أبحاث ندوة عمارة المساجد، م ٦ أ، ص ص ١٣-٢٤، كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود (١٤١٩ هـ/ ١٩٩٩م)

المعايير التصميمية للإضاءة الطبيعية في المساجد

طلال بن عبد الرحمن الردّادي

كلية العمارة والتخطيط ، جامعة الملك سعود

الرياض ، المملكة العربية السعودية

ملخص البحث: أهمية الإضاءة الطبيعية لا تقتصر على التوفير في استهلاك الطاقة فحسب، ولكن لتأثيرها على المستخدمين من الناحية العضوية والنفسية وكذلك على الناحية الوظيفية للمبنى[٢،١] وتحقيق الاتصال بين الداخل والخارج من خلال العناصر التي تسمح للضوء بالمرور (الفتحات) , وتزداد الحاجة للإضاءة الطبيعية في الفراغات الداخلية الكبيرة والتي يجتمع فيها الكثير من الناس مثل المساجد .

والملاحظ أن تصميم النوافذ والفتحات الأخرى التي تدخل الإضاءة الطبيعية لصالة الصلاة في المساجد، تصمم بشكل عشوائي، ومرتبطة بالواجهات الخارجية للمسجد أكثر من ارتباطها بنوعية وكمية الضوء المطلوب بالداخل.

وتهدف الدراسة لوضع معايير تصميمية للإضاءة الطبيعية القادمة من الحوائط الجانبية وللإضاءة العلوية من السقف, وتهدف هذه المعايير لتحسين أداء الإضاءة الطبيعية في المساجد من ناحية الكم والنوع, وكذلك للاستفادة القصوى من الفتحات، وبالتالي التوفير في استهلاك الطاقة وتوفير بيئة داخلية مناسبة؛ لأداء الوظائف المختلفة للمسجد.

المقدمة

تاريخياً، الإضاءة الطبيعية هي المصدر الرئيسي لتوفير الضوء داخل البيئة المبنية خلال ساعات النهار، وتعتبر الإضاءة الطبيعية العامل الرئيسي بعد مواد البناء في تشكيل المباني من الداخل والخارج،[٣] وعندما ظهرت مصابيح الفلورسنت بعد الحرب العالمية الثانية، والتي وفرت إضاءة رخيصة وثابتة وآمنة، تحرر المعماريون من قيود البحور المحدودة والكتل الصغيرة وهذا بالتالي أفقد المعماريون حساسية التصميم للإضاءة الطبيعية، وأصبح المعماريون ينظرون للنوافذ والفتحات الخارجية مجرد وسيلة لتجميل الواجهات الخارجية وتحقيق الاتصال بين الداخل والخارج، ودورها في توفير الإضاءة الطبيعية أصبح ثانوياً، وهذه النظرة تتضح جلياً عندما نرى المعالجات التي يلجأ لها المستخدمون للمباني اليوم للحد من كمية أو نوعية الضوء وذلك باستخدام الستائر أو الزجاج المظلل للتقليل من الإجهار أو الحرارة القادمة من النوافذ.

والاستفادة من الإضاءة الطبيعية في المساجد تعتبر حيوية وذلك لأن المسجد أكثر المباني العامة إنتشاراً في المجتمعات المسلمة، والمسجد عادةً ما يكون مبنى مستقل بذاته مكون من طابق واحد يمكن إدخال الإضاءة الطبيعية من الأعلى والجوانب وهذا يعتبر وضعاً مثالياً لتوفير إضاءةً متوازنه من ناحية الكم والكيف في داخل المسجد إذا

أحسن تصميم الفتحات. ومن هذا المنطلق كان الهدف الرئيسي لهذه الورقة هو تطوير معايير تصميمية للإضاءة الطبيعية في المساجد من خلال بحث ميداني لجميع المساجد في أحد الأحياء النمطية في مدينة الرياض.

خطوات البحث

تعتمد خطة البحث على جمع معلومات دقيقة عن المساجد من خلال مسح ميداني لواقع المساجد من ناحية تطبيقها لبعض الاستراتيجيات التي تدعم الإضاءة الطبيعية ومعرفة بعض الصفات الفيزيائية العامة للمساجد في مدينة الرياض . وبعد تحليل المعلومات الميدانية يتم الاستفادة منها في اختيار أحد المساجد والذي يمثل الصفات العامة للعينة المختارة, بالإضافة إلى تطبيقية لبعض الاستراتيجيات الأساسية لدعم الإضاءة الطبيعية في تصميم المسجد وعدم حاجة المستخدمين لاستخدام الإضاءة الاصطناعية خلال فروض الصلاة النهارية (الظهر والعصر) ورضائهم عن مستوى ونوعية الإضاءة داخل المسجد, ومن ثم تقديم المسجد المختار كحالة دراسية يمكن التعرف من خلالها على نقاط القوة والضعف من الناحية الكمية للإضاءة الطبيعية .

