معايير جودة البيئة الداخلية لقاعات التصميم و تاثيرها على استهلاك الطاقة

"Design studio indoor environmet quality standards and it`s impact on energy consumption "

ا.د/ عبد الرحمن بكر

أستاذ التصميم البيئى ووكيل كلية الفنون التطبيقية للدراسات العليا والبحوث سابقا- جامعة حلوان

Prof. Abdelrahman bakr

Professor of Interior Design Furniture Faculty of Applied Arts, Helwan University

أ. د/ أشرف حسين ابراهيم

أستاذ التصميم البيئى بقسم التصميم الداخلى والأثاث - كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان

Prof. Ashraf Hussein

Professor of Interior Design Furniture Faculty of Applied Arts, Helwan University

ashrahus@gmail.com

الباحثة / سارة سعودى محمد

طالبة بمرحلة الماجستير

Researcher. Sara Soudi Mohamed

Master`s Student- Interior Design and Furniture Department, Helwan University

sara_soudi_2007@hotmail.com

ملخص البحث:

تعد جودة البيئة الداخلية IEQ موضوعا هاما تناولة العديد من الباحثين لما له من تأثير بالغ على صحة شاغلى الفراغ حيث يؤثر على مستوى الأداء و الإنتاجية وصحة المستخدمين نفسيا و عضويا مثل تهيج العين و الأنف و الحنجرة و كذلك استهلاك الطاقة فى المبانى.

و تعنى جودة البيئة الداخلية بتحقيق جودة الهواء الداخلىIAQ , الراحة الحرارية , الراحة البصرية و الراحة الصوتية كما تعنى الظروف الداخلية التى توفر الراحة لمستخدمى الفراغ مع احترام محددات البيئة الخارجية و عوامل التهوية و الإضاءة الطبيعية و الرياح و الطاقة و استخدام الخامات و المواد صديقة للبيئة و تحقيق الراحة لمستخدمى الفراغ , ويعد التصميم الداخلي أحد أكثر التخصصات ارتباطًا وتأثيرا بالبيئة وحياة الإنسان ؛ نرى الإتجاه العالمي المتزايد نحو الحاجة للوصول إلى الإستدامة في جميع المجالات وعلى جميع المستويات ، والاستفادة من المعالجات البيئية التي توفر الراحة داخل الفراغات و تقلل الضرر على الإنسان و البيئة.

و حيث ان قاعات التصميم تعتبر من أهم الفراغات المبنى التعليمى، لذا تمت هذه الدراسة لتحدد المعايير التى ستؤدى لرفع كفاءة و جودة البيئة الداخلية لهذه الفراغات، دراسة السلوك البشرى داخل قاعات التصميم من حيث أنماط إشغال الطلاب داخل استوديو التصميم وتحديد أوقات استخدام القاعة و حركة المستخدمين داخلها و وتأثير ذلك على إستهلاك الطاقة و تحقيق جودة بيئية افضل .

الكلمات المفتاحية للبحث:

جودة البيئة الداخلية – منظومة الراحة الإنسانية - جودة الهواء الداخلى– ظاهرة المبنى العليل - الراحة الحرارية– الراحة الصوتية – الراحة البصرية– التهوية والتكييف.

Abstract

The quality of the internal environment IEQ is an important topic that many researchers have addressed because of its significant impact on the health of the occupants of a vacuum, as it affects the level of performance, productivity and the health of users psychologically and organically, such as eye, nose and throat irritation, as well as energy consumption in buildings. The quality of the indoor environment is concerned with achieving IAQ indoor air quality, thermal comfort, visual comfort and acoustic comfort, as well as the internal conditions that provide comfort for the users of the space while respecting the parameters of the external environment, ventilation factors, natural lighting, wind, energy, and the use of environmentally friendly materials and materials. Achieving comfort for users of space, and interior design is one of the disciplines most closely related to the impact of the environment and human life. We see the increasing global trend towards the need to reach sustainability in all areas and at all levels, and take advantage of environmental treatments that provide comfort within the spaces and reduce harm to humans and the environment.

The aim of this research is to promote the idea of considiration about the relation between the occupant behavior inside design studio and it`s impact on the energy consumption in the building , inorder to identify methods of acheiving more effective IEQ parameters .

Keywords: Indoor Environment Quality- Human comfort system - Indoor Air Quality –Sick building syndrom -Thermal comfort – Acoustic comfort – Visual comfort - HVAC - Human needs- Energy Consumption - ventilation .

مشكلة البحث

- ضعف جودة البيئة الداخلية داخل قاعات التصميم فى الأبنية التعليمية نتيجة لزيادة أعداد الطلاب
- عدم مراعاة معايير جودة البيئة الداخلية و الاستدامة لقاعات التصميم خاصة فى ظل ظاهرة التغير المناخى

أهمية البحث

يساعد البحث على تحقيق جودة البيئة الداخلية لقاعات التصميم ورفع كفاءة ايستخدام الفراغ و توفير الطاقة،فى ظل تحقيق مبادىء التنمية المستدامة مع احترام الأنشطة المتبعه داخل قاعات التصميم و توفير أعلى قدر من الراحة الداخلية لمستخدمى الفراغ .

أهداف البحث

رصد و تحليل معايير جودة البيئة الداخلية لقاعات التصميم وفق محددات الاستدامة البيئية و من خلال التعرف على الأنشطة الداخلية و الحيز المطلوب لكل مستخدم و معرفة نمط استخدام قاعات التصميم لتوفير اكبر قدر من الراحة الداخلية و تحقيق اعلى كفاءة للطاقة .

التساؤلات البحثية

- ماهى معايير جودة البيئة الداخلية لقاعات التصميم؟
- ما العلاقة بين عناصر تصميم القاعات ومستوى الراحة الداخلية لمستخدمى الفراغ؟
- كيف يمكن تتبع نمط استخدام قاعات التصميم بحيث تحسين جودة البيئة الداخلية و توفير الطاقة؟

منهج البحث

منهج نظرى تحليلى : من خلال وصف و تحليل معايير التصميم المستدام و محددات جودة البيئة الداخلية وإدراك اهميه استخدام الطاقة المتجددة و تحديد نمط مستخدمى الفراغ لتحديد الاستخدام الأمثل للموارد .

الخطوات الإجرائية للبحث

أولاً- مقدمة:

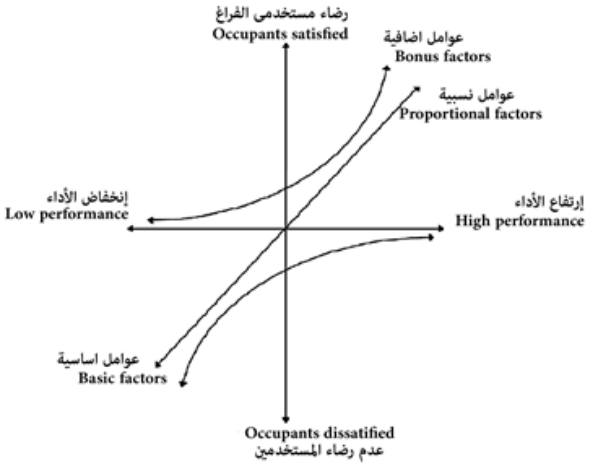
جودة البيئة الداخلية هى مؤشر للظروف الداخلية التى توفر الراحة لمستخدمى الفراغ مع احترام محددات الموقع الخارجى للبناء و عوامل التهوية و الإضاءة الطبيعية و الرياح و الطاقة و استخدام الخامات و المواد صديقة للبيئة و تحقيق الراحة لمستخدمى الفراغ ,حيث ظهرت مشاكل عديده للأبنية نتيجة اهمال جودة البيئة الداخلية و فمثلا ظاهرة المبنى العليل **Sick building syndrom** [21] و ظهرت امراض اخرى نفسية و عضوية مثل تهيج العين و الأنف و الحنجرة ;كما يمكن تجنبها عند الأخذ فى الاعتبارات التصميمية مراعاة ان يكون التصميم مستدام و متوافق مع البيئة الخارجية .

المبانى التى يقضى فيها المستخدمين وقت طويل على مدار اليوم كاستوديو التصميم يجب أن يوفر مستويات الراحة و جودة عالية للبيئة الداخلية من حرارة و اضاءة و جوده هواء داخلى طوال فترة تواجدهم مما يؤدى الى عمل تلك الأنظمة لفترات طويلة و مختلفة ولأعداد متفاوته للمستخدمين مما يؤثر على استهلاك الطاقة و هدر الموارد.

ثانياً- جودة البيئة الداخلية

تسهم جودة البيئة الداخلية داخل استوديوهات التصميم بصورة فعالة فى رفع انتاجية المستخدمين و تحفظ قدرتهم على المواصلة فى ممارسة انشطتهم , اضافة الى تحقيق اعلى درجات المرونة والتكيف مع احتياجاتهم الحالية و المستقبلية ,بالصورة التى تجعل التصميم الداخلى فى حالة حيوية وكفاءة باستمرار حتى تسمح باعادة استخدمها لأغراض ووظائف اخرى بعد فترة من الزمن كما نرى فى الشكل (1-1) بحيث يوضح العلاقه بين اداء المستخديمن بالراحة داخل الفراغ [16] فيمكن اختيار منتجات ومواد البناء الغير ضارة ليس فقط اثناء مرحلتى التصميم و التنفيذ ولكن ايضا خلال عمليات الصيانة و التشغيل للمحافظة على صحة شاغلى الفراغ .

يمكن تحقيق جودة البيئة الداخلية من خلال تطبيق مبادئ الاستدامة من تجنب استخدام المواد الملوثة للهواء و تجنب استعمال المواد التى تحتوى على نسبة عالية من المركبات العضوية المتطايرة **VOC`s** و توفير مستويات عالية من التهوية و الاضاءة الطبيعية .[7]



شكل(1- 1)يوضح العلاقة بين مستوى الأداءو رضا المستخدمين داخل الفراغ KANO CURVE (JIN Y, PARK Y, YU J. -2019)

استراتيجيات تحقيق جودة البيئة الداخلية

يمكن تحقيق جودة البيئة الداخلية من خلال تطبيق مبادئ الاستدامة من تجنب استخدام المواد الملوثة للهواء و توفير مستويات عالية من التهوية و الاضاءة الطبيعية و تحقيق مستويات الراحة النفسية للمستخدين كما يلى:

1- تحسين جودة البيئة الداخلية خلال دورة حياة المبنى [21]: توفير بيئات داخلية مرنة تستجيب للاحتياجات الحالية و المستقبلية للمستخدمين الفراغ و اختيار خامات ومواد بناء الغير ضارة ليس فقط اثناء مرحلتى التصميم و التنفيذ ولكن ايضا خلال عمليات الصيانة و التشغيل.

2- تجنب استخدام المواد التى تحتوى على نسبة عالية من الملوثات:

تجنب استعمال المواد التى تحتوى على نسبة عالية من المركبات العضوية المتطايرة **VOC`s** [6] و غالبا ما تتواجد فى منتجات المواد اللاصقة و الدهانات .التى تؤثر سلبا على صحة المستخدمين.

