أثر نظم التحكم البيئى على الفراغ الداخلى السكنى ومستخدميه

The effect of environmental control systems on the interior residential space and its users

أ. د/ ياسر على معبد فرغلى

الأستاذ بقسم التصميم الداخلى والأثاث - كلية الفنون التطبيقية - جامعة دمياط

Prof. Yasser Ali Mabed

Professor of interior and furniture design department – Faculty of Applied Arts – Damietta University

yassermabed@gmail.com

أ. م. د/ علاء محمد شمس الدين العيشى

الأستاذ المساعد بقسم العمارة - كلية الهندسة - جامعة المنصورة

Assist. Prof. Dr. Alaa Mohammed Shams-Eldeen El-Aishy

Assistant Professor of Architecture department – Faculty of Engineering – Mansoura University

Arabeskal_arch@yahoo.com

م/ أسماء السيد لطفي القلا

معيدة بمعهد الدلتا العالى للهندسة والتكنولوجيا

Lect. Asmaa Elsayed Lotfy El-kalla

Teaching assistant at Delta High Institute of Engineering and Technology

tifa.asmaa@gmail.com

ملخص البحث:

يعد التحكم البيئى حاليا من أهم الموضوعات البحثية لما له من تاثير كبير على الفراغ الداخلى وقاطنيه بصفة خاصة وعلى البيئة والعمارة والتصميم العمرانى بشكل عام.

لذلك فالتعرف على نظم التحكم البيئى ومعالجتها بطريقة فعالة يؤدى إلى الوصول إلى أقصى درجات الراحة الحرارية والبصرية والسمعية وبالتالى الراحة النفسية والذى بدوره يؤدى إلى زيادة إنتاجية الفرد وبالتالى المجتمع.

لذلك فإن عملية التصميم الداخلى لأى فراغ سواء كان (سكنى - تجارى- إدارى.....إلخ) يجب أن يكون للتحكم البيئى بها دور رئيسى حتى يلبى إحتياجات الراحة المطلوبة للمستخدمين .

تلك النظم تنقسم إلى التكييف ،التهوية ،الإضاءة والصوتيات المعمارية سواء كانت بطرق طبيعية أو صناعية ،ويتجه المصممون فى الآونة الأخيرة إلى الإستفادة من المصادر الطبيعية بشكل كبير وذلك بسبب نقص مصادر الطاقة وارتفاع نسبة التلوث البيئى والمشكلات البيئية الكثيرة وهو ما يسمى بالتصميم البيئى أو الأخضر.

يتناول البحث: تكييف الهواء والخطوات التى يقوم بها وتطبيقاته داخل الفراغ، التهوية الداخلية سواء كانت ميكانيكية أو طبيعية وأهميتها فى التخلص من تلوث الهواء الداخلى وأيضا العناصر المعمارية الداخلة فى تهوية المبنى بطريقة طبيعية، يتناول أيضا الصوتيات فى التصميم الداخلى وتعريفها والمشاكل الصوتية التى تواجه المصمم والهدف من دراسة الصوتيات داخل المبنى والمواد المقاومة للصوت، الإضاءة فى التصميم الداخلى وأنواعها حسب الحاجة داخل الفراغات والإضاءة الطبيعية ومصادرها وعلاقتها بالراحة البصرية والإضاءة الصناعية ومصادرها والألوان وعلاقتها بالإشعاع الشمسى.

إن الهدف الرئيسى للبحث هو الإلمام الكبير بنظم التحكم البيئى وتأثيرها على الفراغ الداخلى ومستخدميه من أجل التوصل

إلى الإستغلال الامثل لهذه النظم بهدف الوصول إلى راحة المستخدم فى كل النواحى فى الفراغات الداخلية سواء كانت راحة حرارية أو سمعية أو بصرية وذلك بالإستغلال الأمثل لنظم التحكم البيئى.

الكلمات المفتاحية:

تحكم بيئى- فراغ داخلى- راحة حرارية- راحة المستخدم.

Abstract:

Environmental control is currently one of the most important research topics because it has a great effect on the internal space and its residents especially and on the environment, architecture and urban design in general.

Therefore, the recognition of environmental control systems and their effective treatment leads to reaching the highest levels of thermal, visual and audio comfort, and thus psychological comfort, which in turn leads to an increase in the productivity of the individual and subsequently society.

Therefore, the interior design process for any space, whether it is (residential - commercial - administartive ..... etc), environmental control must have a major role in it in order to meet the needs of the comfort required for users.

These systems are divided into air conditioning, ventilation, lighting and architectural acoustics, whether natural or industrial methods, and designers have recently tended to benefit from advantage of natural resources in a large way because of the lack of energy sources, high level of environmental pollution and many environmental problems, which is called environmental or green design.

The research includes: air conditioning, its steps and its applications in interior space, internal ventilation, whether mechanical or natural, and its importance in getting rid of indoor air pollution and also the architectural elements involved in the ventilation of the building in a natural way, also deals with acoustics in the interior design and its definition and the acoustics problems facing the designer and the aim of studying acoustics inside the building and soundproofing materials and the lighting in interior design and its types according to the need inside space, natural lighting, its sources, its relationship to visual comfort, industrial lighting, its sources, colors and its relationship to sunlight.

The main objective of the research is to have a great knowledge of the environmental control systems and their impact on the internal space and its users in order to reach to the best use of these systems in order to user comfort in all aspects.

Keywords:

Environmental control- Interior space- Thermal comfort-User comfort

مشكلة البحث:

تتشكل فى الشعور داخل الفراغ السكنى بعدم الراحة سواء حرارية أثناء فصل الصيف وأيضا فى أيام الشتاء الباردة، سمعية:حيث الضوضاء القادمة من خارج المنزل أو داخلة، بصرية :حيث قلة الاضاءة فى بعض الأحيان . قلة الوعى محليا بالدور الذى تلعبه نظم التحكم البيئى فى التصميم الداخلى والعمارة مما أدى إلى ظهور المشكلات البيئية والإقتصادية.

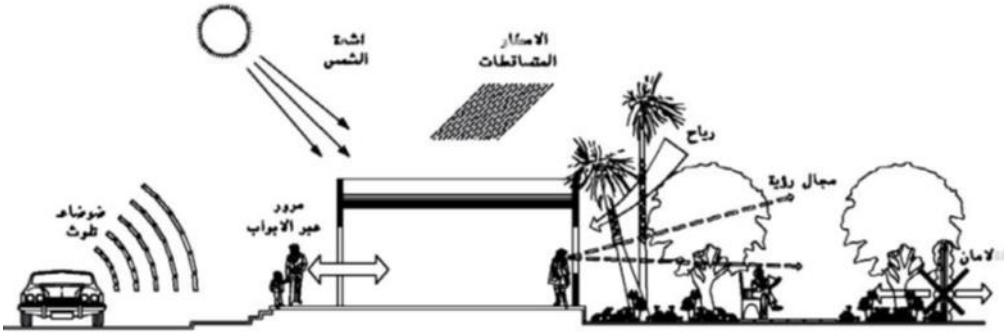
أهمية البحث:
توضيح نظم التحكم البيئى المختلفة وتأثيرها على الفراغ الداخلى وعلى مستخدميه .

