معايير البيئية والإنسانية للتصميم الداخلي للمنشأ السالب
Environmental and Human Standards For Interior Design Of Underground Buildings

ياسمين محمد سيد نور
معيدة بقسم التصميم الداخلي والأثاث-كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان
ا.د/عبدالرحمن محمد بكر
أستاذ التصميم البيئي بقسم التصميم الداخلي والأثاث- كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان
ا.د/محمد حسن إمام
أستاذ تصميم الأثاث بقسم التصميم الداخلي والأثاث كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان

ملخص البحث Abstract:
لبناء في باطن الأرض نمط ليس مستحدثاً وليس منقرضاً، فهناك الكثير من المنشآت تحت الارض لأغراض مختلفة وهو يعد رجوع للأصل ولكن بعد التقدم التكنولوجي الهائل سنلجأ لباطن الأرض ولكن بمعايير مختلفة لم تكن مواكبة لمتطلبات وتطلعات العصر فقط بل تتطلع للمستقبل وذلك بمراعاه توفير أكبر قدر من الراحة لمستخدمي المبني، والتحكم البيئي لتوفير الراحة النفسية والعضوية والإجتماعية،و إيضاً السيطرة علي بيئة الفراغ من حرارة وتهوية وإضاءة وصوتيات بالطرق الطبيعية أو الصناعيةوبإتباع منهج التصميم السليم وإستخدام التكنولوجيا المتطورة، وحل المشاكل الغيرتكنولوجية المرتبطة بدرجة القبول الاجتماعي لمفهوم وتصور البقاء تحت الأرض. **مشكلة البحث تكمن** صياغة مشكلة البحث في السؤالين: هل تصلح مدننا المعاصرة لإستيعاب الأعداد المتزايدة من البشر في مستهل القرن الحادي والعشرين دون المساس أو التأثير السلبي علي البيئة؟ وهل تكون المنشآت السالبة بديلا مطروحاً للتعامل مع بعض المشاكل التصميمية التي يعاني منها الإنسان؟وما هي المعايير البيئية للتصميم الداخلي لهذه العمارة ؟ **هدف البحث:**:إيجاد منظومة بيئية داخلية للمنشأت السالبة تؤثر بالإيجاب علي الأداء الوظيفي للفراغ الداخلي من خلال المعايير البيئية والإنسانية للتصيم الداخلي. **اهم نتائج البحث** هى تميز المنشآت السالبة بالإستفادة من الحرارة الكامنة في التربة والإستجابة الحرارية الموسمية البطيئةمن حيث توفير الطاقة فتكون درجة الحرارة التربة صيفاً أقل من البيئة الخارجية بينما تكون أعلي شتاءً وما يترتب عليه من فائدة إقتصادية. بالاضافة الى انه يمكن تخفيض مستوي الضوضاءالمنشأ السالب بتطوير تكنولوجيا الزجاج المزدوج الماص للصوت Glass (Double). وأيضاً إستخدام حوائط مفرغة بين الفراغات ومواد الماصة للصوت على الحوائط والأسقف والأرضيات كما يمكن تشتيته بجعلهم غير متوازيين، وإستخدام السجاد.

كلمات دالة Keywords:
منظومة الراحة الإنسانية
Human Comfort System
الراحة الحرارية
Thermal comfort
الراحة الصوتية
Acoustical Comfort
الراحة الإجتماعية
Social comfort
الآمان
Safety

Paper received 11th July 2017, accepted 7th August 2017, published 1st of October 2017

مقدمة Introduction:
أن أول وأهم غاية للإنسان هي البقاء ولايقتصر ذلك علي البقاء البيولوجي بل يتعداه إلي الوجود الفسيولوجي والسيكولوجي والإجتماعي. وكل أوجة البقاء تحاول إيجاد إتزان بين الفرد والبيئة التي هو جزء منها.و هذا التوازن عملية تتم من إتجاهين هما ذات علاقة تبادلية؛سواء بالاتجاه لأعلى (ناطحات السحاب) أو بالاتجاه لأسفل. وفي هذا المجال كغيره يوجد العديد من التحديات ولابد من جمع الخبرات والتكنولوجيا المتطورة والدروس المستفادة من الفشل لتحقيق النجاح.
في سبيلنا للتقدم ؛ نحدث اضرارا بالغة بالبيئة المحيطة وبما أن الإنسان هو مصدر العقل ويرى ما حوله من دروس الطبيعة ويستفيد منها , إذا يجب أن يعرف (كمتخصص " مصمم أومخطط أو معمارى " أو كأى شخص عادى) أن قيمة الأرض والنباتات هى أثمن شئ فى الحياة وأن يفكر فى أن عمارة المستقبل يجب أن تحترم الأرض والحياة وتحافظ عليها .
وبذلك فعمارة باطن الأرض أول الحلول التي تلامست مع الحقيقة وتحققت علي ارض الواقع، ومن خلال التجارب وجد الإنسان في باطن الارض امناً واماناً له في حل العديد من المشاكل التصميمية.
ولكن.... ما هي المعايير البيئية للتصميم الداخلي لهذه المنشآت؟

مشكلة البحث Statement of the problem:
حيث أن خطي العلم والتكنولوجيا تتسارع بمعدلات تفوق كل ما تحقق في تاريخ البشرية فيمكن صياغة مشكلة البحث في السؤالين الآتيين:-
- هل تصلح مدننا المعاصرة لإستيعاب الأعداد المتزايدة من البشر في مستهل القرن الحادي والعشرين دون المساس أو التأثير السلبي علي البيئة؟
- هل تكون المنشآت السالبة بديلا مطروحاً للتعامل مع بعض المشاكل التصميمية التي يعاني منها الإنسان؟وما هي المعايير البيئية للتصميم الداخلي لهذه العمارة ؟

أهداف البحث Objectives:
في سبيل التعامل مع مشكلة البحث والوصول إلي حلول تساعد المصمم علي تجنب المشاكل والآثار السلبية الناتجة يهدف هذا البحث إلي:إيجاد منظومة بيئية داخلية للمنشأت السالبة تؤثر بالإيجاب علي الأداء الوظيفي للفراغ الداخلي من خلال المعايير البيئية والإنسانية للتصيم الداخلي.

مسلمات البحث:
1-أصبح حتمياً علي المخططين والمصممين أن يبحثوا عن حلول غير تقليدية للمشاكل التي تواجه الإنسان
2- إذا تحققت الإشتراطات البيئية في التصميم الداخلي ؛ فإن ذلك يساهم في تحقيق الإستدامة البيئة ؛و يعمل علي رفع كفاءة المبني ويحقق قيمة إضافة للتصميم.

فروض البحث:Hypotheses
- أحد الاتجاهات التي برزت وتخاطب المستقبل هي اللجوء للتوسع إلي أسفل أي البناء في باطن الأرض؛ وطالما أن هناك طرق سفلية تحت سطح الأرض لماذا لا يكون هناك حياة كاملة موازية لها في باطن الأرض؟

منهج البحث Methodology:
-المنهج التحليلي

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

خلفية البحث Background:

1-تعريف بالمفاهيم:

1-1 مفهوم البيئة:

البيئة هي الإطار الذي يعيش فيه الإنسان بما فيه من تربة وماء وهواء وبما يحتويه كل منها على مكونات جمادية أو كائنات تنبض بالحياة وبما فيه من طاقة طبيعية واردة من الشمس ،وبما يسوده من تغيرات طبيعية في المناخ ،ويتميز هذا الإطار بالتوازن الطبيعي بين العناصر المكونة له.(م 24، ص 23)

2-1 تعريف البيئةالمشيدة (المبنية):

هي مجموع الإبداعات البشرية التي تحول البيئة الطبيعية من الحالة الأساسية وإعادة تشكيلها من قبل الإنسان لتناسب احتياجاته. وتشمل هذه التغييرات ليست فقط البناء،ولكن أيضا اي تغيير يطرأ علي الطبيعة بفعل الإنسان.(م 22،ص11)

3-1 المحيط الحيوي(Biospher) والتنوع البيئي.:

يركز علماء البيئة النظر في الأرض ويقسمونها إلى ثلاثة أقسام : الغلاف المائي(ما يتعلق بالماء)، اليابسة (ما يتعلق بالتربة) ،و الغلاف الجوي (ما يتعلق بالهواء) المحيط الحيوي هو جزء من الكوكب الذي بفضله تطورت الحياة، ويتعلق بطبقة سطحية جداً رفيعة يبلغ عمقها 110 متر تحت سطح البحر وترتفع إلى 150 متر فوق سطح الأرض، فمعظم الكائنات الحية تعيش في منطقة ما بين (– 100 متر و+ 100 متر).وهو الجزء المأهول بالحياة من الكرة الأرضية، حيث تعيش الكائنات الحية باستمرار. (م 47،ص804- 810)

إذن فالعمارة البيئية عبارة عن العمارة التي تعمل على مجاراة الطبيعة والتناغم معها دون حدوث تشوه أو خلل في المنظومة البيئية.(م 18، ص 7)

4-1 البناء السالب:

مصطلح المنشأ السالب هو مصطلح عام، ويعني: تصميم بناء تلعب التربة فيه جزءا لا يتجزأ من عملية تصميمه.

وهو مبنى يمكن أن يوصف بأنه محمي بالأرض إذا كان محتواه الخارجي على اتصال بحجم كبير من التربة .(م 20،ص 11) بمفهومها البسيط فهي عمارة باطن الأرض.

وغالبًا ما تطلق كذلك على تغليف أسطح المبنى بغلاف من التربة.

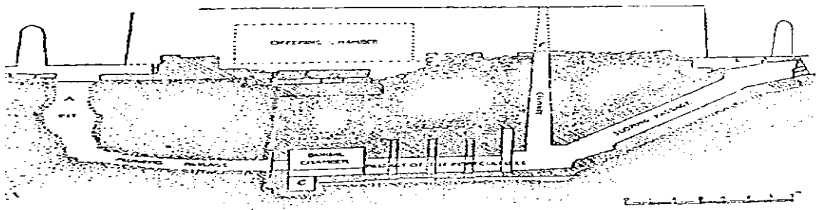
هي الفراغ الذي ينشأ نتيجة مزاولة الإنسان لأي نشاط عمراني تحت الأرض سواء أكان للسكن أو لغيره (تعدين، أنفاق، مخازن، .....).

ومن المنظور الحراري هي استعمال تربة الأرض كجزء فعال في النظام الحراري للمبنى.(م 14،ص 8)

وبذلك يمكن تعريف البناء السالب بأنه:

- هو الفن العلمي لإقامة مبنى في باطن الأرض تتوافر فيه شروط الانتفاع والمتانة والجمال والاقتصاد وتفي بحاجات الناس المادية والنفسية والروحية والاجتماعية، في حدود الإمكانات المتوفرة وبأفضل الوسائل في ظل محددات المكان والبيئة المحيطة.(م 26،ص 2)

قد يظن البعض أن المنشآت السالبة تقتصر علي المنشآت تحت مستوى الصفر، في حين أنها ليست سوى نوع واحد فقط من تصنيفات هذة المنشآت وفقا لعلاقة المنشأ بالسطح. ولكن الأمثلة الأكثر حداثة على عكس ذلك فهي عادة ما تتألف من جزئين جزء مغمور تماماً تحت مستوي الأرض والآخر فوق مستوى السطح وقد يغطي بطبقة من التربة.(م 10،ص 25)

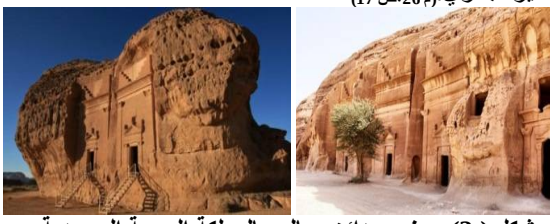


شكل (1)قطاع مقبرة سنوسرت عنخ وهي محاطة بالحجر الجيري (م 5،ص 92)

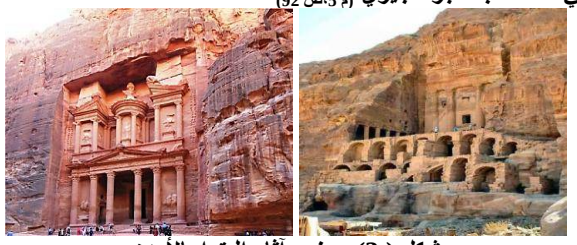
2-خلفية تاريخية للبناء السالب:

سكن الإنسان الأول الكهوف الطبيعية التي ما لبثت أن ضاقت بساكنيها فبدأ يحفر كهفه بنفسه ليصطدم أثناء حفره ببعض الكتل المعدنية والتي أصبحت فيما بعد هدفًا للحفر في حد ذاتها، لتبدأ مرحلة أخرى من عمارة باطن الأرض وهي عمارة المناجم، وإرتبطت عمارة باطن الأرض بالقوة والبقاء لذا نجد أغلب الآثار المحفورة في باطن الأرض والباقية حتى الآن هي للأمم التي إمتازت بالقوة) (م4،ص 58)، وكما نرى في أطلال مدائن صالح بالجزيرة العربية،ومدينة البتراء بالأردن، وكذلك الأمم التي كانت تعتقد في الحياة الآخرة والبعث بعد الموت كالمصريين القدماء حيث أن مقابرهم وبعض معابدهم محفورة في باطن الأرض أو جزء منها. (م 7،ص 52) فنجد المقابر في وادي الملوك بالأقصر وأشهرها مقبرة سيتي الأول ،مقابر بني حسن وهي مجموعة تضمن (39) مقبرة نحتت في منتصف التل على الضفة الشرقية للنيل.(م 32،ص 4-7)

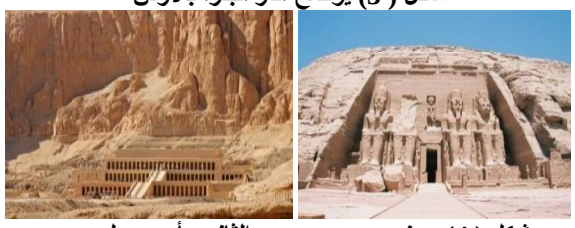
ولم يجد بعض الملوك بأسًا في أن يدفن في المعبد الذي بناه تخليدًا لذكراه، ومن أشهر هذه المعابد على الإطلاق معبد رمسيس الثاني بأبوسنبل(1290-1224) ق. م ، ومعبد حتشبسوت (أو منتوحوتب) بالدير البحري.(م 26،ص 17)



