Ass. Univ. Bull. Environ. Res. Vol. 8 No. 1, March 2005

AUCES

تأثير اختلاف عرض فتحة الإضاءة علي كمية الإضاءة الطبيعية من خلال دراسة نموذج مصغر لقاعات الرسم

أحمد عبد الوهاب أحمد رزق

مدرس بقسم الهندسة المعمارية بكلية الهندسة – جامعة طنطا

الملخص :

يشمل البحث تجارب عملية علي نموذج مصغر لإحدى قاعات الرسم لمعرفة مدي تأثير تنوع عرض فتحة القاعة ما بين كامل عرض القاعة و ثلاثة أرباع عرض القاعة ونصف عرض القاعة وأخيراً ربع عرض القاعة وذلك علي كمية الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ.

ويهدف البحث بصفة عامة إلى توفير القدر الكافى من الإضاءة الطبيعية وتحقيق توزيع منتظم لها داخل الفراغ مع تجنب كلاً من الإبهار (زيادة الإضاءة عن الحد المريح للعين)، والتى تنشأ غالباً من المناطق القريبة من فتحة الإضاءة والعتمة (نقص الإضاءة عن الحد المريح للعين) والتى تنشأ فى المناطق البعيدة عن فتحه الإضاءة.

كما يهدف البحث بصفة خاصة إلى التوصل لعرض فتحة الإضاءة الأدنى فى قاعات الرسم من خلال جانبين وأولهما أقل فارق فى كمية الإضاءة عبر عمق الفراغ الموازى لاتجاه الإشعاع الشمسى (الفارق بين أقل عمق وأقرب مسافة من فتحة الإضاءة وبين أكبر عمق وأبعد مسافة من فتحة الإضاءة) وثانيهما أقل فارق فى كمية الإضاءة عبر عرض الفراغ العمودى على اتجاه الإشعاع الشمسى (الفارق بين منتصف عرض الفراغ وأركانه) وذلك من خلال قاعة رسم يكون فيها العرض ضعف العمق.

وتم التوصل إلى أن كمية الإضاءة داخل الفراغ فى حالة الفتحة بكامل العرض تصل إلى ثلاثة أضعاف كمية الإضاءة فى حالة الفتحة بربع العرض، وأن الفارق فى كمية الإضاءة عبر عمق الفراغ يصل عند أقل عمق إلى ٣ مرات كمية الإضاءة عند أكبر عمق فى حالة الفتحة بكامل العرض بينما يصل إلى ٦ مرات كمية الإضاءة عند أكبر عمق فى حالة الفتحة بربع العرض (حالة غير مفضلة)، وأن الفارق فى كمية الإضاءة عبر عرض الفراغ فيصل عند منتصف العرض إلى مرة وربع كمية الإضاءة عند الأركان فى حالة الفتحة بكامل العرض ويصل على ثلاث مرات كمية الإضاءة عند الأركان فى حالة الفتحة بربع العرض، ويمكن من هذه النتائج التوصل إلى طرق حساب الإضاءة طبقاً لعرض الفتحة والتى تفيد فى مرحلة التصميم الابتدائى.

ولذلك فنوصى لتحقيق كمية كافية وشبه منتظمة من الإضاءة داخل الفراغ بجعل عرض فتحة الإضاءة ما بين نصف عرض القاعة وكامل عرض القاعة وذلك فى حالة القاعة ذات فتحة وحيدة من أحد جوانب العرض مع مراعاة أن يكون عرض القاعة العمودى على الإشعاع الشمسى ضعف عمق القاعة الموازى للإشعاع الشمسى وأن يكون توجيه المحور الطويل للفتحة بصورة عمودية على اتجاه الشرق حيث تكون زاوية سقوط الشمس شبه عمودية على محور ارتفاع الفتحة. كما يراعى أن يكون معامل الانعكاس للأسطح.

مقدمة :

١ـ حـول متطلبـات الإضـاءة الطبيعيـة الجيدة فى قاعات الرسم:

لمعرفة هذه المتطلبات يستلزم معرفة جانبين، أولهما أن لا تقل شدة الإضاءة داخل قاعات الرسم عن ١٠٠٠ لكس[١] كمتوسط داخل الفراغ وهى كمية إضاءة مرتفعة إذا ما قورنت بغيرها من الأنشطة فتبلغ ضعفى كمية الإضاءة فى صالات القراءة وثلاثة أضعاف كمية الإضاءة فى الفصول الدراسية وخمسة أضعاف كمية الإضاءة فى المبانى السكنية. كما يشترط أن لا تقل كمية الإضاءة عن ٦% من إجمالى الإضاءة الخارجية، وسيأتى تفصيله فى الأبعاد البحثية. وثانى هذه الجوانب هو ضرورة التوزيع المنتظم للإضاءة داخل القاعات سواء على المستوى الرأسى أو الأفقى ويكون بنسبة لا تزيد عن (١) عند أقل عمق و(٠.٣) عند منتصف عمق الفراغ و(٠.١) عند أكبر عمق أى يكون معدل الإضاءة لا يزيد عند أقل عمق عن عشرة أضعاف معدل الإضاءة عند أكبر عمق.

ولتحقيق هذه المتطلبات يستلزم الآتى:

- فتحة إضاءة ذات مساحة لا تقل عن ٢٠% من مساحة الصالة[١]، وذات زجاج ذو معامل نفاذية يتجاوز ٩٠% من الإضاءة[٤]، وذات توجيه محدد طويل بصورة عمودية على الشرق لضمان تخلل الإضاءة إلى أعماق الفراغ.
- عمق الفراغ الأقل ما يمكن ولا يتجاوز سواء السبعة أمتار أو نصف عرض الصالة[١].
- نهو الأسطح الداخلية من الألوان الفاتحة لعكس وتوزيع الإضاءة بانتظام.

ومن هذه المتطلبات تم التوصل على خصائص نموذج التجربة المذكور فى الأبعاد البحثية.

٢ ـ الأبعـاد البحثيـة لنمـوذج الدراسـة المصـغر المـراد عمـل عليـة التجـارب العملية :

تبلغ أبعاد النموذج المصغر (الماكيت) ١٠٠ سم عرض عمودي علي اتجاه الإشعاع الشمسي والموجود به الفتحة المراد تغييرها حسب التجربة العملية و٥٠ سم عمق الفراغ الموازي لاتجاه الإشعاع الشمسي و١٦ سم ارتفاع داخلي للفراغ و١٠ سم كارتفاع ثابت للفتحة المتغيرة لتبلغ نسبة العرض ضعف العمق والارتفاع ثلث العمق، كما في شكل (١).

كما أن لون سطح النموذج المصغر (الماكيت) الداخلى للحوائط والأسقف والأرضيات هو اللون الأبيض وسطحه من النوع الأملس للاستفادة من أقصى انعكاس للإضاءة داخل الفراغ ليشكل كحد أدنى ٨٣%[١]، ومن المعلوم أن اللون الأبيض ذو السطح الأملس هو لون ومادة تشطيب قاعات الرسم فى الغالب.

