مجلة جامعة الملك سعود، ٩، العمارة والتخطيط، ص ص ١١٣ - ١٢٨، الرياض (١٤١٧هـ/ ١٩٩٧م)

الإضاءة الطبيعية للمسجد الجامع بالدرعية، الرياض، المملكة العربية السعودية

سعيد عبد الرحيم سعيد

أستاذ مشارك، قسم العمارة وعلوم البناء، كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود
الرياض، المملكة العربية السعودية

(قدم للنشر في ١٤١٦/٤/٢١هـ، وقبل للنشر في ١٤١٧/٥/٢٤هـ)

ملخص البحث. هذا البحث عبارة عن محاولة لدراسة إمكان توفير الإضاءة الطبيعية المطلوبة للقراءة داخل المسجد الجامع بالحي السكني لجامعة الملك سعود بالدرعية، وذلك من خلال تصميم الفتحات بتحديد شكلها وموقعها وأبعادها واتجاهها.

اعتمد البحث على ثلاث مراحل رئيسة، هي:

المرحلة الأولى: عبارة عن عمل قياسات ميدانية لعينة مختارة من مساجد الرياض لتحديد الاستنارة ونمط توزيعها داخل فراغ المسجد. وقد تمت القياسات على قسمين، في القسم الأول تم التركيز على قياس الاستنارة الطبيعية فقط وفي القسم الثاني تم التركيز على قياس الاستنارة المشتركة (الطبيعية والاصطناعية). كذلك تم قياس الإضاءة الخارجية بالقرب من النافذة تحت الظل لتفادي مفعول الإضاءة الناتجة من أشعة الشمس المباشرة.

المرحلة الثانية: كانت خاصة بتقويم الاستنارة داخل المسجد بواسطة المصلين. لقد تم توزيع استمارات الاستبانة على المصلين عند دخولهم المسجد لأداء صلاة الجمعة بعد أن تم تقديم شرح مفصل لهم عن أهداف الاستبانة والقصد من الأسئلة وكيفية الإجابة عليها.

المرحلة الثالثة: ركزت على دراسة العديد من البدائل التصميمية للفتحات بواسطة برنامج للحاسب الآلي بهدف التوصل إلى الحلول التي من شأنها أن توفر الإضاءة الطبيعية المطلوبة للقراءة داخل المسجد المذكور.

مقدمة

لا شك أن الإضاءة الطبيعية لها العديد من المميزات، فهي مجانية ومتوفرة خاصةً في المناطق المدارية، كما وأنها مريحة للعين إلا أنها لا تخلو من بعض السلبيات التي تتمثل في صعوبة التحكم فيها، خاصة في فصل الصيف عندما يصاحبها إشعاع حراري. إن التصميم المثالي للنافذة يجب أن يوفر الإضاءة الطبيعية المطلوبة وفي الوقت نفسه يعمل على تخفيض مفعولها السلبي من ناحية انتقال الحرارة [١، ص ص ١-٥]. إن الواجب يحتم على المصممين الاستعانة بالإضاءة الطبيعية كلما كان ذلك ممكناً، وذلك نسبة لفوائدها النفسية والصحية من خلال ربط الفراغ الداخلي بالطبيعة الخارجية إضافةً إلى مفعولها في ترشيد استهلاك الكهرباء. إن الإضاءة المثالية ليست فقط بتوفير الاستنارة المطلوبة في موقع العمل وإنما يتضمن أيضاً التوزيع المريح لها وعدم وجود التباين الكبير في مستوياتها داخل الفراغ لتفادي الإجهاد البصري. إن الهدف الأساسي والمشكلات المتعلقة بالإضاءة الطبيعية في المناطق الحارة يمكن تلخيصها في الآتي:

١- توفير القدر المطلوب من الاستنارة وتفادي الإجهاد البصري الذي ينتج من التباين في توزيع الاستنارة.

٢- تفادي المفعول السلبي الناتج من نفاذ أشعة الشمس المباشرة إلى الداخل في الأوقات غير المرغوب فيها، ومن انعكاسها من المسطحات الخارجية المحيطة بالمبنى والتي قد تسبب الإلهاء.

خلال صلاة الجمعة يحضر المصلون إلى المسجد قبل بداية الصلاة بوقت كاف لقراءة القرآن. حتى الآن لم يتم عمل الدراسات التي تحدد الاستنارة المطلوبة لقراءة القران داخل المساجد، إلا أن تقرير جمعية مهندسي الإنارة (IES) قد ذكر أن الاستنارة المطلوبة لقراءة المطبوعات تتراوح من ٢٠٠ إلى ٥٠٠ لكس [٢]. من الناحية النظرية البحتة أنه كلما زادت مساحة الفتحات أو المسطحات الزجاجية زادت الاستنارة، ولكن في المقابل فإن الزيادة في مساحة المسطحات الزجاجية تؤدى إلى الزيادة في معدل تدفق الحرارة من الخارج إلى الداخل أو العكس، والذي بدوره يؤدى إلى استهلاك المزيد من الطاقة من أجل تكييف المناخ الداخلي. هذا يحتم على المصمم التوصل إلى الحل الأمثل الذي يوفر الإضاءة الطبيعية الملائمة ويساعد في تخفيض معدل تدفق الحرارة. هنالك العديد من الطرق التي يمكن بواسطتها تقدير الاستنارة على مستوى العمل وتوزيعها داخل الفراغ، والتي تختلف

