تأثير نسب أبعاد الفناء الداخلى على شدة الإضاءة الطبيعية داخل الفراغات السكنية فى مصر

Impact of Court Dimensions upon the Intensity of Natural Lighting inside Residential Spaces In Egypt

Dr. Khaled Elhadidy

Faculty of Eng. Zagazig Univ.

Abstract

Court sizes are considered the second path of natural light and ventilation inside the residential spaces when it is not feasible to light or ventilate them naturally. As natural light is considered essential for the well being of man and his health, it can heighten his efficiency besides assist in preserving energy through reducing the need for consuming the energy used for artificial lighting during daytime. This paper studies the impact of court dimensions upon the intensity of natural lighting inside residential spaces, which depend on them for illumination. To achieve this goal, computer is utilized to apply the Egyptian codes of practice, which determine the minimum requirements of court dimensions and proportions. Three court dimensions of equal areas but different proportions were tested according to different geographical orientations in conformity with street widths as dictated by the said law. The Finding showed that the more intensity of light could be gained from the east and west orientation also it was found that the condition of keeping the minimum short dimension of the court to be not less than fourth of the height of the building measured from the first sill of the residential unit overlooking the court is not sufficient but it should be one third of that height to give the required quantity of light as intended in that low in all orientations. This feature of court proportion was formerly stated in the law 106 year 1976, before issuing this new code of practice, as all results from all orientations showed a preference of old law that the recent one in this respect.

ملخص البحث

تعتبر فراغات الأفنية الداخلية بعد الطرق المصدر الثانى لدخول ضوء النهار والتهوية الطبيعية للفراغات السكنية الداخلية فى المبانى التى يتعذر إنارتها وتهويتها طبيعيا نظرا لزيادة عمق المبنى وبعد هذه الفراغات عن الواجهات المطلة على الطرق، ولما كانت الإضاءة الطبيعية تمثل عاملا أساسيا فى حياة الإنسان فهى تساهم فى تهيئة المناخ المريح والصحى له وتؤثر على رفع كفاءة الأداء بالإضافة إلى الحفاظ على البيئة من خلال تخفيض الطاقة المستخدمة فى الإضاءة الصناعية خلال ساعات النهار، وتهدف الدراسة إلى تأثير أبعاد الفناء الداخلى على شدة الإضاءة الطبيعية داخل الفراغات السكنية المطلة على الأفنية السكنية فى إطار محددات قوانين المبانى فى مصر ومدى مطابقتها للمحدد العالمى لشدة الإضاءة الطبيعية داخل هذه الفراغات. ولتحقيق الهدف من هذه الورقة البحثية تم استخدام المنهج التجريبى من خلال المحاكاة باستخدام الحاسب الآلى بالتطبيق على نموذج اعتبارى بمحددات قانون البناء فى مصر من خلال تغير محدد اقل بعد لعرض الفناء السكنى على ثلاثة أفنية مختلفة بسب مختلفة وذات مساحة واحدة طبقا لعرض الطريق مع توجيه النموذج طبقا للاتجاهات الجغرافية الرئيسية. وانتهت الدراسة بعد نتائج أن أفضل توجيه للفتحة بالنسبة للإضاءة الطبيعية هو الاتجاه شرق- غرب حيث أعطى أفضل قراءات. أما النتائج الخاصة بنموذج الدراسة فهى تتمثل فى الحالة الأولى عند تطبيق محدد أقل عرض للفناء "ربع الارتفاع" فنجد عدم تحقق نسبة شدة الإضاءة الطبيعية المطلوبة فى منسوب الدور الأول للاتجاهات الأربعة للوضع الأول (فتحة الشباك عمودية على مستوى الضلع الأكبر للفناء) بينما تحقق فى الوضع الثانى (فتحة الشباك عمودية على مستوى الضلع الأصغر للفناء)، أما فى الحالة الثانية عند تطبيق محدد أقل عرض للفناء "ثلاثة أعشار الارتفاع" فنجد انه قد تحسنت شدة الإضاءة أكثر مما سبق فى الحالة الأولى ولكن لم تفى بجميع الحالات من الاتجاهات الرئيسية,وفى الحالة الثالثة عند تطبيق محدد أقل عرض للفناء "ثلث الارتفاع" فقد تحقق المعدل المطلوب فى جميع الحالات والاتجاهات الرئيسية وهذا يتطابق مع القانون 106 لسنة 1976 قبل تعديله الأخير فيما يخص أقل عرض للفناء.

