JAUES

Journal of Al Azhar University Engineering Sector

Vol. 13, No. 47, April 2018, 498- 513

تأثير تناسق الأصوات على المعايير التصميمية للفراغات العمرانية

أحمد نجيب القاضى[1] و رضوى عبد العزيز محمد[2]

[1]قسم هندسة التخطيط العمرانى- كلية الهندسة - جامعة الأزهر

2 مسجل لدرجة الماجيستير

الملخص

يهدف البحث إلى رفع قيمة الدراسة الصوتية وإدراجها كأحد مراحل تصميم المخططات التفصيلية للمدن، مع وضع معايير تصميمية صوتية للمخططات الحضرية تكون نابعة من المفردات العمرانية للمخطط، والبحث فى أدوات جديدة تتكامل مع الدراسة البصرية للتحكم فى مدركات الناس وتشكيل انطباعاتهم فى المدينة والتحكم فى عملية الملاحة الحضرية.

ومن أهم ما توصل إليه البحث أن المشاكل الصوتية أحد الأسباب الهامة لفقدان التعايش مع الفراغات الحضرية، وأن الهدف من تخطيط الأصوات فى الفراغات مراعاة الطبيعة الإدراكية للأصوات، حيث ينبغى التنوع فى الأصوات والتوجيه لحاسة السمع يسمح لكامل المحتوى العمرانى بالتعبير عن نفسه، بالأضافة إلى مراعاة الطبيعية الفيزيائية للأصوات عن طريق الوصول إلى معدلات صوتية مريحة.

الكلمات الدلالية

التنسيق الصوتى ؛الخلفية الصوتية ؛ الأصوات الدورية ؛العلامات الصوتية

1المفاهيم والتعريفات

1-1مفهوم تناسق الصوت من خلال العمران:

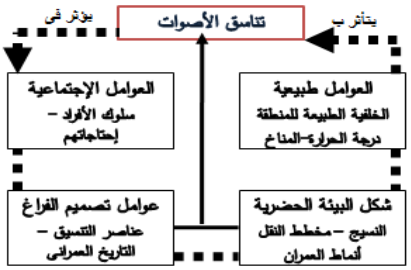
يعرف تناسق الصوت فى علوم العمران بأنه وسيلة المخطط أو المصمم لتصميم الأصوات الناتجة عن البيئة الحضرية وأنشطتها بطريقة جيدة ومفهومة ومريحة، ويتكامل مفهوم تنسيق الصوت مع باقى علوم تجميل المدن للوصول إلى مخطط عضوى يأخذ فى الإعتبار المحددات الطبيعية والعمرانية والسيكولوجية للمخطط(Kang-2011).

وتختلف المساحة التى يمكن فيها إدراج تنسيق الصوت تبعا لكل بيئة، ففى المناطق التاريخية يكون نطاقه حماية الأصوات من أسباب التدهور أو الغرابة أو النشاذ، أما فى مناطق إعادة التخطيط يتسع مجال عمله ليصبح إعادة تخطيط المكونات العمرانية للوصول إلى بيئة صوتية مفهومة، ويكون للمخطط صلاحية فك الإشتباك بين مصادر الأصوات وإعادة ترتيبها بصورة مفهومة، أما البيئات البكر يكون من صلاحيات المخطط تشكيل أصوات تخدم الخطة التصميمية، ويرتبط مفهوم تنسيق الأصوات بعوامل طبيعية وعمرانية واجتماعية كما بالشكل(1-1) ويعرف تناسق الأصوات فى الفراغات بأنه التخطيط للراحة الصوتية داخل البيئات، وخلق مؤثرات صوتية تشجع على ارتياد الفراغ ومزاولة نشاطه الرئيسى، لتمكين الفراغ الحضرى من تأدية واجبه الأصلي لربط المجتمع بالبيئة الحضرية (Bryan - 2011).

2-1علاقة الصوتيات بالفراغات الحضرية:

يشمل منهجية تنسيق الصوت فى الفراغات الحضرية ثلاثة مستويات لكل منها أدوات فى التعامل بداية من التنسيق ثم الترشيد وأخيرا العزل الناتج عن الضوضاء الصوتية، وهى على النحو التالى:

- <u>التنسيق الصوتى:</u> حسن إدارة الأصوات البيئية بالتحكم فى تصميم الكتل والفراغات والأنشطة، عن طريق تخطيط نوع الأنشطة وكثافتها وتتابعها والفراغات ونسب إحتوائها لبناء بصمة المناطق الصوتية، وتوجيه الناس لإرتياد فراغاتها عبر ما يسمعونه، وفى حالة وجود أصوات غير جيدة داخل المخطط يكون التعامل معها عن طريق تجميلها أو تخفيف حدتها أو الإشارة إليها بطرق أكثر ملائمة(Brown-2004).

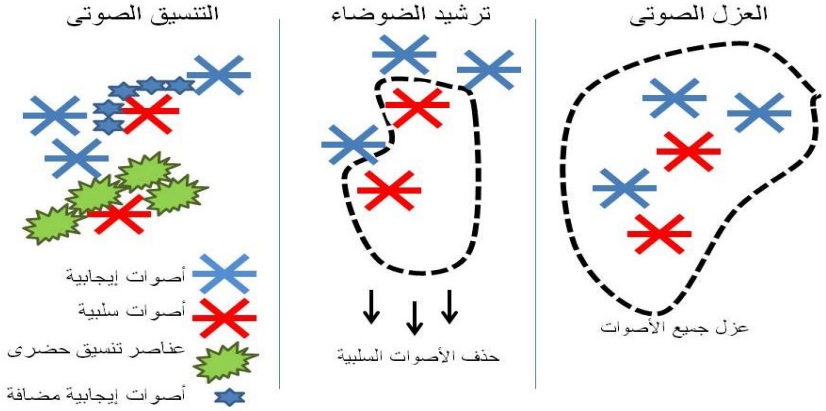


شكل (1-1) علاقة تنسيق الصوت بعوامل تصميم المواقع

المصدر: Bryan -2011

- ترشيد الضوضاء: خفض كميات الديسيبلات الناتجة عن النشاط العمرانى (المرور الألى-المحادثات- ..) وقد إتبعت الحكومات لترشيد الضوضاء وسائل كوضع تحذيرات لإستخدام أبواق السيارات، ومنع المرور الليلى فى المناطق السكنية ليلا، وتبقى الأنشطة والاستعمالات الحضرية على حالها(Luzzi-2011).

- العزل الصوتى: السيطرة على الأصوات الناتجة من الاستعمالات بالتحكم بالحوائط الخارجية للمبنى، ثم استحداث أصوات جديدة مناسبة، وتستخدم فى عزل الاستعمالات التى تنتج عنها أصوات مرتفعة.



شكل (1-2) علاقة الأصوات بالفراغات الحضرية
المصدر: الباحث

3-1 مكونات البيئة الصوتية فى الفراغات الحضرية: تمتزج ثلاثة مستويات من الأصوات داخل الفراغ الحضرى، ليكون الناتج ما نسمعه فى البيئة وما يشكل وعينا وإدراكنا(Bernie&Schafer-2016):

- الخلفية الصوتية للمنطقة: الأصوات النابعة من المحتوى الطبيعى للبيئة العمرانية، كأصوات البحر فى البيئة الساحلية والطيور فى المناطق المزروعة، وأهم خواصها أنها متكرره وتدرك بسرعة وتشتيت الإنتباه عنها بسرعة، ويسميها البعض key note sounds.