المسح الميداني

يهدف المسح الميداني لتوفير معلومات كافية عن خواص المساجد وأبعادها من الداخل، ونوعية وكمية الفتحات ونوعية الزجاج ودرجة شفافيته وتأثير اتجاه القبلة والجهات الأصلية (الشرق والغرب والشمال والجنوب) على مساحة الفتحات التي يدخل منها الضوء الطبيعي, ومعرفة جوانب القصور في التصاميم الحالية للمساجد من ناحية دعمها للإضاءة الطبيعية, وللإجابة على هذه التساؤلات قام الباحث بمسح ميداني لجميع المساجد في حي الملك فهد بالرياض أثناء صلاتي الظهر والعصر فقط, ولقد وقع الاختيار على حي الملك فهد لعدة أسباب :

١-لأن معظم المساجد (٩٤,٥٪) مبنية على أراضي مخصصة للمساجد في المخطط الأصلي للحي .

٢-نسبة الأراضي المبنية في الحي عالية جداً, وهذا يمثل الكثافة السكانية الطبيعية للحي .

٣-أن المساجد موزعة على الحي بشكل منتظم, فكل مجاورة سكنية يوجد في مركزها مسجد, وهذا مهم؛ لأنه يجعل توزيع السكان بشكل عادل على المساجد؛ وبالتالي تكون مساحة المساجد متقاربة .

٤-يعد الحي نموذجاً للمجتمع السعودي حيث تبلغ نسبة العائلات السعودية حوالي ٨٥٪ ويبلغ معدل عدد أفراد العائلة في الحي ٧,٣ فرداً. [٤، ص ٣٠]

مكونات المسح الميداني

يتكون المسح الميداني من أربعة أجزاء رئيسية :

الجزء الأول ويحتوي على معلومات عن المسجد وعناصره مثل عمر المسجد, وهل المسجد جامع (تقام به صلاة الجمعة) وهل توجد في المسجد العناصر التالية: المئذنة والمحراب والمنبر والأعمدة.

والجزء الثاني ويحتوي على معلومات عن أبعاد صالة الصلاة ونسبة عكس الأسطح الرئيسة للضوء (السقف والحوائط والأرضية) .

والجزء الثالث يصف فتحات الإضاءة الطبيعية الجانبية لكل حائط على حدة من ناحية العدد، والأبعاد، والموقع، ودرجة شفافية الزجاج المستخدم.

والجزء الرابع والأخير ويحتوي على وصف لفتحات الإضاءة العلوية, إن وجدت, من ناحية الأبعاد؛ والعدد والموقع ودرجة شفافية الزجاج المستخدم.

بالإضافة إلى محاولة معرفة أراء المصلين والإمام ونوعية وكمية الإضاءة الطبيعية الموجودة في المسجد ومدى حاجتهم للإضاءة الاصطناعية في وقتي صلاة الظهر والعصر.

نتائج المسح الميداني

المعلومات العامة

يبلغ معدل عمر المساجد في حي الملك فهد ثلاثة عشر عاماً , ومعدل مساحة صالة الصلاة ٥٥١ م٢ حيث بلغ معدل أبعاد صالة الصلاة كما يلي :

طول حائط القبلة (الحائط الغربي) حوالي ٢٤,٦ م

والضلع المتعامد على اتجاه القبلة (الشمال والجنوب) ٢٢,٤ م .

ومعدل ارتفاع صالة الصلاة بلغ ٤,٦٢ م .

الإضاءة الطبيعية من الحوائط الجانبية

جميع المساجد التي مسحت لها فتحات جانبية في أحد أضلاعها على الأقل, ولكن نسب ظهور النوافذ في الحوائط تتفاوت من اتجاه لآخر .

نسب الزجاج للحائط

وكانت كما يلي :

٥٦٪ من المساجد لها نوافذ من الجهة الغربية و ٩٤٪ ،من جهة الشمال ونفس النسبة ٩٤٪ من جهة الجنوب، بينما بلغت ٦١٪ من جهة الشرق . وبلغت نسبة الزجاج بالنسبة للحوائط كما يلي:

٦,٦١٪ نسبة الزجاج في الحائط الغربي .

و٨,٤٥٪ نسبة الزجاج في الحائط الشمالي .

و٧,٩٨٪ نسبة الزجاج في الحائط الجنوبي .

و٥,١٧٪ نسبة الزجاج في الحائط الشرقي .

أبعاد النوافذ

بلغ معدل بعد النافذة عن مستوى أرضية المسجد حوالي ١,٥ م ومتوسط ارتفاعها ١,٦ م , بينما بلغ متوسط عرض النافذة ١,٥ م ومتوسط بعدها عن السقف ١,٤٥ م .

نوعية الزجاج المستخدم

أما من ناحية نوعية الزجاج المستخدم, كان الزجاج المثلج هو الأكثر شيوعاً حيث بلغت نسبته ٦٩٪ ، مقسمة على نوعين مثلج أبيض وبلغت نسبته ٤٦٪ ومثلج مظلل ونسبته ٢٣٪ , والنوع الثاني كان الزجاج الشفاف والذي يمكن الرؤية من خلاله وبلغت نسبته ٣١٪ مقسمة على نوعين أيضاً, وهما,شفاف أبيض (بدون لون) ونسبته ٢٣٪ ، وشفاف مظلل ونسبته ٨٪ . ٧٢٪ من المساجد التي مسحت, استخدمت نفس نوعية الزجاج في جميع الواجهات, حيث لم يؤخذ في الحسبان الفرق بين الواجهة الشمالية والغربية مثلاً.

