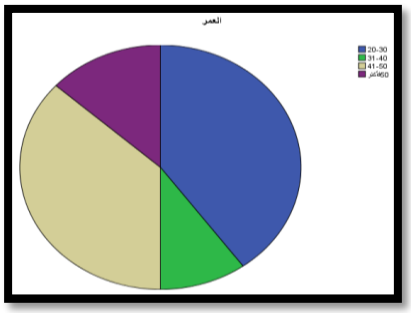
1.العمر: كانت أعمار الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول رقم 4-22

البيان	التكرار	النسبة المئوية
30-20	12	40
40-31	3	10
50-41	11	36.7
51 فأكثر	4	13.3
المجموع	30	100

جدول 4-22: أعمار المصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد شارع 7العمارات

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول(4-22) أعلاه، يتبين أن 40% من المستجوبين تقع أعمارهم بين 20-30 و 10% منهم تقع بين31-40 و 36.7% أعمارهم ما بين الـــ 41-50 بينما 13.3% تزيد أعمارهم عن الـــ51سنة



شكل 4-55 أعمار المصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد شارع 7 العمارات

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

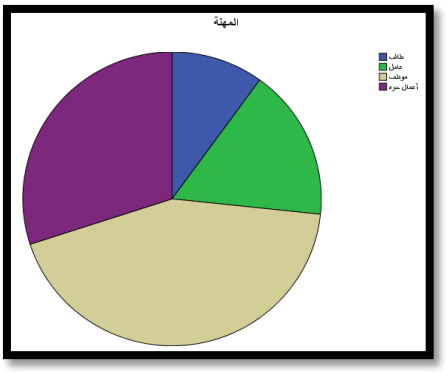
2. **المهنة:** كانت مهن المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول رقم 4-23

البيان	التكرار	النسبة المئوية
طالب	3	10
عامل	5	16.7
موظف	13	43.3
أعمال حره	9	30
المجموع	30	100

جدول 4-23: مهن المصلين الذين تم إستفتائهم مسجد شارع 7 العمارات

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

يتبين من الجدول(4-23) أعلاه، أن 10%ة من المستجوبين هم طلاب و16.7% منهم عمالاً و43.3% منهم موظفين بينما 30%يعملون أعمالاً حره.



شكل 4-54 : مهن المصلين الذين تم إستفتائهم مسجد شارع 7 العمارات

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

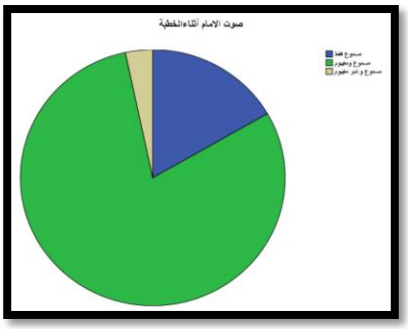
3. صوت الامام أثناء الخطبة: كانت إجابات المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول 4-24

البيان	التكرار	النسبة المئوية
مسموع فقط	5	16.7
مسموع ومفهوم	24	80.0
مسموع وغير مفهوم	1	3.3
المجموع	30	100

جدول 4-24: مسموعية الصوت في الخطبة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد شارع 7 العمارات

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول(4-24)أعلاه،يتضح أن 80%من المستجوبين يرون أن صوت الامام أثناء الخطبة صوتاً مسموعاً ومفهوماً بينما يري 16.7%منهم أن الصوت مسموعاً فقط في حين يري3.3%منهم أن الصوت مسموع لكنه غير مفهوم.



شكل 4-57 : مسموعية الصوت في الخطبة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد شارع 7 العمارات

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

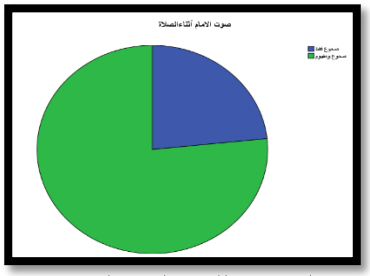
4. صوت الامام أثناء الصلاة: كانت إجابات المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول4-25

البيان	التكرار	النسبة المئوية
مسموع فقط	7	23.3
مسموع ومفهوم	23	76.7
المجموع	30	100

جدول 4-25: مسموعية الصوت في الصلاة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد شارع 7 العمارات

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

يتبين من الجدول (4-25) أن 76.7%من المستجوبين يرون أن صوت الامام أثناء الصلاة صوتاً مسموعاً ومفهوماً، بينما يري 23.3%منهم أن الصوت مسموع فقط.



شكل 4-58 : مسموعية الصوت في الصلاة للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد شارع 7 العمارات

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

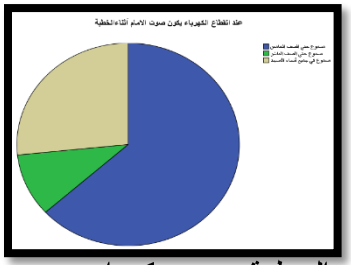
5. عند انقطاع الكهرباء يكون صوت الامام أثناء الخطبة: كانت إجابات المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول 4-26

البيان	التكرار	النسبة المئوية
مسموع حتي الصف الخامس	19	63.3
مسموع حتي الصف العاشر	3	10
مسموع في جميع أنحاء المسجد	8	26.7
المجموع	30	100

جدول 4-26: مسموعية الصوت في الخطبة بدون مكبرات صوت للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد شارع 7 العمارات

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول (4-26) أعلاه، يتضح أن 63.3%من المستجوبين يستطيعون سماع صوت الامام حتي الصف الخامس في حالة انقطاع الكهرباء ويري 10% منهم أنهم يستطيعون سماع صوت الامام حتي الصف العاشر، بينما يري 26.7% أن الصوت مسموع في جميع أنحاء المسجد.



شكل 4-59 : مسموعية الصوت في الخطبة بدون مكبرات صوت للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد العمارات شارع 7 (المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

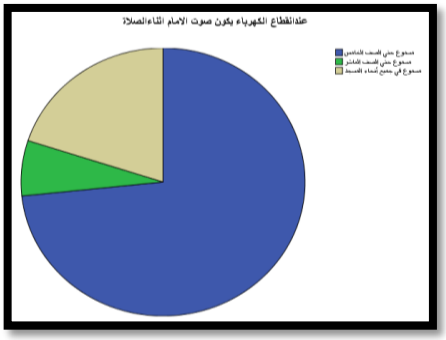
6. عند انقطاع الكهرباء يكون صوت الامام أثناء الصلاة: كانت إجابات المصـــلين الـــذين تـــم إستفتائهم كما يوضح الجدول 4-27

البيان	التكرار	النسبة المئوية
مسموع حتي الصف الخامس	22	73.3
مسموع حتي الصف العاشر	2	6.7
مسموع في جميع أنحاء المسجد	6	20
المجموع	30	100

جدول 4-27: مسموعية الصوت في الصلاة بدون مكبرات صوت للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد شارع 7 العمارات

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول (4-27) أعلاه، يتضح أن 73.3%من المستجوبين يستطيعون سماع صوت الامام حتي الصف الخامس في حالة انقطاع الكهرباء أثناء الصلاة ويري 6.7% منهم أنهم يستطيعون سماع صوت الامام حتي الصف العاشر، بينما يري 20% أن الصوت مسموعاً في جميع أنحاء المسجد.



شكل 4-60 : مسموعية الصوت في الصلاة بدون مكبرات صوت للمصلين الذين تم إستفتائهم بمسجد شارع 7 العمارات

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

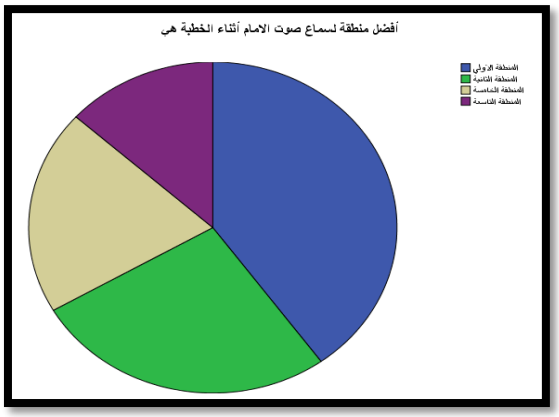
7. ما أفضل منطقة لسماع صوت الامام أثناء الخطبة: كانت إجابات المصلين الذين تم إســـتفتائهم كما يوضح الجدول 4-28

البيان	التكرار	النسبة المئوية
المنطقة الأولي	12	40
المنطقة الثانية	8	26.7
المنطقة الخامسة	6	20
المنطقة التاسعة	4	13.3
المجموع	30	100

جدول 4-28 : أفضل منطقة لسماع الخطبة بالنسبة للمصلين الذين تم إستفتائهم مسجد شارع 7العمارات

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول (4-28)أعلاه، يري40%من المستجوبين يرون أن المنطقة الأولي هي الأفضل لسماع صوت الامام أثناء الخطبة ويري26.7%منهم أن المنطقة الثانية هي الأفضل لسماع الصوت،كما يري20%منهم أن المنطقة االخامسة هي الأفضل لسماع الصوت ، في حين يري13.3منهم أن المنطقة التاسعة هي الأفضل لسماع الصوت أثناء الخطبة.