شكل(1-3) المكونات العمرانية لأحد المناطق
المصدر: Rychtarikova &Domecka - 2008

- الأصوات

شكل (1-3) المكونات الصوتية لأحد البيئات العمرانية
المصدر: الباحث

الدورية بالمنطقة: هى الأصوات التى تعد ناتج التفاعل بين الإنسان والبيئة الحضرية، كأصوات البائعين ، وأهم مميزاتها أنها تتكرر بصفة شبه منتظمة ويختلف التفضيل لها تبعا لنوع الصوت.

-العلامات الصوتية بالمنطقة: أصوات متفردة الحدوث لها أوقات زمنية محددة، وتكون مرتبطة بأحداث كونية أو دينية مثل أوقات الأذان.

شكل (1-5) الخريطة الصوتية لساحة ديلا سنجنوريا
المصدر: Atkinson-2013

4-1 تقييم ومعاييرالأصوات فى الفراغات الحضرية

الصوت وكما وصفه العالم بن سينا ذو طبيعتان طبيعة إدراكية معرفية وطبيعة فيزيائية قياسية، تقاس جودة طبيعته الأولى بمدى فهمنا له، أما طبيعته الثانية فتقاس بكمية الطاقة الصوتية وخواصه الموجية من الإنتشار والتداخل والتكرار وأثارها على أعضائنا السمعية، وتتقاطع الطبيعتان فى نوع المصدر ومكانه وزمانه وشكل تكراره وفيما يلى عرض لكيفية تقييم الاصوات ومعاييرها فى كلاهما.

1-4-1 التقييم طبقا للطبيعة المعرفية الإدراكية للصوت

تتحدد الطبيعة المعرفية للصوت فى البيئات الحضرية عبر الإستبيانات، حيث أن المرتادين للمنطقة الحضرية هم القادرون على تقييم ما يسمعوه، ويتم ذلك من خلال المقاييس التالية (Yang&Kang-2005):

مقياس تفضيل الصوت: يحدد فيه الناس مدى تفضيلهم للأصوات بعبارات (مفضل - متأقلم - مزعج-..).

مقياس التعاطف مع الصوت: يحدد فيه الناس مدى تعاطفهم مع الأصوات بعبارات(عاطفى - غير عاطفى).

مقياس ملاحظة الصوت وجذب الإنتباه: يعبر عن مدى أهمية الصوت بعبارات(سمعته حالا-بعد فترة-...).

ويتم الربط بين التفضيلات الصوتية للاشخاص والأماكن عبر الخرائط الإداركية مثل خرائط الراحة الصوتية وخريطة سيكولوجيا الأصوات، وتكون المعلومات مربوطة بخرائط عمرانية موضحا عليها الأثر النفسى للأصوات ، وأهم التأثيرات النفسية والإدراكية المتوقعة من الأصوات البيئية(Stockholm Urban Plannig Administration - 2000:2002).

شكل (1-6) الخريطة الإدراكية لأحد المناطق السكنية فى ألمانيا مع تخطط بنوع التأثيرات النفسية للأصوات
المصدر: Schulte - 2011

وتتدرج المعايير الإدراكية للأصوات في الفراغات الحضرية على النحو التالي:

-الغلق

فراغات طويلة متصلة: في الممرات والطرق الألية، وتكون تقسيمات الصوت خطوط منحنية مفتوحة.

فراغات عميقة: متصلة أو محددة من ثلاثة جوانب وتكون قطاعات الأصوات مساحات لونية مغلقة.

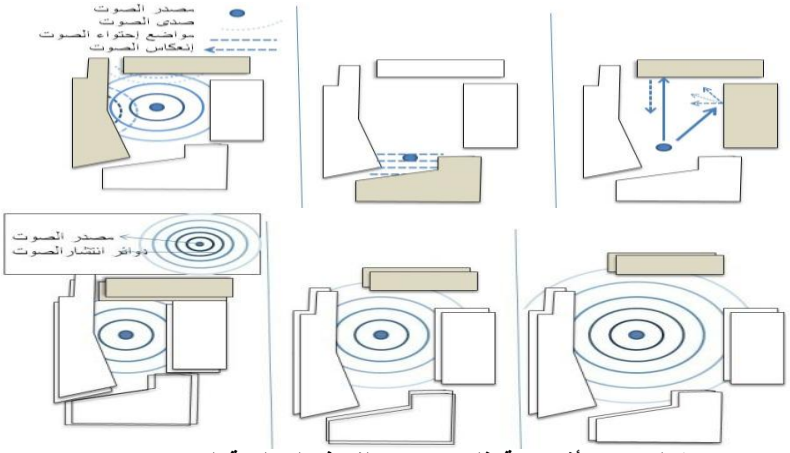
فراغات متسعة: متعددة المداخل ويطلق عليها الساحات العامة، وتكون قطاعات الأصوات على شكل مساحات لونية مختلفة المركز، أو خطوط منحنية مغلقة ومتقاطعة.

-الاحتواء

فراغات شديدة الاحتواء: يمكنها الاحتفاظ بالأصوات الموجودة بها وتحافظ علي الأصوات الموجودة دون إضافة أو تشتيت، وتكون مستوى الاحتواء العمراني بها 1:1.

فراغات ضعيفة الاحتواء: تحتفظ ببعض الأصوات الموجودة بها، يمكن تمييز الأصوات المنبعثة منها عن الأصوات المضافة إليها من الممرات والمداخل العمرانية، وتكون مستوى الاحتواء العمراني بها 1:2.

فراغات عديمة الاحتواء: لا يمكنها الاحتفاظ بالأصوات الموجودة بها، أو لا يمكن التمييز بين الأصوات المنبعثة منها والأصوات المضافة إليها من المناطق المجاورة لها، ومستوى الاحتواء العمراني بها 1:3.



شكل (1-7) أثر درجة غلق واحتواء الفراغ على البيئة الصوت

المصدر: الباحث + Ballou 2008

- التنوع: تصميم الفراغ بحيث يكون له بصمة صوتية تختلف بدرجة ما عن المتتابعة الفراغية الموجود فيها، بحيث يحقق عاملي الإثارة والاتصال الإدراكي، ويمكن بسهولة التمييز بين أجزاء المخطط تبعا لبصمتها الصوتية، فتصير للمنطقة بصمتة الصوتية عند المتلقي.

- الإستقراء والتوجيه: يساعد الإستقراء الجيد الوصول إلى الأنشطة تبعا للأصوات الصادرة عنها، وبالتالي تؤكد الاستعمالات ما هو مرسوم في ذهن المستخدم عن تلك الأصوات، ويتأتى ذلك بأن تكون لكل الأنشطة نصيب في التعبير عن ذاتها وموقعها وكثافتها بقوة ودلالة، بحيث تصبح الأصوات أحد موجهات الحركة.