كما تم عمل مديول شبكي داخل فراغ النموذج يحوي خمس محاور عبر العمق وسبعة محاور عبر العرض ليكون عدد النقاط المقاس عندها كمية الإضاءة ٣٥ نقطة وهو عدد كاف ليعبر عن كمية الإضاءة داخل الفراغ وموضح هذا المديول في شكل (٢-أ) كما نوضح طريقة قياس النقاط المختارة فى شكل (٢- ب)[٤].

وتم اعتماد طريقة معامل ضوء النهار (Day Factor) لقياس الإضاءة الطبيعية داخل النموذج (شكل ٢-ج).

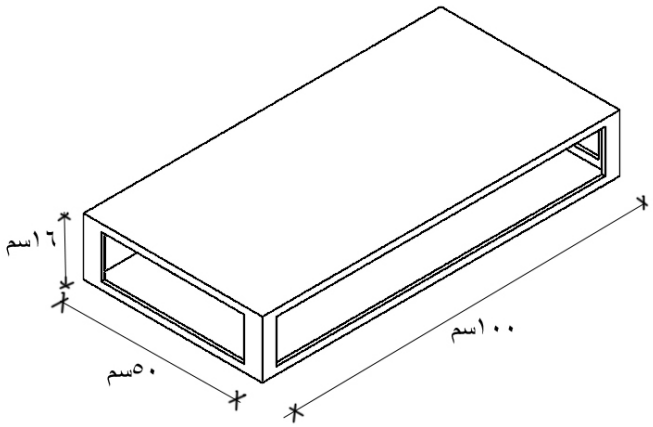
وتوجد أربعة طرق لقياس الإضاءة الطبيعية فى المبانى هى:

الطريقة الأولى: طريقة عامل ضوء النهار.

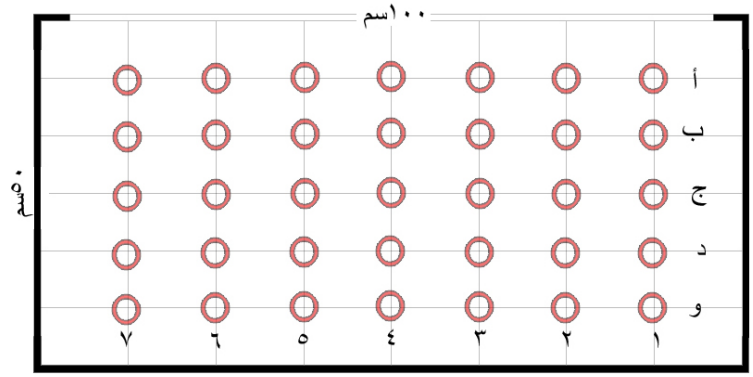
الطريقة الثانية: طريقة اللومن.

الطريقة الثالثة: طريقة القبة السماوية الاصطناعية.

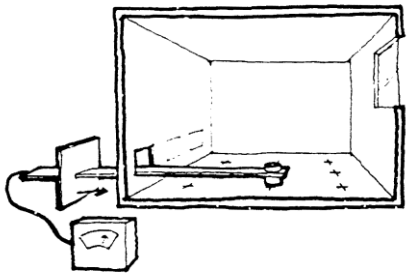
الطريقة الرابعة: طريقة برامج الحاسب الآلى.



شكل (١) ابعاد الماكيت المستخدم في التجربة



شكل (٢-أ): نقاط قياس كمية الإضاءة



شكل (٢ – ب) : يوضح طريقة القياس

أما الطريقة الأكثر واقعية ويمكن حسابها بسهولة لمختلف أجزاء المبانى فهى الطريقة الأولى، أى طريقة عامل ضوء النهار. أما الطرق الأخر مثل طريقة اللومن فإنها تتعامل مع النافذة، وكأنها لوح مضيء مثل كشافات الفلورسنت، وطريقة القبة السماوية الاصطناعية تحتاج على عمل نموذج لقبة السماء وإضاءتها بإضاءة مشابهة لضوء

السماء ثم وضع النموذج بداخلها بما فيه من كاسرات شمس وألوان وقياس الإضاءة بالداخل. وهذه الطريقة تعنى أن يقاس الضوء بعد عمل تصميم وتنفيذ النموذج ويشترط ألا يقل قطر قبة السماء هذه عن ٦ أمتار لإمكان دخول الإنسان بداخلها وقياس الإضاءة للنموذج المطلوب دراسته بطريقة صحيحة وسليمة مع استخدام الأجهزة الضوئية ذات الخلايا الضوئية الحساسة والدقيقة، لذلك فهو غير عملى. أما طريقة الحاسب الآلى فهى وإن كانت دقيقة إلا أن كل برنامج يتعامل مع نوع واحد من الفتحات، مثلاً الفتحات فى الحوائط الرأسية أو الفتحات على الأسقف الأفقية فقط ولذلك فإن معامل ضوء النهار هو الطريقة المثلى التى يستخدمها المصمم للحصول على قراءات تساعده على تصميم إضاءة طبيعية جيدة[١]. ومعامل ضوء النهار، كما فى المعادلة التالية هو:

$$\text{معامل ضوء النهار}\% = \frac{\text{أ}}{\text{ب} \times \text{ج}}$$

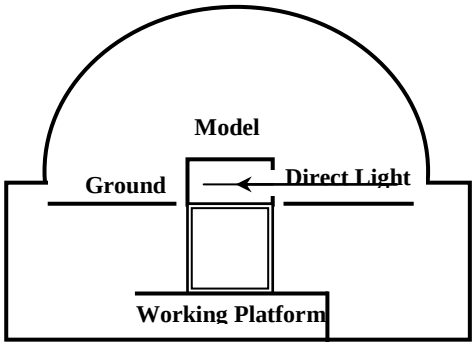
أ- الإضاءة الداخلية على مستوى الشغل عند نقطة المرجع وتشمل الإضاءة المباشرة والإضاءة المنعكسة.

ب- الإضاءة الطبيعية الخارجية وتتكون من شقين، مركبة ضوء النهار وضوء النهار الناتج عن الانعكاسات الخارجية.

ج- معامل تصحيح النافذة، يشمل نفاذية الزجاج وإطار الفتحة[٢].

وطبقاً للمعادلة تم تلافى أى معوقات خارجية من مبانى أو أشجار نتلاشى الإضاءة المنعكسة سواء من أسطح المبانى أو الأشجار الخارجية كما تم تلافى وضع زجاج فى فتحة النموذج المصغر لضمان نفاذ الإضاءة الخارجية بالكامل كما تم تلافى أى إطارات للفتحة لتقليل مساحتها.