في دقتها، وتعقيداتها، وسهولة تطبيقها، ومن أهمها الطرق التالية :

طريقة اللومن لتصميم الإضاءة الطبيعية Lumen Method of Day-lighting Design

تعتمد هذه الطريقة على معدل الدفق الكلي (Total flux = Φt) الآتي من سطح النافذة [٣، ص ص ١٠٣-١١٤]. تستند هذه الطريقة على اعتبار أن المبنى صندوق مغلق وأن الضوء ينفذ إلى داخله من خلال النافذة. بعد تحديد الدفق الضوئي على سطح النافذة (Eω) لكس، يتم ضربها في مساحة النافذة (Aω) متر مربع، والناتج يمثل معدل الدفق الكلي (Φt) ، ويمكن حسابه بواسطة المعادلة التالية :-

$$(A\omega)\ X\ (E\omega)\ = \Phi t\ \text{Lumen}$$

لا شك أن كمية الاستنارة سوف تنخفض نتيجةً لثلاثة عوامل هي :

١- معامل صيانة النافذة الذي يعتمد على مدى نظافة الزجاج ومعدل اتساخه نتيجةً للأتربة و العوامل المناخية الأخرى (M).

٢- معامل الزجاج في حالة عدم استعمال الزجاج العادي { Clear glass} ، (G).

٣- الإطار المحيط بالزجاج والفواصل الداخلية للنافذة والتي قد تعوق نفاذ الضوء إلى الداخل (B).

وبالتالي يكون مجموع الدفق الكلي (Φe) هو ناتج ضرب العوامل الثلاثة، ويمكن حسابه بواسطة المعادلة التالية :

$$B\ X\ G\ X\ M\ X\ \Phi t\ =\ \Phi e\ \text{Lumen}$$

ولإيجاد متوسط الاستنارة داخل الفراغ يمكن تقسيم مجموع الدفق الكلي (Φe) على المساحة الكلية للفراغ الداخلي. أما إذا كان المطلوب تحديد الاستنارة على نقطة معينة ، فهذا يتطلب تحديد معامل الإفادة (Utilisation factor,(UF. إن معامل الإفادة يعتمد على مساحة النافذة وموقعها وعلاقتها بنقطة العمل وكاسرات الشمس و الانعكاسات من الأسطح الداخلية وأبعاد الفراغ الداخلي [٣، ١٠٤-١١٣].

طريقة الإسقاط المنظوري

تعتمد طريقة الإسقاط المنظوري على رسم منظور داخلي للنافذة على ورق شفاف كما يُرى من النقطة التي يراد تحديد الاستنارة عليها، حيث تكون المسافة المنظورية من

نقطة النظر إلى مستوى الصورة تساوي ٣٠ مم، ثم يتم رسم جميع الحواجز الخارجية الواقعة على المسقط نفسه. وبعد ذلك يتم وضع الورقة الشفافة على مخطط خاص جاهز يسمى مخطط وعاء الفلفل Pepper point diagram بحيث يكون مركز الورقة منطبق على مركز المخطط. بعد ذلك يتم حصر عدد النقاط الواقعة على مساحة السماء المرئية ويقسم هذا العدد على عشرة للحصول على مركبة السماء Sky component, (SC) . وبعدها يتم تحديد عدد النقاط الواقعة على مساحة الحواجز ويقسم هذا العدد على مائة للحصول على المركبة المنعكسة الخارجية External reflected componet, (ERC) [٥]. أما المركبة المنعكسة الداخلية Internal reflected component,(IRC) فيمكن تحديدها بناءاً على معادلة مركز أبحاث البناء (BRS)، [٦] :

$$[\,0.85W \div A(1-\rho)\,]\ X\ (C\rho fw + C\rho cw) = IRC$$

حيث :

W = مساحة النافذة (م٢).

A = المساحة الكلية (للسقف + الأرضيات + الحوائط بما فيها الفتحات).

ρ = متوسط معامل الانعكاسية للسقف والأرضيات والحوائط.

Cρfw = متوسط معامل الانعكاسية للأرضيات و الحوائط الثلاثة تحت مستوى السطح الأفقي الذي يمر بمنتصف ارتفاع النافذة.

Cρcw = متوسط معامل الانعكاسية للسقف والحوائط الثلاثة فوق مستوى السطح الأفقي الذي يمر بمنتصف ارتفاع النافذة.

C = معامل الحجب والذي يعتمد على زاوية الأجسام المواجهة للنافذة والتي تتسبب في حجب الإضاءة الطبيعية.