درجة شفافية الزجاج

تعتمد كفاءة النافذة بشكل مباشر على درجة شفافية الزجاج المستخدم فيها، وتقاس الشفافية بالنسبة المئوية حيث تقاس شدة الإضاءة الساقطة على السطح الخارجي ومقارنتها بشدة الإضاءة خلف الزجاج مباشرةً, وكانت درجة الشفافية تتراوح ما بين ٤٧-٩٠٪ .

الإضاءة الطبيعية من السقف

كما هو الحال في معظم المساجد كانت العينة بالكامل عبارة عن بناء مستقل من طابق واحد وهذا يشكل وضع مثالي للاستفادة من الإضاءة الطبيعية من الأعلى وهي أفضل طريقة لتقديم الإضاءة من ناحية حسن التوزيع والتحكم في الضوء والتوفير في استهلاك الطاقة. [٥]

مساحة الفتحات في الإضاءة من السقف

بلغ متوسط مساحة الفتحات في السقف ١١,٢م٢ وهي فتحات جانبية مستفيدة من التغير في ارتفاع السقف في وسط المسجد (Clerestory) عن باقي أجزاء المسجد, وبلغ متوسط الفرق بين السقفين ٢,٢م ومعدل مساحة (Clerestory) الجزء المرتفع ٥٩ م٢ .

نوعية الزجاج المستخدم

عادة ما يكون هنالك ارتباط كبير بين نوعية الزجاج المستخدم للنوافذ الجانبية تستخدم للنوافذ العلوية باستثناء حالتين فقط كان هنالك اختلاف في نوعية الزجاج المستخدم للنوافذ الجانبية عن الزجاج المستخدم للإضاءة العلوية .

المعايير التصميمية للإضاءة الطبيعية في المساجد

يمكن تقسيم المعايير التصميمية للإضاءة الطبيعية إلى قسمين رئيسين وهما المعايير التصميمية للإضاءة الطبيعية من الحوائط الجانبية والقسم الثاني المعايير التصميمية للإضاءة من السقف وذلك لاختلاف سلوك الضوء في كل قسم

الإضاءة الطبيعية من الحوائط الجانبية

قبل التطرق للمعايير التصميمية للنوافذ الجانبية يجب تحديد وظيفة النافذة في المسجد, ومن المعروف أن للنافذة – وبغض النظر عن نوعية المبنى الذي توجد فيه النافذة – عدة وظائف تختلف باختلاف وظيفة الفراغ من الداخل, وتؤدي النافذة عادةً أحد أو كل الوظائف التالية :

١ – الإضاءة الطبيعية

٢ – التهوية

٣ – الاتصال البصري من الداخل إلى الخارج أو العكس وتأتي بدرجة أقل الفائدة الرابعة وهي:

٤ – أن النوافذ تساعد في تصميم الواجهات الداخلية والخارجية للمباني .

وتتفاوت أهمية هذه الوظائف حسب وظيفة الفراغ الذي تطل عليه النافذة وبالنسبة للمساجد اتضح من المسح الميداني أن الإضاءة الطبيعية ومن ثم التهوية الطبيعية تتصدران الوظائف التي تقدمها النافذة للبيئة الداخلية للمسجد, حيث إن الحاجة للاتصال البصري المباشر بالخارج شبه معدومة وذلك نظراً للرغبة في التركيز من قبل المصلين أثناء الصلاة واستماع الخطبة يوم الجمعة, وهذا يمكن استشفافه من انتشار استخدام الزجاج المثلج والذي لا يمكن الرؤيا من خلاله وارتفاع جلسة النافذة في المساجد التي تم مسحها, أما الإضاءة الطبيعية فقد كانت الوظيفية الرئيسة للنافذة بالنسبة للمصلين الذين تم سؤالهم عن وظيفة النافذة في المسجد, ولقد تم الاستفادة من نتائج المسح الميداني في تطوير المعايير والتوصيات التالية بالنسبة للإضاءة الجانبية:

الفتحات في حائط القبلة

عادة ما يجلس المصلون بصفوف موازية لحائط القبلة, وهذا يشبه بشكل كبير جلوس الطلاب في الفصول الدراسية, فلذلك يجب تجنب وضع نوافذ في الحائط المقابل (حائط القبلة) وذلك لتجنب الإجهار المباشر لأعين المصلين بشكل مستمر, وفي العينة التي مسحت كان جدار القبلة هو الحائط الغربي, وبلغت نسبة المساجد التي فيها نوافذ في حائط القبلة ٥٦٪ وفي معظمها كانت الستائر هي الحل لتخفيف الوهج القادم منها, فتجنب وضع فتحات الإضاءة في حائط القبلة, سيقلل من الإجهار؛ لأن المصلين يقضون معظم وقتهم مواجهين لحائط القبلة فالعين البشرية تتكيف مع معدل شدة الإضاءة, ويكون التأثير قوياً في المنطقة المحيطة بمركز المخروط البصري, أي أمام الشخص مباشرةً, [٣] فعندما تكون هنالك نوافذ لامعة جداً في حائط القبلة يصبح من الصعب على العين التكيف بين التباين الشديد في الإضاءة بين الفتحة والمنطقة المحيطة بها.

