الاعتبارات البصرية وأسس دراسة الإضاءة عند تصميم المباني السكنية على مثال: اليمن*

م. علي علوي محمد السنباني**

أ.د. عبد الله العابد* **أ.د. سلمان محمود*****

الملخص

يسلط البحث الضوء على المفاهيم العامة للإضاءة ومشكلاتها وأهميتها في حياة الإنسان من حيث إنَّها :

- **تسهم في تحقيق الاستقرار النفسي.**
- **تحافظ على الصحة البصرية.**
- **تقلل من إصابات العمل وتحقق السلامة العامة.**

وبهذا فقد أتى كمساهمة علمية تركِّز على الاعتبارات البصرية وأسس دراسة الإضاءة, لإسقاطها على حالة اليمن واستنباط أسس تضاف إلى قوانين وتشريعات البناء, بحيث تشكّل الدراسة الضوئية جزءاً لا يتجزأ من الدراسة المعمارية عند تصميم المباني السكنية المستقبلية, وبالنتيجة خلص البحث إلى مجموعة من التوصيات والمقترحات.

الكلمات المفتاحية: الاعتبارات البصرية, أسس , الإضاءة , المسكن

* أُعد هذا البحث في سياق رسالة الدكتوراه للمهندس علي السنباني، بإشراف الدكتور سلمان محمود, ومشاركة الدكتور عبد الله العابد.

** طالب دكتوراه- قسم التصميم المعماري- كلية الهندسة المعمارية- جامعة دمشق

*** أستاذ – قسم العمارة - كلية الهندسة - جامعة صنعاء.

**** أستاذ – قسم التصميم المعماري- كلية الهندسة المعمارية- جامعة دمشق.

مقدمة:

إن للضوء الأثر في تنقية المساكن من الجراثيم ولذلك قيل: (دار تدخلها الشمس لا يدخلها الطبيب), برزت حاجة الإنسان منذ عصور ما قبل التاريخ إلى سدّ نقص الإضاءة الطبيعية بالإضاءة الاصطناعية فاستغل النيران والمشاعل والشموع والسرج والمصابيح وغيرها، وكانت الغاية من استخدام الأضواء الاصطناعية منذ البداية توفير الرؤية في الظلام من جهة، وتحقيق المؤثرات البصرية طبقاً لحاجة الإنسان من جهة أخرى.[10]

يؤكد الدكتور Sheard أن عملية الرؤية تستهلك ربع الطاقة الكلية اللازمة للجسم في حالة الإضاءة الصحية, وأن أي نقص في هذه الإضاءة معناه استنزاف طاقة الجسم , ومن البحوث التي أجراها الدكتور هاردي Hardy على مجموعة من الناس تعيش داخل أبنية متوسطة الإضاءة فوجد بعضهم مصاباً بأمراض عدة منها: اضطراب الأوعية الدموية وبعضهم مصاب بأمراض الكلى وضعف عضلات القلب فضلاً عن نقص كمية الأوكسجين في أنسجة الجسم, وأكد الدكتور زانكوفا Zankova أن قدرة السمع والرؤية عند الأطفال الذين يتعرضون لأشعة الشمس فوق البنفسجية أفضل حالة من الذين حرموا منها . [16]

أمَّا اللون فقد عَدُّهُ علماء الطبيعة بأنه ظاهرة فيزيائية ناتجة عن تحليل الضوء الأبيض, وهو ذلك التأثير الفيزيولوجي الذي يقرأه الدماغ من خلال شبكية العين للضوء الملّون أو المواد الملونة.[9]

ولهذا لا يقتصر التصميم المعماري على تحديد الغرض الوظيفي للمسكن ومواده الإنشائية بل يجب أن يراعي الإضاءة، لما لها من تأثير في العين والنفس الإنسانية إيجاباً أو سلباً، وكذلك في الحس بجمالية العمل المعماري وبمكنونات مفرداته وإكساءاته الداخلية و الخارجية.

المشكلة البحثية:

تكمن المشكلة البحثية في تجاهل المعماريين لمسألة الإضاءة عند دراسة المباني عامة وتصميمها والمباني السكنية خاصة.

أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في أنه يسهم في تحقيق الاعتبارات البصرية عند تصميم المباني السكنية, وأهمها الإضاءة التي تؤمن الاستقرار النفسي للإنسان, ولا شك في أن الإنفاق على تحسين شروط الإضاءة كبير الجدوى وسريع التعويض مادياً ونفسياً.

هدف البحث:

هَدَفَ البحث إلى دراسة الاعتبارات البصرية واستنباط أهم الأسس العلمية التي تحقق الراحة البصرية في المباني بشكل عام وفي المسكن اليمني بشكل خاص.

منهجية البحث:

يعتمد البحث المنهجين النظري والاستقرائي التحليلي من خلال دراسة مفاهيم الإضاءة ومبادئها والاعتبارات البصرية للمباني بشكل عام والأخذ بالحسبان الظروف اليمنية لاستنتاج أسس الإضاءة في المسكن، ومن ثمَّ الإفادة منها في سن تشريعات البناء مستقبلاً.

لتحقيق هدف البحث فإن خطواته تتبع الآتي:

1. مفاهيم الإضاءة ومبادئها:

يعدُّ الضوء عنصراً مهماً للقيام بالنشاطات الحياتية داخل المبنى وخارجه, فالتصميم الجيد يحقق الراحة الضوئية في الفراغات السكنية كلّها. وتتلخص أهم مفاهيم الإضاءة ومبادئها في الآتي:

1-1- **الضوء** :

هو إشعاع على شكل موجات كهرومغنطيسية تنتشر في الفراغ بسرعة قدرها 3×10 8م/ثا وبتواتر محدد بين 7.5×10 14 و 4×10 14 هرتز, تراوح أطوالها بين

750 نانو متراً (الضوء الأحمر) و400 نانومتراً (الضوء البنفسجي) تتدرج ألوان الطيف وفقا للترتيب الآتي: البنفسجي - الأزرق - النيلي - الأخضر - الأصفر - البرتقالي – الأحمر, وثمة معادلات وضوابط متفق عليها عند تصميم إضاءة مكان ما إذ يختلف حساب الإضاءة لشارع أو ساحة عن حساب الإضاءة في المسكن، ويعتمد هذا الحساب أساساً على قوانين الفيزياء العامة وقوانين الإشعاع التي تضبط انتشار الضوء وتمكن من قياس شدته وكثافته وانعكاسه منها:

$\lambda = \frac{1234}{E}$ إذْ λ (لامدا) = طول الموجة وE طاقة الإشعاع.

تحسب طاقة الإشعاع بالقانون: $E=vh=\frac{c}{\lambda}h$ إذْ V (نو)= تواتر (تردد) الإشعاع h (هـ) = ثابت بلانك =6.62506×10-34جول C (س)= سرعة انتشار الضوء = 3×10 8م/ثا, [14] يستفاد كذلك من معادلات حساب انتشار الضوء وامتصاصه وانعكاسه وتبدده في الفراغ والتغيّرات التي تطرأ عليه في الأوساط المختلفة، وهذا يساعد على تحديد القيم القياسية لتقنيات الإضاءة التي يعبّر عنها.