2-1-4التقييم تبعا للطبيعة الفيزيائية الرياضية للصوت

تتعدد المحددات الفيزيائية التي تشكل الصوت والتي يمكن من خلالها قياس وتقييم البيئة الصوتية، فطبيعة الصوت الموجية هي التي تتحكم في انتشاره وحيوده وانكساره وتداخله، وتبدأ هذه المحددات من نوعية الصوت لتصل إلى طبيعة الوسط وكثافته ودرجة حرارته، يمكن تقييم الصوت بناءا على محددات ستة وهى:

نوعية مصدر الصوت: وتنقسم الأصوات الحضرية إلى (أصوات طبيعية- أصوات بشرية- أصوات ميكانيكية- أصوات كهربية - أصوات مجردة- وضوضاء) وتنتج هذه الأصوات إما بسبب طبيعة البيئة أو بسبب التفاعل بين الناس وبيئاتهم.

القيمة الرياضية للصوت: كمية الطاقة الصوتية الناتجة من النشاط أو الاستعمال وتكون مقدرة بالديسيبلات.

فراغ إنتشار الصوت: للصوت فراغ ينتشر فيه تكون قوة الصوت عند مصدره وتقل كلما إبتعدنا عن المصدر. ويعتبر الفراغ الحضرى هو فضاء إنتشار الصوت فى المناطق الحضرية.

حركة وثبات مصدر الصوت: لمصادر الأصوات الثابتة مدى إنتشار بؤرى ربما كان فى بعض الأحايين عقدة صوتية، أما المصادر الديناميكية فتخلق محاور صوتية.

الزمن أو الوقت:تختلف نوعية وكميات الأصوات التى تنتجها الأنشطة على مدار اليوم، ففى الصباح تنشط أصوات ربما تختفى ليلا تبعا لمحددات بيئة وعمرانية (Ibrahim-2007).

الطبيعة الفيزيائية للصوت: تختلف مصادر الأصوات فى طبيعتها إلى حد كبير وهى إما(هشة- رخوية- نبضية - مسامية- ..) ، وتساعد هذه الطبيعة الأصوات على إختراق بعضها البعض حيث تتثنى للأذن سماع مجموعة من المؤثرات السمعية فى وقت واحد(غنيم-2006).

اللون	من	إلى
	٣٠	٥٠
	٥٠	٦٠
	٦٠	٦٥
	٦٥	٧٠
	٧٠	٧٥
	٧٥	٨٠
	٨٠	٩٠

شكل (1-8) الخريطة الصوتية لميدان الجيزة
المصدر: جهاز شئون البيئة المصرية - 2006

وتعتبر الخرائط الصوتية أهم الخرائط التى تشرح وتفسر الطبيعة الرياضية للصوت، وتشتمل على بيانات عن كمية الأصوات مطبقة على خرائط عمرانية لمعرفة ما يسهم به كل نشاط من ديسيبلات، وكمية الأصوات المتوقع سماعها فى كل فراغ عمرانى، كما أن خرائط طوبولوجى الصوت من الخرائط المهمة كونها تشرح تطريقة تداخل مصادر الأصوات حولنا(EEAA-2006).

وتختلف كمية الأصوات المسموح بها في الفراغ تبعا لعوامل الوظيفة أو الرتبة والزمن.

جدول(1-1) كمية الديسيبلات المسموح بها على مدار اليوم

	كميات الديسيبلات المسموح بها فى فترات اليوم		
الموقع	**نهارا**	**مساءا**	**ليلا**
الفراغات السكنية ومناطق البيع البسيطة	**55**	**50**	**45**
الفراغات المختلطة السكنية والتجارية	**60**	**65**	**60**
الفراغات ذات الكثافات العالية	**75**	**65**	**55**
المصدر: الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة - المملكة العربية السعودية			

2- تأثيرالتناسق الصوتى على الفراغات الحضرية:

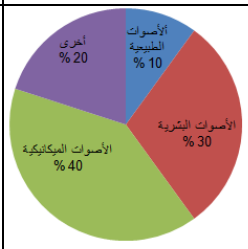
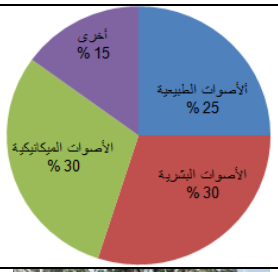
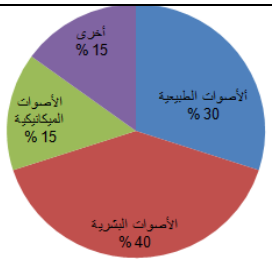
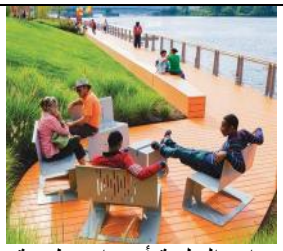
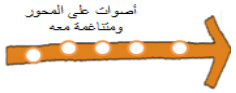
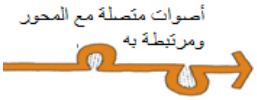
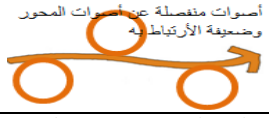
تشتمل البيئة الحضرية على ثلاثة عناصر أساسية وهى (الكتل - الفراغات - الأنشطة)، ويتكون الفراغ من ستة مكونات مادية وهى (الحوائط - الأرضيات - الأسقف- التنسيقات الحضرية - الأثاث - الأنشطة) ويتناول البحث تاثير التناسق الصوتى على تلك المكونات الستة من خلال التقييم الفيزيائى للوصول الى النسب الصوتية المفضلة فى كل فراغ ، وللوصول لترتيب المحددات الفيزيائية لتنسيق الاصوات تبعا لنوعية استعمال ونشاط كل فراغ ومن ثم الوصول الى المعايير.

2-1الأنشطة:

تعطى الأنشطة الحضرية للفراغ شخصيته وطابعه، تنقسم أنشطة الفراغ إلى أنشطة سكون وأنشطة حركة.

أنشطة السكون والتنسيق الصوتى: وهى إما أنشطة الجلوس أو أنشطة الراحة أو المقابلات ، ويكون التجمع حول أحد عناصر التنسيق الحضرى داخل الفراغ، والأصوات الناتجة عن أنشطة السكون في الفراغات أصوات طبيعية وأصوات بشرية في الأساس ويحتمل أن تكون هناك نوعيات أخرى من الأصوات لكن بنسب ضئيلة، وفيما يلي جدول لتوضيح التأثيرات المتبادلة بين أنشطة السكون والتناسق الصوتى.

