مجلة العمارة والتخطيط، م ٢٦ (١)، ص ص ١-٢٣، الرياض (٢٠١٤م/ ١٤٣٥هـ)

تقييم توفير الإضاءة الطبيعية بالتصميمات المعمارية لوظائف المسجد التعليمية بمدينة الرياض باستخدام برنامج ECOTECT

عمر خراص العتيبي **عبد الرحمن البخيت**

قسم العمارة وعلوم البناء، كلية العمارة والتخطيط

جامعة الملك سعود

eng.omar.ok@hotmail.com Abdel.elbakheit@hotmail.com

(قدم للنشر في ٢٧/ ١٢/ ١٤٣٣هـ؛ وقبل للنشر في ٨/ ٤/ ١٤٣٤هـ)

الكلمات المفتاحية: تصميم الإضاءة في المباني، العمارة الرقمية، الإضاءة الطبيعية، الاستدامة، Ecotect.

ملخص البحث: تتطرق الورقة لدراسة وتقييم توفير الإنارة بشقيها الطبيعية منها والصناعية لتصميم مسجد العباس نموذج (ح /ع) من تصاميم المساجد المتكررة لوزارة الشئون الإسلامية والدعوة والإرشاد بالمملكة العربية السعودية. اشتملت الدراسة على مقارنة لكميات للإنارة الطبيعية والصناعية المقيسة ميدانيا لأحد هذه المساجد بتلك المحاكاة أو مستنتجة بواسطة برنامج حاسوبي. استخدمت الدراسة برنامج ECOTECT لمحاكاة الإنارة في المسجد. توصل البحث إلى وجود مطابقة بين النتائج الميدانية والمحاكاة من البرنامج مما يدعم مصداقية برنامج المحاكاة. تم عمل تقييم كميات الإنارة المتوفرة مقارنة مع توصيات جمعية مهندسي الإضاءة الأمريكية المطلوبة للوظائف التعليمية للمسجد. كما وفّر برنامج المحاكاة إمكانية دراسة مقترحات تصميمة عديدة لتحسين مستويات الإنارة الطبيعية في محاولة للاستفادة من الإنارة الطبيعية المستدامة لأقصى مدى في وقت وجيز ودون تكلفة عالية. يخلص البحث بأن برنامج المحاكاة يعتبر أداة فعالة لتصميم وتقييم الإنارة بشقيها الطبيعية والصناعية للمباني.

مقدمة البحث

تكمن أهمية البحث الحالي من كونه يعتبر إضافة لما توصل إليه الباحثون (د. عبدالرحيم سعيد، المهندس/ عبدالعزيز الخليفي، د. هاني هاشم ودح، د. هيثم بصيص، د. ميساء الدبس) من تقييم لجودة الإنارة الداخلية في المباني عموما وفي المساجد خصوصا، إذ إن البحث لم يقتصر على المسح الميداني للإنارة وإنما مقارنتها بما يجب أن تكون عليه؛ ومن ثم اقتراح الحلول التصميمية لتلافي القصور أو الزيادة في ذلك.

ومن أهداف البحث أيضا التحقق من دقة وقدرة برنامج المحاكاة ECOTECT في الحصول على قراءات لكميات الإنارة مشابهة للقياسات الميدانية، وهذا من شانه أن يثمّن استخدام البرنامج لقياس مدى جودة المقترحات التصميمية من جهة وعلى إمكانية اقتراح حلول أكثر فعالية من جهة أخرى.

العمارة الرقمية وبرامج تصميم الإضاءة

إن واحدا من أهم تعاريف الهندسة المعمارية، والذي نسب إلى المعماري لوكوربوزيه هو القدرة على خلق أجواء خاصة وإيجابية بواسطة الضوء، وإن برامج الكاد تعمل حاليا على استعمال الحاسب لدراسة تأثيرات الضوء؛ وذلك من أجل التصميم بوعي أكبر. وحاليا، فإن المصممين الرقميين يملكون تحت تصرفهم مجموعة واسعة من الحلول الجيدة لدراسة تأثيرات الضوء سواء أكان إضاءة طبيعية أم صناعية.

إن التصميم الجيد للإضاءة الطبيعية هو دراسة تأثيراتها بالدقة الرياضية الكامنة ومحاكاتها بالوقائع المقنعة بصريا، كل هذه المتطلبات تتطلب وضع قوانين دقيقة لضمان أن تصاميم الإضاءة تطابق المطلوب بشكل صحيح، إذ إن الضوء هو المؤثر الفيزيائي للرؤية ولابد للمعماري من معرفة صحيحة وعملية واقعية عن الضوء، فهو يخلق الظروف التي تحدد محيط ومعالم الرؤية، ويوصل لنا أولا وأخيرا إحساسنا بالمادة وشكلها ولونها بما تعكسه المادة من ضوء على أعيننا، وتعتبر الإضاءة الطبيعية عاملًا أساسيًّا لإظهار فن العمارة والمكونات الرئيسية للمباني وأشكالها[١].

مصادر الضوء الطبيعي[٢]

يمكن تقسيمه إلى ثلاثة مصادر رئيسية:

١- ضوء الشمس المباشر: كمية الإشعاع فيها تكون شبه ثابتة معظم ساعات النهار على الأسطح المتعامدة معها، وهي كمية كبيرة تصل إلى (١٠٠٠٠٠) لوكس، ولا يمكن التعامل معها بصورة مباشرة داخل الفراغات المعمارية لما تحمله من حرارة مصاحبة وأشعة ضارة للإنسان.

٢- ضوء السماء: وهو عبارة عن ضوء منعكس من المحيطات والأرض، وانتشر في الذرات الموجودة في السماء/ الهواء (وهو ما يسبب هذا اللون الأزرق)، وتكون الحرارة المصاحبة له قليلة، ويتم الاعتماد عليه في تصميم نظم الإضاءة الطبيعية.

٣- الضوء المنعكس من الأرض ومن الأسطح الخارجية: ويمكن من خلاله توفير مستوى الإضاءة المعكوسة للعمل خلال اليوم بالكثير من المباني التي

---

(١) د. هاني هاشم ودح، د. هيثم بصيص، د. ميساء الدبس، ٢٠٠٥م، برامج حساب مساحة الفتحات المحققة لشروط الإضاءة الطبيعية والصناعية في المباني السكنية والعامة، المؤتمر المعماري الدولي السادس، الثورة القمية وتأثيرها على العمارة والعمران، مصر، ص٣٠.

(٢) M.David Egan and V. Olgyay, Architectural Lighting 2002, Publisher McGraw-Hill, New York, Second Edition.

تعتمد على العمل في الفترة الصباحية فقط، ويتميز عن ضوء السماء بقلة الحرارة المصاحبة له بالإضافة إلى كونه أكثر كثافة منه بما يساوي خمسة أضعاف[٣].

مميزات الإضاءة الطبيعية

١- كمصدر رئيسي للإنارة: فالتصميم الأمثل للفراغات المعمارية في المناطق المشمسة مثل بلادنا تعطي طاقة إضاءة مجانية بنسبة تصل إلى ٥٠٪ من كمية الطاقة المطلوبة لها طوال أيام السنة.

٢- تحقيق بيئة بدون ثاني أكسيد الكربون: وذلك من الإقلال من توليد الطاقة الكهربائية الناتجة عن الاحتراق.

٣- تحقيق العمارة المستدامة: من خلال الربط بين العمارة ومتطلبات البيئة، والتي هي أحد سبل استدامة العمارة.

٤- رفع قدرة الكفاءة البشرية: حيث تحدثت العديد من الدراسات عن مدى ما تعطيه الإضاءة الطبيعية من تأثيرات إيجابية في نفسية المستخدمين للمبنى وإحساسهم بتغير الوقت وحالة الجو الخارجي[٤].

عيوب الإضاءة الطبيعية

هناك عدة عيوب للإضاءة الطبيعية داخل الفراغات المعمارية بالمباني في المناطق المشمسة كما هو عليه الحال في البلدان العربية والمملكة العربية السعودية بوجه خاص، والتي يجب تجنبها أثناء عملية التصميم، وهي كما يلي :

١- زيادة الحرارة الداخلية للفراغ المعماري أو تلف المواد الداخلية نتيجة تعرضها لأشعة الشمس باستغلال أكبر قدر للإضاءة الطبيعية داخل الفراغ المعماري مع إحداث آثار سلبية.

٢- الإجهاد البصري، وذلك من ناحية التوزيع غير المتجانس للضوء فالتباين الشديد في مستويات الضوء يؤدي إلى الإجهاد وعدم الرؤية جيدًا في الفراغ المعماري.

٣- الوهج المجهر والمانع للرؤية نتيجة سقوط الأشعة المباشرة، وهو الذي يجب تجنبه في عملية التصميم المعماري للفراغات المعمارية[٥].

معايير ومواصفات استخدام الإضاءة الطبيعية

لقد حرصت العديد من الدول والهيئات الدولية على تبني بعض المعايير والمواصفات التي معظمها اختياري وليس إلزاميًّا لحصول مستخدمي المبنى على حد أدنى من الإضاءة الطبيعية ومن تلك المعايير:

١- معيار معامل الضوء الطبيعي

مثال ذلك ما تفترضه الهيئة الدولية للإضاءة في حالة عدم توفر معلومات محلية كافية بأن تقاس الإضاءة (على ارتفاع ٠,٨٥م) في نقطتين وسط الغرفة وعلى بعد ١م من الحائطين الجانبيين، وأن تكون أقل قيمة هي ٠,٧٥٪ لمعامل الضوء الطبيعي، وأن يكون متوسط

(٣) .د. البرادعي، عبدالمنعم محمد يحي، د. عبدالعظيم، عاطف عبداللطيف، د. المروعي، محمد عايش، استخدام الإضاءة الطبيعية كأحد عناصر التصميم المعماري، قسم التقنية المدنية والمعمارية، جدة، ص ١.

(٤) Khalid Aishaibani, 2000, Potentiality of day lighting in a maritime desert climate: the Eastern coast of Saudi Arabia, Department of Architecture, College of Architecture and Planning. King Faisal University, Renewable Energy 23(2001)P 325 - 327.

(٥) د. الشيباني، خالد عسكر، ٢٠٠٢م، العلاقة الهندسية بين مساحة النافذة والمساحة الداخلية للغرفة كمؤشر لشدة الإنارة الداخلية، المجلة العلمية بجامعة الملك فيصل، المجلد الثالث، العدد الأول، الدمام، ص ١٥-١٧.

هاتين القيمتين ٩ , ٠٪ على الأقل، وتوصي المواصفات البريطانية بكميات متفاوتة من الإضاءة الطبيعية الداخلية بحيث لا تقل عن ٥٪ من الضوء الطبيعي الخارجي في حالة عدم استعمال الإضاءة الصناعية، وبنسبة لا تقل عن ٢٪ من الضوء الطبيعي الخارجي إذا كانت مستخدمة الإضاءة الصناعية خلال ساعات النهار(٦).

٢- معيار نسبة مساحة النافذة إلى مساحة الغرفة أو الفراغ المعماري

وهي تستخدم في بلادنا وبعض الدول الأوروبية والعالمية الأخرى، فعلى سبيل المثال يفضل ألا تقل نسبة مساحة زجاج النافذة إلى مساحة أرضية الغرفة في اليابان عن ١:٧ في المنازل وأن تتراوح ما بين ١:٥ و ١:١٠ في المباني الأخرى، بينما في بلادنا والمناطق الحارة الجافة تتراوح تلك النسبة بين ١:١٦ و ١:٢٥ في المناطق الملبدة بالغيوم(٧).

٣- معيار القيمة المطلقة لكمية الضوء

مثال ذلك ما تقترحه إدارة الأشغال العامة الكندية بتوفير ما لا يقل عن ٢٠٠ لوكس من الضوء الطبيعي في محيط المكاتب على عمق ٣م من النافذة، وذلك لما يشكل ٨٠٪ من ساعات النهار من ٨ صباحا إلى ٥ مساءً(٨).

منهجية البحث

اشتملت الدراسة على مسح ميداني للإنارة الطبيعية والصناعية لأحد هذه المساجد، وتم الحصول على قراءات ميدانية لنقاط على شبكة قياسية محددة (٣٥ , ٣*٣٥ , ٣متر) تحتوي على (٨٤) نقطة. وقد استخدمت الدراسة برنامج ECOTECT لمحاكاة الإنارة الطبيعية في المسجد، وذلك بعد الحصول على مطابقة ممتازة بين النتائج الميدانية والمحاكاة من البرنامج، وتم عمل تقييم كميات الإنارة المتوفرة مقارنة مع القياسات العالمية المطلوبة للوظائف التعليمية (جمعية مهندسي الإنارة الأمريكية). وقد وفر برنامج المحاكاة إمكانية دراسة مقترحات تصميمة لتحسين مستويات الإنارة الطبيعية في محاولة للاستفادة من الإنارة الطبيعية المستدامة لأقصى مدى.