تجنب استخدام منتجات البناء التى تحتوى على المركبات الفورمالدهيد , كالأنظمه الموكيت وبعض أنواع القواطيع الداخلية.

3- توفير مستويات الراحة والملائمة للبيئة الداخلية:

- توفير مستويات الراحة الفيزيقية و الراحة الحرارية بتصميم الغلاف الخارجى واختيار المواد التى تشكل الحوائط والأسقف والعناصر الاخرى لكى تحقق الراحة الحرارية للمستعملين[7].
- تقدير اهمية تحقيق مستويات من الراحة النفسية للمستخدمين بتوفير الاضاءة الطبيعية فى جميع الفراغات و تجنب المعايير الجمالية و التكامل بين البيئة الداخلية المبنية و البيئة المحيطة.

يمكن ضمان مستويات الراحة الصوتية و توفير بيئة داخلية مناسبة للمستخدمين وتقليل الضوضاء من خلال استخدام المواد ذات الخصائص الصوتية المناسبة من المواد العازلة و الماصة للصوت فى الحوائط وارضيات و مكونات العزل الصوتى

ثالثاً- التصميم الداخلى البيئي [3]

يهدف الى الإهتمام بتحقيق التوافق بين التصميم الداخلى و المحددات البيئية لإحداث اندماج بين عناصر التصميم مع النظام البيئى القائم و التصميم البيئى كمصطلح لحل المشكلات البيئية و توظيف الخامات المحلية و التوافق مع الموقع و المناخ و الاستفادة من الشمس فى الأضاءة الطبيعية و الحفاظ على الطاقة كما نرى فى الشكل رقم (2-1) عمل الباحثة ,وقد ظهر هذا الاتجاه كرد فعل لحل المشكلات البيئية بهدف الوصول لاعلى كفاءة داخلية للمستخدمين مع الأخذ فى الاعتبار البيئة المحيطة .

شكل (1- 2) يوضح تداخل العلاقة بين أهداف التصميم - عمل الباحثة

1-3- أهداف التصميم الداخلى البيئى:

- تحقيق بيئة داخلية مريحة لمستخدمى البناء وتحقيق الرضا لمستخدمى الفراغ
- تقلقل تكلفة طاقة المبنى
- الحد من التاثيرات البيئية السلبية

رابعاً- التصميم الداخلى الشامل Universal desgin

تم ظهور مصطلح التصميم الشامل فى منتصف الثمانينات من قبل المهندس المعمارى رونالد ماك Ronald L. Mac يعرف التصميم الشامل بانه مبداء تصميمى لجميع الأشخاص بغض النظر عن العمر او الجنس فهو تصميم مرن يصل الى جميع الفئات ذو هدف حيوي يستوعب فئات مختلفة من المستخدمين كما يستوعب اختلافتهم و يسعى الى جعل البيئة وظيفية و مرنة الى اقصى درجة وكما يوضح الشكل (3-1) أهم خصائص التصميم الشامل [15] ما يلى :

- إمكانية الوصول Accessabilty
- التصميم سهل الاستخدام الخالى من العوائق Barrier-free design
- التصميم شامل مرن Resilient design

شكل (1- 3) يوضح الشكل اهداف التصميم الشامل (أسماء السيد اسماعيل,2013ص 112)

خامساً- دور الفراغ فى تلبية احتياجات الانسان

يتحكم حجم الفراغ المعمارى مؤثر هام على جودة البيئة الداخلية من خلال قياسه من عرض و طول و إرتفاع وله عدة خواص أخرى تؤثر على المستخدم و تلبى احتياجاته , قام العديد من العلما بتحديد احتياجات الإنسان و قام ماسلو maslow`s theory بتحديد الاحتياجات الانسانية وفق أهميتها وكما نرى فى **شكل(4-1)** ان الاحتياجات الأساسية فى المقام الأول ثم الأمان و اخيرا بتحقيق الذات [3] .

الحاجات الفسيولوجية : و هى عباره عن الأحتياجات الأساسية لبقاء حياة الإنسان و تمتاز بأنها فطرية و هى عامه لكل البشر.

الحاجة الى الأمان: و هى تترتب على درجة اشباع الحاجات الفسيولوجية و عدم تحقيق الأمن سيتأثر مستخدم الفرا مما يؤثر على أداءه.

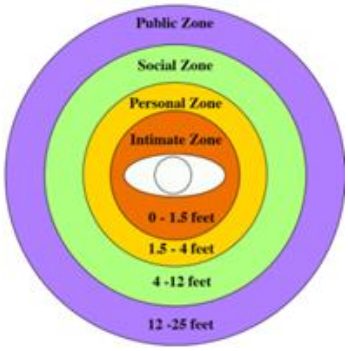
الحاجة الأجتماعية : يقوم مستخدم الفراغ بالعديد من الأنشطة الفردية و الأجتمااعية فيجب ان يلائم الفراغ هذه الأنشطة و يحتويها .

الحاجة الى تحقيق الذات: بحيث يحتاج الأنسان ان يكون له كيان مستقل و يستطيع التقدم و التطور وذلك من خلال تحقيق الجو المناسب الذى يسمح بأداء النشاط المطلوب .

شكل(1- 4) يوضح نظرية الاحتياجات الإنسانية لماسلو
HTTPS://SITES.GOOGLE.COM/SITE/YSFSATOURI/HOME/HRM-MASLW-NZRYTE-ALAHTYAJAT-ALANSANYTE-LMASLW

1 - مفهوم الفراغ الشخصى [13]

عند تصميم فراغ يجب ان يلبى احتياجات و رغبات مستخدميه ,فيجب ان يلائم نوعية الأنشطة الذى يحتويها ويمكن ان هوية تحدد من خلال ترتيب العناصر داخل الفراغ نفسه و او من خلال تحديد سلوك المستخدمين و طبيعة نشاطهم بحيث تؤثر على سلوك المستخدم كما مبين فى صورة (1-1)و صورة (1-2) .



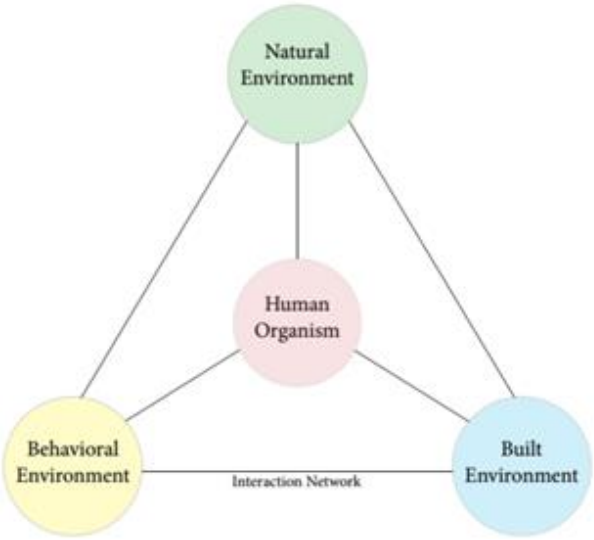
صور (1- 1)

صور (1- 2)

صورة (1-1) (1-2) توضح تقسيمات الفراغ الشخصى الى عده مستويات و هم : المساحه الحميمة و الحيز الشخصى و الحيز الاجتماعى و الحيز العام Imam, Mohamed Hassan, Ahmed Mohamed, Abdel Razek, and Anas Mohammad. "Ways to Improve Classroom Internal Environment In View of Sustainable Design Concept" 10, no. 4 (2020).

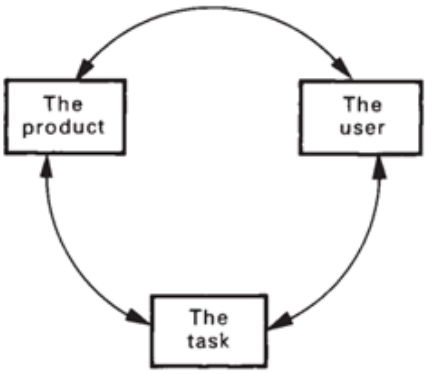
و يتم تحديد هذه المسافات طبقا الى عوامل مثل الاعتبارات الثقافية و الاجتماعية و تختلف من شخص لأخر و توفير المساحات الشخصية لا يتوقف على طبيعة النشاط فقط بل على اساس توفير مساحة مريحة نفسيا .

ويوضح **شكل (1-5)** العلاقة بين الانسان و بين البيئة المحيطة وبما ان الأنسان هو محور و مقياس البيئة الداخلية يجب الانتباه الى ان هناك فروق فردية تؤثر فيها البيئط الطبيعية المحيطة وكذلك تؤثر البيئة المبنية و طبيعة السلوك المحيط فى منظومة الانسان ككل .



شكل(1- 5(العلاقة بين الأنسان و بين البيئات المحيطة و ذلك وفق تقرير Guerin1992 حيث قسم البيئات المحيطة الى بيئة طبيعية و بيئة مبنية و بيئة سلوكيه (اجتماعية) (4)

فمثلا يوجد فرد يتمتع بقدرة جيدة على تصفية زهنه مختلف المحفزات السيئة داخل قاعة التصميم و التركيز على النشاط الذى يقوم به كما مبين فى **شكل (6-1)** العلاقة بين المستخدم و النشاط المتبع و المنتج المرجو فمثلا الاتنباه الى الشرح داخل قاعة التصميم فى ظل وجود عوامل تشتيت مثل ضوضاء زائده فيمتلك قدرة عدم الالتفات الى الأصوات المزعجه و التكيز على النشاط الذى يقوم به, نفس المؤثر الذى يستجيب له ولا يستطيع تجاهلة اشخاص اخرون فقدراتهم على التركيز أقل و تميل إلى تشتيت الإنتباهه أو الانزعاج بسهولة.(10)

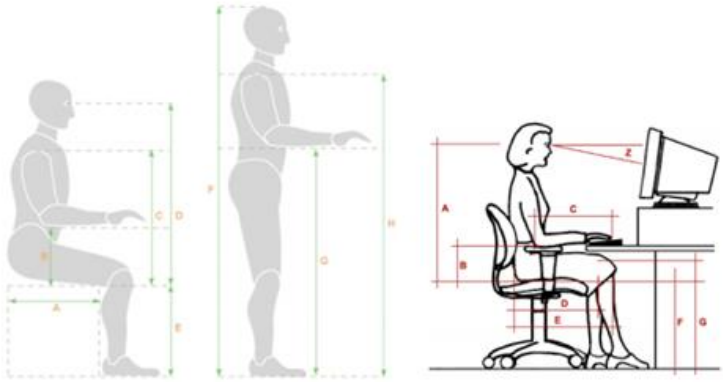


شكل(1- 6(Pheasant, Stephen. Body Space Anthropometry ,Ergonomics and the Design Work. Vol. 27 page 255, 1996. https://doi.org/10.1038/sc.1989.63.

وكذالك يوجد اشخاص انطوائيون و اشخاص منفتحون و يجد لكل منهم بيئة مناسبه مختلفة عن الأخر و من هنا ظهر مصطلح **البيئة السلوكية Behavioral Environment** تعرف البيئة السلوكية بأنها السلوك الاجتماعي -socio behavioral و السياسى Socio-political النفسي والفيزياء الحيوية و تمثل أيضا صنع القرار طبعا للتفاعل مع قيم المجتمعية و متغيرات أخرى .