شكل (2) يوضح مدائن صالح بالمملكة العربية السعودية(م49)



شكل (3) يوضح آثار البترا بالأردن



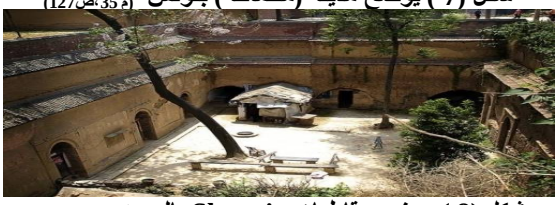
شكل (4) يوضح معبد رمسيس الثانب بأبو سمبل ومعبد حتشبسوت بالدير البحري (م51) (م 50)

وحيث أن كان الهدف الأساسي لعمارة باطن الأرض هو إيجاد الملجأ الآمن وتوفير قدر أكبر من الأمان لقاطنيها، فهناك أمثلة متعددة للعمارة العسكرية في باطن الأرض كقلعة جورمي(Goreme) الجبلية بتركيا.(م 19،ص 55)فالمنشآت تحت الأرض تعتبر أكثر أمانا من المباني فوق الأرض كملجأ مثل خط ماجنو (Maginot) الذي بني في فرنسا ما بين الحرب العالمية الاولى والثانيةو النقط الحصينة لخط بارليف بمصر. (م 26،ص 55)

شكل (5) يوضح قلعة جورمي(Goreme) الجبلية(م52)

شكل (6) يوضح خط دفاع ماجنو (Maginot) (م 53)

شكل (7) يوضح مدينة (مطماطة) بتونس (م 35،ص127)



شكل (8) يوضح مقاطعات Shanxin بالصين(م34،ص 129)

وهناك العديد من الأمثلة والنماذج للبناء بباطن الأرض ذات الإستعمالات السكنية وهي التي نتجت عن تفاعل الإنسان مع البيئة المحيطة لتلبية احتياجاته المختلفة دون الحاجة إلى خبرات تصميمية متخصصة أو تقنيات متقدمة – وهناك العديد من الأمثلة عليها، فهناك نماذج في صحراء شمال إفريقيا – حيث المناخ القاري- في مصر وليبيا وتونس والجزائر والمغرب، وهي كمثيلتها في صحراء الجزيرة العربية وصحراء الشام، وكذلك وجدت أمثلة في الصين، وتركيا، وإسبانيا، وإيطاليا، ومالطا، وإسكتلندا، وأمريكا،... وغيرها كثر. وهذه النماذج تغطى بيئات وأقاليم مناخية مختلفة إلا أنها تتفق جميعًا في توفير المتطلبات البيئية والمناخية لكل إقليم.(م 33،ص 25-27)

3-الألفاظ والمصطلحات الخاصة بفراغ باطن الأرض:

جدول (1) يوضح المصطلحات الخاصة بفراغ باطن الأرض.(م 27،ص 67)

1	تحت الأرض	Underground
2	تحت الأرض	Subterranean
3	شبكة تحت الأرض	Semisubterranean
4	البناء الأرضي	Geo-tectural& Geo-Built
5	البناء الأرضي	Terratectural
6	المحمي بالأرض	Earth - Sheltered
7	الاتصال بالأرض	Earth Contact
8	المغطاة بالأرض	Earth - Covered
9	التكامل مع الأرض	Earth - Integrated
10	معالجة الأرض	Earth - tempered

وأكثر هذه المصطلحات شيوعًا Subterranean،Underground ، Earth-Shelteredوكلها تعني بشكل دقيق تغليف اعلى سطح المنشأ بالتربة.

- أما إذا كان المنشأ مغطى بالأحجار أو الصخور فتسمى Petratectural.
- إذا كان المنشأ مغطى بالرمال فتسمى Psammotectural.
- إذا كان المنشأ مغطى بالطين فيسمى Argilletectural.(م 14،ص4)

أما في حالة التعبير عن مدن باطن الأرض Underground Cityفتعرف بالمصطلحات الآتية:

1- Indoor City.

2- Interior City. (م 12،ص15)

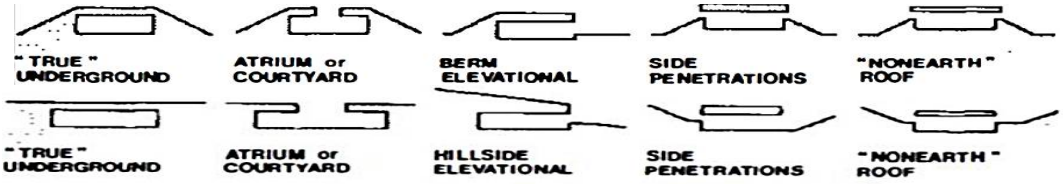
4-تصنيف فراغ باطن الأرض حسب طبيعة الإنشاء

4-1-مساحات تحت الأرض كليا:هذه المنشآت لديها اتصال ضئيل أو معدوم مع العالم الخارجي. ويمكن أن تكون إما عميقة تحت الأرض أو تحت السطح مباشرة والمدخل فقط يكون فوق الأرض من حيث المبدأ، هذه المساحات لديها إمدادات ميكانيكية للضوء والهواء فالإمداد الطبيعي محدود. فغياب الضوء الطبيعي ومناظرالطبيعية يجعل جاذبية الإقامه فيها أقل ؛و تكون المباني تحت الأرض بالكامل قابلة للمقارنة مع المباني التي لا تدخلها أشعة الشمس فوق سطح الأرض.

4-2- المساحات المغمورة بالأرض:المنشآت المغموره هي تلك الواقعه مباشرة تحت سطح الأرض. ويمكن أن تمتد في عمق الأرض ولكن لديها دائما اتصال مباشر مع العالم فوق الأرض ومع الضوء الطبيعي. ويتم أختراق سطح الأرض عن طريق الباحات، أوالأفنية المركزية أوالقباب وبالتالي يمكن نقل الإضاءة الطبيعية إلى أعماق كبيرة بل وتوفير إطلالة إلي السماء حيث توفر الإتصال

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

مع البيئة الخارجية.



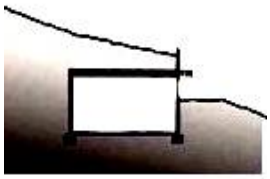
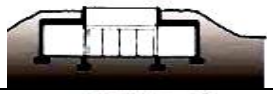
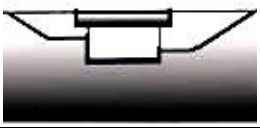
True Underground = منشآت تحت سطح الأرض تماماً
Atrium Or Courtyard = منشآت ذات فناء مركزي
Berm/ Hillside Elevational = منشأت ذات واجهة خارجيةعلي سطح منحدرأو هرمي
Side Penetrations = منشآت ذات إختراق جانبي
Non Earth Roof = منشآت ذات اسقف غير مغطاة بسطح الأرض

شكل (9) يوضح تصنيف فراغات باطن الأرض حسب طبيعة الإنشاء (م 28،ص 31)

3-4 المساحات المغطاة بالأرض: المنشآت المغطاة بالأرض ليست تحت الأرض، وإنما هي علي السطح وغطت بالتربة. هذا النوع من البناء خال من العيوب الفنية للبناء تحت الأرض، فضوء النهار يمكن ان يخترق الفراغات بشكل طبيعي . الطابق السطحي المرتفع يمكن اعتباره كحديقة. في معظم الحالات، والمباني المغطاة بالأرض يمكن بناؤها بالطريقة التقليدية فقط يتم التسقيف بطرق أكثر تعقيدا وإعدادها للزراعة عليها. (م 40،ص101-105)

وتسمح دراسة أنواع حيزات باطن الأرض بتجميع الأشكال في فئات متماثلة حتى يمكن دراسة خصائص هذه المجموعات وشرحها وذلك لأن فراغ تحت الأرض بالنسبة للمصمم ربما يكون فراغ يتم إنشاءه بحيث لايزيد عن 8-10 أدوار وحتى (-100م)، بينما فراغ تحت الأرض بالنسبة لمهندس تعدين فهو فراغ منجمي ربما يصل إلى أعماق تتجاوز (-1000م).(م 9،ص 45)

جدول (2) يوضح مقارنة بين علاقة الفراغ وفتحاتة بسطح الأرض (إعداد الباحثة)

علاقة الفراغ بسطح الأرض ← / علاقة فتحات الفراغ بالسطح الخارجي ↓	تحت سطح الأرض كليا Subgrade	المواقع الهرمية Bermed	المواقع المنحدرة On the Hill Side
الغرفة Chamber			
الفناء المركزى Atrium			
الواجهة Elevational			
التصميم الاختراقى penetrational			

5-لماذا تحت الأرض:

هناك العديد من الدوافع والأسباب للبناء تحت الأرض منها دوافع بيئية وإجتماعية واقتصادية وأمنية وثقافية

1-5 أسباب بيئية:

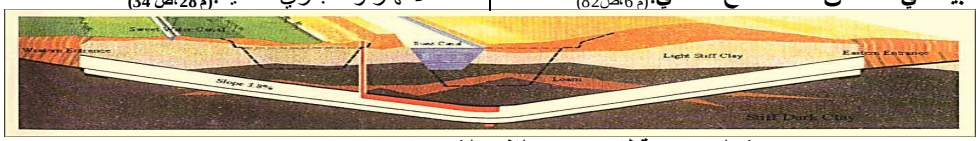
يعتبر هذا الأسلوب تكاملاً إيجابيًا مع الطبيعة

1- لتوفير مناخ داخلي معتدل والتماس الراحة والأمان خوفًا من مخاطر البيئة في المناطق ذات المناخ القاسي.(م 6،ص82)

2- للحفاظ على تنسيق الموقع وللحفاظ على الأراضي الزراعية.

3- تحقيق رؤية بانورامية بدون عوائق أو بدون إدخال كتل خرسانية تؤثر علي جمال الموقع. (م 27،ص 84)

4- اجتياز الحواجز الطبيعية: في المناطق الجبلية، إستخدام الأنفاق يجعل خيارات النقل المختلفة الممكنة مثل الطرق والسكك الحديدية .... الخ،والأنفاق هي أيضاً خياراً هاماً في حالة وجود الأنهار والمجاري المائية.(م 28،ص 34)



شكل (10) قطاع عرضي لنفق الشهيد احمد حمدي (م 33،ص 29)

2-5 أسباب إجتماعية:

1-عدم توازن توزيع الكثافة السكانية المتزايدة.2- أنفاق الإمداد بالمياه والصرف.3-مشكلة التضخم المروري بالمدن(م 9،ص93)

3-5أسباب إقتصادية:

1- الحفاظ على الطاقة. (م 14،ص31،27) **2- التنقيب والبحث عن الصخور والمعادن (المناجم).**(م 6،ص60)

2- الفراغات المتخلفة نتيجة تنفيذ مشروعات أخرى تحت الأرض: مثل محطة (Xujiaui) بشنغهاي حيث أن قيمة الأرض مرتفعة بالمدينة لذا تم اللجوء لعمل خط مترو أنفاق تحت الأرض ونظرًا لضرورة الهبوط إلى عمق -17م تحت سطح الأرض وفقًا لتخطيط المسار، لذا تخلف فراغ بعمق أكثر من 10م تحت سطح الأرض يعلو منسوب رصيف المترو مما لزم إستغلاله، فتم توظيفه في نشاط تجاري على دورين.(م 41،ص6)

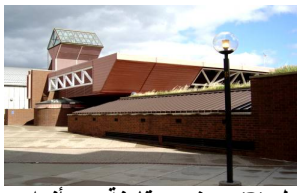
4-5أسباب أمنية:

1- لتحقيق الحماية من المعتدين والمحتلين.(م 9،ص 72)
2- لتلائم إحتياجات الدفاع والأمن القومي وتخزين المؤن والطعام بسبب عزلتها عن السطح فنقاط الوصول محدودة.
3- كملاجئ مدنية ضد الهجمات الجويةوالحماية في حالة الهجوم النووي.(م 27،ص92)

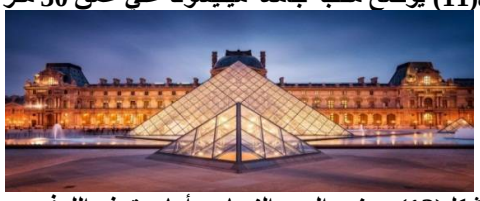
5-5 اسباب ثقافية:

1- معتقدات دينية:وبخاصة المعابد والمقابر لدى الحضارات القديمة التي تعتقد بالبعث والحياة الأخرى بعد الموت. (م 9،ص91)

2- الحفاظ على قيمة المباني التاريخية:كما قامت جامعة مينيسوتا (Minnesota)ببناء مكتبة تحت الأرض، حتى تكون امتداد للمكتبات القائمة أعلى سطح الأرض وقرب المباني الأخرى. (م 27،ص138)



شكل(11) يوضح مكتبة جامعة مينيسوتا على عمق 30 متر (م54)



شكل(12) يوضح الهرم الزجاجي أمام متحف اللوفر (م55)

3- للحفاظ على المناطق ذات القيمة الثقافية والمعمارية والأثرية التي تحتاج إلى حساسية كبيرة وقيود في التصميم: كالهرم الزجاجي في الساحة المواجهه لمتحف اللوفر.(م 12،ص45)

جدول (3) يوضح مقارنة بين أنواع حيزات باطن الأرض وتأثرهم بمميزات وعيوب المنشآت السالبة (م 28،ص39)

جدول (4) يوضح العوامل المختلفة المؤثرة علي البناء لسالب (إعداد الباحثة)

العوامل المختلفة المؤثرة علي البناء السالب	انواع المنشآت السالبة	
	تحت سطح الأرض جزئيا	تحت سطح الأرض كلياً
الطاقة الشمسية السلبية	ممتاز	أقل فعالية
الاستقرار الحراري	أقل فعالية	ممتاز
الإضاءة الطبيعية	فعال	أقل فعالية
الحماية من الرياح	أقل فعالية	ممتاز
الحماية من الضوضاء	أقل فعالية	ممتاز
الراحة البصرية	ممتاز (الأمتداد البصري في اتجاه واحد أو إتجاهين علي الأكثر)	فقير (يسمح الأمتداد البصري فقط من السماء المفتوحة)
المناخ المناسب	فعالية للاجواء المعتدلة	الأكثر فعالية في الأجواء الاستوائية
تكلفة الهيكلية	متوسط	اكثر تكلفة

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

6- العوامل الأساسية المؤثرة على خواص البيئة الداخلية:

1- وظيفة المبنى: هناك وظائف مناسبة نسبياً لبيئة معزولة وغالباً ما تكون مبنية عمدا بهذه الطريقة (مثل المسارح والمتاحف والمكتبات والقاعات الرياضية والمختبرات والمصانع).(م 9 ، ص 151)

2- أنماط الإشغال:رد فعل الفرد في بيئة تحت الأرض تتأثر بشكل كبير بطول وقت البقاء تحت الأرض. فيفضل أن تستخدم في المقام الأول لأنشطة قصيرة الأجل والتي توفر حرية الحركة.