المسح الميداني للعينة الدراسية (مسجد العباس نموذج ح/ع)

يهدف المسح الميداني لتوفير معلومات كافية عن العينة الدراسية (مسجد العباس نموذج ح/ع). أبعاد المسجد ونوعية وكمية الفتحات المخصصة للإضاءة الطبيعة ونوعية الزجاج ودرجة شفافيته وتأثير توجيه المبني ومساحة الفتحات على كمية الإضاءة الطبيعية التي تدخل منها، ومعرفة جوانب الكمال والقصور في التصميم الحالي لنموذج الدراسة من ناحية دعمها للإضاءة الطبيعية.

قام الباحث باختيار هذا النموذج (مسجد العباس نموذج ح/ع) بعد موافقة الجهات المعنية بوزارة الشؤون الإسلامية والأوقاف والدعوة والإرشاد فرع الوزارة بمنطقة الرياض - إدارة المشروعات القسم الفني، وتم تحديد مسجد العباس بحي النسيم لهذه الدراسة، ولقد وقع الاختيار على هذا المسجد بحي النسيم لعدة أسباب:

١- أن معظم المساجد مبنية على أراضٍ مخصصة للمساجد في المخطط الأصلي للحي.

---

(٦) Lighting for Buildings: Part 2. code of practice for day lighting, 1992 British Standards Institution.

(٧) Koga, Y. and Li Nakamvra, 1998, Day lighting Standards codes and Policies Mainly in Japan, Ministry of Supply and Services, Tokyo.

(٨) Daryanani, S., 1984, Design Consideration for the Day lighting of New Commercial Buildings: Energy and Buildings, Canada.

٢- نسبة الأراضي المبنية في الحي عالية جداً، وهذا يمثل الكثافة العالية للسكان بالحي.

٣- توزيع المساجد بالحي بشكل منظم.

٤- رغبة الجهات المشرفة على المسجد بعمل الدراسة على هذا النموذج؛ وذلك نظرا لأن هذا النموذج أحدث تصميم تم عمله بواسطة وزارة الشؤون الإسلامية والأوقاف والدعوة والإرشاد.

معلومات عن المسجد نموذج (ح/ع)

يقع مسجد العباس بحي النسيم بالجهة الشرقية لشارع النخيل (حسان بن ثابت) وتم بناؤه منذ سبع سنوات، ويتسع لحوالي ١٥٠٠ مصل، ويوجد بالمسجد قاعتان للصلاة بمساحة إجمالية (١١٢٥متر مربع)، ويوجد بالمسجد مئذنة ذات مسقط مربع ذي طابع متناغم للعمارة النجدية، ومحراب ذو مسقط مستطيل من الخارج، وآخر ذو مسقط دائري من الداخل، وللإمام منبر دائري الشكل. ويوجد بالمسجد دورات مياه خاصة بقاعة الصلاة الداخلية للفروض الخمسة ودورات مياه عامة خارجية.

وجميع مداخل المسجد من الجهة الشرقية، وعددها (٦) أبواب درفتين، ومخرجان للطوارئ من الجهة الغربية، ومدخل للإمام لصلاة الجمعة من الجهة الجنوبية، ومدخل للجنائز من الجهة الشمالية، ويوجد بالمسجد عدد (١٢) عمودًا داخل قاعة الصلاة تحمل فوقها منورًا كبيرًا مستطيل المقسط ومرتفعًا عن باقي سقف المسجد يعبر الضوء من خلال حوائطه الجانبية عن طريق فتحات بها، ويغلب على التصميم والتكسية الخارجية الطابع النجدي.

وتبلغ مساحة الصالة المعدة لصلاة الجمعة (٩٤٥م٢) حيث يبلغ طول حائط القبلة (الغربي) حوالي ٤٧م وطول الضلع المتعامد على اتجاه القبلة (الشمال والجنوب) ٢٠م، ومعدل ارتفاع صالة الصلاة (٥,٣٢ مترًا) وعند المنور المستطيل بوسط المسجد (٧,٣٢ مترًا)، أما قاعة الصلاة المعدة للفروض الخمسة فتبلغ مساحتها (١٨٠ متر مربع) حيث يبلغ معدل طول حائط القبلة (الغربي) حوالي (٢٦,٨ متر)، وطول الضلع المتعامد على اتجاه القبلة (الشمال والجنوب) (٦,٧٠ مترًا) ومعدل ارتفاع صالة الصلاة للفروض الخمسة (٥,٣٢ مترًا) ومرتبطة بدورتين مياه وتسع مواضيء بالصالة ومكتبة صغيرة، وترتبط قاعة صلاة الجمعة بصالة الفروض الخمسة ببابين يمكن في التواصل بينهما[٩].

تحليل الإضاءة الطبيعة من الحوائط الجانبية والعلوية للمسجد

عند عمل المسح الميداني للمسجد اتضح أن الجهة الغربية لا يوجد بها فتحات للإضاءة الطبيعية، أما الجهتان الشمالية والجنوبية فيوجد بهما عدد متساوٍ من فتحات الإضاءة والنوافذ عدد (٦) نوافذ في كل جهة يعلوها عدد (١٥) مثلثًا لإدخال الإضاءة الطبيعية ذا الطابع النجدي في التصميم، والجهة الشرقية يوجد بها عدد (٤) فتحات للإضاءة الطبيعية وعدد (١٠) مثلثات لإدخال الإضاءة بالصالة المعدة للفروض الخمسة، نسب الزجاج والفتحات للحوائط والجهات الرئيسية كانت كما يلي:

صفر٪ نسبة الزجاج في الحائط الغربي.

٩٪ نسبة الزجاج في الحائط الشمالي.

٩٪ نسبة الزجاج في الحائط الجنوبي.

٦٪ نسبة الزجاج في الحائط الشرقي.

---

(٩) وزارة الشؤون الإسلامية والأوقاف والدعوة والإرشاد، فرع الوزارة بمنطقة الرياض - إدارة المشروعات القسم الفني، المخططات الهندسية لنموذج المسجد (ح / ع).

مساحة وأبعاد النوافذ الجانبية

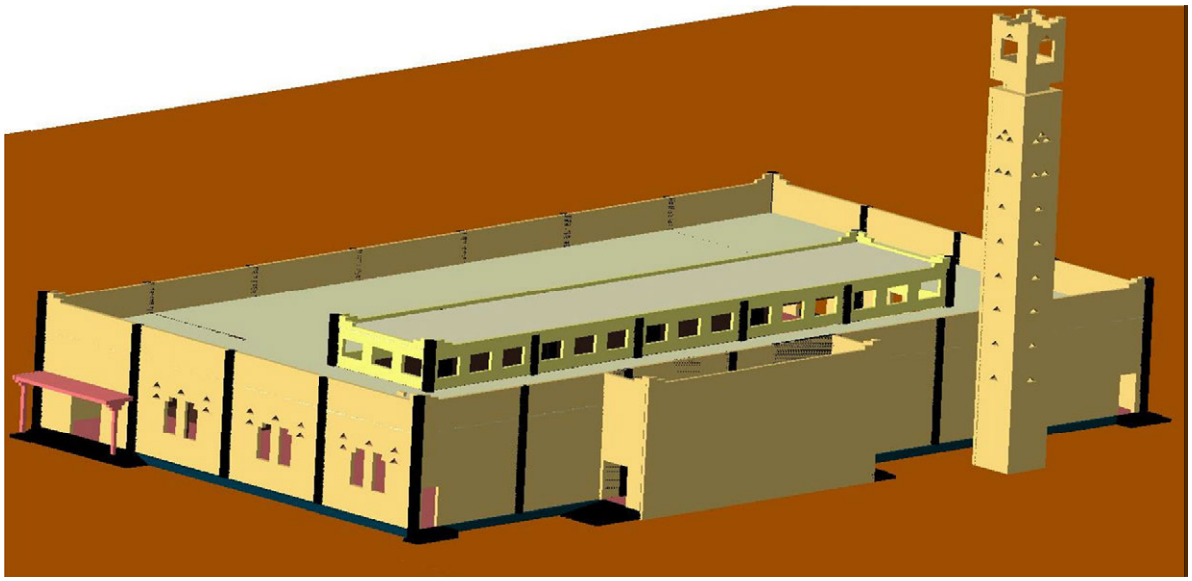
بلغ معدل بعد النافذة عن مستوى أرضية المسجد حوالي (٥ , ١متر) وارتفاعها (١٠ , ٢متر) وعرضها (٩٠سم) وبعدها عن السقف (٧٠ , ١متر) أما معدل أبعاد المثلثات طول ضلع قاعدة المثلث (٦٠سم) وارتفاع ضلعه الجانبي (٣٠سم)، ودرجة شفافية ونوعية الزجاج المستخدم في جامع العباس تعتمد كفاءة النافذة والفتحات للإضاءة الطبيعة على درجة شفافية الزجاج المستخدم فيها وتقاس الشفافية بالنسبة المئوية حيث تقاس شدة الإضاءة الساطعة على السطح الخارجي ومقارنتها بشدة الإضاءة خلف الزجاج مباشرة، وكانت درجة الشفافية ٧٦٪، أما من ناحية نوعية الزجاج المستخدم فكان من الزجاج المثلج المظلل بني اللون.

مساحة وأبعاد الفتحات للإضاءة العلوية (السقف)

يبلغ عدد فتحات الإضاءة العلوية في جوانب المنور المستطيل المسقط (٣٦) فتحة إضاءة بمقاس (٤٠ , ١×١متر) في حدود مساحة (٥٠م) لجميع الفتحات العلوية، وهي تعتبر فتحات جانبية مستفيدة من التغير في ارتفاع السقف في وسط المسجد عن باقي أجزاء المسجد، ويبلغ الفرق بين السقفين (٢م)، ومساحة الجزء المرتفع في وسط المسجد (٢٢٥م٢) كما في الشكل رقم (١).

نتائج القياسات الميدانية للإضاءة الطبيعية فقط بمسجد العباس

أجرى البحث قياسا ميدانيا لكميات الإنارة الطبيعية داخل وخارج المسجد على فترتين، من (١٢-١) ظهرًا ومن (٣-٤) عصرا. تم استخدام جهاز قياس مستويات الإنارة (Luxmeter, Hagner, Model No.EC1-X) كانت السماء صافية ولا توجد مبانٍ في جوار المسجد. سجلت قيمة الإضاءة الخارجية للفترة الأولى ١١٠٠٠ لوكس، وكانت في الفترة الثانية ١٠٥٠٠ لوكس. تم وضع أجهزة القياس في النقاط التي تم تحديدها على الشبكة القياسية (٣,٣٥*٣,٣٥مترًا) على ارتفاع (٦٠سم) من مستوى سطح الأرض للمسجد؛ وذلك نظراً لأن



الشكل رقم (١). منظور ثلاثي الأبعاد للوضع الراهن لمسجد نموذج (ح/ع) للواجهة الشمالية الغربية.

معظم قراءة القرآن والوظائف التعليمية بالمسجد تكون بالقرب من هذا المستوى. ولقد أظهرت القراءات (للفترة الأولى من ١٢-١ ظهرًا) الاستنارة الناتجة من الإضاءة الطبيعية فقط بدون الإضاءة الصناعية تبايناً واضحاً، إذ تراوحت في الصالة المعدة لصلاة الجمعة من (٧١ لوكسًا) تم تسجيلها في المنتصف الأمامي لقاعة الصلاة بالقرب من المحراب إلى أعلى نقطة تم تسجيلها (٢٥٢ لوكس) في منتصف المسجد تحت المستوى الأعلى في المسجد بالقرب من الحائط الجنوبي، وكذلك سجلت مستويات الاستنارة في منتصف المسجد تباينا واضحاً إذ تراوحت الاستنارة من (٧١ لوكسًا) في المنطقة الأمامية بالقرب من حائط القبلة و (٢٤٨ لوكس) في المنتصف تحت المستوى الأعلى بالمسجد و (١١٤ لوكس) في المنطقة الخلفية بالمسجد بالقرب من الحائط الشرقي، أما درجة الاستنارة بالجهتين الشمالية والجنوبية فقد كانت أقل تباينًا مقارنة مع وسط المسجد إذ كانت تتراوح من (١٦٢-١٩٩ لوكس) بالجهة الشمالية والجنوبية في المنطقة القريبة من النافذة، وفي المنطقة البعيدة من النافذة كانت تتراوح من (١٢٦-١٣٥ لوكس) للجهة الشمالية والجنوبية.