- كما تم عمل التجارب خلال الساعة التاسعة صباحاً – توقيت شمس – وتم توجيه المحور الطويل للفتحة بصورة عمودية على اتجاه الشرق لتكون زاوية سقوط الشمس عمودية على محور ارتفاع الفتحة لتلافى تأثير زاوية سقوط الشمس والشكل (٢-ج) يوضح ذلك.



شكل (٢-ج) : يوضح طريقة سقوط الإضاءة على النموذج

وتم قياس شدة الإضاءة بجهاز Luxmeter المبين بشكل (٣).

وصفه وأبعاده : هو جهاز محمول من قطعتين – الأولى عبارة عن جهاز مزود بشاشة رقمية لتوضيح قيمة شدة الإضاءة أبعاده ١٦٧ × ٦٨ مم أما القطعة الثانية فهى عبارة عن شاشة بيضاء تبدو كعدسة مقعرة نصف قطرها ٢.٢ مم كرصد الإشعاع الشمسى، كما فى الشكل (٣).

طريقة عمله: يتم تشغيله من مفتاح قياس شدة الإضاءة والمقسم إلى ثلاثة مستويات: أولها لقياس من مستوى صفر حتى ١٩٩٩ لكس، وثانيها من مستوى

٢٠٠٠ حتى ١٩٩٩٠٠ لكس، وثالثها من مستوى ٢٠٠٠٠٠٠ حتى ٥٠٠٠٠٠٠ لكس.

كما أن شدة الإضاءة الخارجية فى ذلك الوقت من الصيف تقترب من ٤٠.٠٠٠ لكس حيث تنعدم السحب، والتى تؤدى إلى فقد فى الإضاءة الخارجية، كم تم القياس على مستوى الشغل بارتفاع ٤ سم، والذى يرمز إلى ارتفاع ٨٠ سم فى الواقع. كميات الإضاءة باللكس داخل النموذج لا تعبر عن القيمة الحقيقية للنقطة المقاسة داخل القاعات ويرجع ذلك إلى عمق نموذج الدراسة الـ٥٠ سم والهدف من التجربة ليس تقدير كمية الإضاءة داخل القاعات وإنما استنتاج مستويات نسبية لتوضيح مدى تأثير العرض على كمية الإضاءة سواء عبر عمق الفراغ أو عرضه.

شكل (٣) : جهاز قياس شدة الإضاءة Luxmeter

تأثير عرض فتحة الإضاءة علي كمية الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ من خلال التجارب العملية :

من خلال دراسة نموذج مصغر لإحدى قاعات الرسم تراوحت فتحة الإضاءة ما بين كامل عرض الفراغ العمودي علي اتجاه الإشعاع الشمسي وثلاثة أرباع عرض الفراغ ونصف عرض الفراغ وأخيرا ربع عرض الفراغ .

وتنحصر دراسة تأثير عرض الفتحة علي الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ علي ثلاثة جوانب أولها من خلال جداول قيم الإضاءة للنقاط المختارة والخروج من دراسة هذا الجانب بأعلى معدل إضاءة داخل الفراغ للحالات الأربعة لعرض الفتحة وثاني هذه الجوانب توقيع هذه القيم علي النقاط المختارة علي مستوي المسقط الأفقى والخروج بمعدلات الإضاءة فوق كل من ٣٠٠٠، ١٥٠٠، ١٠٠٠، ٥٠٠، ٣٠٠ لكس لبيان مساحة الفراغ الداخلي الأكبر من كل معدل من المعدلات السابقة وذلك لكل حالة من الحالات الأربعة. وثالث هذه الجوانب هو دراسة منحنيات الإضاءة لكل حالة من حالات التأثير الأربعة لعرض الفتحة والخروج

بمدي الفارق بين اعلي كمية للإضاءة واقل كمية للإضاءة

١ـ تأثير عرض فتحة الإضاءة علي كمية الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ :

عند دراستنا للجداول من (١) إلى (٤) توصلنا إلى:

- أعلى معدل إضاءة طبيعية عندما بلغت فتحة الإضاءة كامل عرض القاعة فتراوحت كمية الإضاءة ما بين حوالي ٤٠٠٠ لكس عند أقل عمق للفراغ (محور أ)، ١٢٥٠ لكس عند اكبر عمق للفراغ (محور و)، حسب الجدول (١) .
- بلغ ثاني أعلى معدل للإضاءة الطبيعية داخل الفراغ عندما بلغت فتحة الإضاءة ثلاثة أرباع عرض القاعة فتراوحت كمية الإضاءة ما بين حوالي ٣٠٠٠ لكس سواء علي مستوي عمق الفراغ أو عرضة.
- عندأقل عمق للفراغ (محور أ)، ١٠٠٠ لكس عند أكبر عمق للفراغ (محور و) حسب الجدول (٢) .
- بلغ ثالث أعلي معدل للإضاءة الطبيعية داخل الفراغ عندما بلغت فتحة الإضاءة نصف عرض القاعة فتراوحت كمية الإضاءة ما بين حوالي ١٣٠٠ لكس عند أقل عمق للفراغ (محور أ)، ٧٠٠ لكس عند أكبر عمق للفراغ (محور و) حسب الجدول (٣) .
- بلغ أقل معدل للإضاءة الطبيعية داخل الفراغ عندما بلغت فتحة الإضاءة ربع عرض القاعة فتراوحت كمية الإضاءة ما بين حوالي ٧٠٠ لكس عند أقل عمق للفراغ (محور أ)، ٣٠٠ لكس عند أكبر عمق للفراغ (محور و) حسب الجدول (٤).

جدول (١) : كمية الإضاءة باللكس عندما كان عرض الفتحة بكامل عرض الفراغ

العمق / المحور	١	٢	٢	٤	٥	٦	٧	المتوسط
أ	١٩٢٠	٣٩٠٠	٤٥٥٠	٤١٩٠	٤٧٢٠	٤٦٢٠	٤٠٥٠	٣٩٩٣
ب	١١٩٠	١٧٨٠	٢٧٨٠	٢٣٩٠	٢٨٤٠	٢٢٨٠	٢٨١٠	٢٢٩٦
ج	١١٤٠	١٢٣٠	١٧٩٠	١٧٨٠	١٨٦٠	٢٠٠٠	٢١٢٠	١٧٠٣
د	١٠٠٠	٩٥٠	١٣٩٠	١٧٥٠	١٤٦٠	١٥٨٠	١٧١٠	١٤٠٦
و	٩٦٠	٧٩٠	١٢٤٠	١٢٩٠	١٢٨٠	١٥٤٠	١٦٢٠	١٢٤٦