مقدمة

تعتبر فراغات الأفنية الداخلية أحد العناصر المعمارية التى تساعد على تحقيق الخصوصية بالإضافة إلى كونها المصدر الثانى بعد الطرق لدخول ضوء النهار والتهوية الطبيعية للفراغات السكنية الداخلية فى المبانى التى يتعذر إنارتها وتهويتها طبيعيا نظرا لزيادة عمق المبنى وبعد هذه الفراغات عن الواجهات المطلة على الطرق، ولما كانت الإضاءة الطبيعية تمثل عاملا أساسيا فى حياة الإنسان فهى تساهم فى تهيئة المناخ المريح والصحى له وتؤثر على رفع كفاءة الأداء بالإضافة إلى الحفاظ على البيئة من خلال تخفيض الطاقة المستخدمة فى الإضاءة الصناعية خلال ساعات النهار، ولقد طرأ العديد من المتغيرات على محددات الأفنية بقانون تنظيم وتوجيه أعمال البناء (قانون 106 لسنة 1976) المعدل بالقانون رقم 101 لسنة 1996 فيما يخص الحد الأدنى لأبعاد الأفنية ومساحتها. وقد لوحظ أن هناك اختلاف فى شدة الإضاءة داخل الفراغات التى تضاء مباشرة من الطرق عن التى تضاء من خلال الأفنية الداخلية فى نفس الارتفاع فضلا عن استخدام الإضاءة الصناعية بصفة عامة فى الفراغات المضاءة من خلال الأفنية خلال ساعات النهار خاصة فى المبانى المقامة حديثا.

الهدف من البحث

يهدف البحث إلى دراسة تأثير نسب أبعاد الفناء السكنى على شدة الإضاءة الطبيعية داخل الفراغات السكنية المطلة على الأفنية السكنية وذلك فى إطار محددات قوانين البناء المعمول بها فى مصر وطبقا للمحددات العالمية للإضاءة الطبيعية والمسموح بها فى هذه الفراغات للوقوف على مدى توافق محددات الأفنية السكنية بقوانين المبانى مع المعدلات العالمية للإضاءة الطبيعية من خلال التطبيق على أحد عينات الإسكان طبقا لمحددات القانون الخاص بأعمال التنظيم والبناء .

منهاج البحث

يقوم البحث على المنهاج التجريبى المقارن من خلال المحاكاة باستخدام الحاسب الآلى(Computer Simulation) (L.B.L, 1994) على نموذج (Model) لغرفة سكنية تضاء من خلال فناء سكنى ينطبق عليهم محددات واشتراطات قانون توجيه البناء من إمكانية التعديل وللتغير طبقا للحالات المطلوبة، ومقارنة القيم المستنتجة من الحاسب الآلى بمحددات الإضاءة العالمية لمعرفة أنسب أبعاد للأفنية السكنية التى تتوافق مع محددات الأفنية الموجودة بقانون تنظيم وتوجيه أعمال البناء فى مصروكذلك للوقوف أقل المتغيرات التى يمكن عملها لرفع كفاءة الإضاءة فى هذا الفراغ.

محددات قانون البناء فى مصر وتأثيرها على الإضاءة الطبيعية

لما كان الهدف من هذه الورقة البحثية هو تقيم شدة الإضاءة الطبيعية داخل الفراغات السكنية المطلة الأفنية السكنية المغلقة ومقارنتها بالمعدلات العالمية لمعرفة مدى توافقها مع هذه المعدلات فان هناك العديد من المحددات التى اقرها القانون (106 لسنة 1976 والخاص بتنظيم وتوجيه أعمال البناء) وتؤثر تأثير مباشر على الإضاءة الطبيعية وهى :-

محددات المساحة والارتفاع

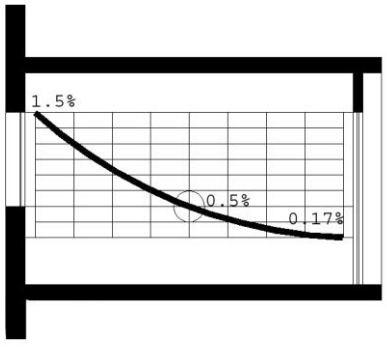
حدد قانون تنظيم وتوجيه أعمال البناء بأن ألا تقل المساحة الداخلية للغرفة السكنية أو المكاتب عن 10 أمتار مربعة وأقل عرض فيها عن 2.7 متر، ولا يجوز أن يقل الارتفاع الداخلى للغرفة السكنية مقاسا بين السطح النهائى للأرضية وبطنية السقف عن 2.7 متر.، وألا يزيد الارتفاع الكلى للمبنى عن مرة ونصف عرض الشارع وبشرط ألا يزيد الارتفاع عن 36 مترا بخلاف الدراوى وأبار السلالم.