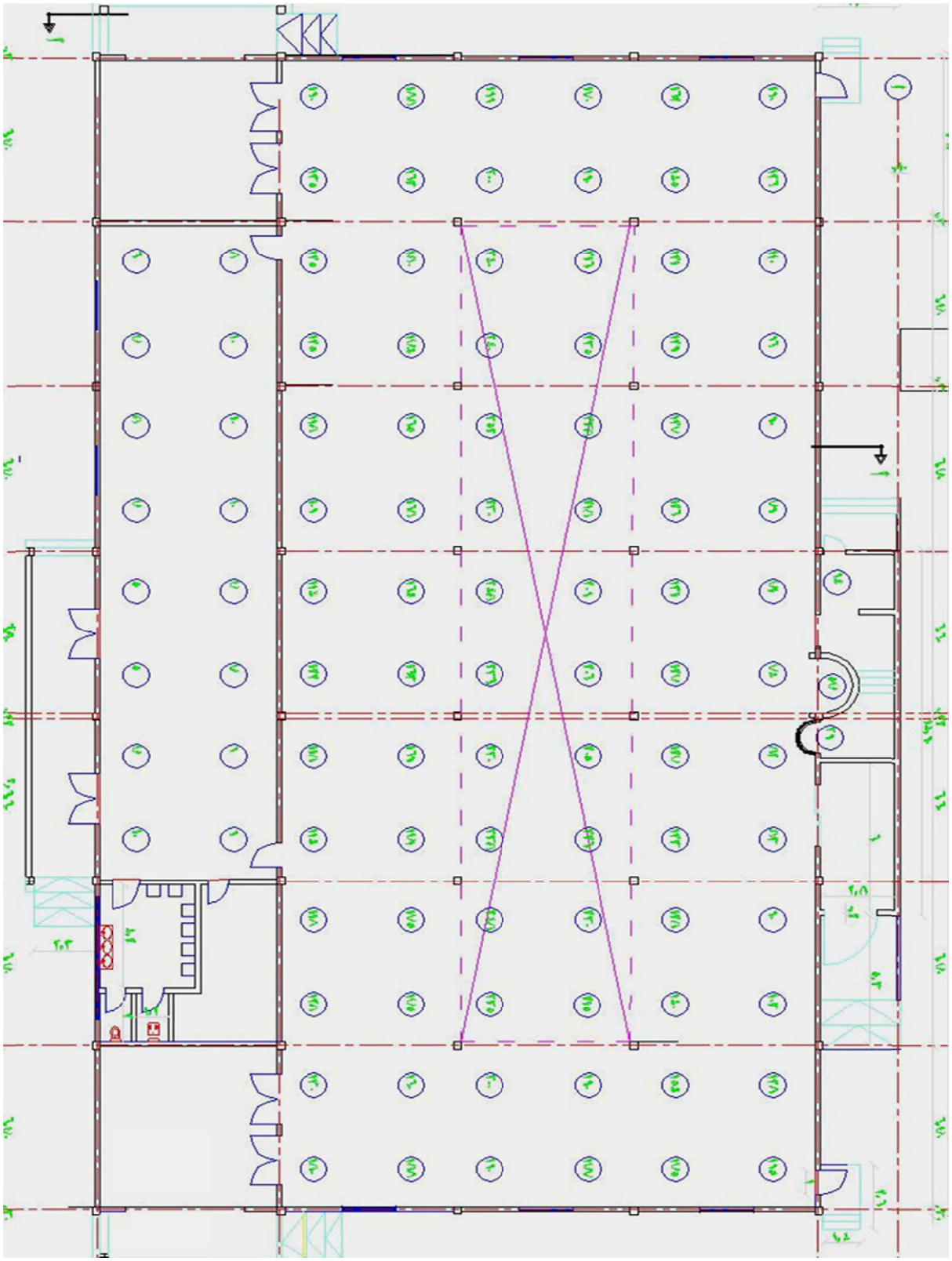
وكانت الجهة الغربية (القبلة) والشرقية أقل في تسجيل مستويات الاستنارة مع الجهة الشمالية والجنوبية، حيث تراوحت القراءات التي سجلها جهاز القياس بالقرب من حائط القبلة من (٧١ لوكسًا) في المنتصف و (١٩٠ لوكس) في الجوانب بالقرب من النوافذ أما بالقرب من الحائط الشرقي فقد سجل (١٠٩ لوكس) في المنتصف و (١٩٠ لوكس) في الجوانب بالقرب في النوافذ، ولقد دلت القياسات الميدانية أن الاستنارة الناتجة من الإضاءة الطبيعية لحوالي ٧٥٪ من مساحة المسجد تراوحت من (٧١ لوكسًا إلى ١٩٩ لوكس) وهي دون الحد الأدنى المقترح بواسطة جمعية مهندسي الإنارة الأمريكية (IES)[١٠] وهي مقدار الاستنارة المطلوب لقراءة المطبوعات تتراوح (٢٠٠ إلى ٥٠٠ لوكس) أما النسبة المتبقية ٢٥٪ جاءت في منطقة الحد الأدنى من (٢٠٠ إلى ٢٥٢ لوكس) في منتصف المسجد. أما الصالة المعدة للفروض الخمسة فقد كانت القراءات التي سجلها الجهاز تتراوح من (٦ لوكسات إلى ١٠ لوكسات) وذلك نظراً لأنه تم إضافة مظللة في الجهة الشرقية منعت دخول الضوء الطبيعي إلى قاعة الصلاة كما في الشكل رقم (٢).

أما الفترة الثانية (٣-٤ عصرًا) فكانت مقاربه للفترة الأولى.

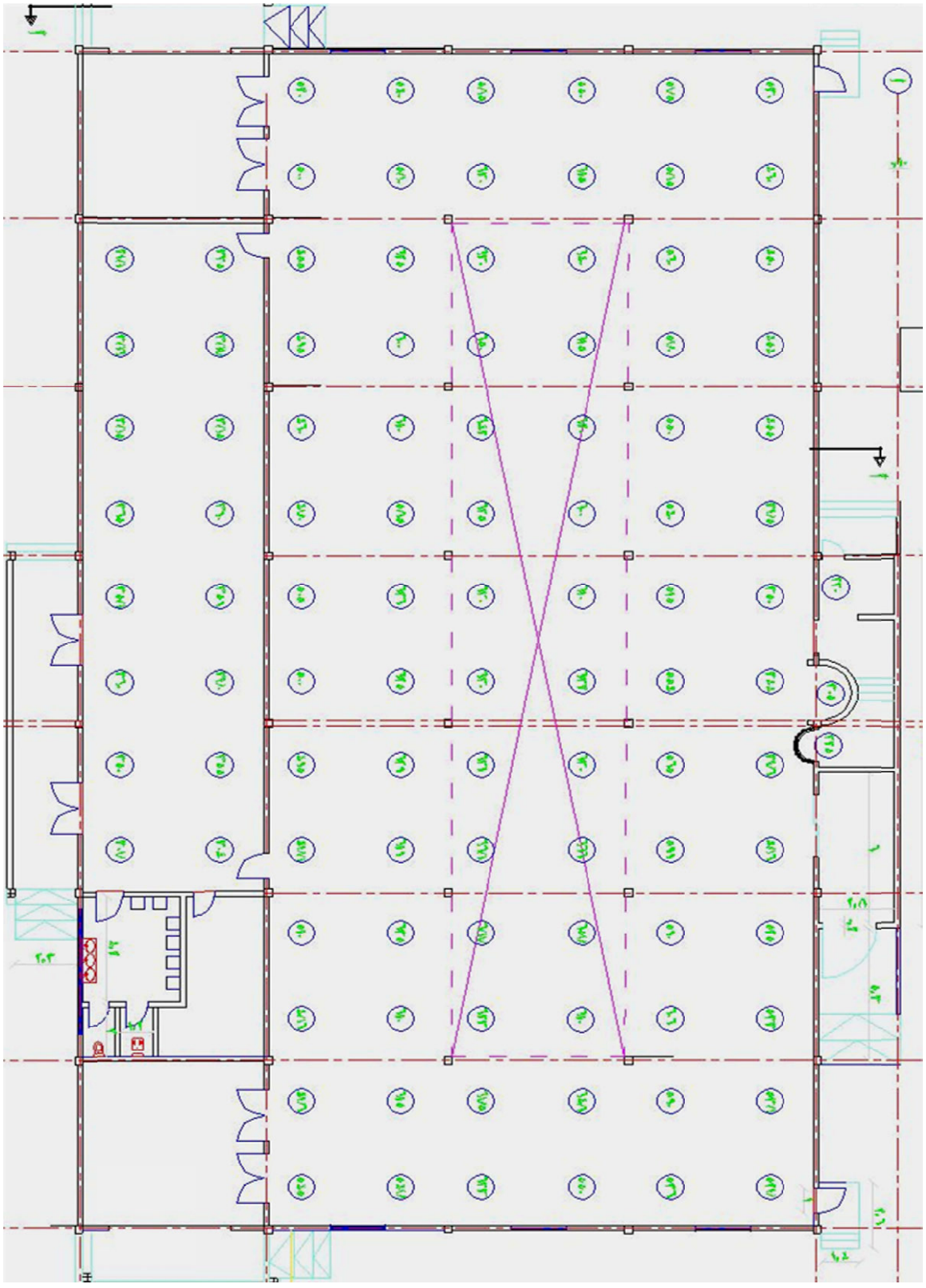
نتائج القياسات الميدانية للإضاءة الطبيعية والصناعية مجتمعة

وبما أن الإضاءة الطبيعية لا توفر الاستنارة المطلوبة للجزء الأكبر في مساحة صالة الصلاة بالمسجد فقد تمت الاستعانة بالإضاءة الاصطناعية، وبعد تشغيل الإضاءة الاصطناعية ثم تسجيل الاستنارة للنقاط السابقة نفسها، ولقد دلت القياسات الخاصة بالإضاءة المشتركة أن الاستنارة لحوالي ٣٠٪ من مساحة قاعة الصلاة المخصصة لصلاة الجمعة تراوحت من (٣٤٤-٥٠٠ لوكس) أي أنها تقع في حدود النطاق المقترح لقراءة المطبوعات، في حين تراوحت الاستنارة للمساحة المتبقية والتي تمثل حوالي ٧٠٪ من المساحة الإجمالية من (٥٠٠ إلى ٦٨٧ لوكس) تفوق الحد الأعلى المسموح به المقترح بواسطة جمعية مهندسي الإنارة الأمريكي (IES). أما قاعة الصلاة المعدة للفروض الخمسة فقد تراوحت بها الإضاءة الطبيعية والاصطناعية مجتمعة في حدود النطاق المسموح به من قبل الجمعية من (٣٠٤ إلى ٣٩٠ لوكس) كما في الشكل رقم (٣).

(١٠) IES. Recommended practice of Day lighting. New York 1979, Illumination Engineering society, U.S.A.



الشكل رقم (٢). قياس كمية الإضاءة الطبيعية فقط للفترة الأولى من ١٢-١ ظهرًا.

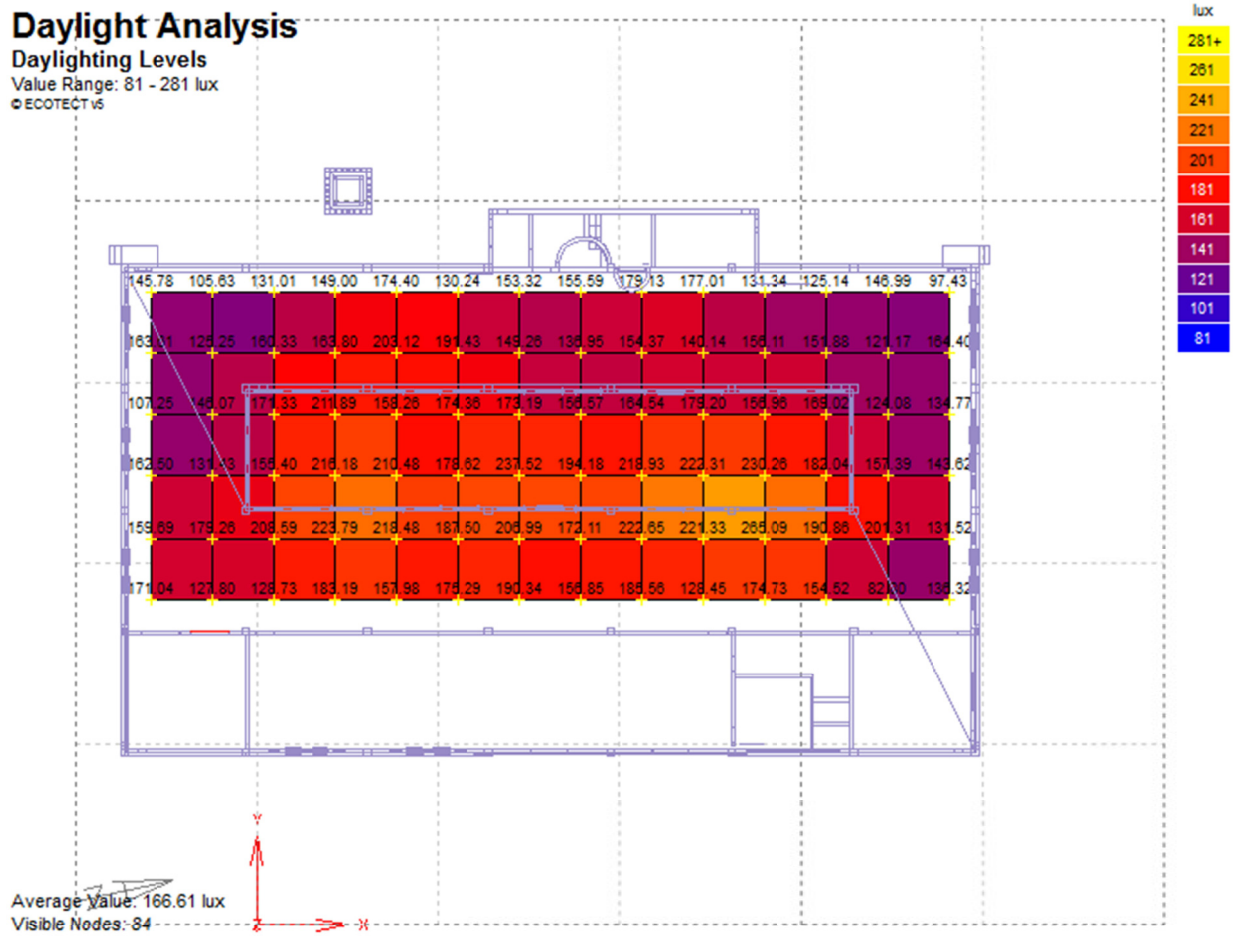


الشكل رقم (٣). قياس كمية الإضاءة الطبيعية والصناعية للفترة الأولى من ١٢-١ ظهرًا.