2-1- شدة الإضاءة:

هي كمية الضوء الساقط على مساحة معينة لضوء صادر عن منبع ضوئي كالمصباح، ففي النظام المتري تعرف شدة الإضاءة بالشمعة المترية ووحدتها "اللاكس" أي إن شدة إضاءة منبع ضوئي نقطي (شمعة واحدة) تساوي تدفقاً ضوئياً قيمته لومَنٌ واحد في زاوية مجسمة قيمتها استراديان واحد steradian , ويمكن تقدير الضوء الصادر من أي منبع ضوئي باللومن، فالشمعة العادية تشع 13 لومناً، والمصباح السلكي ذو الاستطاعة 100 واط يشع 1300 لومن، وأنبوب التألق الغازي بطول 120 سم يشع نحو 5000 لومن. [6]

تتوقف كمية الإضاءة المطلوبة للفراغ على وظيفة الفراغ وحجمه فضلاً عن طبيعة تباين الفراغ الداخلي والمحيط الخارجي, وتبلغ شدة الاستضاءة المناسبة والموزعة بانتظام في الفراغات المختلفة بين 65:45 شمعة /قدم مربع للنشاطات العادية وقد تزيد في حالات لتصل إلى ١٠٠ شمعة /قدم مربع. [7]

انخفضت قدرة الإضاءة المستخدمة في المباني السكنية الحديثة لتصل إلى 8 واط لكل متر مربع في حين في المباني القديمة كانت القدرة 35 واط, ومن ثمَّ فإن الاستهلاك في المباني السكنية الحديثة وفر 77% من الاستهلاك لغرض الإضاءة, كما تُرَاعى حساسية العين البشرية للطيف المرئي في التصميم، في حدود أطوال الموجات 760-380 نانو متراً فطول الموجة لحساسية العين عند اللون الأخضر المصفر تساوي 555 نانومتراً. [17]

وهنا فإن شروط التصميم تكمن في تحقيق الراحة الضوئية للساكنين داخل الفراغات المختلفة من حيث:

- إضاءة فراغات المبنى بشكل طبيعي للإفادة من الأشعة فوق البنفسجية مدة لا تقل عن ساعة يومياً.
- التحكم في توزيع النوافذ بما يحقق عامل الخصوصية، حتى لا يضطر الناس إلى استخدام الستائر المعتمة طوال النهار.
- استخدام الألوان الفاتحة داخل المبنى وخصوصاً الأبيض.
- أن يراعى في تخطيط الموقع ارتفاعات المباني والمسافات بينها، حتى لا تحجب الضوء المباشر عن مجاوراتها. [7]

2- علاقة الضوء باللون وانعكاساته:

للإضاءة دورٌ مهمٌ في التأثيرات التي تحدثها الألوان في الفراغ الداخلي, إذ إن اختلاف قيم شدة الإضاءة يسبب

تغيّراً في قيمة اللون, كما أن للضوء تأثيراً في صفة اللون, ومن ناحية أخرى للألوان نفسها دورٌ في إضاءة الفراغ الداخلي, لأن استخدام ألوان فاتحة يزيد من الإشعاع الضوئي الشكل(1) يوضح ذلك, كما تزيد الألوان الدافئة لدى استعمالها من قوة الضوء المستخدم سواء كان طبيعياً أم اصطناعياً الشكل (2) يوضح ذلك.[3]

الشكل (1) استخدام اللون الأصفر يزيد من انتشار الضوء[3]

الشكل (2) استخدام الألوان الدافئة يعزز قيمة الإضاءة [23]

عوامل انعكاس الضوء على السطوح الملونة مختلفة, وكما هو مبيّن في الجدول (1) .[5]

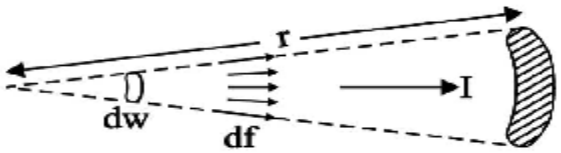
الجدول (1) يوضح عامل انعكاس الضوء على السطوح لمختلف الألوان [5]

اللون	عامل الانعكاس	اللون	عامل الانعكاس
الأبيض	% 82	الوردي السلموني	%42
القشدي الفاتح	% 73	الأخضر المائي	%38
الأصفر الليموني	% 70	الأزرق التركوازي	%27
الأصفر الذهبي	% 62	الأحمر الفاتح	%21
شاموا فاتح	% 60	الأصفر الحقلي	%19
الأزرق السماوي	% 48	اللون السنديانى	%33
اللون الرمادي	%45	اللون الجوزي	%16
اللون البيج	% 43	اللون الأكاجو	%12

3- **الاستضاءة:**

هي القياس الكمي لمعامل الانتفاع من الإضاءة، أي النسبة بين شدة الإضاءة الصادرة عن المنبع الضوئي وشدتها على السطح المضاء وتقدر باللامبرت lambert أو الميلي لامبرت (0.001 لامبرت) واللامبرت الواحد يعادل شمعة واحدة في السنتمتر المربع مقسومة على π, فإذا كان الضياء 10 لكس وكان عامل انعكاس سطح أبيض ناثراً للضوء 50% فإن استضاءة هذا السطح تعادل 5لامبرت.[6]

لقياس شدة الضوء الصادر عن مصباح يوضع مستقبل للضوء على بعد معين وفي الاتجاهات جميعها، ثم تحسب كمية الضوء الساقطة على هذا المستقبل بقانون التربيع العكسي للإشعاع الذي ينص على أن الضياء (E) في نقطة ما يتناسب طرداً مع شدة إضاءة المنبع (I) وعكساً مع مربع المسافة (D2) بين المنبع وتلك النقطة, فإذا كان السطح في تلك النقطة متعامداً مع شعاع الضوء الوارد عليه يصبح القانون: $I=E.D2$ والشكل (3) يوضح توزيع الضوء.



الشكل (3) تزايد مساحة بقعة الضوء كلما بعد السطح المضاء عن المنبع [6]

إن معظم تصميمات الإضاءة ولاسيما الداخلية تعتمد على نشر الضوء في مساحة واسعة وبسوية متماثلة، ويتطلب ذلك دراسة توزع الضوء من كل منبع على حدة, ويوجد ثلاث طرائق لتوزيع الضوء هي: التوزيع المباشر والتوزيع غير المباشر والتوزيع العام، التوزيع المباشر يعني تسليط الضوء كلية نحو السطح المطلوب كإضاءة أمكنة العمل مثلاً، أمَّا التوزيع غير المباشر فيعني خاصية الانعكاس وتناثر الضوء على المكان, وأمَّا التوزيع العام فيعني توزيع الضوء توزيعاً متساوياً وكافياً في أرجاء المكان وفي الاتجاهات جميعها.[6]

يمكن توفير الإضاءة داخل المباني بطريقتين: الأولى عن طريق إضاءة الشمس الطبيعية, والثانية عن طريق الإضاءة الاصطناعية، وهما كالآتي:

1-3- الإضاءة الطبيعية:

هي التي تأتي من مصادر ضوء طبيعية ومصدرها الرئيسي الشمس، وهي الأكثر ملاءمة فيزيولوجياً للإنسان، غير أنها تتبدل وتختلف باختلاف الوقت والفصل والموقع والبعد عن خط الاستواء، وحالة الطقس، وغير ذلك وتراوح درجة الإضاءة الطبيعية الواقعة على السطوح الأفقية في الأماكن المكشوفة عادة بين «0.0005» في الليلة المظلمة، و«0.3» لكس في الليلة القمراء التامة البدر، و«100000» لكس تقريباً تحت أشعة الشمس المباشرة. [7] ولتبيين الثلاثة الأنواع الخاصة بتوزيع الضوء هي:

الأول الضوء المباشر الذي يدخل عبر النوافذ والفتحات كما في الشكل (4) ويعدُّ أقوى أنواع الإضاءة الطبيعية .

الثاني الضوء المنعكس من الواجهات والأرضيات المحيطة بالمبنى .

الثالث الضوء المشتت الذي يمر عبر الزجاج أو الستائر, ولا يقل الحد الأدنى لمساحة الواجهة الزجاجية عن 8 % من مساحة الغرفة المراد إضاءتها[7].