محددات الإضاءة والتهوية والأفنية السكنية

نص فى القانون على أنه يجب أن يكون لكل غرفة سكنية فتحة أو عدة فتحات للتهوية والإضاءة تطل على طريق أو فناء تمثل 8% من مساحة الغرفة وبحد أدنى مترا واحدا وفى حالة تعدد الفتحات ألا يقل مساحة الفتحة الواحدة عن نصف متر مربع.، ويراعى عند إنارة أو تهوية أى غرفة سكنية من خلال من أفنية داخلية ألا يقل الحد الأدنى لأبعاد الفناء عن ربع الارتفاع أو 3م أيهما أكبر، بالإضافة إلى ألا يقل مساحة الفناء عن ثلث مربع الارتفاع، علما بأن ارتفاع أعلى واجهة للبناء مطلة على الفناء مقاسا من أول فتحة مطلوب إضاءتها وتهويتها من هذا الفناء.

المحددات العالمية للإضاءة الطبيعية

هناك العديد من العوامل التى تؤثر على شدة الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ لتحقيق المعدل العالمى منها عمق الفراغ (Egan,1993) حيث تقل شدة الإضاءة كلما بعدت المسافة عن الشباك، وكذلك وضع الفتحات فى المسقط الأفقى أو فى الواجهات سواء كانت أفقية أو راسية، وأخيرا نهو وتشطيب الأسطح والتى تساهم فى زيادة شدة الإضاءة فى عمق الفراغات (Evans, 1981)., وفى إطار هذه المحددات وجد من خلال التجارب المعملية أن عين الإنسان تتكيف مع الإضاءة الطبيعية من حيث الكيف بنسبة تتدرج من 1 عند الفتحة : 0.3 عند وسط الفراغ : 0.1 أخر الفراغ وهذه النسبة هى التى لا تسبب زغللة أو إبهار للعين(Hopkinson,1966)، وأما من حيث الكم فنجد أن هناك العديد من المعدلات العالمية لشدة الإضاءة داخل الفراغات السكنية (دليل العمارة والطاقة) بدأ من 2% لمناطق الخدمات إلى 1% لمناطق المعيشة أما غرف النوم فتمثل نسبة 0.5% من الإضاءة الخارجية. (شكل1)



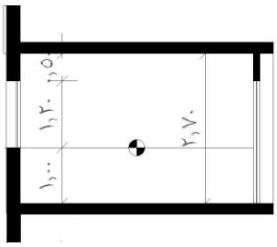
شكل رقم (1) قطاع رأسى يبين نسب المعدل العالمى وتكيف العين فى عينة الدراسة

محددات اختيار العينة نموذج الدراسة

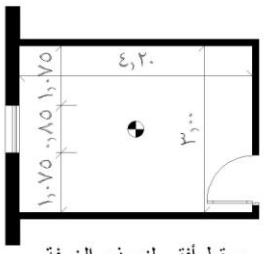
تم وضع عدة محددات لاختيار العينة بما يتوافق مع اشتراطات ومحددات قانون تنظيم وتوجيه أعمال البناء فى مصر الحالى بالإضافة إلى ا لمحددات الجغرافية والمناخية ومحددات الموقع والمساحة والارتفاعات معاملات انعكاس مواد النهو والتشطيب للضوء ومستوى العمل أو النشاط وكذلك معامل الصيانة الدورية.

أولا المحددات المناخية والجغرافية:

تم اختيار موقع العينة على خط طول 30 شرقا وخط عرض 30 شمالا وعلى ارتفاع 114م من سطح البحر وهى تمثل موقع فى نطاق القاهرة الكبرى.، و اختيار أربعة أوضاع ل توجيه الشباك طبقا للاتجاهات الجغرافية مع الأخذ فى الاعتبار أن السماء الصحو بدون أشعة شمس مباشرة (Over Cast Sky Condition).



