Journal of Engineering Sciences, Assiut University, Vol. 36, No. 6, pp.1551-1572, November 2008

IMPACT OF BUILDING SURROUNDINGS ON DAYLIGHTING BEHAVIOR INSIDEITS BUILT SPACES. "CASE STUDY OF EDUCATIONAL BUILDING ASSIUT UNIVERSITY"

م/ خالد يوسف محمد
معيد بكلية الفنون الجميلة – قسم العمارة – جامعة المنيا
Arch_khaled2005@yahoo.com

د./ طارق جلال حبيب
أستاذ مساعد بكلية العمارة والتخطيط - جامعة الملك سعود - الرياض – المملكة العربية السعودية
t.habib@ksu.edu.sa

ا.د/ عبد المنطلب محمد علي
أستاذ العمارة والتحكم البيئي
عميد كلية العلوم والهندسة - جامعة العلوم والتكنولوجيا - صنعاء - اليمن
a.monteleb@ust.edu.ya

(Received October 8, 2008 Accepted October 27, 2008)

Many factors are affecting the behavior of daylight in the built spaces. The context of these factors mainly fall into three levels, planning, landscape and building design. Considering planning level, latitude, site topology, building distribution and roads are the elements of the study. On the other hand, changing elements used the landscape surround the building have a strong effect on the behavior of the daylight inside building spaces. The building design level is deals with effect of characteristics of the built space, dimensions, colors, furniture, etc. It is a fact that we can't deal with all these factors together in investigation the daylight behavior in the built spaces. In the scope of this paper, limitations are considered to focus on the factors affecting daylight behavior on the landscape level. Following and using of the deductive reasoning methodology, a case study has been carried out. Measurements have been taken inside seven chose built spaces in three different faculties in university of Assiut. In conclusion, paper findings were highlighted and particular recommendations were given.

تأثير الوسط المحيط بالمبني علي سلوك الإضاءة الطبيعية داخل فراغاته

"دراسة حاله: المباني التعليمية بجامعة أسيوط"

ملخص البحث:

تؤثر العديد من العوامل علي سلوك الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ، والتي يمكن حصرها داخل ثلاث مستويات رئيسية هي: المستوي التخطيطي، ومستوي تنسيق الموقع، ومستوي التصميم المعماري. يضم المستوي التخطيطي تأثير تغير كلاً من خط العرض، وطبوغرافيا الموقع، والطرق والمباني المحيطة، وتوجيه المبني. أما بالنسبة إلي مستوي تنسيق الموقع فيضم تأثير تغير عناصر تنسيق الموقع المطل عليها المبني. أما بالنسبة لمستوي التصميم المعماري فيضم تأثير تغير كلاً من عمق الفراغ، وعناصر الأثاث الداخلي، ولون الأسطح الداخلية. ولصعوبة دراسة تلك العوامل مجتمعة لذلك فإن البحث يركز علي دراسة مدي تأثير الوسط المحيط بالمبني علي سلوك الإضاءة الطبيعية داخل فراغاته. ويعتمد البحث علي المنهج الاستنتاجي Deductive Reasoning بالإضافة

إلي القياسات الفعلية للإضاءة الطبيعية داخل فراغات بعض المباني التعليمية بجامعة أسيوط. وتعتمد الدراسة علي وجود حالات متشابهة في السمات المعمارية الداخلية، واختلاف الوسط المحيط بالمبني. وبمقارنة تلك الحالات بعضها البعض من حيث متوسط شدة الإستضاءة داخل فراغات المباني، ومعدل الانتشار والاختراق للإضاءة الطبيعية خلال فترات العمل الرسمية للفراغات نصل إلي فهم مدي تأثير الوسط المحيط بالمبني علي مستوي شدة الإستضاءة ومعدل توزيعها داخل فراغاته. وتنتهي الدراسة بوضع مجموعة من النتائج والتوصيات، والتي يمكن من خلالها فهم وإدراك بعض المشاكل الضوئية داخل الفراغات وكيفية تجنبها.

تقديم:

تعتمد الكفاءة الوظيفية لفراغات المباني علي العديد من المقومات والتي تتصدرها جودة الإضاءة الطبيعية. وحيث يؤدي استخدام الإضاءة الطبيعية إلي تحقيق بعض المميزات كإضفاء المناخ المناسب لتأدية الوظائف داخل المبني، والتي تؤثر علي الراحة النفسية لمستخدمي الفراغ، والذي ينعكس بدوره علي القدرة الإنتاجية لمستخدم الفراغ، ويمثل ذلك الجانب النفسي والوظيفي لاستخدام الإضاءة الطبيعية. أما الجانب الإقتصادي فمع تنامي أزمة الطاقة وزيادة الوعي البيئي بعوامل الاستدامة، سعت الدول إلي محاولة تطويع مواردها وترشيد استهلاك الطاقة. حيث أثبتت الدراسات أن الدول المتقدمة تستهلك نحو 37% من الطاقة في الإضاءة. مما يضع الاستفادة من الإضاءة الطبيعية كأحد الاهتمامات علي الصعيدين المعماري والعمراني.

إشكالية الدراسة:

تعد الإضاءة الطبيعية إحدى المقومات المناخية التي تتميز بها مصر، والتي تعد الركيزة الأساسية لكثير من المباني سواء تعليمية أو صحية أو إدارية. الأمر الذي يضع تعظيم استثمار هذا المورد من أهم ركائز البعد البيئي. وقد تناولت العديد من الدراسات الإضاءة الطبيعية داخل المباني، ولكنها أغفلت تأثير الوسط البيئي المحيط بالمبني كعنصر فعال يمكن أن يؤثر بدرجة كبيرة علي تحقيق مستوي إضاءة مناسب ومتجانس داخل المبني. وعليه فان للبحث سؤالاً محورياً هو:

ما مدي تأثير الوسط المحيط بالمبني علي سلوك الإضاءة الطبيعية داخل فراغاته؟ وكيف يمكن الاستفادة من ذلك؟.

الهدف من الدراسة:

تهدف الدراسة إلي فهم مدي تأثير الوسط المحيط بالمبني علي مستوي شدة الإضاءة ومعدل توزيعها داخل فراغات المباني التعليمية. والتي تساهم بدورها كلاً من المصمم المعماري والعمراني لتجنب بعض المشاكل الضوئية في حالة تخطيط أو تصميم أو تعديل فراغات متشابهة مع الحالات محل الدراسة الميدانية.

منهجية البحث:

تشكل الأهداف السابقة العناصر الرئيسية للبحث ومن هذا المنطلق فإن الورقة البحثية تعتمد علي المنهج الاستنتاجي بالإضافة إلي القياسات الميدانية لبعض المباني المختارة من مباني جامعة أسيوط. وذلك من خلال دراسة النقاط التالية:

1- أهمية الإضاءة الطبيعية.
2- مركبات الإضاءة الطبيعية.
3- الخلفية النظرية لتأثير الوسط المحيط بالمبني علي سلوك الإضاءة الطبيعية.
4- منهجية الدراسة الميدانية.
5- تحليل القياسات الضوئية للمباني المختارة.

1- أهمية الإضاءة الطبيعية:

تساهم بعض العوامل في تميز الضوء الطبيعي عن الضوء الصناعي والتي يمكن حصرها في عاملين أساسيين: الاحتياجات النفسية والوظيفية لمستخدمي الفراغ والتي تمثل التأثير النفسي للضوء الطبيعي، والدواعي الاقتصادية وتنامي الدعوة إلي استخدام الموارد المتجددة للطاقة.

1-1 التأثير النفسي والوظيفي للإضاءة الطبيعية:

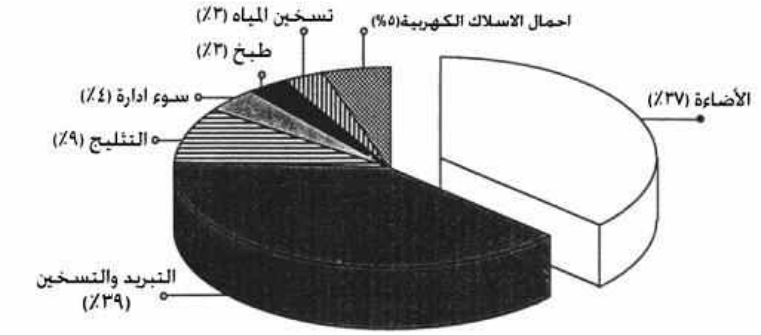
تمثل الإضاءة الطبيعية إحدى العوامل التي تؤدى إلي الراحة النفسية لمستخدمي الفراغ، كما تساهم في إضفاء مناخ مناسب لتأدية الوظائف بداخل الفراغ، مما ينعكس على القدرة الإنتاجية للمستخدم وذلك للأسباب التالية:

- تساهم الإضاءة الطبيعية في إدراك الوقت، كما تتيح اتصال الفراغ الداخلي بالبيئة الخارجية من خلال نوافذ الضوء[1].
- يعمل تغير الإضاءة الطبيعية على مدار اليوم بشكل تدريجي إلي تغير طبيعة الفراغ الداخلي بمعدل يسهل عمليه التكيف[2].
- تعتبر الإضاءة الطبيعية – خاصة عند تواجد النوافذ علي الواجهات الشمالية– وسط صحيح لمراجعة الألوان، في حين تتسبب الإضاءة الصناعية باختلاف أنواعها إلي تغير درجات الألوان بحيث يحتاج الإنسان إلي تعريض الأجسام للإضاءة الطبيعية لمعرفة ألوانها الحقيقية[3].
- تعمل الإضاءة الطبيعية علي تحسين البيئة المرئية من حيث القدرة على الرؤية وإدراك الأشياء بدقة[4].

