تقويم ما بعد الإشغال للإضاءة الطبيعية في قاعات الدراسة لأبنية جامعة الموصل الحديثة (كلية هندسة الالكترونيات كحالة دراسة)

احمد عبد الوهاب الفخري/ مدرس مساعد
قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة الموصل

ألأخلاصة

شهدت جامعة الموصل في الآونة الأخيرة بناء العديد من الأقسام والأبنية الإدارية والقاعات الحديثة والتي قد تعاني بعد إشغالها ظهور بعض المشاكل الوظيفية أو البيئية , مما يتطلب إجراء دراسات وبحوث معمقة لتشخيص تلك المشاكل . ومن هنا تبرز أهمية دراسات تقويم ما بعد الإشغال لهذه الأبنية كجزء متمم لعملية التخطيط والتصميم والتنفيذ لبلورة ما هو ايجابي وسلبي في عملية التصميم وبالتالي الإفادة من تلك البحوث لتبني الايجابيات في إثراء العملية التصميمية, والوقوف على السلبيات وأسبابها وإيجاد الحلول المناسبة لها, وتجنب تكرارها في تصاميم الأبنية المستقبلية.

وتأتي المشاكل النابعة من نوعية البيئة الداخلية في قاعات الدراسة في مقدمة هذه السلبيات ومنها على وجه الخصوص الإضاءة الطبيعية وتوظيفها في اغناء البيئة الداخلية ومالها من ابلغ الأثر على الأداء والصحة النفسية والفيزيائية للطلبة والتدريسيين من جهة والترشيد في استهلاك الطاقة المصروفة على الإضاءة من جهة أخرى .

هذه الدراسة تبحث في تقويم ما بعد الإشغال للإضاءة الطبيعية في قاعات الدراسة لأبنية جامعة الموصل الحديثة وقد اختيرت مباني كلية هندسة الالكترونيات كحالة دراسة بسبب اعتماد نموذج تصميمي واحد منمط لكافة أبنيتها البالغة أربعة أقسام وتكرارها في مواقع أخرى . أظهرت الدراسة بالنتيجة قصور في استغلال الإضاءة الطبيعية كمحدد تصميمي لتوفير الراحة البصرية لشاغلي هذه الأبنية من خلال المقاييس الإدراكية والواقعية المعتمدة لهذه الدراسة.

الكلمات الدالة: الإضاءة الطبيعية, تقويم ما بعد الإشغال, القاعات الدراسية.

Post Occupancy Evaluation of Daylighting in Lecture Halls at the New Buildings in the University Of Mosul (College Of Electronic Engineering as a Case Study)

Ahmed A. Alfakhry / Assist. Lecturer
Department of Architecture, College of Engineering, University of Mosul

Abstract

The University of Mosul has recently witnessed a construction of several departments, administrative buildings and lecture halls which may suffer after occupation some environmental or functional problems that require deep studies and researches to diagnose those problems, Hence comes the importance of post occupancy evaluation studies of those buildings as an integral part of the planning , design and construction processes to explore what is positive and negative in the design process , and get benefit from such researches to adopt the positives to enrich the design process and stand on the negatives and their causes to find an appropriate solutions and avoid repeating them in the design of future buildings.

The problems stemming from the indoor environmental quality in the lecture halls comes at the front of these negatives and in particular the daylight and the use of it to enriches the indoor environment and it is supportive impact on students and lecturers performance and psychological health on one hand and the rational consumption of energy expended on artificial lighting on the other.

This study focuses on the post occupancy evaluation of daylighting in the lecture halls at the new buildings of the University of Mosul, and the college of Electronic Engineering has been chosen as a case study because the adoption of one typical design to all of its four departments and replicated in other locations. The study reveals a deficiency of utilization of daylight as a design factor to provide visual comfort for the occupants of these buildings through the cognitive and realistic measurements adopted for this study.

Key words: daylighting , post occupancy evaluation, lecture halls.

أستلم: **12 - 4 - 2010** قبل: 20 - 12 - 2010

1- المقدمة:

شهدت جامعة الموصل في الآونة الأخيرة بناء العديد من الأقسام والأبنية الإدارية والقاعات الحديثة والتي قد تعاني بعد إشغالها ظهور بعض المشاكل الوظيفية أو البيئية خصوصا أن بعض تلك الأبنية اتخذت كنماذج منمطة يجري تكرارها في عدة مواقع داخل الجامعة وخارجها مما يتطلب إجراء دراسات وبحوث معمقة لتشخيص تلك المشاكل , ومن هنا تبرز أهمية دراسات تقويم ما بعد الإشغال لهذه الأبنية (Post occupancy evaluation) كجزء متمم لعملية التخطيط والتصميم والتنفيذ لبلورة ما هو ايجابي وسلبي في عملية التصميم وبالتالي الإفادة من تلك الدراسات والبحوث لتبني الايجابيات في إثراء العملية التصميمية مستقبلا وبما يتلائم مع حاجات ورغبات الشاغلين والوقوف على السلبيات وأسبابها وإيجاد الحلول المناسبة لها من ناحية وتجنب تكرارها في تصاميم الأبنية مستقبلا من ناحية أخرى .

وتأتي المشاكل النابعة من نوعية البيئة الداخلية في مقدمة هذه السلبيات , فقد بينت الدراسات الحالية انه بالرغم من التطور في فهمنا للبيئة الداخلية والتقدم المستمر في معايير أداء المباني وطرق التصميم وتقنيات البناء فان نسبة كبيرة من شاغلي الأبنية غير راضين عن البيئة الداخلية التي يعملون بها [1] .

عوامل البيئة الداخلية الفيزياوية يمكن أن تصنف بصورة عامة إلى أربعة أصناف رئيسية هي (البيئة الحرارية ,نوعية الهواء, الإضاءة والصوتيات) وان تصميم المبنى يؤثر بصورة مباشرة على هذه العوامل والتي بالمقابل يمكن أن تؤثر بمجموعها على رفاهية وإنتاجية الشاغلين للمبنى [1] , لذا فان العديد من الدراسات قد اتخذت من تقويم البيئة الداخلية الفيزياوية وعواملها موضوعا للبحث والتقييس كما أن قسم منها قد تخصص بنوع واحد من تلك العوامل كالإضاءة الطبيعية فقط.

وفي الوقت الحاضر بدا التركيز على أهمية استغلال الإضاءة الطبيعية في مختلف الفعاليات البنائية ومنها الفضاءات التعليمية من اجل تحسين البيئة البصرية الداخلية والتقليل من الاعتماد على الإضاءة الاصطناعية كأحد وسائل الترشيد في استهلاك الطاقة خاصة إن العراق يعاني حاليا من أزمة خانقة في إمدادات الطاقة الكهربائية وبما يساهم أيضا في خلق عمارة مستدامة خضراء ذات كفاءة عالية في استخدام الطاقة والحفاظ على بيئة نظيفة خالية من التلوث .

أكدت البحوث بان رفاهية وأداء الطلبة في قاعات المحاضرات تعتمد بصورة جوهرية على نوعية البيئة المضاءة والتي يمكن أن تتحقق عن طريق توظيف الإضاءة الطبيعية كما أظهرت تلك البحوث بان الإضاءة الطبيعية لا تؤثر فقط على النظام البصري ولكن لها دور فعال على الصحة الجسمانية والنفسية إضافة إلى أنها تحسن من الإنتاجية وأداء الطلبة [2] .

هذه الدراسة تبحث في تقويم ما بعد الإشغال للإضاءة الطبيعية في القاعات الدراسية لأبنية جامعة الموصل الحديثة ... إن هذه الدراسة كان يمكن أن تجرى على أي مبنى من المباني التي تم إشغالها حديثا أو في الماضي القريب لتوظيف نتائجها في الحلول الآنية أو الرؤية المستقبلية للأبنية والقاعات الدراسية وتصاميمها إلا أن البحث اختار مباني كلية هندسة الالكترونيات كحالة دراسة بسبب اعتمادها نموذج تصميمي واحد لكافة أبنيتها وتكرارها في مواقع أخرى .

تضمن البحث التعريف بدراسات تقويم ما بعد الإشغال وأهميتها ثم أهمية الإضاءة الطبيعية وأثرها على صحة الإنسان والاقتصاد في مصاريف الطاقة , ثم شرح موجز عن كلية هندسة الالكترونيات (حالة الدراسة) ومنهجية البحث والقياسات المستخدمة في هذه الدراسة وأخيرا نتائج القياسات والاستنتاجات.