هدف البحث:
الوصول إلى راحة مستخدمى الفراغ السكنى سواء كانت راحة حرارية أو سمعية أو بصرية وذلك عن طريق الإلمام بنظم التحكم البيئى المختلفة ومعرفة كيفية تأثيرها على الفراغ الداخلى وإستغلالها الإستغلال الأمثل عن طريق الإستفادة القصوى من المصادر الطبيعية.

فروض البحث:
1-التصميم الداخلى والعمارة من اكثر الأنشطة المساهمة فى رفع تلوث البيئة واستهلاك مواردها.
2-الإستغلال الأمثل لمصادر الطاقة الطبيعية والاستفادة منها فى التحكم البيئى له دور كبير راحة البشر فى جميع النواحى.

منهجية البحث:
المنهج الوصفى: وصف كل نظام من أنظمة التحكم البيئى داخل الفراغ السكنى وتأثيره على راحة المستخدم .

مقدمة البحث:
للتحكم البيئى تأثير كبير بل رئيسى على راحة الإنسان سواء نفسية أو حرارية أو سمعية أو بصرية داخل أى فراغ وهذا يؤثر على إنتاجيته وبالتالى تتأثر حالته الإجتماعية والإقتصادية .
توجد أساليب طبيعية وأساليب صناعية للتحكم البيئى فى الفراغ الداخلى وينبغى علينا الإستفادة من الطبيعية بشكل أكبر وذلك لمحاولة ترشيد الطاقة المستخدمة والحفاظ على البيئة من عوامل التلوث المختلفة.



شكل (١) المؤثرات ما بين داخل وخارج المبنى

يتأثر الإنسان بعدة عوامل خارجية وتؤثر عليه داخل الفراغ ومنها الحرارة والضوضاء والرياح والإضاءة كما فى شكل (١)(10) ولذلك ظهرت بعض النظم للتحكم البيئى وذلك للمساعدة فى راحة الإنسان و تنقسم نظم التحكم البيئى داخل الفراغ إلى: التكييف،التهوية،الصوتيات والإضاءة.

(١)التكييف:
تكييف الهواء (Air conditioning): يشير إلى تبريد وتجفيف الهواء وتعرف الجمعية الأمريكية لمهندسي التدفئة والتبريد وتكييف الهواء(ASHRAE)التكييف على أنه : عملية معالجة الهواء، وذلك للتحكم في درجة الحرارة والرطوبة والنظافة والتوزيع لتلبية متطلبات المساحة المكيفة.

(١-١)الخطوات المهمة التي يقوم بها تكييف الهواء:
- التحكم في درجة الحرارة.
- مراقبة الرطوبة.

- تنقية الهواء والتنظيف والتطهير.

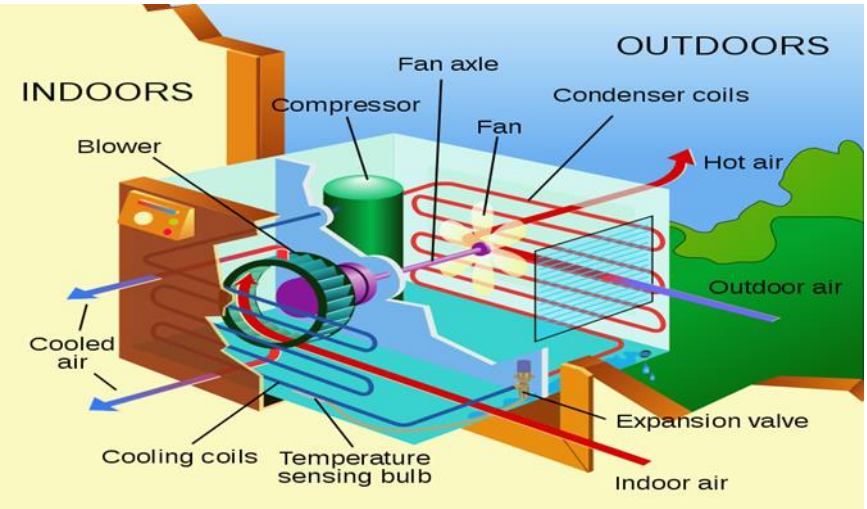
- حركة الهواء وتداولها.

يقصد أيضا بتكييف الهواء تغيير حالة الهواء إلى الحالة المناسبة لتطبيق ما ،وبناء على هذا التعريف تقسم تطبيقات تكييف الهواء إلى قسمين رئيسيين هما(1:5) :

تكييف الهواء للراحة الحرارية للإنسان	تكييف الهواء للأغراض الصناعية

من المعروف أن مفهوم تكييف الهواء طبق في روما القديمة، حيث كان يتم تدوير المياه من خلال جدران بعض المنازل لتبريدها، إستخدمت تقنيات مماثلة في إيران في العصور الوسطى تضمنت استخدام خزانات وأبراج رياح لتبريد المباني خلال الموسم الساخن. تكييفات الهواء الحديثة ناتجة عن التقدم في الكيمياء خلال القرن التاسع عشر، وأول تكييف هواء كهربائي على نطاق واسع أخترعه في عام ١٩٠٢ ويليس هافيلاند كارير.

ومكيف الهواء هو جهازأو نظام أو آلية مصممة لتحقيق الاستقرار في درجة حرارة الجو والرطوبة داخل فراغ معين ويستخدم في التبريد والتدفئة حسب حالة الهواء في وقت معين، وعادة ما تستخدم دورة التبريد ولكن في بعض الأحيان يستخدم التبخر.



شكل (٢)توضح تركيب وحدة تكييف هواء منزلية

(١-٢) تطبيقات تكييف الهواء

يقسم مهندسين تكييف الهواء تطبيقات تكييف الهواء إلى تطبيقات راحة وأخرى عملية.(18)

* تطبيقات الراحة: تهدف إلى توفير بيئة في المباني المغلقة تبقي ثابتة نسبيا في معدل يفضله البشر بالرغم من التغييرات في الجو الخارجي أو في أحمال الحرارة الداخلية.

* تطبيقات عملية: تهدف إلى توفير بيئة مناسبة للعملية التي تقام بصرف النظر عن الحرارة الداخلية والرطوبة والأحوال الجوية الخارجية بالرغم من أن البيئة تكون في مستوى الراحة، ولكن تحدد الظروف احتياجات العملية وليس تفضيلات البشر، وتشمل التطبيقات العملية :

-غرف عمليات المستشفيات: وفيها ينقى الهواء لمستويات عالية للحد من مخاطر العدوى ويتم التحكم في الرطوبة للحد من جفاف المريض، على الرغم من أن درجات الحرارة في كثير من الأحيان تكون في مستوى الراحة، إلا أن بعض الإجراءات

الخاصة مثل جراحة القلب المفتوح تتطلب درجات حرارة منخفضة (حوالي ١٨ درجة مئوية)،ومثل الأطفال الرضع الذين يحتاجوا لدرجات حرارة مرتفعة نسبيا (حوالي ٢٨ درجة مئوية).

-غرف الأبحاث التي تنتج الدوائر المتكاملة، والأدوية، وما شابه ذلك: حيث مستويات عالية جدا من نظافة الهواء والتحكم في درجة الحرارة والرطوبة اللازمة لنجاح العملية.

