

## 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 بالحلي 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 الاستتارة ونمط توزيعها داخل فراغ المسجد. وقد تمت القياسات على قسمين، في القسم الأول تم التركيز على قياس الاستتارة الطبيعية فقط وفي القسم الثاني تم التركيز على قياس الاستتارة 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 الاستتارة 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 خاصة 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 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 إضافة 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 القرآن 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 تؤدي إلى الزيادة في معدل تدفق الحرارة من الخارج إلى الداخل أو العكس، والذي بدوره يؤدي 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، وتعقيدها، 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 =  $\Phi_t$ ) 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 ( $E_w$ ) لكس، يتم ضربها في مساحة النافذة ( $A_w$ ) متر مربع، والنتيجة يمثل معدل الدفق الكلي ( $\Phi_t$ )، ويمكن حسابه بواسطة المعادلة التالية :-

$$(A_w) \times (E_w) = \Phi_t \text{ Lumen}$$

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 والعوامل 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 ( $\Phi_e$ ) هو ناتج ضرب العوامل الثلاثة، ويمكن حسابه بواسطة المعادلة التالية :

$$B \times G \times M \times \Phi_t = \Phi_e \text{ Lumen}$$

ولإيجاد متوسط الاستنارة داخل الفراغ يمكن تقسيم مجموع الدفق الكلي ( $\Phi_e$ ) 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 والانعكاسات 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 (SC) Sky component, . وبعدها يتم تحديد عدد النقاط الواقعة على مساحة الحواجز ويقسم هذا العدد على مائة للحصول على المركبة المنعكسة الخارجية (ERC) External reflected componet, [٥]. أما المركبة المنعكسة الداخلية (IRC) Internal reflected component, فيمكن تحديدها بناءً على معادلة مركز أبحاث البناء (BRS) ، [٦] :

$$[ 0.85W \div A(1-\rho) ] X (Cp_{fw} + Cpcw) = IRC$$

حيث :

W = مساحة النافذة (م<sup>٢</sup>).

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

$\rho$  = متوسط معامل الانعكاسية للسقف والأرضيات والحوائط.

$Cp_{fw}$  = متوسط معامل الانعكاسية للأرضيات والحوائط الثلاثة تحت مستوى السطح الأفقي الذي يمر بمنتصف ارتفاع النافذة.

$Cpcw$  = 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 الحاسوبية.

#### 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 كالاتي:

$$(١) \dots\dots\dots IRC + ERC + SC = DF$$

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

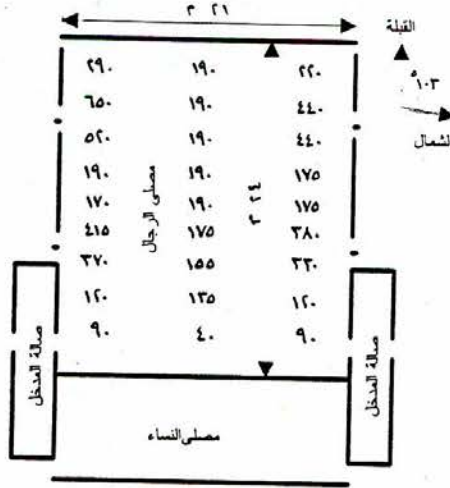
$$(٢) \dots\dots\dots SL \times (100 \div DF) = E \text{ لكس}$$

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 نسبة للاختلاف في تفاعلها 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 قل أن توجد في المساجد الأخرى، وهي أن الغالبية العظمى من رواد هذا المسجد هم من أساتذة الجامعة، مما سهل عملية توزيع استمارات الاستبانة، واستيعاب الأسئلة والإجابة عليها، وجمع الاستمارات. ينقسم المسجد إلى ثلاثة أقسام، القسم الأول يقع في الطابق الأرضي في الجزء الأمامي للمسجد وأبعاده  $24 \times 21$  م وهو خاص بالرجال، ويتسع لحوالي ٤٥٠ رجلاً، (الشكل رقم ١). القسم الثاني ويقع في الطابق الأرضي في الجزء الخلفي للمسجد وأبعاده  $12 \times 21$  م وهو خاص بالنساء، ويتسع لحوالي ٢٣٠ امرأة. أما القسم الثالث ويقع في الطابق المرسوم Mezzanine فوق مصلى النساء وجزء من مصلى الرجال وأبعاده  $18 \times 21$  م 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 ٠,٨ م وارتفاعها ٦,٢ م. خمسة منها على الواجهة الشمالية الغربية والخمسة الأخرى على الواجهة الجنوبية الشرقية. إطار الفتحات من الألمنيوم وتحتوي على زجاج عادي بسمك ٤ مم تقريباً. يحتوي المصلى الرئيس للرجال على مائة وعشر وحدة إنارة اصطناعية، تحتوي 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 ١٧٤]. تم تثبيت ٨٠ وحدة في السقف المستعار على ارتفاع ٦,٩٥ م من مستوى الأرض، أما الثلاثون وحدة الباقية والتي تقع في الجزء الخلفي من المصلى الرئيسي للرجال فقد تم تثبيتها على ارتفاع ٣,٨٥ م. 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 ١٧٤]. 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.