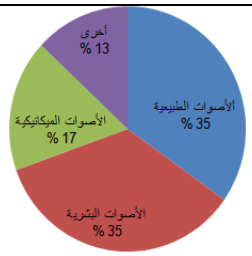
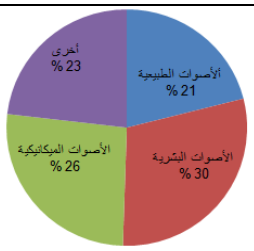
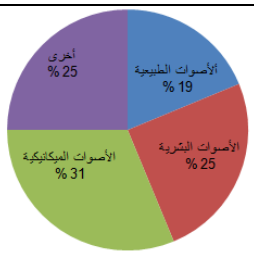
جدول(1-2) ألتاثيرات المتبادلة بين أنشطة السكون والتناسق الصوتي

	أنشطة وقوف	أنشطة جلوس	أنشطة مقابلات
نوعية الأصوات			
وصف البيئة الصوتية	أصوات الخلفية: أصوات الميكانيكية لأصوات التكرارية:أصوات شبابية العلامات الصوتية: حسب المخطط	 أصوات الخلفية: أصوات البشرية الأصوات التكرارية:أصوات المرور العلامات الصوتية: حسب المخطط	 أصوات الخلفية:أصوات طبيعة أصوات التكرارية:أصوات بشرية العلامات الصوتية:حسب المخطط
شكل إنتشار الصوت			
المصدر: الباحث من دراسة (أثر حاسة السمع على رسم صورة ذهنية للمدينة دراسة حالة القاهرة الفاطمية).			

أنشطة الحركة والتنسيق الصوتى:تتأثر الحركة فى الفراغات العمرانية بالتأثيرات السمعية الموجودة فى الفراغ، كما أن شكل ونوع الحركة تأثر على المحتوى السمعى كذلك، وتشتمل أنشطة الحركة على نوعين:

حركة المرور:تكون وسيلة الحركة هى السيارات وتعتمد كمية الصوت على محددات تصميم الطريق، وتحدد كميات الأصوات فى محاور الحركة من الكثافة المرورية والسرعة التصميمية للطريق، والكثير من الدراسات كان ناتجها العلاقة بين الأصوات وكميات المرور الألى-(Dooren&Coensel 2008).

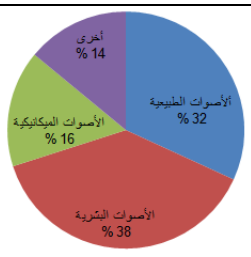
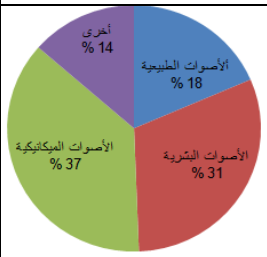
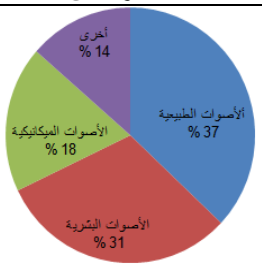
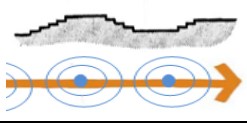
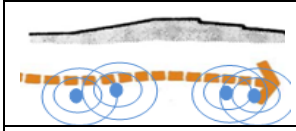
جدول(1- 3) التأثيرات المتبادلة بين كمية المرور والبيئة الصوتية

	الفراغات السكنية	الفراغات الحضرية البسيطة	الفراغات المعقدة
نوعية الأصوات			
وصف البيئة الصوتية	 **أصوات الخلفية: طبيعية** **الأصوات التكرارية: شبابية** **العلامات الصوتية: أصوات دينية**	 **أصوات الخلفية: الشبابية** **الأصوات التكرارية: المرور** **العلامات الصوتية: حسب المخطط**	 **أصوات الخلفية: المرور** **الأصوات التكرارية: ميكانيكية** **العلامات الصوتية:حسب المخطط**
	العلاقة بين الأصوات بنائية	العلاقة بين الأصوات تشاركية	العلاقة بين الأصوات هدمية
المصدر: الباحث من دراسة (أثر حاسة السمع على رسم صورة ذهنية للمدينة دراسة حالة القاهرة الفاطمية).			

حركة المشاة: وتتحدد شكل البيئة الصوتية على محاور المشاة تبعا لمحددات كثيرة، حيث تختلف كمية الأصوات فى حالة وجود دمج مع المحاور الألية ، الفئة المستهدفة تؤثر أيضا في نوع المحتوى الصوتي وكميته فعندما تكون الأطفال هى الفئة المستهدفة تكون الأصوات عالية مع وجود جلبة وصراخ، أما الشباب فتكون الأصوات عالية ومستمرة على كامل المحور كون الشباب يميلون للمشي السريع، أما كبار السن وإن الأصوات غالبا ما تكون هادئة ومتقطعة على محور المشاة لعزوفهم عن المشي الطويل وتفضيلهم الراحة على فترات.

كما أن موجهات الحركة مؤشر على نوعية الأصوات المتوقعة على المحاور، فالنشاط الرائج يعبر عن نفسه بالأصوات الصادرة عنه، وعندما تشير اللافتات فقط على النشاط فهذا يعنى عدم إمكانية النشاط الحديث عن نفسه لوجود مصادر قوية ملأت خلفيته الصوتية، كما أن نوع البيئة تؤثر أيضا على المحتوى الصوتى فالبيئة الطبيعة لا يمكنها الحفاظ بأصواتها لذلك تكون الأصوات نبضية، أما البيئات الحضرية فتكون أصوتها مستمرة مع احتفاظ المحور بالأصوات بسبب معدلات الغلق العالية.

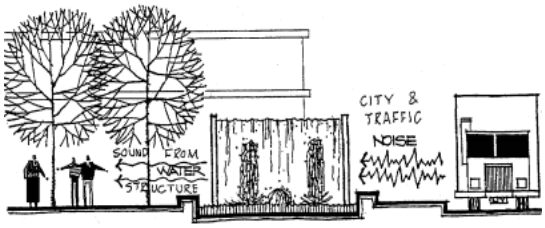
جدول(1-4) العلاقات بين ممرات المشاة والبيئة الصوتية

	البيئة الصوتية على المحاور كمتغير مع الفئة المستهدفة		
	فئة الأطفال	فئة الشباب	فئة كبار السن
وصف البيئة الصوتية			
شكل إنتشار الصوت			
	البيئة الصوتية كمتغير مع موجهات الحركة		
	النشاط	عوامل طبيعية	لافتات
نوعية الأصوات	**لأصوات الأساسية: الأنشطة**	**لأصوات الأساسية: طبيعية**	**صوات الأساسية: الميكانيكية**
المصدر: الباحث من دراسة (أثر حاسة السمع على رسم صورة ذهنية للمدينة دراسة حالة القاهرة الفاطمية).			

2-2 تنسيقات الفراغ

تتعدد أنواع التنسيقات الفراغية بين الأشجار والشجيرات والحوائط الشجرية والمتسلقات، وتسهم كل منها بنسب مختلفة فى تغيير شكل البيئة الصوتية:

أولا: الأشجار:تختلف أنواع الأشجار فى إمتصاصها للأصوات السالبة وإحداث أصوات جيدة تبعا لعدة عوامل، طول الشجرة وعرضها وكثافتها والتى تتدخل بشكل مباشر فى إمتصاص الصوت كذلك مدى النفاذية البصرية لمصدر الصوت (Chih&Der-2002).



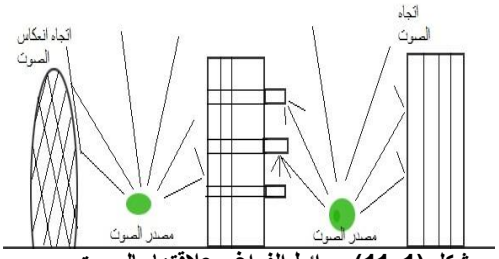
شكل (1-10) وضع عناصر التنسيق المائى ليخدم فكرة التصميمية الصوتية
المصدر:http//sciencedirect.com

فتصمم التنسيقات الشجرية تبعا للوظيفة الصوتية، فعندما يكون الغرض الحد من الضوضاء وإخفاء مصادر الصوت تكون الأشجار العالية الكثيفة، بينما يكون الغرض جلب أنشطة بشرية يكون الإختيار للأشجيرات.