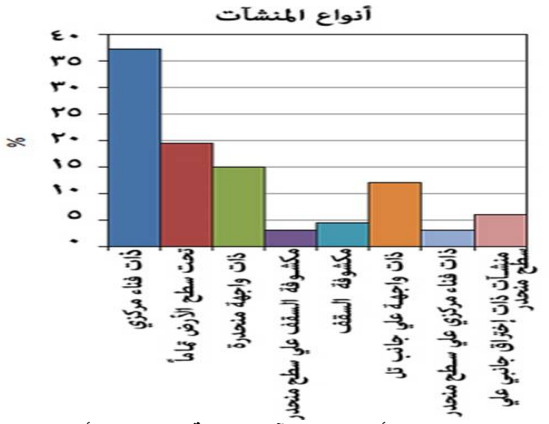
3- أنواع النشاط : الفراغ السالب يجب أن يكون متصل بنوع نشاط ذو حركة وتنوع . فالأشخاص الذين يقومون بأعمال مكررة ومملة ورتيبه يشكون أكثر من ذوي الأنشطة المحفزة. ويمكن اللجوء إلي الإتصال الإجتماعي لحل مشكلات الأنشطة الرتيبة. (م 42، ص 356)

4- حجم الفضاء: الفراغات ذات المساحة الأصغر تفاقم الشعور بالضيق والإحتباس.

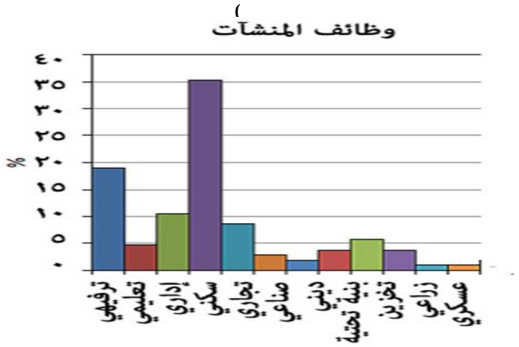
5- درجة عمق المبنى تحت الأرض : كلما كان المنشأ أقرب لسطح الأرض أصبح أكثر ملائمة للأنشطة الحيوية،كلما إزداد عمقاً ناسب أنشطة البنية التحتية والتخزين.

6- جودة المساحات الداخلية: قد أجريت العديد من الدراسات حول مستخدمي المنشآت السالبة في الحد الأدني من الإضاءة والتهوية أو عدم توفير أي وسائل للراحة ،فمن المؤكد أن مستوى التجهيزات، والتشطيبات، والإضاءة، وغيرها من المرافق مجتمعة تؤثرعلي الإدراك الحسي والأداء العام وقبول الأفراد للبقاء في مثل هذه المنشآت.

7- الاختلافات الفردية: مستخدمي المنشآت السالبة أظهروا مجموعة من الإستجابات المختلفة حسب طبيعة الفرد وظروفه الصحية والنفسية وقدرته علي تحمل الظغوط المختلفة. (م 9، ص 152)



شكل (13) يوضح أنواع المنشآت السالبة من حيث الأنشاء ونسبة تواجدهم حول العالم (م28،ص50)



شكل (14) يوضح نسبة إستغلال المنشآت السالبة في الأنشطة المختلفة حول العالم (م28،ص50)

1 - نقص الضوء الطبيعي: فالحركة المستمرة البطيئة للشمس تقدم ارتياحاً من الرتابة ومعلومات عن الطقس وأوقات النهار المختلفة أي أن ضوء الشمس يخترق الفراغ ويجلب العالم الطبيعي للداخل.(م 39، ص 172)

2- نقص الإتصال الخارجي: بسبب نقص النوافذ كما أن نقاط الخروج غير مرئية، مما يخلق حاله من الخوف من عدم التمكن من الهروب في حالات الطوارئ . (م 15،ص61- 60)

عن طريق التصميم المعماري الجيد وبإدخال التكنولوجيا الأكثر تعقيداً قد يكون حلاً فعالاً للحد من مشكلة نقص الضوء الطبيعي والإتصال الخارجي . وهذا على النحو التالي:

- الفناء المركزي الكبيروالعميق الذي يستقبل أشعة الشمس
- إستخدام البصريات الشمسية وإستخدام المرايا والعدسات البصرية التي تتبع أشعة الشمس المباشرة وتسقطها في المناطق الداخلية. (م 28،ص41)
- تكرار التراكيب الطيفية للضوء النهارالطبيعي قدر الإمكان، وذلك بإستخدام ضوء إصطناعي كامل الطيف.
- تطبيق الإضاءة الطبيعية الإفتراضية(VNLS) ، وهو نظام يقدم بشكل مصطنع الضوء الطبيعي مع كل من صفاته ويحاكي النافذة التقليدية.(م 46،ص 3384)

3- التواجد تحت الأرض: هناك حواجز نفسية للتواجد تحت الأرض حتى لو امتلكت هذه الحيزات أسباب الراحة المماثلة للفراغات الداخلية بالمنشآت التقليدية. (م 9،ص265، 264)

يمكن تخفيف من حدة هذه السلبيات كما يلي:

- حواجز زجاجية ما بين الفراغات كلما امكن ذلك.
- الأسقف أعلى مما هي عليه في المباني التقليدية والفراغات أرحب.(46، ص 3385)
- إستخدام العلامات المميزة من أعمدة أو منحوتات يجعل

7- منظومة الراحة الإنسانية Human Comfort System:

راحة المستخدم لا يمكن قياسها بطريقة مباشرة حيث أن راحة الإنسان لا تتوقف فقط علي الحالة العضوية التي قد يمكن قياسها بطريقة أو بأخرى، وإنما تدخل في تحديد عوامل نفسية تختلف بإختلاف الخلفية الثقافية والبيئية لكل شخص.(م5،ص30)

7-1- معايير الراحة الفسيولوجية والسيكولوجية:شاع إستخدام باطن الأرض لمجموعة متنوعة من إستخدامات البنية التحتية ،أما الوظائف التي تنطوي على إشغال بشري كبير، فردود الفعل الأولية غالبا ما تكون سلبية .

فالظلام قد يخلق شعوراً بالغموض والخوف من المجهول ولكن في الوقت ذاته يتميز باطن الأرض بكونة مأوى مرتبطاً أيضاً بالسلامة، والأمن، والحماية،و قد أمكن حل الكثير من سلبيات الإنشاء السالب ولكن ليس الكل فلا تزال هناك بعض العوائق. (م9، ص 138)

أ-الراحة السيكولوجية (النفسية):

الإنسان كائن إجتماعي ذو بنية نفسية وأحاسيس مركبة، وراحته داخل المبني تتكامل بإستيفائه لمتطلبات الراحة النفسية، ويتوقف نجاح المبني في تأدية وظيفته وما ينتج عنه من راحة لمستعمليه، والمشاعر النفسية التي يثيرها فيهم، ومدي مناسبتها للنشاط الذي يؤدونه داخله.(م 5، ص30-31)

الآثار النفسية السلبية لفراغ باطن الأرض:

يعتري بعض المستخدمين للفراغات تحت الأرض مشاعر سلبية تعيق إستخدامهم للفراغات السالبة. الآثار السيكولوجية هذه قد تقترن بآثار فسيولوجية وهي تختلف من شخص لآخر فإختلاف التكوين النفسي قد يساهم في زيادة رد فعل شخص عن ما قد يشعر به غيره.(م 25،ص67)

والعوامل التي تعمل على إحداث آثار نفسية سيئة هي:

من الممكن للمستخدم التأكيد من إتجاه السير.
- المدخل لا يكون تحت الأرض ولكن كمنحدر صناعي تدريجي وبالتالي يكون الدخول تدريجياً. (م 25،ص 68)

(4) الحرمان الحسي: تؤثر الفراغات السالبة في الوظائف الجسدية لبعض الأفراد وينتج عن هذا التفاعل الصداع والهبوط والأغماء والقئ والأرهاق بالإضافة للقلق والتوتر والإحباط ومشاكل الصحة العقلية بسبب نقص المحفزات الخارجية والتي تنتج من عوامل (المتعة Pleasure، الاستثارة Arousal، السيطرة Dominance).(م 27، ص73- 74)

(5)عدم وجود الهواء النقي / تلوث الهواء في الأماكن المغلقة:فالوجود تحت الأرض تلغي معظم مصادر تجديد الهواء. (م 28، ص36) لتعويض ردود فعل سلبية لابد من :
- توفير التهوية بطريقة غير محسوسة للمستخدمين.
- توفير نظام ميكانيكي مرن يمكن السيطرة على كل من الرطوبة ودرجة الحرارة لتلبية وظيفة كل الحيزات فضلا عن توفير الراحة.
- الاستخدام السليم لتقنيات تنقية الهواء للحد من تلوث الهواء. (م 15، ص65)

(6) الضجيج الزائد أو عدم وجود ضوضاء:بسبب كتلة الارض, وقدرتها علي عزل الأصوات المرتفعة نقل الصوت الوحيد الذي يعتد به يكون عبر المداخل والمخارج وفتحات التهوية .كما لا يمكن تجاهل الضجيج الذي قد ينتج عن أنظمة ومعدات التهوية هذا يسبب الضوضاء لتكون مصدر للإزعاج. (م 28،ص37)

(7) ضعف القبول العام:أن المستخدم لا يقبل العيش في مبنى تحت الأرض ، ومع ذلك، يعتقد أنه سيقبل هذا إذا كان يتلقي تعليمهم مميزات هذا النوع من الإنشاء.(م 14، ص64)

ب-الراحة الفسيولوجية Physiological Comfort:

تعتمد منطقة الراحة الفسيولوجية للإنسان علي التأثير الشامل لمجموعة عوامل، مثل العوامل المناخية من درجة حرارة ورطوبة وحركة هواء وإشعاع شمسي، كما تتوقف علي العمليات الفسيولوجية اللاإرادية كالإرتعاش والعرق والتحكم في سريان الدم. فلابد أن يساعد التصميم المستخدم في تركيز طاقة الإنسان لتستخدم في العمل والإنتاج.(م 23، ص 18)

العوامل التي تعمل على إحداث آثار فسيولوجية سيئة هي:

(1)عدم وجود الضوء الطبيعي: الجسم البشري لديه استجابة مباشرة لأطياف معينة من الضوء، بما في ذلك من هم خارج الطيف المرئي. على سبيل المثال، الأشعة فوق البنفسجية من المعروف أنها مهمة في امتصاص فيتامين (د)، وهو أمر ضروري للوقاية من الأمراض، ومحاربة البكتيريا. (م 42، ص 355) وتشير التقارير إلى أنه عند نقص فيتامين(د) بالإضافة إلي مشاكل لين العظام والكساح تسوس الأسنان عند الأطفال، أو هشاشة العظام في كبار السن،قد يؤدي إلي قصورفي عضلة القلب ومرض السكر ولأشعة الشمس تأثير مباشر على افراز الانسولين فمعظم الإضاءة الاصطناعية تفتقر إلى خصائص أشعة الشمس.(م 16، ص 69- 72)

(2)سوء التهوية:لابد من توافر الحد المطلوب من التهوية للتخلص من الحرارة الزائدة والرطوبة والروائح وتجديد الأكسجين للفراغ وتوفير بيئة صحية وغير ملوثة.كما أنه لابد من مراعاه معدلات التهوية الطبيعية السليمه للحفاظ على مستويات غاز الرادون أدني من المعايير المسموح بها. (م 28،ص37)

(3)الرطوبة العالية:حيث زيادة الرطوبة تسبب أمراض مثل الروماتيزم ونمو الفطريات وأمراض الحساسية.