1-2 دور الإضاءة الطبيعية في خفض معدلات استهلاك الطاقة:

ترجع جذور مشكلة تنامي معدلات استهلاك الطاقة إلي بداية الثورة الصناعية، حيث تعامل المستخدم مع التكنولوجيا من خلال مفاهيم الإنتاج بالكم والتنميط والتوحيد القياسي[5]. وفي غضون أزمة الطاقة في منتصف السبعينات اتجهت الدول إلي محاولة تطويع مواردها بما يؤدي إلي المحافظة عليها من خلال ترشيد الاستهلاك وتقليل معدلات الإنبعاثات الضارة من الحرارة والغازات، والتي تحتاج إلي إيجاد أساليب لتقليلها والتخلص منها، مما انعكس بدوره علي زيادة معدلات استهلاك الطاقة. حيث رصدت العديد من الدراسات تزايد معدلات استهلاك الطاقة الكهربية في الكثير من الدول المتقدمة، وأرجعت هذه الدرسات تزايد معدلات الاستهلاك إلي عاملين رئيسيين تتحدد ملامح العامل الأول في الاعتماد علي مصادر الطاقة غير المتجددة لتوليد الكهرباء (الإضاءة الصناعية)، حيث تستهلك الدول المتقدمة ما يقرب من 37% من الطاقة في الإضاءة[6]كما يظهر في شكل(1)، وعلي سبيل المثال وصل معدل استهلاك الولايات المتحدة إلي ما يقرب من 20% –25% من الطاقة المتوفرة في

الإضاءة وحوالى10% –20% من الطاقة لتبريد الأجهزة المولدة للإضاءة الصناعية. كما تستهلك دولة الأمارات حوالي 44% من الطاقة المتوفرة علي الإضاءة الصناعية وتسخين المياه[7].



شكل (1): تنامي حجم استهلاك الطاقة في القطاعات المختلفة بالدول المتقدمة[6]

ويشكل العامل الثاني لتنامي معدل استهلاك الطاقة استخدام الأجهزة المصاحبة لتبريد مصادر الإضاءة الصناعية. حيث تصاحب عملية إدخال الضوء كمية من الحرارة مما يساهم في زيادة درجة حرارة الفراغ. وعلي سبيل المثال يحول المصباح المتوهج حوالي 7% من الطاقة الكهربية إلي ضوء أما 93% من الطاقة الكهربية فتتبعث منه بصورة حرارة. وأما بالنسبة إلي اللمبات الفلوريسنت فينبعث منها 22% من الطاقة الكهربية علي هيئة ضوء و78% علي هيئة حرارة. وبالنسبة للإضاءة الطبيعية فيحتوي ضوء قبة السماء علي أقل نسبة من الحرارة وأعلي نسبة من الضوء، أما بالنسبة لضوء الشمس المباشر فيحتوي علي نسبة عالية من الحرارة وذلك لمصاحبة الطيف الضوئي للإشعاع الشمسي[2].

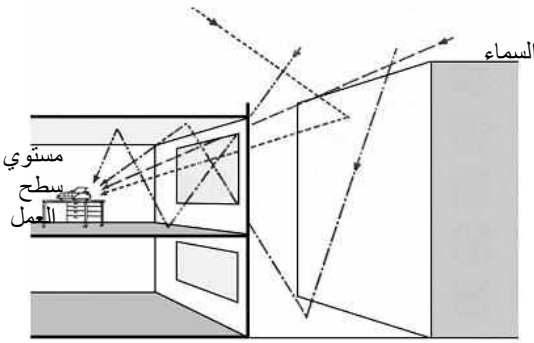
2- مركبات الإضاءة الطبيعية:

تعتمد الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ علي مستوي شدة الإستضاءة خارجة والتي تكون نسبه منه. وتتحدد قيمة مستوي شدة الإستضاءة داخل الفراغ من خلال مركبات الإضاءة الطبيعية[8]. والتي تتمثل في ثلاث مركبات كما يلي:

- مركبه السماء Sky Component
- مركبه الانعكاسات الداخلية Internal Reflected Component
- مركبه الانعكاسات الخارجية External Reflected Component

وتمثل مركبه السماء مستوي شدة الإستضاءة عند نقطة من خلال رؤية قبة السماء المباشرة، أما مركبه الانعكاسات الداخلية فتوضح مستوي شدة الإستضاءة عند نقطة من خلال انعكاس الضوء من الأسطح الداخلية للفراغ، وتنقسم تلك المركبة إلى جزئيين إحداهما محصلة إنعكاس ضوء مركبة السماء علي الأسطح الداخلية، والأخرى محصله إنعكاس إضاءة الأسطح الخارجية بعد انعكاسها على الأسطح الداخلية للفراغ وتمثل نسبه ضعيفة من مستوى شدة الإستضاءة، وبالنسبة لمركبه الانعكاسات الخارجية فتمثل كمية الإضاءة المنعكسة من خلال الأسطح الخارجية كما في شكل (2) [9].

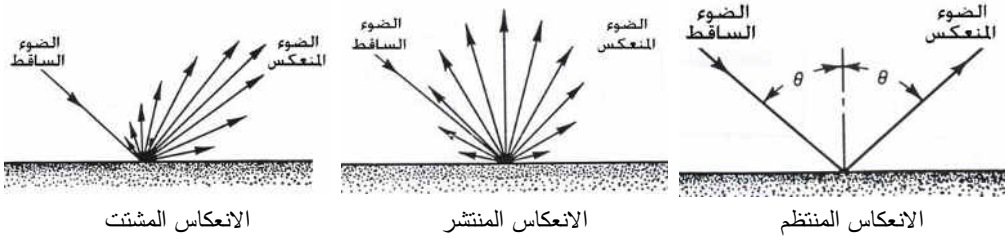
مركبة الانعكاسات الداخلية مركبة الانعكاسات الخارجية



شكل (2): مركبات الإضاءة الطبيعية[9]

3- الخلفية النظرية لتأثير الوسط المحيط بالمبني علي سلوك الإضاءة الطبيعية:

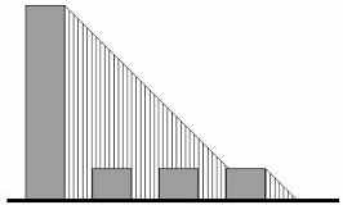
تؤثر البيئة الخارجية علي سلوك الإضاءة الطبيعية داخل فراغات المبني، حيث تعمل الأسطح الخارجية علي انعكاس الضوء الطبيعي، والذي يعتمد علي طبيعية السطح كما في شكل (3). ولذلك فإنه يتم دراسة تأثير كلاً من المباني والطرق المحيطة، وأيضا عناصر تنسيق الموقع علي سلوك الإضاءة الطبيعية داخل فراغات المبني وذلك بشكل نظري لاستعراض ما جاء في الأدبيات والأبحاث العلمية للتحقق منه في الجزء الميداني بالبحث.



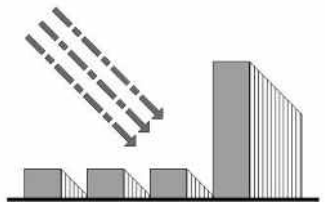
شكل (3): أنواع الانعكاس والتي تتوقف علي نوع السطح العاكس[10]

3-1 تأثير الطرق والمباني المحيطة علي سلوك الإضاءة الطبيعية:

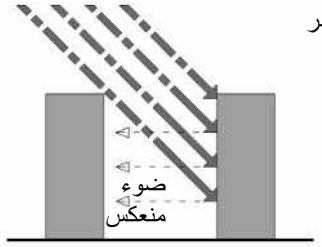
تعمل شبكة الطرق على التحكم في كمية الإضاءة التي تصل إلي النسيج العمراني. فعلي سبيل المثال يؤدي اتساع شبكة الطرق إلي زيادة مسطح الأسطح المعرضة لأشعة الشمس، وينعكس ذلك علي شدة الإستضاءة داخل الفراغ. كما تشكل المباني المحيطة بالمبني إحدي العوامل المؤثرة على توزيع الإضاءة داخل فراغاته، حيث تساهم في إعادة توزيع الإضاءة بشكل غير مباشر من خلال عكس الإضاءة إلي داخل الفراغ، وتتوقف كمية الإضاءة المنعكسة على معامل انعكاس أسطح تلك المباني، وكذا مدى ارتفاع هذه المباني. ويتحكم ارتفاع المباني في مساحة الإظلال الناشئة، والتي تؤدي إلي تقليل معدل انعكاس أرضية البيئة الخارجية، ولذلك يتطلب زيادة ارتفاع المباني إلى وجود مساحات متسعة بينهم[8] كما يتضح في الشكل(4).



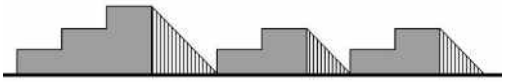
تعمل المباني العالية بحجب لضوء الشمس المباشر من اختراق المباني الواقعة خلفه.



تعمل المباني المنخفضة بالسماح لضوء الشمس المباشر من اختراق المباني الواقعة خلفه.



تعمل أسطح المباني المجاورة كعاكسات للضوء

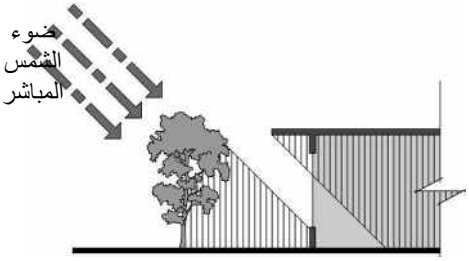


كلما زاد ارتفاع المباني كلما تطلب اتساع المسافة بينها

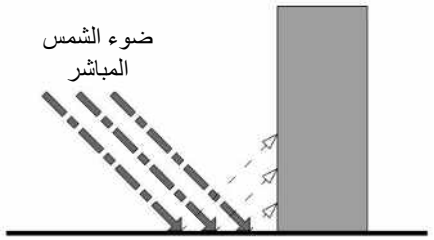
شكل (4): تأثير وجود المباني علي سلوك الإضاءة الطبيعية[3]

3-2 تأثير عناصر تنسيق الموقع علي سلوك الإضاءة الطبيعية:

تشكل عناصر تنسيق الموقع وسطاً يعمل على تجانس الإضاءة الطبيعية بالمحيط الخارجي للمبنى بما يؤثر بالإيجاب على معدل انتشار الضوء داخل الفراغات، وينعكس ذلك على الراحة البصرية لمستخدمي الفراغات. ويتحكم في ذلك معامل الانعكاس لعناصر تنسيق الموقع. فإحاطة المبنى بمجموعة من الأشجار والشجيرات يؤدي إلى اعتراض أشعة الشمس ومنع اختراقها إلى داخل الفراغات بشكل مباشر. أما إحاطة المبنى بالرمال أو بمسطحات ذات معاملات انعكاس عالية كأرضيات ذات اللون الفاتح فيؤدي إلى انعكاس أشعة الشمس المباشرة إلى داخل الفراغات مسببة المشكلات البصرية. ويؤدي إحاطة المبنى بالمسطحات الخضراء(النجيل) إلى انتشار الضوء بشكل متجانس وتقليل كثافته مما يحد من ظاهرة الإبهار والتباين كما يتضح في شكل(5) [3]، [8].