ثانيا: مصادر المياه: تتنوع مصادر المياه في الفراغات الحضرية (النوافير - الشلالات - الحائط المائي)، تختلف كمية الأصوات الناتجة عن كل منها، فبينما تنتج النافورة حوالى 60 ديسيبل، تنتج الشلالات ما يقارب من 58 ديسيبل، والحائط المائي حوالى 53 ديسيبل، وتعد مصادر المياه أحد التنغيمات الجيدة في الفراغات، والتي يمكنها استيعاب الضوضاء، ولتصميم عناصر التنسيق الحضري توضع العناصر فى إتجاه الأصوات السالبة للحد منها، أو فى قلب الفراغ الحضرى لجلب أنشطة جديدة(Kang&Hio-UK).

3-2 حوائط الفراغ

ترسم حوائط الفراغ شكله وحجمه وخصائصه المختلفة من الغلق والنفاذية والإحتواء، وتأثر الحوائط بنصيب لا بأس به فى تشكيل الأصوات، فلربما كان الحائط سبب فى إنعكاس الموجة الصوتية لمرة أو لمرات عديدة، وربما كانت الحوائط سببا فى إحتواء الأصوات أو تشتيتها:



شكل (1-11) حوائط الفراغ وعلاقتها بالصوت
المصدر: Dooren&Coensel - 2008

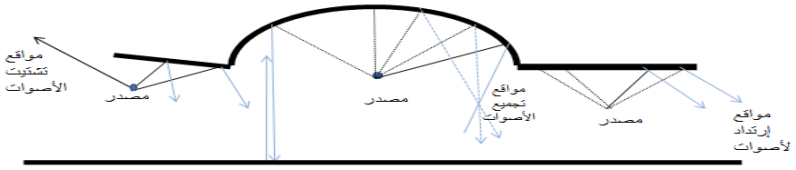
تشكيلات الحوائط: كلما زادت تشكيلات الحوائط كلما زادت الإنعكاسات للموجات الصوتية ما تعمل على زيادة حدة الأصوات بينما فى الحوائط الصقولة تشتت الموجات الصوتية ما يخفف أثر الأصوات.

مادة الحوائط: فى الفراغات المغلقة تؤثر مادة الحوائط على مقدار إمتصاص وتشتيت الأصوات، فإمتصاص الصوت يعتمد فى الفراغات المغلقة على عاملين مساحة الفراغ ونعومة حوائطه، والشكل (1-11) يوضح الأثر الواضح لدرجة نعومة الأسطح على إمتصاص الصوت فى تلك الفراغات، بينما فى الفراغات المفتوحة تدخل عوامل أخرى، لكن تظل مادة الحوائط أحد محددات تشكيل الأصوات(المعمورى &المطيرى - 2015).

لون الحوائط: يعد لون الحوائط أحد الأسباب لإحداث أصوات صامتة، فيمكن لهذه الألوان شحن الفراغ بكمية من الأحاسيس الصوتية المعبرة (غنيم- 2006).

4-2 الأسقف

تتنوع الأسقف بين الأسقف المستوية والأسقف المائلة والقباب، ولكل منها أثارها على إحتواء الأصوات حيث تعتبر أسقف الفراغ أداة لزيادة الإنعكاسات والتداخل بين الأصوات، فالأسقف المائلة أقلها فى إحتواء الأصوات أما القباب فهى أكثر أنواع الأسقف إحتفاظا بالأصوات كون الأصوات المرتدة تقوم بتجميع نفسها فى مواقع جديدة، وتكون ناتج كمية الصوت هو عبارة حصيلة الصوت الصادر والأصوات المرتدة له، كما توجد الكثير من البرامج المعملية لقياس كمية الطاقة الصوتية الإجمالية لكل موقع مثل spectra plus، والشكل التالى يشرح أثر إختلاف التغطية على شكل البيئة الصوتية .



شكل (1-12) علاقة أنواع الأسقف فى تشكيل البيئة الصوتية كما ونوعا
المصدر: الباحث + Wakefield Acoustics Ltd

5-2 الأرضيات

تتسبب حركة الإنسان مثل (المشى -الركض) فى توليد إهتزازات تختلف بإختلاف نوع البتليطات فكلما زادت خشونة التبليطات زادت الضوضاء، ففى التكسيات العشبية تكون الطاقة قليلة تصل فى بعض الإحايين إلى 100هرتز، ما يعنى وجوب التخطيط لمادة تغطية الأرضيات عند وضع التصاميم خاصة فى مناطق المشاة، كما يوجد عامل أخر يسهم فى تشكيل المحتوى الصوتى وهى سرعة إنتشار الصوت فى الأرضيات ويعتبر الفلين أقل المواد من حيث إحداث الضجيج يليه الخشب ثم الخرسانة ثم البلوك المدبوك ثم المعادن والزجاج، كونه يعتمد على إختلاف سرعة الصوت فى كل مادة من تلك المواد، والشكل(1-13) يوضح أثر خشونة الأرضية على البيئة الصوتية .

شكل (1-13) العلاقة بين تشكيلات الأرضيات والبيئة الصوتية

المصدر: الباحث + Wakefield Acoustics Ltd

ومن الملاحظ أنه كما زادت البروزات على وحدة المساحات زاد التداخل فى الموجات الصوتية، ما يعنى زيادة الأحتفاظ بالأصوات، كما تؤثر تعدد مستويات الفراغ على القيم الفيزيائية للأصوات فيمكن التغلب على وجود أصوات مرتفعة فى بعض المواقع بتقليل منسوب باقى الفراغ، لكنها ذات تأثير محدود على نوعية الأصوات وديناميكيتها.

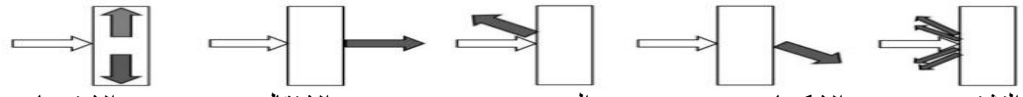
6-2 الأثاث

يشمل أثاث الفراغ النصب التذكارية والمقاعد وأعمدة الإنارة وصناديق القمامة وتعتبر أغلبها عناصر صامتة، لذلك فإن تأثيرها على القيم الرياضية للأصوات ضعيف وكذلك طبيعة الأصوات، لكن لكل نوع من الأنواع السابقة أصوات تابعة قد تسبب فى إختلاف نوعية الأصوات حولها، ويأثر توزيع الفرش بنسبة ما على مكان بعض الأنشطة كالمحادثات إذا كانت الجلسات دائرية أو الجلوس للأستجمام فى التوزيعات الطولية، ومن الملاحظ كون أثاث الفراغ ذا كتلة راسية ما يعنى أنه من الممكن أن يكون وسيلة لتشتيت الأصوات أو تجميعها، وربما كان وظيفة الأثاث قوية كالمقاعد والبرجولات ما يعنى ظهور أنشطة قوية أو ذا وظيفة ثانوية كصناديق القمامة ما يعنى وظهور أصوات مضطربة في عامل الزمن.