(4)الضوضاء الزائدة أو نقص الضوضاء:أن مستويات الضوضاء المرتفعة جدًا داخل الفراغ قد يسبب ضعف السمع، ومن ناحية أخرى الفراغ السالب المعزول عن المصادر الخارجية للضوضاء يمكن أن يتسبب في بيئة داخلية ساكنة تمامًا تقلل الخصوصية الصوتية داخل الفراغ، وفي بعض الأحيان يمكن أن يكون هذا الهدوء مثيرًا للأعصاب. (م 27،ص 72)

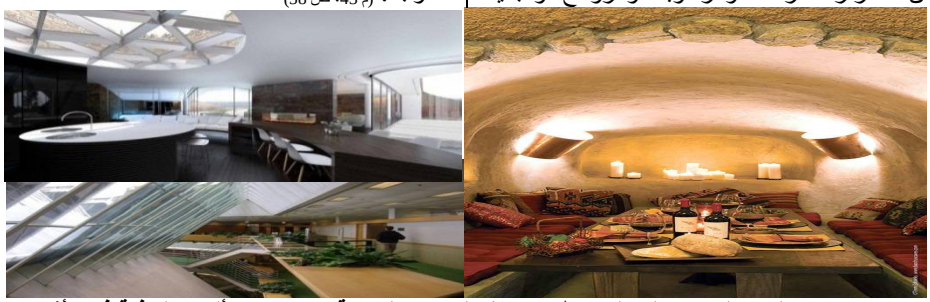
2-7- الراحة البصريةVisual comfort:

تأخذأهمية أساسية ومتعددة الجوانب. فإن الضوء الطبيعي يخلق تصورات للرحابة، وتوفير طابع متميز. (م 5،ص 104)فالضوء الطبيعي لا يستخدم كمصدر وحيد للإضاءة ولكن ينظرون إليه على نله عنصراً مكملاً هاماً يعالج أوجه القصور في الإضاءة الاصطناعية بالإضافة إلي اللون الذي لا يمكن إغفال آثره في العملية التصميمية. (م 14، ص 117)

7-2-1-اللون في المنشأ السالب:

اللون هو عنصر قوي في التصميم الداخلي التي يمكن أن يؤثر على مجمل جاذبية وقبول البيئة السالبة. ويمكن أن يطبق أيضا في الفراغ لخلق مشاعر الدفء والرحابة وهما اثنين من الإعتبارات الرئيسية في تصميم المنشآت السالبه.(م 43، ص 56) فإستخدام اللون في البيئات السالبة يكون للمساعدة في التخلص من البرودة والرطوبة. فالعديد من الألوان ذات الأطوال الموجية الطويلة(كالأحمر والبرتقالي والأصفر والبني) تعبر عن الدفء، في حين أن الأطوال الموجية القصيرة (كالأزرق والأخضر) تعبر عن البرودة.وإستخدام آخر مهم للألوان في بيئات تحت الأرض هو خلق شعور الرحابة. وهناك قاعدة أن الألوان الدافئة (الأحمر، على سبيل المثال) توحي بالضيق بينما الألوان الباردة (الأزرق مثلاً) توحي الرحابة. (م 29، ص 31)

وبناء عليه فهناك إتجاه آخر إلي أن صبغة اللون لا يكون لها تأثير قوي على إدراك المساحة. وإنما تعزز الرحابة عن طريق زيادة إستخدام ألوان فاتحة في الوسط المحيط. الألوان ذات القيمة عالية(High value) تعكس مزيدا من الضوء، وينظر إلى المساحات الفاتحة عموما بأنها أكبر حجما وأكثر إنفتاحا. والألوان (عالية النقاء) (high saturated chroma) تظهر أقرب من الأقل نقائاً (رماديات اللون).فتعزيز الرحابة يكون بإستخدام ألوان فاتحة ومستويات الإضاءة عالية موجهه على هذه السطوح، وتصميم الفضاء ليكون على حد سواء دافئ وواسع إذا إختار المصمم إستخدام الضوءوالألوان الباردة على الجدران والسقوف لتعزيز الرحابة، أما الألوان الدافئة فيمكن إستخدامها في الأثاث والأعمال الفنية ومكملات الفراغ لتعويض البرودة. أنه من المهم أن نتذكر ان اللون هو احد عناصر البيئة البصرية واستخداماته متعددة الأوجه. (م 43، ص 58)



شكل (15) يوضح إستخدام الالوان الباردة علي الحوائط والاسقف لتحقيق الرحابة وإستخدام الألوان الدافئة في الأثاث ومكملات الفراغ

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

7-2- 2 أهداف التصميم الضوئي في المنشآت السالبة:

أولاً : توفير شدة الإضاءة المناسبة والموزعة بانتظام والملائمة لنوع النشاط الذي يقوم به الإنسان في الفراغ، مع مراعاة كمية الإضاءة الصحية للإنسان حتى لا يتعرض للمخاطر الصحية السابق ذكرها.

ثانيًا: منع الوهج Glare، وهو أحد العيوب الهامة التي يجب تلافيها عند تصميم الفتحات لأي فراغ معماري. ويحدث الوهج نتيجة لوجود فرق كبير بين الأجزاء المظلمة، أو يحدث نتيجة لسقوط الضوء علي سطح عاكس. (م 2،ص 14)

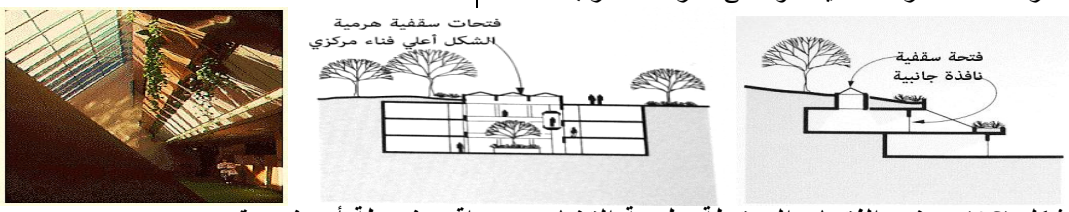
ثالثاً: جلب الضوء الطبيعي قدر المستطاع إلي باطن الأرض والإستعانة بإضاءة صناعية تحاكي ضوء النهار مع خلق بيئة توحي بالإتصال الخارجي وتقديم مستويات متنوعة من الإضاءة لإيجاد بيئة مثيرة تساعد على إدراك الفراغات من خلال وضوح الرؤية وزيادة الإحساس بالإتساع لتسهيل أداء الأنشطة المختلفة وايضاً للتعويض عن سلبيات الفراغ السالب.(م 9،ص 268)

7-2-3-أنماط التصميم الخاصة بالإضاءة الطبيعية:

ا-الإضاءة الطبيعية المباشرة من خلال النوافذ والفتحات العلوية (Skylights)والأفنية:

هذا النمط يتاح فقط للفراغات القريبة من السطح ولا يتاح للفراغات المنعزلة العميقة أو حتى الفراغات قرب السطح ذات الفتحات المحدودة،ولتوفير الضوء الطبيعي والرؤية الخارجية للفراغ تحت الأرض تتأثر هذه الطرق الرئيسية بطبوغرافية الموقع:

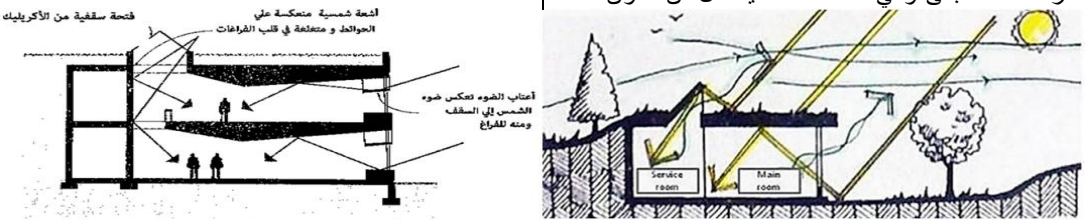
- فالمواقع المنحدرة: توفر الفرصة للمبنى بتعريض واجهة واحدة على الأقل للفراغ الخارجي،ويسمح ذلك بتقديم ضوء النهار على طول الواجهة من خلال النوافذ التقليدية.
- أما في المواقع المنبسطة:المباني التي تغطى بالغطاء الأرضي (Bermed) تتوفر لها الإضاءة الطبيعية من خلال الفتحات العلوية (Skylights) أو فتحات جانبية بالتشكيل في الإنحدار.
- أما المنشآت كليا تحت الأرض True underground: تسمح الأفنية الداخلية بإختراق الضوء الطبيعي إلى الغرف المحيطة والمطلة عليه من خلال النوافذ التقليدية ، ويستخدم بعض المصممون الزجاج المائل في هذه الأفنية للسماح بالرؤية الخارجية من خلال بعض الزوايا المائلة ، وفي حالة المنشآت المتعددة الطوابق يجب أن تزيد مساحة الفناء للسماح للضوء الطبيعي بالنفاذ للعمق .(م27،ص171)



شكل (16) يوضح الفتحات المرتبطة بطبيعة التضاريس مواقع منبسطة أو منحدرة(م 9،ص270-271)

ب-الإضاءة الطبيعية المنقولة والمنعكسة "غير المباشرة" :

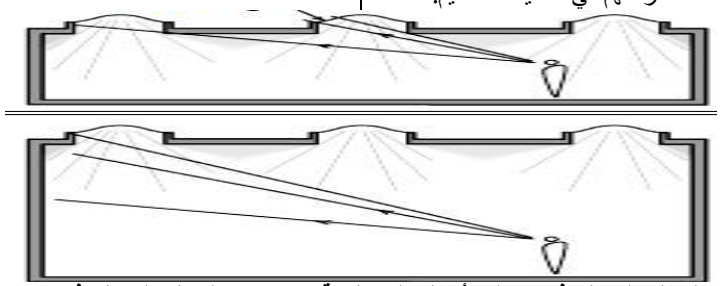
العديد من فراغات المباني تحت الأرض العميقة لا يتاح لها توفير الضوء الطبيعي من خلال الأساليب المباشرة ، لكن يمكن الإستفادة من هذه الأساليب عن طريق تعظيم الضوء ونقله وتوزيعه لأقصى درجة ممكنة داخل فراغات المبنى وفي هذه الحالة يفضل أن تكون فراغات المبنى مفتوحة أو تكون ذات قواطيع داخلية قصيرة أو تكون من الزجاج ، ويتم نقل وإنعكاس الضوء من خلال الحوائط والأرضيات الفاتحة اللون التي تعكس الضوء الطبيعي الذي يخترق الفتحات السقفية Skylight وتنشره للفراغ ، كما يمكن أيضاً الاستفادة من فتحات النوافذ مع معالجتها معالجة خاصة . (م 9،ص 272)



(م 9،ص 272) (م 37، ص 69)

شكل(17)يوضح الإضاءة الطبيعيةالمنعكسة داخل الفراغ من الفتحات السقفية بواسطة أعتاب الضوء

وكلما أرتفع السقف أدي ذلك إلي مستويات إضاءة أكثر اتساقاً علي سطح العمل وراحة بصرية أعلي.وبالتالي فمراعاه المسافة بين الفتحات السقفيةو إرتفاع السقف أمر مهم في عملية التصميم. فكلما أرتفع السقف تبقي فتحات الإنارة السقفية خارج مجال الرؤية .(م 38، ص 11-12)



الشكل (18) يوضح تأثير السقف المرتفع في مقابل الأسقف المنخفضة حيث يبقي السقف المرتفع فتحات الإنارة السقفية خارج مجال الرؤية، والحد من الحاجة إلى المجهود المبذول لمكافحة وهج. (م 38، ص 11-12)

7-2-4- إنتقائية وحدات الإضاءة الصناعية:

التطورات الحديثة في تكنولوجيا الإضاءة (بما في ذلك المصابيح اللد (LED) ومصابيح الفلورسنت المكافئه لضوء النهار الطبيعي) يمكنها بشكل كبير تقليل تكاليف إستهلاك الكهرباء، والعديد من هذه الإبتكارات الجديدة هي مفيدة بشكل خاص في التطبيقات التي تتطلب إضاءة صناعية وفترات عمل طويلة وبالتالي يمكن الإستفادة من طول عمرها الإفتراضي وبالتالي تقلل من التكاليف الإجمالية لدورة الحياة عندما تكون مصممة بشكل صحيح. (م 21،ص 75)

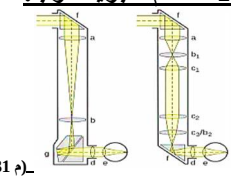
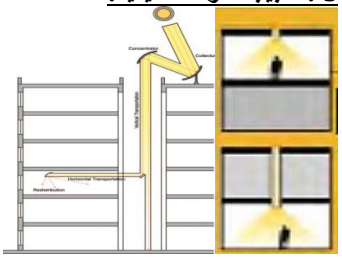
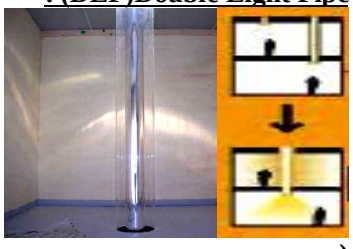
الإضاءة الفلورسنت كاملة الطيف تأتي قريباً من الضوء الطبيعي وهي ذات أهمية كبيرة وإستخدام واسع في المنشأ السالب. وتتركز مصابيح الفلورسنت البيضاء الباردة في الطيف الضوء المرئي الأصفر إلى الأحمر. في المقابل، تتركز الإضاءة الفلورسنت الموفرة للطاقة عادة في الطيف الأصفر إلى الأخضر ،وتفتقر هذه المصادر الضوئية الجزء الأزرق من الطيف اللوني، وهو الجزء الأكثر أهمية. بينما الإضاءة الفلورسنت كاملة الطيف هي مصدر الإضاءة الكهربائية التي تحتوي على طيف الضوء الأكثر مماثلة إلى الضوء الطبيعي لأنها توفر الجزء الأزرق من الطيف. (م 44، ص3) وبالتالي يقترح إستخدام مصابيح الفلورسنت كاملة الطيف في مجالات العمل، مثل المكاتب والمطابخ ،... الخ .أمامصابيح الفلورسنت البيضاء الناعمة يمكن إستخدامها في غرفة المعيشة، غرف النوم، منطقة لتناول الطعام. (م 29، ص25)

لمبات الصمام ثنائي الباعث للضوء LED :

أهم مصدر ضوئي مستخدم حالياً ،وهو مصدر ضوئي مصنوع من مواد أشباه الموصلات تبعث الضوء حينما يمر خلاله تيار كهربائي. يكثر تسميته بـLED يعتبر مصباح اللد من أوفر المصابيح الكهربائية من حيث إستهلاكه للكهرباء ، فمثلاً إذا كانت قوة لمبة عادية تعمل بفتيل من التنجستن قدرتها 25 واط فإن مصباح الليد يعوضها بقدرة 4 - 5 واط فقط ، على الرغم من أن كل واحد منهما ينتج شدة إضاء تبلغ 190 ليومن، كما أنها توفر كهرباء أكثر من الفلورسنت حيث قدرتها 3 أو 4 أو 5 وات فقط وعمرها 50 ألف ساعة أي 12 سنة بدل من 8 آلاف ساعة للفلورسنت الموفرة وبدلاً من500 ساعة للتنجستن.فكفاءة اللد تقترب من 80٪ ، وهو ما يعني 80٪ من الطاقة الكهربائية تتحول إلى الطاقة الضوئية، والباقي هو 20٪ فقط فقدت كطاقة الحرارية.(م 21، ص 81-87)