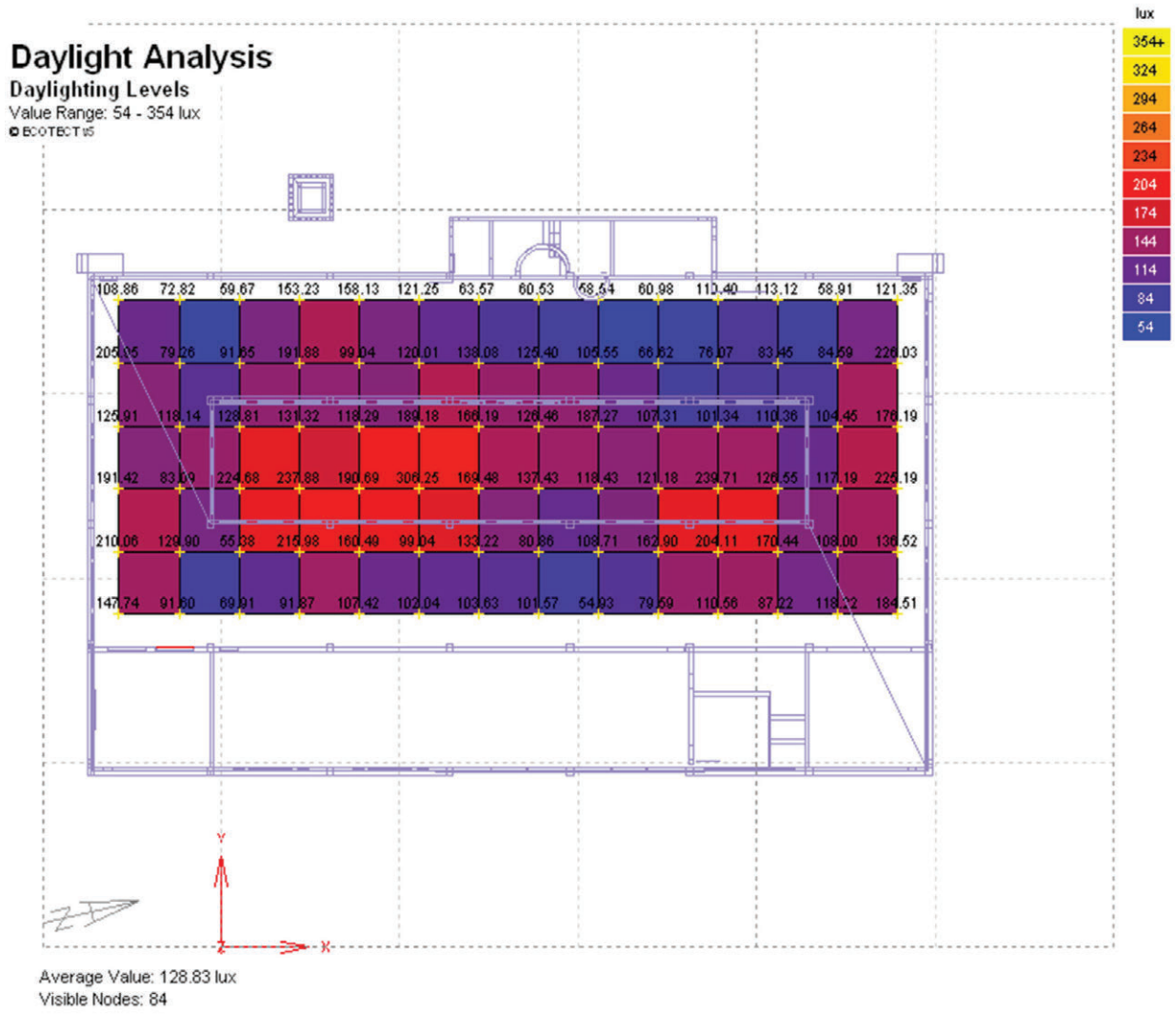
محاكاة الإضاءة الطبيعية ببرنامج
ECOTECT Analysis

بحساب كمية الإضاءة بواسطة برنامج ECOTECT عند النقاط (٨٤) المطلوبة لقاعة الصلاة بمسجد العباس نموذج (ح/ع) للفترتين الأولى من ١٢ إلى ١ ظهرًا وهي فترة قراءات القرآن الكريم وخطبة الجمعة، وكانت نتائج تحليل قراءات كمية الإضاءة الطبيعية كما في الشكل رقم (٤)، والفترة الثانية في الساعة ٣-٤ عصراً وهي فترة حلقات تحفيظ القرآن الكريم بالمساجد وكانت نتائج تحليل قراءات كمية الإضاءة الطبيعية كما في الشكل رقم (٥).

تم استخدام مستوى الدقة في خطوات الحساب على البرنامج إلى مستوى (Very High) وكانت ظروف السماء الصافية بإضاءة طبيعية على حسب مناخ مدينة الرياض تبلغ ١١٠٠٠ لوكس وذلك في يوم ٢٨ من أغسطس (نفس اليوم الذي تمت فيه القياسات الميدانية). نسبة شفافية الزجاج مطابقة للتي بالمسجد وتبلغ ٧٦٪. تم اختيار الطريق القياسية لمركز أبحاث



الشكل رقم (٤). قياس كمية الإضاءة الطبيعية فقط لمحاكاة برنامج Ecotect للفترة الأولى من ١٢-١ ظهرًا.



الشكل رقم (٥). قياس كمية الإضاءة الطبيعية فقط للمحاكاة برنامج Ecotect للفترة الثانية من ٣-٤ عصرًا.

البناء البريطاني (BRE)[١١] حرفيًّا لحساب معدلات الإضاءة الطبيعية للسماء الصافية.

بلغ متوسط كمية الإنارة الطبيعية للنقاط الـ ٨٤ جميعها المقيسة ميدانيا للفترة من (١٢-١) ظهرًا ١٥٦,٢٩ لوكسًا. بينما بلغ متوسط كمية الإنارة المحوسبة بواسطة برنامج ECOTECT إلى ١٦٦,٦١ لوكسًا كما في الشكل رقم (٤)، أي بمعدل انحراف مقداره ٦,٦٪ من القياسات الميدانية لذا نجد أن مطابقة نتائج البرنامج للواقع تبلغ ٩٣,٤٪. تعتبر هذه النتيجة جيدة لاعتماد البرنامج للقيام بدراسات مقارنة بين عدد من النماذج التصميمية فيما يخص أثر التصميم المعماري في توفير القدر الكافي والتوزيع الجيد للإنارة داخل المباني.

(١١) D.R.Hunt 1979, Availability of Daylight, Building Research Establishment BRE,Rer code BR21, ISBN9788-844-86081-1-

الأهداف التي يجب توافرها في البدائل التصميمية لنموذج (ح/ع)

بعد دراسة الوضع الحالي لمسجد العباس نموذج (ح/ع) في النقاط السابقة (١٢، ١٣، ١٤) ومعرفة مدى الاستفادة من الإضاءة الطبيعية في المسجد سعت الدراسة في إيجاد حلول لتلافي القصور في بعض الجوانب وذلك للأسباب الآتية:

١- تحقيق حدود النطاق المقترح والمسموح به من جمعية مهندسي الإنارة داخل فراغ المسجد وذلك من خلال تصميم الفتحات وتحديد شكلها وموقعها وأبعادها واتجاهاتها وتفادي الإجهاد البصري الذي ينتج عن التباين في توزيع الإضاءة داخل المسجد.

٢- تحقيق الاتزان بين مقدار الإضاءة الطبيعية المطلوبة والمفعول السلبي لنفاذ أشعة الشمس وتفادي المفعول السلبي لأشعة الشمس داخل فراغ المسجد.

٣- تحقيق التوجيه المناسب لفتحات النوافذ لتلبي مستويات الإضاءة المطلوبة داخل فراغ المسجد.

٤- الاستفادة من الإضاءة الطبيعية العلوية لتحقيق الاتزان مع أداء الفتحات على الواجهات داخل فراغ المسجد

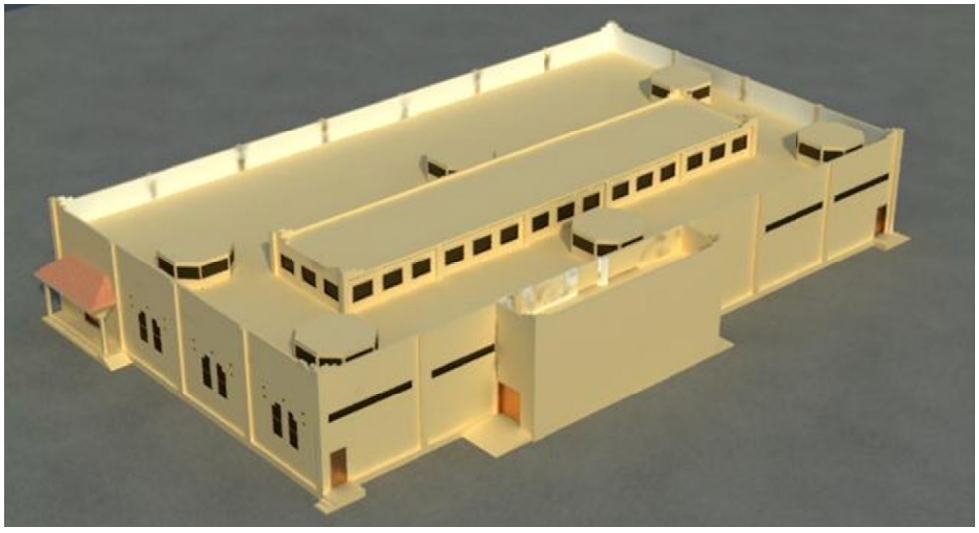
٥- تقليل استهلاك الطاقة خاصة في أوقات الذروة باستخدام الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ وتقليل الاعتماد على الإضاءة الصناعية بطاقة مجانية وغير مكلفة.