شكل 4-61 : أفضل منطقة لسماع الخطبة بالنسبة للمصلين الذين تم إستفتائهم مسجد شارع 7العمارات

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

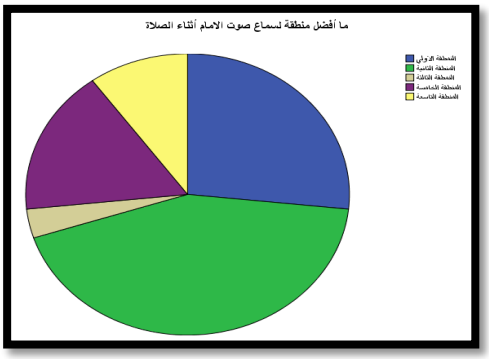
8. ما أفضل منطقة لسماع صوت الامام أثناء الصلاة: كانت إجابات المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول 4-29

البيان	التكرار	النسبة المئوية
المنطقة الأولي	8	26.7
المنطقة الثانية	13	43.3
المنطقة الثالثة	1	3.3
المنطقة الخامسة	5	16.7
المنطقة التاسعة	3	10
المجموع	30	100

جدول 4-29 : أفضل منطقة لسماع الصلاة بالنسبة للمصلين الذين تم إستفتائهم مسجد شارع 7العمارات

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول (4-29) أعلاه، يرى 43.3%من المستجوبين يرون في المنطقة الثانية موقعاً مناسباً لسماع صوت الامام أثناء الصلاة ويرى26.7%منهم في المنطقة الأولي موقعاً مناسباً لسماع الصوت،كما يري 16.7%منهم أن المنطقة الخامسة أنسب موقع لسماع الصوت، ويرى10% منهم أن المنطقة الخامسة أفضل موقع لسماع الصوت، بينما يرى 3.3% منهم أن المنطقة الثالثة هي الأفضل لسماع صوت الامام أثناء الصلاة.



شكل 4-62 : أفضل منطقة لسماع الصلاة بالنسبة للمصلين الذين تم إستفتائهم مسجد شارع 7 العمارات

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

12. ما أفضل منطقة تفضل الجلوس عليها داخل المسجد : كانت إجابات المصلين الذين تم إستفتائهم كما يوضح الجدول 4-30

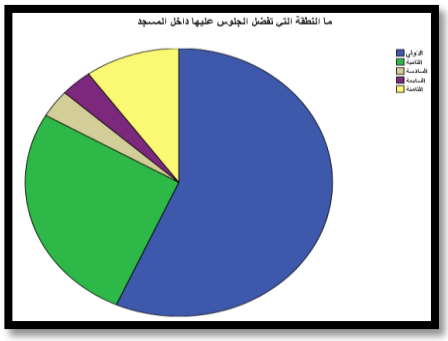
البيان	التكرار	النسبة المئوية
المنطقة الأولي	17	56.7
المنطقة الثانية	8	26.7
المنطقة السادسة	1	3.3
المنطقة السابعة	1	3.3
المنطقة الثامنة	3	10
المجموع	30	100

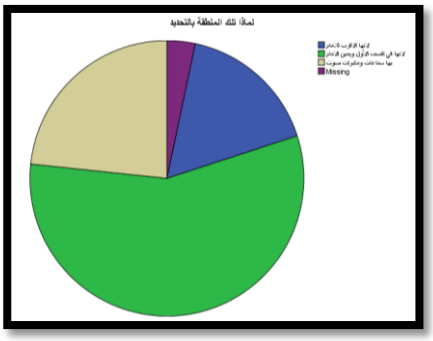
جدول 4-30: أفضل منطقة يفضلها المصلين الذين تم إستفتائهم مسجد شارع 7 العمارات

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول(4-30) أعلاه، يفضل 56.7% من المستجوبين يفضلون الجلوس في المنطقة االاولي، ويفضل26.7%منهم الجلوس في المنطقة الثانية،كما يفضل 10%منهم الجلوس في المنطقة الثامنة، بينما يفضل 3.3%و3.3% من المستجوبين الجلوس في المنطقة السادسة والسابعة هذا السؤال.

هذا وتباينت آراءهم في الاجابة علي السؤال الخاص عن سبب تفضيل الجلوس علي تلك المنطقة بالتحديد اتضح أن 56.7%منهم يفضلون الجلوس علي المنطقة الاولي لأنها في الصف الاول ويمين الامام ، ويفضل16.7%منهم الجلوس في المنطقة الثانية لأنها الأقرب للامام ، بينما يفضل 23.3% منهم الجلوس في بقية المناطق أعلاه للتمكن من سماع الصوت بشكل واضح، في حين لم يجيب علي هذا السؤال 3.3% من المستجوبين.





شكل 4-63 : أفضل منطقة يفضلها المصلين الذين تم إستفتائهم مسجد شارع 7 العمارات وسبب التفضيل

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

4-5-4 مقارنة نتائج المتغيرات مع نوع العينة :

1.العمر مع نوع العينة

الجدول رقم 4-31 يوضح مقارنة أعمار المصلين الذين تم إستفتائهم في الثلاثة مساجد

العمر	نوع العينة			النسبة المئوية
	الجامع الكبير	مسجد العمارات	مسجد جامعة الخرطوم	
30-20	%36.7	%40	%80	%48.8
40-31	%43.3	%10	%15	%23.8
50-41	%10	%36.7	%5	18.8
51 فأكثر	%10	%13.3	-	%8.8
عدد المستجوبين	30	30	20	80

جدول 4-31 : مقارنة العمر مع نوع العينة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

Chi-Square Test

	value	df	Sig
إختبار كآي لبيرسون Pearson Chi-Square	24.155	6	0.000
نسبة ليكلهود الإحصائية Likelihood Ratio	25.034	6	0.000
إختبار الخطية في البيانات الإحصائية Linear-by-Linear Association	4.075	1	0.44
عدد المستجوبين No of Valid Cases	80		

جدول 4-32 : أختبار كاي لمقارنة العمر مع نوع العينة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

النتائج بالجداول (4-31 ،4-32) أعلاه، تمثل اختبار مربع كآي(*) والتي تشير الي وجود فروق ذات دلالة احصائية بين العمر ونوع العينة.

---

*إختبار مربع كآي : هو إختبار إحصائي صمم لتقييم الإنحرافات بين القيم المشاهدة والمتوقعة لفئتين أو أكثر ، إن الحسابات المستخدمة في هذا الإختبار تحول هذه الإنحرافات إلي قيم (وهي قيمة كآي) تعد مقياساً معيارياً لحجم هذه الإنحرافات .

2.المهنة مع نوع العينة

الجدول رقم 4-33 يوضح مقارنة مهن المصلين الذين تم إستفتائهم في الثلاثة مساجد

المهنة	نوع العينة			النسبة المئوية
	الجامع الكبير	مسجد العمارات	مسجد جامعة الخرطوم	
طالب	%17.2	%10	%80	%34.4
عامل	%13.8	%16.7	-	%11.4
موظف	%27.6	%43.3	%20	%31.6
أعمال حره	%41.4	%30	-	%26.6
عدد المستجوبين	29	30	20	79

جدول 4-33 : مقارنة المهنة مع نوع العينة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

Chi-Square Test

	value	df	Sig
إختبار كآي لبيرسون Pearson Chi-Square	35.256	6	.000
نسبة ليكلهود الإحصائية Likelihood Ratio	39.090	6	.000
إختبار الخطية في البيانات الإحصائية Linear-by-Linear Association	17.252	1	.000
عدد المستجوبين No of Valid Cases	79		

جدول 4-34 : إختبار كآي لمقارنة المهنة مع نوع العينة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

النتائج بالجداول(4-33 ، 4-34) أعلاه، تمثل اختبار مربع كآي لاختبار المعنوية الاحصائية والتي تشير الي وجود فروق ذات دلالة احصائية كبيرة بين المهنة ونوع العينة

3.صوت الامام أثناء الخطبة مع نوع العينة

الجدول رقم 4-35 يوضح مقارنة سماع الصوت الإمام أثناء الخطبة بالنسبة المصلين الذين تم إستفتائهم في الثلاثة مساجد

صوت الامام أثناء الخطبة	نوع العينة			النسبة المئوية
	الجامع الكبير	مسجد العمارات	مسجد جامعة الخرطوم	
مسموع فقط	-	%16.7	-	%6.2
مسموع ومفهوم	%90	%80	%85	%85
مسموع وغير مفهوم	%10	%3.3	%15	%8.8
عدد المستجوبين	30	30	20	80

جدول 4-35 : مقارنة صوت الامام أثناء الخطبة مع نوع العينة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

Chi-Square Test

	value	df	Sig
إختبار كآي لبيرسون Pearson Chi-Square	10.462	4	.033
نسبة ليكلهود الإحصائية Likelihood Ratio	12.090	4	.017
إختبار الخطية في البيانات الإحصائية Linear-by-Linear Association	.008	1	. 927
عدد المستجوبين No of Valid Cases	80		

جدول 4-36 : إختبار كآي لمقارنة صوت الامام أثناء الخطبة مع نوع العينة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

النتائج بالجداول(4-35 ، 74-36) أعلاه، تمثل اختبار مربع كآي لاختبار المعنوية الاحصائية والتي تشير الي وجود فروق ذات دلالة احصائية بين صوت الامام أثناء الخطبة ونوع العينة.