الشكل (4) أحد مصادر الإضاءة الطبيعية وانعكاساته .[21]

أشار الدكتور ديجيكمان Dijkman إلى أن الإنسان يجب ألاَّ يعمل تحت إضاءة تقل عن 1000 شمعة /قدم وتزداد

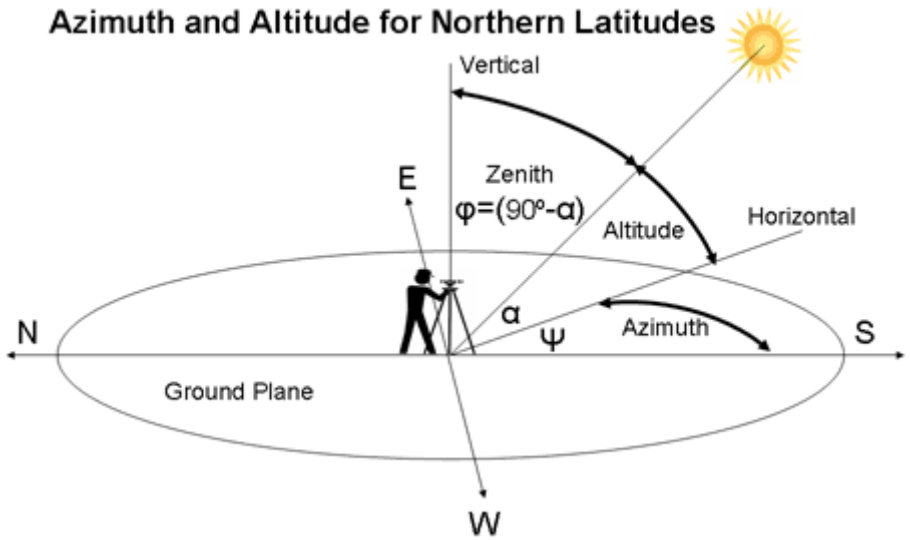
هذه القيمة حتى تصل إلى 2500 شمعة /قدم وتسمى هذه النسب بالإضاءة الصحية . [18]

تأتي الإضاءة الطبيعية في المرحلة الثانية بعد الغذاء بالنسبة إلى الإنسان, ومن ثمَّ فإنَّ التصميم الجيد للمبنى يجب أن يراعي الآتي:

- أن يكون في كل حجرة نافذتان ما أمكن ذلك موزعة على حائطين لتجنب ظاهرة الزغللة.
- توزيع أماكن النوافذ بحيث يمكن الحصول على أكبر قدر من الإضاءة الطبيعية ولاسيَّما المنعكسة لتجنب الضوء المباشر.
- تخصيص بعض الفراغات المكشوفة كالأفنية في المبنى لتسمح للإنسان أن يستفيد من الأشعة البنفسجية مع مراعاة عامل الخصوصية.
- أن تدرس عند تخطيط المواقع ارتفاعات المباني والمسافات بينهما, بحيث يحجب مبنى آخر الضوء الطبيعي، ومن هنا تظهر أهمية دراسة زوايا الشمس المختلفة على مدار العام لتجنب مثل هذه الإشكاليات [18].

لمعرفة تأثير الإشعاع الشمسي وشدته في سطح معين لابدَّ من معرفة المسار الشمسي في أي وقت خلال النهار، وفي أي شهر من السنة، وهذا يجري من خلال تعرّف زوايا الشمس وهي كما يأتي:

- الزاوية الرأسية بين خط الأفق والشمس محصورة بين خط الإشعاع الشمسي وخط أفقي واقع في مستوى رأسي مار بالشمس.
- الزاوية الأفقية للشمس وتقاس من اتجاه الشمال (مع عقارب الساعة) إلى المسقط الأفقي لخط الإشعاع الشمسي.[20]



الشكل (5) يوضح زوايا الإشعاع الشمسي[20]

2-3- الإضاءة الاصطناعية:

تُستَخدَمُ الإضاءة الاصطناعية في حالتين الأولى: عندما تكون الإضاءة الطبيعية غير كافية, والثانية عندما يحل الظلام, انظر الشكل (6) ونظراً إلى أن الإضاءة الاصطناعية لها تطبيقات عديدة داخل المباني السكنية لذا لا بدَّ من إيضاح شدة الاستضاءة في الفراغات السكنية، وهي كالآتي:

- حجرة المعيشة يلزمها شدة استضاءة تراوح من 200-400 لكساً .
- حجرة النوم يلزمها شدة استضاءة تراوح بين 60-80 لكساً.
- المطبخ يلزمه شدة استضاءة تراوح من 20-50 لكساً, الإضاءة الموضعية فوق البوتوغاز والمجلى ومنضدة التحضير من 50-100 لكس .[18]

الشكل (6) توزيع الإضاءة الاصطناعية في المسكن [13]

بالنتيجة يمكن القول: إن الإضاءة الطبيعية تتميّز عن الإضاءة الصناعية بأنها أوفر من الناحية الاقتصادية وأفضل بالنسبة إلى تمييز الألوان، كما أن مصادرها لا تحتاج إلى صيانة، كما تتميّز بأنها مريحة من الناحية النفسية نظراً إلى تغيّر شدتها بمرور اليوم وبسبب تحقيق التنوع البصري داخل الفراغات السكنية، مما يساعد في الحفاظ على حيوية الفرد وذكائه، بعكس الإضاءة الصناعية الثابتة الشدة التي تحسس الإنسان بالملل.

يحتاج الإنسان إلى التغيير المستمر في المرئيات ليحافظ على مستوى ذكائه، والإضاءة الطبيعية توفر التغييرات المطلوبة وتساعده على استمتاعه بالحياة والصحة الجيدة. وقد أوضحت بعض الدراسات أن الفراغات المعمارية المضاءة بضوء النهار تبدو متسعة ورحبة وأكثر تشجيعاً على الإحساس بالسعادة والسرور عنها في حالة الفراغات المضاءة بالإضاءة الصناعية. [9]

تعدُّ فتحات الإنارة الجانبية بمنزلة قنوات اتصال بصرية بالمحيط الخارجي، بما يمثله من مناظر طبيعية وظروف مناخية متغيّرة، ويصعب على الإنسان العيش وممارسة مهام حياته دون هذا الاتصال.

4- الإضاءة ودلالتها:

الإضاءة مصطلح يُستخدمُ للدّلالة على الإضاءة الاصطناعية كما للإضاءة الطبيعية, وتتلخص في الآتي:

4-1- كمية الضوء :

تعتمد كمية الإضاءة المطلوبة للقيام بأعمال مختلفة على أربعة عوامل رئيسة:

- حجم الأشياء التي نودرؤيتها.
- الزمن الذي نصرفه في الرؤية.
- التباين بين الأشياء وخلفياتها.
- قدرتنا البصرية.

تستخدم وحدة اللكس أو القدم/شمعة لقياس كمية الضوء الساقطة على سطح ما, واللكس هي وحدة مترية، أمَّا القدم/شمعة فهي وحدة في نظام القياس الإمبراطوري, وهناك جهاز قياس يُسمَّى مقياس الضوء يسجل كمية الضوء التي يستقبلها سطح ما عند نقطة ما, وهناك ثلاثة عوامل تحدد كمية الضوء الواصلة إلى جسم ما، وهي:

- قوة منبع الضوء: تقاس بوحدة تسمى اللومن في معظم الأقطار, أمَّا وحدات واط فتدلنا على مقدار الضوء الناتج عن كمية الكهرباء المستهلكة).
- بُعْد الجسمعن مصدر الضوء: تعتمد كمية الإضاءة التي يستقبلها جسم ما على بعده عن مصدر الضوء، وذلك استناداً إلى قانون التربيع العكسي, فمثلاً يستقبل جسمٌ موضوع على مسافة مترين ربع كمية الضوء

التي يستقبلها الجسم نفسه إذا وضع على مسافة متر واحد من المصباح.