7-2-5- الأساليب التكنولوجية لنقل ضوء النهار إلى فراغ سالب على مستوى عميق من سطح الأرض :

جدول (5)الأساليب التكنولوجية لنقل ضوء النهار إلى فراغ سالب على مستوى عميق من سطح الأرض :

1- نظام الدبريسكوب:  (م 31، ص 85)	هو إنعكاس لضوء الشمس من مرايا صغيرة وضعت بعناية من خلال بئر للضوء (مرأب) يعيد توجيه الإنعكاسات المستمرة العمودية إلى تحت الارض لمرآة بسيطة ذات ضبط يدوي لتفريق الظلام.ويمكن السيطرة علي زاوية أشعة الشمس المرتفعة في الصيف من خلال غالق حراري.(م 35،ص 37-42)
2- كابلات الألياف الضوئية :	يدخل الضوء من خلال كبسولة أكريليك أعلى السطح تحتوي على شبكة تجميع للضوء مكونة من عدسات فرنسيل صغيرة علي هيئة خلايا النحل ، وتنقل هذه العدسات الضوء داخل كابلات الألياف البصرية إلى الفراغات الكبيرة وهي تتميز بسهولة التركيب ،يمكن تركيبها في مناور ضيقة وخاصة في منشآت مقامة بالفعل,سعرها مقبول جداً بالنسبة لكميه الإضاءة التي توفرها.(م9،ص74- 275)
3-. أنابيب ضوء التقليدية:  (م13،ص 271)	وسيلة لإلتقاط الإضاءة الطبيعية وتوجيهها من خلال أنابيب عاكسة إلى مستويات الأدنى من المبنى,الأنابيب توجيه ويمكن أيضاً أن تكون بمثابة أنظمة التهوية . ويعطي نتائج كبيرة في المنشآت متوسطة إلي قليلة العمق.ويزداد فعاليته نقل أشعة الشمس بتعزيزها بالألياف البصرية. (م 35،ص34-36) يتم جمع الضوء الطبيعي مع جامع متحرك أو ثابت وتوجيهها إلى المساحات الداخلية بعيداً عن نقطة التجميع. (م 8، ص 56).كلما كبر قطر المجمع كلما زاد طول المسافة التي يمكن أن يقطعها الضوء (م48 ،ص 3-4). والمقطع الأصغريستخدم للمنشآت السكنية.عادة ما يتراوح طولها من 1-5 مترا. يتم تخفيض خسائر نقل الإضاءة التي تعكس إلى حد كبيربتطبق سطح عاكس على السطح الداخلي للأنبوب. نطاق انعكاسه من 0,98 إلى 0,995. (م 13، ص 271– 270)
4. أنبوب الضوء المزدوجة The Double Light Pipe(DLP) :  (م 13، ص 274)	أنابيب ضوءمزدوجة (DLP) هو أداة مبتكرة لإلقاء الضوء في فراغين سالبين علي مستوين مختلفين أن ذلك يعد تطورياً للأنابيب الضوء التقليدية، ، لأنها قادرة على توزيع ضوء النهار على حد سواء في ممر الضوء والوجهة النهائية. فبإضاءة غرفة مرور الضوء ، تم تبرر ضخامته مقطع الأنبوب. وهي تتألف من أنبوبين متحدي المركز،أحدهم داخلي الذي ينير الفراغ النهائي مثل أنابيب الضوء التقليدية. بنفس سطح العاكس الذي يعكس بمقدار (=99.5٪) ولكنه يغطي كلا من السطح الداخلي والخارجي للأنبوب الداخلي في آن واحد، الأنبوبين متحدي المركز،و الخارجية مصنوعة من مادة شفافة مثل البولي كربونات ويتم تثبيته بحيث خلق فراغ بين الأنبوبين. ويمكن وضع طبقة ناشرة للضوء على الجزء العلوي من الأنبوب (30-50 سم) وذلك لتجنب الوهج. (م 13، ص 271-273)

7-2-6-الأساليب التكنولوجية لمحاكاه ضوء النهار الطبيعي بالإضاءة الصناعية:

أ-الإضاءة الطبيعية إفتراضية (Virtual Natural Lighting (VNLSففي الحالات التي يكون فيها ضوء النهار غير متاح بالقدر الكافي، حلول الإضاءة الطبيعية إفتراضية(VNLS) تكون الأمثل، وهي الأنظمة التي توفرالإضاءة الصناعية مماثلة لتلك المنبعثة من النوافذ الحقيقية والفتحات السقفية (VNLS) يمكنها أن تحول مساحة غير مستخدمة لفراغات أكثر

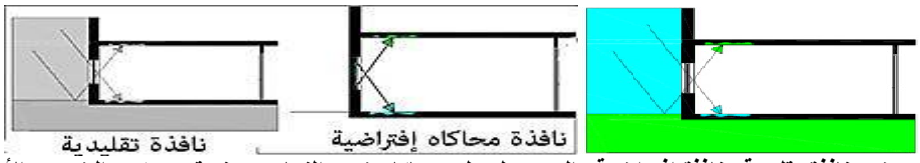
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

إستخداماً. (م 45- ص 6-8)

شكل (20) يوضح نماذج لإضاءة طبيعية إفتراضية بإستخدام ضوء منتشر علي خلفية شفافة لصور مضيئة (م45،ص 7)

مفهوم (VNLS) هوتقنية جديدة والتحقق من الآثار النفسية لها لا تزال عملية مستمرة. والتي ركزت على الإنزعاج من الوهج وضعف عمق الإدراك الصادر من الشاشة.

بشكل عام، فإن معظم النوافذ الإفتراضية الموجودة تتصرف كمصدر للضوء المنتشرعلي شكل المصفوفات من ضوء منبعث، يعرض بشكل مبسط الأرض الخضراء، و(الأفق) السماء الزرقاء. الطبقة الثالثة (الأشياء البعيدة مثل المناظر الطبيعية) تميل المجموعة السفلي إلى أعلى لتقليد الضوء المنعكس من "الأرض" وتوجه إلى السقف. بقية مصادر الضوء بمثابة "السماء"، والتي تميل إلى أسفل لتوجيه الضوء إلى منطقة المستوى العمل. (م 30، ص 18-15)

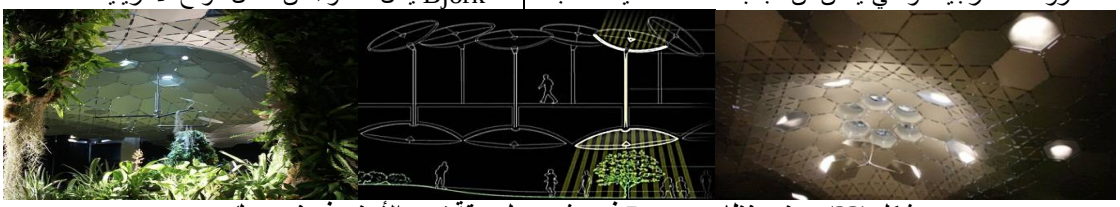


الشكل (21) يوضح نافذة تقليدية ونافذة إفتراضية والتي تعمل علي محاكاه ضوء النهار بحيث تقوم بعكس الضوء "الأرض" إلى السقف وضوء "السماء" إلى الأرض (م 30، ص 17)

شكل(22) يوضح نافذة إفتراضية من الخارج - من داخل في وضع الغلق - من داخل في وضع التشغيل (م 30، ص73)

ب-إستخدام التكنولوجيا Parans وSundirect:

أ-تقنية بارانس Parans: Parans هي شركة سويدية، قد وضعت النظام الذي يجمع ضوء النهار من خلال الألواح الشمسية على السطح(SKYPORT) ، وتنقلها من خلال كابلات الألياف الضوئية (SunWire) وتطلقها عبر وحدات إضاءة صناعية التي يمكن أن تعلق في السقف(Bjork) ، وأن تكون متكاملة مع مصابيح الغرفة. ومن ثم يتم إرسال أشعة الشمس إلي الغرفة.وشدة الإضاءة المنقولة عبر الأنابيب الضوئية تتغير مع الظروف الخارجية، والتي يمكن أن تجلب مساهمة طفيفة لحاجة الإنسان في التكيف مع الظروف المتغيرة للبيئة للخارجية.وشكل وحدات تجميع أشعة الشمس (SKYPORT) من مكونات ثابتة ومتحركة.والتي تغير الوضع من خلال محركات تتبع حركة الشمس، ويتم التفاف النظام برمته في بوتقة مقاومة للحرارة، ويمكن أيضا أن تثبت في اتجاه واحد، لجمع أشعة شمس الصباح أو شمس الغروب.وأن جودة الإنتقال عبر الألياف الضوئية(SunWire) تسمح للنظام لنقل الضوءعلى مسافة 15 مترا، مما يسمح بخفض في شدة الضوء من 4-6٪فقط للمترالواحد. مصباح Bjork ينقل الضوء من خلال ألواح الاكريليك نصف شفاف.



شكل (23) يوضح نظام Parans في مشروع لحديقة تحت الأرض في نيويورك (م 35، ص 38)

ب-تقنية ضوء الشمس المباشر Sun Direct light: هي تقنية مماثلة لنظام Parans، في جمع أشعة الشمس من على سطح وإعادته إلى المساحات الداخلية من خلال كابلات الألياف البصرية. الفرق يكمن في عناصر الإضاءة الشمسية المولدة للطاقة Hybrid Solar Lighting(HSL) . وهذا يسمح للنظام لتخزين الطاقة الشمسية في أنابيب الطاقة الفلورسنتية ، .ولكن يعاب عليها نقل الضوء ل 9 أمتار فقط في باطن الأرض. (م 35، ص 37-41)

7-2-7- تكنولوجيا نقل الإطلالة الخارجية:

يمكن تقديم إطلالة خارجية للمنشآت السالبة المعزولة بالإرسال أنظمة الفيديومن خلال توفير صور مرئية ومعلومات عن البيئة المحيطة ،وقد يمتاز نظام الفيديو وإمكانية إدارة الكاميرا على السطح والتحكم عن بعد لتوفير مجموعة متنوعة من الإطلالات وتستخدم على نطاق واسع في الأغراض أمنية . على الرغم من أن مساحة تحت الأرض قد تكون معزولة تماما عن السطح، فالإطلالة يمكن أن تنعكس بصرياً من خلال مرأب ومجموعة من العدسات توفر معلومات حول ظروف البيئة الخارجية والأحوال الجوية المباشرة، والتغيرات في الضوء، والنشاط. (م 35، ص 32-34).

الراحة المناخية Climatic Comfort:

هناك حدودًا للراحة المناخية من حرارة ورطوبة وتهوية والتي تتوافر في حرارة تتراوح ما بين 20 إلى 28 درجة مئوية، ورطوبة نسبية ما بين 20% و80% مع حذف المنطقة التي تجمع النهايات العظمي للحرارة والرطوبة.(م5،ص68)

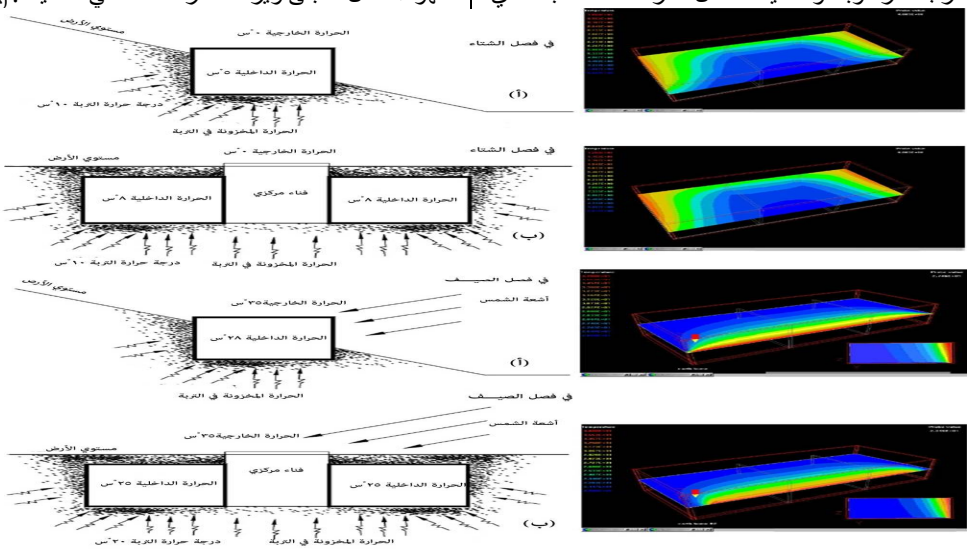
المناخ الداخلي Indoor Climate:ويشمل الخصائص المناخية للفراغ الداخلي للمبنى ويتأثر بالبيئة الخارجية وكذلك بخصائص ومواصفات الفراغ الداخلي.(م1،ص29)

3-7 - الراحة الحرارية Thermal comfort:

تعرف الراحة الحرارية بأنها قدرة الإنسان علي الاحتفاظ بدرجة حرارته الثابتة عن طريق سلسلة من التبادلات الحرارية بين جسم الإنسان والظروف البيئية المحيطة، وبتعبير آخر يمكن القول أنها الإحساس بالاتزان الحراري (التعادل الحراري) بين المؤثرات المناخية المحيطة وجسم الإنسان.(م3، ص72)

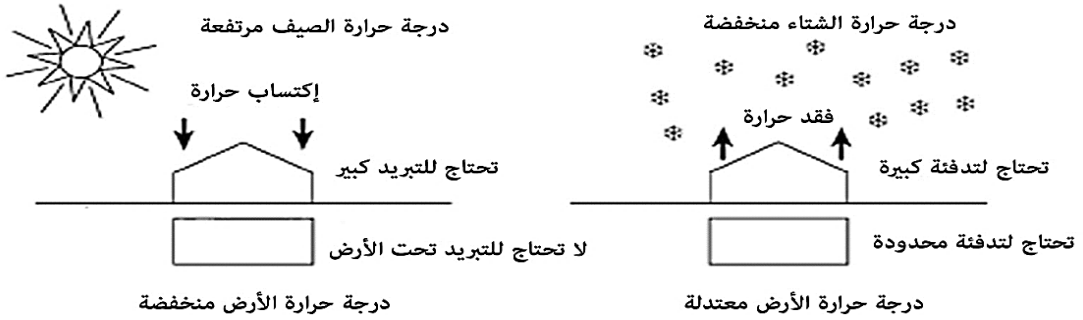
تتميز المنشآت السالبة بالإستفادة من الحرارة الكامنة في التربةوالإستجابة الحرارية الموسمية البطيئةمن حيث توفير الطاقة فتكون درجة الحرارة التربة صيفاً أقل من البيئة الخارجية بينما تكون أعلي شتاءً.وبذلك تكون درجة الحرارة في الأرض تصل إلى أقل معدل لها في الربيع والخريف وتتجلي فائدة التباطؤ الوقتي في

الصيف والشتاء، أمافي الطقس الدافئ الرطب ربما تكون المعاناة في إرتفاع درجة الرطوبة والتكثيف داخل الفراغات السالبة الذي ينتج بسبب أن درجة حرارة الأرض المحيطة تكون أكثر برودة من الهواء داخل المبنى ويزداد تأثره خاصًا في الصيف. (م28،ص36).