2- أهمية الإضاءة الطبيعية :

2-1 الإضاءة الطبيعية والاقتصاد في مصروفات الطاقة:

الإضاءة الطبيعية (Daylighting) هي عملية جلب الضوء إلى داخل المبنى وتوزيعه بطريقة بحيث توفر إنارة بنوعية أفضل ومرغوبة أكثر من مصادر الإضاءة الاصطناعية ,إن هذا سيقلل من الحاجة إلى مصادر الإضاءة الكهربائية وبالتالي إلى خفض استهلاكها والتكاليف المرتبطة إضافة لما تسببه من تلوث[3], حيث إن الإضاءة الطبيعية تقلل بشكل ملحوظ من استهلاك الطاقة وتكاليف التشغيل وتمثل الطاقة المستخدمة للإضاءة في المباني حوالي (40-50 %) من إجمالي استهلاك الطاقة إضافة لذلك فان أحمال التبريد المضافة كنتيجة للحرارة المتولدة من الإضاءة تقدر بحوالي (3-5 %) من الطاقة المستهلكة . إن إستراتيجيات توظيف الإضاءة الطبيعية المصممة بشكل صحيح يمكن أن توفر (50-80 %) من الطاقة المصروفة على الإضاءة , كما أن الإضاءة الطبيعية إذا حققت ترشيد في استهلاك الطاقة المصروفة على الإضاءة الطبيعية بمقدار (40%) فان استهلاك الطاقة الكهربائية سوف يقل بحوالي (6-9 %) إضافة لذلك فان وفورات الطاقة الناتجة عن استخدام الإضاءة الطبيعية والتي تحدث خلال الفترات التي تكون فيها أشعة الشمس على أشدها تتزامن مع فترات ذروة الطلب على التدفئة والتهوية وتكييف الهواء(HVAC) وأحمال التبريد لذلك فان التوسع في توظيف الإضاءة الطبيعية سوف يخفض كل من الحاجة إلى طلب الذروة الجديد والطلب الكلي على الطاقة [4].

الإضاءة الطبيعية تتطلب التوقيع الصحيح والأنسب للفتحات في غلاف المبنى للسماح بتغلغل الضوء ومن ثم توفير توزيع وانتشار ملائم للضوء وفي نفس الوقت فان نظام الإضاءة الطبيعية المصمم جيدا يتجنب الكسب الحراري والإبهار(glare) الناتج عن أشعة الشمس المباشرة والذي بدوره يسبب انعدام الرؤيا والشعور بعدم الراحة [5] .

إحدى الدراسات ذكرت بان (10%) من الطاقة يمكن توفيرها من خلال توظيف استراتيجيات مناسبة للإضاءة الطبيعية في المباني الماليزية , إن توفير طاقة مقدارها (10-40 %) يمكن تحقيقه من خلال التفكير بخطة للإضاءة الطبيعية معتمدا على غلاف المباني والانطقة المناخية , كما أن مسوحات حديثة أظهرت بان اغلب شاغلي الأبنية يفضلون الإضاءة الطبيعية على الإضاءة الاصطناعية [6].

2-2 الإضاءة الطبيعية وتأثيرها على صحة الإنسان وأدائه في القاعات الدراسية:

ذكرت إحدى الدراسات التي تناولت الإضاءة الطبيعية في القاعات الدراسية بان الإضاءة الطبيعية ملائمة جدا للمهام البصرية الإنسانية حيث أنها تعطي توزيع أفضل للإضاءة لكون الإضاءة الطبيعية هي مصدر إضاءة قوي الانتشار ويضئ الأشياء بكافة الاتجاهات (على عكس الإضاءة الاصطناعية التي غالبا ما تكون موجهة نحو الأسفل وبذلك تجعل من السطوح الأفقية تبدو أكثر سطوعا من السطوح العمودية) كما أنها توفر توزيع طيفي أفضل من الإنارة الاصطناعية فالإضاءة الطبيعية لها طيف مستمر بينما اغلب مصادر الإنارة الكهربائية تكون قوية في مساحات معينة فقط من الطيف (الذي يتعلق بالأطوال الموجية للإشعاع) وضعيفة في مساحات أخرى . ومن خلال حركة الشمس في السماء فان طيف الإضاءة الطبيعية يتغير بصورة دراماتيكية خلال ساعات النهار وحيث أن الطيف المستمر للإضاءة الطبيعية مهم جدا في إظهار الألوان ودرجاتها فان ذلك سيؤدي إلى تحسن في الرؤية البصرية داخل البيئة التعليمية وذلك بجعل الألوان تبدو أكثر حيوية وإشراقا.كما أن التعرض للإضاءة الطبيعية داخل البيئة التعليمية يحسن من الصحة والمزاج لدى التدريسيين والطلبة على حد سواء. إضافة لذلك فان التعرض للإضاءة الطبيعية يزيد من درجة اليقظة والدافعية للطلاب من خلال تقليل مادة الميلاتونين (Melatonin) وهو هرمون دماغي يفرز أساسا بالليل ويساعد على النوم ويقلل الفعاليات الكيمياحياتية في الجسم وبالتالي فان تقليل إنتاجه يجعل من الطلبة أكثر قابلية على تقبل المزيد من المعلومات الجديدة [7] [8] .

3- تقويم ما بعد الإشغال كمنهج :

تشير الدراسات العمرانية إلى انه لا توجد نهاية فعلية لتسلسل تنفيذ عملية التصميم (Design Process) وفق تتابع خطواتها فهي في حقيقة الأمر تتضمن جهدين أولهما الجهد النظري ويقوم به مجموعة من المتخصصين الباحثين والمخططين والمصممين بداية من مراحل التعرف على متطلبات المستعملين وتحديد أهدافهم مرورا ببناء الإطار العام للمشكلة وتحليل أهم ملامحها ومن ثم إعداد البرامج الأولية متضمنة معايير الأداء فالانتقال لإعداد بدائل وتصورات التصميم والتخطيط (Design and Planning Alternatives) وينتهي هذا الجهد بإعداد المخططات الأولية والنهائية . أما الجهد الثاني فهو المتعلق بالجانب العملي التطبيقي ويتتابع بداية من التنفيذ والإنشاء فالمتابعة وتقييم الأداء ثم استكشاف أوجه القصور والامتياز ومراجعة الأهداف والغايات وتطوير وتحسين المنشاة مرة أخرى [9] .

ومن هنا تبرز أهمية دراسات تقويم ما بعد الإشغال للأبنية كأحد أوجه الجانب العملي والتطبيقي من العملية التصميمية , إن الهدف من هذه الدراسات هو إجراء تقويم ممنهج لأداء فعالية معينة بمجرد إشغال المبنى واستعماله , إنها لتحديد فيما إذا كانت تلك الفعالية ترقى إلى مستوى التوقعات المتصورة في مراحل التصميم الأولى (مرحلة الفكرة) بالنسبة لكل من شاغلي المبنى والخدمات البنائية [10].

ان نتائج عملية التحليل هذه يمكن إن تقدم لعمل ما يلي:

1- الاستفادة من نتائج التقويمات السابقة لحل المشاكل الطارئة .
2- حل مشاكل التصميم التي تظهر خلال الفترة الأولى من الإشغال والمشاكل الأخرى التي لا تظهر إلا بعد الاستعمال والإشغال الفعلي .
3- تقدير الاحتياج الحقيقي للمنشات الجديدة من خلال توثيق النجاحات السابقة والاستفادة منها وإظهار أوجه القصور في أداء المنشات والتغلب عليها.
4- الاستفادة من نتائج التقويم لتحديث وتحسين معايير التصميم والتقويم المستعملة .
5- تحسين وتطوير المنشات القائمة [9] .

4- دراسات تقويم ما بعد الإشغال للإضاءة الطبيعية:

إن دراسات تقويم ما بعد الإشغال للإضاءة الطبيعية موضوع الدراسة يمكن ان يطبق على اي فعالية بنائية سواء كانت تعليمية أو تجارية أو إدارية أو سكنية وبما يتلائم مع متطلبات تلك الفعالية وأهمية الإضاءة الطبيعية فيها , تبنت تلك الدراسات والبحوث عدة وسائل وأدوات لأغراض التقويم أهمها:

- البرمجيات الخاصة بتقويم وحساب مستويات الإضاءة الطبيعية مثل برنامج (Adline) [2] وبرنامج (Ecotect) والبرامج المكملة له والتي هي (Daysim) و (Radiance) [11] [12] وبرنامج (Apolux) [13] وبرنامج (Daylight 1-2-3) [14] وبرنامج (lightscape) [15] بعد إجراء محاكاة (simulation) للفضاءات المعمارية المراد تقييسها .
- أسلوب النمذجة وعمل الموديلات للأبنية بمقاييس رسم معينة وتقييس الإضاءة الطبيعية تحت ظروف مسيطر عليها مختبريا أو تحت قبة السماء [16] [17] .
- قياس ردود أفعال الشاغلين تجاه البيئة الداخلية التي يشغلونها ومنها الإضاءة الطبيعية من خلال أداة استبيان مصممة لهذا الغرض [10] [18] [19] .
- القيام بقياس مستويات الإضاءة داخل الفضاءات المعمارية واقعيا وذلك بالاستعانة بأجهزة قياس الإضاءة المعروفة [19] [20] .
- أو أن تلك الدراسات اتخذت أكثر من وسيلة للقياس والتقويم من الوسائل آنفة الذكر للوصول إلى الهدف المخطط له.