2- الأنثروبومترية والارجنوميكس Anthropometrics And Ergonomics [13]

تعرف الإرجنوميكس على أنها دراسة قياسات جسم الانسان أثناء القيام ببعض الوظائف داخل بيئة ما لتلبية احتياجاته و دراسة قياس حركاته و الهدف من ذلك هو الحصول على بيئة تتوافق مع احتياجات و قدرات مستخدمى الفراغ , بينما الأنثروبومترية تعرف على أنها فرع من فروع الارجنوميكس حيث تهتم بدراسة قياسات بجسم مع قياس حجمة و ابعادة و القدرة على العمل كما هو مبين فى الشكل التالى رقم(7-1) .

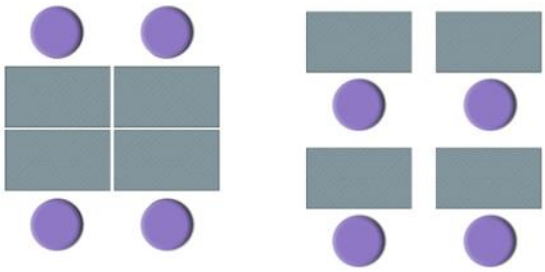


شكل(1- 7)توضح الفرق بين الأنثروبومترية و الإرجنوميكس بحيث تم توضيح ابعاد قياسات الانسان و تطبيقها من خلال نشاط -
PHEASANT, STEPHEN. BODY SPACE ANTHROPOMETRY ,ERGONOMICS AND THE DESIGN WORK. VOL. 27 PAGE (275-285), 1996. HTTPS://DOI.ORG/10.1038/SC.1989.63

3- الأنساق البروكسيمية Proxemics

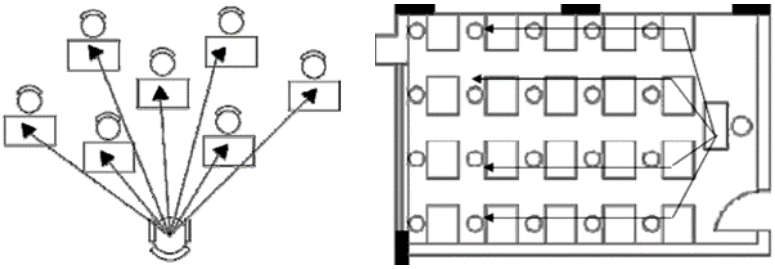
من أجل التوصل الى فراغ يستطيع التعامل من خلاله لابد من ايجاد العلاقة بين أنساق الأحداث التى تصيغ السلوك الجماعى و بين الصياغة المادية للفراغ التى تتحدد بمجموعة معايير و أسس تصميمية و يمكن تحديده من خلال معرفة أنساق الحدث التى تعرف من خلال الأنشطة و تصاغ من خلال السلوك الجماعى و بين الصياغة المادية للفراغ ;لذا ظهر مصطلح الأنساق البروكسيمية و من دراسة ظهرت قدرة البيئة على تشجيع أو تثبيط التفاعل بين الناس كما نرى فى **شكل (1-8)** [13] .

من خلال نشاط الدراسة داخل قاعات التصميم إتضح ان من ترتيب المقاعد و تنظيم المساحات يعزز ذلك أنشطه و تفاعلات معينة , من خلال التعامل مع متغيرات و هم عوامل ثابتة مثل الحوائط و توجيه المبنى و عوامل شبة ثابته و متحركة مثل قطع تأثيث الفراغ من طاولات و مقاعد ووحدات تخزين .



شكل(1- 8(يوضح علاقه تنظيم المقاعد و تاثيرها على نوع النشاط المتبع داخل القاعة - عمل الباحثة

كما نرى فى **شكل (1-9) و شكل (1-10)** انه من خلال ترتيب المقاعد فى صفوف متباعدة لا تشجع التفاعل بين شاغلى الفراغ , ولكن من خلال ترتيبها بتقاربه او فى مجموعات يعزز ذلك التعامل بين الطلاب و تشجيع روح العمل الجماعى عوضا عن التنافس ولكن يجب عدم اهمال المسافات الشخصية و عوامل البيئة و الثقافة و المجتمع [16] .



شكل(1- 9) و شكل(1- 10) يوضح العلاقة بين طريقة توزيع المقاعد و التفاعل و رؤية المحاضر - MUNIANDY, SHANTHI & KHAN, TAREEF & AHMAD, ABDULLAH. (2015). EVALUATING THE PHYSICAL ENVIRONMENT OF DESIGN STUDIOS: A CASE STUDY IN MALAYSIAN PRIVATE ARCHITECTURE SCHOOLS. INTERNATIONAL JOURNAL OF BUILT ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY. PAGE 277- 2. 10.11113/IJBES.V2.N3.75.

سادساً - منظومة الراحة الانسانية داخل استوديو التصميم (Human Comfort System) [7]

من أهم أهداف التصميم توفير أكبر قدر من الراحة الجسدية و النفسية و زيادة الكفاءة و زياده معدلات الأداء كما يمكن تعزيز التركيز والنشاط من خلال الشعور بالراحة ,فيجب الأخذ فى الأعتبار ان معايير الراحه متفاوتة من شخص لأخر وفقا لعوامل عده مثل الحاله الجسدية من مرض و صحة بل يمكن لجسدين فى كامل صحتحهم الشعور باشياء متناقضه فى الفراغ الواحد فمثلا العوامل التى تحفذ على التركيز و الراحه لشخص قد تؤثر على توتر و عدم تركيز الأخر, لذا قامت منظمات الصحة العالمية و هيئات اخرى مثل **Ashrae, IOS** بتحديد عوامل الأقصى و الأدنى للعوامل التى يتحقق فى مابينهما الراحة لمعظم مستخدمى الفراغ .

فالعوامل الفزيائية داخل قاعة التصميم تقوم بدور هائل فى تحديد مستويات الراحة ويمكن قياس معدلات الراحة من خلال المحددات الأتية:

- الراحة الحرارية Thermal comfort
- جودة الهواء الداخلى Indoor air quality
- الراحة الصوتية Aural comfort
- الراحة البصرية Visual comfort

1- الراحة الحرارية Thermal comfort [12]

تعد الراحة الحرارية هى المحرك الرئيسى للشعور بالراحة ,فالجسد البشرى يحتاج الى نطاق حرارى داخلى مختلف قليلا عن الخارجى و الذى يقوم بدوره فى تحقيق عمل الوظائف الحيويه و التمثيل الغذائى metabolism فيؤثر ذلك على الهواء و الأسطح المحيطة ,تختلف محددات الراحة الحرارية للانسان وفقا لعوامل و متغيرات بيئية و أخرى بشرية تعتمد على الظروف المناخية الخارجية و الداخلية التى تؤثر على الراحة الحرارية نوضحها كما يلى :

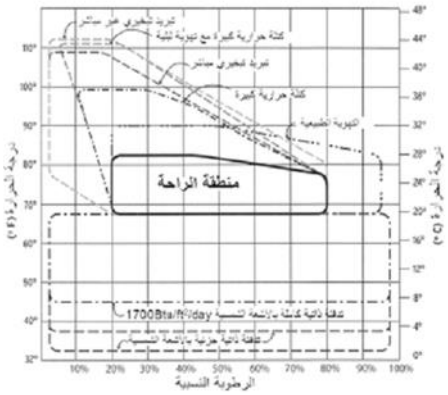
عوامل بشرية و منها : معدل الحرق والبناء Metabolic rate و الحالة الصحية و نوعية النشاط

وأخرى طبيعية ومنها : درجة الحرارة Air temperature- الرطوبه النسبية ,حركة الهواء و الأشعاع (شعور الانسان بالحرارة اذا تعرض لأشعة الشمس)

1-1منطقة الراحة الحرارية Comfort Zone [12]

تتمثل منطقة الراحة الحرارية للإنسان عند تحقق الظروف المناخية المناسبة فتساعد وصول النشاط الفسيولوجى لجسم الإنسان لتنظيم درجة حرارته الى أقل معدل له حيث تتوفر ظروف الأستقرار الحرارى الخارجى فى كل من درجة الحرارة

الجافة للهواء و الرطوبة النسبية كما يفترض عدم وجود إشعاع شمسى مباشر مع سكون الهواء. وكما نرى فى **شكل (11-1)** يمكن ان يحدد مجال الراحة الحرارية من خلال دراسة المؤثرات المناخية مع تبديلها و تغيير قيمها على عده أشخاص , حيث تم قياس الراحة للأنسان ووجد انها تتحقق عندما تتراوح كل من قيمة درجة الحرارة الجافة للهواء من 21الى 27^0 , و قيمة الرطوبة النسبية من 20 الى 70% و ذلك فى نفس الوقت مع الأخذ فى الاعتبار الفروق الفردية للأشخاص لكن بصفة عامة هذه القيم تناسب غالبية الأشخاص.



شكل(1- 11(عادل يس , جيورج باسيلى, دليل الطاقة و العمارة. جهاز تخطيط الطاقة, 1998- ص 117.

2-1-6 تأثير الرطوبة النسبية [12]:

والرطوبة من عناصر المناخ الهامة وتعتبر من أهم العناصر المكونة للهواء وتتوقف سرعة التبخر وكميته على درجة حرارة الهواء وعلى درجة جفافه وكذلك على مدى تحركه وتقاس بجهاز السيكرومترات

اما الرطوبة المطلقة وهي عبارة عن الكمية الحقيقية لبخار الماء الموجود في الهواء مقاسة بعدد الجرامات في المتر المكعب من الهواء وتصل منتهاها في المناطق الاستوائية ثم تقل نحو القطبين كما أنها تتأثر بوجود المسطحات المائية والغطاء النباتي .

أما الرطوبة النسبية : فهي عبارة عن نسبة بخار الماء في الهواء وهذه النسبة عبارة عن كمية بخار الماء الفعلية في الهواء منسوبة إلى كمية بخار الماء التي يستطيع الهواء أن يحملها تحت نفس درجة حرارته .

2-6 تأثير حركة الهواء [2]

تساعد حركة الهواء على التخلص من الحرارة الزائدة بالحمل اذا كانت درجة حرارة الهواء المتحرك أقل من درجة حرارة البشرة وذلك بزيادة عملية بخر العرق لأن الهواء المتحرك يحمل معه رطوبة البشرة ويحل محله دائما هواء أكثر جفافا ، وينعدم هذا التأثير عندما تكون الرطوبة النسبية أقل من 30 % ذلك لأن البخر يكون نشيط في سكون الهواء ، وعندما تكون الرطوبة النسبية أعلى من 85 % فان البحر يكون محدودا حتى لو تحرك الهواء الذي يمكن قياس سرعته واتجاهه بوردة الرياح ,اما التبخر Evapouration وهو انتقال الحرارة فى الهواء المحيط بالجسم البشرى من خلال التبخر اعلى سطح.