شكل (24) يوضح مدي تأثرالمنشآت السالبة بالحرارة الكامنة في التربة وفي الأجواء المختلفة ودورها في توفير الطاقة سواء في المنشآت علي سطح منحدر أو ذات الفناء المركزي في أرض منبسطة (م 34،ص1218،1217)

أما في الأعماق الكبيرة نجد أن تقلبات درجة الحرارة اليومية لا يتم التأثر بها فقط ولكن أيضًا تتأخر أي أن درجة الحرارة الأرضية الأكثر دفئًا في الصيف تحمل إلى الخريف والشتاء وبذلك تنخفض إحتياجات التدفئة ودرجات الحرارة الشتاء الأكثر برودة تحمل إلى الربيع والصيف وبالتالي يتم خفض أحمال التبريد وتقليل استهلاك الطاقة. (م 17،ص212)



شكل (25) يوضح تأثير المختلف لفصول السنة علي المنشآت السالبة والموجبة (م 17،ص 212)

1-3-7تعريف التصميم المناخي:

التصميم المناخي هو جانب من عملية تصميم البيئة المبنية ،ويهتم بتوفير الظروف المناخية الآمنة والمريحة للإنسان بإقل قدر من التكاليف.وهذا التعريف المختصر يحدد الأهداف الرئيسية للتصميم المناخي والذي يوضح ماهيته.(م 11،ص 4)

2-3-7 بيئة جيدة التهوية داخل المنشأ السالب:

في فراغ تحت الأرض يتم تصميم الأنظمة المختلفة للتدفئة والتهوية وتكييف الهواء لتحقيق عدة أهداف أهمها:

- الحفاظ على درجة الحرارة في حدود مدى مريح ، ويتباين مدى الإرتياح طبقاً لمستوى النشاط والكثافة البشرية وطول فترة الإقامة في المكان.
- تخفيض مستوى الرطوبة لتقليل التأثيرات الضارة بالصحة للكائنات الدقيقة.
- تقديم نظم التدفئة والتبريد لتغييرالهواء وتوفير الهواء اللازم للمعيشة لسد النقص في الأكسجين علاوة على إزالة الروائح والملوثات.

تحتفظ فراغات تحت الأرض طبيعياً بدرجة حرارة أكثر إعتدالاً من بيئة السطح ، ويزيد هذا التأثير مع العمق حيث تكون درجة الحرارة تحت الأرض ثابتة فعلياً على مدارالسنة ، بالإضافة إلى محدودية التسرب أو إكتساب الحرارة الشمسية ، وبرغم هذه الخصائص الإيجابة المميزة للفراغ تحت الأرض ، ترتبط به العديد من السلبيات كالبرودة والرطوبة والرائحة غيرالمرغوبة، إنعدام التهوية وسوء جودة الهواء. (م 27،ص 160)فعلى سبيل المثال، في ظروف قسوة المناخ نجد أن العزل الحراري للتربة يقلل من متطلبات الأحمال للأجهزة الميكانيكية اللازمة للتدفئة والتبريد بما يسمح بتركيب شبكة أصغر وأرخص، وبالتالي تقل التكاليف الجزئية وذلك بسبب توفير درجة الحرارة المستقرة.(م 9،ص34،35).

- فلتخفيف آثر البرودة: يمكن رفع درجة حرارة الهواء الداخلي بوضع مادة عازلة بين سطح الأرض البارد والمبنى ، وذلك ليس لتقليل فقد الحرارة فقط لكنه كحاجز للحوائط من تأثير برودة الأرض.

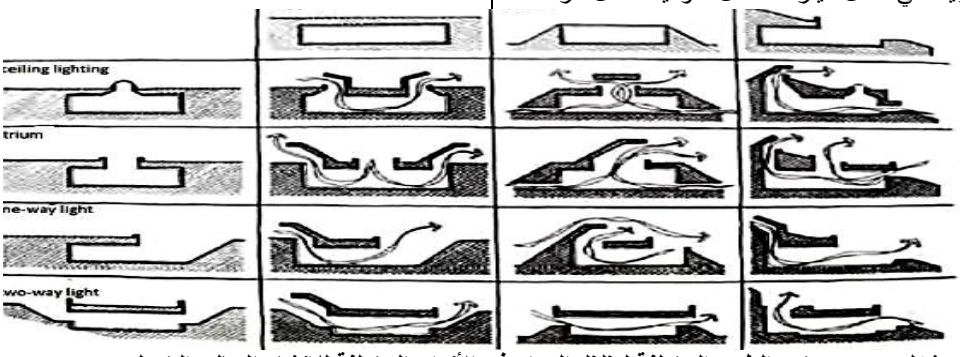
وللتخفيف من آثر الرطوبة: الناتجة عن تسرب بخار المياه من التربة أو التى تؤدي إلى ضرر الأسطح النهائية الداخلية (البياض – الدهان - .....الخ) ،يجب إحكام غلق المبنى لأقصى درجة ممكنة من مصادر الرطوبة الأرضية المحيطة، وذلك بإستخدام المادة العازلة للرطوبة التي تمنع التكثيف وتصميم نظام جيد للتدفئة والتهوية. (م 9، ص 257- 260)

وتعددت أنظمة التهوية لفراغات باطن الأرض تبعاً لكونها بالكامل أو جزئياً تحت سطح الأرض تتم التهوية

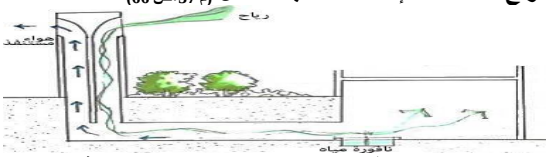
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

بطريقتين :

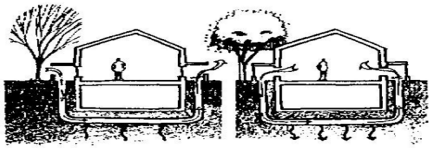
1- تهوية مباشرة وتكون من خلال الأفنية الغائرة المركزية في عمل تيارات حمل هوائية داخل فراغات المبنى أو الفتحات السقفية العلوية Skylight أو الفتحات الجانبية.



شكل (26) يوضح الطرق المختلفة لتغلغل الهواء في الأنواع المختلفة للإنشاء السالب الضحل (م 37،ص 66)



شكل (27) يوضح طرق تبريد الهواء الداخل من الملاقف لتزويده بالرطوبة اللازمة في المناخات الحارة(م 37،ص 66)



شكل(28) يوضح أنابيب التهوية الأرضية ذات الحلقة المفتوحة والمغلقة (م 26،ص98)

2- تهوية غير مباشرة فالفراغات العميقة يتم تهويتها من خلال مد أنفاق رأسية مجوفة تقوم بإدخال الهواء من الخارج وترشيحه ومعالجته وتدفقه من خلال الفتحات إلى الفراغات. وتستخدم ملاقف الهواء في إتجاهات الرياح المرغوبة وقد تستقبل من أكثر من اتجاه كذلك قد تكون متحركة ليسهل توجيهها حيث اتجاه الرياح المرغوبة، وغالبًا ما تقترن بوسائل لترشيح وتنقية الهواء الداخل بوسيلة أو أكثر للترطيب في المناخ الجاف,و يمكن للهواء أن يمر على جدول مياه، أوللحصول على بعض الرطوبة، وجلب الهواء الرطب البارد للمساحات الداخلية.وهناك طريقة أخرى من التبريد التبخيري، والذي يستخدم حديقة صغيرة فوق قنوات صيد الرياح، حيث تخترق الرطوبة في القناة من الحدائق الصغيرة المروية والذي بدوره يؤدي إلي برودة الرياح المرجوة الدخول في جالبات الرياح.(م 37، ص 65)

وتستخدم هذه الوسيلة في المنشآت ذات الإمتداد الرأسي التي لا تتوافر فيها واجهة مباشرة على المحيط الخارجي. بينما تستخدم تيارات الحمل الهوائية بشكل فعال لتهوية الفراغات الكبيرة نسبيًا وتعتمد على وجود مأخذ للهواء يمثل إتجاه الضغط الموجب ومخرج يمثل إتجاه السحب السالب, وقد تستخدم وسائل ميكانيكية بسيطة لسحب وتحريك الهواء كالشفاطات والمراوح, ويفضل توجيه فتحات دخول الهواء في إتجاه الرياح المرغوبة, لزيادة معدل التهوية, وغالبًا ما يستخدم هذا الأسلوب في الفراغات ذات الامتداد الأفقي.

3-أما الفراغات القريبة من السطح فيتم تهويتها من خلال انابيب التهوية الأفقية تحت الأرض وهي استراتيجية تعتمد على الموائع (هواء – سائل) وتستخدم الموانع المائية – Roof Pons - والكتلة الحرارية – Thermal Mass - للحوائط والأسقف كوسيلة للتحكم في ثبات درجة الحرارة الداخلية للفراغ والعمل على خفضها في حالة إستخدام وسائل ترطيب ميكانيكية للحوائط والأسقف والأرضيات. التي تدفئ في الشتاء وتبرد في الصيف وذلك عندما تسير المادة المائعة خلال القنوات تحت الأرض وتبعاً لذلك تبرد المادة المائعة المنشأ ، وتتم هذه الدورة في حلقتين إما حلقة مفتوحة وهي عبارة عن سحب الهواء من الخارج عن طريق الأنابيب وتتجه بعد ذلك للمبنى ، أو حلقة مغلقة وهي عبارة عن سحب الهواء من المبنى وتبريده ورجوعه مرة أخرى للمبنى.(م 26،ص 97- 98)

4-بالإضافة إلى هذه النظم يمكن تصميم نظم التدفئة والتهوية وتكييف الهواء ميكانيكياً لتقديم ما هو مرغوب من هواء نقي ورطوبة معتدلة ودرجة حرارة للحفاظ على الإرتياح وإزالة الملوثات والروائح، ويفضل في هذه النظم وخاصة أنها تحت الأرض التأكد من أن التهوية يمكن إدراكها حسياً، ففي العديد من الحالات بالرغم من تصميم طرق للتهوية تقدم تهوية وافية بالغرض، إلا أنه يتم الشعور بالإنحباس والضيق فلابد من الشعور بحركة وتدفق الهواء لتجنب سلبيات هذه الأنظمة، ويفضل إبتداع بعض التباينات في البيئة الحرارية بين الفراغات فالتباين بمستويات قليلة يساعد على التخفيف من الملل وتحافظ على اليقظة وتزيد الإنتاجية . (م 27،ص162- 163)

وأحد الوظائف الأساسية لنظم التدفئة والتبريد هو إزالة الروائح فيمكن حقن عطور معينة في البيئة من خلال تلك النظم وذلك لإحداث تغيرات مختلفة مميزة للمستخدمين وبالتالي تعزيز جودة البيئة الداخلية ،وذلك لأن الروائح عوامل حاسمة في تحديد الأحوال النفسية وخاصة عند إستعمال العطور التي تثير الإرتباط مع الطبيعة.(م9،ص 257- 260)

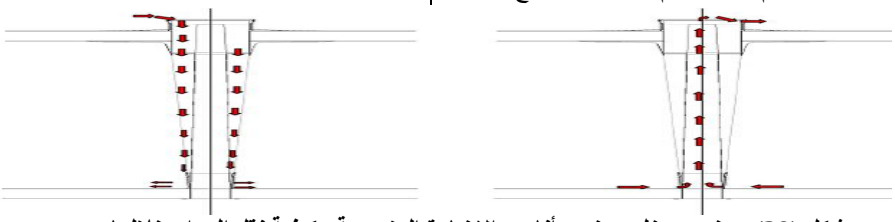
3-3-7 تكنولوجيات التهوية الطبيعية في الإنشاء السالب:

أنابيب الإضاءة المزدوجة ذات التهوية (Ventilated Double Light Pipe)(VDLP) :

وغالباً ما يتم تجهيز أنابيب الضوء التي سبق الإشارة إليها من قبل أجهزة التهوية من أجل ضمان الراحة البصرية وصحة شاغلي الفراغ. وبذلك يقترح إدخال تعديل وتطوير علي أنابيب الإضاءة (DLP) بحيث يمكن إستخدامها كأداة فعالة للتهوية الطبيعية في المستوى الأدني للفراغ السالب، والسماح بتوفير كبير للطاقةلتحسين جودة الهواء ونقله بين الداخل والخارج.