- توزيع الضوء: السجاد والأسقف والأثاث ذوات الألوان الداكنة تحد من كمية الضوء في الغرف، لكن الألوان الفاتحة تعكس الضوء إلى الغرفة، وتساعد بذلك على إضاءة أفضل فيها.

4-2- الاستخدام الكفء للإضاءة:

هناك أنواع مختلفة من الإضاءة توفر لنا كميات مختلفة من الضوء، فمثلاً يعطينا المصباح المتوهج نحو 20 لومناً لكل واط من القدرة في حين يعطينا المصباح الفلوري 70 لومناً لكل واط.

يسعى المهندسون المتخصصون على الدوام لإيجاد طرائق تُحسِّن من كفاءة المصابيح, فقد طوروا مصابيح بخارية أدت إلى كفاءة تزيد على ما توفره المصابيح المتوهجة, فمثلاً يعطينا مصباح بخار الزئبق نحو 50 لومناً لكل واط، ويعطينا مصباح الهاليدات الفلزية نحو 90 لومناً لكل واط، وتصل كفاءة مصباح الصوديوم إلى 110 لومن لكل واط, كذلك تُعمَّر المصابيح البخارية مدة أطول من المصابيح المتوهجة, ويسعى العلماء إلى إنتاج مصابيح فلورية أقل حجماً وأكثر كفاءة.[6]

4-3- مشكلات الإضاءة:

يسبب الضوء الساطع أو الضوء المنعكس مباشرة إلى العين نوعاً من الإجهاد , وقد يتسبب في عمى مؤقت, أمَّا الإضاءة غير المباشرة كالضوء المنعكس من السقوف والجدران دون بهر للعين فهي الفُضْلَى, والمصابيح البيضاء أو المطلية بلون ثلجي تُعطي شيئاً من التوزيع للضوء، ومع ذلك فلا تزال هناك حاجة لتظليلها أو ترتيبها بحيث لا تسلَّط ضوءها مباشرة على العين.

تشد الإضاءة المخفية الانتباه إلى الجدران والستائر, وإذا وضعت مثل هذه الإضاءة على جدارين متقابلين فإنها تعطي الانطباع بأنهما متباعدان أكثر مما لو كانا غير مضاءين, وعند تركيب مثل هذه الإضاءة على سقف منخفض فإنها تعطي الانطباع بأن السقف أعلى مما هو عليه.[18]

4-4- سويات الإضاءة:

لكل دولة شروطها التي تحدد سويات الإنارة, ويبيّن الجدول (2) المعمول به لدى اللجنة الدولية للإضاءة, وتؤخذ في الحسبان عند حساب سوية الإضاءة العوامل الآتية:

- ثبات الإضاءة واستقرار الضوء باستمرار واختيار الطيف المناسب للرؤية.
- تجنيب الإبهار المزعج وسقوط الضوء المباشر في العين من السطوح المضاءة. [6]

الجدول (2) سوية الإضاءة المعتمدة لدى اللجنة الدولية للإضاءة[6]

الفراغات السكنية	الإضاءة مقدرة باللكس LX
صالات طعام	200
أدراج الأبنية	150
مطابخ	500
قاعات الاستقبال	100
غرف النوم	50
غرف الأطفال	150
الحمامات	100
غرف الجلوس والمطالعة	500

4-5- الإضاءة الداخلية:

تميل معظم البلدان إلى تبني نماذج متشابهة تقريباً في الإضاءة الداخلية من حيث مصادر الضوء واحتياجات الإضاءة في أماكن الراحة والعمل، فمتطلبات الإضاءة في الوقت الحاضر أكبر بكثير مما كانت عليه قبل عقد من الزمن، وليس السبب في ذلك ضعف الرؤية أو تلف البصر عند الإنسان المعاصر، وإنما ميل الناس إلى الرؤية الواضحة حيثما كانوا من دون أن يضطروا إلى الاقتراب من منبع الضوء أو انتظار بزوغ الشمس للقيام بأعمالهم. [14]

غدت الإضاءة المركبة أو المختلطة هي الأكثر قبولاً كما هو مبيّن في الشكل (7), الأمر الذي يتطلب تعاوناً بين مهندس الإضاءة ومهندس الديكور من جهة وبين المهندسين المعماريين من جهة أخرى من أجل توفير بيئة داخلية مفيدة ومريحة. [14]

ما يزال الضوء المتدلي من السقف، سواء كان مصباحاً مفرداً أم ثريا متعددة المصابيح هو الأسلوب الأكثر شيوعاً في المساكن العادية، ولكن يفضل عدم الاكتفاء بضوء واحد في الغرفة لأنه يؤدي إلى إرهاق البصر.

الشكل (7) نموذج للإضاءة الداخلية [14]

ثمة مصابيح تنثر ضوءاً عاماً مع تركيز حزمة من الضوء على مكان محدد في آن واحد، وهي من أفضل مصادر الضوء اقتصاداً ضمن المسكن, ويعدُّ المصباح الكهربائي المتوهج ذو السلك المعدني أكثر ملاءمة لجو المسكن, بسبب لون ضيائه المائل للصفرة لأنه يشعر الإنسان بالدفء والراحة, أمَّا مصابيح التألق الغازية فهي المفضلة في بعض الأماكن من المسكن كالمطابخ، وغير مرغوب فيها في غرف الجلوس والنوم. [6]

يفضل في معظم الأحوال أن تكون الإضاءة خلفية وأن تكون سويتها أقل بقليل من تلك المستعملة في القراءة أو العمل. [6]

4-6- الإضاءة الخارجية:

للإضاءة الخارجية نوعان (خدمية وتزيينية)، والغاية الأساسية للإضاءة الخدمية هي توفير الشروط الملائمة للحركة في الخارج, وتخضع الإضاءة الخدمية عموماً لمعادلات محددة توفر الوضوح والتوجه الصحيحين مع تجنب التأثير الباهر للأضواء المستعملة. [22]

أمَّا الإضاءة التزيينية فالغاية منها إحداث تأثيرات معينة في العين وإضفاء ظلال وانعكاسات وبقع شديدة الضياء على الأشياء التي تسلط الأضواء كما في الشكل (8) فتمنحها منظراً خلاباً بغض النظر عن تمييز تفصيلاتها , وكذلك إضاءة الآثار والحدائق المحيطة بالمسكن. [6]

الشكل (8) نموذج للإضاءة الخارجية [22]

4-7- إضاءة الأحياء السكنية:

أدرك الإنسان منذ القدم أهمية إضاءة الطرق بوصفها عامل أمن وعائقاً للجريمة، فقد كان الناس في دمشق والقاهرة في العصر المملوكي مثلاً يلزمون بوضع مصابيح على أبواب مساكنهم وبحمل مصابيح عند تجولهم ليلاً . [6]

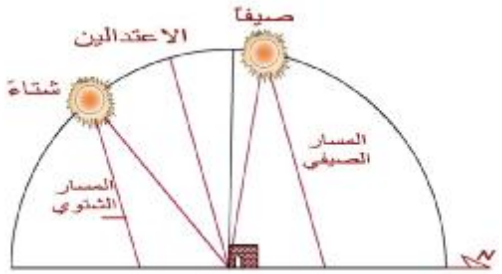
شاع استعمال مصابيح الغاز في عواصم العالم منذ أواخر القرن التاسع عشر، ثم حلت محلها مصابيح القوس الكهربائية, ومع ازدياد حركة المرور على الطرق ليلاً اكتسبت إضاءة الشوارع أهمية كبيرة وتطلب الأمر استعمال مصابيح شديدة التوهج كمصابيح بخار الزئبق والصوديوم. [6]

إن الجمع بين الإضاءة الخدمية والإضاءة التزيينية جمعاً ماهراً مدروساً يؤلف عنصراً مهماً في إعطاء الأحياء السكنية مسحة جمالية منسجمة تمنحها طابعها الخاص.[6]

5- الإضاءة في المساكن اليمنية:

تتعامد الشمس مرتين في العام على مدينة صنعاء الأولى في أيار والثانية في تموز, تنخفض الأشعة الشمسية في فصل الشتاء, عندما تكون الشمس عمودية على مدار الجدي, وتصل زاوية المسار الشمسي إلى (51:48) تقريباً في شهر كانون الأول وشباط، ومن ثمَّ فإنَّ كمية الأشعة الشمسية ترتفع في فصلي الربيع والصيف، وتقل في فصلي الخريف والشتاء، غير أن هذه القاعدة يعتريها حجب السماء بالغيوم في فصل الصيف ولاسيما وقت ما بعد الظهر.