جدول (٢) : كمية الإضاءة باللكس عندما كان عرض الفتحة ثلاثة أرباع عرض الفراغ

العمق / المحور	١	٢	٢	٤	٥	٦	٧	المتوسط
أ	١١٢٠	٢٠٨٠	٣٨١٠	٤٠٣٩	٣٨٦٠	٢٤٠٠	٢٢٥٠	٢٧٩٤
ب	١١٥٠	١٤٦٠	٣٢٠٠	١٩١٠	٢١٩٠	١٦٦٠	١٦٠٠	١٨٨٠
ج	٩٩٠	١١٧٠	١٦٢٠	١٤٥٠	١٥١٠	١٤٤٠	١٢٦٠	١٣٤٩
د	٨٥١	١٠٨٠	١٢١٠	١٢٤٠	١٢٥٠	١٠٤٠	١١٧٠	١١٢٠
و	٧٨١	١٠٣٠	٩٧٧	١١٧٠	١١٧٠	٨٨٠	٩٣٣	٩٩٠

جدول (٣) : كمية الإضاءة باللكس عندما كان عرض الفتحة نصف عرض الفراغ

العمق / المحور	١	٢	٢	٤	٥	٦	٧	المتوسط
أ	٥٤٥	٨٧٨	١٦٩٠	٢١٢٠	٢٠٣٠	١٤٥٥	٦٨٨	١٣٤٣
ب	٤٣٦	٧٠٢٠	١٣٥٢	١٧٤٠	١٦٠٥	١٢٧٠	٥٦٤	١٩٩٨
ج	٣٤٢	٥٥٠	١٢٠٠	١٣٣٠	١١٩٥	١٠٠٠	٤٣٢	٨٦٤
د	٢٧٨	٤٥٠	١٠٥٠	١٠٨٥	١٠٣٩	٨٦٥	٣٥٢	٧٣١
و	٢٦٢	٤٢٢	٩٩٠	١٠٢٠	٩٧٧	٨٣٣	٣٣١	٦٩١

جدول (٤) : كمية الإضاءة باللكس عندما كان عرض الفتحة ربع عرض الفراغ

العمق / المحور	١	٢	٢	٤	٥	٦	٧	المتوسط
أ	٤٠٠	٣٩٠	٥٦٣	١٢٢٠	١١٥٠	٦٠٠	٤٨٥	٦٨٧
ب	٣٢٠	٣١٢	٤٥٠	٩٧٠	٩٤٥	٤٨٠	٣٨٨	٥٥٢
ج	٢٤٠	٢٣٤	٣٣٨	٧٣٠	٧٢٠	٣٦٠	٢٩١	٤١٦
د	٢٠٠	١٩٥	٢٨٢	٦٣٥	٦٢٠	٣٠٠	٢٤٢	٣٥٣
و	١٩٥	١٩٠	٢٧٥	٦٠٠	٥٧٠	٢٩٥	٢٣٨	٣٣٧

٢- تأثير عرض فتحة الإضاءة علي كمية الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ من خلال دراسة المستوي الأفقى للفراغ:

عند دراستنا لتوزيع كمية الإضاءة داخل الفراغ علي المستوي الأفقى أشكال من (٤) إلى (٧) تم التوصل إلى:

أ- بالنسبة لمستوي الإضاءة > ٣٠٠٠ لكس: بلغت مساحة الفراغ لهذا المستوي من الإضاءة اكبر ما يمكن لتصل إلى ثلث مساحة الفراغ الداخلى عندما بلغت فتحة الإضاءة كامل عرض القاعة بينما قلت مساحة الفراغ الأكبر من ٣٠٠٠ لكس أو المساوي لها لتصل إلى ربع مساحة الفراغ الداخلى عندما بلغت فتحة الإضاءة ثلاثة أرباع عرض القاعة وانعدمت الإضاءة الأكبر من أو المساوية ل ٣٠٠٠ لكس في حالتي الفتحة المساوية سواء لنصف عرض القاعة أو ربعها.

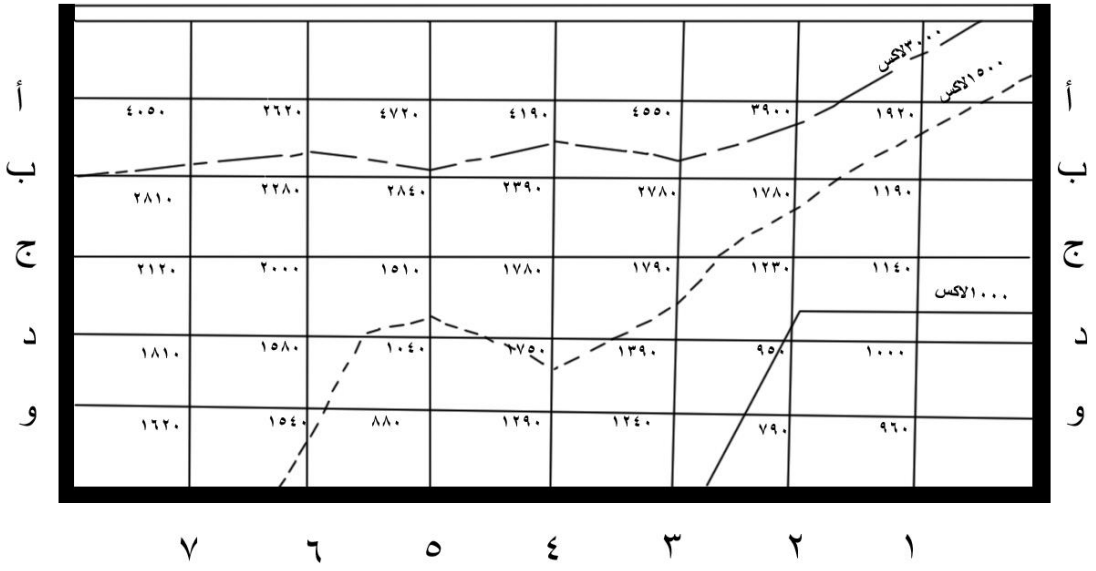
ب- بالنسبة لمستوي الإضاءة المحصور بين ١٠٠٠ – ١٥٠٠ لكس : بلغت مساحة الفراغ بالكامل في حالة الفتحة بكامل عرض القاعة بينما بلغت ثلاثة أرباع مساحة الفراغ في حالة الفتحة بثلاثة أرباع عرض القاعة بينما بلغت مساحة الفراغ لهذا المستوي من الإضاءة عشر مساحة فراغ القاعة في حالة الفتحة بنصف عرض القاعة وانعدمت كمية الإضاءة المحصورة ما بين ١٠٠٠ – ١٥٠٠ لكس في حالة الفتحة بربع عرض القاعة.