زراعة مساحات النجيل والأشجار تؤدي إلي عدم انعكاس ضوء الشمس المباشر والحد من ظاهرة الإبهار المباشر.



إحاطة المبني بأرضيات ذات معاملات انعكاس عالية يؤدي إلي انعكاس ضوء الشمس المباشر إلي داخل فراغاته.

شكل (5): تأثير عناصر تنسيق الموقع علي معدل انعكاس الإضاءة الطبيعية [3]

4- منهجية الدراسة الميدانية:

تعتمد الدراسة الميدانية علي العديد من المقومات، والتي تشكل في مجملها منهجية الدراسة الميدانية. حيث يتم التعرف علي أسباب اختيار مباني جامعة أسيوط لإجراء القياسات، كما يتم إلقاء الضوء علي توقيت القياس، وكيفية تحليل القياسات والأجهزة المستخدمة. كما يتم استعراض الحد الأدني لمستوي شدة الإستضاءة في الفراغات التعليمية الجامعية. وذلك بهدف وضع الأسس والقواعد لتحليل نتائج القياسات الميدانية.

4-1 أسباب اختيار مباني جامعة أسيوط للدراسة الميدانية:

تشارك العديد من العوامل في دعم إختيار مباني جامعة أسيوط للدراسة الميدانية والتي يمكن تمثيلها في الآتي:

- تعد مباني جامعة أسيوط ذات نمط متشابه في العديد من الخصائص المعمارية، التي تتمثل في ثبات ارتفاع المباني، واستخدام مديول شبه ثابت، وكذلك توحيد مواد التشطيبات الخارجية والتي تعتمد علي استخدام الطوب الوردي والحجر الصناعي الأبيض. كما تتشابه العديد من المباني في لون وتوزيع الفرش الداخلي وخاصه في الكليات المتناظرة. ويكفل هذا التشابه في البيئات المعمارية الداخلية والخارجية لمباني الجامعة وجود فراغات عديدة متشابه يمكن المقارنة بينها.
- تواجد الباحث بالقرب من محل الدراسة مما يؤدي إلي سهوله الحصول علي المعلومات، وأيضا يسهل عملية القياس.

وقد تم اختيار فراغات تعليمية تتوافق وأهداف البحث في ثلاث كليات هي كلية الطب البشري، وكلية الطب البيطري، وكلية الزراعة.

4-2 محددات الدراسة الميدانية:

تعتمد الدراسة الميدانية على العديد من المحددات. والتي تتمثل في إختيار نقاط القياس، وتوقيت القياس، وكذلك أجهزه القياس. فأما بالنسبة لنقاط القياس فتتحدد من خلال شبكة ميديولية مقترحة من الباحث والتي تبلغ 2.00م × 2.00م، ويكون القياس علي ارتفاع 1.10م والذي يمثل مستوى سطح العمل. وأما بالنسبة لتوقيت القياس فقد تم إجراء أربعه قياسات على مدار عام كامل، وتم أخذ القياسات من بداية شهر أغسطس عام 2006م حتى شهر أغسطس 2007م ويبين جدول (1) توقيتات القياسات بالكليات محل الدراسة الميدانية. وتم أخذ قراءات اليوم الواحد في خمس توقيتات بداية من الساعة الثامنة صباحاً وحتى الرابعة مساءاً حيث يمثل ذلك فترة العمل الرسمية داخل الفراغات التعليمية. وتم أخذ قراءات اليوم بمعدل مرة واحدة كل ساعتين. وبذلك أصبح محصلة قراءات الفراغ الواحد عشرون قراءة، وتم أخذ متوسط هذه القياسات لتحليل نتائجها.

جدول (1) تاريخ القياسات الحقلية للقراءة الأولي والثانية والثالثة والرابعة.

المبني	تاريخ قياس القراءة الأولي	تاريخ قياس القراءة الثانية	تاريخ قياس القراءة الثالثة	تاريخ قياس القراءة الرابعة
كلية الطب البشري	2006/8/28	2006/11/19	2007/2/4	2007/7/26
كلية الطب البيطري	2006/9/3	2006/12/7	2007/2/27	2007/8/1
كلية الزراعة	2006/9/18	2006/12/24	2007/2/19	2007/6/12

أما بالنسبة للأجهزة المستخدمة للدارسة الميدانية فقد تم استخدام جهاز قياس شده الإستضاءة Digital Light Meter. والجهاز عبارة عن خلية ضوئية من السلينيوم. تتألف هذه الخلية من سطح معالج عند تعرضه للضوء يتولد عنه تيار كهرومغناطيسي يتم ترجمتها إلي وحدات قياس ضوئية اللوكس أو شمعة / قدم مربع. وتم توحيد وحده القياس وهي اللوكس Lux. ويوضح الجدول (2) نوعية ودقة الجهاز المستخدم.

جدول (2) يبين نوعية ومدي دقة الجهاز المستخدم.

نوعية الجهاز		دقة الجهاز
	جهـاز شـدة الإستضـاءة Digital Light Meter	± (4% من القياس+2)

3-4 كيفية تحليل نتائج القياسات الميدانية:

تعتمد الدراسة الميدانية علي المقارنة بين الفراغات ذات التشابه في الخصائص المعمارية الخارجية والداخلية وذات اختلاف في عامل واحد، وبذلك يتم فهم مدي تأثير ذلك العامل علي سلوك الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ. وتم إجراء عشرون قراءة في كل فراغ من فراغات المباني محل الدراسة الميدانية، ولتحليل نتائج القياسات تم أخذ متوسط قيم هذه القياسات. حيث يتم إجراء ثلاث تحليلات في كل فراغ كالآتي:

- تحليل متوسط قيم شدة الإستضاءة علي مدار اليوم.
- تحليل معدل الانتشار للضوء الطبيعي داخل الفراغ.
- تحليل معدل الاختراق للضوء الطبيعي داخل الفراغ.

فأما بالنسبة لمتوسط قيم شدة الإستضاءة داخل الفراغ فيتم ذلك من خلال أخذ متوسطات قيم شدة الإستضاءة من الساعة الثامنة صباحاً حتى الساعة الرابعة مساءاً عند النقطة P – والتي تمثل نقطة في منتصف الفراغ –. ويتم التعبير عن ذلك من خلال منحني يمثل محور X التوقيت (بالساعة)، ويمثل محور Y مستوي شدة الإستضاءة مقاسه باللوكس Lux.

أما بالنسبة لمعدل الانتشار للضوء الطبيعي والذي يعرف بمعدل توزيع الإضاءة الطبيعية في المسقط الأفقي (كنتور الإضاءة الطبيعية). فيتم ذلك من خلال أخذ متوسطات قيم شدة الإستضاءة الطبيعية عند نقاط القياس، ويتم رسم كنتور الإضاءة بالإستعانة ببرنامج Surfer 7[*]. ويلي رسم كنتور الإضاءة الطبيعية حساب مساحة المناطق ذات المستوي المناسب لتأدية النشاط داخل الفراغ، كما يتم حساب مساحة المناطق التي تتسم بإنخفاض مستوي شدة الإستضاءة.

[*]- برنامج surfer7 من إنتاج Golden software, Inc عام 1999، وهو عبارة عن برنامج مساحي لرسم الكنتور، ويعتمد علي وجود ثلاث قيم القيمة الأولي والثانية تمثل الإحداثي X و Y للنقطة في الفراغ، والقيمة الثالثة تمثل مستوي شدة الإستضاءة عند تلك النقطة.

أما بالنسبة إلي معدل اختراق الإضاءة الطبيعية والذي يعرف بمعدل توزيع الإضاءة الطبيعية في القطاع الراسي. فيتم أخذ قطاع عمودي علي النافذة وأخذ متوسطات شدة الإستضاءة علي هذا القطاع، وتمثيلها في صوره منحني يمثل محور X عمق الفراغ مقاسه بالمتر، ويمثل محور Y مستوي شدة الإضاءة الطبيعية مقاسه باللوكس Lux. ولتحليل القياسات كان ينبغي معرفة الحد الادني لإضاءة الفراغات التعليمية الجامعية والتي سوف يتم مقارنة النتائج بها. والتي يمكن توضيحها في الجدول (3). والذي يظهر الحد الأدني لمستوي شدة الإستضاءة الملائم لوظيفة كل فراغ.