4.صوت الامام أثناء الصلاة مع نوع العينة

الجدول رقم 4-37 يوضح مقارنة سماع الصوت الإمام أثناء الصلاة بالنسبة المصلين الذين تم إستفتائهم في الثلاثة مساجد

صوت الامام أثناء الصلاة	نوع العينة			النسبة المئوية
	الجامع الكبير	مسجد العمارات	مسجد جامعة الخرطوم	
مسموع فقط	%6.7	%23.3	%5	%12.5
مسموع ومفهوم	%90	%76.7	%85	%83.8
مسموع وغير مفهوم	%3.3	-	%5	%2.5
غير مسموع	-	-	%5	%1.2
عدد المستجوبين	30	30	20	80

جدول 4-37 : مقارنة صوت الامام أثناء الصلاة مع نوع العينة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

Chi-Square Test

	value	df	Sig
إختبار كآي لبيرسون Pearson Chi-Square	9.190	6	.163
نسبة ليكلهود الإحصائية Likelihood Ratio	9.451	6	.150
إختبار الخطية في البيانات الإحصائية Linear-by-Linear Association	.528	1	. 468
عدد المستجوبين No of Valid Cases	80		

جدول 4- 38 : إختبار كآي لمقارنة صوت الامام أثناء الصلاة مع نوع العينة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

النتائج بالجداول(4-37 ،4-38) أعلاه، تمثل اختبار مربع كآي للمعنوية الاحصائية والتي تشير الي عدم وجود فروق ذات دلالة احصائية بين صوت الامام أثناء الصلاة والمساجد الثلاثة (نوع العينة).

5. مقارنة صوت الامام عند انقطاع الكهرباء أثناء الخطبة مع نوع العينة

الجدول رقم 4-39 يوضح مقارنة سماع الصوت الإمام أثناء الخطبة بدون مكبرات صوت بالنسبة المصلين الذين تم إستفتائهم في الثلاثة مساجد

صوت الامام عند الكهرباء أثناء الخطبة	نوع العينة			النسبة المئوية
	الجامع الكبير	مسجد العمارات	مسجد جامعة الخرطوم	
مسموع حتي الصف الخامس	%73.3	%63.3	%70	%68.8
مسموع حتي الصف العاشر	%16.7	%10	%5	%11.2
مسموع في جميع أنحاء المسجد	%6.7	26.7	%25	%18.8
غير مسموع	3.3	-	-	%1.2
عدد المستجوبين	30	30	20	80

جدول 4-39 : مقارنة صوت الامام عند انقطاع الكهرباء أثناء الخطبة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

Chi-Square Test

	value	df	Sig
إختبار كآي لبيرسون Pearson Chi-Square	7.165	6	.306
نسبة ليكلهود الإحصائية Likelihood Ratio	8.165	6	.226
إختبار الخطية في البيانات الإحصائية Linear-by-Linear Association	.523	1	. 469
عدد المستجوبين No of Valid Cases	80		

جدول 4-40 : إختبار كآي لمقارنة صوت الامام عند انقطاع الكهرباء أثناء الخطبة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

يبين الجداول(4-39 ، 4-40) أعلاه، اختبار مربع كآي للمعنوية الاحصائية والذي يشير الي عدم وجود فروق ذات دلالة احصائية بين صوت الامام عند انقطاع الكهرباء أثناء الخطبة والمساجد الثلاثة (نوع العينة).

6. مقارنة صوت الامام عند انقطاع الكهرباء أثناء الصلاة مع نوع العينة

الجدول رقم 4-41 يوضح مقارنة سماع الصوت الإمام أثناء الصلاة بدون مكبرات صوت بالنسبة المصلين الذين تم إستفتائهم في الثلاثة مساجد

صوت الامام عند الكهرباء أثناء الصلاة	نوع العينة			النسبة المئوية
	الجامع الكبير	مسجد العمارات	مسجد جامعة الخرطوم	
مسموع حتي الصف الخامس	%75	%73.3	%70	%73.1
مسموع حتي الصف العاشر	%14.3	%6.7	%5	%9
مسموع في جميع أنحاء المسجد	%7.1	%20	%25	%16.7
غير مسموع	3.6	-	-	%1.3
عدد المستجوبين	28	30	20	78

جدول 4-41 : مقارنة صوت الامام عند انقطاع الكهرباء أثناء الصلاة مع نوع العينة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

Chi-Square Test

	value	df	Sig
إختبار كآي لبيرسون Pearson Chi-Square	5.793	6	.447
نسبة ليكلهود الإحصائية Likelihood Ratio	6.303	6	.390
إختبار الخطية في البيانات الإحصائية Linear-by-Linear Association	.433	1	. 511
عدد المستجوبين No of Valid Cases	78		

جدول4 -42 : إختبار كآي لمقارنة صوت الامام عند انقطاع الكهرباءعند الصلاة مع نوع العينة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

يبين الجداول(4-41 ، 4-42) أعلاه، اختبار مربع كآي للمعنوية الاحصائية والذي يشير الي عدم وجود فروق ذات دلالة احصائية بين صوت الامام عند انقطاع الكهرباء أثناء الصلاة والمساجد الثلاثة (نوع العينة).

7.مقارنة أفضل منطقة لسماع صوت الامام أثناء الخطبة مع نوع العينة

الجدول رقم 4-43 يوضح المقارنة بين أفضل المناطق لسماع صوت الإمام أثناء الخطبة بالنسبة للمصلين الذين تم إستفتائهم في الثلاثة مساجد

أفضل منطقة لسماع صوت الامام أثناء الخطبة	نوع العينة			النسبة المئوية
	الجامع الكبير	مسجد العمارات	مسجد جامعة الخرطوم	
المنطقة الأولي	%20.7	%40	%5	%24.1
المنطقة الثانية	%34.5	%26.7	%45	%34.2
المنطقة الثالثة	%6.9	-	-	%2.5
المنطقة الرابعة	3.4	-	-	%1.3
المنطقة الخامسة	%27.6	%20	%45	%29.1
المنطقة السادسة	%3.4	-	%5	%2.5
المنطقة التاسعة	%3.4	%13.3	-	%6.3
عدد المستجوبين	29	30	20	79

جدول 4-43 : مقارنة أفضل منطقة لسماع صوت الامام أثناء الخطبة مع نوع العينة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

Chi-Square Test

	value	df	Sig
إختبار كآي لبيرسون Pearson Chi-Square	20.602	12	.057
نسبة ليكلهود الإحصائية Likelihood Ratio	23.629	12	.023
إختبار الخطية في البيانات الإحصائية Linear-by-Linear Association	.270	1	. 603
عدد المستجوبين No of Valid Cases	79		

جدول 4-44 : إختبار كآي لمقارنة أفضل منطقة لسماع صوت الامام عند الخطبة مع نوع العينة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجدول(4-43 ، 4-44) أعلاه، توضح نتائج اختبار مربع كآي للمعنوية الاحصائية وجود بعض الفروق ذات الدلالة احصائية بين أفضل منطقة لسماع صوت الامام في الخطبة والمساجد الثلاثة .

8.مقارنة أفضل منطقة لسماع صوت الامام أثناء الصلاة مع نوع العينة

الجدول رقم 4-45 يوضح المقارنة بين أفضل المناطق لسماع صوت الإمام أثناء الصلاة بالنسبة للمصلين الذين تم إستفتائهم في الثلاثة مساجد

أفضل منطقة لسماع صوت الامام أثناء الصلاة	نوع العينة			النسبة المئوية
	الجامع الكبير	مسجد العمارات	مسجد جامعة الخرطوم	
المنطقة الأولي	%20.7	%26.7	%10	%20.3
المنطقة الثانية	%34.5	%43.3	%65	%45.6
المنطقة الثالثة	%6.9	3.3	–	%3.8
المنطقة الرابعة	3.4	–	–	%1.3
المنطقة الخامسة	%24.1	16.7	%25	%21.5
المنطقة السادسة	%6.9	–	–	%2.5
المنطقة الثامنة	%3.4	–	–	%1.3
المنطقة التاسعة	–	%10	–	%3.8
عدد المستجوبين	29	30	20	79

جدول 4-45 : مقارنة أفضل منطقة لسماع صوت الامام أثناء الصلاة مع نوع العينة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

Chi-Square Test

	value	df	Sig
إختبار كآي لبيرسون Pearson Chi-Square	17.962	14	.209
نسبة ليكلهود الإحصائية Likelihood Ratio	20.689	14	.110
إختبار الخطية في البيانات الإحصائية Linear-by-Linear Association	.667	1	. 414
عدد المستجوبين No of Valid Cases	79		

جدول 4-46 : إختبار كآي لمقارنة أفضل منطقة لسماع صوت الامام أثناء الصلاة مع نوع العينة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

من الجادول(4-45 ، 4-46) أعلاه، توضح نتائج اختبار مربع كآي للمعنوية الاحصائية بعدم وجود فروق ذات دلالة احصائية بين أفضل منطقة لسماع صوت الامام في الصلاة والمساجد الثلاثة .