البدائل التصميمية للإضاءة الطبيعية لمسجد العباس نموذج (ح/ع)

المقترح والبديل التصميمي الأول (إضافة عدد ستة مناور علوية ثمانية للوضع الراهن في الأركان والمنتصف)

وصف المقترح التصميمي

هذا المقترح ركز على زيادة الإضاءة الطبيعية في الأماكن والنقاط التي تقل فيها كمية الإضاءة عن (٢٠٠ لوكس) ويكون في المناطق التي فيها قصور كما في الصف الأول باتجاه القبلة والصف الأخير باتجاه جهة الشرق والمناطق القريبة منها للوضع الراهن القائم

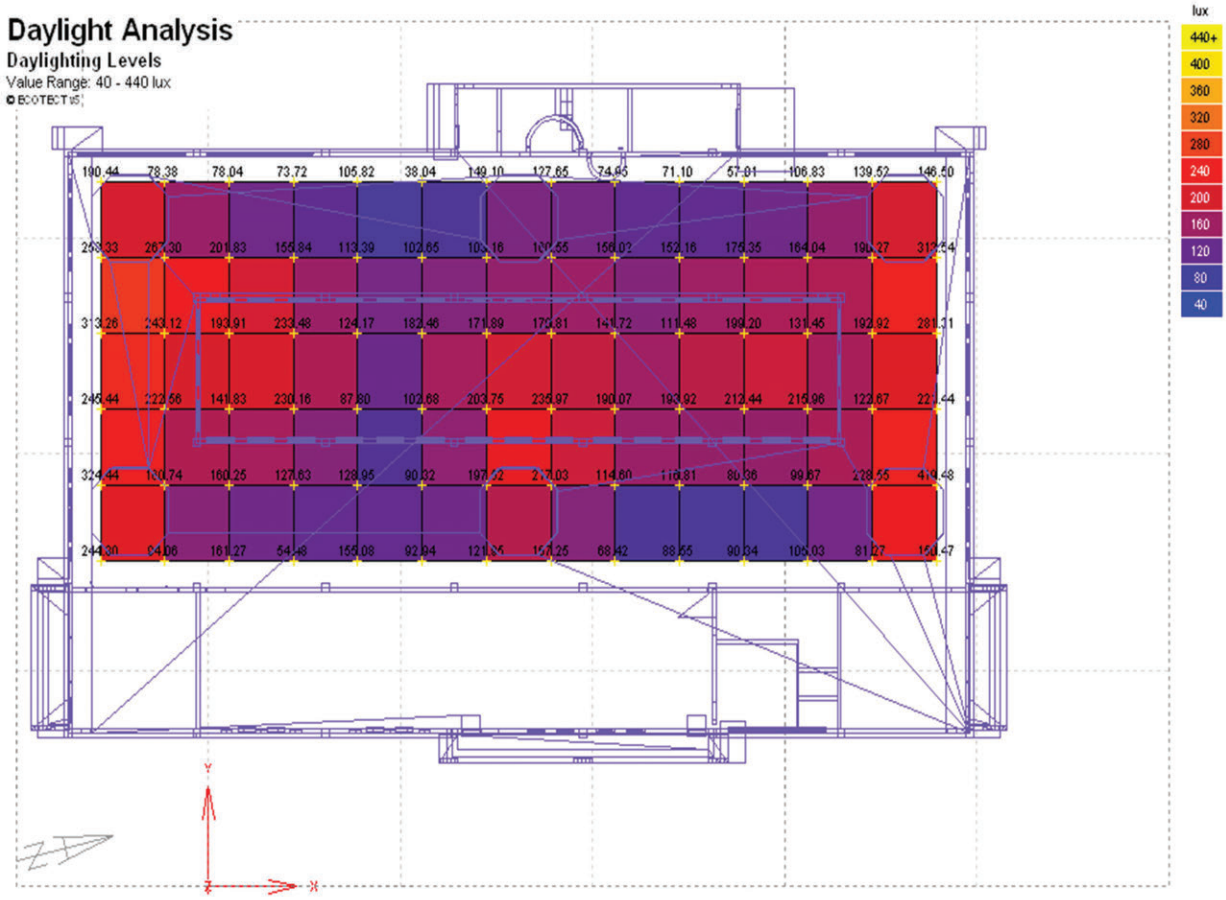


الشكل رقم (٦). منظور ثلاثي الأبعاد للتجربة الأولى البديل التصميمي إضافة ستة مناور علوية بالسقف الواجهة الشمالية الغربية.

بمسجد العباس، حيث تم إضافة عدد (٦) مناور علوية ذات شكل ثماني ليتناسب مع التصميم القائم للمسجد بقطر (٥ , ٤م) وعدد (٨) فتحات نوافذ جانبية بارتفاع (٢٠ , ١م) وبعرض (٥ , ٢م)، وتم توزيعها على أركان المسجد والمنتصف كما في الشكل رقم (٦).

نتائج تحليل المقترح التصميمي بالحاسب الآلي

بعد عمل تمثيل هذا المقترح ببرنامج تحليل قياس شدة الإضاءة Autodesk Ecotect Analysis ثم الحصول على إضاءة أعلى في المناطق التي كان بها قصور وخاصة في المناطق التي تحت المناور العلوية مباشرة وتقل في المناطق التي بين المناور وكانت القراءات لشدة كمية الإضاءة الطبيعية في فترة (٣٠ , ١٢) ظهرًا تتراوح من (٢٠٠) لوكس في منتصف المسجد إلى (٤١٩ لوكس) تحت المنور بالقرب من النوافذ الشمالية وهذا يمثل (٤٥٪) في نقاط قياس كمية الإضاءة في الحدود المسموح بها أما المناطق التي في اتجاه القبلة والجهة الشرقية نهاية صالة الصلاة والتي هي منحصرة بين المناور العلوية تحتاج إلى إضافة إضاءة صناعية على الجدران لتكون مكملة للإضاءة الطبيعية وتكون في الحدود المسموح بها كما في الشكل رقم (٧).

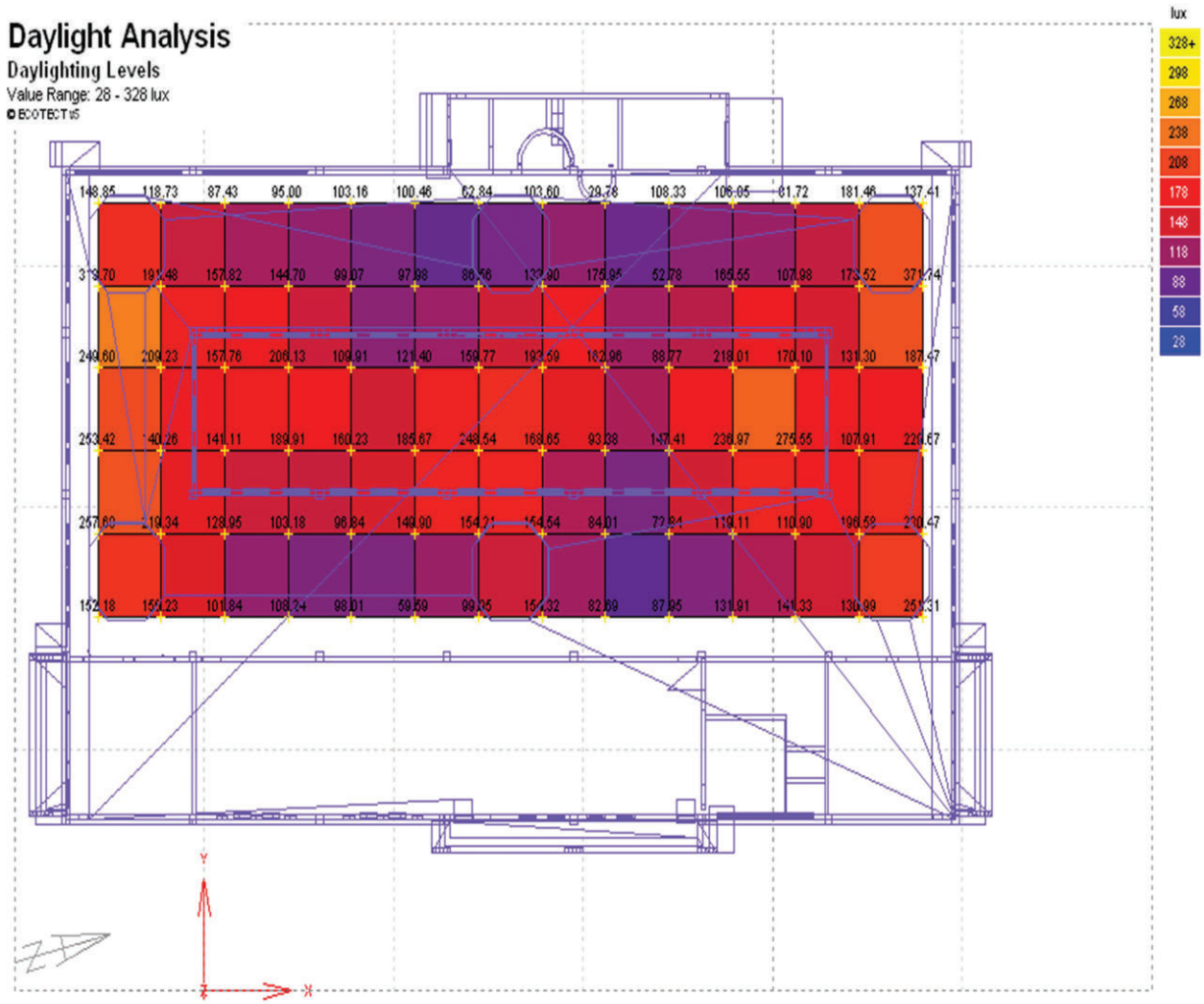


الشكل رقم (٧). قياس كمية الإضاءة الطبيعية فقط للمقترح ستة مناور علوية للفترة الأولى من ١٢-١ ظهرًا.

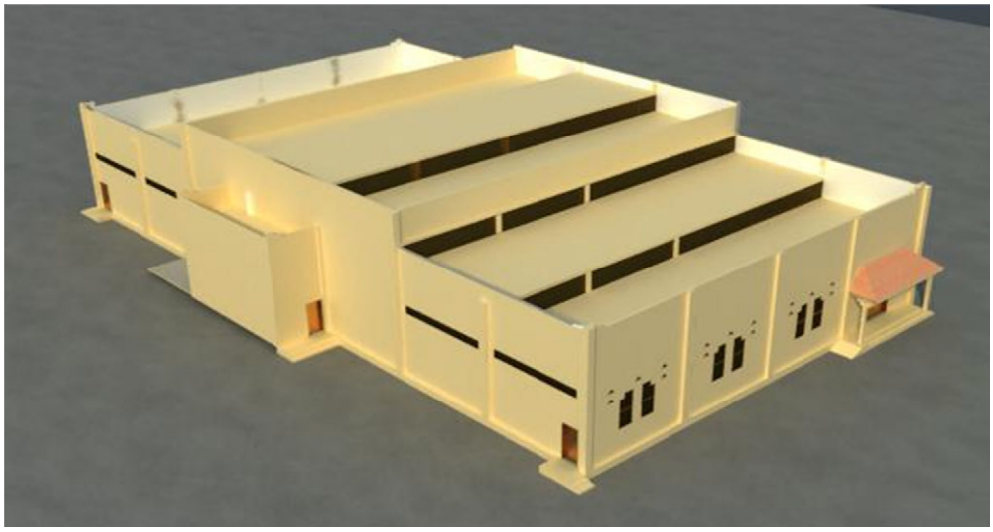
وفي الفترة الثانية الساعة (٤) عصراً تراوحت كمية شدة الإضاءة الطبيعية من (٢,٦ لوكسًا) في منتصف المسجد و(٣٧١ لوكس) تحت المناور بالقرب من النوافذ الشمالية وتم ملاحظة زيادة في كمية شدة الإضائة الطبيعية بالجهة الشمالية والجنوبية بالقرب من النوافذ أكثر من الوضع قبل إضافة المناور وهذا يرجع لوجود المناور حيث تراوحت الزيادة (من ١٠٠ إلى ٢٠٠ لوكس) كما في الشكل رقم (٨) مقارنة مع الشكل رقم (٥) أعلاه.

المقترح والبديل التصميمي الثاني (تدرج بمستويات سقف المسجد باتجاه الشمال والجنوب)

هذا المقترح ركز على الاستفادة من التدرج لسقف المسجد لإضافة أكبر كمية من الإضاءة الطبيعية من جهة الشمال والجنوب، حيث تم عمل تصميم جديد لسقف المسجد الذي يتكون من عدد (٤) مستويات بين المستوى والآخر (١,٥م) حيث إن التدرج متساوٍ من الجهتين الشمالية والجنوبية وتكون قمة التدرج في منتصف المسجد، وهذا التدرج للمستوى الواحد يحتوي



الشكل رقم (٨). قياس كمية الإضاءة الطبيعية فقط للمقترح ستة مناور علوية للفترة الثانية من ٣-٤ عصرًا.



الشكل رقم (٩). منظور للتجربة الثانية البديل التصميمي (٤) مستويات بالسقف باتجاه الشمال والجنوب الواجهة الجنوبية الغربية.

على عدد (٤) فتحات بارتفاع (٢٠ , ١م) وبعرض (٦م) وبإجمالي عدد (٢٤) نافذة جانبية باتجاه الشمال والجنوب كما في الشكل رقم (٩) .