3-6 الأشعة الشمسية

تتحدد شدة أشعة الشمس المباشرة على اساس خط العرض و الطول و ارتفاع الموقع عن سطح البحر و على طبيعة الوسط المحيط و **توجد عوامل أخرى مؤثرة على شدة الإشعاع الشمسى وهى كالأتى:** حالة الغلاف الجوى من تلوث أو ارتفاع فى الرطوبة - الأرتفاع عن سطح البحر - عوامل تشتت الأشعاع [9]

التحكم في الانتقال الحراري بين الوسط الخارجي والوسط الداخلي :

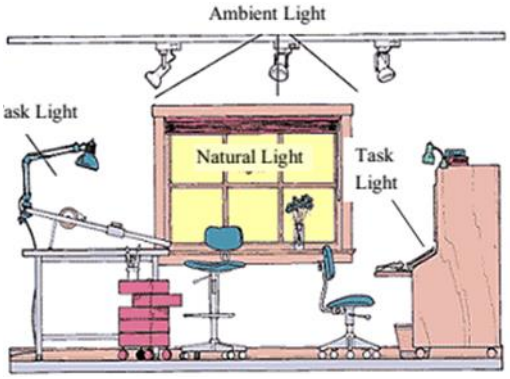
عندما تسقط أشعة الشمس على الأسطح الخارجية للمباني فإن جزء من الأشعة يمتص والجزء الباقى ينعكس . وتتوقف كمية الحرارة التي تنتقل من الفراغ الخارجي الى الفراغ الداخلي على تصميم العناصر الإنشائية للغلاف الخارجي من مواد بناء وسمك الحوائط وانواع التشطيب الخارجي .

2-6 الإضاءة و الراحة البصرية [12]

في المباني التعليمية يجب أن يحظى تصميم الإضاءة سواء أكانت طبيعية أو صناعية بالاهتمام البالغ، والتركيز على مستويات الإضاءة المطلوبة لكل حيز ونشاط ، تحقيق أهدافه و ومتطلبات الرؤية والإبصار السليمة

وفسيولوجية عمل العين وكذلك التعرف على فيزياء الإنعكاس والإمتصاص والنفاذية لمختف الخامات والمواد الأسطح الداخلية وذلك لإعمال مبادئ وقواعد الصحة والسلامة والأمان في التصميم الضوئى ,كذلك عند تصميم الإضاءة يجب تجنب الظلال الحادة داخل القاعات، والبعد عن الوهج الناتج عن شدة الإضاءة، أو وضعية مصدر الإضاءة، و أيضا يجب أن تكون هناك قدر ة على التحكم المرن في شدة ومستويات الإضاءة داخل القاعات ، ومن الأشياء المهمة أيضا عند تصميم وتجهيز الإضاءة مراعاة سهولة الصيانة، وتغيير أجهزة الإضاءة، والتكلفة، واستهلاك الطاقة. [21]

و في قاعات الرسم كما نرى فى **شكل (12-1)** أنواع الاضاءة المستخدمة داخل الفراغ و يفضل أن يكون للضوء الطبيعي الدور الرئيسى لإنارة أغلب المساحات الداخلية ولكن لاغنى عن مصادر الإضاءة الصناعية فيجب الأستفادة من معطيات الاضائية لتحسين الظروف بيئة العمل و التحكم بها للوصول لأفضل مستويات إضاءة على مدار اليوم مما يؤدى لزياده الكفاءة فى الدراسة و السلامة لمستخدمى الفراغ من الإجهاد البصرى .



شكل(1- 12)توضح أنواع الاضاءه داخل قاعة الدراسة - AL GARABAWY, ISLAM -2019 PAGE 125

1-2-6 العوامل التي تؤثر في عملية الرؤية limit Vision

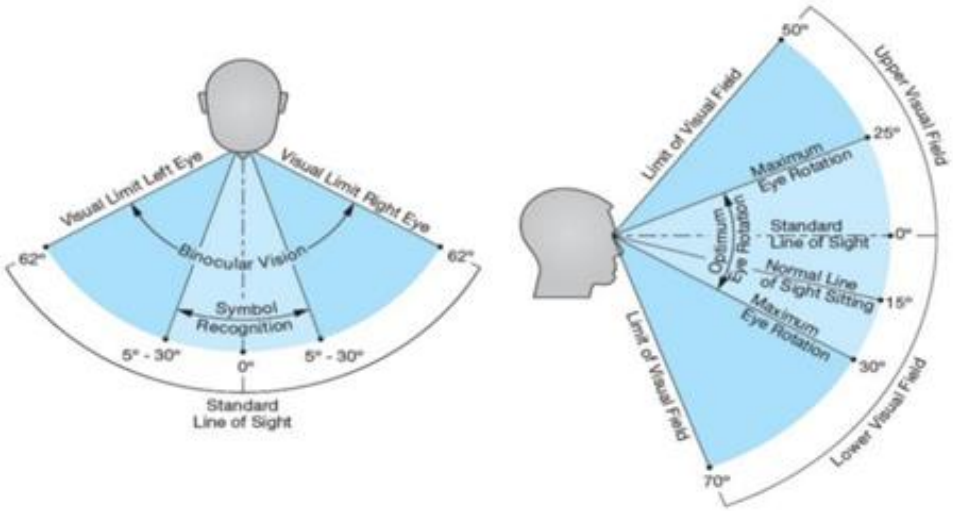
يوجد ثلاث عوامل تؤثر على الرؤية ويمكن تلخيصها بالشكل الاتى :

- الجسم المرئى ويعتمد على الحجم ومساحته ونوع الجسم وحركته والوسط المحيط ودرجة التباين.
- نوعية وظرف الاضاءة وتعتمد على مستوى الاضاءة ونوع الوهج (الابهار) وعلى توفر كمية إضاءة كافية من الضوء ليسمح بإتمام عملية الرؤية بأمان وفاعلية.
- الانسان الناظر وتعتمد على ظروف العين ومستوى التكيف ودرجة الاجهاد ورد الفعل والحالة النفسية والعمر.

المجال البصرى Field Visual [18]

ويحتوى على مجال الرؤية (Field Of Visual) وهى المساحة المرئية عند تثبيت كل من العين والرأس, هناك العديد من العوامل التى تؤثر على شدة الإضاءة داخل فراغ قاعات الرسم لتحقيق المعدل المريح للمستخدم منها طبيعة الفراغ و عدد

المستخدمين عمق الفراغ حيث تقل شدة الإضاءة كلما بعدت المسافة عن النافذة و كذلك وضع الفتحات فى المسقط الأفقى أو فى الواجهات الرائسية و أخيرا نهو و تشطيب الأسطح التى تساهم فى شدة الإضاءة .



صور(1- 3) - المساحة المرئية عند تثبيت كل من العين و الرأس مجال رؤية فى الوضع الأفقى و الرأسى (AL GARABAWY, ISLAM - 2019 ,PAGE 67)

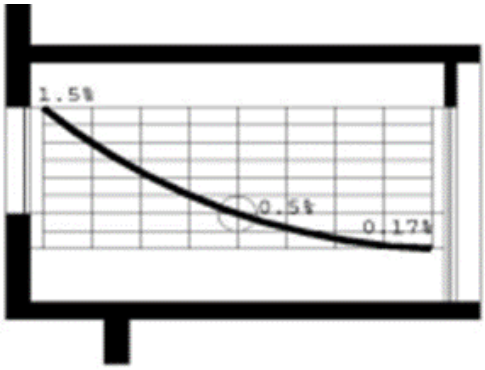
مستويات الإضاءة الملائمة للفضاءآت الداخلية:

هناك مستويات من الإضاءة تعطي الشعور بالراحة البصرية، ترتبط خصيصاً بوظيفة الفضاء ونوع المهمة المرئية.

2-2-6 توزيع الإضاءة وتجانسها:

يعتمد توزيع الاضاءة داخل قاعات الرسم على توفير كمية و نوعية الإضاءة اللازمة للقيام بالأنشطة المخصصة للمستخدمين ,و نظرا لأهمية الأضاءة الطبيعية داخل الفراغ و فان تحقيق جودة جودة إضاءة طبيعية يعتمد على عدة متغيرات منها :تصميم الفتحات المعماري ومواقعها ضمن جدران الفضاء، كما يعتمد على شكل الفضاء وتناسب أبعاده حيث يلعب عمق القاعة و أبعادها , فنرى انه عندما يكون شكل القاعة اقرب للمستطيل و تكون النوافذ على الضلع الأصغر انعكس ذلك على قوة الإضاءة فكلما زاد العمق قل الضوء خاصة اذا كانت الفتحات فى جهه واحدة كما نرى أن الإرتفاع يؤثر ايضا على مستوى الإضاءه كذا حركة الهواء . كما نرى فى شكل (13-1) وفى ظل هذه المحددات وجد أن عين الأنسان تتكييف مع الإضاءة الطبيعية من حيث الكيف بنسبة تتدرج من 1 عند الفتحة , 0.3 عند وسط الفراغ و 0.1 أخر الفراغ .

إضافة الى طبيعة السطوح العاكسة الداخلية والخارجية، هناك اختلافات اساسية في تصميم الاضاءة الطبيعية في المباني وفقاً لطبيعة تلك المباني، ففي المعامل والمدارس والمستشفيات، حيث تتطلب طبيعة الوظيفة من المستخدمين الحفاظ على مستوى شبه ثابت للإستنارة لأداء أعمالهم خلال فترة العمل، يكون من الامور الاساسية في الاضاءة الطبيعية محاولة تحقيق التوزيع المتجانس لمستويات الانارة المناسبة في جميع مساحة الفضاء المستخدم والإبتعاد عن مؤثرات البقع الشمسية المباشرة في الفضاء.



شكل(1- 13) قطاع رأسي يبين نسب المعدل العالمى و تكييف العين فى عينة دراسة, بحث منشور للدكتور خالد الحديدى عن تأثير ارتفاع العوائق على شدة الاضاءة الطبيعية فى المبانى السكنية فى اطار محددات قوانين البناء فى مصر 2004ص 3 .

3-2-6 مصادر الإضاءة [7]

يمكن تقسيمها الى مصادر طبيعية و مصادر صناعية و يسهم كلاهما فى تحقيق مستويات الإضاءة داخل الفراغ .

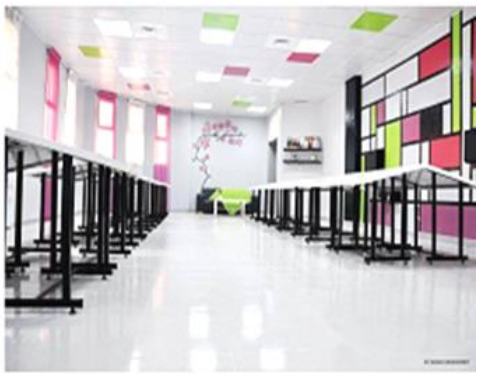
أولا : مصادر الإضاءة الطبيعية

- الأشعة القادمة من الشمس
- ضوء السماء
- الضوء المنعكس خارجيا سواء من المبانى او الأرض المحيطة
- الضوء المنعكس داخليا .