- مرافق تربية الحيوانات المختبرية.
- تكييف هواء الطائرات.
- مراكز البيانات.
- مصانع النسيج.
- مرافق الاختبار البدني.
- النباتات الزراعية ومناطق الزراعة.
- المنشآت النووية.
- المختبرات الكيميائية والبيولوجية.
- المناجم.
- البيئات الصناعية.
- طهي المواد الغذائية ومناطق تصنيعها.

(٢) التهوية:

هي عملية تغيير أو إستبدال الهواء مع الخارج في حيز ما وتدويره داخل ذلك الحيز أو المكان لضبط الحرارة، أو إزالة الرطوبة الزائدة والروائح الغير مرغوب فيها والدخان والحرارة والغبار والبكتريا المحمولة جوًا، وتجديد الهواء اللازم لعملية التنفس، والحفاظ على حركة الهواء داخل المباني لمنع فساد الهواء الداخلي في المباني والحفاظ على نوعيته، وتقسم طرق تهوية المباني إلى تهوية ميكانيكية مقادة، وتهوية طبيعية(15) .

(٢-١) التهوية الميكانيكية أو المقادة:

تستخدم في ضبط نوعية الهواء الداخلي، يمكن ضبط الرطوبة والروائح والملوثات الزائدة في الهواء بالتخلص منها وإستبدالها بالهواء الخارجي، ويمكن الحاجة إلى طاقة إضافية في الجو الرطب لإزالة الرطوبة الزائدة من هواء التهوية.

يوجد في المطابخ والحمامات مراوح تهوية ميكانيكية لضبط الروائح والرطوبة ، في بعض الأحيان تستخدم المراوح السقفية ومراوح الطاولات والأرضيات لتدوير الهواء داخل الغرفة بغرض تخفيف درجة الحرارة الموضعية بسبب تبخر العرق على جلد الشخص المعرض لتأثير التيار الهوائي، نتيجة إرتفاع الهواء الساخن إلى الأعلى قد تستخدم المراوح السقفية في إبقاء الغرفة دافئة في الشتاء وذلك بتدويرطبقات الهواء الساخن من السقف إلى الأرضية والمراوح السقفية لا تقدم تهوية كما في تعريف التهوية بجلب الهواء من الجو الخارجى ولكنها تقوم بتحريك الهواء الداخلى فقط.

(٢-٢) التهوية الطبيعية

هي تهوية المباني بالهواء الخارجي بدون استخدام مروحة أو أي نظام ميكانيكي آخر، وتتم هذه التهوية عن طريق نافذة عندما يكون الجو المراد تهويته صغيرًا مع إمكانية وجود هذه النافذة معماريًا، في الأنظمة الأكثر تعقيدًا يسمح للهواء الساخن

بالإرتفاع في المبنى ليخرج من الأعلى من فتحات إلى الجو الخارجي (مبدأ المدخنة) ساحبًا الهواء الخارجي البارد فيدخل إلى المباني بشكل طبيعي من خلال فوهات في المناطق السفلية من المبنى ولا تحتاج هذه الأنظمة إلى الكثير من الطاقة، ولكن يجب التأكد من راحة مستخدمى هذه المبانى.

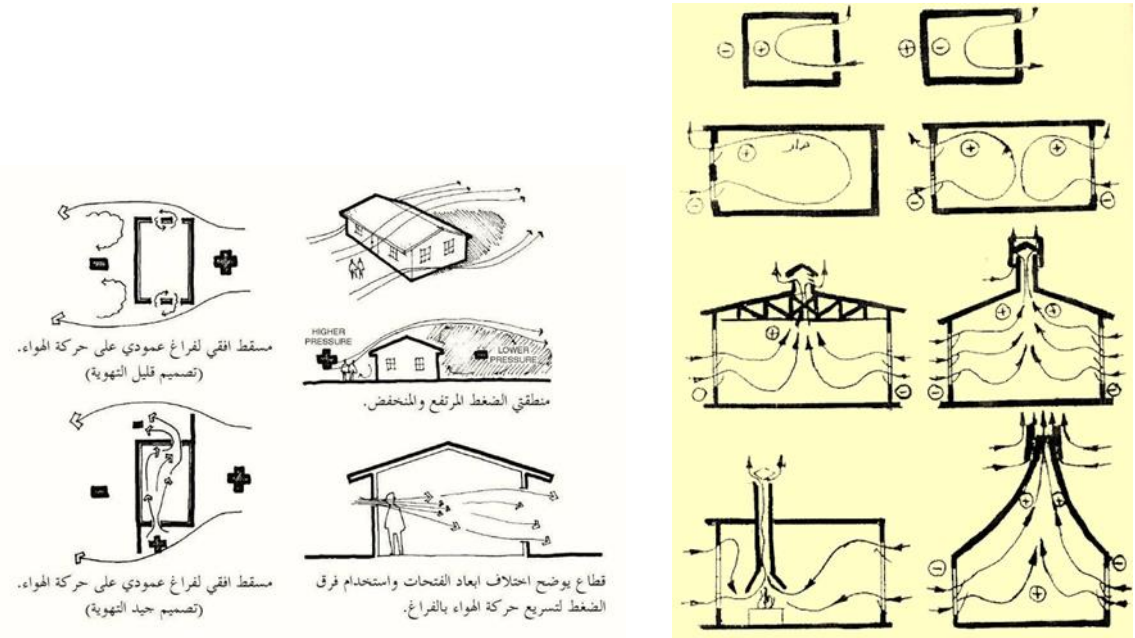
إن الحفاظ على الراحة الحرارية في الشهور الحارة أو الرطبة بإستخدام التهوية الطبيعية فقط قد يكون غير ممكن ولذلك تستخدم أنظمة تكييف الهواء والتى تقدم نفس وظيفة التهوية الطبيعية، ولكنها تستخدم أنظمة ميكانيكية تشمل المراوح والمجاري والمرطبات وأنظمة التحكم لتقديم وتوزيع الهواء الخارجي البارد عندما يكون ذلك مناسبا.

التهوية الداخلية للمباني مهمة لمنع تلوث الهواء الداخلي،فهناك مصدران لتلوث الهواء الداخلي:

حيث يكون المبنى نفسه المصدر الأول من حيث سوء التصميم الذي تجاهل ضمان التهوية الداخلية، مما أتاح الفرصة لمسببات التلوث الداخلية أن تقوم بدورها في هذا الشأن مثل: الأبخرة المتصاعدة من ماكينات تصوير المستندات أو من ورق الحائط أو مواد التنظيف التي يحتوي بعضها على غاز الفورمالدهيد وكذلك مثل الغازات الغير مرئية التي تنبعث من أجهزة التكييف والتدفئة المركزية التي يصاحبها تراب غني بالمواد العضوية أوالعفن أو الفطريات، إضافة إلى أول أكسيد الكربون الذي يتصف بالسمية والذي ينتج عن إحتراق الكيروسين داخل المنازل(13)، وكذلك الغازات الهيدروكربونية الناجمة عن قلي وشي الأطعمة، كما أن السجاد داخل المنازل يعتبر مأوى مثالي للبكتريا والفطريات والتي تؤدي إلى إنتشار الأمراض وخاصة الصدرية.

أما المصدر الثاني للتلوث الداخلي فهي الملوثات الخارجية التي تقتحم المنازل.