طريقة السماء الاصطناعية Artificial Sky

تعتمد هذه الطريقة على محاكاة السماء الحقيقية بسماء اصطناعية بواسطة المصابيح الكهربائية. لقد وفرت التقنية الحديثة إمكانات هائلة في مجال التحكم في خصائص ومواصفات السماء الاصطناعية حيث صار بالإمكان تمثيل السماء الملبدة بالغيوم والسماء الصافية Clear and overcast skies بواسطة السماء الاصطناعية. تتم دراسة الإضاءة بعمل مجسم للمبنى بمقياس مناسب ثم يتم وضعه تحت السماء الاصطناعية ، وبواسطة الخلايا

الضوئية الحساسة يتم رصد الاستنارة في الأماكن التي يتم اختيارها. من إيجابيات هذه الطريقة هي إمكان محاكاة السماء الحقيقية خلال الفصول المختلفة، وكذلك دراسة الإضاءة في المباني ذات التصاميم المعقدة والتي يصعب دراستها بواسطة الطرق الحسابية.

الطريقة البريطانية : معامل الإضاءة النهارية Daylight Factor

أما الطريقة البريطانية فقد تم تطويرها بواسطة مركز أبحاث البناء ببريطانيا (BRS) ، وهي تعتمد على تحديد معامل الإضاءة النهارية (DF) ,Daylight factor، [٣، ١٠٤-١١٣ ؛ ٤، ١٤١-١٤٧ ؛ ٥، ٦]. معامل الإضاءة النهارية هو مجموع المركبات الثلاث، وهي مركبة السماء (SC) Sky component, والمركبة المنعكسة الخارجية Externally reflected component, (ERC) ، والمركبة المنعكسة الداخلية Internally reflected component, (IRC) ، بالتالي تكون معادلة معامل الإضاءة النهارية كالآتي :

(١) .....IRC + ERC + SC = DF

ويتم حساب الاستنارة النهارية Illuminance E على نقطة معينة بواسطة المعادلة التالية :

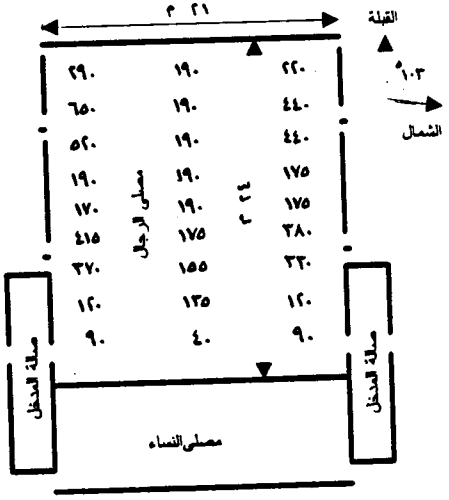
(٢).....SL X (100 ÷ DF) = E لكس

حيث SL هي استنارة السماء.

إن الطريقة البريطانية قد أثبتت صحتها بالنسبة للسماء الغائمة Overcast sky ، أما بالنسبة للسماء الصافية Clear sky ، كما هو الحال في المناطق ذات المناخ الحار الجاف، فإن الوضع يختلف تماماً. عندما تكون السماء صافية تكون هنالك إضاءة مباشرة من الشمس، وأخرى منتشرة من السماء. وبما أن أشعة الشمس قد تتسبب في زيادة درجة الحرارة فمن الواجب منعها من النفاذ إلى الداخل خاصة خلال الفترات الحارة. كذلك يجب التعامل مع الإضاءة المباشرة والإضاءة المنتشرة كلاً على حده وبطريقة منفصلة وذلك نسبةً للاختلاف في تفاعلهما مع كاسرات الشمس والأسطح المحيطة. إن الفصل بين الإضاءة المباشرة والإضاءة المنتشرة ليس بالأمر السهل، ويتطلب التعامل مع العديد من المتغيرات والتي دون شك تؤثر على صحة النتائج [٣، ١٠٤-١١٣].