جدول (3) الحد الأدني لمستوي شدة الإستضاءة المسموح به داخل الفراغات التعليمية:

الفراغ	الحد الادني لمستوي شدة الإستضاءة مقاسه باللوكس [4]،[6]،[12]	ملاحظات
قاعة رسم حر	1000	تحدث ظاهرة الإبهار في حالة زيادة شدة الإضاءة عن 25000 لوكس، وزيادة التباين بين العنصر المضاء والخلفية عن النسبة (1:10).[8]
قاعات استذكار	1000	
قاعة محاضرات للشرح	1000	
فصل دراسي	500	
مختبر علمي	500	
قاعة محاضرات للاستماع	500	
معارض	100	

5- تحليل القياسات الضوئية للمباني المختارة:

تتأثر الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ بالمحيط البيئي الخارجي، والذي يتحكم في مركبة الانعكاسات الخارجية وهي إحدى مركبات الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ. وقد تمكن البحث من إيجاد العديد من الفراغات تتسم بتنوع البيئات الخارجية التي تطل عليها تلك الفراغات. والتي يمكن استعراضها في ثلاثة حالات رئيسية هي:

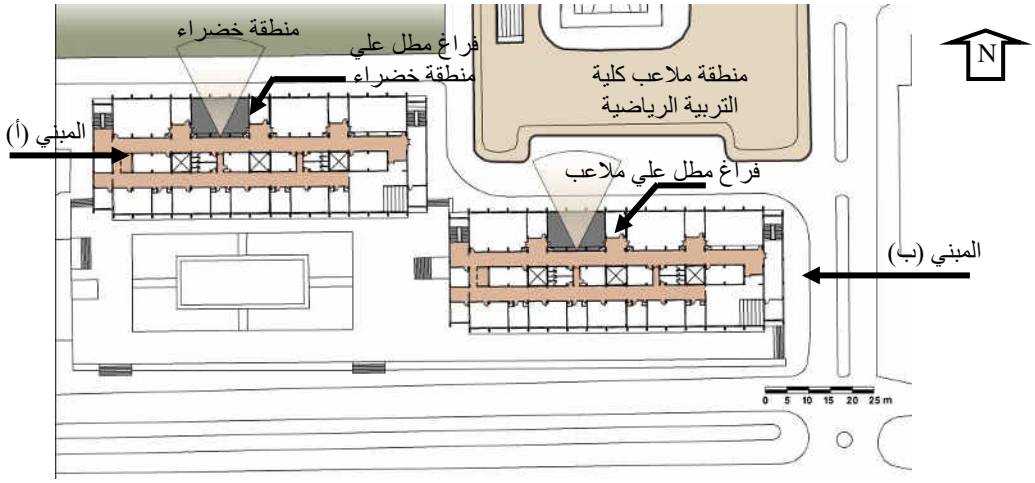
- فراغ يطل علي منطقة ملاعب وآخر يطل علي منطقة خضراء.
- فراغ يطل علي فناء داخلي وآخر يطل علي طريق.
- فراغ مجاور لسطح أفقي خارجي وآخر مجاور لسطح راسي خارجي.

ويؤدي تحليل واستعراض تلك النماذج إلي فهم مدى تأثير البيئة الخارجية على مستوى شدة الإستضاءة وأيضا علي معدل الإضاءة الطبيعية داخل الفراغات المعمارية.

5-1 فراغ يطل على منطقة ملاعب وآخر يطل على منطقة خضراء:

تظهر الدراسة التالية مدى تأثير تغير المحيط الخارجي علي مستوى شدة الإستضاءة داخل الفراغ . حيث تم إختيار فراغين بكلية الطب البيطري يقع إحداهما في المبني (أ) بالطابق الثالث ، والفراغ الآخر يقع في المبني (ب) بالطابق الثالث أيضا كما في الشكل (6). ويتشابه كلا الفراغين في العديد من السمات كالتوجيه حيث يأخذ كلا الفراغين إتجاه الشمال، كما يتشابه كلا الفراغين من ناحية الخصائص المعمارية الداخلية، والتي تتمثل في

الأبعاد الهندسية للفراغ، وكذا لون الأسطح الداخلية للفراغ، حيث يطلي النصف العلوي لحوائط كلا الفراغين باللون الأبيض، أما النصف السفلى فيطلى باللون البيج. كما يتشابه توزيع عناصر الفرش الداخلي والذي يظهر باللون الأبيض، ويكمن الاختلاف في المحيط الخارجي الذي يطل عليها كلا الفراغين. حيث يطل الفراغ الواقع في المبنى (أ) على طريق يليه منطقة خضراء (نجيله)، وأما الفراغ الواقع في المبنى (ب) فيطل على طريق يليه منطقة ملاعب ذات لون ابيض. وتهدف هذه الدراسة إلي بحث سلوك الإضاءة الطبيعية داخل الفراغات مع تغير الوسط الخارجي المطل عليه المبنى.



المسقط الأفقي للدور الثالث بكلية الطب البيطري موضح عليه الفراغين محل الدراسة الميدانية

لقطة فوتوغرافية للفراغ المطل علي منطقة خضراء

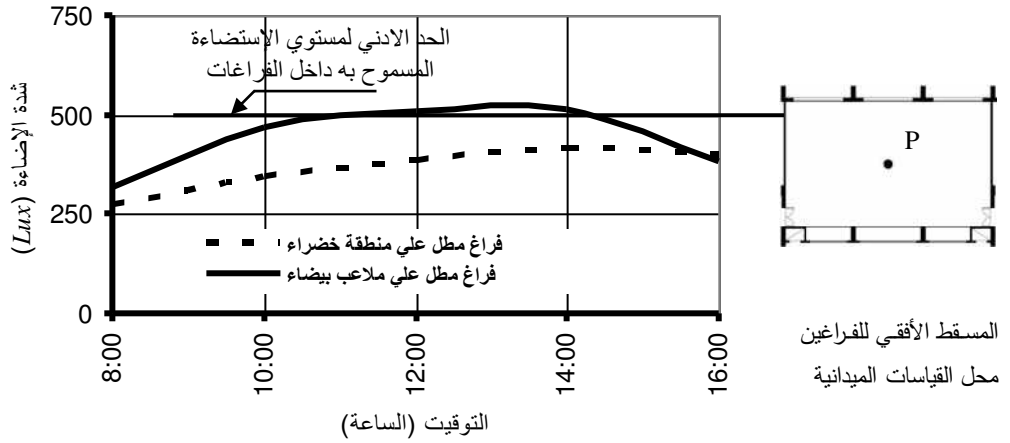
لقطة فوتوغرافية للفراغ المطل علي منطقة الملاعب

شكل (6): المسقط الأفقي ولقطات فوتوغرافية للفراغين محل الدراسة الميدانية

5-1-1 تحليل نتائج القياسات:

يوضح الشكل (7) متوسط شدة الإستضاءة على مدار اليوم الواحد مقاسه عند النقطة P. حيث يتضح أن متوسط شدة الإستضاءة في حالة الفراغ المطل على منطقة خضراء يبلغ 271 لوكس وذلك عند الساعة الثامنة صباحاً، ثم يزداد مستوي شدة الإستضاءة ليصل إلى 411 لوكس وذلك عند الساعة الثانية مساءاً، ثم تنخفض تلك القيمة لتصل إلى 395 لوكس عند الساعة الرابعة مساءاً، وبذلك يبلغ الفرق بين أقصي قيمة لشدة الإستضاءة

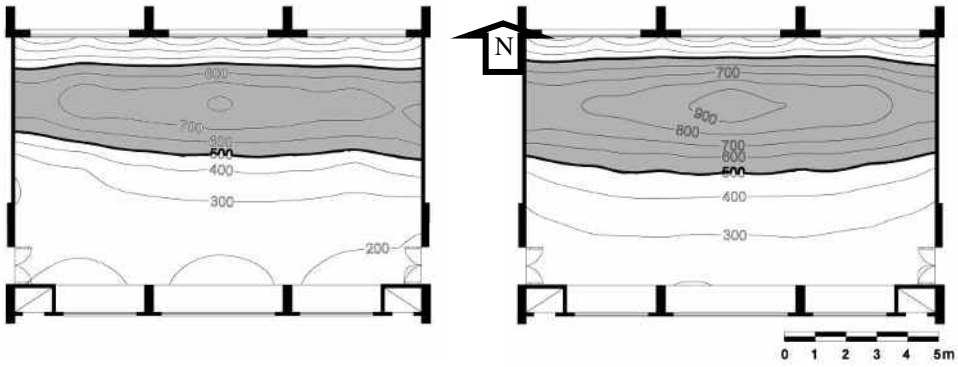
وأدني قيمة 124 لوكس. ويرجع ذلك التغير الطفيف لتوجيه الفراغ بإتجاه الشمال. كما تعمل المنطقة الخضراء المطل عليها الفراغ على عدم انعكاس ضوء الشمس بشكل مباشر داخل الفراغ خلال فترات اليوم المختلفة. أما بالنسبة للفراغ المطل على طريق يليه منطقة ملاعب بيضاء اللون فيبلغ مستوى شدة الإستضاءة 319 لوكس وذلك عند الساعة الثامنة صباحاً، ثم يزداد ليصل إلى 511 لوكس عند الساعة الثانية مساءاً وتمثل تلك القيمة الحد الأقصى لمستوي شدة الإستضاءة، ثم ينخفض متوسط شدة الإستضاءة ليصل إلى 381 لوكس عند الساعة الرابعة مساءاً. وبذلك نجد أن الفرق بين أقصي قيمة وأدني قيمة لشدة الإستضاءة 182 لوكس. ويرجع ذلك التغير في مستوى شدة الإستضاءة خلال اليوم الواحد إلى وجود مسطح أبيض يطل عليه الفراغ. يؤدى إلى زيادة مستوى شدة الإستضاءة في الفترات التي يتعرض إليها ذلك المسطح لضوء الشمس المباشر، وبالتالي تزداد مركبة الانعكاسات الخارجية. وبحجب ضوء الشمس المباشر عن ذلك المستوى تقل مركبة الانعكاسات الخارجية مما يؤثر على مستوي شدة الإستضاءة الطبيعية داخل الفراغ. كما يلاحظ من الشكل أنه في حالة الفراغ المطل علي منطقة ملاعب يصل متوسط مستوي شدة الإستضاءة داخل الفراغ إلي الحد الادني المطلوب خلال الفترة ما بين الساعة الحادية عشر صباحاً حتى الساعة الثانية مساءاً. أما في حالة الفراغ المطل علي منطقة خضراء فلا يصل متوسط مستوي شدة الإستضاءة إلي الحد الادني المطلوب داخل الفراغ وذلك خلال اليوم.