ج- بالنسبة لمستوي الإضاءة المحصورة بين ٥٠٠ – ١٠٠٠ لكس : بلغ حوالي نصف مساحة الفراغ في حالة الفتحة بنصف عرض الفراغ بينما بلغت حوالي ربع مساحة الفراغ في حالة الفتحة بربع عرض الفراغ وانعدم وجود هذا المستوي من الإضاءة في حالتي

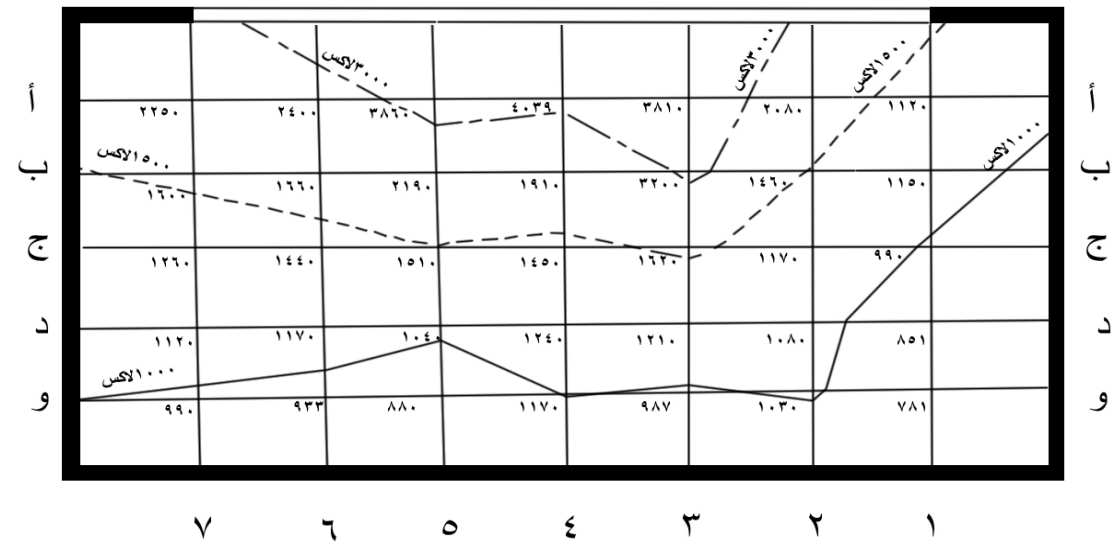
عرض الفتحة سواء بكامل العرض أو ثلاثة أرباع واللتان تتمتعان بمستوي إضاءة > ١٠٠٠ لكس.

د- بالنسبة لمستوي الإضاءة المحصور بين ٣٠٠ – ٥٠٠ لكس: بلغ حوالي ٤٠% من مساحة الفراغ في حالة الفتحة نصف عرض الفراغ وبلغ حوالي ربع مساحة فراغ القاعة في حالة الفتحة ربع عرض الفراغ بينما انعدم وجود هذا المستوي المحدود من الإضاءة في حالتي عرض الفتحة سواء كامل العرض أو ثلاثة أرباع والمتمتعتان بمستوى اكبر من الإضاءة تقرب من ال١٠٠٠ لكس في حالة عرض الفتحة ثلاثة أرباع عرض القاعة وتتجاوز ال١٠٠٠ لكس في حالة عرض الفتحة كامل عرض القاعة.

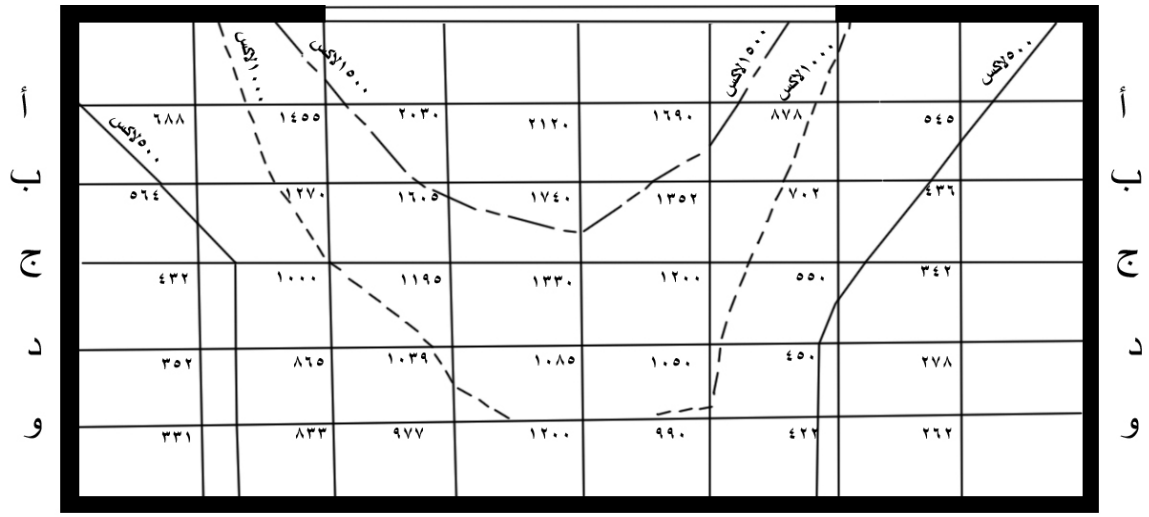
و- بالنسبة لمستوي الإضاءة الأقل من أو يساوي ٣٠٠ لكس : فبلغ حوالي نصف مساحة الفراغ في حالة فتحة الإضاءة ربع عرض القاعة بينما انعدم هذا المستوي المحدود من الإضاءة في الثلاثة حالات الأخرى وهي عرض الفتحة المساوي سواء لكامل عرض القاعة أو ثلاثة أرباعها أو نصفها.



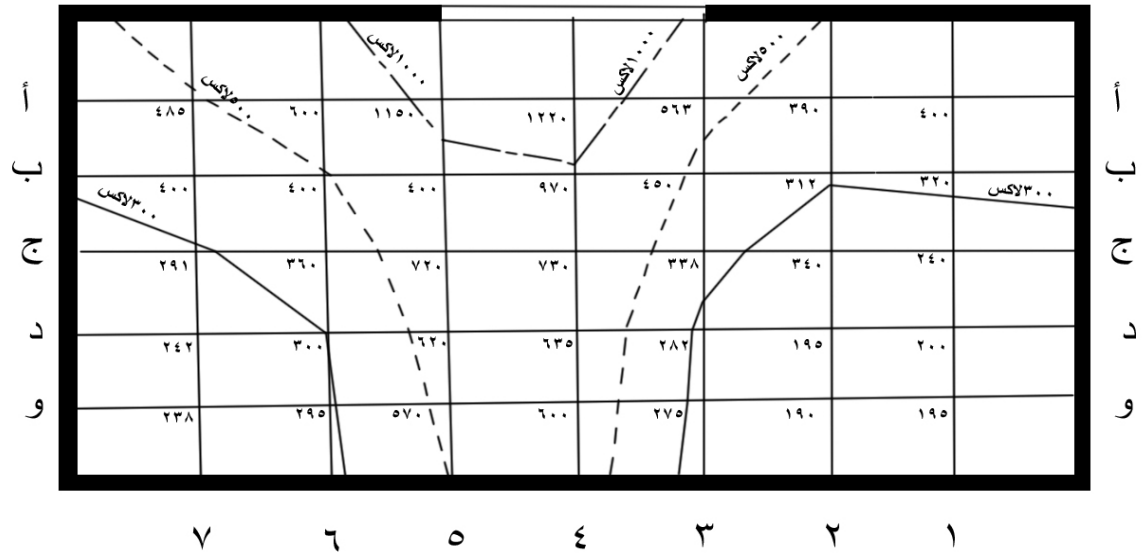
شكل (٤) : يوضح كمية الاضاءة باللكس داخل الفراغ ومستويات الاضاءة وذلك علي المستوي الافقي لعرض الفتحة المساوية لكامل عرض الفراغ