عينة البحث

لقد تم اختيار المسجد الجامع بسكن أعضاء هيئة التدريس والموظفين بجامعة الملك سعود بالدرعية كعينة للدراسة حيث تميز هذا المسجد ببساطة التصميم مما ساعد في تحديد مواقع منتظمة لعمل القياسات، وهنالك ميزة مهمة قلّ أن توجد في المساجد الأخرى، وهي أن الغالبية العظمى من رواد هذا المسجد هم من أساتذة الجامعة، مما سهل عملية توزيع استمارات الاستبانة، و استيعاب الأسئلة والإجابة عليها، وجمع الاستمارات. ينقسم المسجد إلى ثلاثة أقسام، القسم الأول يقع في الطابق الأرضي في الجزء الأمامي للمسجد وأبعاده ٢٤×٢١ م وهو خاص بالرجال، ويتسع لحوالي ٤٥٠ رجلاً، (الشكل رقم ١). القسم الثاني ويقع في الطابق الأرضي في الجزء الخلفي للمسجد وأبعاده ١٢×٢١م وهو خاص بالنساء، ويتسع لحوالي ٢٣٠ امرأة. أما القسم الثالث ويقع في الطابق المسروق Mezzanine فوق مصلى النساء وجزء من مصلى الرجال وأبعاده ١٨×٢١م وهو امتداد لمصلى الرجال، ويُستعمل فقط لصلاة الجمعة ويتسع لحوالي ١٥٠ رجلاً. يحتوي مصلى الرجال الرئيس والذي تركزت عليه هذه الدراسة على عشرة نوافذ مستطيلة الشكل عرضها ٠,٨م وارتفاعها ٦,٢م. خمسة منها على الواجهة الشمالية الغربية والخمسة الأخرى على الواجهة الجنوبية الشرقية. إطار الفتحات من الألمنيوم وتحتوي على زجاج عادي بسمك ٤مم تقريباً. يحتوي المصلى الرئيس للرجال على مائة وعشر وحدة إنارة اصطناعية، تحتوى كل وحدة منها على أربعة مصابيح فلورية Fluorescent lamp قدرة ٢٠ واط وناتج إخراجها ٩٢٠ لومن [٧، ٣١-٣٧]، وكفاءتها Light flux حوالي ٦٣ لومن/واط [٨، ص ٧٤]. تم تثبيت ٨٠ وحدة في السقف المستعار على ارتفاع ٦,٩٥م من مستوى الأرض، أما الثلاثون وحدة الباقية والتي تقع في الجزء الخلفي من المصلى الرئيسي للرجال فقد تم تثبيتها على ارتفاع ٣,٨٥م. ويحتوي المسجد الرئيس على ٣٥ مصباحاً فتيلياً Filament lamp قدرة ٦٠ واط والتي تم تعليقها من سقف الجزء الرئيس من المسجد على ارتفاع ٢,٨ م من الأرض، وناتج إخراجها ٥٧٥ لومن [٧، ٣١-٣٧]، وكفاءتها حوالي ١٠ لومن/واط [٨، ص ٧٤]. وبما أن اتجاه القبلة بمدينة الرياض ٢٥٧ درجة باتجاه عقارب الساعة من الشمال فقد تم وضع الفتحات الجانبية على الواجهة الجنوبية الشرقية باتجاه ١٦٧ درجة والفتحات على الواجهة الشمالية الغربية باتجاه ٣٤٧ درجة من الشمال.

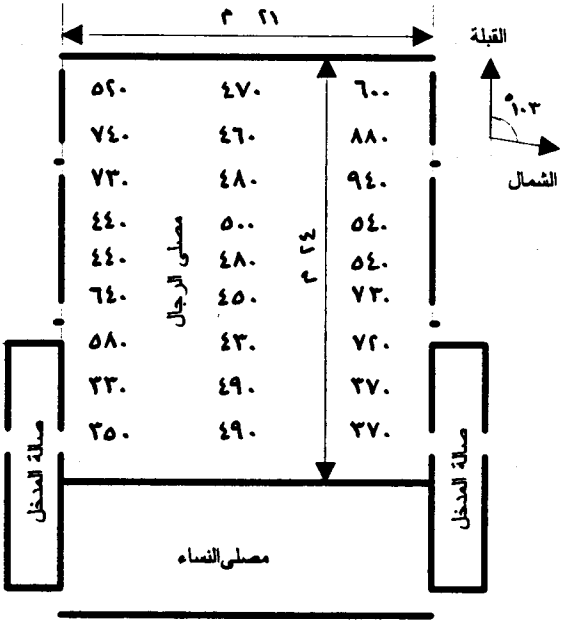


شكل رقم (١). الاستنارة الناتجة من الإضاءة الطبيعية للمسجد الحالي

القياسات الميدانية

القياسات الميدانية التي تمثل المرحلة الأولى من الدراسة تمت بواسطة أجهزة قياس الإضاءة Light Meter 2818 . لقد تمت معايرة هذه الأجهزة للتأكد من دقتها بواسطة اختصاصي الإنارة بشركة الإنارة السعودية المحدودة بالرياض. قياس الاستنارة الأفقية داخل الجزء الرئيس للمسجد الجامع بالدرعية تم يوم الجمعة الثاني من شهر أغسطس ١٩٩١م على مرحلتين، المرحلة الأولى ركزت على قياس الاستنارة الناتجة من الإضاءة الطبيعية فقط و الاستنارة الخارجية الأفقية بالقرب من النوافذ. أما المرحلة الثانية فقد ركزت على الاستنارة الناتجة من الإضاءة الطبيعية والاصطناعية معاً. لقد تم تقسيم مساحة المسجد إلى شبكة تحتوي على ٣٣ نقطة تم وضع أجهزة القياس فيها على مستوى سطح الأرض، نظراً لأن معظم قراءة القرآن تكون بالقرب من هذا المستوى. ولقد أظهرت الاستنارة الناتجة من الإضاءة الطبيعية فقط أظهرت تبايناً واضحاً (الشكل رقم ٢) ، إذ تراوحت من ٧٥ لكس تم تسجيلها في منتصف المنطقة الخلفية إلى ٦٥٠ لكس تم تسجيلها بالقرب من النافذتين على الحائط الجنوبي الشرقي. كذلك سجلت مستويات الاستنارة بالقرب من الحائط الشمالي الغربي تبايناً واضحاً، إذ تراوحت من ٨٠ لكس في المنطقة الخلفية إلى