وقد استبعدت الدراسة الحالية أسلوب الاستعانة بالبرمجيات لعدم توفر النسخ الأصلية منها وفي حالة توفر نسخ مجانية لفترة معينة على الشبكة الدولية فإنها تكون مجتزئة إضافة إلى أنها لاتحتوي على المعلومات والبيانات المناخية الخاصة بالعراق وبمدينة الموصل على وجه التحديد , كما أن تلك البرمجيات تعطي في كثير من الأحيان نتائج منحرفة عن القياسات الواقعية بنسبة كبيرة قد تتراوح من (30%) إلى (50%) [15] , كما أنها استبعدت أسلوب النمذجة وعمل الموديلات لأنها في كثير من الأحيان لاتعطي الدقة المطلوبة ولا تعكس حال البيئة الواقعية من درجات انعكاس للسطوح والأثاث الداخلي وعدم توفر الأجهزة المناسبة لحجم هذه الموديلات إضافة لعدم توفر المختبرات الخاصة أصلا لمحاكاة الإضاءة الطبيعية ... لذا فضلت الدراسة القياس الواقعي مع قياس ردود أفعال الشاغلين كأسلوب للتقويم كما سيأتي ذكره في منهجية البحث.

5- كلية هندسة الالكترونيات:

تتكون كلية هندسة الالكترونيات من أربعة أبنية منمطة بشكل واحد وهي مبنى العمادة الذي شغل سنة 2004 ومعه حاليا قسم هندسة الحاسبات لحين إكمال المبنى الخاص بهم , ثم قسم الإلكترونيك الذي شغل سنة 2006 وقسم هندسة الاتصالات الذي شغل سنة 2008 وقسم هندسة الحاسبات الذي هو تحت الإنشاء حاليا وفي مراحله النهائية . (ومن الجدير بالذكر إن هذا النوع من الأبنية سبق وان نفذ بداية في موقع آخر داخل الحرم

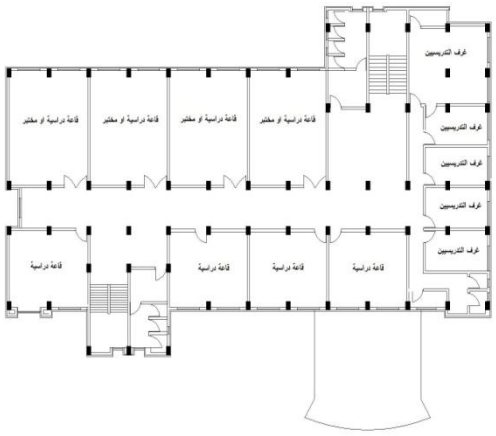
الشكل (1) مبنى العمادة وقسم هندسة الحاسبات

الشكل (2) مبنى قسم هندسة الاتصالات

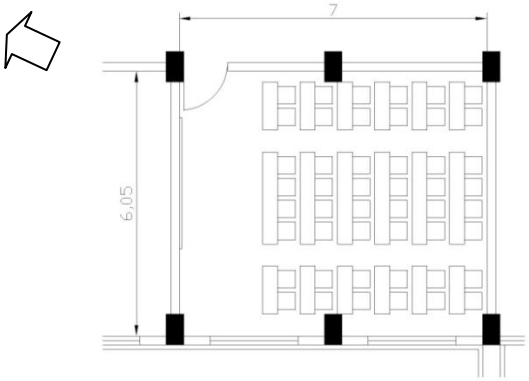
الجامعي كقسم لهندسة الحاسبات وشغل في بداية الألفية الثالثة ثم تلا ذلك تكراره أربع مرات في الموقع الجديد ويجري تنفيذه الآن بموقع ثالث خارج الجامعة في منطقة الجوسق كأبنية تابعة للجامعة أيضا). المباني الأربعة جميعها موجهة باتجاه واحد في هذا الموقع منحرف بزاوية 25 درجة تقريبا عن محور الشمال – الجنوب أي أن الواجهات الرئيسية في المبنى الواحد تواجه الجهة الشرقية والغربية , المبنى الواحد مكون من ثلاث طوابق ... يحتوي الطابق الأرضي على مدخل المبنى الذي يقع في الجزء الأيمن من الواجهة الغربية ويؤدي إلى صالة واسعة تقسم المبنى إلى جزئين رئيسيين الجزء الإداري والجزء التعليمي الذي بدوره يتكون من ممر طولي رئيسي تتوزع على جانبيه قاعات الدراسة والمختبرات أما الجزء الإداري الذي يضم غرف الإدارة والتدريسيين فيقع على يمين صالة المدخل الرئيسية بممر مستعرض عمودي على الممر الرئيسي للجزء التعليمي أي أن الجزء الإداري يواجه الجهة الجنوبية , يتكرر هذا التوزيع أيضا في الطابقين الأول والثاني كما في الشكلين (3) و(4).

قاعات الدراسة تكون بحجمين رئيسيين مختلفين النوع الأول وهو المواجه للجهة الشرقية من المبنى وتكون كبيرة بعرض 7م وبعمق 9م وبارتفاع 1و3م , تحتوي كل قاعة على شباكين بأبعاد (2x55و1م)والارتفاع عن الأرض بمقدار 95 سم وتتسع إلى 63 طالبا تتوزع مقاعد الطلاب بحيث يكون موقع الشبابيك الى الخلف بإهمال واضح لدور الإضاءة الطبيعية في هذه القاعات كما في الشكل (6) .

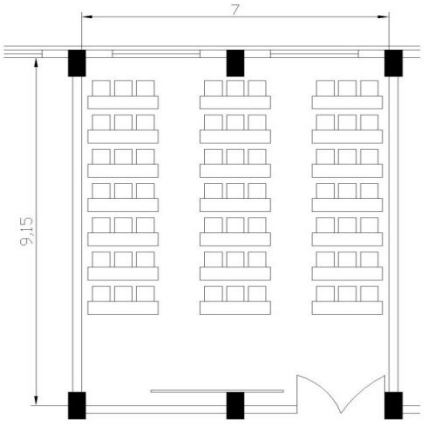
الشكل (3) الطابق الأرضي [27]



الشكل (4) الطابقين الأول والثاني [27]



الشكل (5) نموذج للقاعة الغربية [الباحث]



الشكل (6) نموذج للقاعة الشرقية [الباحث]

والنوع الثاني وهو المواجه للجهة الغربية من المبنى وتكون بعرض 7م وبعمق 6م وتحتوي كل قاعة أيضا على شباكين بنفس الأبعاد وتتسع إلى 48 طالبا تتوزع مقاعد الطلاب بصورة عمودية على محور الشبابيك كما في الشكل (5) . وقد تتسع القاعات الشرقية في بعض الطوابق لتشكل فضاءات المختبرات التي تحافظ على نفس العمق البالغ 9م.

عولجت الواجهات وفتحاتها بطريقة واحدة في كل الاتجاهات إذ خلت جميع الواجهات من أية معالجة خاصة بدخول أو منع أو تحجيم الإضاءة الطبيعية وتميزت الشبابيك وأحجامها وأشكالها بأنها كانت متشابهة إلى حد كبير عدا تلك الواقعة في الطابق الثاني إذ احتوت على أقواس مدببة.

6- منهجية الدراسة :

تم تقويم الإضاءة الطبيعية في قاعات الدراسة (كلية هندسة الالكترونيات) من خلال مقياسين الأول هو قياس ردود أفعال الشاغلين تجاه الإضاءة الطبيعية في قاعات الدراسة والثاني قياس واقعي لمستويات الإضاءة الطبيعية ودرجة تجانسها في هذه القاعات.

6-1 المقياس الأول (ردود أفعال الشاغلين):

إن عملية تقييس الإضاءة الطبيعية والسيطرة عليها داخل الفضاءات تكون صعبة بسبب التغير المستمر لهذا النوع من الإضاءة كما ونوعا خلال أوقات النهار . ويرى احد الباحثين إن أفضل مقياس لهكذا دراسات هو التعرف على آراء الشاغلين الذين يمكنهم إعطاء تقديرات موثوقة لخطورة المشاكل الناجمة عن إهمال هذا الجانب البيئي وتواتر وقوعها [10] , لذا سيتم تقويم هذه الأبنية من وجهة نظر الشاغلين ونتائج هذا التقويم سوف تقارن مع القياس الواقعي الذي سيركز

على مستويات الإضاءة في قاعات الدراسة ودرجة تجانس توزيعها , وتم توزيع استمارات الاستبيان بالتساوي على كل من التدريسيين والطلاب في هذه الكلية وأقسامها الثلاث (الحاسبات والإلكترونيك والاتصالات) باعتبارهم مجتمع البحث الشاغلين لهذه القاعات الدراسية.