ومع أن الأشعة قريبة من العمودية في فصل الصيف إلاَّ أنَّ كمية الأشعة الواصلة إلى مدينة صنعاء في هذا الفصل أقل من الفصول الأخرى، ويتغيّر الإشعاع الشمسي المباشر استناداً إلى شكل المنحدرات الجبلية المحيط بها واتجاهها ودرجة انحدارها.[4] الشكل (9) يوضح المسار الشمسي لمدينة صنعاء.



الشكل(9) المسار الشمسي لأيام الانقلاب الصيفي والشتوي ولأيام الاعتداليين لمدينة صنعاء[4]

تأثر الإنسان قديما بحركة الشمس في بناء مسكنه, فقام بتوجيه مسكنه نحو جهة الجنوب حتى يستفيد -بقدر الإمكان- من الشمس في الشتاء ويتقي حرها في الصيف. ترجع البدايات المعروفة لاستخدام القمرية في العمارة اليمنية إلى ما قبل 4000 عام، حسبما يفيد الباحث المهندس البريطاني تيم ماكنتوش سميث، في دراسة علمية بعنوان (مباني صنعاء وموادها..وثيقة من القرن الثامن عشر الميلادي)، فيذكر أن استخدام الرخام الشفاف بوصفه مادةً تسمح بنفوذ ضوء الشمس إلى داخل المبنى ترجع إلى عصر ملوك سبأ, مُستدلاً بتطابق وصف المؤرخين لقصر غمدان الملكي بصنعاء، وغرفته العليا الشبيهة بما يعرف اليوم بالمنظر أو المفرج.[4]

يرى د.بهنسي أن القمرية تسهم في تحقيق ميزة التلاحم بين العناصر الإبداعية الخارجية والداخلية في العمارة اليمنية, ويقول: انفتاح البيت الصنعائي على الخارج فرض نوعاً من الإبداع الفني، فالقمريات والفتحات والنوافذ توزع جمالها بحيث يتمتع قاطن المسكن بالنور المتسرب من الفتحات عبر القمريات الزجاجية الملونة، ويتمتع ساكن المدينة بسعادة التعايش مع نور الطبيعة الذي لامسته يد الفنان. [4]

يخلص د.بهنسي في دراسة له إلى أن الفن في العمارة الصنعائية هو فن للمدينة وسكانها والعابرين فيها، فن ذو وظيفة اجتماعية متبادلة وهوية أصيلة لا نراها مستمدة من عناصر غربية، وأن الجمال الفني في العمارة الصنعائية كان من صنع الوظيفة وليس العكس, ويقول: أغنت العناصر الإبداعية العمارة في صنعاء، بل أغنت الوظيفة ذاتها، فالواجهات المعمارية الجمالية تصافح رؤية السكان المجاورين فيتمتعون بها أكثر من صاحب السكن ذاته أحياناً.

على الصعيد الوظيفي يشير أستاذ الفنون التطبيقية بجامعة حلوان المصرية د.محمد زينهم إلى أن من وظائف القمريات إلى جانب ترشيد كم الضوء الداخل إلى المكان (حماية المبنى من الحشرات والأتربة، وتخفيف الأحمال عن الأعمدة الحاملة للعقود، ومن هذا يتضح أن لها قيمة وظيفية أساسية نفعية إلى جانب القيمة الجمالية التي تتصل بالإنشاء من جانب وبالتصميم الداخلي للمكان

من جانب آخر غير مغفلة للجوانب الروحية بما تغطيه من سكينة وروحانية للمكان).[4]

ابتدع المعمار اليمني القمريات لتأمين الإضاءة الداخلية بعد إغلاق النوافذ الخشبية التي يترتب على إغلاقها ليلاً أو نهاراً فقدان الإضاءة الطبيعية داخل المنزل كما في الشكل (10), فضلاً عن إضفاء الجمال وإغناء المشهد البصري للمسكن.

الشكل (10) يبيّن جمال القمرية في المسكن اليمني[12]

يمثل هذا الفن المعماري قمة التراث الشعبي الذي عرفه الشعب اليمني منذ أقدم العصور، وظل يتوارثه الأبناء عن الأجداد حتى الآن, فهي من السمات المميّزة للمساكن التقليدية في اليمن, أمَّا الزخارف وألوان السطوح الداخلية ومواد الإنشاء وأهميتها من حيث الاعتبارات البصرية فالشكل (11) يوضح ذلك مع الإضاءة الطبيعية داخل المسكن اليمني.

الشكل (11) يوضح الإضاءة والتشكيلات الزخرفية الجمالية داخل المسكن اليمني التقليدي[1]

يلاحظ الانسجام والتناغم بين مستويات المبنى الرأسية أو الأفقية في واجهات العمارة اليمنية, أمَّا النوافذ الكاذبة فهي أسلوب اتخذ منذ القدم لمعالجة المسطحات الكبيرة في واجهات المبنى ولاسيَّما الواجهة الشمالية، وتظهر على شكل نافذة حقيقية في حين هي مجرد إطار كامل لنافذة مغلقة بالحجر أو الياجور (الطوب المحروق) تعطي إيحاء بوجود نافذة, وتسمى نافذة كاذبة, كما قي الشكل (12).

الشكل (12) النوافذ الكاذبة في المساكن التقليدية (الباحث)

طريقة تقسيم الفراغات وتصميم المسكن وتوجيهه, فضلاً عن تنوع فتحات الإضاءة ومواصفات مواد البناء المستخدمة ونوعيتها التي أغنت المشهد البصري لدى الساكن والمار بالجوار, والشكل (13) يوضح تفاصيل الواجهات في المباني التقليدية. [15]

الشكل (13) تفاصيل الغلاف الخارجي للسكن التقليدي[16]

ظل يستخدم المرمر إلى العقد الثالث من هذا القرن وتغيّر الوضع بعد ظهور الزجاج وبدء عمل القمريات الجصية التي طعمت في بداية الأمر بالزجاج الأبيض، ثم بالزجاج الملون وأصبحت لوحات فنية غاية في الجمال لا يكاد يخلو منها مبنى في العاصمة صنعاء أو بقية المدن، سواءً أكان المبنى قديماً أم حديثاً عاماً أم خاصاً. [2]

الشكل (14) بدائيات صنع القمريات في المساكن التقليدية [4]

رافق تطور القمرية ظهور القمرية المزدوجة التي هي عبارة عن قمريتين منفصلتين بينهما مسافة من 15 إلى 20 سم إحداهما مطعمة بالزجاج الملون وتكون من الداخل، والثانية بالزجاج الأبيض وتكون من الخارج وبينهما مصباح كما هو مبيّن في الشكل (15)، وقد بدأ الآن استخدام الزجاج الملون للقمريتين الداخلية والخارجية معاً والوظيفة الأساسية للقمرية هي إدخال الضوء الطبيعي إلى داخل الغرف، وإضفاء مسحة جمالية على المبنى سواء من الداخل أو من الخارج. وللقمريات أيضاً أشكال متعددة إلا أن هناك ثلاثة أنماط تقليدية لزخرفتها وهي الشكل الهندسي مثل النجوم , والشكل النباتي مثل أوراق البن أو العنب والشكل الحيواني الذي ينتمي للقصص الشعبية، وبعد ثورة سبتمبر عام 1962م ظهر النسر الجمهوري كشكل هندسي يرمز إلى الثورة والجمهورية.[2]