٤٤٠ لكس في المنطقة القريبة من النافذتين. أما بالنسبة للاستنارة في منتصف المسجد فقد كان التباين أقل بكثير مقارنة بالمناطق القريبة من الحائطين الشمالي الغربي والجنوبي الشرقي، إذ تراوحت الاستنارة من ٤٠ لكس في المنطقة الخلفية إلى ١٩٠ لكس في المنطقة الأمامية. لقد دلت القياسات أن الاستنارة الناتجة من الإضاءة الطبيعية لحوالي ٨٠٪ من مساحة المسجد تراوحت من ٧٥ إلى ١٩٠ لكس وهي دون الحد الأدنى المقترح بواسطة جمعية مهندسي الإنارة الأمريكية (IES)، في حين أن الاستنارة في المساحة الباقية تراوحت من ٢٢٠ إلى ٦٥٠ لكس وهي تزيد قليلاً عن الحد الأعلى المقترح [٢]. أما بالنسبة للاستنارة الأفقية الخارجية بالقرب من النوافذ التي على الواجهة الشمالية الغربية فقد كانت ٨٢٠٠ لكس ، و بالقرب من النوافذ التي على الواجهة الجنوبية الشرقية فقد كانت ١٠٣٢٠ لكس. وبما أن الإضاءة الطبيعية لا توفر الاستنارة المطلوبة للجزء الأكبر من مساحة المسجد فقد تمت الاستعانة بالإضاءة الاصطناعية. وبعد تشغيل الإضاءة الاصطناعية تم تسجيل الاستنارة للنقاط السابقة نفسها، (الجدول رقم ١).



شكل رقم (٢). الاستنارة الناتجة من الإضاءة الطبيعية والاصطناعية للمسجد الحالي

جدول رقم (١). تسجيل نتائج قياس الاستنارة الفعلية

الصف	الإضاءة الطبيعية (لكس)			الإضاءة الطبيعية و الاصطناعية (لكس)		
الأفقي	أ	ب	ج	أ	ب	ج
١	٢٢٠	١٩٠	٢٩٠	٦٠٠	٤٧٠	٥٢٠
٢	٢٢٠	١٩٠	٢٤٠	٥٧٠	٤٣٠	٥٤٠
٣	٤٤٠	١٩٠	٦٥٠	٨٨٠	٤٦٠	٧٤٠
٤	٤٤٠	١٩٠	٥٢٠	٩٤٠	٤٨٠	٧٣٠
٥	١٧٥	١٩٠	١٩٠	٥٤٠	٥٠٠	٤٤٠
٦	١٧٥	١٩٠	١٧٠	٥٤٠	٤٨٠	٤٤٠
٧	٣٨٠	١٧٥	٤١٥	٧٣٠	٤٥٠	٦٤٠
٨	٣٣٠	١٥٥	٣٧٠	٧٢٠	٤٣٠	٥٨٠
٩	١٢٠	١٣٥	١٢٠	٣٩٠	٤٠٠	٣٣٠
١٠	٨٠	١١٠	٧٥	٣٧٠	٤٩٠	٣٥٠
١١	٩٠	٤٠	٩٠	٣٧٠	٤٩٠	٣٣٠

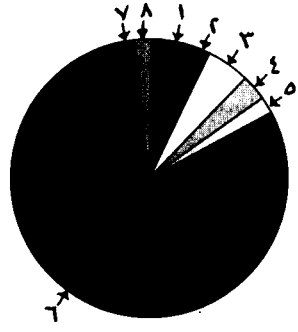
لقد دلت القياسات الخاصة بالإضاءة المشتركة أن الاستنارة لحوالي ٥٨٪ من مساحة المسجد تراوحت من ٣٣٠ إلى ٥٠٠ لكس، أي أنها تقع في حدود النطاق المقترح لقراءة المطبوعات، في حين تراوحت الاستنارة للمساحة المتبقية والتي تمثل حوالي ٤٢٪ من المساحة الإجمالية من ٥٢٠ إلى ٩٤٠ لكس وهي تفوق الحد الأعلى.

تقويم الاستنارة

المرحلة الثانية تمثلت في تقويم الاستنارة بواسطة المصلين. إن تقويم الاستنارة بواسطة المستعملين للمبنى ليس بالأمر السهل، فهو يعتمد على العديد من المتغيرات كعمر الأشخاص وحالتهم الصحية ونوعية النشاط الذي يقومون به...إلخ. لقد تم اختيار المسجد الجامع الخاص بأعضاء هيئة التدريس بجامعة الملك سعود نسبة لما يتمتع به من إيجابيات عديدة مثل التقارب في عمر المصلين، والمستوى التعليمي، وكذلك قراءة القران الكريم من مصاحف متشابهة تماماً تم طبعها جميعاً في المطبعة نفسها. أما الأسئلة التي احتوتها