أهمية توفير الإضاءة الطبيعية في قاعات الرسم (استوديوهات التصميم) :

هناك عدة جوانب إيجابية يمكن تحقيقها عند توفير الإضاءة النهارية الملائمة للفضاء ، أهمها :

توفير الراحة النفسية و الفسيولوجية لمستخدمي القاعة : فإدخال الإضاءة النهارية يمكن أن تربط المستخدم بصريا بالبيئة الخارجية ، كما أنه بدون نفاذ ضوء النهار يفقد الإنسان الإرتباط مع الوقت ويفقد الإدراك بظروف الطقس. أيضا فالكميات الملائمة من الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet (UV) تساعد أجسامنا في إنتاج فيتامين (D) الذي يحافظ على صحة الجلد ، كما إنها تساعد في بناء نظام المناعة ، فضلا عن فهناك العديد من الهورمونات وأنزيمات الجسم تحسن عند التعرض لأشعة الشمس كما نرى توزيع الاضاءة فى صوره (4-1).



صور(1- 4) توضح توزيع الاضاءة داخل قاعة للتصميم بجامعة طيبة 2013 (AL GARABAWY, ISLAM-2019-PAGE 22)

تساعد الإضاءة النهارية في إظهار الألوان الداخلية

إرتبط توفير الإضاءة النهارية بزيادة الإنتاج، فهي تعطي الشعور بالراحة وتحفز الرغبة في جانب إنتاج الطاقة والنقاط ، والذي يؤدي إلى زيادة فعالية العمل.

4-2-6 كمية الإضاءة الفعلية التى يحتاجها المستخدمين بحيث تلائم النشاط وتحدد على اساس الأتى:

1- اعتمادا على الخصائص التصميمية النوافذ (نوع الزجاج والأطار و مساحة الفتحات المعمارية)

2- تحديد كمية الإضاءة الطبيعية (الفيض الضوئى) الملائم نفاذها الى داخل الفضاء التى ستعتمد على:

أ- مستوى الأضاءة الداخلى الملائم للفراغ طبعا لطبيعة النشاط التى تجرى فيه.

ب- محددات التصميم الداخلى التى تؤثر على توزيع وانتشار الإضاءة الطبيعية وتشمل

* شكل الفضاء الداخلى من أبعاد ومساحات

* موقع وتوزيع النوافذ ضمن جدران الفراغ كما فى شكل (14-1)

* خامات النهو الداخلى للفراغ

(خامات الأرضيات، الحوائط، الأسقف والتأثيث)

شكل(1- 14) توضح حدود النافذه الخارجية التى تونثر فى كمية الاضاءة المنتقله داخليا

HTTPS://QUIZLET.COM/284047368/ILLUMINATION-FLASH-CARDS/

عيوب الضوء الطبيعى

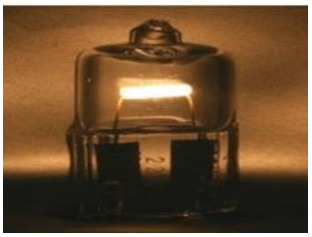
حيث أن الاعتماد الأساسى على ضوء الشمس يتأثر بالطقس العام حيث انه غير ثابت و متقلب ,و يوجد أثار غير مرغوب بها مثل التوهج والحرارة فيجعل ذلك من الصعب الحصول على شدة ضوئية ثابتة على مدار اليوم ,مما يعيق الإعتماد الكلى على الإضاء الطبيعية

ثانيا: الإضاءة الصناعية

استخدام الإضاءة الصناعية يتم فى حالة ان الاضاءة الطبيعية تكون ضعيفة أو بعيده عن بعض الأجزاء او عند حلول الظلام ,ولتصميم الإضاءة الصناعية يجب تحديد نوع النشاط الذى سيتم داخل الفراغ فمثلا إذا كان النشاط هو القراءة فيجب ألا يقل مستوى الإضاءة عن 30 قدم شمعة و واذا النشاط للرسم فمستوى الإضاءة 50 قدم شمعة و خلاف ذلك تتراوح الإضاء بين 10 الى 20 قدم شمعة[16] .

فى ظل التطور التكنولوجى فى مجال صناعة الإضاءة الصناعية حيث ظهرت المصابيح الليد , و مصابيح الفلورسنت التى بدورها لها تاثير على توفير استهلاك الطاقة فتدعم هذه الأنواع فترات عمل أطول و بكفاءة أعلى و من هذه الأنواع المصابيح المتوهجة وتتضمن ما يلي:

مصادر الضوء الحرارية	
لمبات التوهج التقليدية Incandescent	المصابيح المتوهجة أكثر مصادر الضوء الكهربائي شيوعاو تعتمد كمية الإضاءة المنبعثة على كمية الكهرباء التي يستهلكها. من سلبيات هذا النوع استهلاكة كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية كما انها تشع قدر من الحرارة داخل الفراغ

لمبات الهالوجين Halogen **Tungsten lamp** 	يكون الضوء الناتج شديد السطوع و ناصع البياض , لكن عيوبه تتمحور في انه يولد حرارة تؤدي إلى صهر المصباح الزجاجي العادي لذا يستخدم الكوارتز وهذه الحرارة قد تشكل حرق ومخاطر **مميزات مصابيح الهالوجين** *****الطيف اللوني لهذا النوع قريب من الطيف ضوء الشمس. *متازة للإنارة المركزة وذلك بسبب الحجم الصغير الذي يجعل التحكم بالحزمة الضوئية سهل *سعرها رخيص **عيوب مصابيح الهالوجين** * أنها تستهلك طاقة كبيرة وكفاءتها تكون بمعدل 22 ليومن/وات * لا يمكن استخدام هذا النوع في الإنارة العامة والارتفاعات العالية * فترة العمر القصير والتي لا تتعدى 6000ساعة مما يرفع من تكاليف الصيانة لهذا النوع .

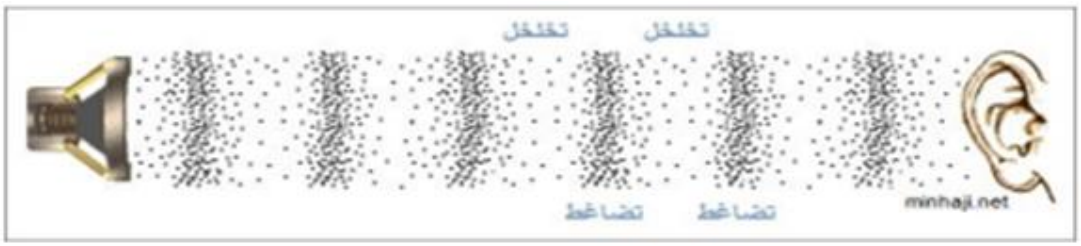
مصابيح تفريغ الغاز	
اللمبات الفلورسنت **Fluorescent lighting** 	يعد النوع الأكثر شيوعا و استخداما داخل قاعات الرسم , يتكون مصباح الفلورسنت من أنبوب زجاجي مجوف يحتوي على غاز بخار الزئبق تحت ضغط منخفض ، وتطلق موجات ضوئية بجميع الأطوال الموجية مما ينشئ لون أبيض. **ويتكون مصباح الفلورسنت من نوعين وهما:** * مصباح نيون (مصباح شمعة طويل) * المصابيح المدمجة(المصباح الحلزوني) **Compact Fluorescent** **مميزات مصباح الفلورسنت المدمج)Lamp Fluorescent Compact(** * عمر هذه المصابيح طويل يصل إلى 13000 ساعة * تتميز هذه المصابيح بكفاءة عالية 73 ليومن لكل وات. * تتميز أيضا بحجم صغير بالمقارنة مع مصابيح الفلورسنت الطويلة * قدرة هذه المصابيح جيدة على تمييز الألوان تصل إلى82% **عيوب مصباح الفلورسنت المدمج)Lamp Fluorescent Compact(** * لا تصلح هذه المصابيح لإظهار بريق أو لمعان تفاصيل والأجسام المعدنية * حجم أجهزة هذه الأنواع كبيرة نسبيا, حتى مع وجود ميزة إظهار عالية إلا أنها لا تصل إلى المئة مثل مصابيح الهالوجين. * لا يمكن استخدام هذه الأنواع للإنارة المركزة.

مصابيح الزئبق ذات الضغط العالي(HPM) وتعني Lamps Mercury Pressure High	هي مصابيح تفريغ غازي تحتوى على فلز الزئبق في حالة مهيجة بحيث يساهم في إصدار الضوء , يتميز هذا النوع من المصابيح بأنه يستهلك طاقة كهربائية أقل من المصباح المتوهج.

مصابيح الـLED	
وحدات ثنائية الباعث للضوء	أن كلمة LED وهي اختصار من كلمات Diodes Emitting Light تتفوق لمبات الـ LED عن غيرها من اللمبات الأخرى بالكثير من المميزات منها: ▪ تعد تقنية صديقة للبيئة، وذلك لأنها تقلل من انبعاث غاز الكربون ▪ الإضاءة القوية شديدة السطوع مع عدم وجود حرارة عالية كما لها درجات حرارة متنوعة بين الأبيض الدافئ إلى الأبيض البارد ▪ لا وجود للأشعة الضارة مثل الأشعة البنفسجية أو الأشعة تحت الحمراء. ▪ لا تولد حرارة ويتميز بصغر الحجم. ▪ درجة تميز الألوان فيها تصل إلى 95% ▪ عمر طويل يصل إلى 50000 ساعة.اللمبات الـ LED مناسبة لأي مكان مع سهولة تركيبها وهي فعالة كافة دراجات الحرارة المختلفة , مناسبة للإنارة العامة والإنارة المركزة.يمكن التحكم فى مستوىإعتام هذا النوع من المصابيح Dimmabl .

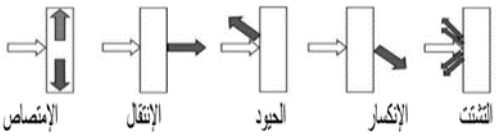
3-6 الراحة الصوتية Acoustical comfort

تعد الراحة الصوتية من العوامل الواجب توافرها داخل قاعات التصميم حيث انها تؤثر على صحة و كفاءة شاغلى الفراغ ,كما تتعلق الراحة الصوتية بمعدلات الضوضاء و العزل الصوتى و تأكد الصوت من مصدرها الى متلقيها مع محاولة تقليل التلوث الضوضائى قدر الإمكان .[4]



شكل(1- 1)توضح تخلخلات و تضاغطات الصوت (ميرام على -2017 ص 11)

إن حجم الفراغ ومعالجاته الداخلية تؤثر بشكل مباشر على الداء الصوتي للفراغ الداخلي في قاعات التصميم و المواصفات و الخصائص انتشار الصوت من تضاغطات و تخلخلات كما نرى فى شكل (15-1) داخل القاعه له خصائص من انعكاس و امتصاص و تشتت كما ان ملائمة للمواد المختارة في تشطيب أسطح قاعات المحاضرات هي التي تحقق بيئة سمعية جيدة ومثالية داخل القاعة .



شكل(1- 16) يوضح خصائص الصوت من تشتت وانعكاس و حيود (ميرام على -2017) ص 12

الارتتداد **reverberation** هو دوام الصوت فى مكان مغلق نتيجة لانعكاسات المتكررة لهذا الصوت وهو يختلف عن الصدى حيث ان الصدى هو تكرار صوت واحد اما الارتداد عبارة عن الاف الانعكاسات فى الثانية الواحدة .