قطاع رأسى لنموذج الغرفة



مسقط أفقى لنموذج الغرفة

شكل رقم (2) نموذج الغرفة عينة الدراسة

ثانيا محددات المساحات والارتفاع

الغرفة السكنية: تم اختيار الغرفة السكنية نموذج الدراسة(غرفة نوم) بمساحة 12.6 متر مربع بأبعاد 3.0م عرض 4.2xم أكبر من الحدود الدنيا لاشتراطات قانون البناء (نظرا لان نسبة مساحة الفتحة المقابلة لمساحة 10 متر مربع هى 0.8 متر مربع والقانون ينص على ألا تقل المساحة عن واحد متر مربع).، والارتفاع الداخلى للغرفة هو الحد الأدنى لارتفاع الغرف السكنية وهو الارتفاع الصافى 2.70م ، وفى الدور الأول من المبنى (شكل 2).

فتحة الشباك : تمثل فتحة الشباك 8% مساحة أرضية الغرفة بمساحة واحد متر مربع وهو الحد الأدنى لمساحة الشباك طبقا للقانون، و أبعاد الشباك ه ى 0.85 م عرض وارتفاع 1.2م وجلسة بارتفاع 1.0م، وتقع فتحة الشباك فى منتصف الحائط الخارجى فى المسقط الأفقى للغرفة المطل على الفناء السكنى.

ثالثا مستوى العمل أو النشاط

تم اختيار مستوى العمل داخل الغرفة بارتفاع واحد متر من منسوب الأرضية وذلك نظرا لملائمة هذا المنسوب لمعظم الأنشطة التى تتم داخل فراغ الغرفة، و المطلوب تحقيق معدل الإضاءة العالمى عنده. (شكل 2).

رابعا: التشطيبات

تؤثر ألوان مواد التشطيب والنهو تأثيرا مباشرا فى زيادة نسبة الإضاءة داخل الفراغ فالألوان الفاتحة تزيد من إنعاس الضوء وتقلل من نسبة الإبهار (Glare) فى عمق الفراغ والذى يؤثر على الرؤية الجيدة، وقد تم اختيار ألوان مواد التشطيب الداخلية لفراغ الغرفة وكذلك الوجهات الخارجية وحوائط الفناء من النوعيات الدارج استخدامها فى تشطيبات الإسكان وهى:

الأسقف :	دهان بلاستيك (أو زيت) ابيض ناصع	معامل انعكاسه للضوء 75% .
الحوائط الداخلية :	دهان بلاستيك (أو زيت) ابيض عاجى	معامل انعكاسه للضوء 65% .
الحوائط الخارجية :	بياض طرطشة (فطيسة) بيج	معامل انعكاسه للضوء 40% .
الأرضية الداخلية :	بلاط سيراميك بنى	معامل انعكاسه للضوء 45% .
الأرضية الخارجية :	بلاط أسمنتى رمادى	معامل انعكاسه للضوء 20%

محددات التجربة

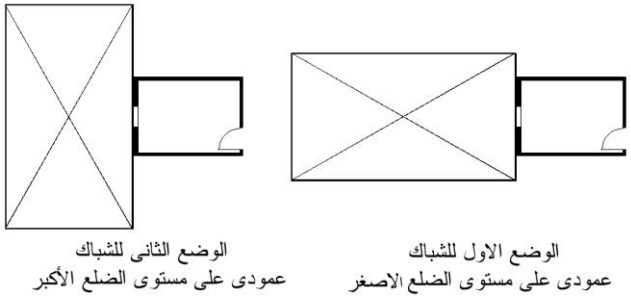
تم اختيار عدة محددات لإجراء التجربة من خلال استخدام الحاسب الآلى وتتمثل فى:-

1- **وقت إجراء التجربة**

تم اختيار الساعة الثانية عشر ظهرا يوم الحادى والعشرون من شهر ديسمبر من كل عام حيث تمثل هذه الساعة منتصف النهار، وأما الشهر فهو يرجع إلى انخفاض زاوية ميل الشمس مما يزيد من نسبة الإظلال وينعكس على انخفاض نسبة مركبة السماء المباشرة للسماء ومما ينعكس على قيمة نسبة الإضاءة المنعكسة.