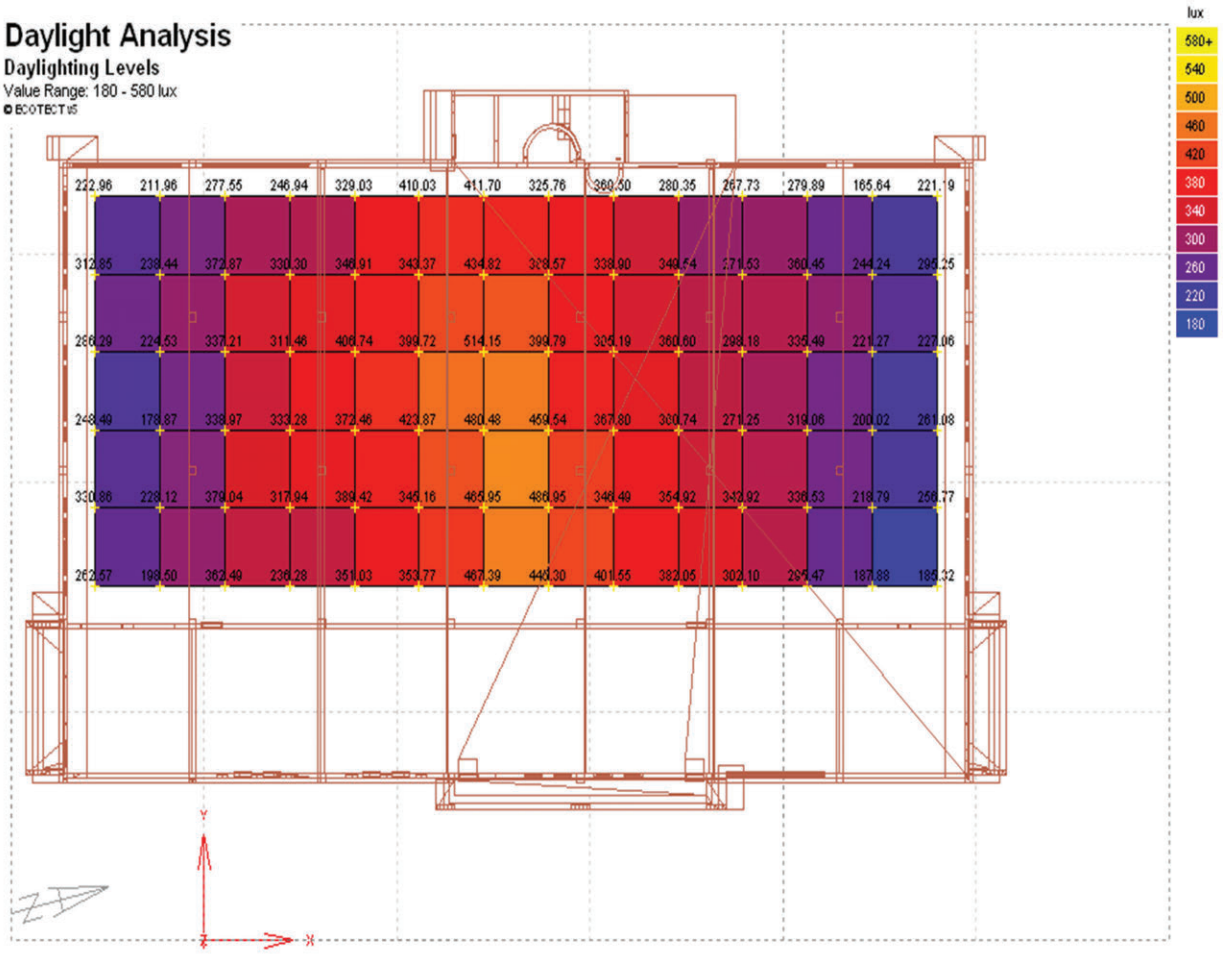
نتائج تحليل المقترح بالحاسب الآلي

القراءات في الفترة الأولى (١٢:٣٠) ظهراً تتراوح من (٢٠٠ لوكس) إلى (٤٨٠ لوكس) وهذا يمثل (٩٣٪) من نقاط قياس الإضاءة في الحدود المسموح بها، وتم تسجيل عدد (٥) نقاط بما يمثل (٦٪) في عدد النقاط التي كانت تحت المستوى المسموح به وهي النقاط (١٦٥-١٨٧- ١٨٥) في جهة الجنوب، علماً بأن هذه النقاط قريبة من الحدود المسموح بها، وتم تسجيل نقطة واحدة أعلى من الحدود المسموح بها وهي (٥١٤ لوكس) في المنتصف كما في الشكل رقم (١٠).

أما الفترة الثانية (٤:٠٠) عصراً فتراوحت قراءات قياس كمية الإضاءة بين (٢٠٠ لوكس) إلى (٥٣٠ لوكس) في الحدود المسموح بها وهذا يمثل (٩٢٪) من عدد النقاط القياس للإضاءة الطبيعية المسموح بها، وتم تسجيل عدد (٦) نقاط بما يمثل (٧٪) من عدد النقاط التي كانت تحت المستوى المسموح به وهي النقاط (١٦٤- ١٧٧-١٩٠-١٥٧) في الجهة الجنوبية من المسجد، وتم تسجيل نقطة واحدة أعلى من الحدود المسموح بها وهي (٥٣٠ لوكس) في منتصف المسجد كما في الشكل رقم (١١).

المقترح والبديل التصميمي الثالث (تدرج لمستوى سقف المسجد باتجاه الشرق والغرب)

هذا المقترح ركز على الاستفادة من التدرج لسقف المسجد للاستفادة من أكبر كمية من الإضاءة الطبيعية من جهة الشرق والغرب، حيث تم عمل تصميم جديد لسقف المسجد الذي يتكون من عدد (٣) مستويات بين المستوى والآخر (٥ , ١م) حيث إن التدرج متساوٍ من الجهتين الشرقية والغربية وتكون قمة التدرج في منتصف المسجد، وهذا التدرج للمستوى الواحد يحتوي على عدد (٧) فتحات بارتفاع (٢٠ , ١م) وبعرض (٦م) وبإجمالي عدد (٢٨) نافذ جانبية بالسقف لجميع المستويات باتجاه الشرق والغرب، وتم إضافة عدد (٤) فتحات باتجاه الغرب بطول (٦ متر) وبعرض (٦٠سم) وبارتفاع (٤م) عن سطح أرضية المسجد كما في الشكل رقم (١٢).

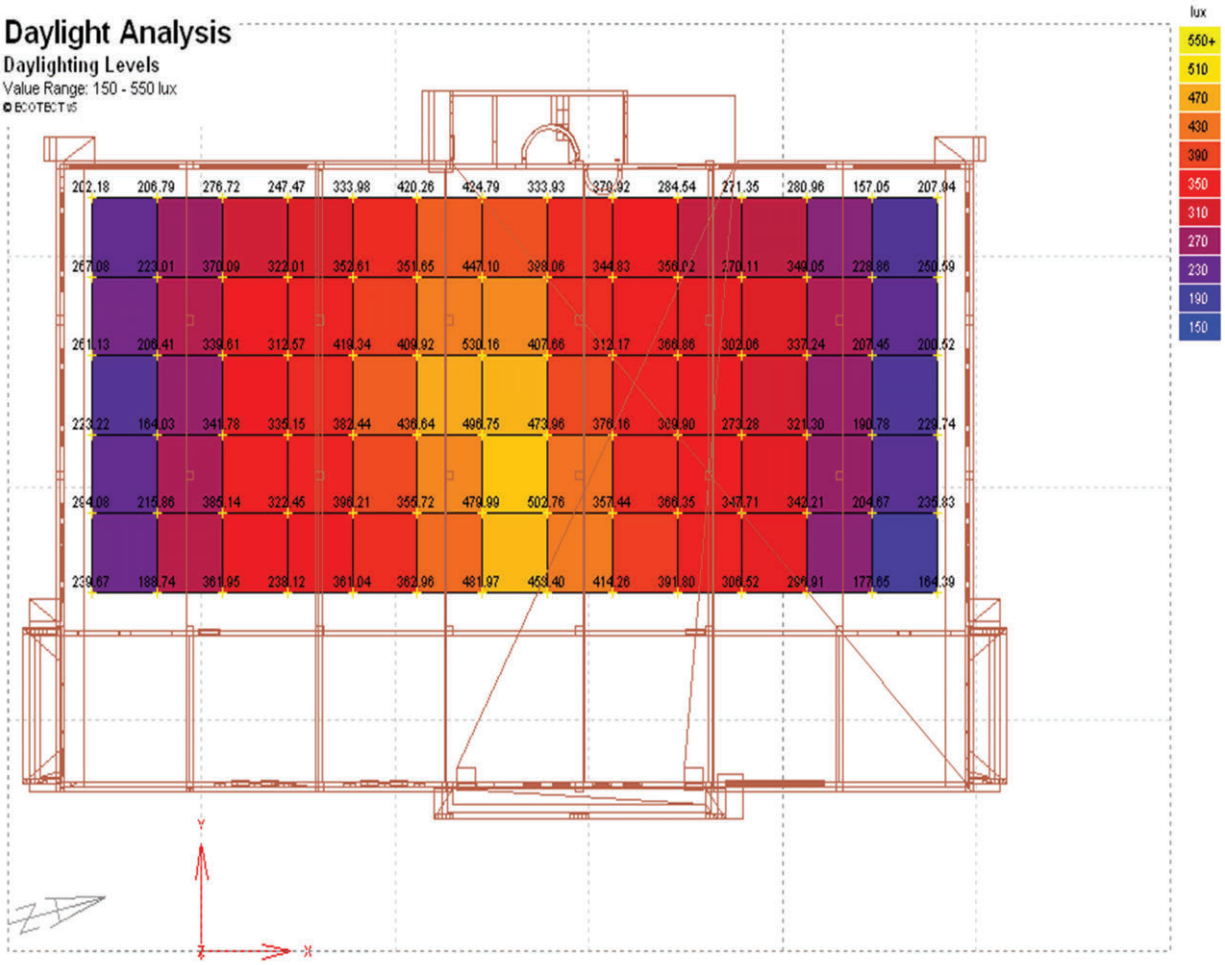


الشكل رقم (١٠). قياس كمية الإضاءة الطبيعية فقط للمقترح الثاني تدرج شمال جنوب للفترة الأولى ١٢-١ ظهرًا.

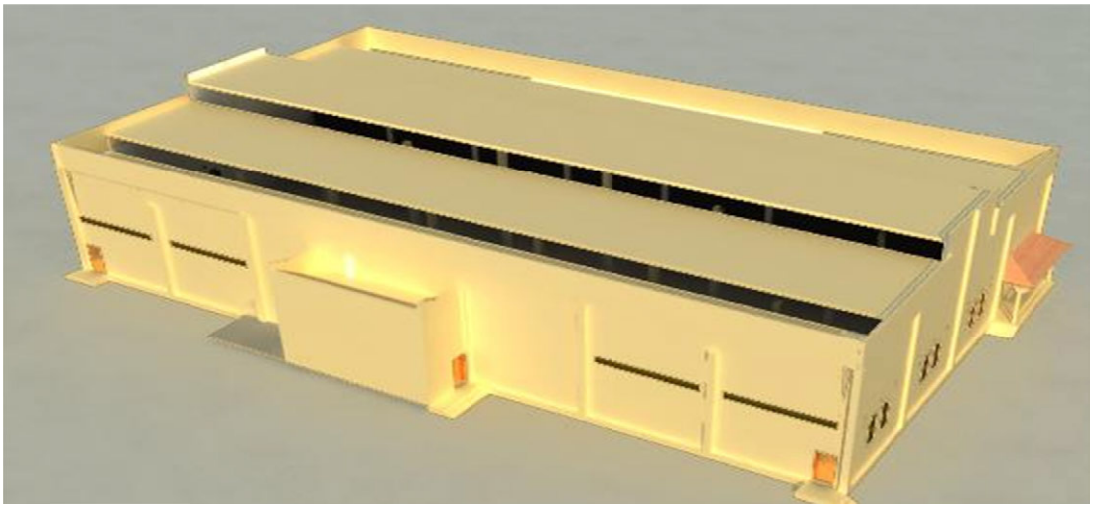
نتائج تحليل المقترح بالحاسب الآلي

القراءات في الفترة الأولى (١٢:٣٠) ظهراً تتراوح من (٢٠٢ لوكس) في الصف الأول لجهة القبلة إلى (٤٩٧ لوكس) في الصف الثاني من جهة القبلة وهذا يمثل (٧٥٪) من عدد نقاط القياس الإضاءة في الحدود المسموح بها للقراءة وتم تسجيل عدد (٤) نقاط بما يمثل (٤,٧٪) من عدد النقاط التي كانت تحت المستوى المسموح به وجميعها بالصف الأول باتجاه القبلة، وتم تسجيل عدد (١٧) نقاط أعلى من الحدود المسموح بها وهي تمثل (٢٠,٣٪) كما في الشكل رقم (١٣).