الفتحات في الحائط الشمالي و الجنوبي للمسجد

تعتبر الإضاءة القادمة من الشمال هي أفضل من الناحية النوعية حيث تخلو من ضوء الشمس المباشر في معظم فترات السنة ومعظم ساعات اليوم, باستثناء آخر فصل الربيع وأول فصل الصيف حيث تخترق أشعة الشمس المباشرة النوافذ الشمالية بشكل محدود عند صلاة العصر, وهذه الأفضلية اتضحت في نتائج المسح الميداني, حيث بلغت نسبة المساجد التي استخدمت نوافذ في الحائط الشمالي ٩٦٪ من العينة, ويشاركها في نفس النسبة تقريباً الحائط الجنوبي, والذي يأتي في المرتبة الثانية من ناحية الأفضلية, حيث تخترق أشعة الشمس المباشرة النوافذ الجنوبية في النصف الثاني من فصل الخريف والنصف الأول من فصل الشتاء حيث تكون أشعة الشمس المباشرة نوعاً ما محببة .

الفتحات في الحائط الشرقي للمسجد

يعتبر الحائط الشرقي مثالياً لإضاءة صالة الصلاة في المسجد والتي غالباً لا تستخدم في الفترة الصباحية, حيث تشكل الشمس مشكلةً في الساعات الأولى من النهار, ولكن هذا الوضع لم يستغل جيداً في المساجد التي كانت في العينة, بل سجل الحائط الشرقي أقل نسبة من الفتحات بالنسبة لمساحة الحائط وبلغت ٥,٢٪ وكان قريباً جداً من الحائط الغربي من ناحية نسبة ظهور النوافذ في الحائط الشرقي من عدمها وبلغت ٦١٪ , ويمكن استخدام النوافذ بشكل شريحة عرضية بالقرب من السقف ما أمكن وذلك للاستفادة القصوى من الفتحات .

ارتفاع النافذة

النافذة تعطي مستوى إضاءة مفيد لعمقٍ يساوي مرةً ونصف قدر ارتفاع النافذة [٦] وتتضاعف الاستفادة من المتر المربع من الزجاج عند زيادة ارتفاعه من ١,٥م إلى ٣م, [٧] ولكن لم تستغل هذه القاعدة بشكل جيد في المساجد التي وقعت في العينة, حيث بلغ متوسط ارتفاع صالة الصلاة من الداخل ٤,٦م بينما بلغ متوسط بعد النافذة عن السقف ١,٥م , فيمكن زيادة الاستفادة من النافذة بتقليل المسافة بين النافذة والسقف ما أمكن وبالتالي التقليل في استهلاك الطاقة عن طريق توفير إضاءة جيدة، والتقليل من حمل التبريد بالاستخدام الأمثل لمساحة النوافذ .

الإضاءة الطبيعية من السقف

العمق الذي يمكن أن تصل له الإضاءة الجانبية محدود بارتفاع النافذة وارتفاع سقف المسجد, وكذلك من عيوب الإضاءة الطبيعية من الجوانب أنها موجهة، وتسبب إجهاراً للمصلين نتيجة للاختلاف الشديد بين شدة الإضاءة قرب النوافذ ومنتصف المسجد, فيكون الحل باستخدام إضاءة علوية في المنتصف ترفع من مستوى الإضاءة في منتصف صالة الصلاة وتحدث نوعاً من التوازن في شدة الإضاءة, وتعتبر المساجد مثالية لاستخدام هذا النوع من الإضاءة الطبيعية وذلك لكون المساجد في الغالب منشآت من طابق واحد .

المعايير التصميمية للإضاءة الطبيعية من السقف

تجنب الضوء المباشر من الشمس

التخفيف من حدة الإضاءة المباشرة القادمة من الأعلى؛ لأن الإضاءة المباشرة من الشمس غير مقبولة للإضاءة؛ [٨] وذلك لشدتها وارتفاع التباين في مستوى الإضاءة المنعكسة من الأسطح داخل الفراغ، ولتخفيف حدة الإضاءة المباشرة من الشمس يمكن اتباع ما يلي: [٨]

أولاً : عكس الضوء على عدة أسطح قبل دخوله من النافذة أو بعد دخوله وذلك باستخدام الأرفف الداخلية .

ثانياً : تغيير درجة الشفافية للزجاج, وذلك باستخدام زجاج له شفافية منخفضة نوعاً ما .

ارتفاع سقف المسجد من الداخل

كلما زاد ارتفاع المسجد كلما زادت الاستفادة من الإضاءة العلوية وقلت الحاجة لزيادة مساحة فتحات الإضاءة العلوية وبالتالي التوفير في استهلاك الطاقة .

الألوان الفاتحة

استخدام ألوان ذات نسبة انعكاس عالية, مثل اللون الأبيض, يُحسن من أداء نظام الإضاءة الطبيعية, [٨] ومن خلال المسح الميداني اتضح أن جميع المساجد قد استخدمت اللون الأبيض للأسقف والحوائط, ماعدا عدد محدود من المساجد استخدم الرخام الرمادي الفاتح في الجزء السفلي من الحوائط .