3 تصميم الأصوات فى الفراغات الحضرية

1-3 الأوزان النسبية لعناصر تصميم الفراغ وعلاقاتها بتنسيق الصوت

ولدراسة كيف يؤثر كل عنصر من عناصر تصميم الفراغات الستة (الأنشطة- التنسيقات- الحوائط -الاسقف- الأرضيات - الأثاث)، كان من الضرورى معرفة أثرها على الصوت من حيث إنتشاره وإمتصاصه وحيوده وإنكساره وتشتته، وهى الخواص الفيزيائية للصوت والشكل(1-14) يوضح الخواص الفيزيائية للموجات الصوتية.



شكل (1-14) الخواص الفزيائية للموجات الصوتية

المصدر: springer Science+ Business Media Singapore -2016

تعتبر أنشطة الفراغ أحد المؤثرات الهامة في شكل انتشار الصوت، فالأنشطة البؤرية يكون إنتشار الأصوات فيها على شكل مساحات دائرية أو شبه دائرية، بينما الأنشطة المحورية يكون إنتشار الأصوات فيها محورى أو طولى، وتؤثر الأنشطة على قوة الصوت ما يجعلها أحد العوامل المؤثرة فى إمتصاصه أو تشتته.

أما تنسيقات الفراغ فهى أحد أدوات إمتصاص الصوت الفعالة، كما أنها تعمل أيضا على تشتيته كما في التنسيقات الجدارية أو حوائط العزل الشجرية، وتعد أيضا وسيلة لنشر نوعية إيجابية من الأصوات نوعا وإدراكا.

الحوائط الصلبة لها دور كبير فى صياغة النسق الصوتى للمكان، ويرجع ذلك سرعة الصوت الكبيرة فى المعادن وقلتها فى الجدران نوعا ما، ما يجعل نوعية الحوائط أحد عوامل تشتيت أو إمتصاص الأصوات وحيودها كذلك.

تختلف الأرضيات عن الجدران فى عامل مهم وهو أن الجدران فى وسيلة التحكم الأفقى فى الأصوات، بينما الأرضيات وكذلك الأسقف هى وسيلة التحكم الرأسى للصوت من حيث إمتصاصه وحيوده وتشتيته، فكلما كانت مادة الأرضيات من الحجارة المدبوكه كلما ساعد ذلك على تقليل الأثر الفيزيائى للصوت، بخلاف الأرضيات المصقولة أو المجوقة التى تزيد من سرعة الصوت مما يعطى فرصا أكبر لتشتيته وإرتداده أكثر من مرة.

ويعتبر مادة الأسقف من العوامل المهمة لتشكيل الاصوات، كما أن شكل السقف يسهم بدرجة كبيرة فى التشكيل الصوتى، وكلما زاد إحتواء ومساحة التغطية كلما سمح بإحتواء الصوت وإنعكاسه ربما مرة أو أكثر تبعا لدرجة الأحتواء وزاوية سقوط الصوت.

ويلعب الأثاث دورا فى إنتشار الصوت فالأثاثات قد تكون أساسية فى الفراغ بحيث ينشأ حولها نشاط كالمقاعد مثلا، وربما تكون الأثاثات ثانوية عامود إنارة بحيث تكون الأنشطة حوله دورية أو متقطعة، وبالتالى تتحكم الأنشطة بقوة مصادر الصوت حولها نوعا ما، ويمكن الربط بين عناصر تصميم الفراغ والمحددات الفزيائية للصوت فيما يلى:

جدول(1- 5)مصفوفة الأوزان النسبية لمحددات تصميم الفراغ وأثرها على البيئة الصوتية

	نوع مصدر الصوت	القيمية الرياضية للصوت	فراغ إنتشار الصوت	حركة وثبات مصدر الصوت	الزمن	الطبيعة الفزيائية للصوت	عدد الدرجات
نشاط الفراغ	●	●	◒	◕	◕	◕	19
تنسيقات الفراغ	◒	●	●	◒	⊕	◒	15
حوائط الفراغ	◒	◕	◕	⊕	⊕	◒	12
أسقف الفراغ	⊕	●	◕	⊕	⊕	◒	12
أرضيات الفراغ	⊕	◕	◒	⊕	⊕	◒	10
فرش الفراغ	◕	◒	⊕	⊕	⊕	⊕	9
● 4 درجات		◕ 3 درجات		◑ 2 درجات		⊕ 1درجة	
المصدر: الباحث							

تعطى محددات تصميم الفراغات التى حاذت على درجات 15 فأكثر توصيف قوية التأثير على البيئة الصوتية داخل الفراغات الحضرية كنشاط الفراغ ونتسيقاته الشجرية والمائية، بينما محددات التصميم التى أخذت قيما ما بين 10-15 نقطة توصيف متوسطة التأثير على البيئة الصوتية كحوائط الفراغ وأسقفه، بينما محددات التصميم التى أخذت قيما 10 فأقل توصيف ضعيفة التأثير على البيئة الصوتية للفراغات الحضرية كأرضيات الفراغ وفرشه.

3-2معايير التصميم الحضرى للفراغات العمرانية وأثرها على تناسق الصوت

بناء على التحليل السابق لتأثر التناسق الصوتى بمحددات تصميم الفراغات العمرانية يمكن الوصول الى مجموعة من المعايير التخطيطية التى يجب مراعاتها عند تصميم الفراغات باشكالها المختلفة وستم عرض للمعايير الخاصة بالفراغات السكنية والمختلطة والكبيرة مع مراعاة ان هناك فراغات اخرى قد تختلف فيها هذه المعايير طبقا لتنوع الأنشطة بها او سيادة نشاط مطلوب تأكيده ، ايضا يمكن للأهمية التاريخية للفراغ او عوامل اخرى وبالتالي وجب التأكيد على ان هذه المعايير استرشاديه يمكن الاخذ بها مجملة او تغييرها طبقا لطبيعة الفراغ0

3-2-1تصميم الأصوات فى الفراغات السكنية

تعد الفراغات السكنية من الفراغات المسموح بمعدلات صوت قليلة بها، لذلك عند تصميم الفراغات تكون الأولوية للعناصر التى تنتج معدلات قليلة للأصوات كالفرش وعناصر الأثاث والبعد عن الأنشطة، وأفضل عناصر الفراغات التى تنتج أصوات ليلية هى الأشجار.

فى فراغات المجموعة السكنية :

- تختفى الأنشطة الحضرية وتكون مصادر الأصوات التنغيمات الجيدة وأصوات البشر.
- يفضل وجود أثاث وسقف فى الفراغ كالجلسات وأعمدة الإنارة لتحفيز الأصوات الموجبة.
- يفضل الأرضيات الخشنة للتنبية بأصوات الخطى ويمكن تصميم الفراغ على مستويين.
- التنسيقات الشجرية فتفضل الشجيرات القصيرة أو مجموعات شجرية بسيطة لإحداث تنغيمات جديدة.