2- وضع الغرفة بالنسبة لفراغ الفناء السكنى

تم اختيار وضعين للغرفة وعلاقتها بفراغ الفناء مصدر الضوء الطبيعى طبقا لمحددات قانون تنظيم وتوجيه أعمال البناء فالوضع الأول فيه يضاء فراغ الغرفة السكنية من خلال تعامد مستوى الشباك على الضلع الأكبر للفناء، والوضع الثانى فيه يضاء فراغ الغرفة من خلال تعامد مستوى الشباك على الضلع الأصغر للفناء (شكل 3).



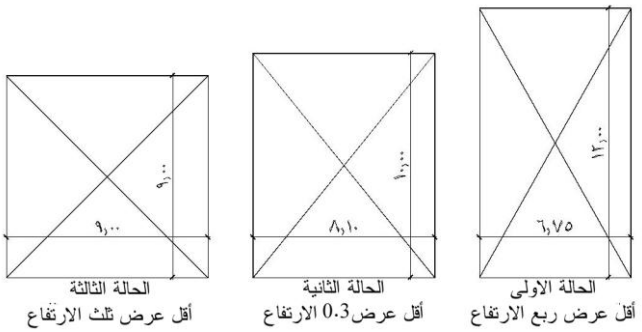
شكل رقم (3) أوضاع الشباك بالنسبة إلى فراغ الفناء

3- وضع الغرفة العينة بالنسبة للارتفاع

تم اختيار الغرفة العينة طبقا للأوضاع السابقة فى الدور الأول فوق الأرضى نظرا لأنه يمثل أقل دور يستفيد من الإضاءة الطبيعية مع مراعاة تطبيق قانون المبانى فيما يخص ارتفاع الواجهات ومساحة الفناء السكنى علما بان قد تم اختيار المبنى على طرق عام بعرض 20 متر.(*لا يؤثر عرض الطريق فى اختيار العينة لأن مساحة الفناء وأبعاده مرتبط بارتفاع الواجهة فتكون النسب أبعاد الفناء السكنى متساوية مع كافة عروض الطرق*).

4- مساحة الفناء السكنى وأبعاده

طبقا لعرض الطريق المقترح فى محددات التجربة فإن مساحة الفناء السكنى هو ثلث مربع الارتفاع أى 81 م2 وفى الحالة الأولى أقل عرض ربع الارتفاع أى 6.75 متر والضلع الآخر 12 متر، وفى الحالة الثانية للتجربة اقل عرض 0.3 الارتفاع أى 8.10 متر والضلع الآخر 10 متر أما الحالة الثالثة للتجربة فاقل عرض للفناء ثلث الارتفاع أى 9 متر والضلع الآخر 9 متر(شكل4).



شكل رقم (4) أبعاد الفناء السكنى

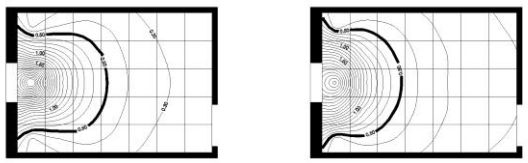
تحليل مخرجات برنامج الحاسب الآلى

فى إطار محددات الإضاءة الطبيعية طبقا للكود المصرى وكذلك اختيار العينة والتجربة موضوع البحث (إضاءة غرفة سكنية). فقد تم دراسة معدل نسبة أبعاد مساحة الفناء وعلاقته بشدة الإضاءة مع ثبات نسبة مساحة فتحة الإضاءة والتهوية 8% فى ثلاث حالات وهى تتمثل فى الوضع القائم طبقا للكود المصرى لاشتراطات الإضاءة والتى تمثل فيه من مساحة الفناء ثلث مربع الارتفاع مع أقل ضلع 0.25 الارتفاع ثم تغير هذه النسبة تدريجيا إلى 0.3 الارتفاع وأخيرا 0.33 الارتفاع للحالات المختلفة طبقا لاوضاع الغرفة وعلاقتها بالفناء السكنى والاتجاهات الجغرافية الرئيسية.

أولا : عرض الفناء ربع الارتفاع (محدد القانون)

أ- **الوضع الأول** (شباك الغرفة عمودى على مستوى الضلع الأكبر للفناء).