شكل (7): متوسط شدة الإستضاءة عند النقطة P

كما يوضح الشكل (8) معدل انتشار الإضاءة الطبيعية داخل الفراغات محل الدراسة الميدانية. حيث يتضح بمقارنة مستويات شدة الإستضاءة داخل الفراغ مع المعدلات العالمية القياسية، والتي تنص علي أن الحد الادني لمستوي شدة الإستضاءة داخل الفراغات التعليمية 500 لوكس. نجد أنه في حالة الفراغ المطل علي منطقة خضراء تبلغ مساحة المنطقة التي تسمح بتأدية النشاط 33.10% من المساحة الكلية للفراغ، أما المنطقة ذات مستوي الادني من الحد المسموح به فتبلغ 66.90%. أما في حالة الفراغ المطل علي منطقة ملاعب بيضاء فتبلغ مساحة المنطقة الصالحة للاستخدام داخل الفراغ 43.30%، أما المنطقة ذات المستوي المنخفض فتبلغ 56.70% من مساحة الفراغ الكلي. كما يلاحظ من الشكل وجود منطقة ذات مستوي إستضاءة عالي محاطة بمنطقتين ذات

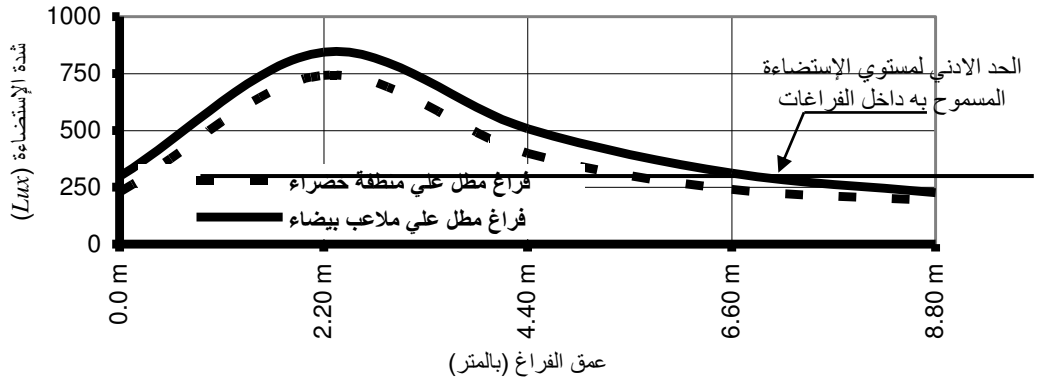
مستوي إستضاءة منخفض وذلك لارتفاع مستوي جلسة النافذة عن مستوي سطح العمل وذلك في كلا الفراغين. وبالمقارنة بين الحالات محل الدراسة الميدانية نجد أن المنطقة التي تسمح بتأدية النشاط في حالة الفراغ المطل علي منطقة ملاعب أكبر من نظيرها في حالة الفراغ المطل علي منطقة خضراء، وذلك لوجود منطقة ذات معدل انعكاس عالي تعمل علي زيادة مركبة الانعكاسات الخارجية وبالتالي زيادة مستوي شدة الإستضاءة داخل الفراغ.



في حالة الفراغ المطل علي منطقة ملاعب في حالة الفراغ المطل علي منطقة خضراء

شكل (8): معدل انتشار الإضاءة الطبيعية داخل الفراغين محل الدراسة الميدانية

أما بالنسبة لمعدل الاختراق فيأخذ المنحنى في كلا الفراغين نفس الشكل كما في الشكل (9). إلا أنه يزداد مستوى شدة الإستضاءة في حالة الفراغ المطل على منطقة الملاعب البيضاء اللون عن الفراغ المطل على منطقة خضراء بمقدار 70 لوكس وذلك عند بداية المنحنى، ويزداد ذلك الفارق عند قمة المنحنى فتبلغ الزيادة 103 لوكس، ثم يقل هذا الفارق ليصل إلى 34 لوكس عند نهاية الفراغ.

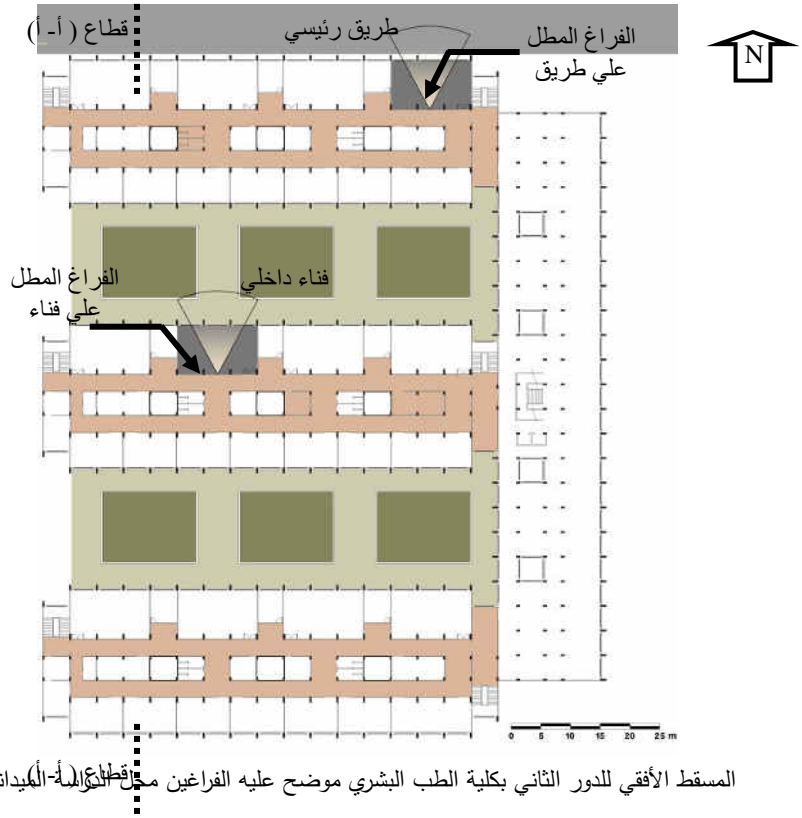


شكل (9): معدل اختراق الإضاءة الطبيعية في الفراغين محل الدراسة الميدانية

ويستخلص [illegible] لطبيعية داخل الفراغ. حيث تعمل علي وصول متوسط مستوي شدة الإستضاءة داخل الفراغ إلي الحد الادني المطلوب داخل الفراغ، أما المساحة الخضراء فتعمل علي تقليل شدة الإستضاءة المنعكسة مما يؤدي إلي تقليل مركبة الانعكاسات الخارجية، وبالتالي يقل مستوي شدة الإستضاءة داخل الفراغ.

2-5 فراغ يطل علي فناء داخلي وآخر يطل علي طريق:

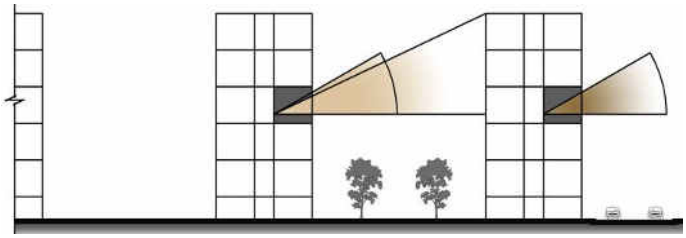
تستعرض الدراسة التالية سلوك الإضاءة الطبيعية في فراغين إحداهما ذو إطلال على فناء داخلي، والآخر يطل على طريق، وذلك بهدف دراسة تأثير كلاً من الفناء والطريق على مستوى ومعدل توزيع شدة الإستضاءة. ولتحقيق ذلك تم إختيار فراغين بكلية الطب البشرى يقع كلاً منهما في الطابق الثاني من المبني، ويتشابه كلا الفراغين في الخصائص المعمارية الداخلية والتي تتمثل في الأبعاد الهندسية للفراغ، ولون الأسطح الداخلية للفراغ، حيث يطلي النصف العلوي لحوائط كلا الفراغين باللون الأبيض، أما النصف السفلى فيطلى باللون البيج، أما بالنسبة إلي لون وتوزيع عناصر الفرش الداخلي فهي متشابهة حيث تظهر باللون الأحمر، كما يطلي سقف كلا الفراغين باللون الأبيض. كما يتشابه الفراغين من حيث التوجيه حيث يطل كلا الفراغين علي التوجيه الشمالي كما في الشكل (10). أما بالنسبة للمحيط الخارجي فيطل إحدى الفراغين على الفناء الداخلي الخاص بالكلية، ويطل الفراغ الآخر على الطريق الرئيسي الذي يفصل بين كلية الطب البشرى ومبنى المدرجات الخاص بالكلية.



المسقط الأفقي للدور الثاني بكلية الطب البشري موضح عليه الفراغين محل الدراسة الميدانية

لقطة فوتوغرافية للفراغ المطل علي طريق

لقطة فوتوغرافية للفراغ المطل علي فناء

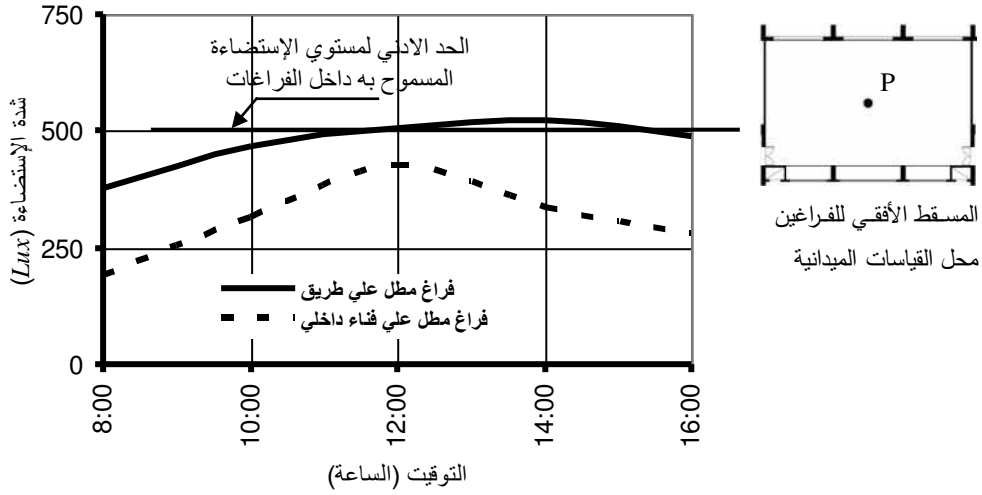


قطاع (أ– أ)

شكل (10): المسقط الأفقي ولقطات فوتوغرافية وقطاع راسي بالفراغين محل الدراسة الميدانية