الشكل (15) شكل القمريات الحديثة[12]

تكون القمريات في بعض البيوت بشكل مزدوج لتخلخل الهواء وتحويله إلى طبقة عازلة, وفضلاً عن الجمالية والتعبيرية التي تكسو عقود واجهات الأبنية اليمنية، تشكل إحساساً فريداً بمتعة التأمل لتنوع أشكالها الوظيفية التي تلائم أشكال العقود بحسب ترتيب المبنى وهي من أهم عناصر الزخرفة حتى إنَّها تستخدم لإضاءة الممرات عبر الغرف كما هو مبيّن في الشكل (16), وتبرز ذروة هذا الفن حين تسقط أشعة الشمس عليها. [4]

الشكل (16) استخدام القمريات لإضاءة الممرات الداخلية [4]

وسُعِّتَ الفتحات للإفادة من أشعة الشمس في المساكن الحديثة, كما اِستُفيدَ من مزج الألوان في العمارة المعاصرة, أمَّا الواجهات ككل فقد اختلفت من حيث الشكل والمقياس, ففي المساكن التقليدية كانت الفتحات غير منتظمة وصغيرة في الطوابق الدنيا وكبيرة في الطوابق العليا, وفي المساكن الحديثة الفتحات منتظمة ومتساوية, ومن حيث الشكل فقد قلت التشكيلات الزخرفية في المساكن الحديثة والشكل (17) يوضح ذلك.

الشكل (17) فتحات الواجهات في المساكن الحديثة (الباحث)

أمَّا مساحة الفتحات في واجهات مباني صنعاء القديمة فالجدول (3) يوضح ذلك.

الجدول (3) متوسط نسب مساحة الفتحات بحسب الاتجاه [4]

الواجهة		نسب الفتحات	
		حقيقية	كاذبة
الشمالية	رئيسة (أمامية)	%14	%2
	خلفية	%11 - 9	%1
الجنوبية	أمامية	%23 – 20	% 1,2 -0
	خلفية	%19-17	0
الشرقية	أمامية	%18-11	%1,5 -0
	خلفية	%11	%0,6
الغربية	أمامية	%22-20	%0,7 -0
	خلفية	%20-19	0

نستنتج من هذا الجدول أن : الواجهة الشمالية هي الأقل للفتحات الحقيقية والأكثر للفتحات الكاذبة وأغلب الفتحات للقمرية من دون نافذة (فتحات كاذبة) لأجل الإضاءة.

تعدُّ القمرية العنصر الوحيد المسيطر على سمات العمارة اليمنية وخاصة التقليدية، ظهرت القمرية كأحد العناصر الوظيفية والجمالية في العمارة اليمنية مبكراً على هيئة قرص دائري أو نصف دائري شفاف من حجر المرمر (الألباستر) بسمك 1 سم, الشكل (14) يوضح ذلك.

أمَّا مواد البناء وعناصر الواجهات الخارجية فالجداول (4) , (5) توضح ذلك

الجدول (4) يبيّن نوع مواد البناء وخصائصها [4]

المادة	اللون	استخدامها في الواجهات
الحجر	رمادي متوسط النحت	في الطوابق السفلية ونادراً في الأول
الياجور	بني محمر فاتح	في الطوابق العليا

بالنتيجة يمكن القول: راعى المعمار اليمني بامتياز وضع الأحجار وخاصة الرمادية في الطوابق الأرضية والأولى , كون اللون الرمادي أقرب ما يكون إلى لون الأرصفة ذات اللون الغامق

إذ إنَّ هذين اللونين غير عاكسين للضوء, في حين استخدم مواد البناء العاكسة للإضاءة ذات اللون الأبيض, مثل الأحجار والقص والأقل سماكة وأكثر جمالاً بصرياً في الطوابق العلياء.

الجدول (5) عناصر إكساء الواجهات وخصائصها [4]

المادة	اللون وقابلية التشكيل	استخدامها في الواجهات
الخشب	بني محمر غامق وفاتح عالٍ في النحت والتشكيل	في مصاريع الأبواب والفتحات وكاسرات الشمس والمشربيات وفي أغراض أخرى
القضاض	أبيض عالٍ جداً في النحت والتشكيل	في الطوابق كلّها
الرخام	أبيض مائل للصفرة وشفاف	في الطوابق كلّها بحسب كثافة الاستخدام
البلور(الزجاج)	شفاف وملون قابل للتشكيل	في الطوابق كلّها
الحديد والمعادن الأخرى	رمادي ورصاصي قابلة للتشكيل	في الطوابق كلّها

نلاحظ بالنسبة إلى مواد الإكساء الموضحة في الجدول أن الخشب والمعادن التي استخدمت في فتحات النوافذ وكاسرات الشمس والمشربيات ألوانها بين الفاتح والغامق لتظهر التشكيل المعماري بقليل من الانعكاس الضوئي, في حين استخدم القضاض والرخام باللون الأبيض ليعكس الإضاءة ويظهر. أستخدم الزجاج الشفاف الذي يسمح بدخول الضوء في النوافذ والملون في القمريات التي تضيف جمالية إلى الإضاءة، وتخفف من شدة الانعكاسات البصرية وبحسب قابلية التشكيل وحاجة

الواجهات إليها وبهذا التناسق تضفي على المسكن لمسات جمالية تسر الناظر اليها.

الجدول (6) توضيحي مقارن بين المسكن التقليدي والحديث لعناصر الغلاف الخارجي [4]

النوع	المسكن التقليدي	المسكن الحديث
مواد البناء المستخدمة	مواد محلية الحجر - الخشب –الطوب	خرسانة مسلحة- الألمنيوم – طلاء.
الألوان المستخدمة	مستمدة من طبيعة المواد المستخدمة	متعددة ومتنوعة
الفتحات	تضيق وتتسع تبعاً للوظيفة من الأسفل إلى الأعلى مما أكسبها الحيوية	موحدة القياس, والقمرية هي همزة الوصل بين القديم والحديث.

بالنتيجة يمكن القول: امتازت المساكن الحديثة بتنوع مواد البناء التي تراعي الاعتبارات البصرية, إلا أنها لم تراعِ ظروف البيئة المحلية بعكس ما جاء في المساكن القديمة التي تتناغم موادها بصرياً مع المواد الطبيعية المتوافرة، أمَّا مساحة الفتحات فقد اختلفت إلا أن القمرية ما زالت همزة وصل بينهما وكلاهما اهتم بالإضاءة الطبيعية إلا أنَّه لا توجد معايير تحدد نسب الفتحات بصورة صحيحة في المساكن الحديثة.