9.مقارنة أفضل منطقة تفضل الجلوس عليها داخل المسجد مع نوع العينة

الجدول رقم 4-47 يوضح المقارنة بين أفضل المناطق التي يفضلها المصلين الذين تم إستفتائهم في الثلاثة مساجد

أفضل منطقة تفضل الجلوس عليها داخل المسجد	نوع العينة			النسبة المئوية
	الجامع الكبير	مسجد العمارات	مسجد جامعة الخرطوم	
المنطقة الأولي	%20.7	%56.7	%10	%31.6
المنطقة الثانية	%48.3	%26.7	%65	%45.6
المنطقة الثالثة	%6.9	-	-	%2.5
المنطقة الخامسة	%1702	-	20	%11.4
المنطقة السادسة	%3.4	%3.3	%5	%3.8
المنطقة السابعة	%3.4	%3.3	-	%2.5
المنطقة الثامنة	-	%10	-	%3.8
عدد المستجوبين	29	30	20	79

جدول 4-47 : مقارنة أفضل منطقة تفضل الجلوس عليها داخل المسجد مع نوع العينة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

Chi-Square Test

	value	df	Sig
إختبار كآي لبيرسون Pearson Chi-Square	28.858	12	.004
نسبة ليكلهود الإحصائية Likelihood Ratio	34.077	12	.001
إختبار الخطية في البيانات الإحصائية Linear-by-Linear Association	.005	1	. 941
عدد المستجوبين No of Valid Cases	79		

جدول 4-48 : إختبار كآي لمقارنة أفضل منطقة تفضل الجلوس عليها داخل المسجد مع نوع العينة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

الجداول(4-47 ، 4-48) أعلاه، يوضح نتائج اختبار مربع كآي للمعنوية الاحصائية يوضح جود فروق معنوية بالنسبة لأفضل منطقة يفضل المصلي الجلوس عليها داخل المسجد مقرونة بنوع العينة.

10.مقارنة سبب تفضيل منطقة الجلوس تحديداً مع نوع العينة

الجدول رقم 4-49 يوضح المقارنة بين سبب تفضيل الجلوس على المناطق التي فضلها المصلين الذين تم إستفتائهم في الثلاثة مساجد

لماذا تفضل تلك المنطقة بالتحديد	نوع العينة			النسبة المئوية
	الجامع الكبير	مسجد العمارات	مسجد جامعة الخرطوم	
لأنها الأقرب للإمام	57.7	%17.2	%70	%45.3
لأنها بالصف الأول ويمين الأمام	%19.2	%58.6	%15	%33.3
بها سماعات ومكبرات صوت	%23.1	%24.1	%15	%21.3
عدد المستجوبين	26	29	20	75

جدول 4-49 : مقارنة سبب تفضيل منطقة الجلوس تحديداً مع نوع العينة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

Chi-Square Test

	value	df	Sig
Pearson Chi-Square إختبار كآي لبيرسون	18.260	4	.001
Likelihood Ratio نسبة ليكلهود الإحصائية	19.191	4	.001
Linear-by-Linear Association إختبار الخطية في البيانات الإحصائية	.421	1	.516
No of Valid Cases عدد المستجوبين	75		

جدول 4-50 : إختبار كآي لمقارنة سبب تفضيل منطقة الجلوس تحديداً مع نوع العينة

(المصدر: الباحث من الاستقصاء الميداني،2014)

النتائج بالجداول(7-46 ، 7-47) أعلاه، تمثل اختبار مربع كآي لاختبار المعنوية الاحصائية والتي تشير الي وجود فروق ذات دلالة احصائية بين سبب تفضيل الجلوس علي منطقة محددة داخل المسجد ونوع العينة.

6-4 الخلاصة :

من خلال هذه المعلومات التي تم عرضها وتحليلها ، نستنتج من التحليل الوصفي والكمي أن هذه النماذج تتفق في إحتياجها لزيادة مساحة الإمتصاص للترددات الدنيا وتقليل مساحة الإمتصاص للترددات العليا ، لكن هذه المساحة تختلف من نموذج لآخر نسبة لإختلاف مواد التشطيب الداخلي وإختلاف حجم المسجد ؛ فنجد أن مسجد جامعة الخرطوم يحتاج إلي زيادة مساحة الإمتصاص للترددات الدنيا وذلك بمقدار 175 م ^{2} عند تردد 125 هيرتز و 99 م ^{2} عند تردد 500 هيرتز ، وتقليل مساحة الإمتصاص عند الترددات العليا بمقدار 53 م ^{2} عند تردد 2000 هيرتز و 91 م^2 عند تردد 4000 هيرتز . أما مسجد الخرطوم الكبير فإنه يحتاج إلي زيادة مساحة الإمتصاص للترددات الدنيا وذلك بمقدار 463 م ^{2} عند تردد 125 هيرتز و 167 م ^{2} عند تردد 500 هيرتز ، وتقليل مساحة الإمتصاص عند الترددات العليا بمقدار 420 م ^{2} عند تردد 2000 هيرتز و 631 م^2 عند تردد 4000 هيرتز . ومسجد شارع 7 بحي العمارات فهو يحتاج إلي زيادة مساحة الإمتصاص للترددات الدنيا وذلك بمقدار 267 م ^{2} عند تردد 125 هيرتز و 149 م ^{2} عند تردد 500 هيرتز ، وتقليل مساحة الإمتصاص عند الترددات العليا بمقدار 90 م ^{2} عند تردد 2000 هيرتز و 135 م^2 عند تردد 4000 هيرتز . كما نستنتج أن نظام مكبرات الصوت بمسجد جامعة الخرطوم والمسجد الخرطوم الكبير يحتاج إلي صيانة حالية ومراجعة توزيع السماعات نظراً نقص عددها المطلوب ، وبصورة عامة كل النماذج المختارة تحتاج إلي إعادة تصميم نظام مكبرات الصوت نظراً لعدم تصميمه بواسطة جهة مختصة وإنما يعتمد على التجربة فقط .

أما من ناحية التحليل للإحصائي فنجد أنه تختلف أعمار ومهن المصلين في المساجد الثلاثة نسبتاً موقعها والمنطقة التي يخدمها المسجد . أتفق نسبة كبيرة من المصلين بالمساجد الثلاث على أن الصوت بدون إستخدام مكبرات يكون مسموع حتى الصف الخامس ، بينما عند إستخدام المكبرات يكون مسموع ومفهوم. عند تقسيم مساحة المسجد لتسع مناطق ، فضل جزء كبير من المصلين بالإتفاق بالثلاث مساجد على أن المنطقة الثانية والخامسة على التوالي هي الأفضل لسماع الصوت وهي أمام المنبر مباشرة وذلك لقربها من الإمام (مصدر الصوت) ، ونجد الذين فضلوا المناطق الجانبية جزء قليل وكان السبب هو وجود السماعات على الحوائط الجانبية .

الفصل الخامس

الخلاصات والتوصيات

5-1مقدمة:

بعد عرض المعلومات التي تختص بموضوع الدراسة ، وعمل دراسة تحليلية على المساجد المختارة في الفصول السابقة في هذا البحث ، يأتي هذا الفصل ليتناول ملخص لإستنتاجات العامة للتصميم الصوتي للمساجد والإستنتاجات الخاصة بالحالات الدراسية والتوصيات للمساجد عموماً وتوصيات خاصة بالحالات الدراسية وأخرى خاصة بالبحوث والدراسات المستقبلية .

5-2 خلاصة البحث

تتمثل أهمية دراسة الصوتيات في المساجد في أنها فراغ واحد ذو نشاطات متنوعة لها متطلبات صوتية مختلفة ، ويأتي هذا البحث لعرض هذة المشكلة والتوصل لتوصيات لحلها .

وقد ذكر في الفصل الأول من هذا البحث الهدف منه وأهميته ومشكلة البحث والفروض الموضوعة والمنهج المتبع مع تحديد الحدود المكانية وهي مساجد مدن ولاية الخرطوم وحدد الفترة الزمنية له .