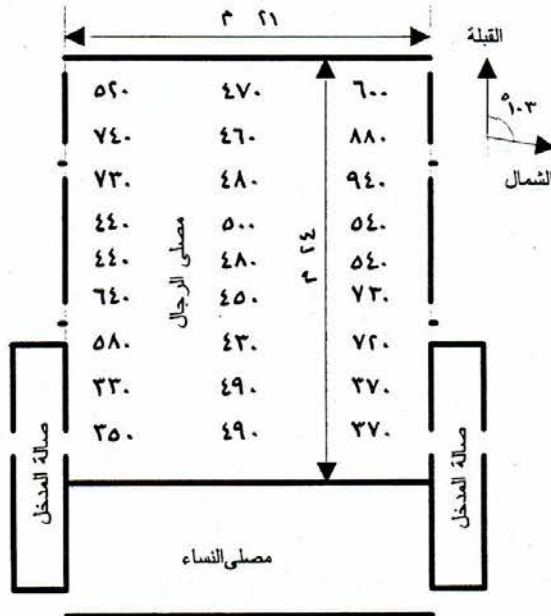


شكل رقم (١). الاستارة الناتجة من الإضاءة الطبيعية للمسجد الحالي

### 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 الاستارة الأفقية داخل الجزء الرئيس للمسجد الجامع بالدرعية تم يوم الجمعة الثاني من شهر أغسطس ١٩٩١م على مرحلتين، المرحلة الأولى ركزت على قياس الاستارة الناتجة من الإضاءة الطبيعية فقط والاستارة الخارجية الأفقية بالقرب من النوافذ. أما المرحلة الثانية فقد ركزت على الاستارة 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 الاستارة 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 الاستارة 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، وبالقرب 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)		
	أ	ب	ج	أ	ب	ج
الأفقي						
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

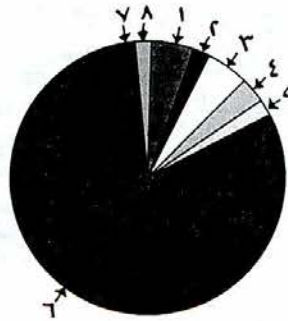
لقد دلت القياسات الخاصة بالإضاءة المشتركة أن الاستنارة لحوالي ٥٨٪ من مساحة المسجد تراوحت من ٣٣٠ إلى ٥٠٠ لكس، أي أنها تقع في حدود النطاق المقترح لقراءة المطبوعات، في حين تراوحت الاستنارة للمساحة المتبقية والتي تمثل حوالي ٤٢٪ من المساحة الإجمالية من ٥٢٠ إلى ٩٤٠ لكس وهي تفوق الحد الأعلى.

#### 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 القرآن 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 رئيسية ، القسم الأول خاص بتحديد العمر ، القسم الثاني خاص بتقويم الاستمارة ؛ 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 بالاستمارة 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 وكيفية 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 الاستمارة بواسطة المصلين (الشكل رقم ٣) ، فقد أوضحت أن ٨١٪ منهم ذكروا أن الاستمارة الناتجة من الإضاء الطبيعية والاصطناعية مريحة تماماً ، ٧٩٪ منهم يفضلونها كما هي ، بينما ذكرت ٢٪ الباقية منهم أنهم يفضلون زيادة الاستمارة الحالية. كذلك فإن ٨٪ من المصلين ذكروا أن الاستمارة الحالية شديدة نوعاً ما ، ٥٪ منهم يفضلون تخفيضها في حين أن الـ ٣٪ الباقون يفضلونها كما هي ، ٧٪ من المصلين ذكروا أن الاستمارة الحالية شديدة جداً ، ٥٪ منهم يفضلون تخفيضها ، في حين أن الـ ٢٪ الباقون يفضلونها كما هي ، ٣٪ من المصلين ذكروا أن الاستمارة الحالية ضعيفة نوعاً ما ويفضلون زيادتها ، و ٢٪ 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 للاستمارة 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 والعملية على العديد من البدائل الخاصة بتصميم الفتحات للمسجد الجامع والتي قد توفر الاستتارة المطلوبة بواسطة الإضاءة الطبيعية فقط، وقد اعتمد هذا البحث على الدراسات العملية بواسطة برنامج الحاسب الآلي Quick نسبة لقلة التكلفة وسرعة الحصول على النتائج مقارنة بالدراسات على النماذج الفعلية.



