



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 مدى 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 الكافي من الإضاءة الطبيعية وتحقيق توزيع منتظم لها داخل الفراغ مع تجنب كلاً من الإبهار (زيادة الإضاءة عن الحد المريح للعين)، والتي تنشأ غالباً من المناطق القريبة من فتحة الإضاءة والعتمة (نقص الإضاءة عن الحد المريح للعين) والتي تنشأ في المناطق البعيدة عن فتحة الإضاءة.

كما يهدف البحث بصفة خاصة إلى التوصل لعرض فتحة الإضاءة الأدنى في قاعات الرسم من خلال جانبيين وأولهما أقل فارق في كمية الإضاءة عبر عمق الفراغ الموازي لاتجاه الإشعاع الشمسي (الفارق بين أقل عمق وأقرب مسافة من فتحة الإضاءة وبين أكبر عمق وأبعد مسافة من فتحة الإضاءة) وثانيهما أقل فارق في كمية الإضاءة عبر عرض الفراغ العمودي على اتجاه الإشعاع الشمسي (الفارق بين منتصف عرض الفراغ وأركانها) وذلك من خلال قاعة رسم يكون فيها العرض ضعف العمق. وتم التوصل إلى أن كمية الإضاءة داخل الفراغ في حالة الفتحة بكامل العرض تصل إلى ثلاثة أضعاف كمية الإضاءة في حالة الفتحة بربع العرض، وأن الفارق في كمية الإضاءة عبر عمق الفراغ يصل عند أقل عمق إلى 3 مرات كمية الإضاءة عند أكبر عمق في حالة الفتحة بكامل العرض بينما يصل إلى 6 مرات كمية الإضاءة عند أكبر عمق في حالة الفتحة بربع العرض (حالة غير مفضلة)، وأن الفارق في كمية الإضاءة عبر عرض الفراغ فيصل عند منتصف العرض إلى مرة وربع كمية الإضاءة عند الأركان في حالة الفتحة بكامل العرض ويصل على ثلاث مرات كمية الإضاءة عند الأركان في حالة الفتحة بربع العرض، ويمكن من هذه النتائج التوصل إلى طرق حساب الإضاءة طبقاً لعرض الفتحة والتي تفيد في مرحلة التصميم الابتدائي.

ولذلك فنوصي لتحقيق كمية كافية وشبه منتظمة من الإضاءة داخل الفراغ بجعل عرض فتحة الإضاءة ما بين نصف عرض القاعة وكامل عرض القاعة وذلك في حالة القاعة ذات فتحة وحيدة من أحد جوانب العرض مع مراعاة أن يكون عرض القاعة العمودي على الإشعاع الشمسي ضعف عمق القاعة الموازي للإشعاع الشمسي 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.

2 – الأبعاد البحثية لنموذج الدراسة المصغر المراد عمل عليه التجارب العملية :

تبلغ أبعاد النموذج المصغر (الماكيت) 100 سم عرض عمودي على اتجاه الإشعاع الشمسي والموجود به الفتحة المراد تغييرها حسب التجربة العملية و 50 سم عمق الفراغ الموازي لاتجاه الإشعاع الشمسي و 16 سم ارتفاع داخلي للفراغ و 10 سم كارتفاع ثابت للفتحة المتغيرة لتبلغ نسبة العرض ضعف العمق والارتفاع ثلث العمق، كما في شكل (1).

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 83%^[1]، 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 35 نقطة وهو عدد كاف ليعبر عن كمية الإضاءة داخل الفراغ وموضح هذا المديول في شكل (2-أ) كما نوضح طريقة قياس النقاط المختارة فى شكل (2-ب)^[4].

وتم اعتماد طريقة معامل ضوء النهار (Day Factor) لقياس الإضاءة الطبيعية داخل النموذج (شكل 2-ج).

وتوجد أربعة طرق لقياس الإضاءة الطبيعية فى المباني هي:

الطريقة الأولى: طريقة عامل ضوء النهار.

الطريقة الثانية: طريقة اللومن.

الطريقة الثالثة: طريقة القبة السماوية الاصطناعية.

الطريقة الرابعة: طريقة برامج الحاسب الآلى.

مقدمة :

1- حول متطلبات الإضاءة الطبيعية الجيدة فى قاعات الرسم:

لمعرفة هذه المتطلبات يستلزم معرفة جانبيين، أولهما أن لا تقل شدة الإضاءة داخل قاعات الرسم عن 1000 لكس^[1] كم متوسط داخل الفراغ وهى كمية إضاءة مرتفعة إذا ما قورنت بغيرها من الأنشطة فتبلغ ضعف كمية الإضاءة فى صالات القراءة وثلاثة أضعاف كمية الإضاءة فى الفصول الدراسية وخمسة أضعاف كمية الإضاءة فى المباني السكنية. كما يشترط أن لا تقل كمية الإضاءة عن 6% من إجمالي 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 (1) عند أقل عمق و(0.3) عند منتصف عمق الفراغ و(0.1) عند أكبر عمق أى يكون معدل الإضاءة لا يزيد عند أقل عمق عن عشرة أضعاف معدل الإضاءة عند أكبر عمق.