ويأتي في الفصل التاني التعرف على المساجد وتصنيفها العام والتصنيف المعماري لها، ويبين الرسائل التي يوصلها المسجد للناس وأهمية خطبة الجمعة . وذكر فيه أيضاً الضوابط المتعلقة بالمساجد الشرعية والتخطيطية والتصميمية ، وتوضيح مكونات المسجد وأهم العناصر الأساسية فيه وتعريف كل منها . وتم أيضاً التعرف على المساجد في السودان بصورة عامة وتاريخها وتوضيح تصميم المسجد التقليدي في السودان ، وأثر المناخ على عمارة المساجد في الخرطوم الكبرى والتعرف على تطور عمارة المساجد في الفترة مابعد السبعينات .

أما الفصل الثالث تم التعرف فيه على الصوت والصوتيات بصورة عامة ، وتوضيح سلوك الصوت داخل الفراغات المغلقة ، وإمتصاص الصوت وخواص المواد الماصة للصوت وطريقة إختيارها وتوزيعها وتركيبها . وتعرف على زمن الإرتداد الفعلي والأمثل وطريقة حسابه رياضياً ، وعرض المشاكل الصوتية في التصميم المعماري والأساليب المعمارية للتحكم في مستوى الصوت .

في الفصل الرابع تم التعرف على صوتيات المساجد وتاريخها والدراسات السابقة في هذا الموضوع ، وتوضيح العوامل المؤثرة على التصميم الصوتي للمساجد والخصائص الصوتية للمساجد مع تبين المعالجات الصوتية لها وتقييم وضوح الحديث فيها ، وتم في نهاية هذا الفصل الخروج بمعايير وموجهات للتصميم الصوتي الخاص بالمساجد .

أما الفصل الخامس فقد وضح المنهجية المتبعة في هذا البحث وذلك من توضيح أسس أختيار الحالات الدراسية وطرق جمع المعلومات والمعوقات التي واجهت الباحثة أثناء جمع المعلومات ، وكذلك تم توضيح كيفية عرض هذه المعلومات وكيفيه تحليلها .

وفي الفصل السادس تم عرض معلومات البحث الميداني للحالات الدراسية المختارة وهي : مسجد جامعة الخرطوم ومسجد الخرطوم الكبير ومسجد بحي العمارات شارع 7 وعمل التحليل الصوتي لها . فقد ذكر في هذا الفصل نبذة تعرفية للمساجد السابقة وتوضيع مواقعها الجغرافية وعمل الدراسة الصوتية لها من خلال عرض الرسومات المعمارية والصور وتحليلها وصفياً ، وحساب زمن الإرتداد الفعلي والأمثل للصوت للوصول إلي مساحات إمتصاص الصوت المطلوبة وتحليل كل ذلك رياضياً بإستخدام المعادلات الرياضية .

وفي الفصل السابع تم عرض معلومات البحث الميداني للحالات الدراسية التي ذكرت سابقاً وعمل التحليل الإحصائي لها ، فقد قامت الباحثة توزيع أسئلة إستبيان على المصلين في المساجد المختارة وتحليل إجاباتهم إحصائياً لتحديد مدى مسموعية ووضوح الصوت داخل المسجد عند إستخدام مكبرات الصوت وبدون إستخدام مكبرات للصوت سواء كان للخطبة أو الصلاة .

5-3 الخلاصات

5-3-1 خلاصات الإستنتاجات العامة :

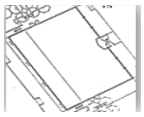
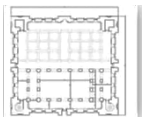
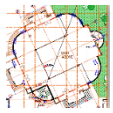
1. معظم المساجد الكبيرة لم يتم عمل دراسة صوتية و تصميم صوتي لها .
2. عند التصميم المعماري للمساجد غالباً لا تراعى الناحية الصوتية وخاصة سلوك الصوت داخل الفراغ ، لذلك يكون التصميم المعماري رائع لكن عدمدراسة التصميم الصوتي تؤدي إلي خلل في الأداء الوظيفي للمسجد .
3. عدم وجود مهندس صوت أو فني في كل مسجد مما أدى إلى صعوبة حل مشاكل نظام مكبرات الصوت في وقتها .
4. خلل نظام مكبرات الصوت في جميع المساجد نتيجة لعدم وجود جهة مختصة في التصميم الصوتي للمساجد تساعد على تصميم نظام مكبرات الصوت بأسلوب علمي ، حتى الشركات الموجودة تعمل بأسلوب التجربة الشخصية فقط .

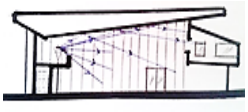
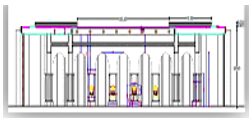
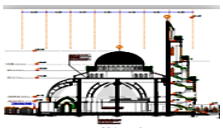
5-3-2 خلاصات الإستنتاجات الخاصة بنماذج الدراسة :

توضح الجداول رقم 5-1 إلي 5-2 ملخصات الإستنتاجات الخاصة بنماذج الدراسة (من المواصفات المعمارية : جدول 5-1) ، والإستنتاجات الخاصة بنماذج الدراسة (من التحليل الكمي : جدول 5-2) وقد تم تصميم هذه الجداول بصورة تسهل وتلخص الإستنتاجات بحيث تشمل المزايا والعيوب لأشكال الفراغات بالنسبة للنماذج . أما بالنسبة للتحليل الكمي فالجدول رقم 5-2 يوضح الترددات وزمن الإرتداد الفعلي والأمثل لكل نموذج من نماذج الدراسة وكذلك كمية الإمتصاص المطلوب إضافتها أو إزاحتها ، حسب كل حالة ونموذج .

5-3-2-1 خلاصات الإستنتاجات الخاصة بنماذج الدراسة : من المواصفات المعمارية

جدول 5-1 : خلاصات الإستنتاجات الخاصة بنماذج الدراسة : من المواصفات المعمارية (المصدر : الباحث

شكل فراغ المسجد	المسقط الأفقي		
	جامعة الخرطوم 	الخرطوم الكبير 	العمارات شارع 7 
المزايا	- المستطيل يحقق الشرط الشرعي لطول صفوف الصلاة - قصر المسافة من المنبر والمحراب لآخر صف يساعد على وصول الصوت للصفوف الخلفية بصورة جيدة - تقليل الركائز الداخلية ساعد على الإنتشار الجيد الصوت	- يتميز الشكل المربع بتوزيعة الجديد للصوت في جميع أنحاء الفراغ لا صفوف المصلين تنحصر في زاوية أنتشار الصوت بشرط ان لا تكون هنالك ركائز داخلية	- الشكل المربع أفضل من المستطيل من ناحية صوتية كما ذكر سابقاً - تقويس الأركان أدى إلي تفادي بلبة الصوت الناتجة من الإنعكاسات على الأركان - الأقواس ذات القطر الكبير ساعدت على تقليل طول ضلع المربع مما ساعد على تفادي الصدى المتأخر وأدى إلي توزيع جيد للصوت وتفادي البؤر الصوتية التي تنتج من الأنعكاسات على السطح المحدب - تقليل الركائز الداخلية ساعد على الإنتشار الجيد الصوت
العيوب	عدم وصول الصوت بطريقة جيدة لصفوف المصلين الجانبية وذلك لأنها تقع خارج نطاق زاوية إنتشار الصوت	- الصوت الساقط على أركان المربع يحدث إنعكاسات تؤدي إلى بلبلة في الصوت - كثرة الأعمدة الداخلية ومقطعها الكبير أدى إلي صعوبه أنتشار الصوت وإنتقاله داخل الفراغ	- قطر الركائز الكبير أدى إلي إعاقة النظر والصوت يتبع الرؤية ولكن ليس بصورة كبيرة

شكل فراغ المسجد	القطاع الرأسي		
	جامعة الخرطوم 	الخرطوم الكبير 	العمارات شارع 7 
المزايا	- السقف المائل أفضل لتوزيع الصوت فهو يساعد على عكسه للصفوف الخلفية مما يؤدي إلي تقوية الصوت فيها كما ساعد على عكس الصوت لمنطقة أعلى الشرفة - تقليل بروز الشرفة بجعلها بارزة من الخلف أدى إلي تقليل منطقة ظل الصوت أسفل الشرفة - يمكن توزيع السماعات على السقف لعدم وجود قبة	- السقف المستوي أفضل في المساحات الصغيرة ولا يسبب مشاكل صوتية تذكر - يسهل فيها توزيع السماعات بدلاً من توزيعهاعلى الحوائط وبذلك نحصل على توزيع أفضل ومنتظم للصوت في جميع أنحاء المسجد	- القبة تسبب مشاكل صوتية مثل الصدى وحيود الصوت ولكن في هذا النموزج إرتفاع القبة الكبير 20 متر أدى إلى إخماد جزء كبير من الصوت قبل وصوله لسطحها وبذلك تم تجنب مشاكل القبة الصوتية لحد منها - ساعدت أقواس الأقبية المتقاطعة على توزيع الصوت بصورة أفضل نسبة لتشتت الصوت المنعكس من حوافها - عمل الشرفة على شكل U ساعد على تقليل منطقة ظل الصوت أسفل الشرفة
العيوب	- زاوية ميلان السقف غير مدروسة صوتياً مما تسبب في حدوث إنعكاسات غير مرقوبه تسبب مشاكل الصدى وبلبلة الصوت	- لأن الفراغ كبير فالسقف المستوى لا يساعد على التوزيع الجيد للصوت - الأعمدة والأقواس الداخلية أدت إلي إعاقة مسار الصوت مسببه مشكلة حيود الصوت مما حد من التوزيع الجيد للصوت	- يصعب توزيع السماعات على السقف إلا في المنطقة أسفل الشرفة لأن سقفها مستوي - القبة عادتاً تسبب مشاكل صوتية لذلك يجب دراسة إرتفاعها وقطرها لتجنب مشاكلها الصوتية