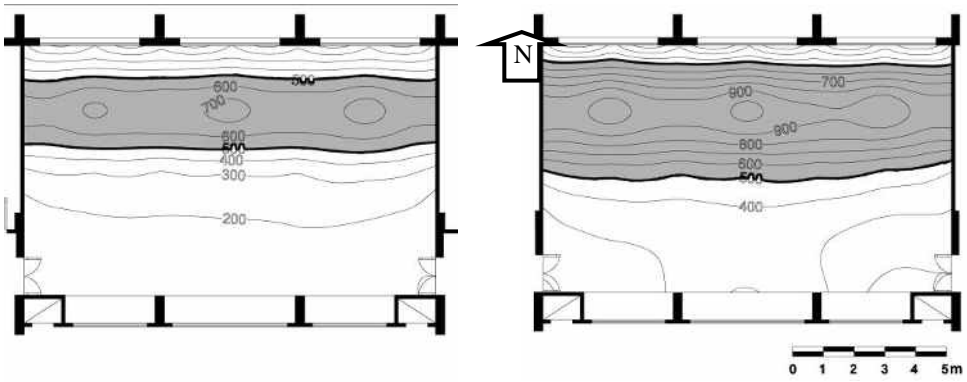
5-2-1 تحليل نتائج القياسات:

يوضح الشكل (11) متوسط شدة الإستضاءة على مدار اليوم حيث يتضح أن متوسط شدة الإستضاءة في حالة الفراغ المطل على الطريق يبلغ 375 لوكس عند الساعة الثامنة صباحاً، ثم يزداد متوسط شدة الإستضاءة ليصل إلى 521 لوكس عند الساعة الثانية مساءاً، وبعدها ينخفض ذلك المستوي ليصل إلى 486 لوكس عند الساعة الرابعة مساءاً. وبذلك يصبح الفارق بين أعلي قيمة لمستوي شدة الإستضاءة وأقل قيمة 136 لوكس. ويعتبر ذلك التغير طفيف في مستوى شدة الإستضاءة، ويرجع ذلك إلي توجيه الفراغ في إتجاه الشمال. أما بالنسبة للفراغ المطل على الفناء الداخلي فيبلغ مستوى شدة الإستضاءة 190 لوكس عند الساعة الثامنة صباحاً، ثم يزداد ليصل إلى 423 لوكس وذلك عند الساعة الثانية عشر ظهراً، ثم ينخفض متوسط شدة الإستضاءة تدريجياً ليصل إلى 277 لوكس عند الساعة الرابعة مساءاً. وبذلك يصبح الفارق بين أعلي قيمة لمستوي شدة الإستضاءة وأدني قيمة 233 لوكس. ويرجع ذلك التغير المطرد إلى وجود مبنى مقابل للفراغ يتعرض إلي أشعة الشمس المباشرة مما يؤدى إلى زيادة مركبة الانعكاسات الخارجية ما بين الساعة العاشرة صباحاً وحتى الساعة الثانية عشر ظهراً، أما في فترة ما بعد الساعة الثانية عشر ظهراً فتحجب أشعة الشمس عن المبنى المقابل للفراغ فيؤدى ذلك إلى تقليل مركبة الانعكاسات الخارجية، مما يؤدي ذلك إلي حدوث تغير مستمر في مستوي شدة الإستضاءة داخل الفراغ مما يؤثر علي الكفاءة الوظيفية للفراغ علي مدار اليوم. كما يلاحظ من المنحني أنه في حالة الفراغ المطل علي طريق يصل متوسط مستوي شدة الإستضاءة إلي الحد المطلوب داخل الفراغ بعد الساعة الحادية عشر صباحاً، ويظل هذا المستوي حتى الساعة الرابعة مساءاً. أما في حالة الفراغ المطل علي فناء فلا يصل متوسط شدة الإستضاءة داخل الفراغ إلي الحد المطلوب.



شكل(11): متوسط شدة الإستضاءة عند النقطة P

كما يظهر شكل(12) معدل الانتشار للإضاءة الطبيعية داخل الفراغين محل الدراسة الميدانية. حيث يتضح من خلال تحليل معدل الانتشار في حالة الفراغ المطل علي طريق أن مساحة المنطقة الصالحة للاستخدام داخل الفراغ تبلغ 44.75% من المساحة الكلية للفراغ، أما المنطقة ذات مستوي إستضاءة أدني من الحد المطلوب فتبلغ 55.25%. أما بالنسبة للفراغ المطل علي فناء داخلي فتبلغ مساحة المنطقة التي تسمح بتأدية النشاط داخل الفراغ 27.35%، كما تبلغ مساحة المنطقة ذات مستوي إستضاءة أدني من الحد المسموح 72.65% من مساحة الفراغ الكلي. وبالمقارنة بين الفراغين محل الدراسة نجد أن الفراغ المطل علي طريق يحظى بمنطقة تسمح بتأدية النشاط أكبر من نظيرها في حالة الفراغ المطل علي الفناء الداخلي بما يعادل الضعف تقريباً.

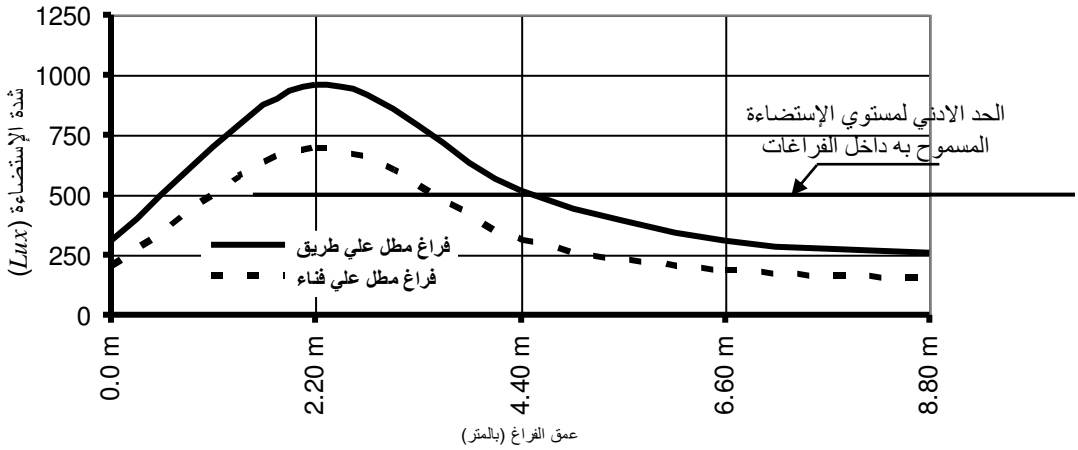


في حالة الفراغ المطل علي طريق في حالة الفراغ المطل علي فناء

شكل(12): معدل انتشار الإضاءة الطبيعية داخل الفراغين

وأما بالنسبة لمعدل الاختراق يأخذ نفس الشكل في كلا الفراغين. حيث يتسم بقلة مستوي شدة الإستضاءة عند النافذة، ثم يزداد قيمة شدة الإستضاءة لتصل إلي قمة المنحني والتي تبعد 2.20م عن النافذة، ثم يأخذ مستوي

شدة الإستضاءة في الإنخفاض كلما إتجهنا إلي عمق الفراغ كما في شكل (13). وبالمقارنة بين المنحنيين نجد انه يزداد مستوى شدة الإستضاءة في حالة الفراغ المطل على الطريق عن مستوي شدة الإستضاءة بالفراغ المطل على الفناء بمقدار 102 لوكس وذلك عند بداية المنحنى، وتزداد هذه القيمة عند قمة المنحنى حتى تصل إلي 267 لوكس، ثم يقل الفارق ليصل إلى 108 لوكس عند نهاية الفراغ.



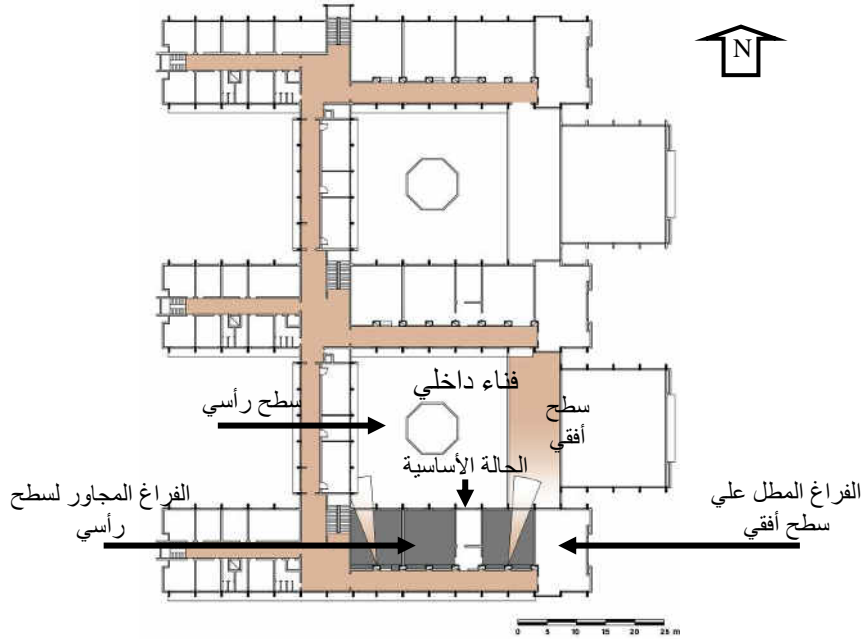
شكل(13): معدل اختراق الإضاءة الطبيعية في الفراغين محل الدراسة الميدانية

ويستخلص من ذلك أنه في حالة الفراغ المطل علي طريق يزداد متوسط شدة الإستضاءة داخل الفراغ وذلك لزيادة قدرة الفراغ علي رؤية قبة السماء مما يعمل علي زيادة مستوي شدة الإستضاءة داخل الفراغ، أما في حالة الفراغ المطل علي فناء فيعمل المبنى المقابل للفراغ علي حجب جزء من قبة السماء، كما يعمل علي تغير قيمة مركبة الانعكاسات الخارجية حسب تغير موضع الشمس بقبة السماء، مما ينعكس علي سلوك الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ.