تحليل أداء نظام الإضاءة الطبيعية في مسجد زيد ابن حارثة (حالة دراسية)

وقع الاختيار على هذا المسجد والذي يقع أيضاً في حي الملك فهد بالرياض ؛ ليكون حالة دراسية واقعية للمعايير التصميمية للإضاءة الطبيعية؛ لعدة أسباب:

١ – يعتبر المسجد ممثلاً للعينة التي تم مسحها من ناحية الخواص الفيزيائية .

٢ – يعتمد المسجد على الإضاءة الطبيعية بالكامل دون اللجوء للإضاءة الاصطناعية خلال معظم ساعات النهار.

٣ – تم تطبيق بعض المعايير التصميمية السابقة الذكر في هذا المسجد .

٤ – تم بناء المسجد بتبرعات شخصية من الأهالي والذين شاركوا في وضع الكثير من الأفكار التصميمية, والناتجة عن رغبتهم الشخصية, وكذلك قامت المجموعة المسؤولة عن بناء المسجد بجولة للعديد من المساجد في مدينة الرياض قبل التصميم ومحاولة تلافي الكثير من العيوب التصميمية في هذه المساجد، والاستفادة بما حُسِّن منها .

٥ – أعرب المصلين عن رضائهم التام عن مستوى الإضاءة الطبيعية في داخل المسجد .

خطوات التحليل

١ – رفع مساحي كامل للمسجد وإعداد مساقط أفقيـــة لـــه.

٢ – تم تقسيم صالة الصلاة إلى شبكة مكونة مـــن مربعـــات ٢ x ٢ م .

٣ – قياس شدة الإضاءة (ما بين الساعة الواحدة ظهراً إلى الثالثة عصراً) عنـــد نقـــاط تقـــاطع الشـــبكة والـــتي بلغـــت ٢١٦ نقطـــة قيـــاس (شـــكل ١) باســـتخدام جهـــاز مينولتـــا (Minolta Illuminance Meter T-IH) وتبلـــغ نسبـــة الخطأ ٢٪ ± ونطـــاق القيـــاس (Lux 99,900 -0.01) .

٤ – قياس شدة الإضاءة الخارجية بشكل دوري (بعد كل عشـــرة نقـــاط قيـــاس بـــالداخل) وذلـــك لحســـاب النســـبة المئوية لشدة الإضاءة الداخلية للخارجية, أو ما يعرف بمعـــامل الإضـــاءة الطبيعيـــة (Daylight-Factor) (شـــكل ١).

٥ – رسم خطوط كنتورية تمثل معامل الإضاءة الطبيعية لكل (١,٠٪) (شـــكل ٣) , وهـــذه الطريقـــة تســـهل معرفـــة توزيع شدة الإضاءة على المســـقط .

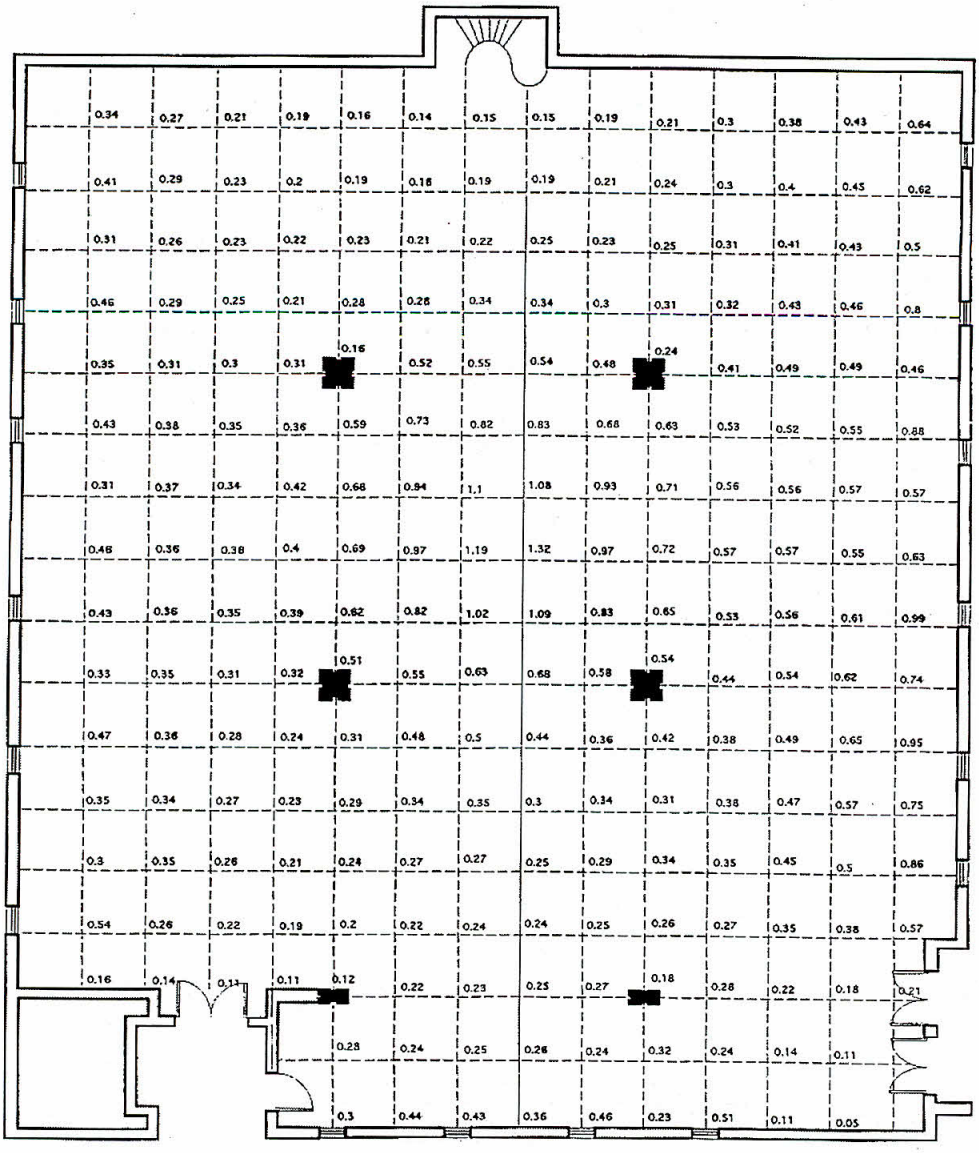
٦ – تحليل الخطوط الكنتورية بصريا, وتقييم أداء نظام الإضـــاءة الطبيعيـــة في المســـجد.