تابع جدول 5-1 : خلاصات الإستنتاجات الخاصة بنماذج الدراسة : من المواصفات المعمارية (المصدر : الباحث)

5-3-2-2 خلاصات الإستنتاجات الخاصة بنماذج الدراسة : من التحليل الكمي

بند الدراسة	مسجد جامعة الخرطوم				مسجد الخرطوم الكبير				مسجد العمارات شارع 7			
الترددات بالهيرتز	125 هيرتز	500 هيرتز	2000 هيرتز	4000 هيرتز	125 هيرتز	500 هيرتز	2000 هيرتز	4000 هيرتز	125 هيرتز	500 هيرتز	2000 هيرتز	4000 هيرتز
زمن الإرتداد الفعلي للصوت بالثانية	**2.7** ثانية	**1.4** ثانية	**1.11** ثانية	**1.05** ثانية	**3.8** ثانية	**1.9** ثانية	**1.3** ثانية	**1.2** ثانية	**3.2** ثانية	**1.67** ثانية	**1.27** ثانية	**1.21** ثانية
زمن الإرتداد الأمثل للصوت بالثانية	**1.7** ثانية	**1.2** ثانية	**1.2** ثانية	**1.2** ثانية	**2.3** ثانية	**1.7** ثانية	**1.7** ثانية	**1.7** ثانية	**1.9** ثانية	**1.4** ثانية	**1.4** ثانية	**1.4** ثانية
كمية مساحة الإمتصاص المطلوب إضافتها بالمتر المربع (علامة السالب تعني المساحة المطلوب إزاحتها)	**175** $م^2$	**99** $م^2$	**-53** $م^2$	**-91** $م^2$	**463** $م^2$	**167** $م^2$	**-420** $م^2$	**-631** $م^2$	**267** $م^2$	**149** $م^2$	**-90** $م^2$	**-135** $م^2$
حجم الشخص بالمتر المكعب (الحجم الأمثل 2.8-4.9)	7 $م^3$				9.5 $م^3$				8 $م^3$			

جدول 5-2 : يوضح خلاصات الإستنتاجات الخاصة بنماذج الدراسة : من التحليل الكمي

(المصدر : الباحث)

من المقارنة بالجدول رقم 5-2 نستنتج الأتي :

2-في مسجد جامعة الخرطوم

- نجد أن مساحة الإمتصاص للترادات الدنيا أقل من المطلوب بمقدار 175 $م^2$ لتردد 125 هيرتز و99 $م^2$ عند تردد500 هيرتز .

- مساحة الإمتصاص للترادات العليا أكبر من المساحة المطلوبة بمقدار 53 م^2 عند تردد 2000 هيرتز و91 م^2 عند تردد 4000 هيرتز .

3- في مسجدالخرطوم الكبير

- نجد أن مساحة الإمتصاص للترادات الدنيا أقل من المطلوب بمقدار 463 م^2 لتردد 125 هيرتز و167 م^2 عند تردد500 هيرتز .
- مساحة الإمتصاص للترادات العليا أكبر من المساحة المطلوبة بمقدار 420 م^2 عند تردد 2000 هيرتز و631 م^2 عند تردد 4000 هيرتز .

4- في مسجد شارع 7 بحي العمارات

- نجد أن مساحة الإمتصاص للترادات الدنيا أقل من المطلوب بمقدار 267 م^2 لتردد 125 هيرتز و149 م^2 عند تردد500 هيرتز .
- مساحة الإمتصاص للترادات العليا أكبر من المساحة المطلوبة بمقدار 90 م^2 عند تردد 2000 هيرتز و135 م^2 عند تردد 4000 هيرتز .

5- هذه الزيادة والنقصان في مساحة الإمتصاص المطلوبة نتيجة ازيادة زمن الإرتداد الفعلي عن الأمثل عند الترددات الدنيا ونقصان زمن الإرتداد الفعلي عن الأمثل عند الترددات العليا ، وذلك لعدم دراسة حجم الشخص الأمثل المطلوب ، وعدم عمل دراسة صوتية لسلوك الصوت داخل الفراغ وأستخدام المواد الماصة المناسبة بطريقة متوازنة .

6- نجد أن النتيجة العامة متشابهه في الثلاثة مساجد بالنسبة لزمني الإرتداد الفعلي والأمثل وكذلك مساحات الإمتصاص المطلوبة ، لكن إختلفت القيمة العددية من مسجد لآخر نسبة لإختلاف تصميم وحجم المساجد وتباين المواد المستخدمة في تشطيب الأسطح الداخلية للمساجد .

5-3-2-3 خلاصات الإستنتاجات الخاصة بنماذج الدراسة : من تحليل النواحي النوعية وإستجابة المصلين :

1. معظم أعمار المصلين في المساجد المختارة تتراوح من 20 – 40 سنة لذلك نسبة خيار أن الصوت مسموع ومفهوم كبيرة لأن هذه الفئة العمرية ليس لها مشاكل سمع مثل الفئة العمرية الأكبر فعامل السن يؤثر على سماع الصوت .
2. بدون إستخدام مكبرات نجد أن الصوت أثناء الخطبة والصلاة مسموع حتى الصف الخامس للمصلين في المساجد الثلاث .
3. أتفق المصلين في الثلاثة مساجد أن أفضل مكان لسماع الصوت هي المنطقة (الثانية والخامسة) أمام المنبر مباشرةً ووسط المسجد ، وأستبعد المصلين المناطق الجانبية خاصةً في مسجد جامعة الخرطوم فقد كانت نسبة الإسبعاد أكبر نظراً لشكله المستطيل الذي يحول دون وصول الصوت لتلك المناطق .
4. يفضل المصلين المنطقة (الأولى) يمين الإمام لضوابط شرعية وليس لأنها الأفضل لسماع الصوت .
5. أتفق المصلين في الثلاثة مساجد أن أفضل مكان لسماع الصوت هي المناطق الأمامية والوسطى بصورة عامة ، لأسباب منها قربها من الإمام (مصدر الصوت) ومنهم نسبة قليلة فضلت المناطق الجانبية ونجد أن السبب وجود السماعات بها . من ذلك نستنتج أنه إذا كان تم توزيع الصوت بصورة منتظمة في جميع أنحاء المسجد لما فضل المصلين مناطق دون الآخرى .

5-4 التوصيات

5-4-1 التوصيات العامة : للمساجد عموماً

1. بصورة عامة عدم دراسة التصميم الصوتي عند مرحلة التصميم المعماري تؤدي إلي مشاكل صوتية يصعب حلها بعد تشييد المسجد ؛ لذلك لابد من عمل دراسة صوتية للمساجد قبل تنفيذها .
2. لابد من أختيار شكل المسقط الأفقي المناسب صوتياً عند تصميم المسجد ,الذي يساعد على إنتشار وتوزيع الصوت بطريقة سليمة ، فمثلاً الشكل المستطيل يعتبر من أحد الضوابط الشرعية لكن في المساجد الكبيرة يسبب مشاكل صوتية كثيرة وخاصة في الصفوف الجانبية الأمامية إذ أنها تكون خارج نطاق مسار الصوت الصادر من الخطيب ؛ لذا فإن إختيار شكل مسقط الأفقي يخدم الحلول الصوتية .
3. . يفضل إستخدام أسلوب إنشائي يسمح بتغطية فراغ بيت الصلاة دون إستخدام ركائز داخلية أو أقل عدد منها ، ليساعد على إنتقال وتوزيع الصوت بصورة جيدة داخل الفراغ .
4. يجب أن يكون حجم فراغ المسجد أقل مايمكن لأنه يستخدم للحديث فقط وبالتالي يجب أن يكون زمن إرتداد الصوت أقل مايمكن ، أي يكون حجم الشخص 2.8 – 4.9 متر ^{3} وهو الحجم الأمثل .
5. الموازنة من ناحية صوتية بين أرتفاع وشكل السقف ، وكذلك تجنب الجدران المقعرة لأنها تؤدي إلي تكوين بؤر صوتية وأيضا دراسة قطر الجدران المحدبة لأنها قد تؤدي إلي إنعكاسات متكررة ينتج عنها بلبلة في صوت الحديث .
6. دراسة سلوك الصوت داخل الفراغ خاصةً إذا كان السقف غير مستوى أو به قبة أو ذو تصميم مختلف ، و عمل معالجات صوتية بإستخدام المواد الماصة المناسبة للمناطق التي تسبب الصدى ، فيجب عمل فراغات رنانة على سطح القبة الداخلي وعلى أركان فراغ المسجد وعمل مادة ماصة مركبة على الجدران الخلفي لتجنب الصدى المتأخر .