وضعت أسئلة الاستبيان الخاصة بهذه الدراسة اعتمادا على استبيان اعد خصيصا لتقويم مابعد الإشغال للإضاءة الطبيعية في الأبنية منظم من قبل وكالة الطاقة الدولية [10] مع إجراء التحويرات اللازمة وحذف وإضافة بعض الأسئلة لكي تلائم موضوع الدراسة الحالية , وتوزعت أسئلة الاستبيان بالشكل التالي:

1- أسئلة عن البيئة الداخلية العامة وخصائصها الفيزياوية لإعطاء الفرصة للمبحوثين لإظهار الخصائص الأكثر أهمية داخل البيئة الدراسية ومنها الإضاءة الطبيعية ورضاهم عنها .
2- أسئلة عن نوع الإضاءة وأفضليتها بالنسبة للشاغلين, طبيعية كانت أم اصطناعية ومدى تقويمهم لكل نوع.
3- أسئلة عن المشاكل الناجمة عن استعمال كل من الإضاءة الاصطناعية والطبيعية مثل الإبهار (glare) والانعكاسات في قاعة الدراسة والانطباع العام عن البيئة الداخلية للقاعة الدراسية وألوانها نتيجة تأثرها بالإضاءة ودرجة تجانس هذه الإضاءة.
4- أسئلة عن الشبابيك وحجمها وايجابياتها وسلبياتها باعتبارها المنفذ الوحيد لدخول الإضاءة الطبيعية.

وكانت أسئلة الاستبيان من النوع المغلق أي إعطاء خيارات أو بدائل محددة والطلب من المبحوثين اختيار الإجابة الأنسب.

2-6 المقياس الثاني (القياس الواقعي):

تم في هذا القياس حساب مستوى الإضاءة الطبيعية داخل القاعات الدراسية أولا ثم حساب درجة توزيع هذه الإضاءة ثانيا.

1-2-6 قياس مستوى الإضاءة الطبيعية:

تم قياس مستوى الإضاءة الطبيعية في القاعات من خلال مؤشرين:

- **المؤشر الأول:** مستوى الإضاءة المطلقة (illumination level).. حيث تم انتخاب قاعتين كعينة للقياس واحدة في الجهة الغربية لتمثل القاعات في هذه الواجهة وأخرى في الجهة الشرقية لتمثل القاعات في الواجهة الشرقية وان تكون القاعتين في نفس الطابق ولا تقابل أي عوائق أمام فتحاتهما في الخارج والتي قد تسبب انعكاسات تؤثر في عملية القياس. إن قياس كمية الإضاءة لأية نقطة داخل القاعة الدراسية وبصورة منفردة لايعبر عن المستوى الكلي للإضاءة ذلك إن كمية الإضاءة داخل القاعة تختلف تبعا لبعد تلك النقطة عن الشبابيك , لذا قسمت القاعة المنتخبة للقياس إلى شبكة من المربعات وحساب كمية الإضاءة لكل مربع بواسطة جهاز (digital luxmeter) وعلى ارتفاع 80 سم وهو مستوى المناضد الدراسية للطلاب أي مستوى النشاط الممارس في هذه القاعات (work plane) وذلك من خلال ثلاث أوقات في اليوم الساعة العاشرة صباحا والثانية عشر ظهرا والثانية مساءا لكي تغطي اكبر فترة ممكنة لإشغال هذه القاعات خلال الدوام الرسمي ثم حساب معدل هذه القراءات لكل وقت من الأوقات الثلاثة ولكل قاعة من القاعات المنتخبة للقياس ليتم بعد ذلك إيجاد معدل كمية الإضاءة الطبيعية المقاسة لهذه الأوقات الثلاث ومقارنته مع المعيار القياسي لمستوى الإضاءة في القاعات الدراسية والمحدد بمقدار 500 لوكس [21].

أعيدت هذه القراءات ثلاث مرات خلال السنة مرة في الاعتدال الخريفي وأخرى في الانقلاب الشتوي وثالثة في الاعتدال الربيعي باعتبار ان القاعات الدراسية تشغل لمدة تسعة أشهر تقريبا تمثل الخريف والشتاء والربيع , وبما ان ظروف الإضاءة الطبيعية في كل من الخريف والربيع تكون متشابهة فستكون القراءات لمرتين فقط مرة في الانقلاب الشتوي ومرة في الاعتدال الربيعي لتمثل أيضا فترة الاعتدال الخريفي كما يراعى أن يكون القياس في يوم سماؤه صافية خالية من الغيوم وان تراكيب الإنارة الاصطناعية مغلقة والشبابيك مفتوحة الستائر.

- **المؤشر الثاني:** معامل الإضاءة الطبيعية (daylight factor).. نظرا لتغير شدة الإضاءة على مدى ساعات النهار لجأت بعض الدول إلى إيجاد نسبة مجردة لتكون أساسا لتصميم الإضاءة الطبيعية هذه النسبة هي معامل الإضاءة الطبيعية وتعرف بأنها نسبة شدة الإضاءة في نقطة معينة داخل الفضاء وعلى ارتفاع مستوى النشاط الممارس (work plane)إلى شدة الإضاءة خارجه في نفس اللحظة وعلى مستوى أفقي خال من العوائق وتحت قبة السماء ويعبر عنها بنسبة مئوية , فإذا كان مستوى الإضاءة في داخل فضاء 200 لوكس ومستوى الإضاءة الخارجي 10000 لوكس فان معامل الإضاءة الطبيعية سيكون (2%) [22] , وسيتم حساب معامل الإضاءة الطبيعية للقاعات المنتخبة وذلك من خلال حساب معدل مستوى الإضاءة في كل ساعة من ساعات القياس الثلاث عند حساب المؤشر الأول ثم حساب مستوى الإضاءة في نفس اللحظة خارجا على أن تكون خلية اللوكسميتر الحساسة للضوء مواجهة لقبة السماء ومظللة من على بعد معين لتجنب أشعة الشمس المباشرة [23] [24] ليتم بعده حساب معامل الإضاءة الطبيعية للقاعات ولمرتين في السنة كما في المؤشر الأول ومقارنته مع المعايير التي تحدد مايلي [25]:
  - اصغر من 2% = الفضاء يبدو مظلما.
  - 2% - 5% = الفضاء يبدو مضاء طبيعيا على الأغلب ولكنه يحتاج إلى إضاءة اصطناعية .

- اكبر من 5% = الفضاء يبدو جيد الإضاءة طبيعيا.

2-2-6 قياس درجة توزيع الإضاءة الطبيعية:

من الواضح أن كمية الإضاءة الطبيعية داخل القاعات ستكون متفاوتة مابين قيم عليا التي ستكون قرب الشبابيك وقيم صغرى كلما ابتعدنا عن هذه الشبابيك وهذه القيم لاتعبر عن مدى انتظام وتوزيع الإضاءة الطبيعية داخل القاعات , فالهدف هو ليس توفير وإدخال الإضاءة الطبيعية إلى القاعات الدراسية فقط وإنما توفير اختراق ونشر اكبر للضوء داخل هذه القاعات بما يحقق اكبر قدر ممكن من الانتظام والتجانس لهذه الإضاءة , وهناك عدة مقاييس لحساب نسبة التجانس في توزيع الإضاءة الطبيعية (illuminance ratio) وقد وردت هذه المقاييس بثلاث صيغ [26]:

الصيغة الأولى: اقل قيمة للإضاءة / أعلى قيمة للإضاءة

الصيغة الثانية : أعلى قيمة للإضاءة / معدل الإضاءة

الصيغة الثالثة: اقل قيمة للإضاءة / معدل الإضاءة

وسوف تعتمد الصيغة الأولى كمقياس لدرجة التجانس في التوزيع لكونه معتمدا في اغلب المعايير والدراسات العالمية والتي تحدد نسبة (1:3 – 1:8) كنسب مقبولة لدرجة تجانس الإضاءة في قاعات الدراسة [2] .