شكل (٥) : يوضح كمية الاضاءة باللكس داخل الفراغ ومستويات الاضاءة وذلك علي المستوي الافقي لعرض الفتحة المساوية ثلاثة ارباع عرض الفراغ



شكل (٦) : يوضح كمية الاضاءة باللكس داخل الفراغ ومستويات الاضاءة وذلك علي المستوي الافقي لعرض الفتحة المساوية لنصف عرض الفراغ



شكل (٧) : يوضح كمية الاضاءة باللاكس داخل الفراغ ومستويات الاضاءة وذلك علي المستوي الافقي لعرض الفتحة المساوية لربع عرض الفراغ باللكس

٣- تأثير عرض فتحة الإضاءة علي كمية الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ من خلال دراسة المستوي الراسي للفراغ (المنحنيات) :

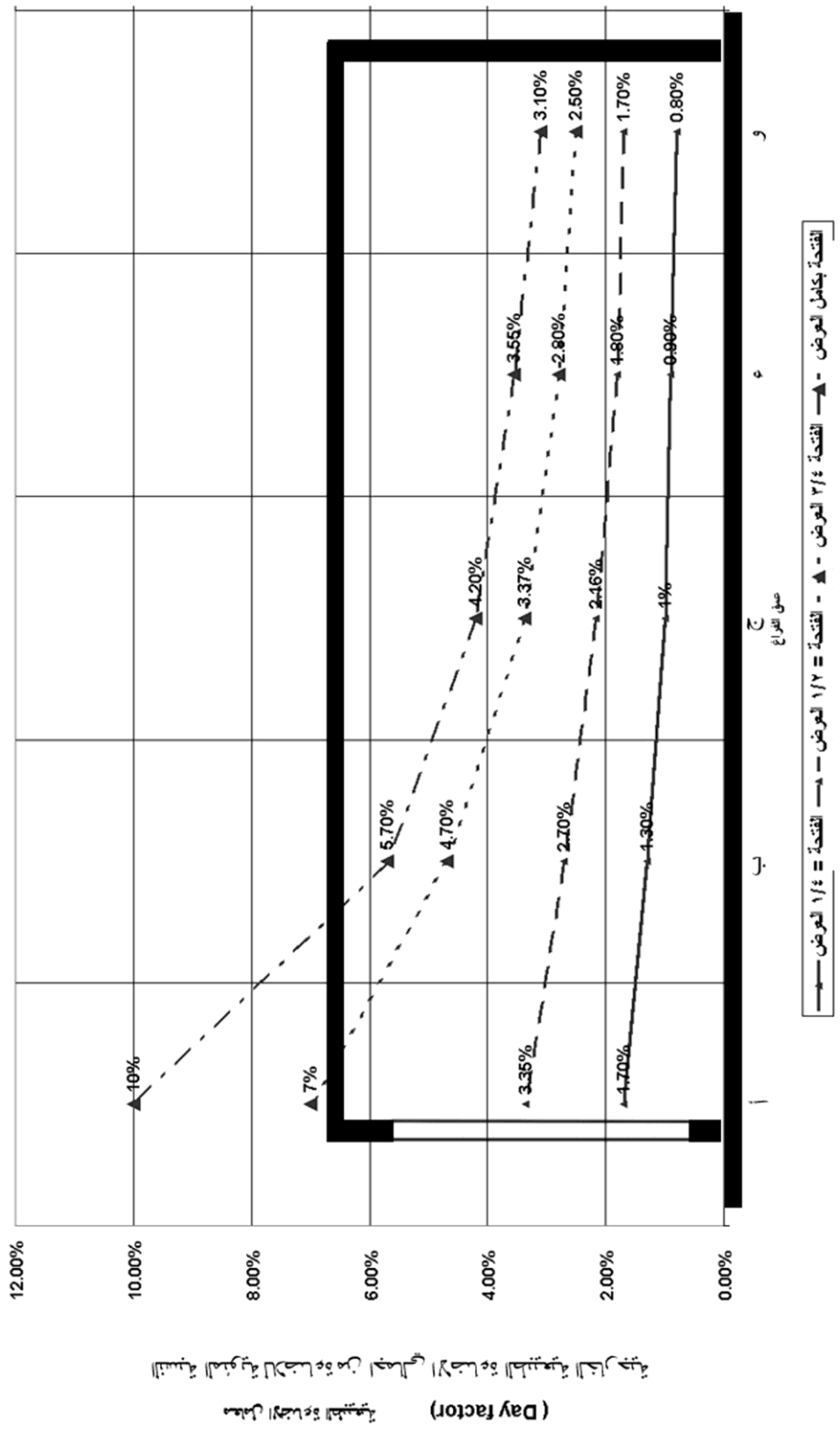
تنحصر دراستنا لكمية الإضاءة داخل الفراغ علي المستوي الراسي أشكال من (٨-١٠) للتوصل إلي الفوارق في كمية الإضاءة بين الحالات الأربعة.

فمن دراستنا للمنحني (٨) نجد أن اعلي منحني لكمية الإضاءة عبر عمق الفراغ للفتحة بكامل العرض – أفضل حالات الإضاءة الطبيعية – يليها الفتحة بثلاثة أرباع العرض ثم الفتحة بنصف العرض وأخيرا الفتحة بربع العرض. فتضاعفت كمية الإضاءة بزيادة الفتحة فبلغ الفارق بين كمية الإضاءة للفتحة بكامل العرض وكلا من الفتحات المتراوحة بين ثلاثة أرباع العرض ونصفه وربعة لصالح الفتحة بكامل العرض ليصل هذا الفارق إلى مرة وربع كمية الإضاءة للفتحة المساوية لثلاثة أرباع العرض ومرتين ونصف كمية الإضاءة للفتحة المساوية لنصف العرض وخمس مرات كمية الإضاءة للفتحة المساوية لربع العرض.