7. إستخدام دمج من المواد الماصة في التشطيب الداخلي لتعديل زمن إرتداد الصوت وخاصاً في منطقة المنبر والمحراب لأنها احياناً تكون بارزة واحياناً تكون على شكل تجويف ؛ لذلك تتختلف معالجاتها الصوتية .
8. يحدد إرتفاع المنبر حسب إرتفاع فراغ المسجد والمسافة من المنبر إلي آخر صف من صفوف المصلين ، فكلما زادت هذة المسافة زاد إرتفاع المنبر لتحسين إنتشار الصوت وتوزيعه لأن مسار الصوت يتبع مسار الرؤية .
9. عمل نظام لتكبير الصوت بطريقة علمية مع توزيع السماعات على السقف بدلاً من الحوائط.
10. لابد من وجود فني صوتيات مختص في صوتيات المساجد في كل مسجد بصورة دائمة وخاصة ً المساجد الكبيرة .
11. عمل دراسة صوتية للمساجد الكبيرة حالياً وإعادة تصميمها الداخلي بحيث يخدم نتائج الدراسة الصوتية .
12. . لابد من إستخدام مكبرات صوت في المساجد الكبيرة لذلك لابد أن تكون هنالك جهه مختصة بتصميم نظام مكبرات الصوت بأسلوب علمي وليس تجريبي علماً بأن هذا العلم هو من العلوم المتطورة دائماً لذلك لابد من مواكبته للإستفادة من الأساليب الجديدة في تكبير وتوزيع الصوت بصورة ممتازة داخل المسجد .

5-4-2 توصيات خاصة بنماذج الدراسية :

1. مسجد جامعة الخرطوم

- لتفادي عيوب الشكل المستطيل في مسجد جامعة الخرطوم لابد من إعادة التصميم الداخلي للسقف والحوائط الجانبية لتساعد في توزيع ووضوح الصوت في المناطق الجانبية وذلك بواسطة التشكيل وإستخدام المواد العاكسة للصوت .
- العمل على تعديل زمن الإرتداد الفعلي لتحقيق زمن الإرتداد الأمثل للصوت ، وذلك بعمل معالجة للأسطح الداخلية بالألواح الماصة لأن معامل إمتصاصها مرتفع للترددات الدنيا ، وتقليل الأسطح التى معامل إمتصاصها مرتفع للترددات العالية .

- معالجة الأركان بالفراغات الماصة للصوت .
- عمل معالجات بقدر الإمكان لتقليل حجم الشخص للوصول للحجم الأمثل .
- إعادة تصميم نظام مكبرات الصوت بواسطة مختصين في هذا المجال ، ويفضل توزيع السماعات على السقف لتوزيع الصوت بطريقة منتظمة .
- تعين موظف ثابت مختص بصوتيات المساجد .

2. مسجد الخرطوم الكبير

- يفضل تقليل عدد الأعمدة الداخلية وتقليل مساحة مقطعها ، لكن هو يعد حالياً ضمن الآثار لذلك يصعب تغيير تصميمه ويمكن الإعتماد على مكبرات الصوت.
- معالجة الأركان بالفراغات الماصة للصوت .
- العمل على تعديل زمن الإرتداد الفعلي لتحقيق زمن الإرتداد الأمثل للصوت ، وذلك بعمل معالجة للأسطح الداخلية بالألواح الماصة لأن معامل إمتصاصها مرتفع للترددات الدنيا ، وتقليل الأسطح التى معامل إمتصاصها مرتفع للترددات العالية .
- يفضل تقليل حجم الشخص للوصول للحجم الأمثل لكن المسجد يعد من الآثار حالياً .
- إعادة تصميم نظام مكبرات الصوت بواسطة مختصين في هذا المجال ، ويفضل توزيع السماعات على السقف لتوزيع الصوت بطريقة منتظمة ، ويمكن توزيعها على الأقواس أيضاً.
- تعين موظف ثابت مختص بصوتيات المساجد .

3. مسجد شارع 7 بحي العمارات

- العمل على تعديل زمن الإرتداد الفعلي لتحقيق زمن الإرتداد الأمثل للصوت ، وذلك بعمل معالجة للأسطح الداخلية بالألواح الماصة لأن معامل إمتصاصها مرتفع للترددات الدنيا ، وتقليل الأسطح التى معامل إمتصاصها مرتفع للترددات العالية .
- معالجة أركان فراغ المسجد والأسطح المقعرة والقبة بمواد ماصة مناسبة مثل البياض الصوتي والفراغات الرنانة .
- العمل بقدر الإمكان على تقليل حجم الشخص للحجم الأمثل .
- زيادة إرتفاع المنبر ليتناسب مع إرتفاع فراغ المسجد .

- إعادة تصميم نظام مكبرات الصوت بواسطة مختصين في هذا المجال ، يفضل توزيع السماعات على السقف ونسبة لوجود القبة والأقبية في هذا المسجد يمكن توزيع السماعات على السقف للمناطق أسفل الشرفة لأن السقف بها مستوي وبقية المناطق توزع على الحوائط والأعمدة ، لتوزيع الصوت بطريقة منتظمة .
- تعين موظف ثابت مختص بصوتيات المساجد لكل مسجد من المساجد الثلاث .

5-4-3 توصيات خاصة بالبحوث والدراسات المستقبلية :

1. دراسة لوضع لوائح وقوانين للتصميم الصوتي للمساجد ضمن قوانين التصميم المعمارى الموجودة للمساجد .
2. دراسة لعمل خرط تصميمية لنظام مكبرات الصوت المستخدم في المسجد ضمن الخرط المعمارية والتنفيذية كما هو الحال للخدمات الآخرى مثل لإضاءة والتكييف .
3. عمل بحوث في التصميم الصوتي للمساجد بإستخدام برامج المحأكاة بواسطة الكمبيوتر مثل برنامج ecotect .
4. العمل على تطوير الكفاءات الفنية للعاملين والفنيين والمختصين في التصميم الصوتي بالتدريب والدورات العلمية والإستفادة من تجارب الدول الآخرى في التصميم الصوتي للمساجد خاصة.
5. الإهتمام بدراسة العمارة الإسلامية وخاصة تصميم المساجد لطلاب العمارة بالجامعات السودانية مع التركيز على التصميم الصوتي اها لزيادة الوعى وتوضيح أهمية التصميم الصوتي للمساجد لأنه في الغالب يتم التركيز على التصميم الصوتي للقاعات بأنواعها فقط .
6. تكاتف الأيدي والعقول والأفكار من المسلمين خاصة والباحثين والمهندسين للعمل على وضع بحوث علمية تختص بالدراسات الصوتية للمساجد .

المراجع :

المراجع العربية :

1- حسن ، سعود صادق: الإضاءة والصوتيات في العمارة / جامعة الملك سعود / المملكة العربية السعودية 2007 .

2- حسين ، حسين مؤنس : المساجد / المجلس القومي للثقافة والفنون والآداب / الكويت 1990 .

3- نيو فريرت : عناصر التصميم المعماري ، الطبعة الثالثة ، 2003

4- شحادة ، زياد محمد : أثر التصميم العمراني على تفعيل دور المسجد في قطاع غزة بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) / الجامعة الإسلامية / غزة / رسالة ماجستير 2010 .

5- عبدالله الجوهري ، أسامة بن محمد نور : الأطر التصميمية المتبعة في تصميم المساجد / جامعة الملك سعود / المملكة العربية السعودية 1422 هـ .

6- صفاء الدين حسين ، رضاب أحمد محمود : أثر التقانة المعلوماتية في توفير الراحة الصوتية في قاعات المعارض بإستخدام برنامج Ecotect ، 2013

7- سليمان ، سوزان مصطفى : كفاءة الآداء الصوتي في قاعات المسارح / جامعة البنات الأردنية / الأردن 2011

8- مجلة الأنبار للعلوم الهندسية ، دراسة بعض المتغيرات الأساسية في القاعات الكلامية لتحديد كفاءة أدائها الصوتي ، المجلد (1) ، العدد (2) ، 2008 .

9- جمال محمود : عمارة المساجد في السودان ، ندوة عمارة المساجد / جامعة الملك سعود / المملكة العربية السعودية 1999.

10- عبد الله بشير : تأثير تنوع إمتصاص الصوت بواسطة الجمهور على خصائص التردد (الذبذبة الصوتية) في المسجد ، ندوة عمارة المساجد / جامعة الملك سعود/ المملكة العربية السعودية 1999 .