وتتحدد إمكانيات التهوية بعدة عوامل رئيسية: مثل مدى القرب من المحيط الزراعي المفتوح، وشكل شبكة الشوارع ومدى تعامدها مع الرياح السائدة، وعرض الشوارع، وطول واجهات المنازل وعدد النواصي المطلة عليها(4) ،حيث يعتبر تدفق الهواء في المدن غير كاف، فالمنازل المتعددة الطوابق تتدخل في التدفق الطبيعي للرياح، وفي بعض مراكز المدن قد تنخفض سرعة الرياح إلى ٥٠%، وفي بعض الأقاليم المزدحمة بالمدن يتركز الهواء الملوث، ويصبح هواء هذه الأماكن أكثر دفئاً وجفافاً مع مناخ البيئة الطبيعية من حوله، ويشبه في ذلك المناخ الصحراوي إلى حد كبير(2).



شكل (٣) توضح التهوية الطبيعية ومسارات الهواء داخل المبانى(17)

(٢-٢-١) العناصر المعمارية الداخلة في نظام تهوية المبنى بطريقة طبيعية

تعد مساحة المنزل من العوامل المؤثرة في تهوية المبنى وتجديد هوائه، وكلما اتسعت دل ذلك على تهوية زائدة للمبنى، ومن ثم توزيع أكثر للهواء وتجديد هواء الوحدة السكنية بشكل مستمر، وكلما ضاقت هذه المساحة أدى ذلك إلى عدم تجديد الهواء وتركيزه، مما يزيد التلوث وإنتشار الأمراض.

كما تعد مساحة المدخل الموجود أمام الشقق السكنية من الأمور الهامة والتي يجب أن تراعى عند بناء الوحدة السكنية، حيث أن هذه المساحة لها وظيفة إتاحة فرص تجديد الهواء داخل الشقق، خاصةً عندما تكون منافذ الشقة محدودة أو معدومة، فتوجد شقق لا توجد لها نوافذ على الشوارع أو مساقط نور من الداخل(173-4)

ولبير السلم وظيفة هامة وهي تكوين تيارات هوائية تعمل بدورها على تلطيف الجو الداخلي للمسكن(190-3)

كذلك شرفة المنزل لها أهمية كبيرة في تهوية المبنى أو الوحدة السكنية، حيث أنه كلما توفرت للوحدة السكنية شرفة أو أكثر بما يسمح بتجديد الهواء، وتكون التهوية جيدة داخل المسكن(6) ، ومن ثم قلة تعرض الأفراد للأمراض.

(٣) الصوتيات فى التصميم الداخلى:

يمثل التصميم الصوتى جزءا من عملية التصميم المتكامل للمبانى الحديثة المتخصصة، فالصوت كبقية العناصر يجب أن يوظف لخدمة الفراغ بل أن التصميم الصوتى ربما يفوق تلك العناصر.

(٣-١)الصوتيات المعمارية أو السمعيات المعمارية (14)(16): هي فرع علمي وهندسي يهتم بتحقيق الصوت بصورة جيدة في المباني أو أي نوع من الأماكن المغلقة مثل فصل دراسي، حجرة معيشة أو حجرة نوم، مسرح أو قاعة موسيقى، إستوديو إذاعي أو تليفزيوني، حجرة مريض بمستشفى و نحو ذلك، وهي أحد فروع علم الهندسة الصوتية إبتكرها لأول مرة والاس سابين في قاعة محاضرات متحف فوغ في نهاية القرن التاسع عشر، والهدف من السمعيات المعمارية هو تصميم الأماكن المغلقة بحيث توفي سمعياً بالغرض من بنائها، ويشمل تصميم الحجرة اختيار شكلها وأبعادها والنسبة بين تلك الأبعاد والمواد الماصة للصوت بها.

والتصميم السمعي الجيد للحجرة يحب ألا يعتمد على تقوية الصوت الكهربية أي بإستخدام سلسلة الأجهزة السمعية المكونة من لاقط الصوت ومقويه والسماعات أوالأعمدة الصوتية، بل يجب إستخدام الوسائل المعمارية السمعية لكي يصل الصوت لكل مستمع بالحجرة كلاما مفهوما أو موسيقى مصحوبة بزمن رنين هو الأمثل لكل نوع من الموسيقى.

(٣-٢)خصائص الموجات الصوتية

تنعكس الموجات الصوتية أثناء إنتشارها داخل الحجرة على الأسطح المحددة للحجرة، أي الحوائط و السقف وأرضية الحجرة، ونتيجة لذلك تنشأ موجات ثابتة أو واقفة (غير منتشرة) بالحجرة، وعند ترددات معينة تسمى الترددات الذاتية للحجرة تتسبب هذه الموجات الثابتة في إثارة رنينية للصوت داخل الحجرة، ومعنى الإثارة الرنينية هو أنه بعد أن يكف مصدر الصوت عن الإصدار فإن الطاقة الصوتية المحتواة بالحجرة عند هذه الترددات لا تفنى فورا بل ترن لمدة قصيرة داخل الحجرة. و هذا أمر غير مرغوب فيه ويسيء لجودة الصوت داخل الغرفة، وعلى سبيل المثال فإذا ما تساوى عددياً البعد ما بين سطحين متوازيين من الأسطح المحددة للحجرة (البعد ما بين حائطين متوازيين أو البعد ما بين السقف و أرضية الحجرة) مع نصف طول الموجة أو مضاعفاته فإن تردد صوت هذه الموجة يكون ترددا ذاتيا للحجرة.

ولكل حجرة عدد كبير من الترددات الذاتية يمكن حسابه ففي حالة الحجرة المعتادة أي التي تأخذ شكل متوازي المستطيلات فيكون كل من الأسطح الست المحددة لها على شكل مستطيل و كل إثنين منهما متقابلين متوازيين، والتصميم السمعي الجيد هو الذي يتوخى عدم وجود ترددات ذاتية متساوية، وألا تتراكم الترددات الذاتية للحجرة قرب بعضها بل تكون موزعة داخل

النطاق السمعي؛ لأن تراكم الترددات الذاتية يؤدي إلى تركيز الطاقة الصوتية عند تلك الترددات مما يسبب إطالة زمن الرنين لها. كما أن ذلك التراكم يكون على حساب الترددات الأخرى، أي وجود نطق من الترددات خالية من الترددات الذاتية مما يؤدي إلى توزيع غير متكافئ للطاقة الصوتية داخل النطاق السمعي للترددات بالحجرة، ويكون ذلك التأثير الضار أشد وضوحا في الحجرات صغيرة الحجم خاصة في نطاق الترددات المنخفضة أي حوالي من ١٦ إلى ٤٠٠ هرتز لأن عدد الترددات الذاتية يكون حينئذ قليل.

يقصد بالحجرة كل مكان مغلق مثل حجرة المنزل و الفصل المدرسي و قاعة المحاضرات و صالة الموسيقى أو السينما و المسرح و دار الأوبرا و استوديو الإذاعة الصوتية و المرئية و خلافه. في بعض هذه الحجرات مثل الفصل المدرسي أو قاعة المحاضرات يكون فهم الكلام هو الهدف الأهم بل الوحيد لتصميم النوعية السمعية لها، و في صالة الموسيقى يكون الاستمتاع بالموسيقى هو المراد منها، بينما يحتاج تصميم نوعية السمع لدار الأوبرا براعة فائقة لأن كلا من فهم الكلام والتمتع بسماع الموسيقى مطلوب؛ فيراعى في التصميم السمعي لكل نوع من الحجرات المذكورة أن يتم حساب الامتصاص الصوتي الأمثل الذي يتطلبه الهدف من استخدام الحجرة، وعلى الخبير السمعي المكلف بتصميم مسرح أو دار للأوبرا أن يجتهد في وجود تواصل سمعي جيد بين الممثلين وكذلك بين عازفي الموسيقى في دار الأوبرا(18).