الاستمارة فقد روعي فيها أن تكون سهلة وواضحة قدر الإمكان وأن تكون الإجابة عليها فقط بوضع علامة (√) أمام الإجابة الصحيحة. بشكل عام احتوت الاستمارة على ثلاث أقسام رئيسة، القسم الأول خاص بتحديد العمر، القسم الثاني خاص بتقويم الاستنارة ؛ هل هي شديدة جداً، شديدة نوعاً ما، مريحة تماماً، ضعيفة نوعاً ما، أو ضعيفة جداً. والقسم الثالث خاص بتحديد رغبة الشخص هل يرغب في الاحتفاظ بالاستنارة كما هي، أو زيادتها، أو تخفيضها. السؤال في القسم الثالث القصد منه التأكد من أن الشخص قد فهم المطلوب من السؤال الذي احتواه القسم الثاني. وقد تم توزيع الاستمارات على المصلين عند دخولهم المسجد مع شرح مفصل لهم عن أهداف الاستبانة، والقصد من الأسئلة وكيفية الإجابة عليها وتوقيت الإجابة و كيفية تسليمها. وقد كان التجاوب مشجعاً للغاية، إذ تم توزيع ٤٥٠ استمارة جُمع منها ٣٩٢ استمارة. وبعد ترتيب الاستمارات وفحص الإجابات تم استبعاد ٤٩ استمارة نتيجة للنقص الواضح في المعلومات، أو الخلط في الإجابة. بعد تحديد الاستمارات الصحيحة ، تم تحليل المعلومات التي احتوتها بواسطة الحاسب الآلي. أظهرت نتائج التحليل للبيانات التي احتواها القسم الأول من الاستمارة أن ١٨٪ من الذين شاركوا في الدراسة تراوحت أعمارهم من ١٨ إلى ٢٤ سنة ، ٢٪ تراوحت أعمارهم من ٢٥ إلى ٣١ سنة، ٢٧٪ تراوحت أعمارهم من ٣٢ إلى ٣٨ سنة، و ٥٣٪ تراوحت أعمارهم من ٣٨ إلى ٥٥ سنة . وهذا يعكس التجانس الكبير في عمر الذين شاركوا في الاستبانة إذ تراوح عمر ٨٠٪ منهم من ٣٢ إلى ٥٥ سنة. أما تحليل البيانات الخاصة بتقويم الاستنارة بواسطة المصلين (الشكل رقم ٣)، فقد أوضحت أن ٨١٪ منهم ذكروا أن الاستنارة الناتجة من الإضاء الطبيعية والاصطناعية مريحة تماماً، ٧٩٪ منهم يفضلونها كما هي، بينما ذكرت ٢٪ الباقية منهم أنهم يفضلون زيادة الاستنارة الحالية. كذلك فإن ٨٪ من المصلين ذكروا أن الاستنارة الحالية شديدة نوعاً ما، ٥٪ منهم يفضلون تخفيضها في حين أن الـ ٣٪ الباقون يفضلونها كما هي، ٧٪ من المصلين ذكروا أن الاستنارة الحالية شديدة جداً، ٥٪ منهم يفضلون تخفيضها، في حين أن الـ ٢٪ الباقون يفضلونها كما هي، ٣٪ من المصلين ذكروا أن الاستنارة الحالية ضعيفة نوعاً ما ويفضلون زيادتها، و٢٪ منهم ذكروا أنها ضعيفة جداً ويفضلون زيادتها. من هذه الإحصاءات يتضح أن الغالبية العظمى من المصلين والذين يمثلون ٧٩٪ منهم قد ذكروا أنهم مرتاحون تماماً للاستنارة الناتجة من الإضاء الطبيعية والاصطناعية ويفضلونها كما هي. وفي محاولة للاستفادة القصوى

من الإضاءة الطبيعية بهدف ترشيد استهلاك الطاقة، كان لا بد عمل الدراسات والتجارب الميدانية والمعملية على العديد من البدائل الخاصة بتصميم الفتحات للمسجد الجامع والتي قد توفر الاستنارة المطلوبة بواسطة الإضاءة الطبيعية فقط، وقد اعتمد هذا البحث على الدراسات المعملية بواسطة برنامج الحاسب الآلي Quick نسبة لقلة التكلفة وسرعة الحصول على النتائج مقارنةً بالدراسات على النماذج الفعلية.

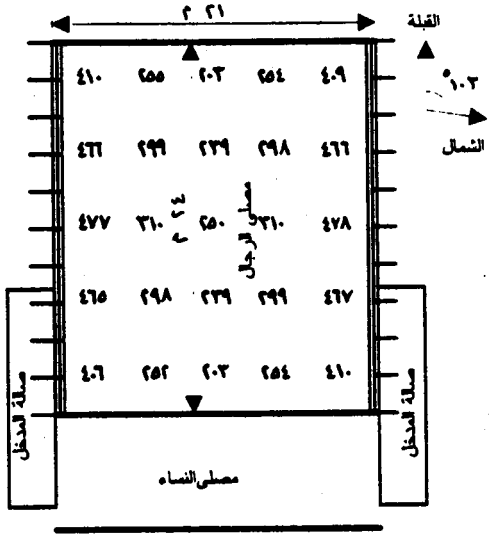


رقم ١ الاضاءة شديدة جداً ويفضل تخفيضها
رقم ٢ الاضاءة شديدة جداً ويفضل عدم تغيرها
رقم ٣ الاضاءة شديدة نوعاً ما ويفضل تخفيضها
رقم ٤ الاضاءة شديدة نوعاً ما ويفضل عدم تغيرها
رقم ٥ الاضاءة مريحة تماماً ويفضل تخفيضها
رقم ٦ الاضاءة مريحة تماماً ويفضل عدم تغيرها
رقم ٧ الاضاءة ضعيفة نوعاً ما ويفضل زيادتها
رقم ٨ الاضاءة ضعيفة جداً ويفضل زيادتها