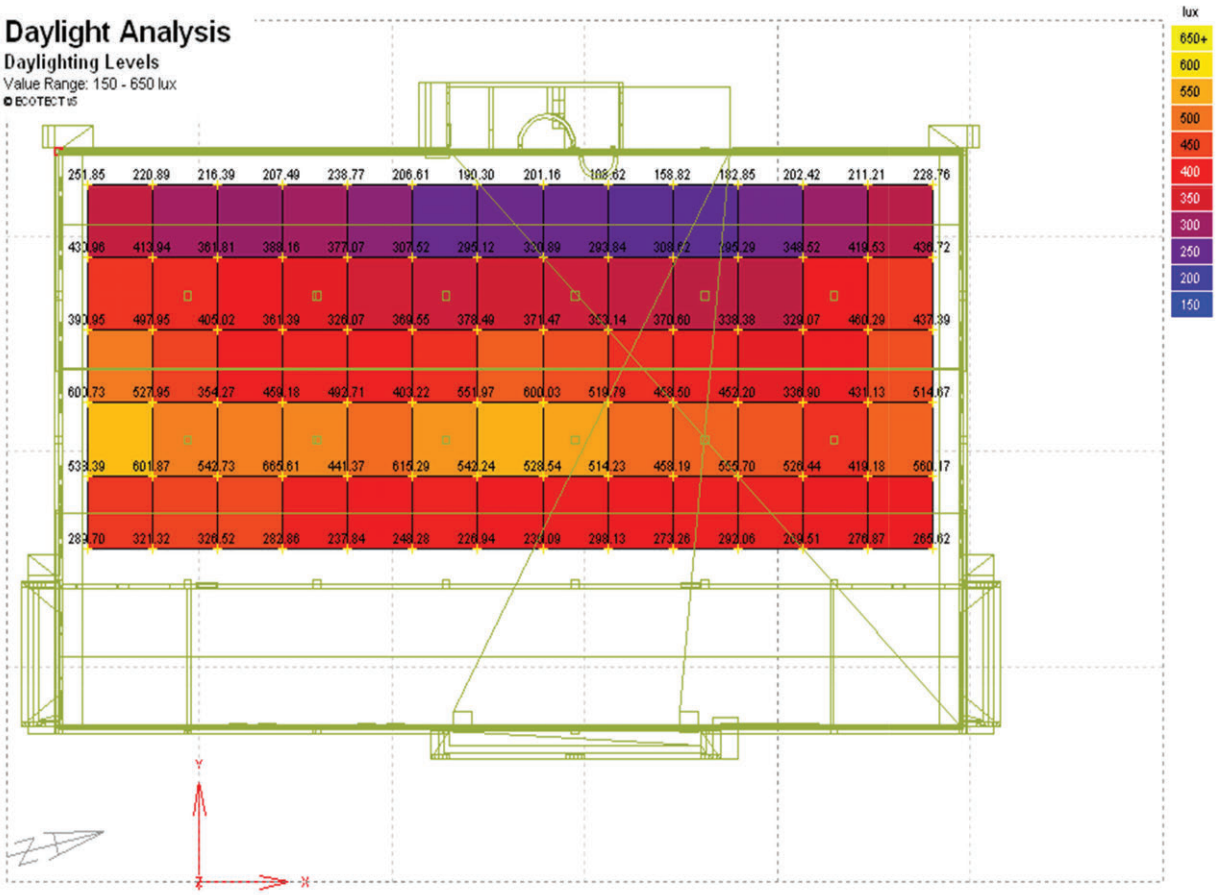
أما الفترة الثانية (٤:٠٠) عصراً فتراوحت قراءات قياس كمية الإضاءة بين (٢١٣ لوكس) بالصف الأول باتجاه القبلة إلى (٥٠٠ لوكس) في الصف الرابع باتجاه القبلة وهذا يمثل (٨٢٪) من عدد النقاط لقياس الإضاءة الطبيعية المسموح بها، وتم تسجيل عدد (٥) نقاط بما يمثل (٦٪) من عدد النقاط التي كانت تحت المستوى المسموح به، وجميعها بالصف الأول باتجاه القبلة، وتم تسجيل عدد (١٠) نقاط أعلى من الحدود المسموح بها وهي تمثل ما نسبته (١٢٪) من عدد النقاط التي هي أعلى من الحدود المسموح بها كما في الشكل رقم (١٤).



الشكل رقم (١١). قياس كمية الإضاءة الطبيعية فقط للمقترح الثاني تدرج شمال جنوب للفترة الثانية ٣-٤ عصرًا.



الشكل رقم (١٢). منظور ثلاثي الأبعاد للتجربة الثالث البديل التصميمي (٣) مستويات بالسقف باتجاه شرق غرب الواجهة الجنوبية الغربية.



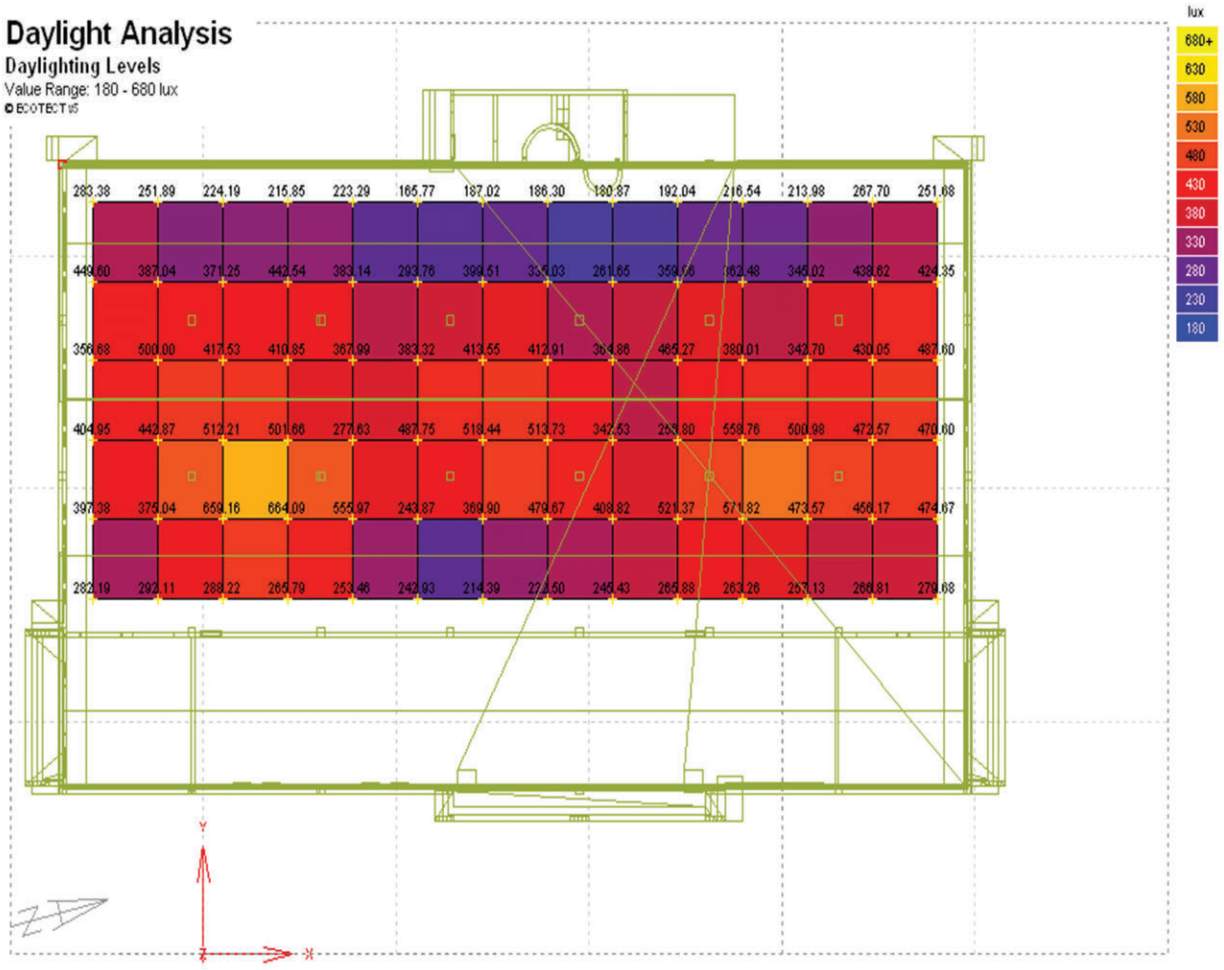
الشكل رقم (١٣). قياس كمية الإضاءة الطبيعية فقط للمقترح الثالث تدرج شرق غرب للفترة الأولى ١٢-١ ظهرًا.

الاستنتاجات والتوصيات للبحث

نستنتج مما سبق من القياسات الميدانية وتحليل مستوى الإضاءة الطبيعية للمقترحات والبدائل التصميمية لمسجد العباس نموذج (ح/ع) لمستوى الحدود المسموح بها والموصى بها من قبل لجنة الإنارة العالمية للقراءة والكتابة والتي تتراوح (من ٢٠٠ إلى ٥٠٠ لوكس) والتي يمكن الاعتماد على الإضاءة الطبيعية للمسجد في مدينة الرياض لتحقيق الحدود المسموح بها للقراءة والكتابة وما يماثلها من الوظائف التعليمية بالمسجد طوال أيام السنة دون الاعتماد على الإضاءة الصناعية المكملة لها إذا تم عمل الدراسات والتحليل لمستوى الإضاءة الطبيعية للفراغات المعمارية بشكل صحيح.

ومن خلال هذه الورقة البحثية يمكن استنتاج التوصيات التالية:

١- يجب عمل الدراسات لتحسين مستوى الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ المعماري لصالة الصلاة حيث أثبتت النتائج والقياسات الميدانية لمسجد العباس نموذج (ح/ ع) أن الإضاءة الطبيعية في (٧٥٪) من مساحة الفراغ الداخلي لصالة الصلاة لا تلبي متطلبات القراءة والكتابة للوظائف التعليمية وأنها دون الحد المقترح من جمعية مهندسي الإنارة (٢٠٠ لوكس) والمخصصة لأماكن القراءة (الشكل رقم ١٥). وبما أن الإضاءة الطبيعية لا توفر الإضاءة الكافية فقد تم الاستعانة بالإضاءة الصناعية التي صممت في النطاق الأعلى من



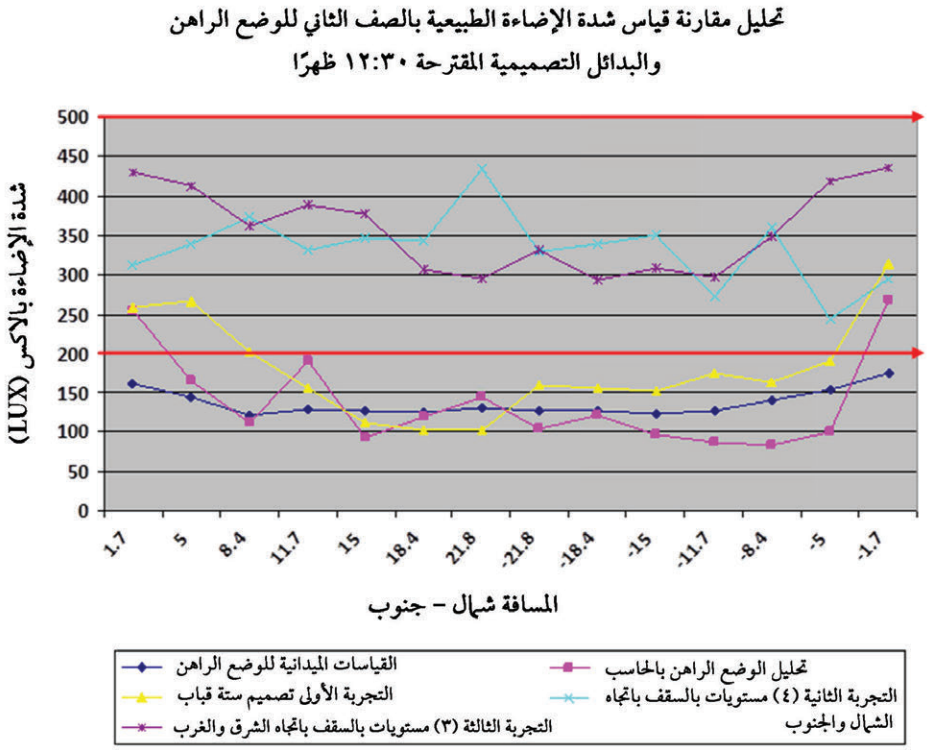
الشكل رقم (١٤). قياس كمية الإضاءة الطبيعية فقط للمقترح الثالث تدرج شرق غرب للفترة الثانية ٣-٤ عصرًا.

الحـدود المسموح بها حيث تمـثل (٧٠٪) من المساحة الإجمالية لصالة الصلاة تتراوح في حدود (٥٠٠ إلى ٦٨٧ لوكس) حيث تفوق الحـد الأعلى المسموح به بواسطة جمعية مهندسي الإنارة الأمريكي (IES) حيث تحتوي هذه الصالة على عدد (٣٣٦) لمبة فلورسنت يتم تشغيلها في جميع أوقات الصلاة والوظائف التعليمية وفي ذلك هدر كبير لاستهلاك الطاقة، وهذا يرجع إلى عدم التركيز على عمل التصاميم الملائمة وخاصة تحليل مستوى الإضاءة الطبيعية لتصاميم المساجد ويمكن أن يعزى عدم الاستفادة من ضوء النهار في المباني وخاصة المساجد إلى القصور في التصاميم المعمارية، علماً بأن أحد أهم الفوائد الرئيسية لاستخدام ضوء النهار هو الحد من استهلاك الطاقة، وقد أثبتت هذه الدراسة أن الاستفادة من الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ المعماري إذا استخدمت بوصفها المصدر الرئيسي للإضاءة داخل المسجد سوف تؤدي إلى وفرات هامة وكثيرة في استهلاك الطاقة كما في المقترح والبديل التصميمي الثاني والثالث (الشكل رقم ١٥).