كما يجب على المصمم السمعي للحجرة أن يراعي توزيع الطاقة الصوتية بها. فالأسطح المقعرة مثل القبة ينعكس الصوت عليها بحيث يتجمع في مكان معين مسببا تركيزا للطاقة الصوتية في تلك الأماكن أي علو منسوب الصوت و هذا أمر سيئ يجب تجنبه، بينما الأسطح المحدبة تشتت انتشار الموجات الصوتية فتتوزع الطاقة الصوتية على الأماكن المختلفة بالحجرة.

المهندس المعماري يضطر أحيانا لبناء قبة أو قباب مثل التى في المساجد والكنائس أو دار البرلمان، وهنا يأتي دور الخبير السمعي في إدخال التصميمات التي تزيل المضار السمعية الناشئة من القبة ومثال على تلك التصميمات هو وضع السحب المحدبة و العاكسة للصوت والمصنعة من خامات شفافة ضوئيا عاكسة صوتيا تحت القبة، وتظهر براعة الخبير السمعي في حساب الأماكن التي توضع فيها السحب و أشكالها الهندسية و مساحاتها و خصائصها العاكسة للصوت وارتفاعها والزوايا التي بين أسطحها و أسطح الغرفة.

(٣-٣) المشاكل الصوتية التي تواجه المعماري:(9)

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

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

٢-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.

٣-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.

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

٥-استخدام الطوابق السفلية كمواقف سيارات ولبعض المعدات الميكانيكية مثل مولدات الكهرباء الاحتياطية ومضخات المياه.

٦-التزايد المطرد في مصادر الضوضاء الخارجية مثل صوت القطارات والطائرات والسيارات.

(٣-٤) الهدف من دراسة الصوتيات داخل المباني:

أولا: تحسين عملية انتشار الصوت في كافة الاتجاهات

ثانيا: التخلص من الإزعاج والضجيج

لذلك لا بد من الانتباه إلى العناصر المعمارية التي تشوه الصوت المباشر والصوت الغير مباشر أو الصوت المنعكس والناتج عن انعكاس الصوت المباشر على سطوح القاعة أو الحيز المغلق ويختلف الصوت المباشر عن الصوت الغير مباشر في الأمور التالية:

١-يصل الصوت المباشر إلى السامع من مصدر الصوت فقط بينما الصوت الغير مباشر يصل السامع من اتجاهات مختلفة بسبب انعكاسه على السطوح المختلفة ولذلك فله خاصية الانتشار ويسمى صوتا منتشرا.

٢-وبينما أن طبيعة الصوت غير المباشر هي طبيعة انتشارية فإن شدته تقريبا ثابتة داخل القاعة بينما شدة الصوت المباشر تتناسب عكسيا مع المسافة عن مصدر الصوت.

٣-يتوقف الصوت المباشر بمجرد توقف مصدر الصوت بينما يبقى الصوت الغير مباشر يتردد في القاعة فترة من الوقت بعد توقف مصدر الصوت.

<u>التحكم في مستوى الصوت</u>

الأساليب المعمارية المستخدمة في أعمال التحكم في مستوى الصوت تشمل مجالات عديدة للحفاظ على مستوى الصوت المناسب للإنسان في الفراغ بأنواعه وهى:

أولا: أساليب تخطيطية من البداية 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 .

فالأساليب التخطيطية مجالها في تخطيط الموقع والتصميم الحضري أما الأساليب التصميمية فمجالها التصميم المعماري وتصميم الفراغ الداخلي.

<u>الضوضاء وكيفية التحكم بها</u>

الضوضاء:هي عبارة عن سماع مجموعة كبيرة من الأصوات المتداخلة المزعجة التي يكون لها أكثر من مصدر واحد في وقت واحد

مصادر الضوضاء:

توجد ثلاثة مصادر رئيسية داخل المبانى لخلق وتواجد الضوضاء(5:127,128):

أولها الضوضاء الآتية من خارج المبنى و الناتجة عن وسائل النقل و السيارات المختلفة أو الورش و المصانع القريبة إن وجدت ، و هذه الضوضاء يحملها الهواء و تدخل المبنى عبر النوافذ و الأبواب المفتوحة أو حتى من بعض الشقوق و الفتحات الضيقة

أما المصدر الثاني فهو ناتج عن سقوط أي جسم على الأرض أو نتيجة لاهتزازات بعض الأجهزة الكهربائية (كالثلاجات والغسالات مثلا)

أما المصدر الثالث فينتج من انتقال الضوضاء الداخلية أيا كان سببها خلال الحوائط والأرضيات من الشقق و الفراغات المجاورة، وعلى ذلك فإن كفاءة الحوائط في منع انتقال الأصوات أو الضوضاء يعتمد على كتلتها، فالحوائط الأكثر سمكا و الإنشاءات الثقيلة تكون أفضل في منع انتقال الضوضاء ،أما تأثير الأرضيات على انتقال الضوضاء فلا يعتمد على كتلتها بل يعتمد على درجة امتصاص أسطح هذه الأرضيات , لذلك يفضل استخدام أرضيات أو تشطيبات أو كسوات ماصة للصوت.

ويعتبر أفضل دفاع ضد الضوضاء وعدم و صولها لداخل المبنى :

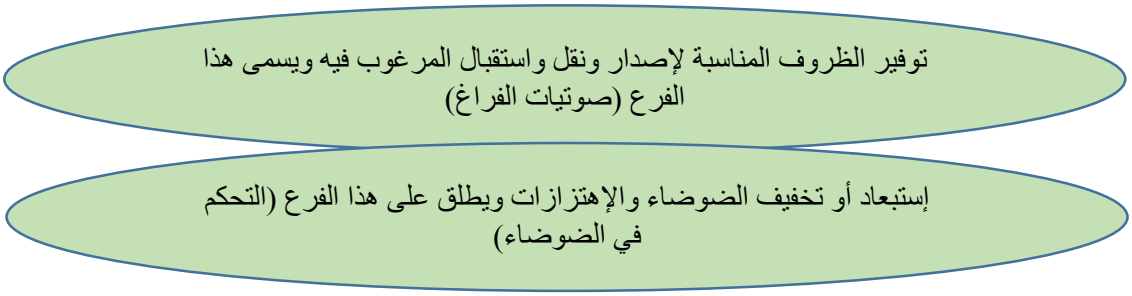
اولا اساليب طبيعية قبل التصميم وأثناءه: وهى زيادة المسافة بقدر الإمكان بين مصدر الضوضاء و المبنى المراد حمايته أو بوضع الغرف التي لا تتأثر بالضوضاء من الناحية الوظيفية (كغرف الخدمات مثلا) في جانب المبنى القريب من مصدر الضوضاء وهو غالبا ما يكون الشارع فتقوم هذه الغرف بحماية الغرف والفراغات الهامة و التي تتأثر بالضوضاء , أما إذا تعذر ذلك فإنه يمكن مراعاة بعض الأسس التصميمية البسيطة لتقليل الضوضاء الواصلة للمبنى , فعلى سبيل المثال فإن زراعة الأشجار في جهة مصدر الضوضاء (كالشارع مثلا) خاصة ذات الأوراق الكبيرة يمكنها التقليل من درجة هذه الضوضاء بامتصاصها، كما أن زراعة أحزمة نباتية بجوار المبنى بمسافة تتراوح من ٦-١٥ م سيكون له أفضل التأثير في خفض الضوضاء الواصلة للمبنى .