تحليل أداء نظام الإضاءة الطبيعية في مسجد زيد بن حارثة رضي الله عنه

كما ذكر سابقا يمثل هذا المسجد في خواصه الفيزيائية معدل العينـــة المختـــارة تقريبـــا حيـــث بلغـــت مســـاحة صالـــة الصلاة (١١٢٠م٢) وطول حائط القبلة (٣٠م), والنظام الإنشائي مكـــون مـــن شـــبكة مربعـــة (١٠ x ١٠م), ويبلـــغ ارتفاع صالة الصلاة (٥,٨م), ولون الحوائط الداخلية والسقف أبيض, بينما فرشـــت أرضيـــة المســـجد بســـجاد يغلـــب عليه اللون الأحمر الداكـــن .

أما بالنسبة للنوافذ فلم تكن هنالك أي فتحات في حائط القبلة (الحـــائط الغـــربي), أمـــا الحـــائطين الشـــمالي والجنـــوبي فكل منهما يحتوي على ستة نوافذ عمودية, يبلغ عرض كل نافذة (٠,٩م) وارتفاعـــها (٣,٦م) وتبعـــد قـــاعدة النـــافذة (١,٣م) عن أرضية المسجد, والمسافة بين نهاية النافذة العلـــوي والســـقف (٠,٩م) ونســـبة مســـاحة النوافـــذ لمســـاحة الحائطين الشمالي والجنوبي (١٠,٦٤٪), والحائط الشرقي به أربعة نوافذ يبلـــغ عـــرض كـــل منـــها (٠,٩م) وارتفاعـــها (١,٢م) وتبعد عن الأرض (١,٣م), وبلغت نسبة مســـاحة النوافـــذ للمســـاحة الكليـــة للحـــائط الشـــرقي (٢.٧٥٪) وجميع النوافذ الجانبية في المسجد أستخدم فيها نفس نوعيـــة الزجـــاج وهـــو شـــفاف صـــافي درجـــة شـــفافيته (٩٠٪) بدون أي نوع من التظليل .أما بالنسبة للإضاءة العلوية فعبارة عـــن قبـــة واحـــدة في منتصـــف المســـجد ذات مســـقط مثمن, أما في القطاع فتميل أسطح القبة الجانبية باتجاه المركـــز بزاويـــة ٤٥ , والقبـــة عبـــارة عـــن أربعـــة مســـاطب مدرجة تتناقص تدريجيا كلما اتجهنا إلى الأعلى ويدخل الضوء بـــين هـــذه المصـــاطب عـــن طريـــق فتحـــات شـــريطية بارتفاع (٤٠سم) ويبلغ أقصى ارتفاع للقبـــة عـــن أرضيـــة المســـجد (٨,٧٢م) وأدنى ارتفـــاع (٦,٨م) (شـــكل ٢) , ولقد استخدمت الأسطح العلوية للمصاطب لعكس الضوء إلى الأعلى ثم ينعكس مـــرة أخـــرى مـــن الأســـطح الســـفلية للمصاطب العلوية إلى داخل المسجد, وهذا يسهم في التخفيف من حدة الإضاءة المباشـــرة بالإضافـــة إلى أنـــه اســـتخدم

زجاج نصف شفاف في فتحات القبة للتقليل كذلك من حدة الضوء المباشر, وهذا مشابه لاستخدام أرفف الإضاءة الداخلية (Interior Light Shelves). [٩]

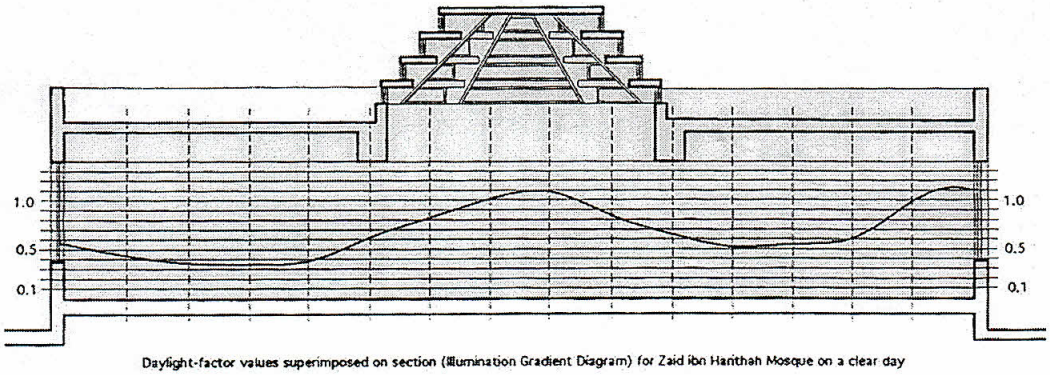


Daylight-Factor Values Superimposed on a 2X2 meters' grid for Zaid ibn Harithah Mosque on a clear day.