٢- الاستفادة من الإضاءة الطبيعية العلوية (الأسطح) للمساجد؛ وذلك نظراً لأن أغلب المساجد مستوى واحد فلا بد من الاستفادة من الإضاءة الطبيعية

العلوية السماوية لما لها من تأثير إيجابي على مستويات كمية وتوزيع الإضاءة داخل الفراغ المعماري، وذلك بعمل تصاميم لتدرج مستويات السقف لإدخال أكبر قدر ممكن من الإضاءة الطبيعية العلوية، وقد أثبتت هذه الدراسة إن نتائج المقترح الثاني تصميم عدد (٤) مستويات لسقف المسجد في اتجاه الشمال والجنوب كانت بما نسبته (٩٣٪) من عدد النقاط التي تم تحليل الإضاءة الطبيعية لصالة المسجد في الحدود المسموح والموصى بها عن طريق جمعية الإنارة العالمية من (٢٠٠ إلى ٥٠٠ لوكس) (الشكل رقم ١٥) أعلاه.

٣- حسن توجيه الفتحات والنوافذ للاستفادة من الإضاءة الطبيعية حيث يفضل أن يكون توجيه النوافذ والفتحات الجانبية بالأسقف ناحية الشمال والجنوب؛ وذلك لضمان الحصول على مستويات متقاربة لشدة الإضاءة الطبيعية داخل فراغ صالة الصلاة بالمسجد طوال اليوم، وعلى النقيض من ذلك يتضح بعدم أو تجنب بقدر المستطاع توجيه النوافذ والفتحات الجانبية بالأسقف ناحية الشرق والغرب لوجود تفاوت كبير في كمية الإضاءة الطبيعية بين أول النهار وآخره، وقد تم إثبات ذلك في هذه الدراسة حيث كان يتراوح حساب كمية الإضاءة في المقترح الثاني تصميم عدد (٤) مستويات بالسقف باتجاه الشمال والجنوب لنقاط القياس من (١٦٥ إلى ٥١٤ لوكس) في الفترة ١٢:٣٠ ظهرًا ومن (١٥٧ إلى ٥٣٠ لوكس) في الفترة الثانية ٤ عصرًا، بينما تراوح حساب كمية الإضاءة في المقترح الثالث تصميم عدد (٣) مستويات بالسقف باتجاه



الشكل رقم (١٥). قياس كمية الإضاءة الطبيعية فقط للوضع الراهن ومقارنتها بالمقترحات في ضوء توصية جمعية الإنارة الأمريكية من (٢٠٠-٥٠٠ لوكس) للفترة الأولى ١٢-١ ظهرًا.

الشرق والغرب ثباتًا كبيرًا في الفترة الأولى ١٢:٣٠ ظهرًا من (١٠٨- إلى ٦٦٥ لوكس) وفي الفترة الثانية (٤:٠٠ عصراً) (١٦٥ إلى ٦٦٤ لوكس) (الشكل رقم ١٦).

٤- يفضل تحقيق الإنارة داخل الفراغ المعماري عن طريق الإضاءة الطبيعية فقط؛ وذلك لعدد من المميزات وهي:

أ) أن مناخ بلادنا يعطي طاقة إضاءة مجانية بنسبة تصل أعلى من ٥٠٪ من كمية الإضاءة المطلوبة طوال اليوم.

ب) ولتحقيق مبدأ العمارة المستدامة وذلك من خلال الربط بين العمارة ومتطلبات البيئة والتي هي أحد سبل استدامة العمارة.

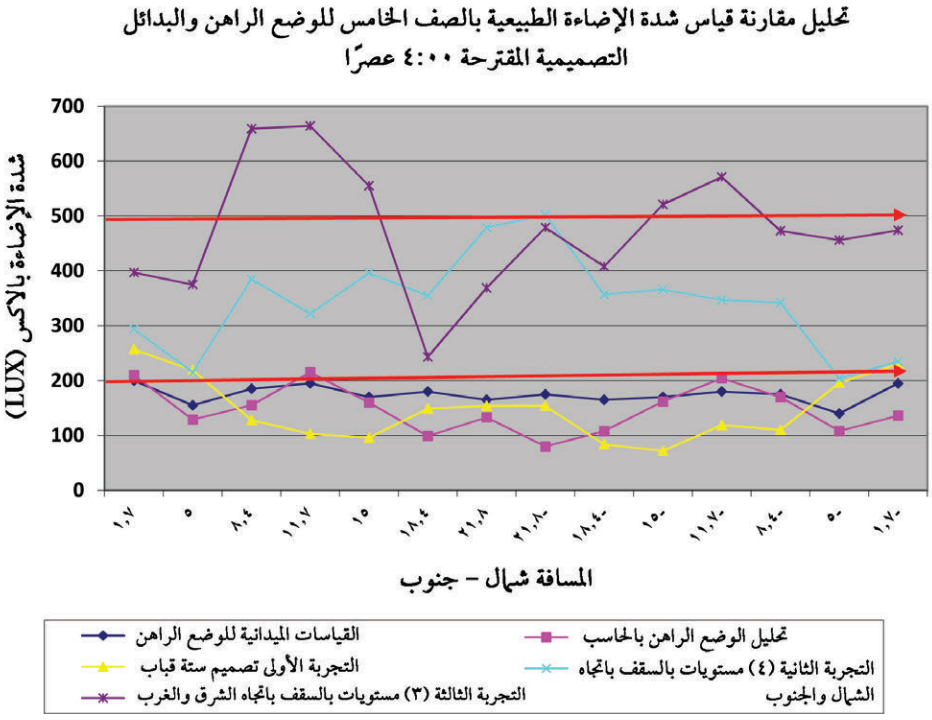
ج) تساهم الإضاءة الطبيعية في خفض مستويات Co2 عن طريق تقليل انبعاثات الغاز نتيجة للحرق في محطات التوليد المركزية للكهرباء.

د) رفع قدرة الكفاءة البشرية حيث توصل العديد من الدراسات عن مدى ما تعطيه الإضاءة الطبيعية من تأثيرات إيجابية في نفسية المستخدمين.

وقد تم تحقيق ذلك في هذه الدراسة من خلال المقترح والبديل التصميمي الثاني بتصميم عدد (٤) مستويات بالسقف باتجاه الشمال والجنوب حيث تم الاستفادة من الإضاءة الطبيعية فقط في إنارة فراغ صالة الصلاة بمسجد العباس نموذج (ح/ع).

٥- تعتبر عملية محاكاة تصميم الإنارة بشقيها الطبيعي والصناعي منها عملية ضرورية للمفاضلة وتقييم المقترحات المتعددة للتصاميم عند التصميمات الأولية وحتى يسهل الوصول إلى التصميم الأفضل لمستويات الإضاءة عن طريق برامج محاكاة الإضاءة الحديثة مثل (ECOTECT).

٦- يعتبر برنامج (ECOTECT) أداة فعالة لحساب مستويات الإنارة الطبيعية والصناعية أو مجتمعة داخل المباني لأي مبنى في أي موقع على الأرض.



الشكل رقم (١٦). قياس كمية الإضاءة الطبيعية فقط للوضع الراهن ومقارنتها بالمقترحات في ضوء توصية جمعية الإنارة الأمريكية من (٢٠٠-٥٠٠ لوكس) للفترة الأولى ٣-٤ عصرًا.

المراجع

سعيد، سعيد عبد الرحيم، ١٩٩٧، الإضاءة الطبيعية للمسجد الجامع بالدرعية، مجلة جامعة الملك سعود، المجلد التاسع، العمارة والتخطيط، الرياض.

هاني هاشم ودح، د. هيثم بصيص، د. ميساء الدبس، ٢٠٠٥، برامج حساب مساحة الفتحات المحققة لشروط الإضاءة الطبيعية والصناعية في المباني السكنية والعامة، المؤتمر المعماري الدولي السادس الثورة القمية وتأثيرها على العمارة والعمران، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، القاهرة.

الخليفي، عبدالعزيز إبراهيم، ١٩٩٨، دراسة تحليلية لمستوى الإضاءة الطبيعية عبر النوافذ في الفصول الدراسية بمدينة الرياض رسالة ماجستير كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود، الرياض.

الشيباني، خالد عسكر، ٢٠٠٢، العلاقة الهندسية بين مساحة النافذة والمساحة الداخلية للغرفة كمؤشر لشدة الإنارة الداخلية، المجلة العلمية بجامعة الملك فيصل، المجلد الثالث، العدد الأول، الدمام.

البرادعي، عبدالمنعم محمد يحيى، د. عبدالعظيم، عاطف عبداللطيف، د. المروعي، محمد عايش، ٢٠٠٤، استخدام الإضاءة الطبيعية كأحد عناصر التصميم المعماري، قسم التقنية المدنية والمعمارية، كلية التقنية بمحافظة جده.

وزارة الشؤون الإسلامية والأوقاف والدعوة والإرشاد، فرع الوزارة بمنطقة الرياض – إدارة المشروعات القسم الفني، المخططات الهندسية لنموذج المسجد (ح / ع).

Arabic References

Saeed, Saeed Abdul Rahim (1997): «Natural Lighting in the Dir›iyya Friday Mosque» King Saud University Journal, Architecture and Planning, Volume IX, Riyadh.

Hashim, Hani; Basees, Haitham; Ed-Dabes, Maysa (2005): « Calculation Programs of Opening Areas for Natural and Artificial Lighting of Residential and Public Buildings» Sixth International Architectural Symposium: Digital Revolution and its impact on Architecture and Urbanism, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Assiut University, Cairo.

Al-Khulaifi, Abdul Aziz Ibrahim (1998): An Analytical study of the Natural Lighting Level Through the Classroom Windows in Riyadh», Unpublished Master Thesis, College of Architecture and Planning, King Saud University, Riyadh.

Shibani, Khaled Askar (2002): «The Geometric Relationship Between the Window area and the Room Interior Space as an Indicator of Interior Lighting Intensity», The Scientific Journal of King Faisal University, volume III, first edition, Dammam.

El-Baradei, Abdel Moneim Mohammed Yahya; Azim, Atif Latif, Almruaa, Mohammed Ayesh (2004): «the Use of Natural lighting as an Elements of Architectural Design», Department of Civil and Architectural Technologies, College of Technology, Jeddah.

Ministry of Islamic Affairs, Endowments, Call and Guidance, Branch of Riyadh - Project Management, Technical Division, «Engineering Plans for a Mosque Model (Plans C & H).

English References

Khalid. Aishaibani, 2000, Potentiality of day lighting in a maritime desert climate: the Eastern coast of Saudi Arabia, Department of Architecture, College of Architecture and Planning. King Faisal University, Renewable Energy 23(2001)325-331, Received 2 May 2000. Accepted 1 August 2000.

Lighting for Buildings: Part 2. Code of practice for day lighting, 1992 British Standards BS.

Koga, Y. and Li Nakamvra, 1998, Day lighting Standards codes and Policies. Mainly in Japan, Ministry of Supply and Services, Tokyo.

D. R. Hunt 1979, Availability of Daylight, Building Research Establishment BRE, Reference code BR21, ISBN978-1-86081-844-8.

Daryanani, S., 1984, Design Consideration for the Day lighting of New Commercial Buildings: Energy and Buildings, Canada.

IES. Recommended practice of Day lighting. New York 1979, Illumination Engineering society, U.S.A.

M. David Egan and V. Olgyay, Architectural Lighting 2002, Publisher McGraw-Hill, New York, Second Edition.

Evaluation of Natural Lighting Provision for Educational Purposes through Architectural Prototype Mosque Designs in Riyadh Using ECOTECT Software

Omar Khras Alotaibi **Abdel Rahman Elbakheit**

Department of Architecture and Building Sciences, College of Architecture and Planning
King Saud University

eng.omar.ok@hotmail.com Abdel.elbakheit@hotmail.com

(Received 27/12/1433H.; accepted for publication 8/4/1434H.)

Keywords: Lighting design in buildings, Digital architecture, Natural lighting, Sustainability, Ecotect.

Abstract: This paper studies and evaluates illumination provision in its Natural and artificial form for a proto-type mosque in Riyadh, Saudi Arabia. The study comprised of comparisons to components of lighting in both natural and artificial forms determined by field measurements with that simulated through computer software, ECOTECT. Agreement between measured and simulated results was evident. This validates the use of ECOCTECT software for lighting simulations. The provided illumination levels are compared to the recommendations of American illumination engineers society IES, to establish adequacy. ECOTECT software provided a useful tool to study several proposals to improve illumination levels of the existing design and make use of natural lighting and its sustainable provision in a timely and inexpensive way. The paper concludes that ECOTECT is an effective tool to simulate and evaluate buildings design in providing natural as well as artificial lighting.