يمكن تحديد هدف التحكم الصوتى فى هدفين أساسين و **هم** :

1. توفير ظروف مناسبة لانتقال و استقبال الصوت المرغوب به داخل الفراغ
2. التحكم فى الضوضاء و الاهتزازات الصوتية الغير مرغوب فيها noise control حجم و شكل قاعة التصميم من العوامل الهامة التى تؤثر على زمن الترداد وذلك وفقا للنشاط المتبع داخل القاعة

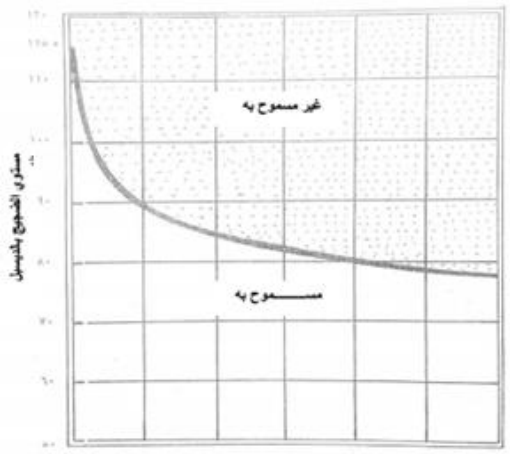
1-3-6 الضوضاء [4]

تعرف الضوضاء بانها الصوت الغير مرغوب فيه و يعتبر الصوت ضوضاء اعتمادا على عده عوامل مثل :

- ارتفاع مستوي الصوت ، فالأصوات الاكثر علوا تكون أكثر ازعاجا
- التردد ، فالأصوات الحادة ، ذات التردد العالي ، تكون اكثر إزعاجا
- تقطع الاصوات وعشوائيتها ايضا الأصوات مجهولة المصدر و الغير متوقة تسبب الازعاج
- الحالة النفسية للمستقبل مزاجه ونوع النشاط الذي يقوم به عند عمل نشاط ذهنى يكون أكثر حساسية من الأعمال اليدوية

و للضوضاء مصادر عدة منها مصادر داخلية **مثل** : اجهزة التكييف و حركة الأثاث و الأمتعه داخل القاعه و هناك عوامل خارجية مثل وسائل المواصلات و المصانع المبانى المجاورة للمبنى التعليمى

, ويوجد حدود للتعرض للضجيج noise exposure limits و قد قامت منظمة العمال الامريكية بتحديد مستوى الضجيج المسموح به بوحدة الديسيبيل dB(A) و مدة التعرض له يوميا بالساعات كما شكل (16-1) .



شكل (1- 17) توضح العلاقة بين مستوى الضجيج بالديسيبل و ساعات التعرض للضجيج، (ميرام على -2017) ص 29

التحكم فى الصوت و الضوضاء

يمكن حماية قاعات التصميم و التحكم فى الصوت و الضوضاء من خلال العزل الصوتى و التحكم فى طرق انتقال الصوت و المواد الماصة للصوت تقييم مستويات الضوضاء التى يتعرض لها مستخدمى الفراغ داخل قاعات التصميم ,حيث تضمنت لائحة التنفيذية لقانون البيئة رقم 4 لسنة 1994 و المعدل عام 2009 للحدود المسموحة بها داخل قاعات الدراسة وهى 40 ديسيبل , ويعتمد انتشار الصوت بشكل عام الوسط الذى ينتقل فيه وعلى وجود عوائق فى طريقة عند مرور صوت من خلال جدار يتعرض جزء منه للانعكاس و اخر يمتص و يتحول الى اهتزازات و جزء يمر [19] . معمل الامتصاص الصوتى يتناسب عكسيا مع **زمن الترداد RT** فبزيادة معامل الأمتصاص الصوتى للقاعة يزداد امتصاص الطاقة الصوتية مما يؤدى بدوره لتقليل زمن اضمحلالها , كما ان بزيادة حجم القاعة يزداد طول مسارات الانعكاسات الصوتية دون التعرض لعملية الانعكاس و الامتصاص مما يسبب باحتفاظ المسارات لطاقتها لاطول فترة ممكنة , كما ان يتناسب زمن الترداد طرديا مع حجم الغرفة و عكسيا مع مقدار قابلية الغرفة على الإمتصاص الذى يختلف مقداره باختلاف التردد الصوتى وفق **معادلة سابين Formula s'Sabine** هي معادلة لحساب زمن الارتداد الفعلي في أي قاعة time reverberationactual

كما يلي : **t= 0.16V/A**

حيث: t = زمن الارتداد بالثواني ,V = حجم القاعة بالأمتار المكعبة ,A = مساحة الامتصاص بالأمتار المربعة .

2-3-6 مؤشر فهم الكلام Intelligibility of speech

يعد هذا المؤشر على نقاوة فهم الكلام سواء كانت من مقطع واحد أو من عدة مقاطع اما تعبير المفهومية فيقصد به فهم ألفاظ او كلمات لامعنى لها ,ان مؤشر الفهم [12] و المفهومية يؤثر بالدرجة الأولى على زمن ترديد وكفاءة الانعكاسات الصوتية , عندما يكون التعرض للضوضاء خلال اليوم يتم على فترات فيتم حساب التأثير التراكمى وليس التأثير الفردى لأى منها .

مستوى الضجيج (ديسيبيل)	عدد ساعات التعرض المسموح بها
٨٥-٩٠	٨ ساعات
١٠٠	٢ ساعة
١٠٦	نصف ساعة

4-6 التحكم فى جودة الهواء Air quality control

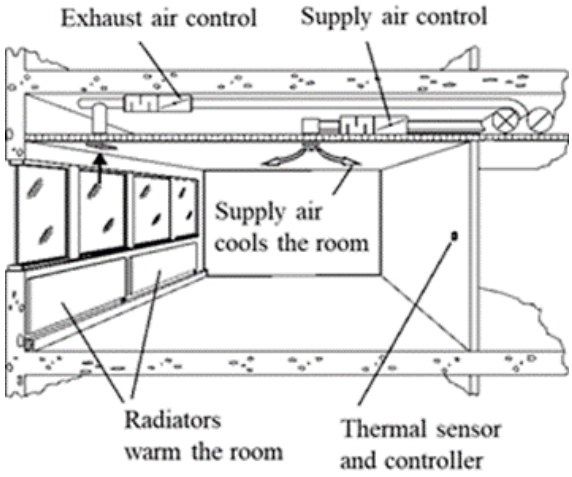
التهوية الجيده داخل قاعات التصميم تعتبر احدى العوامل المؤثرة فى المناخ التى ترتبط بتصميم المبنى , فالتهوية و التبريد لهما دور هام فى التحكم فى درجات الحرارة و لتجديد الهواء لتوفير بيئة داخلية جيدة ,كما أنها المحرك الرئيسى الذى يتحكم باستهلاك الطاقة الى حد كبير.وتعرف التهوية على انها عملية تبديل الهواء الفاسد و ايجاد هواء داخلى مريح للأشخاص المتواجدين داخل الفراغ [7].

العوامل التى تؤثر على التهوية وانسياب الهواء :

من اهم العوامل هو عامل التوجيه Orientation فعند وضع النوافذ عند زاوية 450 على اتجاه الرياح فان معدل سرعة الهواء تزيد و توفر توزيع لحركة الهواء فى داخل الفراغ , ولتصميم الفتحات المعمارية من نوافذ و ابواب و فتحات سقفية دور كبير فى تهوية الفراغ بشكل طبيعى مما يحد من استهلاك الطاقة ,ويمكن تقسيم نظم تهوية الفراغات الى تهوية مباشرة من خلال فراغات المبنى او الفاحات السقفية او الجانبية , او تكون تهوية غير مباشرة نم خلال وسائل ادخال الهواء من الخارج و ترشيحة و معالجته من خلال انفاق مجوفة يتم توجهها وفقا للحاجة و تستخدم ملاقف الهواء للتوجيه ,ذلك بالاضافة

الى نظم التهوية التى تصمم لتدفئة و تكييف الفراغ ميكانيكيا و تعمل على زيادة الشعور بالراحة و ازاله ملوثات الهواء كما نرى فى شكل (18-1) .

تامين البيئة الداخلية من الملوثات المؤثرة على الصحة العامة للمستعملين ,كالبكتريا التى قد تنتشر من خلال الهواء الداخلى كما بالشكل و تساعد على انتشار الامراض بين مستخدمى المبانى ,من خلال رفع كفاءة انظمة التبريد و التكييف HVAC.



شكل(1- 18) العوامل التى تؤثر فى تبريد و تدفءة الفراغ

HTTPS://WWW.BUILDINGSCIENCE.COM/DOCUMENTS/INSIGHTS/BSI-022-THE-PERFECT-HVAC

1-4-6 تأثير حركة الهواء [12]:

تساعد حركة الهواء على التخلص من الحرارة الزائدة بالحمل اذا كانت درجة حرارة الهواء المتحرك أقل من درجة حرارة البشرة وذلك بزيادة عملية بخر العرق لأن الهواء المتحرك يحمل معه رطوبة البشرة ويحل محله دائما هواء أكثر جفافا ، وينعدم هذا التأثير عندما تكون الرطوبة النسبية أقل من 30 % ذلك لأن البخر يكون نشيط في سكون الهواء ، وعندما تكون الرطوبة النسبية أعلى من 85 % فان البحر يكون محدودا حتى لو تحرك الهواء الذي يمكن قياس سرعته واتجاهه بوردة الرياح

التبخر Evapouration وهو انتقال الحرارة فى الهواء المحيط بالجسم البشرى من خلال تبخر الماء من سطح الجلد .

وفي الأجواء الحارة تعتبر حركة الهواء في الفراغ الداخلي التي تبلغ سرعتها 1.0 م / ثانية محببة كما يمكن تقبل سرعات تصل الى 1.5 م / ثانية ، أما في الأجواء الباردة فلا يجب أن تزيد سرعة الهواء عن 0.25 م / ثانية كما لا يجب أن تقل عن 0.1 م / ثانية حيث يخلق هذا الشعور بالضيق [7].

- فى حالة عدم تحرك الهواء يتوقف التبخر
- سرعه الهواء يفضل ان تتروح داخل المنازل بين 0.1 م/ث - 2 م/ث حيث أن سرعه أقل من ذلك تتسبب فى الشعور بعدم الراحة.
- فى حالة زيادة سرعة الهواء عن 2م/ث يشعرالأنسان بالضيق نتيجة تيارات الهواء
- فى المناطق المفتوحة عند التعرض لسرعه هواء من 3:4 م/ث تتحقق الراحة الانسانية خاصة عند ارتفاع درجة الرطوبة
- يصعب تحمل سرعات اكبر من 8م/ث وذلك لقوة الرياح .