شكل ١: المسقط الأفقي لمسجد زيد بن حارثة رسمت عليه الشبكة التي أخذت عندها القراءات والأرقام عبارة عن قيم معامل الإضاءة الطبيعية والذي يمثل النسبة المئوية لشدة الإضاءة الداخلية بالنسبة للإضاءة الخارجية (تحت الشمس مباشرة)، ولقد أخذت القراءات بين الساعة الواحدة ظهرا والثالثة عصرا في يوم صحو تماما.

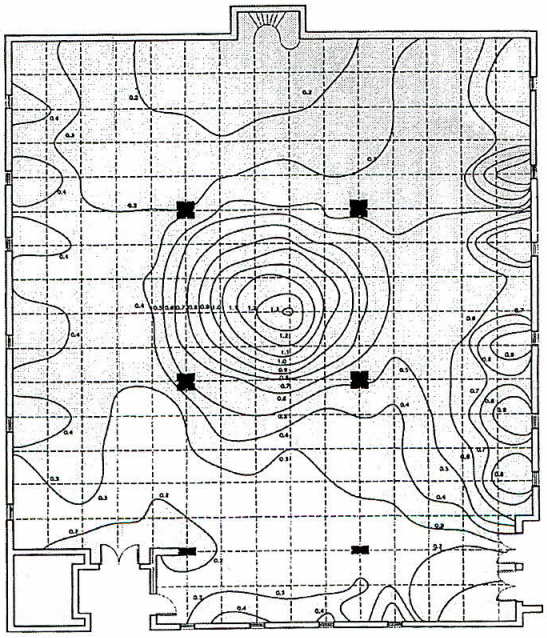
وعند فحص الرسم الكنتوري لمعامل الإضاءة الطبيعية (شكل ٣), والذي يمثل النسبة المئوية للإضاءة الداخلية مقارنة بالإضاءة الخارجية تحت أشعة الشمس مباشرة, نلاحظ أن قيمة معامل الإضاءة الطبيعية في منتصف المسجد (تحت القبة) يمثل أعلى قيمة له في كامل مساحة المسجد وأن المناطق القريبة من المحراب والمداخل تمثل أقل المناطق لقيمة معامل الإضاءة الطبيعية .ونلاحظ كذلك أن الارتفاع العالي للنوافذ (٤,٩م) قد ساهم في دخول الإضاءة القادمة من الجوانب إلى عمق المسجد, وساهمت بشكل مباشر مع الإضاءة القادمة من الأعلى (من القبة في المنتصف) بالحد من التباين في شدة الإضاءة , حيث كانت شدة الإضاءة أقل من ثلاثة أضعاف عند مقارنة شدة الإضاءة الصغرى بالعظمى في معظم أنحاء المسجد, باستثناء المنطقة القريبة من المحراب والمنطقة القريبة من المداخل, والتي كانت شدة الإضاءة فيها اقل من سدس شدة الإضاءة تحت مركز القبة .

وكما نلاحظ الزيادة النسبية لشدة الإضاءة القادمة من النوافذ في الحائط الشمالي مقارنة بشدة الإضاءة عند الحائط الجنوبي, وذلك بسبب دخول ضوء الشمس المباشر من النوافذ الشمالية عند أخذ القراءات, وسبب دخول الضوء المباشر للشمس من النوافذ الشمالية هو أن القياسات أخذت في نهاية فصل الربيع وقرب بداية فصل الصيف وفي هذا الوقت من السنة تميل الشمس لناحية الشمال الغربي من القبة السماوية بعد الزوال كما يتضح من الرسم الكنتوري أيضا الدور الكبير للإضاءة القادمة من القبة في منتصف المسجد والتي ساهمت بشكل إيجابي في شدة الإضاءة في المنتصف والتي عادة ما تكون مظلمة, وبالتالي التقليل من الإجهار الذي عادة ما تسببه الإضاءة الجانبية .وعند النظر (للشكل ٢) والذي يمثل الخط الكنتوري لمعامل الإضاءة الطبيعية مرسوما على قطاع موازي لحائط القبلة, يوضح الفائدة من تمازج الإضاءة الجانبية العالية نسبيا والإضاءة العلوية الغير مباشرة باستخدام الأرفف الداخلية والخارجية, وهذا التمازج يحقق التوازن المنشود في شدة الإضاءة وقلل من الإجهار والذي يعتبر أكبر عيوب الإضاءة الطبيعية .