11- آبادي، الفيروز: القاموس المحيط، دار الكتب العلمية/ بيروت/ الطبعة الثانية، 1999م

12- الزركشي، بدر الدين: أعلام الساجد بأحكام المساجد/ مطبوعات المجلس الأعلى للشؤون الإسلامية/ القاهرة1982 م.

13- الصغير، فالح: المشروع والممنوع في المسجد/ وزارة الأوقاف / الرياض1998

14- البخاري، محمد: ، صحيح البخاري/ دار الأرقم للنشر والتوزيع/ الطبعة الأولى، تحقيق محمد تميم1993.

15- الترمذي، محمد: سنن الترمذي/دار المعرفة للنشر/ الطبعة الأولى، تحقيق خليل مأمون شيحا 2002

16- فرحان، إسحاق: التربية الإسلامية بين الأصالة والمعاصرة/ دار الفرقان/ الأردن1983.

17- التبريزي، ولي الدين (تحقيق الألباني): . مشكاة المصابيح، المكتب الإسلامي للنشر، دمشق1961 م.

18- الحريقي، فهد: ، إحياء دور المسجد في تشكيل النسيج العمراني وتأكيد هوية المدينة الإسلامية 1999 م

19- المعاصرة، ندوة عمارة المساجد، جامعة الملك سعود، الرياض.

20- منشورات لجنة تحديث وإعمار مسجد الخرطوم الكبير ، 2013 .

21- الخضيري، إبراهيم: أحكام المساجد في الشريعة الإسلامية، الجزء الثاني، مطبعة وزارة الشئون الإسلامية والأوقاف والدعوة والإرشاد/السعودية/ الطبعة الأولى1998.

22- الدرويش، احمد بن عبد الرزاق: فتاوى اللجنة الدائمة للبحوث العلمية والإفتاء، الطبعة الأولى/الرياض/ مكتبة المعارف 1997 م.

23- الزيارات الميدانية للجهات المختصة بموضوع الدراسة وللمساجد المختارة للدراسة .

24- شبكة الإنترنت :

1. منتديات معماري www.memare.com

2. منتديات الهندسة www.alhandasa.net

3. مؤسسة العمارة الإسلامية، المكتبة الرقميةhttp://archnet.org/library/sites/one

4.محرك البحث www.google.com

5. الموسوعة المعرفية الشاملة على الانترنت

http://mousoua3a.edu/cdz.com

المراجع الإنجليزية :

25- Adel A. Abdou '(2002) Measurement of acoustical characteristics of mosques in Saudi Arabia

26- H. Hossam Eldien and H. Al Qahtani ' (2012) 'The acoustical performance of mosques' main prayer hall geometry in the eastern province, Saudi arabia

27- Karabiber, Zerhan; Erdogan, Sevda (2012) Comparison Of The Acoustical Properties Of An Ancient And A Recent Mosque

28- Dr. Wasim Orfali ' (2011) ' Introductory Article about Mosques Architectural Development and Acoustics

29- Omid Khabiri[1], Mohd Hamdan Ahmad[2] Mohd Zin Kandar[3] ' (2013) Research Method for Computer Modelling Study in Mosque Acoustic Design

30- Zühre Sü and Semiha Yilmazer ' (2008) ' The Acoustical Characteristics of the Kocatepe Mosque in Ankara, Turkey

الملاحق :

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنلوجيا

كلية الدراسات العليا – قسم الهندسة المعمارية

تخصص – خدمات مباني

استمارة استبيان

تعريف بالاستبيان : يعتبر هذا الاستبيان ضمن دراسة بحثية وضعتها الباحثة لدراسة صوتيات المساجد بولاية الخرطوم ، لنيل درجة الماجستير في الهندسة المعمارية قسم خدمات المباني بجامعة السودان.

الهدف من الاستبيان : تحديد المشاكل الصوتية بالمساجد والتعرف على مدى سماع ووضوح الصوت داخل المسجد عند استخدام المكبرات أو عدم استخدام المكبرات ، لتحديد أثر مواد البناء المستخدمة وحجم فراغ المسجد علي الصوت .

تأمل الباحثة من سيادتكم الاجابة علي بنود الاستبيان المرفق بكل شفافية وواقعية لتستطيع الباحثة الوصول الي المقياس الحقيقي في عرض النتائج ، علما بان ماستدلي به من اراء سيسهم في تحقيق أهداف الدراسة .

الفئة المستهدفة : المصلين بالمساجد التي أخذت كحالات دراسية .

ولكم خالص شكري وتقديري لتعاونكم معي

الباحثة : أروى عباس إبراهيم

أخي الكريم الرجاء ملء البيانات التالية :

1- العمر :

أ/ 20 - 30 سنة ☐ ب/ 31- 40 سنة ☐

ج/41- 50 سنة ☐ د/ 50 سنة فاكثر ☐

2-الوظيفة :

أ/ طالب ☐ ب/ عامل ☐

ج/موظف ☐ د/ أعمال حرة ☐

3-صوت الإمام أثناء الخطبة

أ/ مسموع فقط ☐ ب/ مسموع ومفهوم ☐

ج/ مسموع وغير مفهوم ☐ د/ غير مسموع ☐

4-صوت الإمام أثناء الصلاة

أ/ مسموع فقط ☐ ب/ مسموع ومفهوم ☐

ج/ مسموع وغير مفهوم ☐ د/ غير مسموع ☐

5-عند توقف مكبرات الصوت (عند إنقطاع الكهرباء) يكون صوت الإمام أثناء الخطبة

أ/ مسموع في الصفوف الأولى فقط ☐

إذا كانت الإجابة نعم حدد عدد الصفوف التي يكون فيها الصوت واضح .....

ب/ مسموع في جميع أنحاء المسجد ☐

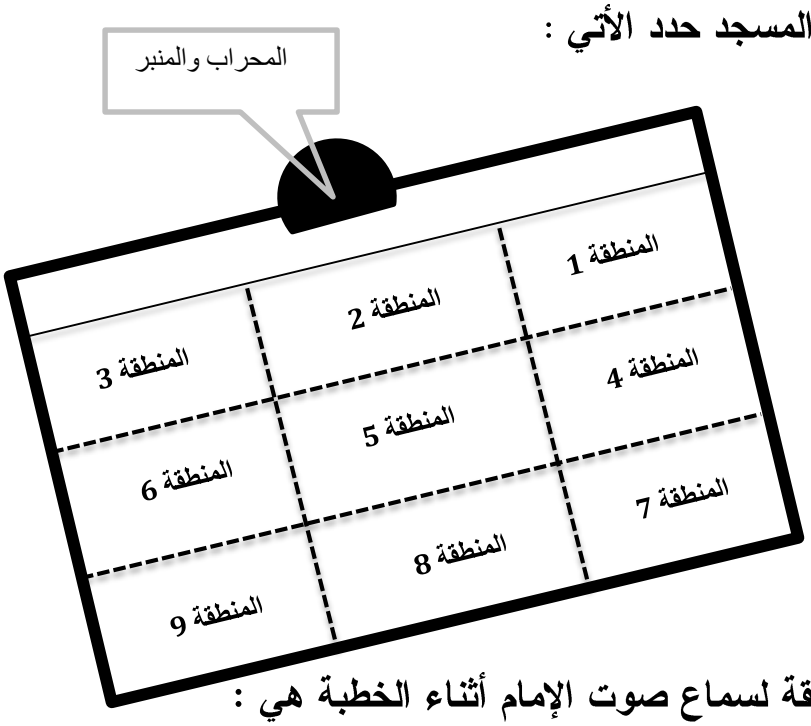
6-عند توقف مكبرات الصوت (عند إنقطاع الكهرباء) يكون صوت الإمام أثناء الصلاة

أ/ مسموع في الصفوف الأولى فقط ☐

إذا كانت الإجابة نعم حدد عدد الصفوف التي يكون فيها الصوت واضح .....

ب/ مسموع في جميع أنحاء المسجد ☐

7- **في الشكل أدناه قسمت مساحة المسجد إلي 9 مناطق . من خلال حضورك للصلاة والخطبة في هذا المسجد حدد الأتي :**



- **أفضل منطقة لسماع صوت الإمام أثناء الخطبة هي :**

المنطقة **1** المنطقة **2** المنطقة **3**

المنطقة **4** المنطقة **5** المنطقة **6**

المنطقة **7** المنطقة **8** المنطقة **9**

- **أفضل منطقة لسماع صوت الإمام أثناء الصلاة هي :**

المنطقة **1** المنطقة **2** المنطقة **3**

المنطقة **4** المنطقة **5** المنطقة **6**

المنطقة **7** المنطقة **8** المنطقة **9**

- **أفضل منطقة تفضل الجلوس عليها هي :**

المنطقة **1** المنطقة **2** المنطقة **3**

المنطقة **4** المنطقة **5** المنطقة **6**

المنطقة **7** المنطقة **8** المنطقة **9**

ولماذا هذة المنطقة .....

.....

.....