7- النتائج:

1-7 نتائج المقياس الأول (ردود أفعال الشاغلين):

وزعت الاستمارات بشكل متساوي على الأقسام الثلاثة المشغولة من قبل الكلية وروعي في توزيع الاستمارات على الطلبة الذين قضوا فترة في هذه المباني أكثر من غيرهم أي طلبة المراحل المنتهية لكي تكون الإجابات نابعة من تجربة حقيقية مع هدف الدراسة , كانت نسبة المشاركة 80% اذ بلغ عدد الاستمارات المملوءة من قبل التدريسيين 30 والطلاب 29 بعد ما تم إلغاء عدد من الاستمارات بسبب أخطاء ونقص في المعلومات المقدمة , وقد سئلت العينة التي شملها الاستبيان الأسئلة التالية:

1- سؤال عن الخصائص الفيزياوية الثلاثة الأكثر أهمية في جعل قاعات الدراسة أكثر ملائمة وقد أعطيت العينة حق الاختيار بين عشرة بدائل (درجة حرارة مريحة , إضاءة جيدة , تهوية جيدة , الشبابيك ,البيئة الداخلية العامة أي الألوان والسجاد والديكورات , البعد عن الضوضاء , الخصوصية , فضاء كبير , النظر إلى الخارج , أشياء أخرى) إن الإجابات عن هذا السؤال سوف تعطي مؤشرات عن ماذا يريد الشاغل من بيئته الدراسية وماهي أهم الخصائص الفيزياوية التي تهمه داخل القاعة الدراسية, وطلب من العينة إعطاء أوزان لأهمية الخصائص الثلاثة التي يختارونها وكانت الأوزان التي اعتمد عليها التحليل هي :

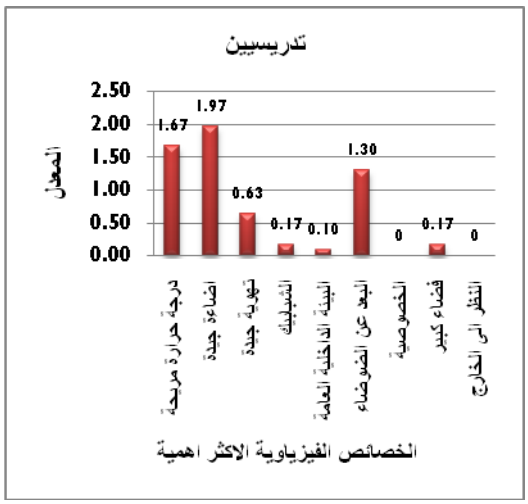
0 = لايوجد تقدير أو عديم الأهمية

1 = اقل أهمية

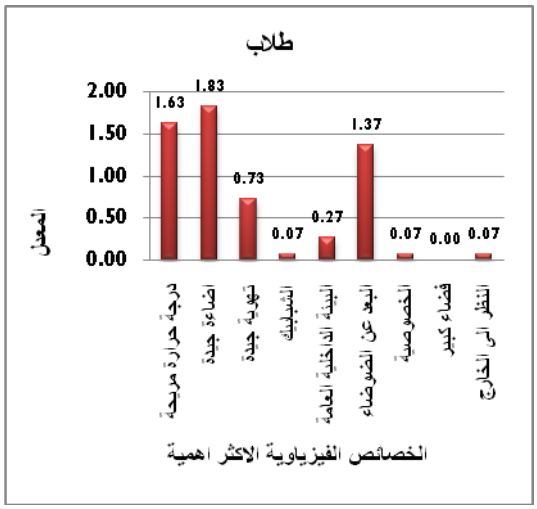
2 = متوسط الأهمية

3 = الأكثر أهمية

حيث كانت الإضاءة الجيدة هي الخاصية الأكثر أهمية بالنسبة للتدريسيين والطلاب تلتها خاصية درجة الحرارة المريحة ثم البعد عن الضوضاء كما في الشكلين (7) و(8) حيث يظهر معدل التصنيف الذي اتبع لإظهار مستوى الأهمية لكل خاصية .

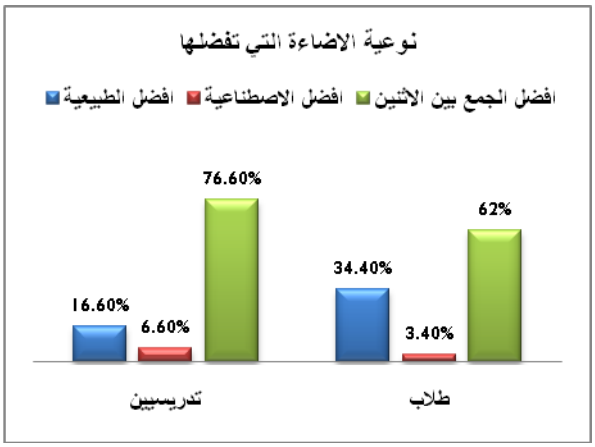


الشكل (7) معدل الخصائص الفيزياوية الأكثر أهمية في قاعات الدراسة (تدريسيين)

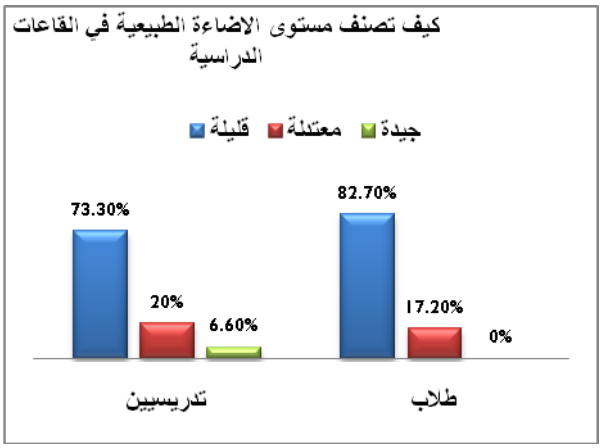


الشكل (8) معدل الخصائص الفيزياوية الأكثر أهمية في قاعات الدراسة (طلاب)

2- سؤال عن نوعية الإضاءة التي تفضلها العينة خلال الدراسة أو التدريس وقد أعطيت ثلاث بدائل هي (أفضل الطبيعية , أفضل الاصطناعية , أفضل الجمع بين الاثنين) وقد فضل كل من التدريسيين والطلاب الجمع بين الاثنين وكانت نسبة قليلة منهم تفضل الاصطناعية فقط كما في الشكل (9)



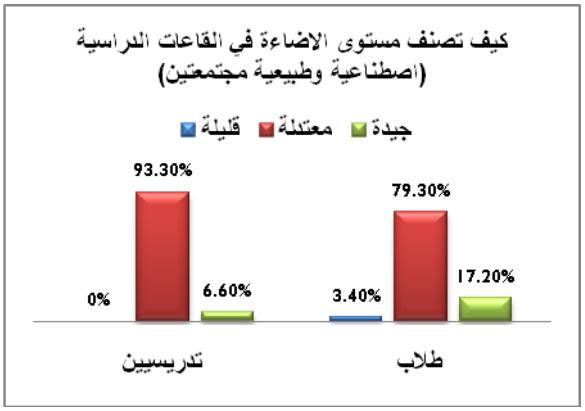
الشكل (9) رأي الطلبة والتدريسيين في نوعية الإضاءة التي يفضلونها الشكل



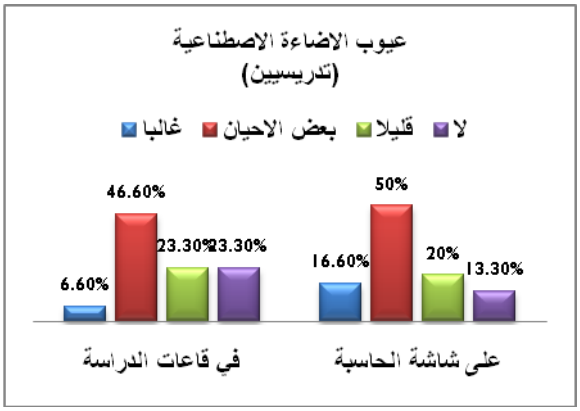
(10) رأي الطلبة والتدريسيين في مستوى الإضاءة الطبيعية

3- عند سؤال العينة عن مستوى الإضاءة الطبيعية داخل قاعاتهم الدراسية كان جواب الأغلبية من التدريسيين والطلاب بأنها قليلة كما في الشكل (10)

4- الشكل (11) يوضح كيف أن الأغلبية الساحقة من التدريسيين والطلاب تصنف مستوى الإضاءة في القاعات الدراسية (اصطناعية وطبيعية مجتمعتين) بأنها معتدلة وهذا يوضح مدى أهمية التكامل بين الإضاءة الطبيعية وتصميم الإضاءة الاصطناعية .