ثانيا أساليب صناعية :وهى استخدام مواد العزل الصوتى وزيادة سمك الحوائط المواد العازلة للصوت(20) :وتنقسم إلى ثلاثة أقسام وهى:

شكل (٤) المواد العازلة للصوت

التحكم الصوتي

يمكن تلخيص أهداف التحكم الصوتي أو ما يطلق عليه الصوتيات البيئية في هدفين أساسيين هما:



(٤) الإضاءة فى التصميم الداخلى:

الإضاءة من أهم عناصر التصميم الداخلي ولن يظهر فن وجمال التصميم دون إضاءة جيدة ومخطط لها بطريقة صحيحة، فالضوء ينتشر على هيئة موجات كهرومغناطيسية , و للتعرف على أهمية كمية الإضاءة لحياة الإنسان فإن الدكتور شيرد Sheardيؤكد على أن عملية الرؤية تستهلك ربع الطاقة الكلية اللازمة للجسم في حالة الإضاءة الصحية و النظر السليم , و أن أي نقص في هذه الإضاءة معناه استنزاف الطاقة من الجسم لتعويض هذا النقص(5:118) ، وتنقسم الإضاءة إلى إضاءة طبيعية وإضاءة صناعية ويجب إستغلال الطبيعية بشكل مثالى وذلك للعمل على توفير الطاقة الكهربية.(23)

من أنواع الإضاءة ما يكون مكثفاً كالتي تحتاجه غرف القراءة والدراسة وكل ما يتعلق بالعمل بالإضافة للإضاءة المحيطية التي تسير بشكل متوازي مع مهمة الغرفة، فغرف العمل وأجهزة الكمبيوتر تحتاج إلى إضاءة محيطية خفيفة إضافة إلى مصباح خاص للقراءة والعمل، أما المطبخ فيحتاج لإنارة متنوعة بين القوية لأنشطة تحضير الطعام والإنارة الخلفية الخفيفة والتي تكون أسفل الحوض وللخزائن العلوية والسفلية، أما في بقية غرف المنزل فالغرفة المضاءة بشكل مشرق وزاهي تعطي شعوراً إيجابياً وتبعث على التفاؤل كما في غرف المعيشة والمجالس والصالونات التي تعتمد الإضاءة المائلة للقوة،أما الغرف المضاءة بشكل هادئ أقرب للظلمة تعطي شعوراً بالهدوء.

ولا يجب إعتماد نوع واحد من الإضاءة في مكان واحد أي تجنب الإضاءة القوية جدا أو الخافتة جدا، حيث يجب الإعتماد على ما يقارب الوسطية لتوفير الجو المناسب من الإضاءة لتناسب الحالة النفسية والمزاجية لأفراد المنزل ،من جهة أخرى يجب إستخدام المصابيح التي تناسب ديكور المكان، فهي قد تكون تقليدية كالأباجورات أو كبيرة كالثريات الفخمة للصالونات الواسعة.

تختلف الحاجة لاستعمال المصابيح بحسب الغرفة وكمية الضوء التي تحتاجها ان كان ليلا او نهارا فبعض الغرف تحتاج للاضاءة من وسطها وذلك لينتشر النور بالغرفة كاملة بالإضافة للإنارات الجانبية كما في غرفة المعيشة او غرفة الطعام، اما غرف النوم فحتما لاتحتاج إلى الإضاءة القوية فالتصاميم الحديثة تستخدم الإضاءة على جانبي السرير أو على الحائط أو الجوانب المخفية منه لتوزع الضوء وتخف حدته إضافة للاضاءة التزيينية للمرآة، ولايوجّه الضوء للمرايا لأنه سيعكسها ويسبب وهج مزعج لمستخدم المرآة.

إن توفير أنواع من الإضاءات المختلفة في نفس الغرفة يخلق نوع من التغيير ويبعد الكآبة والملل، ولجعل الاضاءة ممتعة يمكن وضع عدة لمبات جدارية وأرضية وعلى الطاولة في غرفة واحدة، كل هذا التنوع سيعمل على تحقيق إنسجام ضوئي في المكان.

(٤-١)الإضاءة الطبيعية:

تعتبر الطبيعة المصدر الأساسي في توفير كمية كبيرة من الضوء؛ فالشمس، والقمر، وكذلك وميض البرق من أبرز الأمثلة على المصادر الطّبيعية للضوء، أما الشمس فهي أقرب النجوم إلى كوكب الأرض، وهي عبارة عن كرة غازية ترسل شظاياها المتوهجة في أرجاء الفضاء، والنجوم الأُخرى المضيئة في السماء في الليالي الصافية هي كرات غازية تصدر ضوء وحرارة، إلا أنها شديدة البعد عن الأرض لتبدو كأنها نقاط ضوئية متلألئة في السماء.

يعد الضوء ذو أهمية كبرى للكائنات الحية من حيوانات ونباتات، بالإضافة للإنسان، ويوجد له عدد من المصادر الطبيعية هي(19):

* الشمس: تعد الشمس المصدر الأساسي للضوء، كما تعتبر المزود الأكبر للطاقة الموجودة على سطح الأرض، يسمى الضوء الناتج من الشّمس بالضوء الأبيض، والذي ينتج بفعل الانفجارات التي تحدث فى مركزها، حيث ينجم عن هذه الانفجارات الحرارة إلى جانب الضوء.

* القمر والنّجوم: تعتبر النجوم من مصادر الضوء الطبيعية، على الرغم من أن ضوءها الذي نراه يعد صغيراً نظراً لبعدها الكبير عن الأرض، كما يعتبر القمر من مصادر الضوء الطبيعية، إلا أن ضوءه ماهو إلا مجرد انعكاس لضوء الشمس.

* الكائنات الحية: توجد بعض الأنواع من الكائنات الحية التي تنتج الضوء بفعل تفاعلات كيميائية تحدث بداخلها من قبل خلايا خاصة منتجة للضوء، على سبيل المثال بعض أنواع الديدان والفراشات المتوهجة.