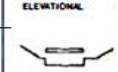
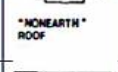
ففي(VDLP)، يضيق الانبوب الداخلي في الجزء العلوي، من أجل

تحسين خروج الهواء المستنفذ، في حين يضيق الأنبوب الخارجي في الجزء السفلي، وبالتالي يكون الفراغ بين الأنبوبين لديه جزء متقارب في الجزء السفلي منها ليحفز الهواء النقي للدخول للفراغ السالب.وبذلك يمكن أن تستخدم بمثابة نظام دخول أو خروج. مدخل ومخرج الأنبوب الداخلي يغلق من أعلى وأسفل لجلب الهواء لأسفل، بينما يغلق تجويف الهواء بين الأنبوبين في حالة طرد الهواء المستنفذ.(م13،ص277)



شكل (29) يوضح مدخل ومخرج أنابيب الإضاءة المزدوجة وكيفية نقل الهواء خلالها(م 13، ص 277)

جدول (6) يوضح الأنواع المختلفة للإنشاء السالب والإستجابة للتهويه والإضاءة الطبيعية والصناعية (إعدادالدارسة)

الأنواع المختلفة من الإنشاء السالب	شكل توضيحي لنوع الإنشاء السالب	الملائمة للظروف المناخية	جودة العزل بغلاف التربة	جودة الإضاءة الطبيعية	طرق الإضاءة الطبيعية المتاحة	إستخدام الإضاءة الصناعية في النهار	جودة التهوية الطبيعية	طرق التهوية الطبيعية المتاحة	إستخدام التهوية الصناعية
ذات فناء مركزي		مناخ معتدل	منخفض نسبياً	متوسط	الفناء المركزي	لا إلي حد ما كبير	كفء	الفناء المركزي و ملاقف	لا
ذات واجه جانبية علي سطح منحدر		مناخ حار	متوسط	ضعيف	فتحة واحدة علي جانب واحد من المنشأ	نعم	متوسط	مخارج للهواء المستنفذ	نعم
ذات أسقف غير مغطاه بسطح الأرض		مناخ بارد	منخفض نسبياً	مرتفعة نسبياً	فتحة أو فتحتين أو عير السقف	محتمل فى حاله المساحات الكبيرة	كفء	ملاقف و فتحات سقفية	لا
تحت الأرض كلياً		مناخ حار جداً	مرتفع	ضعيف	تكنولوجيا أنابيب الضوء والمرايا والعدسات	نعم	غير كفء	إنابيب توزيع طولية وأفقية و ملاقف	نعم

7-4-الراحة الصوتيةt Acoustical Com :

تعد الراحة الصوتية احد العوامل المؤثرة علي راحة الإنسان وصحته وكفاءته داخل المباني .وتتعلق الراحة الصوتية بضمان الهدوء الصوتي داخل الفراغ، وعزل الضوضاء الداخلية والخارجية، وضمان وصول الموجات الصوتية المرحب بها من مصادرها إلي متلقيها بأوضح صورة، ومحاولة التقليل قدر الإمكان من التلوث الضوضائي.(م 5،ص 104)

ولكن هناك بعض المشكلات مصاحبة للإنشاء السالب وتحقيق الراحة الصوتية. فقدرة التربة علي عزل المنشأ توفر قدر كبير من الهدوء وهذا الفصل عن البيئة الخارجية قد يكون مميز للوظائف المسببة للضوضاء مثل المصانع أو منشأ موجود في منطقة تتميز بمستوي ضوضاء مرتفع مثل القرب من المطارات ووسط المدن وقد يكون هذا الهدوء الزائد غير مرغوب فية إذا زاد عن الحد المطلوب حيث يصبح مرهق للإعصاب. (م 26، ص 105)

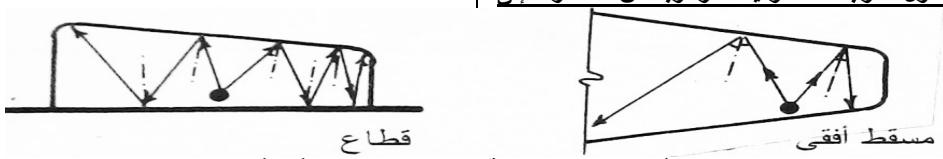
أهداف التصميم الصوتي:

أولاً: توفير الهدوء داخل الفراغ المعماري (التحكم في الضوضاء):

ثانياً: توفير وصول الموجات الصوتية المرغوبة من مصادرها إلى متلقيها بأوضح صورة:

ويتطلب هذا تصميم هندسي جيد الفراغ مع مراعاة توزيع الفراغات وتصنيفها الي وحدات هادئة وفصلها عن الوحدات الصاخبة ومراعاة عدم حدوث رنين الصوت وإستخدام أسقف ماصة للصوت عند اللزوم وعناصر نباتية للحد من الضوضاء والإستعانة بأنواع الأثاث والتشطيبات والمعالجات الصوتية المناسبة (م5،ص113) .وقد ساعد الإحتياج للإنشاء السالب ذو الفراغات المفتوحه ذات الفواصل الزجاجية في تضخيم تأثير الضوضاء. غير أنه أمكن التغلب علي هذا القصور بتخفيض مستوي الضوضاء بتطوير تكنولوجيا الزجاج المزدوج الماص للصوت Double Glass.وإيضاً إستخدام حوائط مفرغة بين الفراغات والمواد الماصة للصوت على الحوائط والأسقف والأرضيات، كما يمكن تشتيته بجعلهم غير متوازيين،وإستخدام السجاد.(م5،ص115)

ومع ذلك، هذه الدرجة العالية من تخفيض الضجيج الخارجي قد يميل إلى جعل الضوضاء الداخلية أعلي مثل الضوضاء الناتجة عن أجهزة الأنظمة الميكانيكية، وحتى أصوات الساعات قد تبدو أكثر حدة.



شكل (30) يوضح الحوائط والأسقف غير المتوازية توزع الصوت توزيعاً جداً ولا تحدث رنين (م 5، ص117)

7-5- الراحة الإجتماعيةSocial comfort:

عند البقاء تحت الأرض لأوقات طويلة فقاطني المنشأ يتفاعلون في مجموعات، وبالتالي فإنها يمكن أن تصبح بسهولة جدا "ضحايا للتفكير الجماعي " التي يمكن أن تكون مفيدة أو مضرة.ويمكن التغلب علي التعب والأرق بنجاح بأداء التمارين المبرمجة بإنتظام .أما ألعاب الفيديو، والكتب،المؤتمرات، والمحادثات يمكن أن تكون أنشطة إضافية للحفاظ على صحة المرء البدنية والاستقرار النفسي له .وهذا ما يدل علي أهميه الراحه الإجتماعية.(م36،ص 3-5)

فلما للمنشأ السالب من آثار نفسية سيئة التي قد تكون متمركزة في الاوعي ولا أصل لها.فالوجود في مجموعات قد يقلل من حده هذة الآثار بتوفير علاقات إجتماعية ناجحة توفر بيئة أكثر راحة لمستخدمي الفراغ

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

6-7 -الآمان والهروب Safety andEscape:

هناك حالات الطوارئ التي تتطلب الإخلاء السريع وعلى الأرجح هي النار أوالإنفجارات ، أودخول المياه من الأرض أو المياه السطحية،أوالزلازل وعلي الرغم من أنها قد توفر السلامة في حالات الطوارئ مثل العواصف الشديدة والقصف الجوي.تنطوي تحقيق السلامه على ثلاثة إجراءات رئيسية هي:إجلاء المستخدمين إلى نقطة الأمان في أسرع وقت ممكن، تسهيل وصول رجال الحماية المدنية، والحد من إنتشار الخطر من المصدر الأولي.(م 43،ص 71)

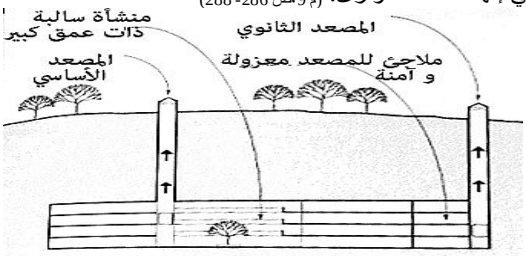
1-6-7 الهروب وإيجاد الطريق (العلامات الإرشادية):

وتزداد أهمية الأمان في الفراغات تحت الأرض إلى الأسباب الآتية:

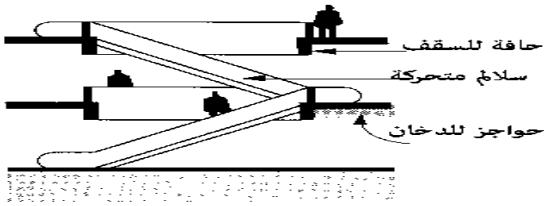
1. يرتبط عموما الإنشاء السالب مع الخوف من الإحتباس في الحرائق والفيضانات، والزلازل.
2. أنماط التخطيط ونظم الخروج غير مألوفة، الأمر الذي يؤدي إلى زمن إخلاء أطول وقد تولد الخوف والقلق حول النجاة.
3. لا يوجد ضوء النهار لتوفير الضوء في حالة إنقطاع التيار الكهربائي ولا إطلالة للخارج للتوجيه في الطوارئ
4. التحرك صعوداً بدلا من نزول السلالم لإخلاء المنشأة السالبة. هذا يتطلب جهد مبذول كبيراً وتباطؤ سرعة الخروج، كما ان إتجاه الحركة يكون صعوداً إلى الدخان بدلاً من أن يكون بعيداً عنه.
5. لتعويض الإحساس بالإحتباس فيمكن التصميم الداخلي أن يكون فراغات مترابطة ومفتوحة مع إستخدام فواصل زجاجية. هذا الإنفتاح يتعارض مع تقسيم المناطق إلي ممرات هروب وممرات خروج آمنة.
6. مكافحة الحرائق أمر صعب فرجال الإطفاء لا يمكنهم رؤية النار، ولا رؤية شاغلين الفراغ لإنقاذهم عبر النوافذ والأبواب، لا يمكن كسرهم لتهوية النار أو دخول المبنى.
7. بسبب المحاصرة بسطح الأرض، الضغط الإيجابي الناشئ خلال الحرائق يقلل قدرات مواد البناء علي مقاومة للحريق.
8. الأكسجين يمكن أن تستنفد في المنطقة المجاورة للحريق. إذا وصل الهواء فجأة لمنطقة الحريق، قد يحدث انفجار.
9. المياة المستخدمة في إخماد الحرائق لا تصريف بشكل طبيعي خارج المبنى لكونها في مستوي أقل من سطح الأرض.
10. في بعض المواقع الغازات القابلة للإحتراق تجتمع حول الإنشاءات السالب، مما يؤدي إلى خطر الانفجار. (م 9،ص 286)

2-6-7الخروج الآمن الرأسي - السلالم والمصاعد، والسلالم المتحركة:

فتصميم سلالم الهروب بحيث تكون معزولة،وبها إمكانية للتخلص من الدخان والتهويةجيدة ،مفتوحة من الوسط لتوفير إتصال بصري مع السماء ، أما السلالم الكهربائية توفر وسيلة فعالة وجهد أقل من الصعود الرأسي ولكنها ليست معزولة تماماً مثل درج الطوارئ ذو الأبواب المقاومة للحريق،والتي يمكن أن يلجأ إليها المستخدمين إذا لم تكن النيران في محيط السلالم المتحركة.يمكن السيطرة على الدخان بالقرب من السلالم المتحركة بإستخدام ستائر الدخان المنسدلة آليا في حالة الطوارئ فقط إلى مستوى أعلى من إرتفاع الرأس وهذا يحوي الدخان داخله بينما يسمح الناس بالمرور أدناه . وتستخدم المصاعد في الخروج من المنشآت الأعمق وتتطلب رواق معزول من الدخان وذوالتهوية منفصلة. فمن المفترض أن يشعر المستخدم بالتعب بعد دقيقة واحدة فقط من صعود السلالم مقارنة مع خمس دقائق عند الهبوط كما أنه قد لا يتمكن من الصعود أكثر من 4 :6 أدوار.لذا يفضل اللجوء للمصاعد والسلالم المتحركة قي المنشآت السالبة الأكثر عمقاً.ويمكن اللجوء للعديد من المفاهيم غير المألوفة أو غير تقليدية لتحقيق الأمن والسلامة التي لا تتوافق مع الطريقة التقليدية للخروج من مبنى في "حالة طوارئ". على سبيل المثال، في مبنى سالب ذو عمق كبير في باطن الأرض قد يكون من المستحسن اللجوء إلي جزء معزول في المبنى للإنتظار للإجلاء من خلال إستخدام المصاعد حيث الصعود من الدرج أمر شاق للغاية أو حتي إنهاء حالة الطوارئ. (م 9،ص 286- 288)



شكل (31) لمصعد الأساسي والبديل والملاجئ المعزولة للإجلاء في حالات الطوارئ في المنشآت السالبة العميقة. (م 9، ص299)



شكل (32) يوضح منطقة تجمع الدخان تحت السقف حول سلالم المتحركة ومنع إنتشاره إلى الطوابق الأخرى حتي يتم التخلص من نظم التخلص من الدخان المعروفة. (م 9 ،ص -300)

ويجب أن تكون كافية ما لم يكن هناك ملاذ آمن آخر بالقرب من المصاعد وأن تكون ذات حجم كاف لإستيعاب كافة أولئك الذين ينتظرون للخروج. يكمن عيب المصاعد في وجود فتحة عمودية عرضة لتجمع الدخان وصعوبة التحكم في عزلها. وعلى الرغم من تجنب المصاعد هو الشائع في الخروج التقليدي ولكن قد يكون البديل الوحيد المعقول في منشآت تحت الأرض العميقة. وينبغي تصميم منطقة إنتظار معزولة تماما محيطة بالمصاعد ذات وقاية من الدخان في كل طابق وجدران مقاومة للحريق. ويمكن تصميم هذه كأماكن للجوء وتكون ذات معالجة هواء منفصلة.(م9، ص 301-302)

3-6-7إستخدام علامات وإشارات وإضاءة طوارئ واضحة:

- تصميم، نظام واضح فعال للعلامات والإشارات في حالة الطوارئ أمر ضروري لتعزيز الخروج الآمن .

-توفير الإضاءة في حالات الطوارئ خاصة في حالة انقطاع التيار الكهربائي. بسبب تجمع الدخان في السقف، فالإضاءة السفليةعلى جدران الممرات أمر مرغوب فيه. بالإضافة إلى الإضاءة العامة.