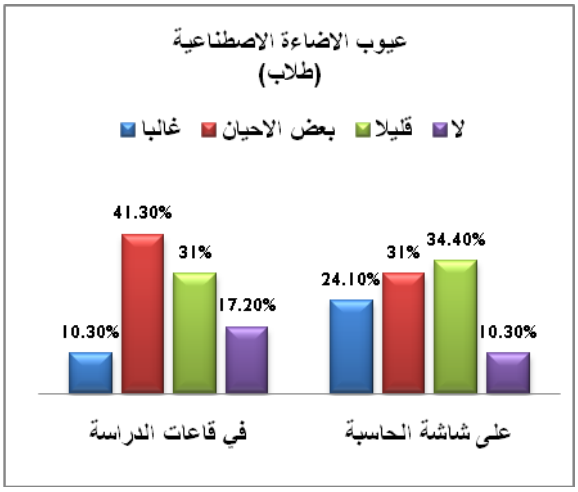
الشكل (11) رأي الطلبة والتدريسيين في مستوى الشكل الإضاءة الطبيعية والاصطناعية مجتمعتي



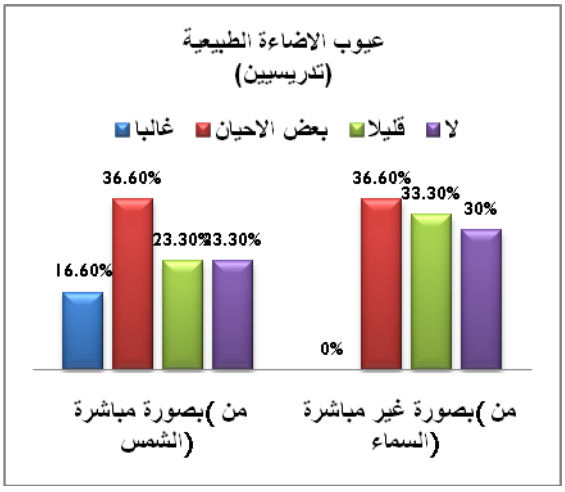
(12) رأي التدريسيين في عيوب الإضاءة الاصطناعية ن

5- سؤال عن عيوب الإضاءة الاصطناعية وهل تسبب إبهار (glare) في قاعات الدراسة أو على شاشة الحاسبة إلى درجة الإزعاج وقد أعطيت أربعة تقديرات (غالبا , بعض الأحيان , قليلا , لا) وكانت إجابة نصف التدريسيين تقريبا بان هذه المشكلة تحدث في بعض الأحيان على شاشة الحاسبة وفي قاعات الدراسة بينما تقاربت إجابتهم بلا أو قليلا حول هذه المشكلة كما في الشكل (12).

اما الطلاب فان نسبة الذين أجابوا بان هذه المشكلة تحدث قليلا قد تقاربت مع الذين أجابوا بان نفس المشكلة تحدث بعض الأحيان في كل من قاعات الدراسة وعلى شاشة الحاسبة , كما ارتفعت نسبة الطلاب الذين أجابوا بان هذه المشكلة تحدث غالبا على شاشة الحاسبة عما هي عليه عند التدريسيين كما في الشكل (13).



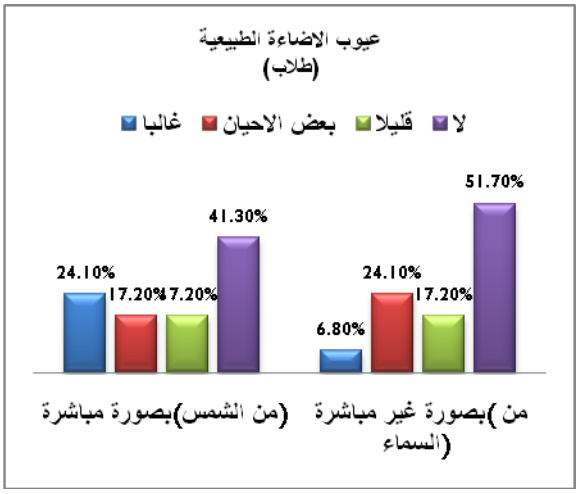
الشكل (13) رأي الطلبة في عيوب الإضاءة الاصطناعية



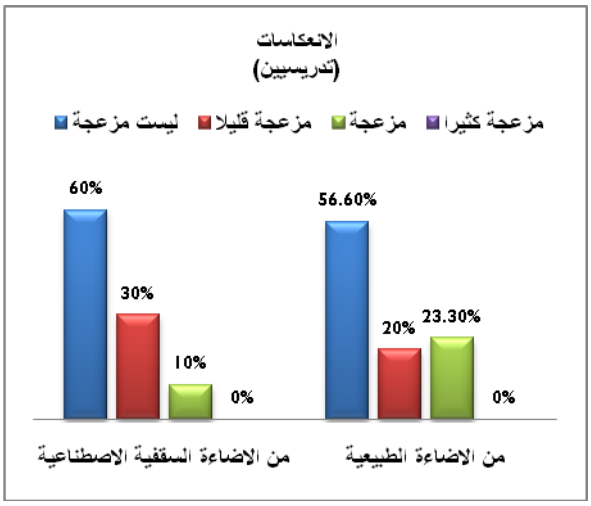
الشكل (14) رأي التدريسيين في عيوب الإضاءة الطبيعية

6- وعند اخذ رأي العينة في مشكلة الإبهار التي تحدث نتيجة الإضاءة الطبيعية سواء كانت بصورة مباشرة من (الشمس) أو بصورة غير مباشرة (من السماء) فقد كانت إجابات التدريسيين بلا , أو قليلا, أو في بعض الأحيان متقاربة في نوعي مصدر الإضاءة (المباشرة وغير المباشرة) عدا أن نسبة الذين قالوا بان هذه المشكلة تحدث غالبا من الإضاءة بصورة مباشرة قد انعدمت فيما زادت نسبة الذين كانت إجاباتهم عن أن هذه المشكلة تحدث في بعض الأحيان نتيجة الإضاءة المباشرة قليلا, مما يشير الى عدم وضوح في الرؤيا من قبل التدريسيين حول هذه المشكلة كما في الشكل (14).

أما الطلاب فيبدو أن غالبيتهم لايعاني من هذه المشكلة سواء كان مصدرها إضاءة مباشرة أو غير مباشرة فيما تقاربت إجاباتهم بقليلا أو في بعض الأحيان أو غالبا كما في الشكل(15)

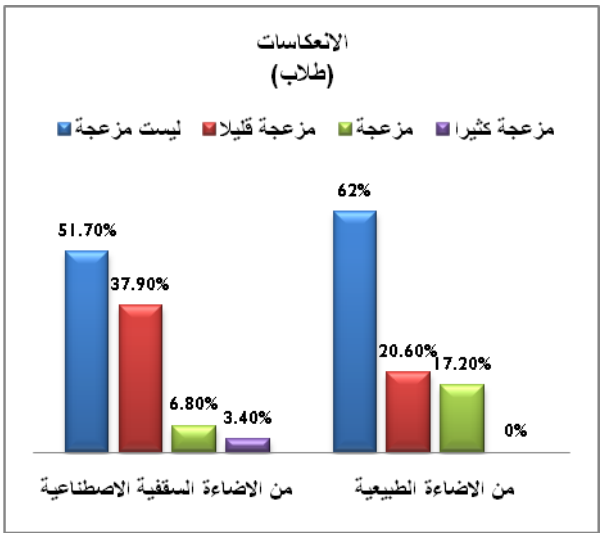


الشكل (15) رأي الطلاب في عيوب الإضاءة الطبيعية

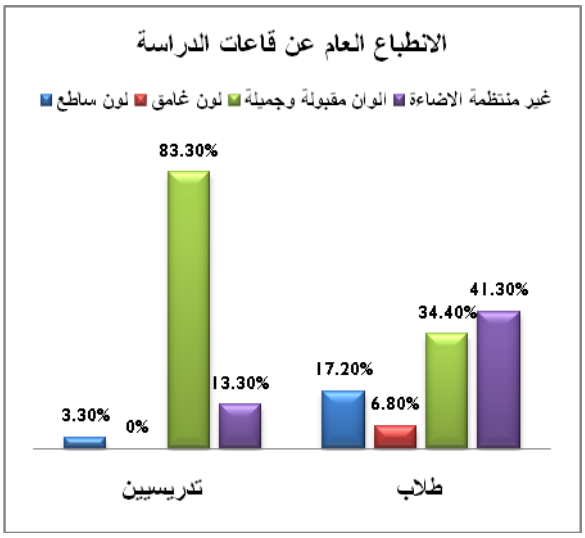


الشكل (16) رأي التدريسيين في الانعكاسات الناتجة عن الإضاءة الطبيعية والاصطناعية

7- كما سئل الذين شملهم الاستبيان عن رأيهم في الانعكاسات التي تسببها كل من الإضاءة السقفية الاصطناعية والإضاءة الطبيعية في قاعات الدراسة وأعطيت لهم أربعة خيارات (ليست مزعجة, مزعجة قليلا, مزعجة, مزعجة كثيرا) فقد كانت إجابة الغالبية من التدريسيين والطلبة بان هذه المشكلة ليست مزعجة أو أنها قد تكون مزعجة قليلا كما في الشكلين (16) و(17).