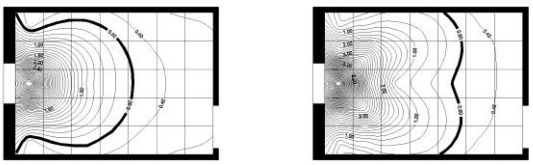
لوحظ أن شدة الإضاءة الطبيعية عند منتصف الغرفة لم يحقق مستوى شدة الإضاءة المطلوبة طبقا للمعدل العالمى وذلك عند توجيه الشباك الشمال أو الجنوب (0.38%) وزادت عند توجيه الشباك تجاه الشرق أو الغرب إلا إنها لم تحقق المعدل المطلوب (0.45%) شكل رقم (5 - 6).



الوضع الأول
الشباك عمودى على مستوى الضلع الأكبر للفناء

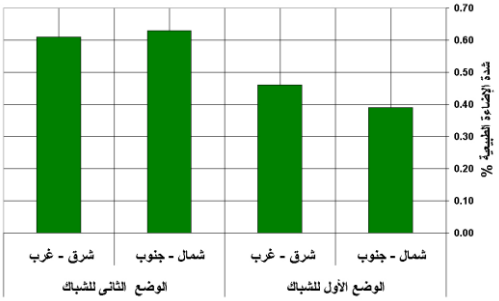
ب- **الوضع الثانى** (شباك الغرفة عمودى على مستوى الضلع الأصغر للفناء).

لوحظ أن شدة الإضاءة الطبيعية عند منتصف الغرفة قد حققت مستوى شدة الإضاءة المطلوبة طبقا للمعدل العالمى وذلك عند توجيه الشباك تجاه الشمال أو الجنوب (0.63%) وكذلك عند توجيه الشباك تجاه الشرق أو الغرب (0.61%) شكل رقم (5-6)



الوضع الثانى
الشباك عمودى على مستوى الضلع الأصغر الفناء

شكل رقم (5) توزيع شدة الإضاءة فى الحالة الأولى (عرض الفناء ربع الارتفاع)



شكل رقم (6) رسم بيانى يوضح توزيع شدة الإضاءة فى الحالة الأولى (عرض الفناء ربع الارتفاع)

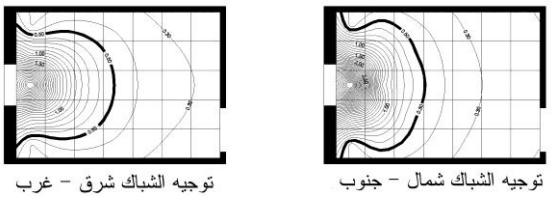
ثانيا : عرض الفناء السكنى 0.30 الارتفاع

أ- الوضع الأول (شباك الغرفة عمودى على مستوى الضلع الأكبر للفناء).

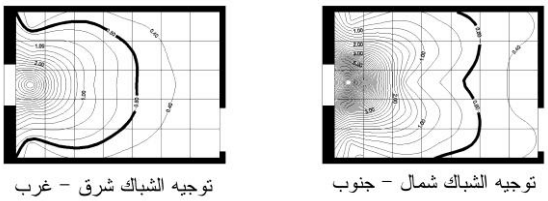
لوحظ أن شدة الإضاءة الطبيعية عند منتصف الغرفة لم تحقق مستوى شدة الإضاءة المطلوبة طبقا للمعدل العالمى وذلك عند توجيه الشباك للشمال أو الجنوب (0.43%) وكذلك عند توجيه الشباك للشرق أو الغرب (0.47%) ، شكل رقم (7 – 8).

ب- الوضع الثانى (شباك الغرفة عمودى على مستوى الضلع الاصغر للفناء).

لوحظ أن شدة الإضاءة الطبيعية عند منتصف الغرفة قد تحقق مستوى شدة الإضاءة المطلوبة طبقا للمعدل العالمى وذلك عند توجيه الشباك فى جميع الاتجاهات الأربعة (شمال – جنوب 0.61% وشرق – غرب 0.59%)، شكل رقم (7 – 8).