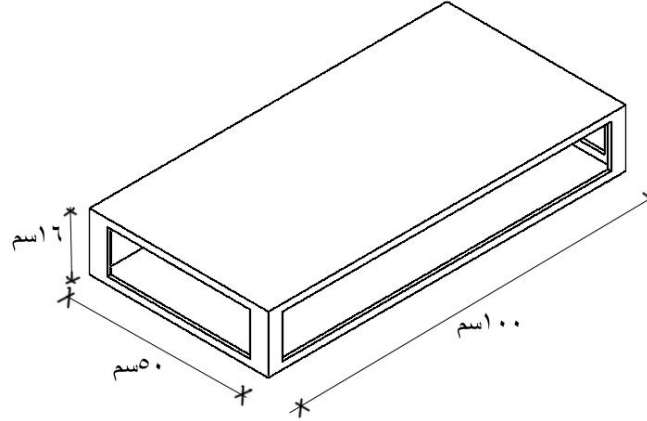
ولتحقيق هذه المتطلبات يستلزم الآتى:

- فتحة إضاءة ذات مساحة لا تقل عن 20% من مساحة الصالة^[1]، وذات زجاج ذو معامل نفاذية يتجاوز 90% من الإضاءة^[4]، وذات توجيه محدد طويل بصورة عمودية على الشرق لضمان تخلل الإضاءة إلى أعماق الفراغ.

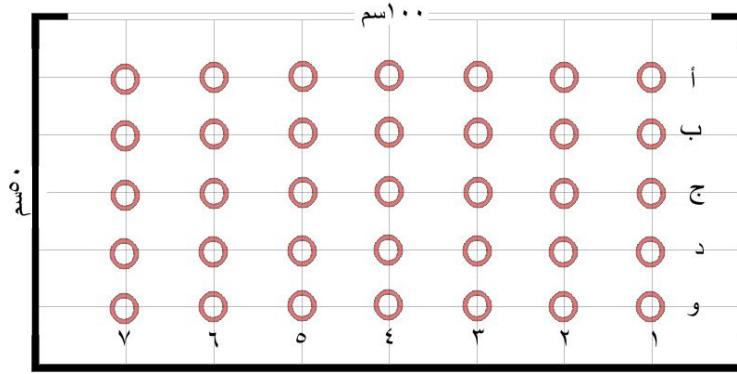
- عمق الفراغ الأقل ما يمكن ولا يتجاوز سواء السبعة أمتار أو نصف عرض الصالة^[1].

- نهو الأسطح الداخلية من الألوان الفاتحة لعكس وتوزيع الإضاءة بانتظام.

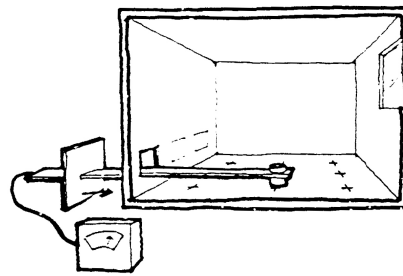
ومن هذه المتطلبات تم التوصل على خصائص نموذج التجربة المذكور فى الأبعاد البحثية.



شكل (١) ابعاد الماكيت المستخدم في التجربة



شكل (2-أ): نقاط قياس كمية الإضاءة



شكل (2 - ب) : يوضح طريقة القياس

مع النافذة، وكأنها لوح مضىء مثل كشافات الفلورسنت، وطريقة القبة السماوية الاصطناعية تحتاج على عمل نموذج لقبة السماء وإضاءتها بإضاءة مشابهة لضوء

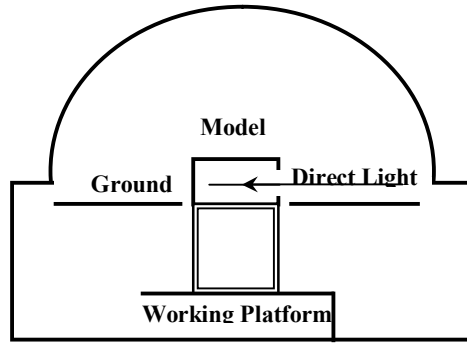
أما الطريقة الأكثر واقعية ويمكن حسابها بسهولة لمختلف أجزاء المباني فهي الطريقة الأولى، أى طريقة عامل ضوء النهار. أما الطرق الأخرى مثل طريقة اللومن فإنها تتعامل

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^[2].

وطبقاً للمعادلة تم تلافى أى معوقات خارجية من مباني أو أشجار نتلاشى الإضاءة المنعكسة سواء من أسطح المباني 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 (2-ج) يوضح ذلك.

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 6 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 عملي. أما طريقة الحاسب الآلى فهي 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 تساعد على تصميم إضاءة طبيعية جيدة^[1]. ومعامل ضوء النهار، كما فى المعادلة التالية هو:

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



شكل (2-ج) : يوضح طريقة سقوط الإضاءة على النموذج

عبارة عن شاشة بيضاء تبدو كعدسة مقعرة نصف قطرها 2.2 مم كرص الإشعاع الشمسى، كما فى الشكل (3).