من أجل الوصول إلى القيم الحقيقية التي يحتاج إليها البناء السكني في اليمن بأشكاله ومواقعه كلّها من الإضاءة الطبيعية وما يتممها من الإضاءة الاصطناعية نتبع في تطبيق القوانين الخطوات الآتية:

الإنارة الطبيعية داخل المنشأة عبارة عن حاصل ضـــرب الإنارة الخارجية الأفقية مع معامل الإنارة الطبيعية للمكان

الجدول (7)قيم معامل الإنارة بحسب طبيعة المبنى

طبيعة المبنى	قيمة معامل الإنارة الطبيعية	
	سقفية	جانبية
عالي الدقة	7	2.5
منخفض الدقة	3	1

تحسب مساحة الفتحات الضوئية اللازمة ثم يوضع الحل التركيبي المعماري للواجهات والنوافذ الضوئية بحيث يجري اختيار شكل النوافذ وعددها ويسمح بتغيير للمساحة المطلوبة

الجدول (8) عامل الإنارة الآمن داخل الغرف السكنية

إنارة طبيعية	إنارة اصطناعية	
	مصابيح انفراغ	**مصابيح متوهجة**
1.2	1.5	1.3

الجدول (9)n1المواصفات الضوئية للنوافذ

I / B	**n1**						
	1	1.5	2	3	4	5	**B / H**
أكبر من 4	6.5	7	7.5	8	9	10	
0.5	18	23	31	37	45	54	

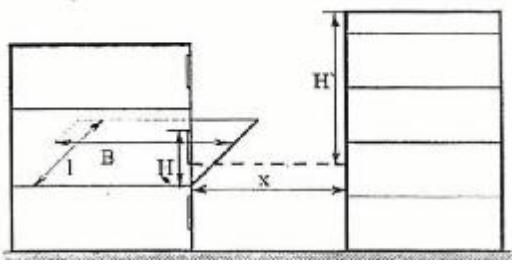
إذْ إنَّ:

H : الارتفاع من السطح المدروس حتى أعلى النافذة

B : عمق المكان

I : طوله

X : البعد بين البناءين كما هو موضّح بشكل رقم



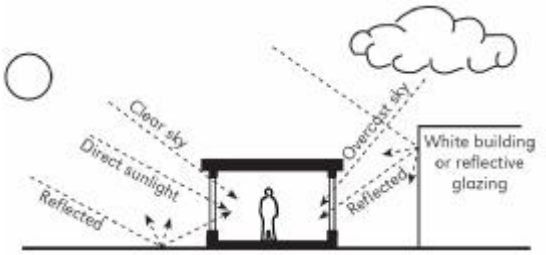
الشكل (18) المحددات الهندسية للفراغ المطلوب إضاءته

تصميم فتحات الإضاءة الطبيعية:

تؤدي الفتحات دوراً رئيساً في المبنى من حيث تزويده بالإضاءة الطبيعية اللازمة ، كما أنها تعمل على توفير مجال الرؤية المطلوبة خارج المبنى .وهناك عدد من العوامل والاعتبارات التي يجب على المصمم أخذها بالحسبان عند دراسة الفتحات واختيارها عند تصميم المباني السكنية، وهذه العوامل:

1. عوامل واعتبارات معمارية.
2. عوامل واعتبارات حرارية.
3. عوامل واعتبارات اقتصادية.
4. عوامل واعتبارات تتعلق باحتياجات الإنسان.

أمَّا عوامل الإضاءة الطبيعية فهي كما هـــو مبـــيّن فـــي الشكل (19)



الشكل (19)عوامل الإضاءة الطبيعية في المناطق العمرانية

Reflected منعكس – Direct sunlight أشعة الشمس المباشرة – Clear sky السماء الصافية – Overcast sky السماء المغيمة – White building or reflective glazing البناية البيضاء أَو الزجاج العاكس

وعند تصميم الفتحات تبرز عدة عناصر يجب دراستها وأخذها بالحسبان وهي:

- موقع الفتحة وتوجيها.
- أبعاد الفتحة وقياساتها .
- نوع المادة المصنوعة منها الفتحة .

إن العناصر السابقة مترابطة ومتداخلة مع بعضها بعضاً؛ مما يجعل من الصعوبة أخذ الاعتبار لواحدة منها دون الأخرى.

يؤدي موقع الفتحات وتوجيهها دوراً مهماً في التحكم بالإشعاع الشمسي في المباني، ومن ثمَّ في بيئتها الداخلية, ففي المناطق الباردة يكون توجيه الفتحات بما يساعد على زيادة دخول أشعة الشمس إلى داخل المبنى ، ومن ثمَّ توفير وتحقيق بيئة مريحة للساكنين. وعلى العكس من ذلك فإن وصول أشعة الشمس إلى داخل المبنى في المناطق الحارة سيزيد من الإحساس بعدم الارتياح.

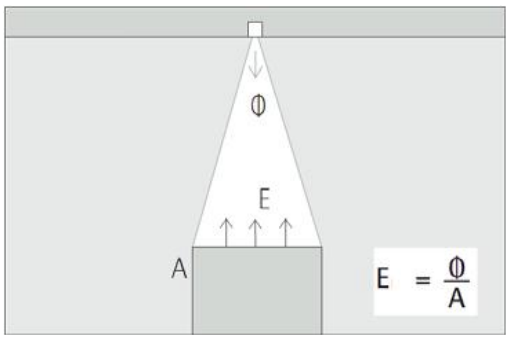
كما أن دخول أشعة الشمس وتأثيرها في زيادة درجة الحرارة الداخلية قد يكون مفيداً خلال فصل الشتاء، في حين قد يكون ضاراً جداً خلال الصيف إذا أدى الأمر إلى زيادة كبيرة في درجة الحرارة الداخلية، مما يحتم على المصمم التحكم بتلك الأشعة الشمسية بحسب الفصل والوقت من العام.

يجب أن تكون مواقع الفتحات المعمارية واتجاهاتها متناسبة مع المنطقة المناخية التي يقع فيها المبنى .ففي المناطق الحارة يراعى تقليل المساحات الزجاجية بشكل عام وبخاصة على الواجهات الجنوبية والأكثر تعرضاً للإشعاع الشمسي المباشر وغير المباشر لتفادي الكسب الحراري.

تؤثر مساحة الفتحات ونوع المادة المصنوعة منها في تحديد مقدار تدفق الإشعاع الشمسي إلى داخل المبنى .ويرتبط ذلك باتجاه تلك الفتحات، إِذْ إنَّ مساحة الفتحات مرتبطة بشكل أساسي باتجاهها.

يعد تصميم النوافذ من العناصر الأساسية في المباني بجانب أنها وسيلة الإضاءة والنظر من خلالها إلى المناظر الخارجية أو الداخلية .

يمكن وضع معادلة لشدة الإضاءة اللازمة للقراءة على النحو الآتي:



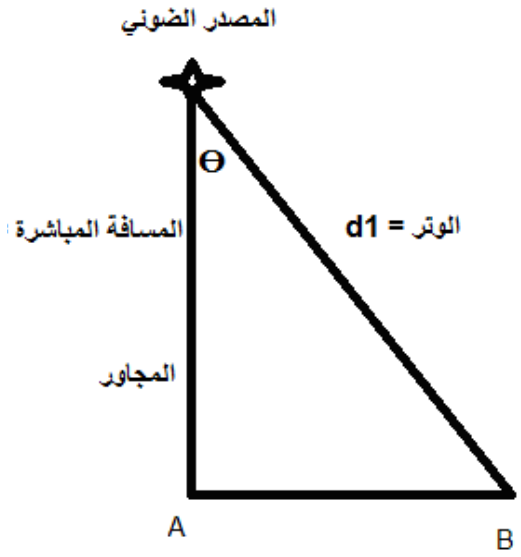
E شدة الإضاءة, Ø كمية الإضاءة , A مساحة الجزء المضيء من المصباح.