3-5 فراغ مجاور لسطح أفقي خارجي وآخر مجاور لسطح رأسي خارجي:

يتم في تلك الحالة دراسة سلوك الإضاءة الطبيعية في فراغين إحداهما مجاور لسطح أفقي خارجي والآخر مجاور لسطح رأسي خارجي، وذلك بمقارنه كلتا الحالتين بالحالة الأساسية والتي تتمثل في فراغ له نفس الخصائص المعمارية ولكنه غير مجاور لسطح أفقي أو رأسي. وذلك لبحث سلوك الإضاءة الطبيعية في الفراغات الواقعة على أطراف المبنى. ولدراسة تلك الحالة تم إختيار ثلاث فراغات بكلية الزراعة يقع كلا منها في الطابق الرابع كما في الشكل (14). حيث تأخذ الفراغات محل الدراسة الميدانية التوجيه الشمالي. كما تتشابه السمات المعمارية الداخلية للفراغات، والتي تتمثل في الأبعاد الهندسية للفراغ، ولون الأسطح الداخلية، كما تتشابه مسطح ونسق النوافذ في الفراغات محل الدراسة الميدانية. أما بالنسبة لوسط الخارجي فيطل إحدى الفراغات محل الدراسة علي سطح أفقي تتألف أرضية من بلاط موزايكو أبيض اللون، أما بالنسبة للفراغ الثاني فيجاوره مبنى يرتفع خمسه طوابق فوق سطح الأرض، حيث يتشابه سماته مع سمات باقي مباني الجامعة والتي تتمتع باستخدام الطوب الوردي والحجر

الصناعي الأبيض كمواد تشطيب خارجية. أما بالنسبة للفراغ الثالث فيعتبر الحالة الأساسية وهو فراغ يتشابه مع كلتا الفراغين في السمات الداخلية ولكن يختلف من حيث إطلاله على فناء داخلي.



المسقط الأفقي للدور الرابع بكلية الزراعة موضح عليه الفراغات محل الدراسة الميدانية

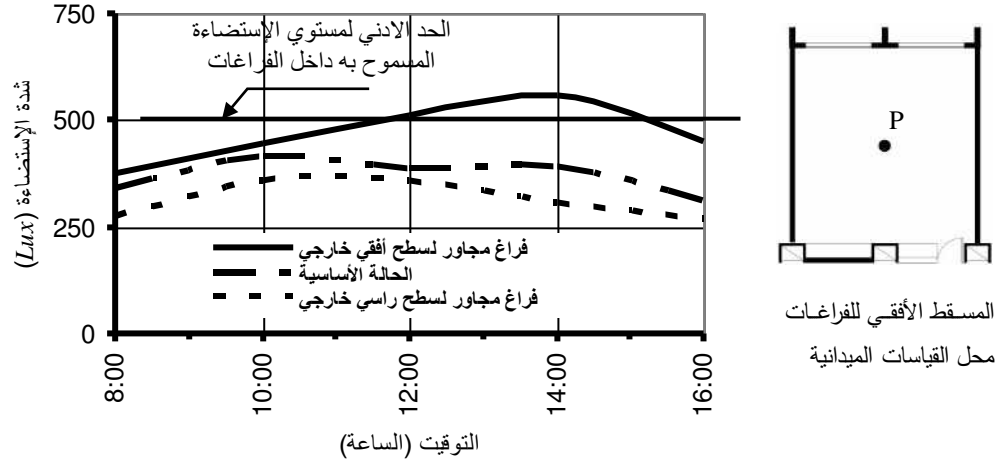
الفراغ المطل علي سطح أفقي خارجي | الحالة الأساسية | الفراغ المجاور لسطح رأسي خارجي

شكل (14): المسقط الأفقي ولقطات فوتوغرافية للفراغات محل الدراسة الميدانية

5-3-1 تحليل نتائج القياسات:

يوضح الشكل (15) متوسط شده الإستضاءة على مدار اليوم. حيث يبلغ متوسط شده الإستضاءة في الحالة الأساسية 338 لوكس وذلك عند الساعة الثامنة صباحاً، ثم يزداد هذا المعدل ليصل إلى 410 لوكس عند الساعة العاشرة صباحاً. ثم يقل هذا المستوي ليصل إلى 382 لوكس عند الساعة الثانية عشرا ظهراً، ثم يزداد متوسط شدة الإستضاءة ليصل إلى 388 لوكس عند الساعة الثانية مساءاً. ثم يقل ذلك المستوي ليصل إلى311 لوكس عند الساعة الرابعة مساءاً. وبذلك يصل الفارق بين أقصي قيمة لمستوي شدة الإستضاءة وأدني قيمة 99 لوكس ، ويرجع ذلك التغير المستمر في مستوي شدة الإستضاءة إلي وجود مبنى مقابل للفراغ يؤدى إلي زيادة مركبة

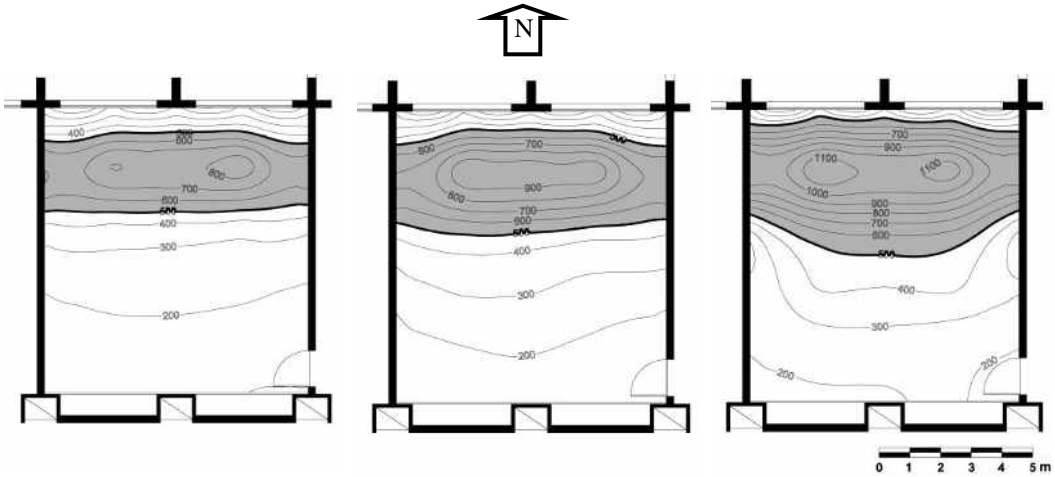
الانعكاسات الخارجية أحياناً وذلك عند تعرض المبنى لضوء الشمس المباشر، وفى فترات أخرى تقل مركبه الانعكاسات الخارجية بسبب حجب أشعه الشمس من خلال ظلال المباني المجاورة مما يؤدى إلى تقليل مستوى شده الإستضاءة داخل الفراغ. أما بالنسبة للفراغ المجاور لسطح أفقي فيصل معدل الإستضاءة إلى 375 لوكس عند الساعة الثامنة صباحاً، ويزداد هذا المستوي ليصل إلى أقصى قيمة والتي تقدر 559 لوكس وذلك عند الساعة الثانية مساءاً، ثم ينخفض متوسط شدة الإستضاءة ليصل إلى 451 لوكس عند الساعة الرابعة مساءاً. وبذلك يصل الفارق بين أعلي قيمة لمستوي شدة الإستضاءة وأقل قيمة إلي 184 لوكس، ويرجع هذا التغير المطرد إلى تعرض السطح الأفقي لضوء الشمس المباشر في الفترة ما بين الساعة العاشرة صباحاً والساعة الثانية مساءاً. مما يؤدى إلى تغير مركبة الانعكاسات الخارجية باستمرار مع تغير موضع الشمس بقبة السماء. أما في الساعة الرابعة مساءاً فتحجب أشعه الشمس عن السطح الأفقي من خلال الظلال الناشئة عن المباني المجاورة. مما يؤدى إلى تقليل مركبه الانعكاسات الخارجية، وينعكس ذلك علي سلوك الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ. أما بالنسبة للفراغ المجاور لسطح رأسي فيصل مستوى شده الإستضاءة إلى 272 لوكس عند الساعة الثامنة صباحاً، ثم يزداد هذا المستوي ليصل إلى أقصى قيمه والتي تبلغ 360 لوكس وذلك عند الساعة الحادية عشر صباحاً، ثم ينخفض ذلك المستوي تدريجيا ليصل إلى 265 لوكس عند الساعة الرابعة مساءاً. وبذلك يصبح الفارق بين أعلي قيمة لمستوي شدة الإستضاءة وأقل قيمة 95 لوكس، وترجع الزيادة في مستوى شده الإستضاءة عند الساعة الحادية عشر إلى تعرض السطح الرأسي المجاور للفراغ إلى أشعه الشمس المباشرة. حيث يعتبر توجيه السطح الرأسي المجاور للفراغ بإتجاه الشرق. مما يؤدى إلى زيادة مركبة الانعكاسات الخارجية في فترة تعرض ذلك السطح لضوء الشمس المباشر، وقله مستوي شدة الإستضاءة في الفترات التي تحجب فيها أشعه الشمس عن السطح الراسي. ومن الشكل يتضح أنه في حالة الفراغ المجاور لسطح راسي أو الحالة الأساسية لا يصل مستوي شدة الإستضاءة داخل الفراغ إلي الحد الادني المطلوب لإضاءة الفراغات التعليمية المنصوص عليه من قبل لجنة الإضاءة الدولية، أما في حالة الفراغ المجاور لسطح أفقي فيصل مستوي شدة الإستضاءة إلي الحد الادني المسموح به وذلك ما بين الساعة الحادية عشر صباحاً وحتى الساعة الثالثة مساءاً.