المصدر: http//wholesystemsdesign.com

تحليل فرش فراغ لمنطقة سكنية مطورة صوتيا

<u>فى الفراغات السكنية التى تتشارك مع محور ألى:</u>

- يقل أثر أنشطة الفراغ فى الفراغات السكنية وتكون وظيفة المخطط تحييد الأصوات السالبة للمحور الألى.
- تستخدم الأشجار لغرصين الأول حوائط عزل للضوضاء، والثانى عمل تنسيقات داخل الفراغ .
- يفضل الأثاثات الجالبة للأصوات الجيدة كسقايات الطيور والنوافير.
- يفضل عدم وجود الأسقف لعدم إحتواء أصوات المرور، كذلك بجب الحد من تشكيلات الحوائط فى إتجاه المحور الألى.
- يفضل تعدد المستويات فى الأرضيات بحيث يكون مستوى الطريق أعلى من منسوب الفراغ.

2-2-3تصميم الأصوات فى الفراغات المختلطة

يسمح فى الفراغات المختلطة بمعدلات أصوات أكبر فلذلك يمكن للمصمم مشاركة بعض الأنشطة فى المخطط التفصيلى للفراغات التجارية، ويكون المخطط مخيرا بين إستعمال التنسيقات الشجرية أو الأسقف كونهما يتسببان فى معدلات صوت عالية ولإحداث أصوات ليلية، ولأن الفراغات الترفيهية ضعيفة الأنشطة، ويصل المخطط لمعدلات الأصوات عن طريق باقى العناصر كالتنسيقات والأسقف والأرضيات والأثاث.

الأصوات البشرية هي المسيطرة على الخلفية الصوتية <u>لفراغ المجاورة الرئيسي</u>

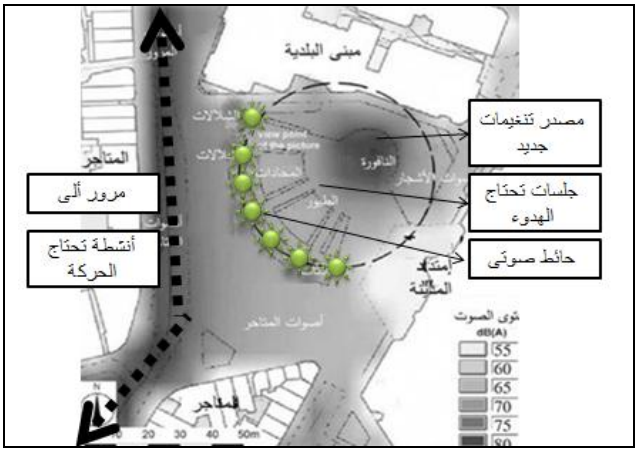
- تتداخل الأنشطة فى فراغ المجاورة حيث يوجد أنشطة حركة وجلوس وإنتظار.
- يفضل الأثاثات الصامتة فى الفراغ حتى تعطى الفرصة لأصوات الأنشطة والأصوات البشرية التابعة لها.
- يفضل أن تكون الأرضيات على مستوى واحد أو ذات ميول محدودة، لتسهيل حركة المشاة وتقليل أصوات الخطى على المحاور.
- يسمح بالتغطيات الجزئية لأحتواء الأصوات الجيدة لكن يجب إختيار مواقع التغطيات بعناية.
- ويفضل الواجهات ذات الحوائط الخشنة والتنسيقات الشجرية البسيطة.

<u>فى الفراغات الترفيهية:</u>

- توجد كميات كبيرة من الأصوات الطبيعية والبشرية ما يسمح بمعدلات إحتواء كبيرة.
- يوظف المخطط الأصوات ويحتويها عن طريق الأسقف والأرضيات، ما يعنى ظهور القباب بعض المواقع، والأرضيات الخشبية لتعظيم الأصوات الجيدة.
- ويفضل جميع توزيعات الأثاث سواءا المحورية أو المركزية.

<u>أما فراغات الأحياء المفصولة عن المرور الألى:</u>

- كثافة الأستعمالات العالية تتولد كميات كبيرة من الأصوات البشرية وتتداخل أصوات المارة مع أصوات الباعة وأصوات الأطفال.
- يفضل الأرضيات الناعمة حتى لا يضيف إلى كميات الأصوات وعدم تحبيز للأسقف لذات السبب.
- الحوائط فتكون قليلة البروزات والتكسيات.
- يسمح ببعض التنسيقات الصوتية وعناصر المياه والأثاثات الصامتة كالمقاعد.

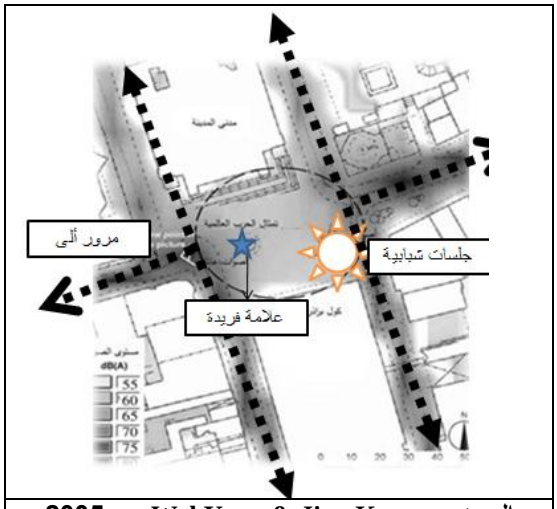


المصدر: Wel Yang & Jian Kang - 2005
تحليل أصوات ساحة السلام - إنجلترا

في فراغات الأحياء التى يدخلها مرور ألى

- للتنسيقات وظيفة عزل الأصوات السلبية للسماح للفراغ بتأدية وظيفته الحضرية سواءا أكانت أشجار أو عناصر مياه.
- الأنشطة بالأصل ذات كثافات عالية ومن المتوقع تداخل أنواع كثيرة من الأصوات.
- يفضل الأثاثات الصامتة والحوائط المصقولة وتقليل مساحة المفتوح فى الحوائط.
- الأرضيات ناعمة لتقليل كميات الأصوات وعدم وجود فرص لإحتواءها أو تكرارها، ويفضل تصميمها على مستويين واحد للحركة الألية وأخر للأنشطة البشرية، كما فى الشكل التالى.

ففى ساحة السلام بمدينة شيفيلد بإنجلترا قامت البلدية دراسة صوتية لكامل المدينة مع مشروع لإعادة التطوير، وكان من أهم مشاكل الساحة المرور الألى فكان التغلب عليه عبر خفض مستوى الجلسات مع عمل جوائط شجرية وإستحداث مصدر أصوات جديدة فى مركز النشاط البشرى وهى النوافير.



المصدر: Wel Yang & Jian Kang - 2005
تحليل أصوات ساحة المنادون - إنجلترا

3-2-3 تصميم الأصوات فى الفراغات الكبيرة

فى الفراغات ذات الكثافات العالية تتقاطع أنشطة الفراغ مع المرور الألى والمشاة ويكون الأولوية فيها للألة، وحتى تستطيع تلك الفراغات تأدية وظيفتها المحورية.