طريقة عمله: يتم تشغيله من مفتاح قياس شدة الإضاءة والمقسم إلى ثلاثة مستويات: أولها لقياس من مستوى صفر حتى 1999 لكس، وثانيها من مستوى 2000

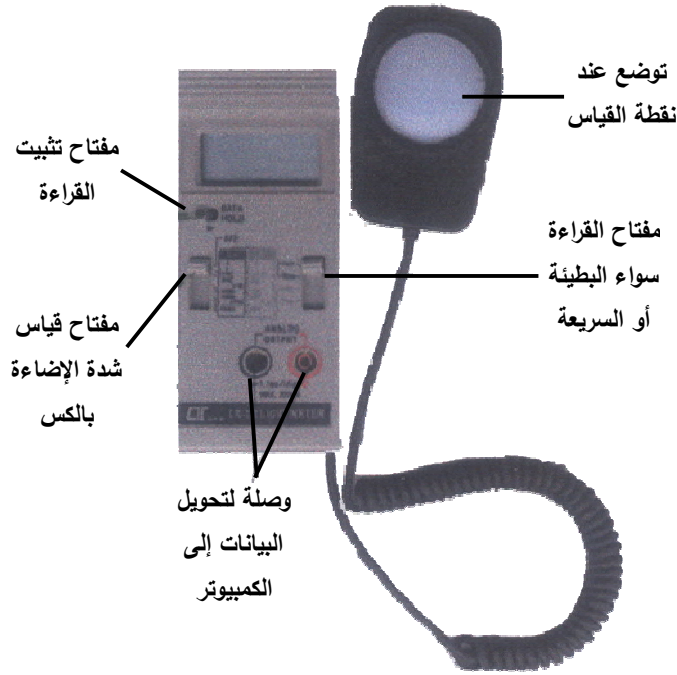
وتم قياس شدة الإضاءة بجهاز Luxmeter المبين بشكل (3).

وصفه وأبعاده: هو جهاز محمول من قطعتين - الأولى عبارة عن جهاز مزود بشاشة رقمية لتوضيح قيمة شدة الإضاءة أبعاده 167 × 68 مم أما القطعة الثانية فهي

لا تعبر عن القيمة الحقيقية للنقطة المقاسة داخل القاعات ويرجع ذلك إلى عمق نموذج الدراسة الـ 50 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.

حتى 199900 لكس، وثالثها من مستوى 200000 حتى 500000 لكس.

كما أن شدة الإضاءة الخارجية في ذلك الوقت من الصيف تقترب من 40.000 لكس حيث تنعدم السحب، والتي تؤدي إلى فقد في الإضاءة الخارجية، كم تم القياس على مستوى الشغل بارتفاع 4 سم، والذي يرمز إلى ارتفاع 80 سم في الواقع. كميات الإضاءة بالللكس داخل النموذج



شكل (3) : جهاز قياس شدة الإضاءة Luxmeter

الجانب بأعلى معدل إضاءة داخل الفراغ للحالات الأربعة لعرض الفتحة وثنائي هذه الجوانب توقع هذه القيم علي النقاط المختارة علي مستوي المسقط الأفقي والخروج بمعدلات الإضاءة فوق كل من 1000، 1500، 3000، 500، 300 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

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

سواء علي مستوي عمق الفراغ أو عرضة.
 عند أقل عمق للفراغ (محور أ)، 1000 لكس عند أكبر عمق للفراغ (محور و) حسب الجدول (2) .
 - بلغ ثالث أعلى معدل للإضاءة الطبيعية داخل الفراغ عندما بلغت فتحة الإضاءة نصف عرض القاعة فتراوحت كمية الإضاءة ما بين حوالي 1300 لكس عند أقل عمق للفراغ (محور أ)، 700 لكس عند أكبر عمق للفراغ (محور و) حسب الجدول (3) .
 - بلغ أقل معدل للإضاءة الطبيعية داخل الفراغ عندما بلغت فتحة الإضاءة ربع عرض القاعة فتراوحت كمية الإضاءة ما بين حوالي 700 لكس عند أقل عمق للفراغ (محور أ)، 300 لكس عند أكبر عمق للفراغ (محور و) حسب الجدول (4).

بمدي الفارق بين اعلي كمية للإضاءة واقل كمية للإضاءة
1- تأثير عرض فتحة الإضاءة علي كمية الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ :

عند دراستنا للجدول من (1) إلى (4) توصلنا إلى:
 - أعلى معدل إضاءة طبيعية عندما بلغت فتحة الإضاءة كامل عرض القاعة فتراوحت كمية الإضاءة ما بين حوالي 4000 لكس عند أقل عمق للفراغ (محور أ)، 1250 لكس عند أكبر عمق للفراغ (محور و)، حسب الجدول (1) .