- قوة علامات خروج الطوارئ المضيئة ،وينبغي أن تكون الإضاءة في حالات الطوارئ متاح في غضون 10 ثوان من انقطاع التيار الكهربائي. إستخدام نظم الإضاءة الفسفورية photoluminescent systems. في لافتات الطوارئ -هي مواد مضيئة كالبلورات، لا سيما سلفات الزنك أو كبريتيد الزنك، التي تمتص وتخزين الطاقة من الإضاءة الصطناعية- وفي حال إنقطاع التيار الكهربائي، تنبعث منها الطاقة الضوئية وتبدو ذات توهج في ظلام دامس تقل مع مرور الوقت ولكنها تبقي قوية جدًا لمدة تصل إلى ساعة وقد تصل إلي ثمان ساعات لتختفي تماماً. (م 9،ص 303)

وتثبت على أسفل الجدران والأرضيات في شكل أسهم؛ أما الأشرطة مستمرة تحدد جدران الممرات. يمكن إبراز عناصر السلامة الهامة الأخرى مثل أبواب الخروج ومقابض الأبواب، وخرائط الخروج، طفايات الحريق، والهواتف، وأجهزة الإنذار. يمكن أيضا استخدامها لتسليط الضوء على أشكال وتفاصيل معمارية هامة كأنف السلالم ودرابزين. (م 25، ص 136) في أماكن معزولة عميقة قد تكون هناك حاجة لتطوير نظم مكافحة / إخماد الحريق التلقائي. على سبيل المثال، استخدام روبوتات مكافحة الحرائق قد يكون نهجاً فعالاً في هذه البيئات المغلقة . (م 43، ص 50)

7-6-4البناء المقاوم للحريق وحظر للمواد الخطرة القابلة للإشتعال :

إن إستخدام مواد البناء المقاومة للحريق مثل جدران المقاومة للحريق والأبواب الحديدية مفضلة وتجنب وضع المواد الخطرة أو القابلة للإشتعال في المناطق مرتفعةالقابلية للإشتعل.ومع ذلك، يجب أيضا تطوير تقنيات لتوفير الأمان دون خلق بيئة كئيبة لذا يتجلي الدور الفعال للتصميم الداخلي.إذ كان بالضرورة إستخدام مواد خطرة وقابلة للإشتعال فيتم تخزينهافي مناطق منفصلة تماماً وعليها قيود كبيرة.ومع ذلك، يجب أن يتم السماح لإستخدام الخشب ومواد أخرى قابلة للاشتعال في التشطيبات والتجهيزات لإضفاء الطابع الإنساني في البيئات السالبة إلى حد ما ولكن بحرص وفهم واعٍ لطبيعة هذة المواد.(م9،ص 309 -310)

النتائج Results:

1. راحة المستخدم لا يمكن قياسها بطريقة مباشرة حيث أن راحة الإنسان لا تتوقف فقط علي الحالة الفسيولوجية التي قد يمكن قياسها بطريقة أو بأخرى، وإنما تدخل في تحديد عوامل نفسية تختلف بإختلاف الخلفية الثقافية والبيئية لكل شخص.
2. والعوامل التي تعمل على إحداث آثار نفسية سيئة هي:نقص الضوء الطبيعي ،نقص الإتصال الخارجي ،التواجد تحت الأرض،الحرمان الحسي،عدم وجود الهواء النقي / تلوث الهواء في الأماكن المغلقة، الضجيج الزائد أو عدم وجود ضوضاء،ضعف القبول العام.
3. والعوامل التي تعمل على إحداثآ ثار فسيولوجية سيئة هي:عدم وجود ضوء الطبيعي، سوء التهوية، الرطوبة العالية، الضوضاء الزائدة أو نقص الضوضاء.
4. إختار المصمم إستخدام الضوء والألوان الباردة على الجدران والسقوف لتعزيز رحابة، أما الألوان الدافئة فيمكن إستخدامها في الأثاث ومكملات الفراغ لتعويض البرودة.
5. هناك أساليب تكنولوجية لنقل ومحاكاه ضوء النهار للمنشأ السالب عديدة أهمهم:نظام البيرسكوب، كابلات الألياف الضوئية،أنابيب الضوء التقليدية واحدثهم أنابيب الضوء المزدوجة والإضاءة الطبيعية الإفتراضية (VNLS)
6. تتميز المنشآت السالبة بالإستفادة من الحرارة الكامنة في التربة والإستجابة الحرارية الموسمية البطيئة من حيث توفير الطاقة فتكون درجة الحرارة التربة صيفاً أقل من البيئة الخارجية بينما تكون أعلي شتاءً وما يترتب عليه من فائدة إقتصادية.
7. يتم تخفيض مستوي الضوضاءالمنشأ السالب بتطوير تكنولوجيا الزجاج المزدوج الماص للصوت Glass (Double).وأيضاً إستخدام حوائط مفرغة بين الفراغات ومواد الماصة للصوت على الحوائط والأسقف والأرضيات كما يمكن تشتيته بجعلهم غير متوازيين، وإستخدام السجاد ،.(م5،ص115)
8. ويمكن اللجوء للعديد من المفاهيم غير المألوفة أو غير تقليدية لتحقيق الأمن والسلامة التي لا تتوافق مع الطريقة التقليدية للخروج من مبنى في "حالة طوارئ".

التوصيات Recommendations:-

من خلال دراسة المشكله البحثية وتحقيق أهداف الدراسة وعلي ضوء النتائج السابقة يوصي الباحث بما يلي:

1- تفعيل دور المصمم الداخلي في إيجاد بيئة داخلية سالبة تلبي إحتياجات الفرد والمجتمع وتحقق الجانب الجمالي والوظيفي والإقتصادي للفراغات الداخلية.
2- دعوة الجهات المختصة إلي الإهتمام بتوعية الأفراد بأهمية الإستفادة من الإنشاء السالب.
3- الإستفادة من التطبيقات والحلول التكنولوجية الذكية لرفع جودة البيئة الداخلية.
4- الدعوة إلي تصميم داخلي أخضر مستدام لايضر بالبيئة الخارجية بل ويعمل علي الحد من تلوثها.

المراجـــع References :

أولاً : الكتب العلمية:

أ-العربية:

1. خالد سليم فجال، العمارة والبيئة في المناطق الصحراوية الحارة، الدار الثقافية للنشر،الطبعة الأولي،القاهرة،2002.
2. شفق العوضي الوكيل، ومحمد سراج(م.)- "المناخ وعمارة المناطق الحارة- عالم الكتب- القاهرة- 1989م.
3. عادل يس محرم أ.د. ، وآخرون - "دليل العمارة والطاقة "- جهاز تخطيط الطاقة- يوليو 1998.
4. عرفان سامي (دكتور)-نظرية الوظيفة في العمارة-دار المعارف-القاهرة-جمهورية مصر العربية-1966.
5. علي رأفت (د)- ثلاثية الابداع المعماري(البيئة والفراغ)- مركز ابحاث إنتركونسلت- الطبعة الثانية-2003.

ب-الأجنبية:

6. Carmody , J & R Sterling , Earth Sheltered Design Manual, Van Nostrand Reinold Company,USA , 1982.
7. Carmody J, Sterling R, Design considerations for underground buildings, Underground Space ,vol. 8, 1984.
8. Carmody, J., R. Sterling, Underground buldingDesign,commercial and institutional structures, Van NostrandReinoldCompany,USA , 1983.
9. Carmody, J., R. Sterling, Underground Space Design, Van Nostrand Reinold Company,USA , 1993.
10. Carpenter P, (1994) Sod It: An Introduction to Earth Sheltered Development in England and Wales, Coventry University, Coventry.
11. Donald Watson, Kenneth Labs,Climatic design: energy-efficient building principles and practices,McGraw-Hill new york, 1993.
12. E. von Meijenfeldt, Below Ground Level, Basel: Birkhauser - Publisher for Architects, 2003.
13. Elisha B. Babatunde, Oreste Boccia, Fabrizio Chella and Paolo Zazzini , Innovative Devices for Daylighting and Natural Ventilation in Architecture, Solar Radiation ,intec, Croatia (2012).
14. Golany,G.,Earth –sheltered habitat ,Van NostrandReinoldCompany,USA , 1983.
15. J. Carmody and R. Sterling, "Design Strategies to Alleviate Negative Psychological and Physiological Effects in Underground Space," Earth Shelter & Architecture, vol. 2, no. 1, 1987.
16. Mohamed Boubekri ,Daylighting, Architectureand Health , Building Design Strategies, Architectural Press , Elsevier, First edition 2008, Oxford , UK.
17. Moore, F., Environmental Control System: Heating cooling lighting, MC Graw-Hill book, company,1993.
18. Randall Thomas ,Environmental Design: An Introduction for Architects and

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

University, 2012.
36. Dr. Nick Poulios,Surviving The Next Earth Changing Catastrophe,The Psychology of Living Underground,November 2009.
37. F. Vaezizadeh, M. Kazemzad, Investigating different strategies for light and ventilation provision in vernacular underground architecture and their integration with underground museums architectur - A Case Study In Iran, International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering ,), Iss. 17, Vol. 5, No. 4, 2013.
38. HeschongMahone Group, Inc. (HMGe). Skylighting Guidelines.Supported by Southern California Edison and the American Architectural Manufacturing Association (AAMA). A detailed guide for skylight design., California,1998.
39. Hollon, S. D., Psychological Responses to earth sheltered multilevel, underground space,volume 5, pergamon press, USA,1980.
40. Jannadi and S. Ghazi, "Earth-sheltered housing: the way of the future," Journal of Urban Planning and Development, vol. 124, no. 3.
41. Jean-Paul Godard – "Urban Underground Space and Benefits of Going Underground World Tunnel Congress 2004 and 30th ITA(International Tunnelling Association) General Assembly - Singapore, 22-27 May - ITA Open Session, 2004.
42. John Carmody and Ray Sterling, Design Considerations for Underground Buildings (University of Minnesota), Earth Shelter & Architectue, Underground Space, Vol. 8.
43. John Carmody Raymond L. Sterling, Underground Station Design Issues for Light Rail Transit in the Twin Cities Geology , The Regional Transit Board, Center for Transportation Studies ,University of Minnesota,January 1992.
44. Edwards L. and P. Torcellini, A Literature Review of the Effects of Natural Light on Building Occupants, National Renewable Energy Laboratory, USA,2002.
45. Mangkuto, R.A., ETAL. "Simulation of virtual natural lighting solutions with a simplified view", Lighting Research and Technology, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands, 2013.
46. R.a. Mangkuto, m.b.c. Aries, e.j. Van loenen, and j.l.m. Hensen, development of virtual natural lighting solutions with a simplified view using lighting simulation, 13th Conference of International Building Performance Simulation Association, Chambéry, France, August 26-28 , 2013.

Engineers,secondedition,spon press,loddon,1999.
19. Roth,L.,Understanding architecture,Icon editions ,Harper ,USA.,1993.
20. Roy, Robert. Earth Sheltered Houses. New Society Publishers,Canada, 4 th edition , 2009.
21. Zumtobel Lighting GmbH , "The Lighting Handbook",United Kingdom 4th edition, October 2013.

ثانيًا: الرسائل العلمية:

أ-العربية:

22. تامر علي صالح (م)-معايير واسس التخطيط في التصميم الداخلي- رسالة دكتوراة- كلية الفنون التطبيقية،جامعة حلوان.
23. دعاء عبد الرحمن محمد جودة(م)-المعايير القياسية للخامات المستخدمة في التصميم الداخلي والأثاث للمسكن بما يتوافق مع البيئة في مصر- رسالة دكتوراه- كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان،- 2006.
24. رانيا محمد الصياد (م)- التنمية العمرانية للقرى السياحية الساحلية - رسالة ماجستير ،كلية الهندسة جامعة القاهرة2000.
25. سها حلمي عبد الجواد الدقوقوي، "تصميم وتنفيذ الفراغات تحت الأرض – دراسة لمشروع مترو الأنفاق"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، 2006م.
26. علي كمال علي الطوانسي، "العمارة التحتية – عمارة باطن الأرض بين الأصالة والمعاصرة"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، 2002م.
27. هالة أديب، "عمارة المستقبل ما بين الرؤى والحقيقة – دراسة تحليلية للبناء في باطن الأرض"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة بالمطرية، جامعة حلوان، 2000م .

ب-الأجنبية:

28. Chris van Dronkelaar, Underground buildings, Master's thesis, Eindhoven University of Technology, The Netherlands, 2013.
29. Janet Stockton Parker, Interiors Of Underground Housessuggestions For Consumers, Master Of Science, Texas Tech University,1980.
30. Rizki A. Mangkuto ,Modelling and Simulation of Virtual Natural Lighting Solutions in Buildings MD Thesis, Eindhoven University of Technology, the Netherlands, 2014.

ثالثًا: مؤتمرات ودوريات:

أ-العربية:

31. خالد محمد حسن (د.): "الاستفادة من الأساليب التكنولوجيا الحديثة في معالجة فتحات العمارة الداخلية"، مؤتمر نحو بيئة نظيفة، 2000،المؤتمر العلمي السابع لكلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان.
32. عالم البناء – عدد 55-مارس 1985.
33. عالم البناء- عدد 100 – 1989.

ب-الأجنبية:

34. AkubueJideofor Anselm, Passive annual heat storage principles in earth sheltered housing, asupplementary energy saving system in residential housing, Energy and Buildings 40, 2008.
35. Ana-Laura Mohirta, Natural Lighting and Psychological Barriersin Underground Space, School of Architecture, Oxford Brookes

(20/10/2016)
51. https://weblogtheworld.com/countries/europe-countries/turkey/hot-air-balloons-over-goremes-moonscapes-in- cappadocia -turkey (22/10/2016)
52. http://www.alamy.com/stock-photo/maginot-line.html (25/11/2016)
53. https://www.minnpost.com/stroll/09/2015/seven-stories-down-u-building-serves-tribute-minnesota-experimentalism (3/11/2016)
54. https://www.wallpapersbuzz.com/paris/pyramid-at-louvre-museum.html(27/10/2016)
47. Turnbaugh, Peter J,. "The human microbiomeproject" Nature 449, October 2007. Veronica Garcia Hansen ,etal., THE USE OF LIGHT PIPES FOR DEEP PLAN OFFICE BUILDINGS, ANZAsCA, Wellington, New Zealand, 2001.

4-الإنترنت:

48. http://www.skynewsarabia.com/web/article/ (15/10/2016)
49. https://www.addustour.com/articles/943139 (20/10/2016)
50. http://www.albayan.ae/economy/tourism/

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License