- يوجد كثافات عالية للإستعمالات لذلك يفضل إستعمالات مصدات أو جدران عزل خرسانية أو شجرية كثيفة.
- من المفضل أن تكون الحوائط والأرضيات مصقولة والممرات ذات سرعات تصميمية مخططة.
- يفضل عدم وجود أسقف للفراغات مع تشجير أسقف المبانى المحيطة.
- يمكن السماح بعناصر جمالية محدودة لذلك يجب أن تكون اثاثات علامات مميزة للمكان، كما بالشكل.

الشكل هو لساحة المنادون الشهيرة بالإستعمالات الهامة بها حيث يوجد بها مبنى المدينة والمتاجر الضخمة، وحيث أن المخطط لم يتمكن من حذف المرور الألى فى المنطقة، فلجأ لوضع تمثال هام للحرب العالمية فى قلب الساحة مع بعض الجلسات الشبابية كون الشباب هى الفئة الأكثر تسامحا مع الأصوات الميكانيكية، ولإحداث تناغم وحيوية للساحة أضاف مجموعة من الكهربية (الموسيقى).

1-4 نتائج البحث:

١. وجود تشابه فى المحتوى الصوتى فى غالبية الفراغات الحضرية يصعب على الأذن التمييز بين الفراغات، فيترك للعين متابعة العناصر المميزة للمكان، وإغفال طبيعة الاذن الإدراكية.
٢. من اسباب فقدان التعايش مع الفراغات وإلتهام الضوضاء ضعف التصميم الحضرى، والتخطيط العشوائى للأنشطة والفراغات، وعدم الإهتمام بنوعية مصادر الأصوات وطريقة توزيعها.
٣. لتصميم محاور الحركة ونوعية المركبات وسرعات الطريق ومحاور المشاة دراسة صوتية لا يمكن إغفالها، للوصول إلى معدلات أصوات قياسية داخل المخطط.
٤. الأولوية فى التوزيع المكانى لعناصر فرش الفراغ (الحوائط - الأسقف - التنسيقات - الأثاث) لدراسة صوتية فى الأساس، تتبعها الدراسات البصرية للأختيار بين البدائل المتاحة.
٥. الهدف من تخطيط الأصوات فى الفراغات الوصول إلى التنوع وإدراك الإستقراء والتوجية لحاسة الأذن لذلك يسمح لكل محتوى عمرانى التعبير عن نفسه علاوة على الوصول إلى معدلات صوتية مريحة.

2-4توصيات البحث:

١. إستحداث وظيفة خبير صوتى للعمل فى الهيئات التخطيطية أو أحد أعضاء فريق التخطيط التفصيلى والحضرى، والعمل على دمج الدراسات الصوتية كأحد مراحل إخراج مخططات المدن.
٢. العمل على إخراج خرائط إستعمالات الأراضى لفترات (الصباح - المساء - الليل)، فخريطة إستعمالات الأراضى أحد المخرجات العمرانية التى يجب أن تخضع لدراسة صوتية.
٣. تصميم برامج عمرانية صوتية قوية لإيجاد الإرتباط بين جميع المحددات البيئية والعمرانية التى تتدخل فى تشكيل الأصوات (الكثافة - إرتفاع المصدر- العوامل المناخية) لتكون النتائج أكثر واقعية.

٤. تصميم الأصوات فى كل فراغ عملية خاصة، حيث يجب أن يكون كل فراغ بصمته الصوتية والتى تنسجم مع أحاسيس مخطط لها، وتكون مدرجة بشكل جيد فى متتابعة صوتية.
٥. فى المناطق المجهدة يكون الإهتمام بوسائل النقل قليلة الإنبعاسات الصوتية أحد الحلول، حتى تتمكن باقى الأنشطة التعبير عن نفسها.
٦. فى المناطق الجديدة يكون الإهتمام بأنشطة الفراغات كما يمكن تشجيع عقد اللقاءات والندوات والعروض فى الساحات لإضافة حيوية على المكان.
٧. الإهتمام بالمناطق جيدة الخلفية الصوتية وعمل دراسات صوتية قبل إستحداث أى نشاط فيها.
٨. ضرورة الإهتمام بعلوم التناسق الصوتى ونشر نتائجه.

المراجع:

1. Bernie& Schafer-2016 - www.sonospace.org
2. Brown, A& Milar – An approach to the acoustic design of outdoor spaces – Journal of environmental planning and mangment – 2004.
3. Brigitt Schulte – Soumdscape and sound design tuning the new ecology using the expertise of people's mind – Institute of fluid mechanics and engineering – Germany-2011.
4. Bryan C. Pijanowski – What is soundscape ecology? An introduction and overview of an emerging new science – Landscape Ecol – on line - 2011.
5. Chih Fang Fang & Der Lin Ling – Investigation of the noise reduction provided by tree belts – Landscape Division – Department of Horticulture – national Tawan University – Taiwan- 2002.
6. Devid Walsh- Historic Townscape Characterisation the Lincoln Townscape Assessment: a case study – English Heritage-2012.
7. Dick Bottel Dooren & Bert De Coensel – The Urban soundscape :A different perspective – Department of Information Technology – 9000 Gent – Ghent University- 2008.
8. Glen M. Ballou-Handbook for sound Engineers- Fourth Edition-2008- USA.
9. Hajah Ibrahim – The planning guide lines for environmental noise limits and control – Department of environment – Malaysia- 2007.
10. Jian Kang & Yi Ying Hao – Waterscape and Soundscape in Sheffield – School of Architecture – University of Sheffield – UK.
11. Jion Kang – Urban soundscape: from research to practice – Sheffield University – United Kingdom-2011.
12. M .Rychtarikova , G. Vermeir & M. Domecka – The application of soundscape approach in the evaluation of the urban public spaces – www.acoustics 08.org – 2008.
13. Niall Atkinson – The Republic of sound: Listening to Florence at the Threshold of the Renaissance – university of Chicago – 2013.
14. Sergio Luzzi – Element of temporal design approach in soundscape based planning of urban quiet areas – Firenze – Italy-2011.
15. Stockholm Urban Plannig Administration - 2000:2002 from Lisa Lavia-Asoundscape Approach Building Design-Brighton& Hove City Council.
16. Vinod V.Kadam- Basics of Acoustic Science - springer Science+ Business Media Singapore -2016.
17. Wel Yang & Jian Kang – Soundscpe and Sound Preferences in Urban Squares: Case study in Sheffield – University of Sheffield – Jounal of Urban Design – UK – 2005.
18. Wakefield Acoustics Ltd- Noise Control Manual- City of Vancouver -Victoria ,B.C- USA.

١٩. أحمد بسيونى غنيم – الإرتباط بين الصوت والصورة فى الفن التشكيلى والفنون ما بعد الحداثة – جامعة القاهرة – ج م ع - 2006.
٢٠. المعمورى والمطيرى - الخصائص المستدامة فى الإعتدال الصوتى للقاعات الدراسية - جامعة بابل- العلوم الهندسية - العدد الأول - 2015.
٢١. جهاز شئون البيئةEEAA – تقرير رصد مستويات الضوضاء فى القاهرة الكبرى– وزارة الدولة لشئون البيئة – مصر-2006.
٢٢. الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة PME - المقاييس البيئية : مقاييس مستويات الضوضاء- المملكة العربية السعودية.