- بلغ ثاني أعلى معدل للإضاءة الطبيعية داخل الفراغ عندما بلغت فتحة الإضاءة ثلاثة أرباع عرض القاعة فتراوحت كمية الإضاءة ما بين حوالي 3000 لكس

جدول (1) : كمية الإضاءة بالللكس عندما كان عرض الفتحة بكامل عرض الفراغ

المتوسط	7	6	5	4	2	2	1	العمق المحور
3993	4050	4620	4720	4190	4550	3900	1920	أ
2296	2810	2280	2840	2390	2780	1780	1190	ب
1703	2120	2000	1860	1780	1790	1230	1140	ج
1406	1710	1580	1460	1750	1390	950	1000	د
1246	1620	1540	1280	1290	1240	790	960	و

جدول (2) : كمية الإضاءة بالللكس عندما كان عرض الفتحة ثلاثة أرباع عرض الفراغ

المتوسط	7	6	5	4	2	2	1	العمق المحور
2794	2250	2400	3860	4039	3810	2080	1120	أ
1880	1600	1660	2190	1910	3200	1460	1150	ب
1349	1260	1440	1510	1450	1620	1170	990	ج
1120	1170	1040	1250	1240	1210	1080	851	د
990	933	880	1170	1170	977	1030	781	و

جدول (3) : كمية الإضاءة باللكس عندما كان عرض الفتحة نصف عرض الفراغ

المتوسط	7	6	5	4	2	2	1	العمق المحور
1343	688	1455	2030	2120	1690	878	545	أ
1998	564	1270	1605	1740	1352	7020	436	ب
864	432	1000	1195	1330	1200	550	342	ج
731	352	865	1039	1085	1050	450	278	د
691	331	833	977	1020	990	422	262	و

جدول (4) : كمية الإضاءة باللكس عندما كان عرض الفتحة ربع عرض الفراغ

المتوسط	7	6	5	4	2	2	1	العمق المحور
687	485	600	1150	1220	563	390	400	أ
552	388	480	945	970	450	312	320	ب
416	291	360	720	730	338	234	240	ج
353	242	300	620	635	282	195	200	د
337	238	295	570	600	275	190	195	و

ب- بالنسبة لمستوي الإضاءة المحصور بين 1000 – 1500 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 1000 – 1500 لكس في حالة الفتحة برقع عرض القاعة.

ج- بالنسبة لمستوي الإضاءة المحصورة بين 500 – 1000 لكس : بلغ حوالي نصف مساحة الفراغ في حالة الفتحة بنصف عرض الفراغ بينما بلغت حوالي ربع مساحة الفراغ في حالة الفتحة برقع عرض الفراغ وانعدم وجود هذا المستوي من الإضاءة في حالتي عرض الفتحة سواء بكامل العرض أو ثلاثة أرباع واللتان تتمتعان بمستوي إضاءة < 1000 لكس.

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

عند دراستنا لتوزيع كمية الإضاءة داخل الفراغ علي المستوي الأفقي أشكال من (4) إلى (7) تم التوصل إلى:

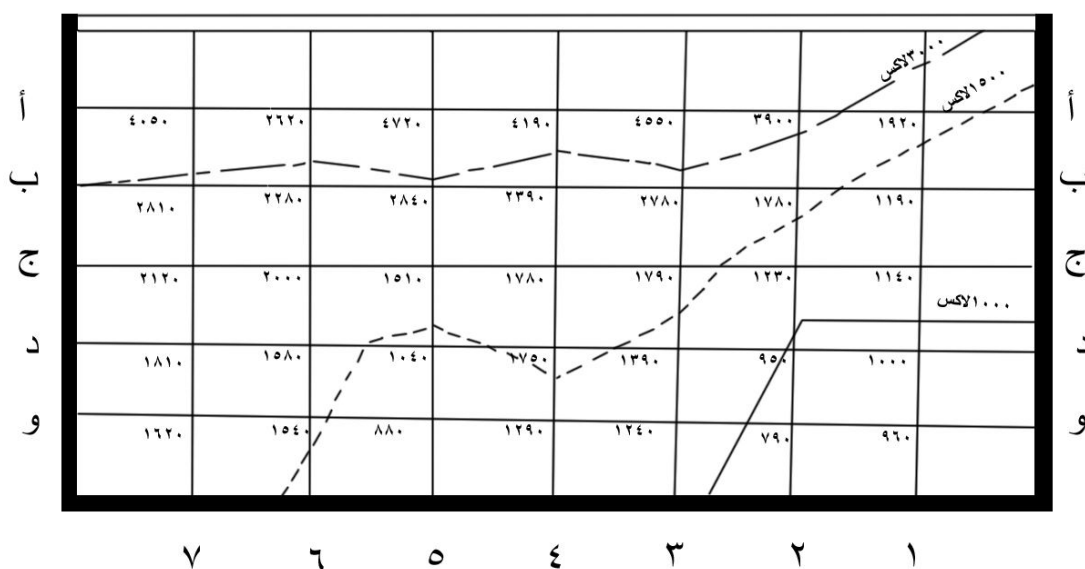
أ- بالنسبة لمستوي الإضاءة < 3000 لكس: بلغت مساحة الفراغ لهذا المستوي من الإضاءة أكبر ما يمكن لتصل إلى ثلث مساحة الفراغ الداخلي عندما بلغت فتحة الإضاءة كامل عرض القاعة بينما قلت مساحة الفراغ الأكبر من 3000 لكس أو المساوي لها لتصل إلى ربع مساحة الفراغ الداخلي عندما بلغت فتحة الإضاءة ثلاثة أرباع عرض القاعة وانعدمت الإضاءة الأكبر من أو المساوية ل 3000 لكس في حالتي الفتحة المساوية سواء لنصف عرض القاعة أو ربعها.

وتتجاوز الـ 1000 لكس في حالة عرض الفتحة كامل عرض القاعة.