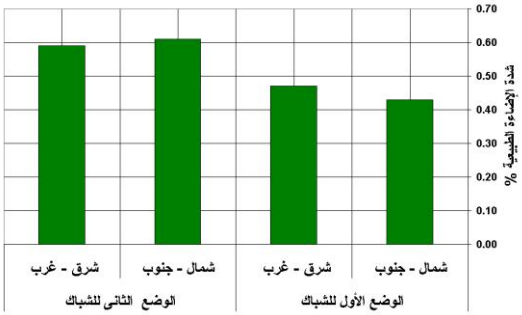


الوضع الأول
الشباك عمودى على مستوى الضلع الأكبر للفناء



الوضع الثانى
الشباك عمودى على مستوى الضلع الأصغر للفناء

شكل رقم (7) توزيع شدة الإضاءة الطبيعية فى الحالة الثانية (عرض الفناء 0.30 الارتفاع)

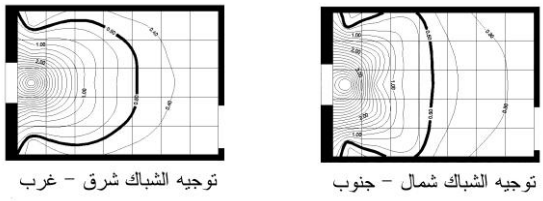


شكل رقم (8) رسم بيانى يوضح توزيع شدة الإضاءة فى الحالة الثانية (عرض الفناء 0.3 الارتفاع)

ثالثا : عرض الفناء السكنى ثلث الارتفاع

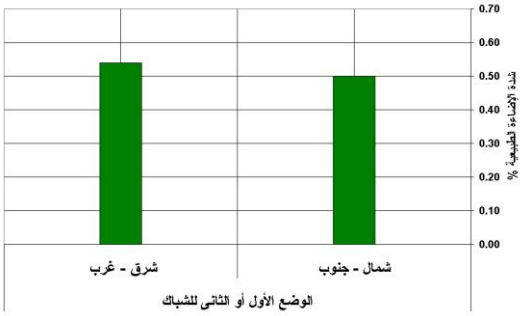
الوضع الأول أو الثانى (شباك الغرفة عمودى على مستوى الضلع الأكبر أو الأصغر للفناء).

لوحظ أن شدة الإضاءة الطبيعية عند منتصف فراغ الغرفة قد تحقق مستوى شدة الإضاءة المطلوبة طبقا للمعدل العالمى وذلك عند توجيه الشباك فى جميع الاتجاهات الأربعة (شمال – جنوب 0.50% وشرق – غرب 0.54%)، شكل (9-10).



الشباك عمودى على مستوى الضلع الأكبر أو الأصغر الفناء

شكل رقم (9) توزيع شدة الإضاءة فى الحالة الثانية (عرض الفناء ثلث الارتفاع)



شكل رقم (10) رسم بيانى يوضح توزيع شدة الإضاءة فى الحالة الثالثة (عرض الفناء ثلث الارتفاع)

نتائج تحليل مخرجات البرنامج

من خلال تحليل مخرجات الحاسب الآلى لشدة الإضاءة الطبيعية داخل النموذج المقترح فى ضوء محددات العينة والتجربة مع تغير محدد أقل عرض للفناء السكنى والتوجيه وجد الاتى:-

1- **حالة عرض الفناء ربع الارتفاع**

لم تتحقق نسبة شدة الاضاءة الطبيعية عند منتصف فراغ النموذج المقترح فى حالة وضع الشباك عموديا على الضلع الاكبر للفناء وذلك فى جميع الاتجاهات الرئيسية، بينما تحققت النسبة المطلوبة عند وضع الشباك عموديا على مستوى الضلع