(٤-١-١)الإضاءة الطبيعية والراحة البصرية:

إن تحقيق الراحة البصرية وإبصار الألوان على حقيقتها يتم بالإعتماد على الإضاءة الطبيعية حيث تلعب الإضاءة الطبيعية دورا أساسيا فى إمكانية الرؤية فالشخص لا يستطيع الرؤية إذا كان الوسط المحيط به مضاء والشىء المراد رؤيته فى وسط أقل إضاءة والعكس.(8) وجاءت أبحاث الدكتور (هنرى لوجان) لتؤكد أنه كلما إنخفضت الإضاءة الصناعية زاد الشعور بالإجهاد وإزدادت السموم فى الجسم بالإضافة إلى أن الإضاءة الطبيعية تحقق الراحة النفسية للمستعملين، ويأتى دور المعمارى فى توظيف الإضاءة الصناعية بما يتناسب مع راحة المستعمل لرفع الكفاءة وزيادة الإنتاجية. ويمكن تعريف الراحة البصرية على أنها هى توفير بيئة بصرية مريحة بعيدة عن الإبهار،حيث تحقيق مستوى الإضاءة الضرورى لنهو العمل بسهولة وبدون إرهاق للعين وكذلك بدون أخطاء وبسرعة مقبولة ولكن المشكلة التى تنشأ نتيجة توفير إضاءة جيدة هى صعوبة تجنب الإبهار الضوئى ولكن إذا تم تجنب الإبهار سوف يتم توفير الراحة البصرية بصورة جيدة(11).

(٤-١-٢) مصادر الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ:

النوافذ و البلكونات: في كل منزل يجب أن تتوافر بعض النوافذ سواء كانت كبيرة أو صغيرة و تعد هي أهم عنصر للإضاءة الطبيعية لذلك يجب إعتماد نوافذ زجاجية تسمح بدخول الإضاءة و تجنب الزجاج الداكن و أيضاً إعتماد ستائر خفيفة لكي تسمح بمرورالإضاءة مع وضع أحد الستائر الثقيلة لتحجب الضوء عند الرغبة ، ولا يجب أن نغفل أهمية التعرض يومياً للإضاءة الطبيعية لتجنب الإكتئاب و في حال وجود إضاءة طبيعية جيدة في المنزل يجب الإعتماد عليها في الإضاءة ،لذلك يجب:

١-أن يكون بكل حجرة نافذتان بقدر الإمكان موزعتان على حائطين حتى يتم تجنب ظاهرة الزغللة.

٢-توزيع الشبابيك و اختيار أماكنها للحصول على أكبر قدر من الضوء الطبيعي و بخاصة المنعكس مع محاولة تجنب الضوء المباشر

٣-تخصيص بعض الفراغات المكشوفة (كالأفنية مثلا) بالمبنى تسمح للإنسان بأن يستفيد من الأشعة البنفسجية مع مراعاة عامل الخصوصية

٤-أن يراعى في تخطيط الموقع ارتفاعات المباني والمسافات بينها بحيث لا يحجب مبنى الضوء الطبيعي عن مبنى آخر قريب منه أو يواجهه , ومن هنا تظهرأهمية دراسة زوايا الشمس المختلفة على مدار العام لتجنب ذلك (5:120) .

(٤-٢) الإضاءة الصناعية داخل المبنى :

يتم إستخدامها في حالتين : الأولى عندما تكون الإضاءة الطبيعية غير كافية في الأجزاء البعيدة عن النوافذ , و الثانية عندما تغرب الشمس ويحل الظلام

ويراعى في اختيار وحدات الإضاءة الصناعية أن تعطي نوعا من الإضاءة التي تكون أقرب ما يمكن للضوء الطبيعي , كما يجب اختيار النوعيات التي توفر في استهلاك الطاقة الكهربائية.(5:122)

فهي المصادر التي صنعها الإنسان وأوجدها، وتتعدد هذه المصادر بصورة دائمة؛ إذ اعتمد الإنسان في حياته البدائية على النار، وبعد اكتشاف الضوء اعتمد على الفتيلة والزيت للحصول على الضوء الكافي، ثم تطور الأمر إلى إستخدام الإنسان للمصابيح الكهربائية العادية، ومع الثّورة الصناعية الكبرى أصبحت الإنارة والكهرباء مصدراً أساسياً لا يستطيع الإنسان الإستغناء عنها.

ويمكن تقسيم مصادر الضوء الاصطناعية إلى قسمين هما:

القسم الأول: هو الذي يعتمد على تسخين الأجسام السائلة أو الصلبة، كالمصابيح الكهربائية.

القسم الثاني: هو الذي يعتمد على الفتيلة، أو تسخين السوائل كالشموع، والمصباح البترولي أو النفطي، ومصباح الزيت.

تقسيم آخرلمصادر الضوء الصناعية (21):

مع تقدم الزمن أصبح بإمكان الإنسان استخدام مصادر للضوء يقوم هو بصناعتها ومنها مايلي:

*النار:هي التي تنتج من إشعال الشموع المصنوعة من الشحوم وإشعال الزيت، ثم تم اكتشاف الكيروسين.

*الكهرباء: حيث توجد عدة طرق لتوليد الضوء باستخدام الكهرباءهي :

المصباح الكهربائي،مصباح الزئبق،المصباح المتوهج ،مصباح فلورسنت،المصباح الهالوجيني(22).

(٤-٣) فلسفة استعمال الألوان وعلاقتها بالإشعاع الشمسى والإضاءة:

إن اختيارألوان الواجهات الخارجية له تأثيرات بيئية و مناخية هامة فالألوان الفاتحة أو القريبة من اللون الأبيض لها قدرة كبيرة على عكس الإشعاع الشمسي , كما أثبتت الدراسات أن تأثير اختيار الألوان على الأسقف يكون أشد تأثيرا .

و للألوان إحساس سيكولوجي بالحرارة أو البرودة وأيضا عكس الإضاءة أو إمتصاصها فالألوان الفاتحة القريبة من الأبيض تعمل على زيادة الإضاءة الطبيعية داخل المكان فى النهار على عكس الألوان القاتمة.

وتنقسم الألوان إلى ألوان ساخنة كالحمراء و البرتقالية والصفراء , وألوان باردة كالزرقاء والخضراء والقريبة منها , كما يدخل في التأثير السيكولوجي للألوان خداع النظر بالنسبة للمسطحات و الأحـــجام

إن الواجهات الغربية والشرقية للمبنى تكون أكثر تأثرا من الواجهة البحرية , في حين أن الواجهة الجنوبية تمثل حالة خاصة حيث أن استقبالها للإشعاع الشمسي في فصل الشتاء يكون أكبر من الصيف و هو شيء مطلوب للاستفادة من حرارة الشمس شـــــــــتاء وينبغى إستغلال هذا من ناحية التدفئة والتبريد والذى يتطلب الكثير من الطاقة.(5:124) .

اللون	درجة الامتصاص للإشعاع الشمسى
أسود تماما	%١٠٠
أسود عادى	%٨٥
أخضر أو رمادى غامق	%٧٠
أخضر او رمادى فاتح	%٧٠
دهان زيت أبيض	%٢٠
دهان ابيض جديد	%١٢

جدول (١) درجة إمتصاص بعض الألوان للإشعاع الشمسى(5:124)

النتائج:

*عناصر التحكم البيئى لها الدور الأكبر فى نجاح التصميم الداخلى لأى فراغ.

*يجب الاهتمام بالتكييف والتهوية داخل الفراغ حيث انهم هم المسئولون عن راحة الشخص حراريا .

*بنيغى اختيار الإضاءة المناسبة داخل الفراغات واستغلال الإضاءة الطبيعية والاهتمام بالصوتيات المعمارية وتجنب الضوضاء.

*لإختيار الألوان تأثيرات هامة جدا من ناحية الإشعاع الشمسى.