الشكل (17) رأي الطلاب في الانعكاسات الناتجة عن الإضاءة الطبيعية والاصطناعية

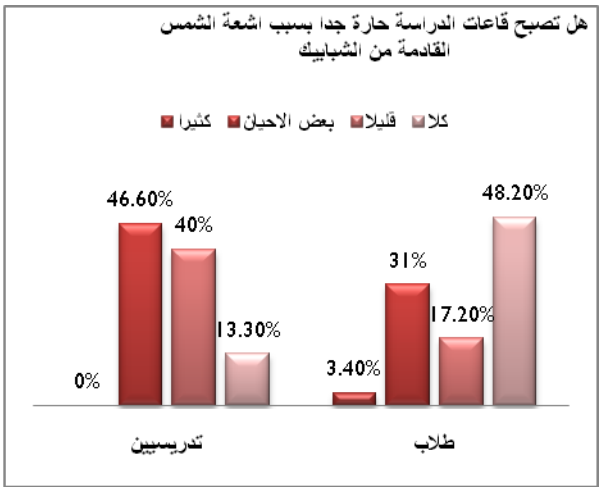


الشكل (18) الانطباع العام للطلاب والتدريسيين عن قاعات الدراسة

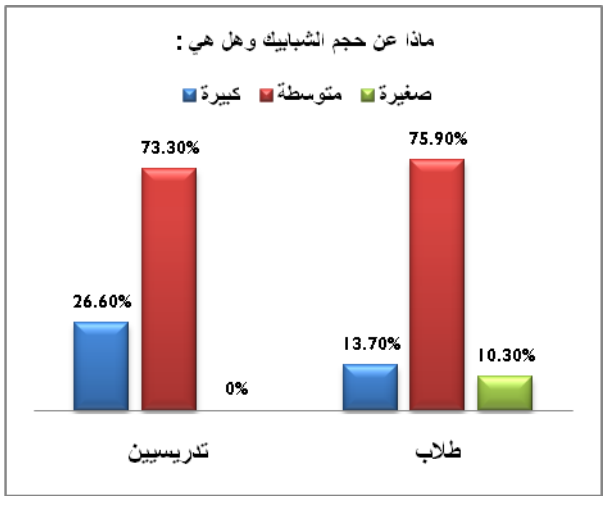
8- أعطيت العينة خمسة بدائل للتعبير عن الانطباع العام عن قاعات الدراسة وهي (لون ساطع , لون غامق, ألوان مقبولة وجميلة , غير منتظمة الإضاءة , أخرى) وكان انطباع أغلبية التدريسيين بان القاعات تتميز بألوان جميلة ومقبولة , أما الطلاب فيبدو أن الانطباع العام عن قاعاتهم أنها غير منتظمة الإضاءة وتقاربت نسبتهم مع نسبة الطلبة الذين قالوا بان هذه القاعات ذات ألوان جميلة ومقبولة , إن هذا الاختلاف في الآراء حول البيئة العامة وألوانها بين التدريسيين والطلبة كان متوقعا بسبب أن مشكلة عدم انتظام توزيع الإضاءة في القاعات يعاني منها الطلبة أكثر من التدريسيين بسبب توزعهم في مناطق القاعة المختلفة كما في الشكل (18).

9- سئلت العينة عن احد المشاكل التي تعاني منها قاعات الدراسة بسبب أشعة الشمس وكان السؤال: هل تصبح قاعات الدراسة حارة جدا بسبب أشعة الشمس القادمة من الشبابيك ؟ وقد أعطيت أربعة بدائل هي (كثيرا , بعض الأحيان , قليلا , كلا) وقد تقاربت نسبة التدريسيين الذين كان رأيهم بان هذه المشكلة تحدث قليلا مع نسبة أولئك الذين كان رأيهم أن هذه المشكلة تحدث في بعض الأحيان , فيما كان رأي نصف الطلبة تقريبا بان هذه المشكلة لا تحدث في قاعات الدراسة وان الثلث تقريبا أفادوا بان هذه المشكلة تحدث في بعض الأحيان كما في الشكل (19).

10 - سئلت العينة عن حجم الشبابيك وهل هي (كبيرة , متوسطة , صغيرة) وكان الانطباع العام لدى التدريسيين والطلبة بان حجمها متوسط كما في الشكل (20).



الشكل (19) رأي العينة في أشعة الشمس القادمة من الشبابيك وأثرها في رفع درجة حرارة القاعات الدراسية

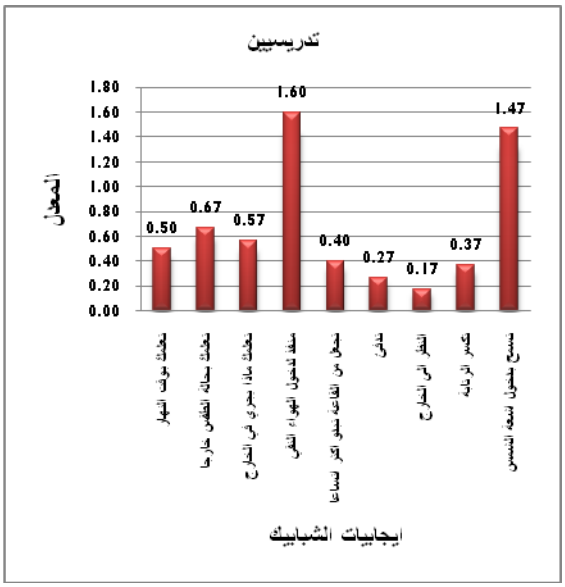


الشكل (20) رأي الطلاب والتدريسيين في حجم الشبابيك

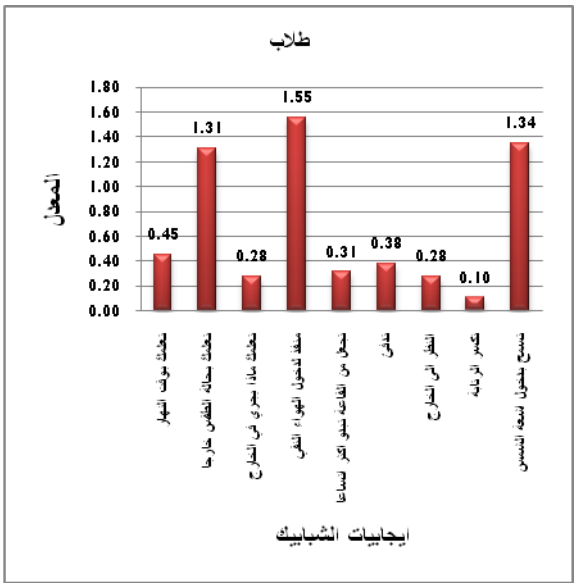
11 - أعطيت العينة عشرة خيارات تتضمن ايجابيات الشبابيك وكان الطلب هو تأشير ثلاث خيارات الأكثر أهمية في قاعات الدراسة والخيارات هي (تعلمك بوقت النهار , تعلمك بحالة الطقس خارجا , تعلمك ماذا يجري في الخارج , منفذ لدخول ل الهواء النقي , تجعل من القاعة تبدو أكثر اتساعا , تدفئ , النظر إلى الخارج , تكسر الرتابة , تسمح بدخول أشعة الشمس , أخرى) ومثلت النتائج بشكل معدل التصنيف الذي اتبع لإظهار مستوى الأهمية لكل خاصية وكان التصنيف كالآتي:

0 = عديم الأهمية
1 = اقل أهمية
2 = متوسط الأهمية
3 = الأكثر أهمية

حيث كانت التهوية ودخول أشعة الشمس أهم ايجابيات الشبابيك التي فضلها كل من التدريسيين والطلبة على بقية الخيارات كما في الشكلين (21) و (22).



الشكل (21) انطباع التدريسيين عن ايجابيات الشبابيك

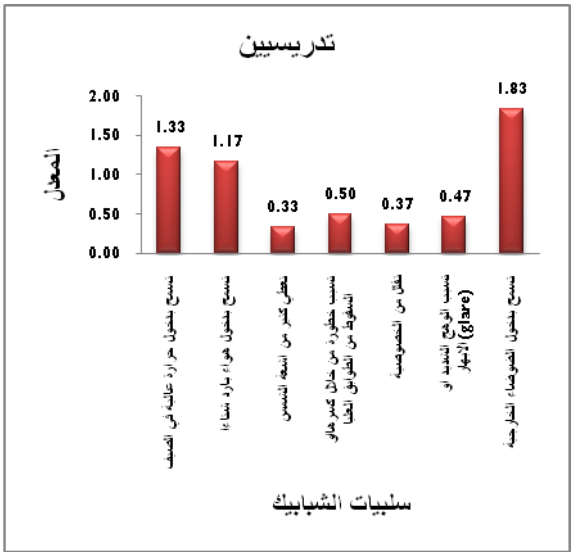


الشكل (22) انطباع الطلاب عن ايجابيات الشبابيك

12 - كما أعطيت العينة ثمانية خيارات تتضمن سلبيات الشبابيك وكان الطلب هو تأشير ثلاث خيارات الأكثر سوءا في قاعات الدراسة والخيارات هي (تسمح بدخول حرارة عالية في الصيف , تسمح بدخول هواء بارد شتاءا , تعطي كثير من أشعة الشمس , تسبب خطورة من خلال كسرها أو السقوط من الطوابق العليا في حال عدم وجود حماية , تقلل من الخصوصية , تسبب الوهج الشديد أو الإبهار , تسمح بدخول الضوضاء الخارجية , أخرى) ومثلت النتائج أيضا بشكل معدل للتصنيف الذي اتبع لإظهار مستوى البدائل الاكثر سلبية وكان التصنيف :

0 = لا يوجد سلبية
1 = قليل السلبية
2 = متوسط السلبية
3 = الأكثر سوءا

وقد اتفق كل من التدريسيين والطلبة على ان دخول الضوضاء من خلال الشبابيك هي أهم سلبية من سلبيات الشبابيك كما أن سماح الشبابيك بدخول حرارة عالية في الصيف والهواء البارد في الشتاء كانت من السلبيات التي جاءت في المقام الثاني لكل من التدريسيين والطلبة على حد سواء كما في الشكلين (23) و(24).