صور(1- 5) لفراغ داخل احدى قاعات الدراسه - HTTPS://FINANCE.NEWS/SCHOOLS-REOPENING 205923992.HTML.COM

2-4-6 تلوث الهواء [20]:

يعتبر الهواء ملوثا اذا حدث تغير في تركيبه ، ويحدث تلوث الهواء نتيجة لعوامل طبيعية مثل aria انبعاثات الأتربة الناتجة عن العواصف الخماسينية وايضا ينتج من انشطة الانسان المختلفة كما فى شكل (19-1) . وتنقسم مصادره عادة إلى نوعين ، مصادر ثابتة مثل المصانع والمحارق ومحطات توليد الكهرباء التي تعمل بالطاقة الحفرية أو النووية ، ومصادر متحركة كوسائل النقل والتي تستخدم البترول والغاز وقودا لها .

,كما تتسبب الأنشطة البشرية ،على نحو غير مستدام في زيادة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (ثاني أكسيد الكربون CO^2 ، والميثان CH^4 ،وأكسيد النيتروز N^2O، و مجموعة البيرو فلوروكربون PFCs ، و مجموعة الهيدرو فلوروكربون **HFCs** ، و سادس فلوريد الكبريت SF^6 ، و ثالث فلوريد النيتروجين NF^3)

مما يؤدي إلى تفاقم ظاهرة تغير المناخ التي تتمثل في ارتفاع درجات الحرارة عن معدلاتها الطبيعية ، و بالتالي ارتفاع مستوى سطح البحر و ظهورمجموعة من الأحداث التي سيكون لها آثار بعيدة المدي على عملية التنمية في العالم بأسره.

شكل(1- 19) نسب الملوثات طبقا لتقرير البيئة 2018 ص 29

وعلى الرغم من أن مصر من أقل دول العالم إسهاما في انبعاث غازات الاحتباس الحراري عالميا ، ولكنها تعد من أكثر الدول المهددة بعدد من المخاطر الناتجة عن تأثير التغيرات المناخية والتي مراعاة التعامل وفق للمعايير والأهداف والسياسات والجهود الملائمة لتقليل من وطأتها وبما يتماشى مع «رؤية ٢٠٣٠» ووفق خططها الاستراتيجية لتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

5-6 التأثيرات الناجمة عن ظاهرة التغيرات المناخية على مصر فيما يلي[19]:

1. **زيادة احداث المناخية المتطرفة زيادة أو انخفاض درجات الحرارة عن معدلاتها الطبيعية**

وفقا لتقرير الإبلاغ الوطني الثالث لجمهورية مصر العربية **(وزارة البيئة ٢٠١٦)** ، تتعرض مصر لمجموعة من الظواهر المناخية المتطرفة تشمل العواصف الترابية و موجات الحرارة و السيول. وكثيرًا ما وقعت أحداث مناخية شديدة ،خاصة حيث أعلنت الأمم المتحدة ارتفاع درجة حرارة الأرض ١,٢ درجة مئوية فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية خلال العقد الماضي ، و هناك دلائل تشير إلى أن شدتها تتزايد بسبب تغير المناخ وفيما يتعلق بالتغير في هطول الأمطار لوحظ اتجاه متناقض في جميع انحاء البلاد باستثناء منطقة البحر الأحمر و بصفه عامة يبين تحليل الاتجاهات أن مؤشرات درجات الحرارة الشديدة تتغير نحو الإحترار بينما يتناص هطول الأمطار.

2. **إرتفاع منسوب مستوى سطح البحر وتدهور الأنتاج الغذائى وتأثر الأمن** الغذائي تؤكد الدراسات ان المحاصيل الزراعية و الإنتاج الحيواني سيتـأثر بتغير درجات الحرارة و هطول الأمطار مما يؤدى الى زيادة معدلات الفقر والمخاطر مما يفاقم مشكلة الأمن الغذائي بمصر.

3. **تأثر الموارد المائية وزيادةمعدلات شح المياه**

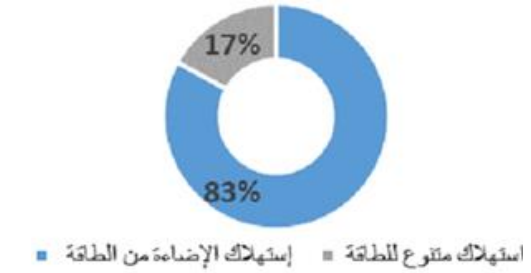
4. **تدهور الصحة العامة**

7- قضايا استهلاك الطاقة :

لقد كانت أزمة استهلاك الطاقة في السبعينات من القرن العشرين في المواجهة الأولى للتفكير في مصادر جديدة للطاقة ، والبحث في الوسائل المختلفة لتخفيض استهلاكها ، ثم تحول الاهتمام نحو الحفاظ على الطاقة والتوجه نحو الأستدامة . وقد كان الاهتمام من خلال اتجاهين رئيسيين هما :

- **كيفية استخدام الطاقة بكفاءة**
- **الصورة أو الشكل الذي توجد عليه الطاقة .**

حيث يكون الحفاظ على الطاقة من خلال اختيار الشكل الملائم لها داخل الفراغ ومناسبة لنوعية النشاط لكي تتم عملية التوفير الطاقة



شكل (1- 20) يوضح استهلاك الطاقة من مصدر الطاقة و استهلاك الطاقة من مصادر متنوعه -عمل الباحثة

1-7 يستهلك المبنى الطاقة من خلال عدة صور وهي :

الطاقة المندمجة: وهي الطاقة المستخدمة في صناعة مواد البناء والمكونات والنظم المختلفة المستخدمة بهاء.

الطاقة الرمادية: وهي الطاقة المستخدمة في توزيع ونقل مواد البناء والمكونات الى موقع البناء.

الطاقة المسببة: وهي الطاقة المستخدمة في عملية البناء والانشاء من خلال المعدات المصاحبة لهذه العملية

طاقة التشغيل: وهي الطاقة المستخدمة في عمليات تشغيل من خلال المعدات او الاجهزة المستخدمة ، كما أن المبنى يستهلك الطاقة ايضا اثناء عمليات صيانتة أو تغيير بعض أجزاءه أو حتى مرحلة التخلص النهائي منه بالهدم .

و تعد الإضاءة من أهم العناصر التى تؤثر على استهلاك الطاقة كما نرى فى صوره(6-1) كيفية استغلال الاضاءة الطبيعية , كما قامت وزاره الكهرباء بمتابعة انماط استهلاك الكهرباء للمبانى التعليمية فجائت النتائج بان استهلاك الإضاءة من اجمالى استهلاك الكهرباء الى أكثر من 80 % من الأستهلاك الكلى للمبنى .[20]

صور(1- 6) توضح كيفية استغلال الاضاءة الطبيعية و توفير الطاقة المستهلكة
HTTPS://EDUCATIONBUSINESSUK.NET/FEATURES/OVERCOMING-SHORTAGE-PUPIL-PLACES-SCHOOLS

2-7 الاستدامة في الطاقة

يعتبر البناء من اكثر القطاعات استهلاكا للطاقة على المستوى العالم فهو يستهلك حوالي 40 % من اجمالي الطاقة العالمية، واغلب هذه الطاقة يتم انتاجها من مصادر غير متجددة كالبترول والتي تؤثر على زيادة انبعاثات الغلاف الغازي والتغيرات المناخية العالمية، واستهلاك الطاقة في البناء لا يقتصر على عمليات التشييد فحسب بل هو يمتد الى الطاقة اللازمة للتشغيل والطاقة المبذولة في عمليات تصنيع ونقل مواد البناء وغيره.

1-2-7 استراتيجيات تحقيق كفاءة الطاقة

تتحقق كفاءة الطاقة من خلال تطبيق استراتيجية متكاملة تسعى الى ترشيد استهلاك الطاقة وكفاءة الاستخدام في عمليات البناء و التشغيل ، الى جانب توظيف مصادر الطاقة المتجددة .

صور(1- 2)

صور(8-1) و(1- 1) استراتيجيات لتوفير الطاقة
HTTPS://DEKALB.SCHOOLSPACE.US/SPACE/CLARKSTON-HS/CAFETERIA

أولا - توظيف مصادر الطاقة المتجددة:

توظيف مصادر الطاقة المتجددة مما يقلل من الانبعاثات الضارة وإدماجها في تصميم المبنى كالاضاءة والطبيعية والتصميم اعتمادا على اتجاه الشمس, استخدام الخلايا الشمسية المولدة للطاقة الشمسية النظيفة وادماج توربينات توليد الطاقة من الرياح والكتلو الحيوية في توليد الطاقة داخل المباني .

ثانيا - كفاءة استخدام الطاقة:

- كفاءة استخدام انظمة الإضاءة وانظمة التكييف وتحقق متطلبات الجودة القياسية التي تحددها الجهات المعنية من خلال تتبع نمط الاستهلاك
- استخدام الاضاءة والتهوية الطبيعية على تقليل الاعتماد على أنظمة التكييف والتبريد والاضاءة الصناعية وذلك يساهم بدوره في ترشيد استهلاك الطاقة داخل المبنى بصورة كبيرة .
- اعتماد فكر تصميمي مبنى على تقنيات الطاقة جديدة نظيفة ومنخفضة الانبعاثات الكربونية وتوفير أساليب حياة مستدامة متماشيا من البيئة المحيطة .
- الاستخدام الأمثل للتصميم الشمسي السالب ومراعاة التوجيه والشكل وأماكن الفتحات واختيار عناصر تنسيق الموقع الملائمة ومتطلبات استهلاك الميني .
- استخدام اغلفة المباني عالية الكفاءة باختيار خامات الحوائط والاسقف والعناصر الأخرى وتحقق متطلبات العزل والكفاءة والمتانة .
- تقليل الانبعاثات الضارة الناتجة عن استخدام مصادر الطاقة الغير متجددة (بترول وفحم و غيره) .
- تقليل التخلص من النفايات والتكاليف المرتبطة بها

مثال تطبيقى لجودة البيئة الداخلية من جامعة ليزلى مركز لوندر للفنون (22)

)توضح ممرات الداخلية للجامعة و 3صور(1- كيفية الاستفادة من الاضاءة الطبيعية

)توضح المعالجات الداخلية و 4صور(1- الخارجية لقاعة تصميم داخل الجامعة

نبذه عن الجامعة : تأسست جامعة ليزلي في عام 1909 وهي معترف بها كمنظمة غير ربحية بموجب قانون ماساتشوستس ,تم افتتاح مركز Lunder للفنون في عام 2015 مبنى مصمم للفنانين و المصممين

تم تصميم الغلاف الخارجي للمبانى كوحدات فاصلة حرارية بين البيئة الخارجية والداخلية و يوجد معالجة للفتحات المعمارية باستخدام كاسرات الشمس الراسية و الافقية في الواجهة لحماية الأسطح الخارجية من الحمل الزائد, و تم استخدام الأقنية للربط بين الفراغات ووضع عناصر اتصال , كما ان الساحات تساعد فى كفائة الراحة الحرارية و البصرية داخل المبنى .

تم توفير مساحات إضافية للاستخدام الوظيفي ، بينما تم تصميم المباني الجديدة والمجمعات الجامعية لتلبية احتياجات المساحات الإضافية بسبب الأعداد المتزايدة من الطلاب

كفاءة البيئة الداخلية : البيئة الداخلية للمبنى بدرجة كفاءة وجودة عالية ويرجع ذلك إلى الاهتمام بالتحكم بالبيئة الداخلية للمبنى من خلال نظم التحكم السالب **(PASSIVE SYSTEMS)** إلى جانب النظم الميكانيكية .