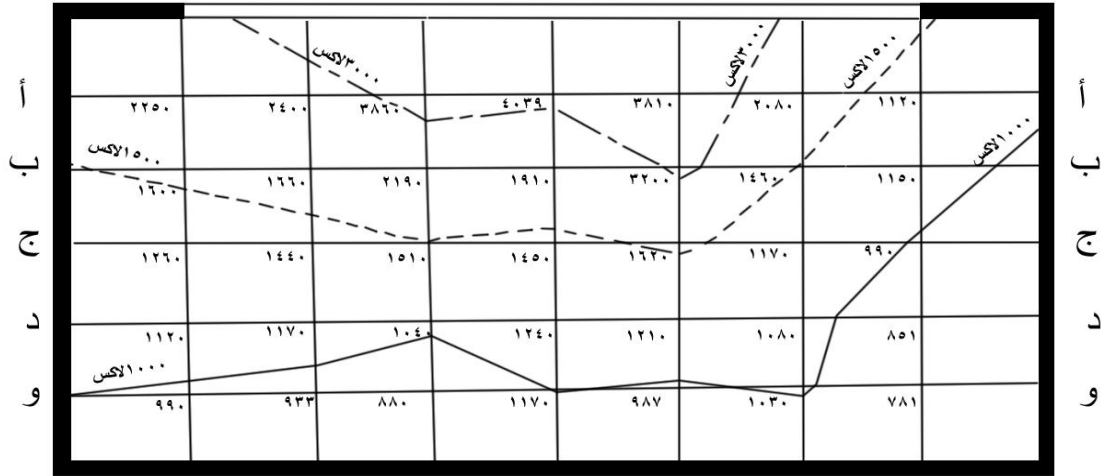
و- بالنسبة لمستوي الإضاءة الأقل من أو يساوي 300 لكس : فبلغ حوالي نصف مساحة الفراغ في حالة فتحة الإضاءة ربع عرض القاعة بينما انعدم هذا المستوي المحدود من الإضاءة في الثلاثة حالات الأخرى وهي عرض الفتحة المساوي سواء لكامل عرض القاعة أو ثلاثة أرباعها أو نصفها.

د- بالنسبة لمستوي الإضاءة المحصور بين 300 – 500 لكس: بلغ حوالي 40% من مساحة

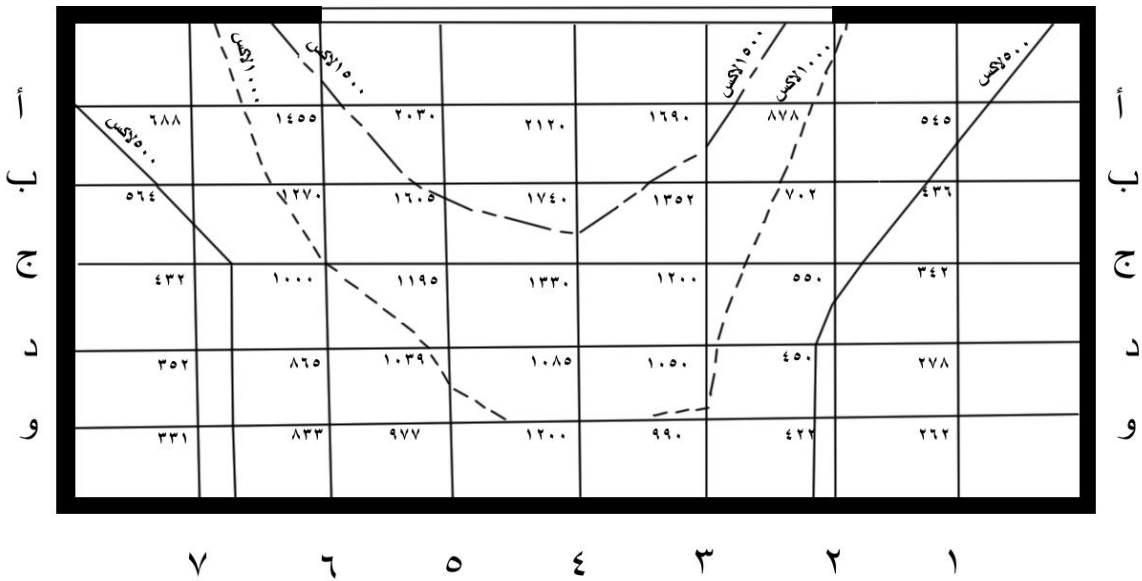
الفراغ في حالة الفتحة نصف عرض الفراغ وبلغ حوالي ربع مساحة فراغ القاعة في حالة الفتحة ربع عرض الفراغ بينما انعدم وجود هذا المستوي المحدود من الإضاءة في حالي عرض الفتحة سواء كامل العرض أو ثلاثة أرباع والتمتعان بمستوى أكبر من الإضاءة تقرب من الـ 1000 لكس في حالة عرض الفتحة ثلاثة أرباع عرض القاعة