التوصيات:

*ينبغى على المصمم الدراسة الجيدة لأى فراغ أثناء تصميمه داخليا من ناحية التحكم البيئى بطريقة جيدة سواء حراريا أو سمعيا أو بصريا

* إستغلال المصادر الطبيعية حيث أنها نظيفة وموفرة للطاقة.

المراجع:

-المراجع العربية

أ- الكتب العربية

١-السيد مصطفى محمد. هندسة تكييف الهواء. المملكة العربية السعودية. مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية. ٢٠٠٨.

1- Elsayed,Mostafa Mohamed. Handasat takief elhawaa. Almamlakah Alarabiah Alsoudiah. Madinaat elmalek Abdelaziz lleloom w elteqnya. 2008.

٢- الشرنوبى،محمد عبد الرحمن باكاكس . الأبعاد الصحية للتحضر. ترجمة عبد الرحمن الشرنوبي. الجمعية الجغرافية الكويتية. جامعة الكويت قسم الجغرافيا وحدة البحث والترجمة. الكويت. ١٩٨٥.

2- Alsharnoby,Mohamed abdelrahman bakaks. Alab3ad alsehya llth'dr. trgmt 3bd alrhman alsharnoby. algameia algo'grafeya alkwytya. gameat alkwyt kesm algo'grafya wehdat albahs waltrgma. Alkwyt. 1985.

٣- محسوب،محمد صبري. الجغرافيا الطبيعية أسس ومفاهيم حديثة. دار الفكر العربى.١٩٩٦.

3- Mahsoub,Mohamed Sabri. algo'grafya altabeia oss w mfaheem hadetha. dar elfkr elarabi.1996.

٤- مصيلحى،فتحي محمد. الجغرافيا الصحية والطبية. دار الماجد للنشر والتوزيع. القاهرة. 2008.

4- Mselhi,Fathy Mohamed. algo'grafya alsehya w eltbeia. dar almaged llnashr w altawzeea. Alqahera. 2008.

٥- وزيرى،يحي. معايير تصميم المباني الصديقة للبيئة نحو عمارة خضراء (الجزء الثالث) .٢٠٠٢ الناشر:مكتبة مدبولى.
5-Waziry,Yahia. maaier tasmim almabani alsadeqa llbeea. nhw emara kadraa. algoza althalth. 2002. maktabet madboly.

ب- الرسائل العلمية

٦- عبد الحميد،عبد الحميد عبد الغني . التقييم البيئي لتزاحم السكان بالإسكان العشوائي. دراسة تطبيقية على مدينة شبرا الخيمة. رسالة ماجستير غير منشورة. قسم الجغرافيا . كلية الآداب . جامعة المنوفية. ٢٠٠٧.
6- Abdelhamied,abdelhamied abdelalghani. altaqiem albeeay ltazahom alsokan beleskan alashwaie. derasa tatbequia ala madenat shobra elkeema. resalat magester gher manshoura. qesm algo'grafya. koliat alaadab. gameat almnofia. 2007.
٧- محمد،ابتهال جلال الدين. المسرح متعدد الوظائف. أسس التصميم ومحددات التشكيل. القاهرة ٢٠٠٣. رسالة دكتوراه.
7- Mohamed,ebtehal glal eldeen. almasrah motaded alwazaef. oss altasmim wmohadedat altashkeel. alqahera,2003. resalat doktorah.

ج- الأبحاث العلمية

٨- إسماعيل،عصام رجب. مفهوم الخصوصية وتأثيره على تصميم السكن فى مصر. بحث منشور. مجلة قسم الهندسة المعمارية. كلية الهندسة. جامعة أسيوط. مصر. ١٩٩٤.
8- Esmael,essam ragab. mafhom alkhososia wtaatheroh ala tasmim alsakan fe misr. bahth manshour. magalt qesm alhandasa almemaria. koliat alhandasa. gameat asiout. Misr. 1994.
٩- الاسس التصميمية للمسرح. بحث. م.محمد مجدي.
9- Aloss altasmimia llmasrah. Mohamed magdi.
١٠- القطينى،فادى و زين الدين،مزاحم و ديوب،طالب . "التكوين الخارجي للمبنى وتأثيره على الراحة الحرارية للمتعملين". بحث منشور. مجلة جامعة البعث. المجلد ٨٣ . العدد ٨ .٢٠١٦ م .
10- Alqoteini,fadi w zeineldeen,mazahem w dayoub,taleb. altakween alkharegi llmabna wtaatheroh ala alraha alhararia llmotaalmen. bahth manshour. maglat gameat albaath. almogalad 83. aladd 8. 2016.
١١- أيوب،ريهام السيد عبد التواب و عقبة،إيهاب محمود بيومى و محمد،ماجد محمد أبو العلا و محمود،إيمان بدوى أحمد .عمارة الأبنية السكنية من منظور محقق لراحة المستعمل. بحث منشور. مجلة كلية الهندسة .جامعة الفيوم.
11- Ayoub,reham elsayed abdeltawab w Oqba,ehab Mahmoud bayoumi w Mohamed,maged Mohamed aboelela w Mahmoud,eman badawy ahmed. emarat alabnia alsakania mn manzor mohaqq lrahat almostamel. bahth manshor. maglat koliat alhandasa. gameat alfayoum.
١٢- معبد،ياسر على وعواد،أحمد إسماعيل و حواس،نهى أحمد. تلبية إحتياجات الإنسان فى المسكن من خلال التصميم الداخلى،بحث منشور،مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية. المجلد الخامس. العدد الحادى والعشرون.
12- Maabed,Yasser ali w awaad,ahmed esmaiel w hawas,noha ahmed. Talbiat ehtyagat alensan fe almaskan mn khelal altasmim aldakhly. Bahth manshour. Magalt alemara w alfnoon w aloloom alensanya. Almogalad alkhames. Aladd alhady w aleshron.

مقالات إلكترونية

١٣- التسمم بأول أكسيد الكربون وكيفية الوقاية منه،عيادة طب الأطفال. نسخة محفوظة 03 فبراير ٢٠١٧. موقع واي باك مشين.
13- Altasamom bawal oksed alcarbon w kayfyat alweqaya mnho. eyadat teb alatfal. noskhah mahfoza 3 febrayer 2017. mwqea way bak mashine.
١٤- سمعيات معمارية. نسخة محفوظة ١٧ سبتمبر ٢٠١١. موقع واي باك مشين.
14- Samieyat meamaria. noskha mahfoza 17 september 2011. mwqea way bak mashine.

- المراجع الأجنبية

15- Ventilation and Infiltration chapter, Fundamentals volume of the ASHRAE Handbook, ASHRAE, Inc., Atlanta, GA, 2005

المواقع الإلكترونية

16- قاموس المعاني، قاموس الكترونى.

16- qamos almaani. Qamos electrony.

17-http://amenagementa.blogspot.com/2016/09/natural-ventilation.html

18-https://ar.wikipedia.org/wiki/

19- Sources of Visible Light", www.ck12.org, Retrieved 12-12-2018.

20-https://deltawaterleaks.com/

21- Lighting", www.encyclopedia.com, Retrieved 29-11-2018.

22- "Incandescent Lighting", www.energy.gov, Retrieved 29-11-2018.

http://www.hndasa.com/showthread.php?t=1141- 23