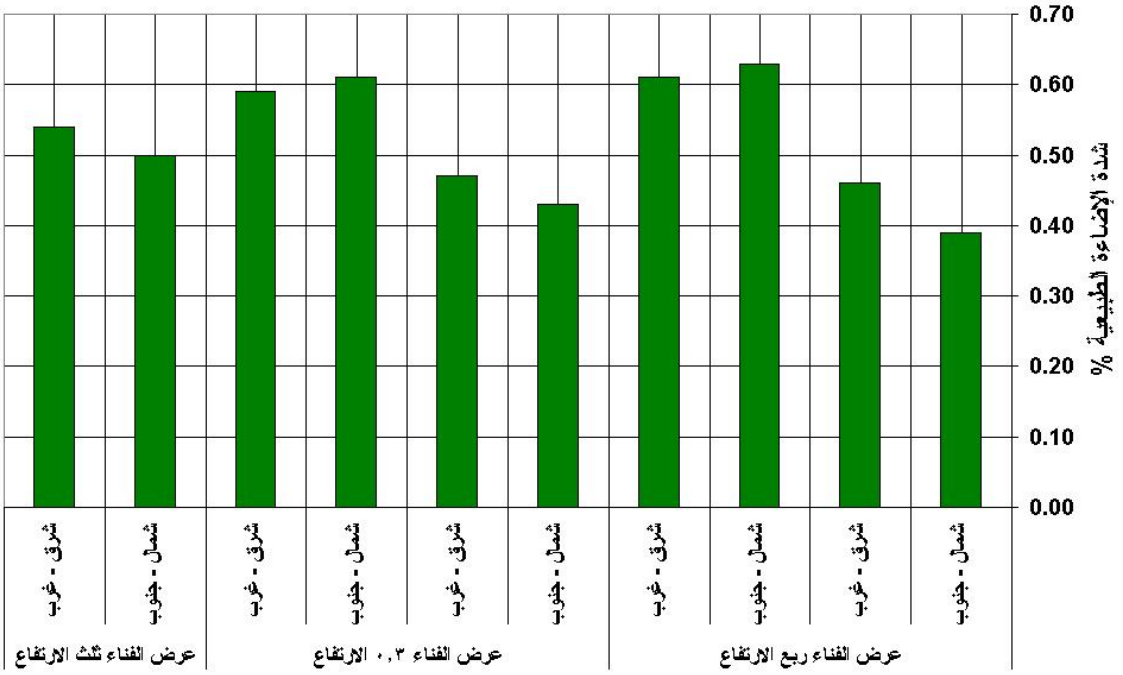
الاصغر للفناء فى جميع الاتجاهات الرئيسية وهذا يرجع إلى بعد الحائط المواجه للفتحة بالإضافة إلى قرب حوائط الفناء الجانبية والتى تعمل كعواكس تزيد من شدة الإضاءة المنعكسة شكل(11).

2- **حالة عرض الفناء 0.3 الارتفاع**

تحققت شدة الإضاءة الطبيعية عند منتصف فراغ النموذج المقترح فى جميع اوضاع الشباك بالنسبة لأضلاعه وكذلك التوجيه فى جميع الاتجاهات الرئيسية باستثناء وضع مستوى الشباك عمودى على الضلع الاكبر مع توجيه شمال – جنوب شكل(11).

3- **حالة عرض الفناء ثلث الارتفاع**

تحققت شدة الإضاءة الطبيعية طبقا للمحدد العالمى عند منتصف فراغ النموذج المقترح فى جميع اوضاع الشباك بالنسبة لأضلاعه وكذلك التوجيه فى جميع الاتجاهات الرئيسية شكل(11).



النتائج والتوصيات

- تمثل نسبة أقل عرض للفناء السكنى "ثلث الارتفاع" الدراسة وهو ما تطابق مع محدد القانون قبل تعديله فيما يخص أقل عرض للفناء السكنى، أما أفضل نسبة لأبعاد الفناء هى الطول: العرض: الارتفاع " 1: 1 :3" أفضل النسب التى تتحقق معها نسبة معدل شدة الإضاءة العالمية للعينة موضع الدراسة فى ضوء محددات القانون الحالى، ونوصى بعمل دراسة مماثلة لتأثير ذلك النسب على التهوية الطبيعية والإشعاع الشمسى.
- يمثل التوجيه شرق – غرب من افضل التوجيهات الرئيسية لفتحة الشباك فيما يخص الإضاءة الطبيعية طبقا لا ارتفاع قيم قراءات شدة الإضاءة الطبيعية المستنتجة من خلال الحاسب الآلى، ونوصى بعمل دراسة للتوجيهات المساعدة.

References

Egan, M. David (1983), Concepts in Architectural Lighting, McGraw-Hill Inc.

Evans, Benjamin H. AIA (1981), Daylighting in Architecture, Architectural Record Books, McGraw-Hill I

Hopkinson, R.G., et. al., (1966), Daylighting, London: Willam Heimenann Ltd.

Lawrance Berkeley Laboratory, (1994),Predicting Daylight and Lighting Performance, Regents of the University of California.

Moore, F., (1991), Concepts and Practice of Architectural Daylighting, New York: Van Nostrand, Reinhold.

المراجع:

جهاز تخطيط الطاقة – الإضاءة الطبيعية والصناعية فى المبانى- دليل العمارة والطاقة – يوليو 1998

وزارة الإسكان- قانون 106 لسنة 1976 فى شأن توجيه وتنظيم أعمال البناء – المطابع الأميرية 2001