ونتيجة لوقوع فتحة الإضاءة في منتصف عرض الفراغ وتعامد اتجاه الإشعاع الشمسي مع عرض الفراغ فزادت كمية الإضاءة في منتصف عرض الفراغ وانخفضت في أركان الفراغ، وهو ما يتضح في منحنى شكل (٩) واحتلت الفتحة بكامل عرض الفراغ اقل الفوارق بين كمية الإضاءة في منتصف الفراغ وأركانه – وهي افضل حالات الإضاءة فبلغ الفارق لصالح منتصف الفراغ حوالي مرة وربع كمية الإضاءة في أركان الفراغ ثم احتلت الفتحة بثلاثة أرباع العرض ثاني اقل الفوارق بين كمية الإضاءة في منتصف الفراغ وأركانه فبلغ الفارق لصالح منتصف الفراغ حوالي مرة ونصف كمية الإضاءة في أركان الفراغ ثم احتلت الفتحة بنصف عرض الفراغ ثالث اقل الفوارق بين كمية الإضاءة في منتصف الفراغ وأركانه لصالح منتصف الفراغ حوالي مرتين كمية الإضاءة في أركان الفراغ ثم احتلت الفتحة بربع عرض الفراغ اكبر فارق لكمية الإضاءة بين منتصف الفراغ وأركانه – حالة غير منفصلة – فبلغ الفارق لصالح

منتصف الفراغ حوالي ثلاث مرات كمية الإضاءة في أركان الفراغ.

ومن خلال دراستنا لمنحني (١٠) نجد أن معامل الإضاءة داخل الفراغ يتضاعف كلما تضاعف عرض الفتحة فعند الفتحة بكامل العرض بلغ معامل الإضاءة في المتوسط ٦%، وهو ما تتطلبه قاعات الرسم – حالة منفصلة – ثم بدا هذا المعامل في التناقص كلما قل عرض الفتحة فانخفض إلى ٤% في حالة الفتحة بثلاثة أرباع العرض ثم إلى ٢% في حالة الفتحة بنصف العرض ثم إلى ١% في حالة الفتحة بربع العرض، وهو معدل اقل بكثير مما تتطلبه قاعات الرسم علما بان الحد الأدنى للإضاءة داخل قاعات الرسم ٦%، وبالتالي فحالة الفتحة المساوية لربع العرض غير مفضلة.



شكل (١٠) : تأثير عمق الفراغ على معامل الإضاءة

النتائج :

١- وجد أن اكبر كمية للإضاءة الطبيعية داخل الفراغ كانت عندما بلغت فتحة الإضاءة كامل عرض القاعة ثم عندما بلغت فتحة الإضاءة ثلاثة أرباع عرض القاعة ثم عندما بلغت فتحة الإضاءة نصف عرض القاعة وأخيرا كانت أقل كمية للإضاءة الطبيعية داخل الفراغ عندما بلغت فتحة الإضاءة ربع عرض القاعة. فكلما زاد عرض الفتحة كلما زادت كمية الإضاءة داخل الفراغ فانحصرت كمية الإضاءة عبر العمق ما بين ١٢٠٠ إلي ٤٠٠٠ لكس في حالة فتحة الإضاءة مساوية لكامل عرض الفراغ بينما تناقصت كمية الإضاءة إلى ما بين ١٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ لكس في حالة فتحة الإضاءة المساوية لثلاثة أرباع عرض الفراغ وتضاءلت بصورة اكبر في حالة فتحة الإضاءة المساوية لنصف عرض الفراغ لتصبح ما بين ٧٠٠ إلى ١٢٠٠ لكس وأخيراً، تضاءلت وبشدة في حالة الفتحة المساوية لربع عرض القاعة لتنحصر ما بين ٣٠٠ إلى ٧٠٠ لكس.

٢- كلما زاد عرض الفتحة كلما زاد مستوي الإضاءة داخل الفراغ ففي حالة فتحة الإضاءة بكامل عرض القاعة تجاوز مستوي الإضاءة داخل فراغ القاعة الـ١٥٠٠ لكس إلى > ٣٠٠٠ لكس وفي حالة تناقص فتحة الإضاءة إلى ثلاثة أرباع عرض القاعة فتناقص مستوي الإضاءة ليصبح ١٠٠٠ إلى > ٣٠٠٠ لكس وفي حالة تناقص الفتحة إلى نصف عرض القاعة فانحصر مستوي الإضاءة داخل فراغ القاعة ما بين ٥٠٠ إلى < ١٥٠٠ لكس، وعندما تضاءلت فتحة الإضاءة إلى أقل مستوياتها، وهو ربع عرض القاعة فتضاءل مستوي الإضاءة لمعظم مساحة فراغ القاعة إلى حوالي ما بين ٣٠٠ لكس و < ١٠٠٠ لكس فقط.

٣- تضاعفت كمية الإضاءة كلما زاد عرض الفتحة بدءا من ربع عرض القاعة ومرورا بنصفها وثلاثة أرباعها حتى كامل عرض القاعة فبلغت كمية الإضاءة عند عرض الفتحة بكامل عرض القاعة بالنسبة إلى كل حالة من الحالات الثلاثة الأخرى فحوالي مرة وربع كمية الإضاءة عند الفتحة بثلاثة أرباع عرض الفراغ وحوالي مرتين ونصف لكمية الإضاءة عند الفتحة بنصف العرض وحوالي خمس مرات كمية الإضاءة عند الفتحة بربع عرض القاعة فازدادت كمية الإضاءة بزيادة عرض الفتحة في صورة متوالية حسابية متصاعدة ومتزايدة فمرة وربع ثم مرتين ونصف (٢ ×مرة وربع) ثم خمس مرات (٢×مرتين ونصف).

٤- يقل الفارق في كمية الإضاءة بين أركان الفراغ ومنتصفة كلما ازداد عرض الفتحة وكلما قل الفارق كلما كانت الحالة مفضلة إضائيا فبلغت كمية الإضاءة في منتصف الفراغ حوالي مرة وربع كمية الإضاءة عند الأركان في حالة الفتحة بكامل العرض وحوالي مرة ونصف كمية الإضاءة عند الأركان في حالة الفتحة بثلاثة أرباع العرض وحوالي مرتين كمية الإضاءة عند الأركان في حالة الفتحة بنصف العرض وحوالي ثلاث مرات كمية الإضاءة عند الأركان في حالة الفتحة بربع العرض فيقل الفارق بصورة متوالية حسابية متناقصة كلما ازداد عرض الفتحة فبلغ ثلاث مرات ثم مرتين ثم مرة ونصف ثم مرة وربع (حالة مفضلة عندما يكون عرض الفتحة مساوي لعرض القاعة).