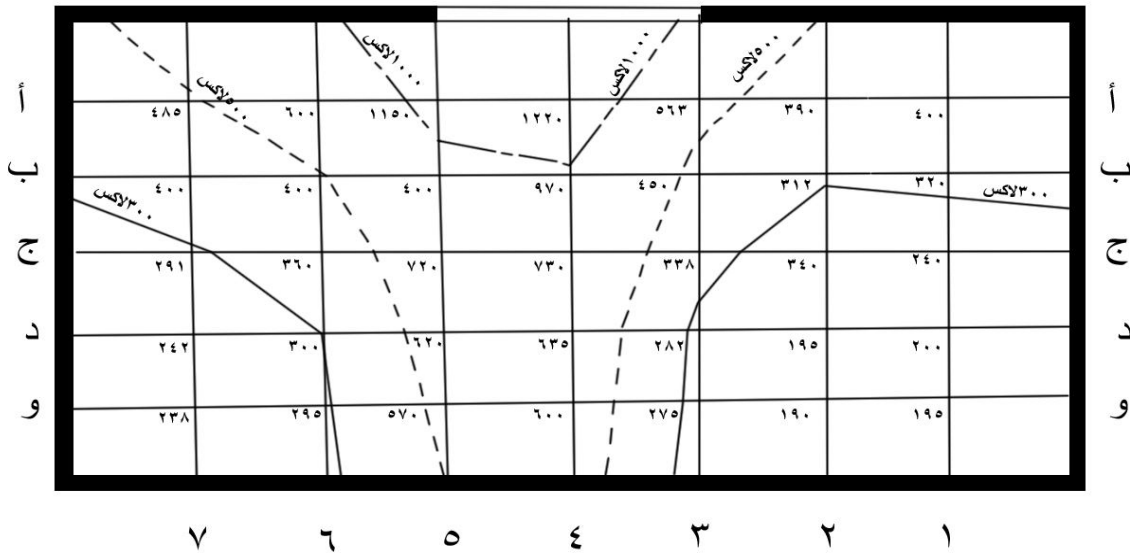
شكل (4) : يوضح كمية الإضاءة بالللكس داخل الفراغ ومستويات الإضاءة وذلك علي المستوي الأفقي لعرض الفتحة المساوية لكامل عرض الفراغ



شكل (5) : يوضح كمية الاضاءة باللكس داخل الفراغ ومستويات الاضاءة وذلك علي المستوي الافقي لعرض الفتحة المساوية لثلاثة ارباع عرض الفراغ



شكل (6) : يوضح كمية الاضاءة باللكس داخل الفراغ ومستويات الاضاءة وذلك علي المستوي الافقي لعرض الفتحة المساوية لنصف عرض الفراغ



شكل (7) : يوضح كمية الاضاءة باللكس داخل الفراغ ومستويات الاضاءة وذلك علي المستوي الافقي لعرض الفتحة المساوية لربع عرض الفراغ باللكس

العرض وخمس مرات كمية الإضاءة للفتحة المساوية لربع العرض.

ونتيجة لوقوع فتحة الإضاءة في منتصف عرض الفراغ وتعادم اتجاه الإشعاع الشمسي مع عرض الفراغ فزادت كمية الإضاءة في منتصف عرض الفراغ وانخفضت في أركان الفراغ، وهو ما يتضح في منحنى شكل (9) واحتلت الفتحة بكامل عرض الفراغ أقل الفوارق بين كمية الإضاءة في منتصف الفراغ وأركانه - وهي أفضل حالات الإضاءة فبلغ الفارق لصالح منتصف الفراغ حوالي مرة وربع كمية الإضاءة في أركان الفراغ ثم احتلت الفتحة بثلاثة أرباع العرض ثاني أقل 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 أقل الفوارق بين كمية الإضاءة في منتصف الفراغ وأركانه لصالح منتصف الفراغ حوالي مرتين كمية الإضاءة في أركان الفراغ ثم احتلت الفتحة بربع عرض الفراغ أكبر فارق لكمية الإضاءة بين منتصف الفراغ وأركانه - حالة غير منفصلة - فبلغ الفارق لصالح