تتناسب شدة الإضاءة *(E)* تناسبًا طرديًا مع جيب تمام الزاوية المحصورة بين المستقيم الواصل بين المصدر وتلك النقطة والمستقيم المباشر

ولحساب شدة الإضاءة (E) عند نقطة مباشرة تبعد عن مصدر ضوئي بمسافة d = 4 m

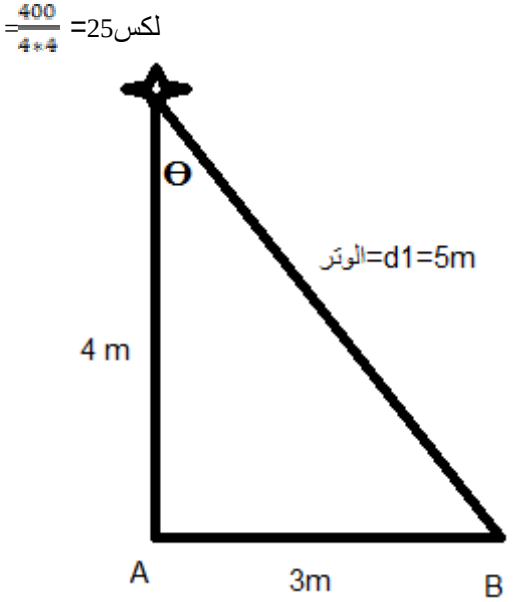
وشدة الاستضاءة (القدرة الضوئية للمصباح) I = 100 cd

وبحسب نظرية فيثاغورث فإنَّ $d1^2 = d^2 + (AB)^2$



لحساب شدة الإضاءة المباشرة عند (A) التي تبعد عن مصدر ضوئي بمسافة d = 4m القدرة الضوئية للمصباح I = 400 cd , ثم نحسب شدة الإضاءة عن نقطة (B) التي تبعد عن (A) على خط أفقي بمسافة 3 m .

أولاً : نطبق قانون التربيع العكسي عن النقطة المباشرة A



ثانيًا : نطبق قانون جيب التمام عند النقطة B

$d1^2 = d^2 + (AB)^2$

لحساب مساحات الزجاج اللازمة لإضاءة الفراغ نستخدم المعادلة الآتية :

$DF=(5)a*V*A_{win}/A_{floor}$

إذْ A_{win} : هي مساحة الزجاج المقدرة بالـــ m^2

A_{floor} : هي مساحة أرضية الفراغ المطلوب إنارته وتقدر بالـــ m^2.

النتائج والتوصيات:

أولاً: أهم الاعتبارات البصرية وأسس الإضاءة:

- استبعاد الألوان الغامقة من السطوح كالأسود مثلاً لأنها غير عاكسة للأشعة الضوئية واعتماد المواد العاكسة كالأبيض, كما يجب الانتباه إلى جدران المسكن المزخرفة أو المغطاة بورق جدران أو السقوف المرسومة بالألوان بحيث لا تكون غامقة, مع مراعاة فرش الغرفة وإكسائها فضلاً عن الأثاث والستائر.
- عدم الاعتماد على الإضاءة الاصطناعية والاقتصار على الإضاءة الطبيعية في اوقات النهار، واستخدام ما يلزم من عناصر الإضاءة الاصطناعية الموفرة للطاقة في الليل.

ثانياً: النتائج:

- أعطت الدراسة تصوراً واضحاً للاعتبارات البصرية وأسس الإضاءة التي يمكن الإفادة منها في تصميم المساكن اليمنية المستقبلية المراعية لمتطلبات السكان والظروف المحلية.
- أظهرت الدراسة أهمية الإضاءة الطبيعية والاصطناعية عند تصميم المسكن ومدى تأثيرها في راحة الساكنين النفسية والجسدية.
- أكدت الدراسة أن الإضاءة غير المباشرة تدعم الإحساس بالضوء الطبيعي, لذلك عندما نستخدمها في السقوف نتأكد من اتجاهها المناسب بحيث تتجه

للحائط أو للتحف والنباتات الكبيرة ولا تكون نحو الوجه.

- حثت الدراسة على ضرورة استخدام القوانين والمعادلات الحسابية للإضاءة, فالإضاءة الجيدة تساعد العين على العمل والقراءة براحة, فضلاً عن لمساتها الجمالية التي تضفيها إلى المساكن داخلياً وخارجياً.

ثالثاً: التوصيات والمقترحات:

- نوصي بأن يصمم المسكن بأسلوب يتم فيه تقليل الاحتياج إلى الإضاءة الاصطناعية والاعتماد بصورة أكبر على الإضاءة الطبيعية والإفادة -ما أمكن- من نسب الفتحات في المساكن التقليدية.
- نرى أهمية إصدار مجلة دورية في اليمن تعنى ببحوث العمارة وعلاقتها بالضوء, يفيد منها الطلاب والمهندسون وتوضع في المكتبات, يشترك فيها باحثون نفسيون واجتماعيون وفيزيائيون ومعماريون وفنانون ومصممو الإضاءة والطلاب وغيرهم من المهتمين .
- نوصي بعدم اعتماد أية تصاميم معمارية للمباني السكنية من قبل نقابة المهندسين أو الجهات الإدارية الأخرى صاحبة القرار في اليمن ما لم تكن متضمنة دراسة الإضاءة.
- تعزيز نشر ثقافة الإحساس البصري بالإضاءة الخاصة بالمسكن اليمني الحديث ومن ثمَّ زيادة الحس المعماري بدءاً من رياض الأطفال والمدارس وانتهاءً بكليات الهندسة المعمارية والفنون الجميلة في الجامعات اليمنية.
- صياغة معايير وأنظمة معمارية وعمرانية على درجة عالية من المرونة تراعي الإضاءة في المسكن , بحيث تتلاءم ومتطلبات السكان واحتياجاتهم بمختلف شرائحهم.
- على الجهات المعنية بالتطوير والتخطيط المعماري والعمراني في اليمن مراعاة توجه المساكن ومعرفة حاجياتها من الإشعاعات الشمسية بحسب المناطق الجغرافية المختلفة في اليمن لضمان الإضاءة والتهوية الجيدين.

المراجع::

1. Acharobei, Abdul Malik, Mannar Yemen, the Internet 2009
2. Alhadhara, Khalid Ali, comprehensive development and its impact on local identity in Sana'a applied to housing, Egypt, 2005
3. Dbs, Hossam, functional and aesthetic dimension of color in interior design contemporary, Damascus University Journal of Engineering Science Volume XXIV - Issue April 2008
4. Dumaini, Abdul Haq, climate adaptation in the contemporary architecture of Yemen, Damascus 2009
5. Ghazi, Hanan,Nizar, The designing variables in Yemeni residence, Faculty of Architecture, Damascus University, Syria 2008
6. Mahfouz, Ahmed Abdel-Fattah, Aalghemriaat art of pre-birth and the present and the masterpiece houses a pool of Yemen, Yemen 2011
7. Mahmoud, Salman, The Role of Optical and Psychological Effects of Color Energy in Designing the Urban and Architectural view of Housing, Journal of Al-Baath University, No. XIII, Syria 2008 p. 181
8. Musa, Mohammed, the executioner, Muhammad Walid - Lighting - Encyclopedia of Arab
9. Nourhan, Amin, contemporary aspects of the Old City in Damascus, the General Company for technical studies and consultancies Syria
10. Wazery, Yahya, architectural design, eco-friendly green building towards 2007, p 118 ,120 ,122
11. Wazery, Yahya, building applications on the environment - solar design of the internal courtyard, publisher Madbouli Library, the first edition 2002 p 17,

مراجع مترجمة

12. Adam and the apple, originality and beauty of the lunar architecture of Yemen, the Internet 2011
13. Bahrain for building and construction, how to use natural and artificial lighting in your home, the Internet 2008
14. ElaKiri Community, the Internet 2008
15. National Committee for the Saudi Building Code, management engineering offices, Saudi Arabia 1428 (H)
16. Organization of Islamic Capitals and Cities, he founded the architectural design and urban planning in the Middle Ages various analytical study on the capital Samaa, Saudi Arabia 2005
17. the first network, the use of natural and artificial lighting in the home, the Internet 2008
18. The Ministry of Electricity, Saudi Arabia, consumer guide to rationalize the consumption of electric power, fourth edition, 1427 H
19. Youth Damanhour, lighting and their role and their impact on the decorations of homes and shops and public places, the Internet 2009

المواقع الالكترونية

20. http://www.kawngroup.com/ar/solar-energy/2010-07-04-23-45-11/99-sun-positions-calculations
21. http://www.michaelscholz.de/neuehomepage/tutorial/tut
22. lakii.com © 2007. All rights reserved
23. www.lakll.com

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2012/2/22