3-7 سلوك المستخدمين داخل الفراغ وعلاقته باستهلاك الطاقة (18)

يعد العنصر البشري هو الأساس داخل الفراغ ، وهو الذي يحدد الوظيفة الدقيقة له وعلى هذا الأساس يتم توزيع الفراغات وتحديد استخداماتها والعلاقات بينها واختيار مواد و الخامات المستخدمة به وغيرها من العوامل التي تهدف في للوصول إلى أقصى درجات من الراحة البصرية والحرارية والسمعية والنفسية لشاغري الفراغ.

وفي أيضا الى تحسين كفاءة المبنى اقتصاديا و الحفاظ على الأثر البيئي واستهلاك الطاقة.

هناك عوامل عديدة تعمل على جودة البيئة البيئة الداخلية و الحفاظ على استهلاك الطاقة منها المناخ المحيط بغلاف المبنى، الأجهزه و المعدات المستخدمة داخليا ، معايير تصميم الفراغات الداخلية من خامات و مواد نهو و قطع تأثيث ، تشغيل وصيانة المبنى، سلوك المستخدمين.

وفيم يتعلق بسلوك المستخدمين، فإن له لعظيم الأثر في تقدير استهلاك الطاقة الكلية حيث تؤدى الدراسات الخاطئة بسلوك المستخدمين الى استنزاف موارد مثل التكييف و الأضاءة و غيرها من عوامل يمكن ظبتها للحصول على نتائج أعلى لجودة البيئة الداخلية و توفير أكبر قدر ممكن من الطاقة .

النتائج

- تتحقق كفاءة الطاقة من خلال تطبيق استراتيجية متكاملة تسعى الى ترشيد استهلاك الطاقة وكفاءة الاستخدام في عمليات البناء و التشغيل ، من خلال تتبع نمط الاستهلاك الى جانب توظيف مصادر الطاقة المتجددة .
- مراعاة احتياجات و نمط الاشغال للطلبة و مستخدمى الفراغ عند تصميم الفراغ الخاص بهم و إعطاءهم مساحة من التحكم لتشكيل عناصره بدلا من فرض عناصر ثابتة بالفراغ يصعب تغيرها بتغيير احتياجاته .
- أهمية الاستفادة من الإتجاه البارمترى و مفهوم التصميم الشامل فى مجال التصميم الداخلى مع مراعاة التوافق مع البيئة المحيطة من حيث الخامات المحلية وكذلك مراعاة التوجيه والشكل الخارجى للمبنى

التوصيات

- يوصي ان يقوم المصممون و الباحثون بمراعاة الأحتياجات النفسية و الفسيولوجية للطلاب بشكل خاص و مستخدمين الفراغ بشكل عام ,بأن تتوافق أعمال التصميم الداخلي مع أسلوب حياه وسلوكيات الجماعة داخل الفراغ مع مراعاة عادتهم وثقافتهم الموروثة , وهذا التأثير لا يقتصر فقط علي سلوك الفرد بل قد يمتد إلي سلوك الجماعة مما يؤثر علي القيم والأعراف الموروثة .
- على الموئسسات التعليمة التعليم العالى الاهتمام بتفعيل اسس الاستدامة و تحقيق مبادىء الجودة للبيئة الداخلية من خلال تبنى الاتجاهات الفعالة ,حيث ان إهمال احد هذه العناصر قد يؤدى الى إعاقة و فشل المنظومة باكملها .
- تفعيل اداء اكواد الطاقة فى المبانى لتحسين و مراقبة اداء الطاقة من قبل المركز القومى لبحوث الاسكان و توثيق ترشيد الطاقة والتوجه الى ضرورة الفراغ التعليمى بطرق يمكن بها حل بعض المشكلات و تحسين الأداء و الوظيفة مما يؤدى الى رفع كفاءة العملية التعليمية .

المراجع:

الرسائل العربية

1. إبراهيم، ندى شعبان طه. "منهج لمشاركة الطالب في تشكيل الفراغات الجامعية دراسة تحليلية للاعتبارات الإنسانية والسلوكية للطالب في البيئة الجامعية." جامعة القاهرة, 2016.

' .1iibrahim , nadaa shaeban th. manhaj altaalib fi tashkil alfaraghat aljamieiat dirasat tahliliatan lilaietibarat al'iinsaniat walsilukiat liltaalib fi albiyat aljamieiati. jamieat alqahirat , 2016.

2. ابراهيم، يمنى خالد. "الأتجاه البارمترىفى التصميم الداخلى وتطبيقه على المعارض التجارية الدولية." جامعة حلوان, 2015.

' .2iibrahim , yumnaa khalidu. "al'atjah albarmtrafaa altasmim aldakhla mintaqat almuearid altijariat aldawliat." jamieat hilwan , 2015.

3. اسماعيل، أسماء السيد. "نحو استراتيجية لتقييم الحرم الجامعى المستدام فى مطلع الألفية الثالثة -تقييم معايير الأستدامه للحرم الجامعى فى مصر." جامعة القاهرة, 2013.

' .3iismaeil , 'asma' alsayd. "nhaw taqyim litaqyim alharam aljamaeaa almustadam fi matlae al'alfiat alththalithat -tqayim maeayir al'ustadamih lilharam aljamaeaa fa musr." jamieat alqahirat 2013.

4. الحفيظ, ميرام على عبد. "تقييم و تحسين الأداء الصوتى فى قاعات المحاضرات الجامعية باستخدام المحاكاة."رسالة ماجستير , كلية الهندسة , جامعة القاهرة, 2017.

.4alhafizu, miram ealaa eubd. "tqayim al'ada' al'ada' fi qaeat almuhadarat biastikhdam almuhakat." risalat majstir , kuliyat alhandasat , jamieat alqahirat , 2017.

5. بدر, منى سيد عثمان. *"أثر تطبيق معايير جودة التصميم الداخلي والأثاث لأماكن الدراسة على رفع كفاءة الأداء للطلاب الدارسين بكلية الفنون التطبيقية."*رسالة ماجستير , قسم التصميم الداخلى والأثاث ,كلية الفنون التطبيقية , جامعة حلوان, 2014.

.5badir, munaa syd eathman. risalat majstir , qism altasmim alddakhiliu wal'athath , kuliyat alfunun altatbiqiat , jamieat hilwan , 2014.

6. سلامة, آية إبراهيم محمد احمد. *"تأثير التصميم الداخلي للفراغات التعليمية الجامعية على سلوك الطلاب."* رسالة ماجستير , قسم عمارة ,كلية هندسة , جامعة القاهرة, 2016.

.6salamat ayat 'iibrahim muhamad aihmad. "t'athir altasmim alddakhiliu lilfaraghat altaelimiat ealaa suluk altalab." risalat majstir, qism eimarati, kuliyat handasat, jamieat alqahirat, 2016.

7. نور, ياسمين محمد سيد. *"المعايير البيئية للتصميم الداخلى للمنشاءات السالبه."* رسالة ماجستير , قسم التصميم الداخلى و الاثاث كلية الفنون التطبيقية ,جامعة حلوان, 2017.

.7nur, yasimin muhamad syd. "alkharayit albiyiyat liltasmim aldaakhlaa lilminsha'at alsaalibih." risalat majstir, qism altasmim aldaakhilaa w alathath kuliyat alfunun altatbiqit, jamieat hilwan, 2017.

8. محمد , هشام عبد المقصود "التصميم البارميترى كألية تشكيلية للفراغات التعليمية متعددة الوظائف"رسالة ماجستير , قسم التصميم الداخلى والأثاث , كلية الفنون التطبيقية , جامعة حلوان 2020

.8muhamid, hisham eabd almaqsud altasmim albarmitraa ka'aliatan tashkiliatan lilfaraghat altaelimiat mutaeadidat alwazayif "rsalat majstir, qism altasmim aldakhla wal'athathi, kuliyat alfunun altatbiqit, jamieat hulwan 2020

المراجع الأجنبية

9. Dixon, Lindasy. "THE FLORIDA STATE UNIVERSITY COLLEGE OF VISUAL ARTS , THEATRE AND DANCE THE INTERIOR DESIGN STUDIO BUILT ENVIRONMENT : EXPLORING INTERSECTIONS OF ENERGY CONSERVATION , STUDENT SATISFACTION , AND OCCUPANCY PATTERNS By LINDSAY DIXON A Thesis Submitted to Th." the florida state uiniversity, 2012.

10. "THE AMERICAN UNIVERSITY IN CAIRO SCHOOL OF SCIENCES AND ENGINEERING ' Life Cycle Cost and Assessment Model for Systems and Sources of Lighting ' Master of Science in Construction Engineering," 2013.

الكتب

11.البريدي ,عبدالله بن عبدالرحمن. التنمية المستدامة: مدخل تكاملي لمفاهيم الاستدامة وتطبيقاتها مع التركيز على العالم العربي .العبيكان للنشر, 2015.

.11albaridiu , eabdallah bin eabdalrhmn. altanmiat almustadamatu: muqadimat mutakamilat limafahim alaistidamat watatbiqatiha , mae altarkiz ealaa alealam alearabii. aleubaykan lilnashr , 2015.

12.عادل يس , جيورج باسيلى, مراد عبد القادر و أخرون. دليل الطاقة و العمارة. جهاز تخطيط الطاقة, 1998.

.12eadil yis, jiurj basilaa, murad eabd alqadir w 'akhrawn. dalil alttaqat w aleamarat. jihaz takhtit alttaqat , 1998.

13. Pheasant, Stephen. Body Space Anthropometry ,Ergonomics and the Design Work. Vol. 27, 1996. https://doi.org/10.1038/sc.1989.63.
14. Wahab, sabah Abdul. Sick Building Syndrom. Vol. 53. springer-verlag berlin heidberg, 2019.
15. Trigwell, Keith, Michael Prosser, Keith Trigwell, and Michael Prosser. Exploring Teaching and Learning in Higher Education. Exploring University Teaching and Learning, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50830-2_1.
16. . Al garabawy, islam"The Role of Artificial Lighting in Portraying Functional and Aesthetic Values of Interior Spaces (A Case Study: Commercial Centers in Gaza City)Master`s thesis, Faculty of Engineering, Islamic University in Algeria ". 2019.

أبحاث منشورة

17. Belok, Fatima, Mostafa Rabea, Mohamad Hanafdi, an Ibtihal Y El-bastawissi. "Achieving Visual Comfort in University Educational Spaces : A Design Framework for Responsive Kinetic Skin." Architecture and Planning Journal (APJ) 25, no. 1 (2020).
18. Imam, Mohamed Hassan, Ahmed Mohamed, Abdel Razek, and Anas Mohammad. "Ways to Improve Classroom Internal Environment In View of Sustainable Design Concept" 10, no. 4 (2020).

مواقع

19. البيئة, وزارة. "التقرير المحدث من وزارة البيئة ضمن اتفاقية الأمم المتحدة فى اطار تغير المناخ,"2018
20. . www.eeaa.gov.eg.
21. https://www.usgbc.org/
22. https://fs.lindsly.edu/projects/leed-certifications