شكل (15): متوسط شدة الإستضاءة عند النقطة P

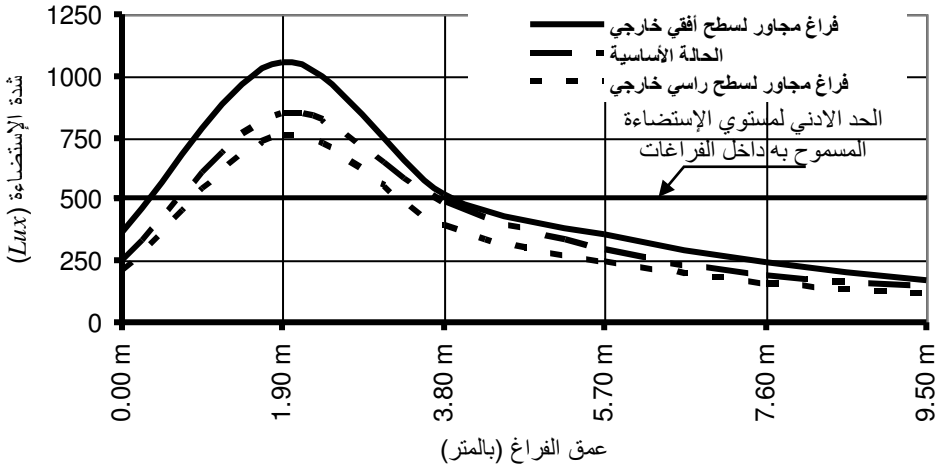
كما يوضح الشكل (16) معدل الانتشار للإضاءة الطبيعية في الحالات محل الدراسة الميدانية. حيث يتضح من خلال تحليل معدل انتشار الإضاءة الطبيعية في حالة الفراغ الممثل للحالة الأساسية أن مساحة المنطقة التي تسمح بتأدية النشاط داخل الفراغ تبلغ 31.80% من مساحة الفراغ الكلي، أما الجزء المتبقي والذي يمثل المنطقة ذات المستوي المنخفض فتبلغ 68.20%. أما في حالة الفراغ المجاور لسطح أفقي فتبلغ مساحة المنطقة التي تسمح بتأدية النشاط بها 40.05% من مساحة الفراغ الكلي، أما المنطقة ذات المستوي الأدني من الحد المسموح به فتبلغ 59.95%. وبالنسبة للفراغ المجاور لسطح راسي نجد أن مساحة المنطقة التي تسمح بتأدية النشاط بها 25.65% من مساحة الفراغ الكلي، أما المنطقة ذات مستوي إستضاءة أقل من الحد المسموح به فتبلغ 74.35% من مساحة الفراغ الكلي. وبالمقارنة بين الحالات الثلاثة نجد أن المنطقة التي تسمح بتأدية النشاط في الفراغ المطل علي مستوي أفقي خارجي أكبر من نظيرها في الحالة الأساسية وفي حالة الفراغ المجاور لسطح راسي خارجي، ويلي ذلك الفراغ الممثل للحالة الأساسية، ويأتي في النهاية الفراغ المجاور لسطح راسي خارجي.

أما بالنسبة لمعدل الاختراق فيتشابه كلا المنحنيات كما في الشكل (17)، ويلاحظ قلة مستوي شدة الإستضاءة عند النافذة، ثم يزداد قيمة شدة الإستضاءة لتصل إلي قمة المنحني والتي تبعد 1.90م عن النافذة، ثم يأخذ مستوي شدة الإستضاءة في الإنخفاض كلما إتجهنا إلي عمق الفراغ. وبالمقارنة بين المنحنيات نجد زيادة مستوى شده الإستضاءة في حاله الفراغ المجاور لسطح أفقي خارجي عن الحالة الأساسية بمقدار 115 لوكس وذلك عند بداية المنحنى، ويزداد هذا الفارق ليصل إلى 209 لوكس عند قمة المنحنى، أما بنهاية الفراغ فيصل الفارق إلى 31 لوكس. أما في حاله الفراغ المجاور لسطح رأسي خارجي فيقل مستوى شده الإستضاءة في ذلك الفراغ عن الحالة الأساسية بمقدار 40 لوكس وذلك عند بداية المنحنى، ويزداد هذا الفارق ليصل إلى 92 لوكس عند قمة المنحنى، وبنهاية الفراغ يقل هذا الفارق ليصل إلى 21 لوكس.



الفراغ المطل علي سطح أفقي خارجي الحالة الأساسية الفراغ المجاور لسطح رأسي خارجي

شكل (16): معدل انتشار الإضاءة الطبيعية في الحالات محل الدراسة الميدانية



شكل(15): معدل اختراق الإضاءة الطبيعية في الفراغات محل الدراسة الميدانية

وتؤكد تلك النتيجة الجزء السابق من البحث من عدم اللجوء إلى استخدام الأفنية الداخلية كوسيلة لإضاءة الفراغات التعليمية حيث تعمل الأفنية علي تقليل متوسط شدة الإستضاءة داخل الفراغات المطل عليه عن المستوي المطلوب، كذلك يمكن استخلاص انه في حالة وجود سطح أفقي خارجي مجاور للفراغ يؤدى إلى زيادة مركبة الانعكاسات الخارجية مما يؤدي إلي زيادة متوسط شده الإضاءة داخل الفراغ. أما وجود سطح رأسي خارجي مجاور للفراغ يؤدى إلى تقليل مركبة الانعكاسات الخارجية مقارنة بالأسطح الأفقية الخارجية، وتقليل قدرة الفراغ علي رؤية قبة السماء مما يؤدي إلي تقليل متوسط شده الإضاءة داخل الفراغ.

6- النتائج:

استخلاصاً من الدراسة النظرية والدراسات الميدانية أمكن الوصول إلي النقاط التالية:

- يؤدي تفعيل دور الإضاءة الطبيعية إلي تحقيق الراحة البصرية لمستخدم الفراغ وخفض معدلات استهلاك الطاقة.
- تعمل المناطق التي يطل عليها الفراغات والتي تتسم بأنها ذات معاملات انعكاس عالية إلي زيادة متوسط شدة الإستضاءة داخل الفراغ، أما إحاطة الفراغ بالمناطق الخضراء فتعمل علي تقليل كثافة الضوء المنعكس إلي داخل الفراغ فيقل بالتالي متوسط شدة الإستضاءة داخل الفراغ.
- يؤدي إطلال الفراغ علي طريق إلي زيادة قدرة الفراغ علي رؤية قبة السماء وبالتالي زيادة مركبة السماء وزيادة متوسط شدة الإستضاءة داخل الفراغ.
- يؤدي إطلال الفراغ علي فناء داخلي إلي حجب جزء من قبة السماء وبالتالي تقليل مركبة السماء وتقليل مستوي شدة الإستضاءة، كما يؤدي تغير موضع الشمس بقبة السماء إلي تغير مركبة الانعكاسات الخارجية باستمرار وبالتالي تغير مستوي شدة الإستضاءة علي مدار اليوم.

- تعمل الأسطح الأفقية علي زيادة مركبة الانعكاسات الخارجية ومن ثم زيادة مستوي شدة الإستضاءة داخل الفراغ مقارنة بالأسطح الراسية.
- يؤدي ارتفاع مستوي جلسة النافذة عن مستوي سطح العمل إلي تقليل مستوي شدة الإستضاءة بالمنطقة المجاورة إلي النافذة.

7- التوصيات:

ومن خلال النتائج التي توصل اليها البحث يمكن الوصول إلي مجموعة من التوصيات والتي تهم سواء المصممين أو المخططين، وذلك للوصول إلي مباني تعليمية يمكن أن تتوافق والمعدلات العالمية للإضاءة. ويمكن إيجاز تلك التوصيات في النقاط التالية:

- في حالة الفراغات المطلة علي مناطق خضراء فإنه يتم استخدام عناصر تساعد علي زيادة مركبة الانعكاسات الداخلية، وذلك باستخدام عناصر فرش ذات اللون الفاتح، وطلاء الحوائط الداخلية للفراغ باللون ذات معاملات انعكاس عالية.
- يتم طلاء حوائط الفناء بمواد ذات ألوان فاتحة، وأيضا استخدام مواد ذات معامل إنعكاس عالية في أرضية الفناء مع تجنب حدوث ظاهرة الإبهار داخل الفراغ، وبالتالي يتم زيادة مركبة الانعكاسات الخارجية.
- تغير نشاط الفراغات المجاورة للأسطح الراسية الخارجية وعدم استخدامها في الأغراض التعليمية.
- عدم استخدام للأفنية العميقة في إضاءة الفراغات التعليمية .
- يفضل أن يكون ارتفاع جلسة النافذة عن سطح الأرض هو نفسه ارتفاع مستوي سطح العمل.
- وضع استراتيجية لتطوير الفراغات التعليمية بحيث تكون علي رأسها الاهتمام بإضاءة الفراغات التعليمية لرفع الكفاءة الوظيفية للفراغات وذلك من خلال:
  - تقييم الفراغ ضوئياً والوصول إلي الفترة التي يتناسب فيها مستوي شدة الإستضاءة مع المعدلات العالمية القياسية، وتكون تلك الفترة هي الفترة التي يقوم بها الفراغ بالمهمة التعليمية.
  - تقسيم الفراغ إلي مستويات ضوئية وإعادة النظر في وضع عناصر الفرش الداخلي بحيث يتناسب مع وظيفة الفراغ ومعدل توزيع الإضاءة داخل الفراغ.

8- المراجع:

[1]- National fenestration Rating Council:" The facts about windows& day lighting", January, 2005, www.nfrc.org.

[2]- Norbert Lechner:" Heating, cooling, lighting design methods for architects", A Wiley-interscienc publication, Canada, 1991,P. (312, 282).

[3]- داليا عبد الغني سالم:" الإضاءة الطبيعية كعنصر هام في تصميم المراكز التجارية"، رسالة دكتوراه، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة عين شمس،1996، ص.(106، 118- 120).

[4]- Claude L. Robbins:" daylighting design and analysis", Van Nostrand Reinhold, First edition, United States Of America, 1986, P. (3, 754- 760).

[5]- جهاز تخطيط الطاقة:" دليل الطاقة والعمارة "، القاهرة، 1998، ص18.

[6]- Gregg D. Ander, AIA:" daylighting performance and design", Van Nostrand Reinhold, First edition, United States Of America, 1995 , P. (2, 163 -168).

[7]- David J Cater, Faisal M Al- shareef:" A strategy for daylighting arid regions", 4th.international conference on architecture & Urbanization, Department of architecture, Faculty of engineering, Assiut university, March, 2000, P. 5-1.

[8]- ريهام الدسوقي حامد:" الإضاءة الطبيعية ودورها في رفع كفاءة أداء قاعات الإطلاع بالمكتبات دراسة تحليلية باستخدام برنامج Lumen Micro "، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة،2003، ص.(338، 81- 83، 165).

[9]- Henry J. Cowan, Peter R. Smith:" Environmental system ", Van Nostrand Reinhold Company Inc., United State Of American, 1983, P144.

[10]- Derek Phillips:" Lighting in architectural design", McGraw-Hill, united states of America, 1964 , P. 94.

[11]- بهجت رشاد شاهين، فهمي بشير:" المبني الجامعي ومواءمته لأهداف التعليم العالي"، مكتب الاستشارات الهندسية، جامعة بغداد، ص 215.