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

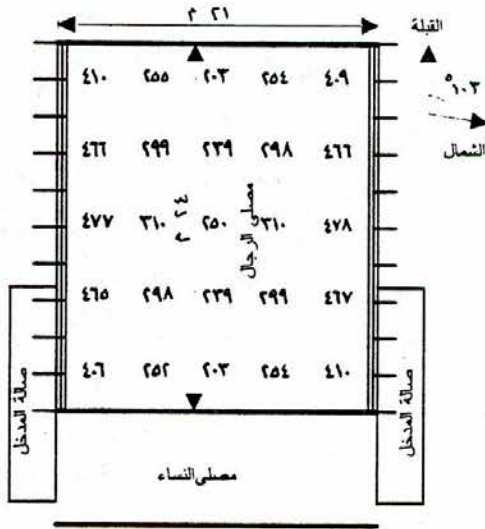
شكل رقم (٣). تقويم الاستتارة الناتجة من الإضاءة الطبيعية والاصطناعية للمسجد الحالي

### المحاكاة بواسطة الحاسب الآلي

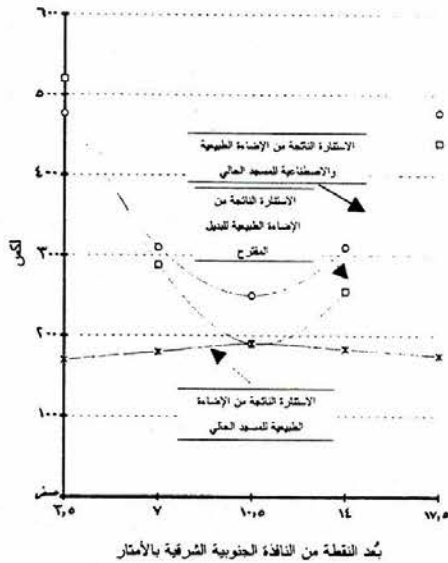
إن الحسابات اليدوية قد تتوقف عند حد معين يصعب معه عمل حسابات معقدة وكثيرة في الوقت نفسه. وقد وفر الحاسب الآلي الوسيلة الفعالة لعمل حسابات الإضاءة من خلال العديد من البرامج الخاصة بالإضاءة. إن برامج الحاسب الآلي والخاصة بعمل الدراسات في مجال الإضاءة في تطور مستمر. هنالك عدد من البرامج والتي تم تطويرها لعمل الدراسات في مجال التكيف 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 برينوريا بجنوب أفريقيا [١٠]، ص ص ٧٤-٧٨. وهنالك أيضاً البرامج التي ركزت على الإضاءة فقط مثل برنامج Cadilight, Superlite,

Quicklite, Daylite, وبدراسة خصائص هذه البرامج تم التوصل إلى أن برنامج Quick هو الأنسب لهذه الدراسة لكونه طور في مناخ حار ويمكن بواسطته محاكاة السماء الصافية Clear sky ، وإمكانه تمثيل أي عدد من الفتحات وفي أي واجهة من الواجهات بالإضافة إلى سهولة تشغيله وانتشار استعماله في العديد من مراكز البحث العلمي والجامعات وبواسطة العديد من الباحثين. ومن أجل التأكد من ملائمة البرنامج لهذه الدراسة فقد تم تمثيل الوضع الحالي للمسجد الجامع ومقارنة المخرج من التمثيل مع نتائج القياسات الفعلية.