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

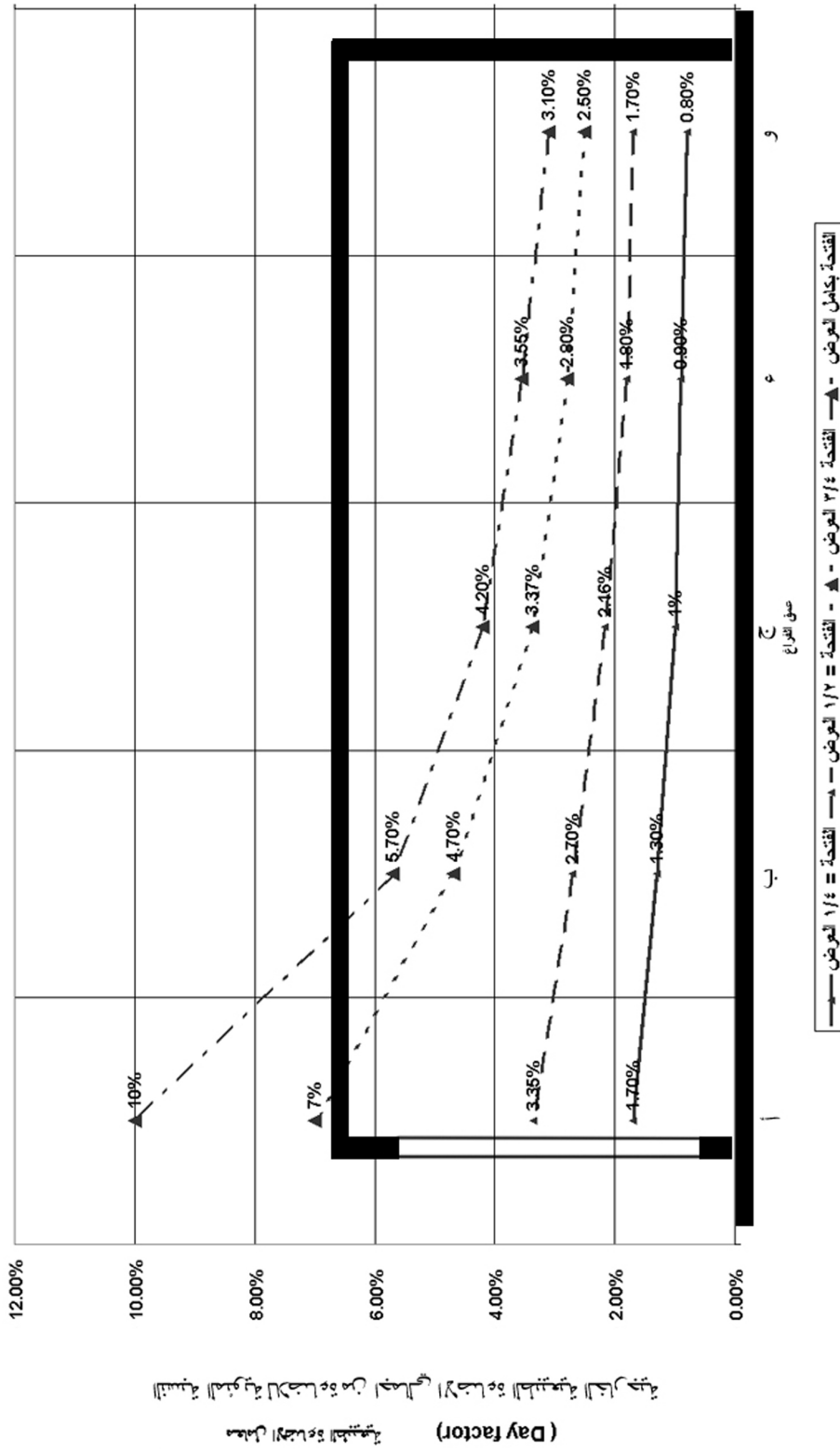
تتحصر دراستنا لكمية الإضاءة داخل الفراغ علي المستوي الراسي أشكال من (8-10) للتوصل إلي الفوارق في كمية الإضاءة بين الحالات الأربعة.

فمن دراستنا للمنحنى (8) نجد أن اعلي منحنى 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

إلى 4% في حالة الفتحة بثلاثة أرباع العرض ثم إلى 2% في حالة الفتحة بنصف العرض ثم إلى 1% في حالة الفتحة بربع العرض، وهو معدل أقل بكثير مما تتطلبه قاعات الرسم علما بان الحد الأدنى للإضاءة داخل قاعات الرسم 6%، وبالتالي فحالة الفتحة المساوية لربع العرض غير مفضلة.

منتصف الفراغ حوالي ثلاث مرات كمية الإضاءة في أركان الفراغ.

ومن خلال دراستنا لمنحني (10) نجد أن معامل الإضاءة داخل الفراغ يتضاعف كلما تضاعف عرض الفتحة فعند الفتحة بكامل العرض بلغ معامل الإضاءة في المتوسط 6%، وهو ما تتطلبه قاعات الرسم - حالة منفصلة - ثم بدأ هذا المعامل في التناقص كلما قل عرض الفتحة فانخفض



شكل (10) : تأثير عمق الفراغ على معامل الإضاءة

النتائج :

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 (2×مرة وربع) ثم خمس مرات (2×مرتين ونصف).

4- يقل الفارق في كمية الإضاءة بين أركان الفراغ ومنتصفة كلما ازداد عرض الفتحة وكلما قل الفارق كلما كانت الحالة مفضلة إضائياً 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 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).

5- يقل الفارق في كمية الإضاءة بين أقل عمق وأكبر عمق لصالح أقل 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 أكبر عمق في حالة الفتحة بكامل العرض حوالي أربع مرات كمية الإضاءة عند أكبر 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 أكبر عمق في حالة الفتحة بربع العرض بصورة متوالية حسابية متناقصة كلما ازداد عرض الفتحة، فبلغ ست مرات ثم

1- وجد أن أكبر 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 وأخيراً كانت أقل كمية للإضاءة الطبيعية داخل الفراغ عندما بلغت فتحة الإضاءة ربع عرض القاعة. فكلما زاد عرض الفتحة كلما زادت كمية الإضاءة داخل الفراغ فأنحصرت كمية الإضاءة عبر العمق ما بين 1200 إلى 4000 لكس في حالة فتحة الإضاءة مساوية لكامل عرض الفراغ بينما تناقصت كمية الإضاءة إلى ما بين 1000 إلى 3000 لكس في حالة فتحة الإضاءة المساوية لثلاثة أرباع عرض الفراغ وتضاعلت بصورة أكبر في حالة فتحة الإضاءة المساوية لنصف عرض الفراغ لتصبح ما بين 700 إلى 1200 لكس وأخيراً، تضاعلت وبشدة في حالة الفتحة المساوية لربع عرض القاعة لتتحصّر ما بين 300 إلى 700 لكس.