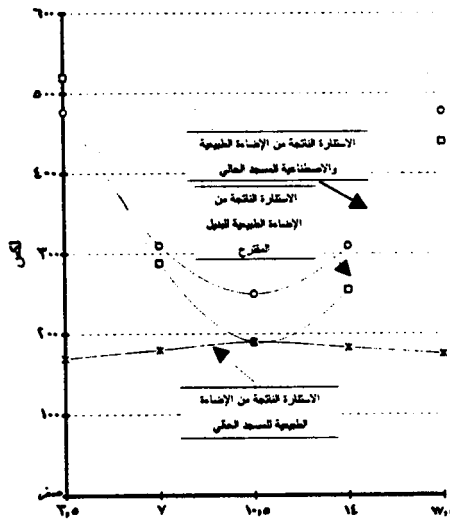
شكل رقم (٣). تقويم الاستنارة الناتجة من الإضاءة الطبيعية والاصطناعية للمسجد الحالي

المحاكاة بواسطة الحاسب الآلي

إن الحسابات اليدوية قد تتوقف عند حد معين يصعب معه عمل حسابات معقدة وكثيرة في الوقت نفسه. وقد وفر الحاسب الآلي الوسيلة الفعّالة لعمل حسابات الإضاءة من خلال العديد من البرامج الخاصة بالإضاءة. إن برامج الحاسب الآلي والخاصة بعمل الدراسات في مجال الإضاءة في تطور مستمر. هنالك عدد من البرامج والتي تم تطويرها لعمل الدراسات في مجال التكييف والإضاءة معاً، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر برنامج الـ DOE2 والذي تم تطويره بجامعة كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية [٩] وبرنامج Quick والذي تم تطويره في بريتوريا بجنوب أفريقيا [١٠، ص ص ٧٤-٧٨]. وهنالك أيضاً البرامج التي ركزت على الإضاءة فقط مثل برنامج Cadilight, Superlite,



شكل رقم (٤). الاستنارة الناتجة من الإضاءة الطبيعية والتي تم حسابها للبديل المقترح



شكل رقم (٥). مقارنة الاستنارة الناتجة من الإضاءة الطبيعية والإضاءة المشتركة للمسجد الحالي والإضاءة المحسوبة بواسطة التمثيل للبديل المقترح

الاستنتاجات والتوصيات

١- لقد أثبتت نتائج القياسات الميدانية أن الاستنارة الناتجة من الإضاءة الطبيعية في ٨٠٪ من مساحة الفراغ الداخلي للتصميم الحالي للمسجد الجامع بسكن أعضاء هيئة التدريس بالدرعية لا تلبي متطلبات المصلين من أجل قراءة القران وأنها كانت دون الحد الأدنى المقترح بواسطة جمعية مهندسي الإنارة (IES). كذلك كان هنالك تبايناً واضحاً في توزيع الاستنارة حيث إنها كانت قوية جداً في مساحة صغيرة محصورة بالقرب من الفتحات وضعيفة جداً في معظم الفراغ الداخلي والبعيد من الفتحات، لذلك كان لا بد من الاستعانة بالإضاءة الاصطناعية.

٢- لقد عكست البيانات الخاصة بالدراسة الميدانية أن 18٪ من المصلين الذين شاركوا في الاستبانة تراوحت أعمارهم من ١٨ إلى ٢٤ سنة و ٢٪ منهم تراوحت أعمارهم من ٢٥ إلى ٣١ سنة و ٨٠٪ منهم تراوحت أعمارهم من ٣٢ إلى ٥٥ سنة.

٣- لقد ذكر ٧٩٪ من المصلين أن الاستنارة الناتجة من الإضاءة الطبيعية والاصطناعية مريحة تماماً ويفضلونها كما هي، ٢٪ ذكروا أنها مريحة تماما ولكن يفضلون زيادتها، و١٥٪ ذكروا أنها شديدة أو شديدة جداً ويفضلون تخفيضها، و٤٪ ذكروا أنها ضعيفة أو ضعيفة جداً ويفضلون زيادتها.

٤- بالنسبة للمسجد الجامع بسكن أعضاء هيئة التدريس بالدرعية ، أثبتت الدراسة التي اعتمدت على برنامج الحاسب الآلي ، أن البديل التصميمي الذي يحتوي على ٢٠ نافذة بعرض ٢,٣م وارتفاع ١,٢م وبارتفاع ٤,٥م عن سطح الأرض توفر الاستنارة المناسبة والتوزيع المريح لها بالاعتماد على الإضاءة الطبيعية فقط، مع إمكان حمايتها من أشعة الشمس بواسطة الكاسرات الأفقية والعمودية الثابتة.