Daylight-factor values superimposed on section (Illumination Gradient Diagram) for Zaid ibn Harithah Mosque on a clear day

شكل ٢: قطاع رأسي لمسجد زيد بن حارثة موازي لحائط القبلة وفي منتصف المسجد، رسم عليه خط كنتوري يمثل قيم عامل الإضاءة الطبيعية على طول خط القطاع, وهو يوضح دور الإضاءة العلوية في تحقيق التوازن النسبي في شدة الإضاءة بين الأطراف والمنتصف.



شكل ٣: المسقط الأفقي لمسجد زيد بن حارثة رسمت عليه خطوط كنتورية تمثل النسبة المئوية لشدة الإضاءة في نقاط القياس مقارنة بالإضاءة الخارجية على المستوى الأفقي، ولقد أخذت القراءات بين الساعة الواحدة ظهرا والثالثة عصرا في يوم صحو تماما.

الخاتمة

يظهر التحليل السابق أن الهدف الرئيسي من النوافذ في المساجد هو توفير الإضاءة في المقام الأول ومن ثم التهوية لصالة الصلاة في حالة اعتدال الجو, ولكن الحاجة للاتصال البصري مع الخارج قد تكون معدومة في المسجد, والذي يتطلب الكثير من التركيز من قبل المصلين ومستمعي خطبة الجمعة, فلذلك يمكن وضع النافذة في أعلى مكان ممكن من الحوائط الجانبية للاستفادة القصوى من الفتحات؛ لدعم أداء الإضاءة الطبيعية ووصول الضوء لأعمق نقطة ممكنة وبالتالي زيادة كفاءة المسجد من ناحية التوفير في الطاقة, عن طريق الحد من المساحات الكبيرة للنوافذ, والتي قد تسبب الأذى أكثر من الفائدة مما يجبر المصلين على تغطية النوافذ جزئيا أو كليا.

كما اتضح من المسح الميداني أن الإضاءة القادمة من حائط القبلة غير مقبولة من المصلين؛ لأنهم يقضون معظم وقتهم مواجهين لحائط القبلة, وكانت ردة فعلهم عند وجود نوافذ في حائط القبلة هو وضع ستائر من الداخل للتخفيف من حدة الضوء, لذلك يمكن تجنبها تماما, والاستعاضة عنها بإضاءة علوية ذات فتحات مواجهة للشمال أو الشرق لإضاءة حائط القبلة . كما يظهر التحليل الكمي لقراءات شدة الإضاءة في داخل المسجد أن الإضاءة العلوية تؤدي وظيفتين رئيسيتين : أولهما هو دعم مستوى شدة الإضاءة في منتصف المسجد، وتحقيق التوازن في شدة الإضاءة في كامل مساحة المسجد, وثانيهما العمل على تخفيف الإجهار القادم من الإضاءة الجانبية.

References

[1] Ives, G. "Buoyant interiors with daylighting-architectural strategies." *Proceedings of the Thirteenth National Passive Solar Conference,* Cambridge, Massachusetts: 1988, pp. 284-289.

[2] Stevens, C., & Aitken D. "Energy Savings with increased productivity in today's office: The union of emerging EMS and controllable output ballast technologies." *Proceedings of the Seventh World Energy Engineering Congress*, Atlanta, Georgia: 1984, pp.164-191.

[3] Moore, F. *Concept and practice of architectural daylighting*. New York: Van Nostrand Reinhold Co., 1985.

[4] Al-Hemaidi, W. *Comparison of Residential Satisfaction in Neighbourhoods Planned on Imported & Revived Traditional Planning Principles*. Unpublished master thesis, The University of Sydney, 1991.

[5] Treado, S., Gillette, G., & Kusuda, T. *Daylighting with windows, skylight, and clerestories. Energy and Buildings*. 1984, (2) 319-330.

[6] Stenhouse, D., & Wolf, C. "Daylighting design for the sacramento state office building competition." *Proceedings of the Second National Passive Solar Conference,* Philadelphia, Pennsylvania: 1978, pp. 371-375.

[7] Daryanani, S. "Design consideration for the daylighting of new commercial building." *Energy and Buildings*, 1984, 6 (2) 109-118.

[8] Duber, J. and Moore, F. "Daylighting design guidelines: roof monitor with adjacent reflector wall." *Proceedings of the Twelfth National Passive Solar Conference,* 1987, pp. 207-212.

[9] Littlefair, P. "Innovative daylighting: Review of systems and evaluation methods." *Lighting Research Technology*, 1990, pp. 22(1) 1-17.

Design Criteria for daylighting in Mosques

Talal A. AL-Raddadi
College of Architecture and Planning
King Saud University
Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia

Abstract: Saving energy is not the only benefit for the application of daylighting strategies in buildings. Use of daylighting has been found to have a positive influence on the psychological aspects of design and the functional aspect of design [1,2]. View and penetration between interior and exterior are other benefits of daylighting apertures. The need for daylighting increased in large interior spaces, where large number of people gathered such as mosques.

It is noticeable, that the design of windows and other openings in mosque interior are not appropriately designed. Most windows were designed to provide a good pattern in facade.

The purpose of this study was to develop design criteria for introducing daylighting from side and top apertures of mosque. The goal of those criteria is to improve quality and quantity of daylighting. This to be done by increasing the efficiency of daylighting apertures, consequently saving energy and provide a good environment for the mosque to fulfill it's mission.