2- كلما زاد عرض الفتحة كلما زاد مستوي الإضاءة داخل الفراغ ففي حالة فتحة الإضاءة بكامل عرض القاعة تجاوز مستوي الإضاءة داخل فراغ القاعة الـ 1500 لكس إلى $3000 <$ لكس وفي حالة تناقص فتحة الإضاءة إلى ثلاثة أرباع عرض القاعة فتناقص مستوي الإضاءة ليصبح 1000 إلى $3000 >$ لكس وفي حالة تناقص الفتحة إلى نصف عرض القاعة فأنحصر مستوي الإضاءة داخل فراغ القاعة ما بين 500 إلى $1500 >$ لكس، وعندما تضاعلت فتحة الإضاءة إلى أقل مستوياتها، وهو ربع عرض القاعة فتضاعل مستوي الإضاءة لمعظم مساحة فراغ القاعة إلى حوالي ما بين 300 لكس و $1000 >$ لكس فقط.

3- تضاعفت كمية الإضاءة كلما زاد عرض الفتحة بدءاً من ربع عرض القاعة ومروراً بنصفها وثلاثة أرباعها حتى كامل عرض القاعة فبلغت كمية الإضاءة عند عرض الفتحة بكامل عرض القاعة بالنسبة إلى كل حالة

وتضاعف إلى 2% في حالة الفتحة نصف العرض وتتضاعف إلى 4% في حالة الفتحة ثلاثة أرباع العرض وأخيرا يرتفع إلى 6% في حالة الفتحة بكامل عرض القاعة.

خمس مرات ثم أربع مرات ثم ثلاث مرات (أفضل الحالات وهو عند تساوي عرض الفتحة مع عرض الفراغ).
6- يتضاعف متوسط معامل الإضاءة الطبيعية عبر عمق الفراغ كلما ازداد عرض الفتحة في صورة متوالية عديدة تصاعديّة فبلغ المعامل 1% في حالة الفتحة ربع العرض

جدول (5) : ملخص النتائج

تقييم للحالات إضائيا	معامل الإضاءة %	الفارق في كمية الإضاءة بين أقل عمق وأكبر عمق.	الفارق في كمية الإضاءة بين وسط الفراغ وأركانها.	معدلات الإضاءة	مستوي الإضاءة بالكس	عرض الفتحة
		الإضاءة عند وسط الفراغ	الإضاءة عند وسط الفراغ	الإضاءة عند كل حالة من الحالات الأربعة		
أفضل حالة إضائية ↑	6%	3 مرات كمية الإضاءة عند أكبر عمق	مرة وربع كمية الإضاءة عند أركان الفراغ	مرة من كمية الإضاءة للفتحة بكامل العرض	$3000 < -$ 1500	الفتحة بكامل العرض
	4%	4 مرات كمية الإضاءة عند أكبر عمق	مرة ونصف كمية الإضاءة عند أركان الفراغ	ثلاثة أرباع من كمية الإضاءة للفتحة بكامل العرض	$3000 > -$ 1000	الفتحة بثلاثة أرباع العرض
	2%	5 مرات كمية الإضاءة عند أكبر عمق	مرتين كمية الإضاءة عند أركان الفراغ	نصف كمية الإضاءة للفتحة بكامل العرض	$1500 > -$ 500	الفتحة بنصف العرض
	1%	6 مرات كمية الإضاءة عند أكبر عمق	ثلاث مرات كمية الإضاءة عند أركان الفراغ	ربع كمية الإضاءة للفتحة بكامل العرض	$1000 > -$ 300	الفتحة بربع العرض
أقل حالة إضائية ↓	كلما زاد معامل الإضاءة مع تجنب الإبهار كلما كانت الحالة مفضلة إضائيا	كلما قل الفارق كلما كانت الحالة مفضلة إضائيا	كلما قل الفارق كلما كانت الحالة مفضلة إضائيا	كلما زادت كمية الإضاءة كلما كانت الحالة مفضلة إضائيا	كلما زادت كمية الإضاءة كلما كانت الحالة مفضلة إضائيا	ملاحظات

- 1- جهاز تخطيط الطاقة - دليل العمارة والطاقة - يوليو 1997، صفحات 148، 158، 159، 165، 185
- 2- د. محمد عبد الفتاح عبيد - أسس الإنارة المعمارية - مطابع جامعة الملك سعود - 1997، صفحات 181-214.
- 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- McGraw 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 .

التوصيات :

من منطلق تحقيق ثلاثة جوانب في الإضاءة الطبيعية داخل قاعات الرسم والجانب الأول، وهو إضاءة كافية لا تقل عن 6% من الإضاءة الخارجية (معامل الإضاءة 6%) والجانب الثاني إضاءة شبة منتظمة عبر عرض الفراغ بحيث يقل الفارق بين كمية الإضاءة في منتصف وأركان عرض الفراغ إلى أقصى مدى 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 أقل واكبر عمق حوالي 3 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 :

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 opening 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.