٥- أثبتت الدراسة إمكان توفير الاستنارة الملائمة بواسطة الإضاءة الطبيعية فقط للعديد من مساجد مدينة الرياض وذلك من خلال التصميم المدروس للفتحات، وذلك بتحديد موقعها وشكلها، ومساحتها واتجاهها ، وارتفاعها عن سطح الأرض.

٦- كذلك أثبتت الدراسة الحاجة الماسة لإجراء المزيد من التجارب المعملية بواسطة برامج الحاسب الآلي لتحديد أداء الفتحات التي توجد في السقف

العلوي Clear storey، ومقارنتها بأداء الفتحات على الواجهات. وبما أن برنامج الحاسب الآلي لا يتضمن إمكانية تمثيل الفتحات التي توجد في السقف العلوي لذلك فقد اقتصرت هذه الدراسة على الفتحات التي على الواجهات.

شكر وتقدير. الشكر والتقدير لكل من ساهم في إعداد هذه الدراسة، وساعد في توفير المعلومات اللازمة. الشكر والتقدير للمهندس فواد رضوان الذي ساهم في توزيع وجمع الاستمارات الخاصة بالاستبانة. الشكر موصول إلى عميد كلية العمارة والتخطيط ووكيل الكلية ومدير الشؤون الإدارية لمساعدتهم في عمل الاتصالات بالجهات ذات الاختصاص لتسهيل متطلبات الدراسة. والشكر والتقدير لمدير مكتب الإسكان الفرعي بالدرعية ولإمام المسجد و للمصلين الذين قاموا بالإجابة على أسئلة الاستبانة.

المراجع

[١] Elton, J. Carins. *Window and Lighting Program*. Applied Science Division Annual Report, Berkeley, California: Lawrence Berkeley Laboratory, USA, Department of Energy, 1988.

[٢] IES. *Recommended Practice of Daylighting*. New York: Illuminatiom Engineering Society, USA, 1979.

[٣] Szokolay, S.V. *Environmental Science Handbook for Architects and Builders*. Lancaster, England: The Construction Press Litd., 1980.

[٤] Koenigsberger, O. H.; Ingersoll T.G.: Mayhew A; and Szokolay S.V. *Manual of Tropical Housing and Building, Part1, Climatic Design*. London: Longman Group Litd., 1980.

[٥] الزغبي، يحي يوسف و حماد، رزق شعبان. "الإضاءة النهارية في المباني في مدينة الرياض". *مجلة دراسات العلوم الهندسية والتكنولوجية*، جامعة الأردن، م ١٦، ع ٥، (١٤٠٩/١٩٨٩)، ٧-٢٣.

[٦] Longmore, J. *BRS Daylight Protractors*. London: HMSO, 1968.

[٧] Hopkionson, R.G. *Architectural Physics Lighting*. London: Department of Scientific and Industrial Research, Building Research Station, Her Majestys Office, 1963.

[٨] زكي، آسر على و الكمشوش، حسن: *هندسة الإضاءة*. بيروت: دار الراتب الجامعي- ١٩٨٦م.

[٩] Applied Science Division. *DOE-2*. Lawrence Berkeley Laboratory, California: University of California, Berkeley, 1989.

[١٠] Centre for Experimental and Thermal Flow. *Quick Thermal Analysis Program Version 4*. Republic of South Africa : Department of Mechanical Engineering, University of Pretoria, Pretoria , 1989..

[١١] سعيد، سعيد عبد الرحيم. "متطلبات التظليل وتحديد زوايا الظلال واختيار التوجيه الأمثل للمباني والنوافذ". *دراسات هندسية، كلية الهندسة، جامعة العين*، م ٤، ع ١، (١٩٩١م)، ١-٢٩.

Natural Light for Friday Mosque at Addariya Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia

Saeed Abdel Rahim Saeed
College of Architecture and Planning, King Saud University
P. 0. Box 57448, Riyadh 1 1574, Saudi Arabia

(Received on 21/4/1416 H., accepted on 24/5/1417H.)

Abstract. The objective of this study is to investigate the possibilities for providing adequate natural lighting for citation of Quraan before Friday prayer, through the design of openings; selecting optimum location, area and orientation. The study was based upon three main activities. These are: Conducting field measurements for a case study selected from Riyadh mosques, to determine the intensity and distribution of lighting . This was carried out at two stages; the first stage was concerned with the measurements of natural lighting only, while the second stage was concerned with the measurements of natural and artificial lighting; Conducting a questionnaire survey for worshippers to record their evaluation of the existing illumination due to natural and artificial lighting.

Based on the analysis of the data received from the two measurement stages and the questionnaire survey, a series of studies using computer simulation were carried out to select an optimum solution for Addariya Friday mosque which will provide adequate natural lighting.

Keywords : Natural lighting, Simulation of natural lighting, Measurements of lighting, Indoor environment for Friday mosque, Design of openings for natural lighting.