٥- يقل الفارق في كمية الإضاءة بين اقل عمق واكبر عمق لصالح اقل عمق كلما ازداد عرض الفتحة وكلما قل الفارق كلما كانت الحالة مفضلة إضائياً فبلغت كمية الإضاءة عن أقل عمق حوالي مرتين ونصف كمية الإضاءة عند اكبر عمق في حالة الفتحة بكامل العرض حوالي أربع مرات كمية الإضاءة عند اكبر عمق في حالة الفتحة بثلاثة أرباع العرض وحوالي خمس مرات كمية الإضاءة عند أكبر عمق في حالة الفتحة بنصف العرض وحوالي ست مرات كمية الإضاءة عند اكبر عمق في حالة الفتحة بربع العرض بصورة متوالية حسابية متناقصة كلما ازداد عرض الفتحة، فبلغ ست مرات ثم

خمس مرات ثم أربع مرات ثم ثلاث مرات (أفضل الحالات وهو عند تساوي عرض الفتحة مع عرض الفراغ).

٦- يتضاعف متوسط معامل الإضاءة الطبيعية عبر عمق الفراغ كلما ازداد عرض الفتحة في صورة متوالية عددية تصاعدية فبلغ المعامل ١% في حالة الفتحة ربع العرض وتضاعف إلى ٢% في حالة الفتحة نصف العرض وتتضاعف إلى ٤% في حالة الفتحة ثلاثة أرباع العرض وأخيرا يرتفع إلى ٦% في حالة الفتحة بكامل عرض القاعة.

جدول (٥) : ملخص النتائج

عرض الفتحة	مستوي الإضاءة بالكس	معدلات الإضاءة	الفارق في كمية الإضاءة بين وسط الفراغ وأركانه.	الفارق في كمية الإضاءة بين أقل عمق وأكبر عمق.	معامل الإضاءة %	تقييم للحالات إضائيا
		الإضاءة عند كل حالة من الحالات الأربعة	الإضاءة عند وسط الفراغ	الإضاءة عند وسط الفراغ		
الفتحة بكامل العرض	> ٣٠٠٠ – ١٥٠٠	مرة من كمية الإضاءة للفتحة بكامل العرض	مرة وربع كمية الإضاءة عند أركان الفراغ	٣ مرات كمية الإضاءة عند اكبر عمق	٦%	افضل حالة اضائية
الفتحة بثلاثة أرباع العرض	> ٣٠٠٠- ١٠٠٠	ثلاثة أرباع من كمية الإضاءة للفتحة بكامل العرض	مرة ونصف كمية الإضاءة عند أركان الفراغ	٤ مرات كمية الإضاءة عند اكبر عمق	٤%	
الفتحة بنصف العرض	> ١٥٠٠ – ٥٠٠	نصف كمية الإضاءة للفتحة بكامل العرض	مرتين كمية الإضاءة عند أركان الفراغ	٥ مرات كمية الإضاءة عند اكبر عمق	٢%	
الفتحة بربع العرض	> ١٠٠٠ – ٣٠٠	ربع كمية الإضاءة للفتحة بكامل العرض	ثلاث مرات كمية الإضاءة عند أركان الفراغ	٦ مرات كمية الإضاءة عند اكبر عمق	١ %	أقل حالة اضائية
ملاحظات	كلما زادت كمية الإضاءة كلما كانت الحالة مفضلة اضائيا	كلما زادت كمية الإضاءة كلما كانت الحالة مفضلة اضائيا	كلما قل الفارق كلما كانت الحالة مفضلة اضائيا	كلما قل الفارق كلما كانت الحالة مفضلة اضائيا	كلما زاد معامل الإضاءة مع تجنب الإبهار كلما كانت الحالة مفضلة اضائيا	

التوصيات :

من منطلق تحقيق ثلاثة جوانب في الإضاءة الطبيعية داخل قاعات الرسم والجانب الأول، وهو إضاءة كافية لا تقل عن ٦% من الإضاءة الخارجية (معامل الإضاءة ٦%) والجانب الثاني إضاءة شبة منتظمة عبر عرض الفراغ بحيث يقل الفارق بين كمية الإضاءة في منتصف وأركان عرض الفراغ إلى أقصى مدي ممكن وهو أن تكون كمية الإضاءة في منتصف الفراغ مرة وربع كمية الإضاءة عند أركان الفراغ والجانب الثالث وهو أن تكون إضاءة شبة متدرجة عبر عمق الفراغ ليكون الفارق في كمية الإضاءة بين اقل واكبر عمق حوالي ٣ مرات فقط .

فنوصي بعمل فتحات بعروض أكبر ما يكون في الضلع الكبير (عرض القاعة) من قاعات الرسم وان نقلل من عمق الفراغ بحيث لا يتجاوز نصف العرض مع توسعة عرض الفتحة بحيث لا تقل عن ثلاثة أرباع عرض القاعة وأن تكون منتصف الفتحة هو نفسه منتصف العرض مع تحقيق ارتفاع مناسب للفتحة لتحقيق هذه الجوانب الثلاثة.

المراجع :

١– جهاز تخطيط الطاقة – دليل العمارة والطاقة – يوليو ١٩٩٧، صفحات ١٤٨، ١٥٨، ١٥٩، ١٦٥، ١٨٥.

٢– د.محمد عبد الفتاح عبيد – أسس الإنارة المعمارية – مطابع جامعة الملك سعود – ١٩٩٧، صفحات ١٨١– ٢١٤.

3-Claude L. Robbins- Daylighting, design and analysis- Van Nostrand Reinhold, New York - 1986

4-Fuller Moor- concepts and practice of architectural daylighting-Van Nostrand Reinhold, New York - 1991, P. 109 .

5-Grag Steffy- Time Saver standards for architectural day lighting- McGrow Hill- New York - 2000 .

6-IESNA Daylighting Committee (Illuminating Engineering Society of North America) - Recommended Practice Of Daylighting - New York - 1999 .

7-Institution of Bulding Engineers - Daylighting and window design - London - 1999 .

8-Society of Light and Lighting - Code of Lighting-Butter Worth - Heinemann-Oxford , Boston - 2002 .

9- www.lib-berkeley.edu/envi/indexes.html.

10- windows.lbl.gov/daylighting .

Ass. Univ. Bull. Environ. Res. Vol. 8 No. 1, March 2005

THE EFFECT OF WIDTH OF THE OPENING ON THE AMOUNT OF DAYLIGHTING INSIDE SPACES OF THE DRAWING HALLS BY MEANS OF PHYSICAL SCALE MODEL

Ahmed Abdel-wahab Rizk

Lecture in Architectural Department, Faculty of Engineering, Tanta University

ABSTRACT:

The paper contains some practical experiments on the different width of the opening. This width of opining range from the complete width of the hall to quarter width of the hall.

The aim of this paper is to reduce electricity consumption for artificial lighting especially during solar duration.

The paper concludes that daylighting increases when the opening extend to the whole width of the hall, it achieves 3 times of daylighting more than when it is limited to the quarter of the hall width.