بواسطة برنامج الحاسب الآلي Quick تمت دراسة العديد من البدائل التصميمية للفتحات في المسجد الجامع ، وقد تم إظهار نتائج البديل الذي يوفر الاستنارة المناسبة والتي تكون في حدود النطاق المقترح بواسطة جمعية مهندسي الإنارة والذي يتراوح من ٢٠٠ إلى ٥٠٠ لكس (الشكل رقم ٤). ومن أجل حماية هذه النوافذ من أشعة الشمس المباشرة خلال الفترة الحارة فقد تم تصميم كاسرات الشمس التي توفر التظليل الكامل ودراسة أثرها على الإنارة ونمط توزيعها. لقد تم تحديد قناع الظل Shading mask على مخطط مسار الشمس Solar chart لمدينة الرياض والذي اعتمد على تحديد الفترة الحارة Over heated period التي تتطلب التظليل (١ ، ص ١-٥) بواسطة قناع الظل ومنقلة الظلال تم تحديد زوايا الظل العمودية والأفقية ، وبالنسبة للفتحات التي على الواجهة الجنوبية الشرقية فقد اتضح أن زاوية الظل العمودية = ٤٥° ، وزاوية الظل الأفقية = ١٣° . أما بالنسبة للفتحات التي على الواجهة الشمالية الغربية فإن زاوية الظل الأفقية = ٣٨° . وبناءً على أبعاد الفتحات وزوايا الظلال الأفقية والعمودية ، تم تحديد بروز كاسرات الشمس التي توفر التظليل الكامل خلال الفترة الحارة. من هذه الدراسة اتضح أنه بالنسبة للفتحات التي على الواجهة الجنوبية الشرقية أنها تحتاج إلى كاسرتين ، واحدة أفقية والأخرى عمودية تبرزان ١,٠٥ م من سطح الواجهة. أما بالنسبة للفتحات التي على الواجهة الشمالية الغربية فقد اتضح أنها تحتاج إلى كاسرة عمودية واحدة فقط تبرز ٠,٥ م من سطح الواجهة. وقد أثبتت المقارنة أن الفرق ضئيل جداً إذ تراوح من ٣٪ إلى ٧٪ فقط (الشكل رقم ٥).



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



شكل رقم (٥). مقارنة الاستنارة الناتجة من الإضاءة الطبيعية والإضاءة المشتركة للمسجد الحالي والإضاءة المحسوبة بواسطة التمثيل للبيدليل 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 تلبى متطلبات المصلين من أجل قراءة القرآن 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 ١٨٪ 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 تماماً ولكن يفضلون زيادتها، و ١٥٪ ذكروا أنها شديدة أو شديدة جداً ويفضلون تخفيضها، و ٤٪ 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 العملية 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 اقتصرنا 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 وللمصلين الذين قاموا بالإجابة على أسئلة الاستبانة.

### المراجع

- Elton, J. Carins. *Window and Lighting Program*. Applied Science Division Annual Report, Berkeley, [١] California: Lawrence Berkeley Laboratory, USA, Department of Energy, 1988.
- IES. *Recommended Practice of Daylighting*. New York: Illumination Engineering Society, USA, [٢] 1979.
- Szokolay, S.V. *Environmental Science Handbook for Architects and Builders*. Lancaster, England: [٣] The Construction Press Ltd., 1980.
- Koenigsberger, O. H.; Ingersoll T.G.: Mayhew A; and Szokolay S.V. *Manual of Tropical Housing and Building, Part1, Climatic Design*. London: Longman Group Ltd., 1980.
- [٥] الزغبى، يحيى يوسف وحماد، رزق شعبان. "الإضاءة النهارية في المباني في مدينة الرياض". مجلة دراسات العلوم الهندسية والتكنولوجية، جامعة الأردن، م ١٦، ع ٥، (١٩٨٩/١٤٠٩)، ٧-٢٣.
- Longmore, J. *BRS Daylight Protractors*. London: HMSO, 1968. [٦]
- Hopkinson, R.G. *Architectural Physics Lighting*. London: Department of Scientific and Industrial [٧] Research, Building Research Station, Her Majesty's Office, 1963.
- [٨] زكي، أسر على و الكمشوش، حسن: هندسة الإضاءة. بيروت: دار الراتب الجامعي - ١٩٨٦م.
- Applied Science Division. *DOE-2*. Lawrence Berkeley Laboratory, California: University of [٩] California, Berkeley, 1989.
- Centre for Experimental and Thermal Flow. *Quick Thermal Analysis Program Version 4*. Republic of [١٠] 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.O.Box 57448, Riyadh 11574, 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.