الشكل (23) انطباع التدريسيين عن سلبيات الشبابيك

الشكل (24) انطباع الطلاب عن سلبيات الشبابيك

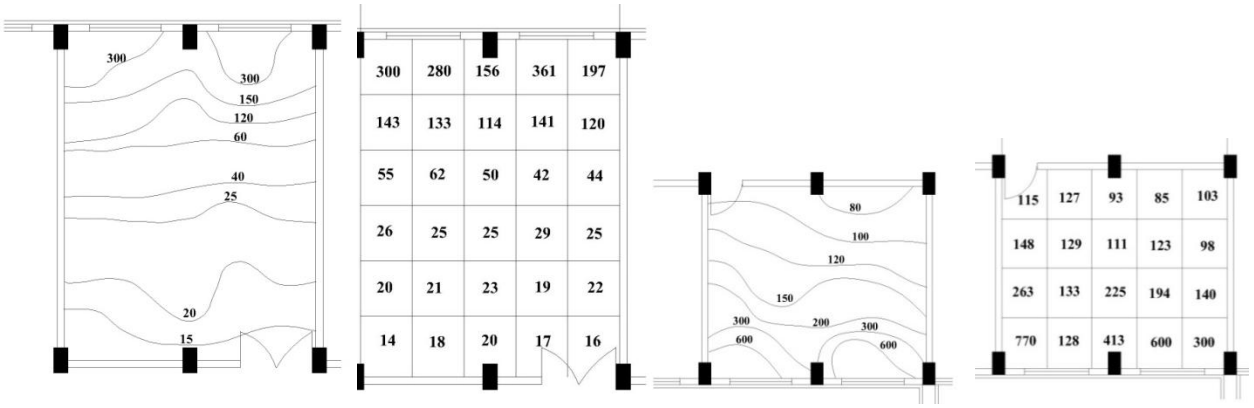
2-7 نتائج المقياس الثاني (القياس الواقعي):

1-2-7 قياس مستوى الإضاءة الطبيعية:

تم قياس مستوى الإضاءة الطبيعية من خلال مؤشرين الأول مستوى الإضاءة المطلقة والثاني معامل الإضاءة الطبيعية كما ذكر سابقا في منهجية البحث وذلك بعد أن تم اختيار قاعتين في الاتصالات , قاعة في الجهة الغربية لتمثل القاعات في هذه الواجهة وقاعة أخرى في الجهة الشرقية لتمثل القاعات في هذه الواجهة , كلتا القاعتين اختيرت في نفس الطابق وهو الطابق الأرضي لضمان الحصول على نفس الظروف الخارجية لكلتا القاعتين من انعكاسات وعوائق وكانت نتائج قياس المؤشرين كالآتي:

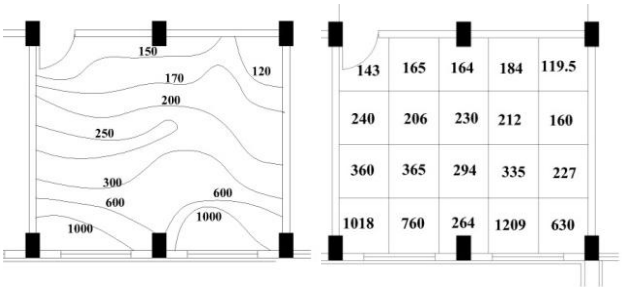
1-1-2-7 المؤشر الأول (مستوى الإضاءة المطلقة):

تم قياس مستوى الإضاءة الطبيعية في كل قاعة من القاعات المنتخبة بواسطة جهاز (Auto Digital Luxmeter) نوع (Victor 1010A) ولمرتين في السنة الدراسية مرة في الانقلاب الشتوي ومرة في الاعتدال الربيعي لتمثل أيضا فترة الاعتدال الخريفي وجرى القياس في كل مرة لثلاثة أوقات هي الساعة العاشرة صباحا والثانية عشر ظهرا والثانية مساءا لتغطي هذه القراءات اكبر وقت ممكن لإشغال هذه القاعات في الدوام الرسمي بعدما تم تقسيم القاعات إلى شبكة من المربعات ثم جرى إيجاد معدل مستوى الإضاءة المطلقة لكل مربع وللأوقات الثلاث كما تم تمثيلها على شكل خطوط كنتورية لتكون أكثر وضوحا كما في الأشكال (25) و (26) و (27) و (28):

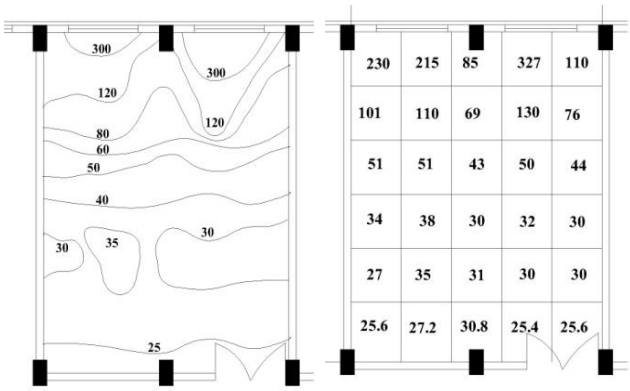


الشكل (25) معدل مستوى الإضاءة لثلاثة أوقات للقاعة الغربية(شتاءا

الشكل (26) معدل مستوى الإضاءة لثلاثة أوقات للقاعة الشرقية (شتاءا)



الشكل (27) معدل مستوى الإضاءة لثلاثة أوقات للقاعة الغربية(ربيعا)



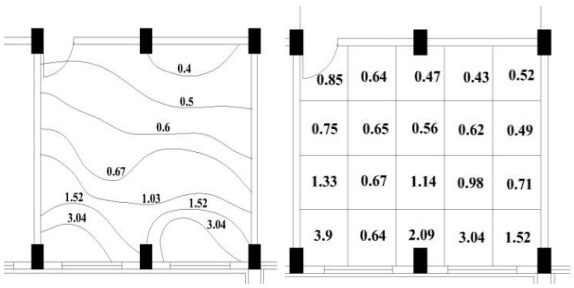
الشكل (28) معدل مستوى الإضاءة لثلاثة أوقات للقاعة الشرقية(ربيعا)

بعدها تم إيجاد معدل مستوى الإضاءة المطلقة لكل قاعة ولفترتي الشتاء والربيع وكانت النتائج كما يلي:

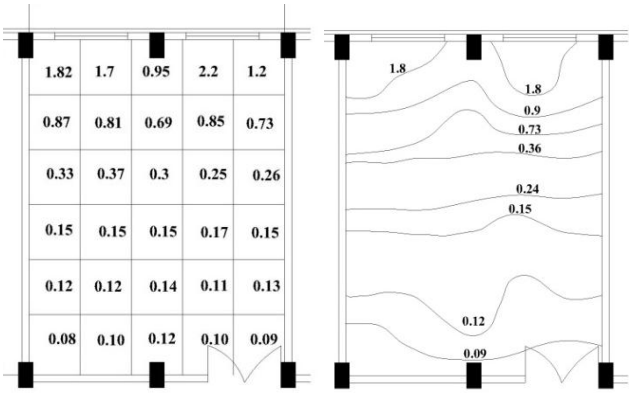
	معدل مستوى الإضاءة المطلقة	
	الانقلاب الشتوي	الاعتدال الربيعي
القاعة الشرقية	84 لوكس	72 لوكس
القاعة الغربية	215 لوكس	364 لوكس

2-1-2-7 المؤشر الثاني (معامل الإضاءة الطبيعية .D.F):

تم إيجاد معامل الإضاءة الطبيعية للقاعتين بعدما تم قياس مستوى الإضاءة الطبيعية الخارجية في نفس الوقت وضمن المحددات التي تم ذكرها في منهجية البحث وأيضا لفترتين الشتوية والربيعية ثم جرى إيجاد معدل معامل الإضاءة الطبيعية لكل مربع في الشبكة ولثلاث أوقات كما مرسابقا في قياس مستوى الإضاءة المطلقة

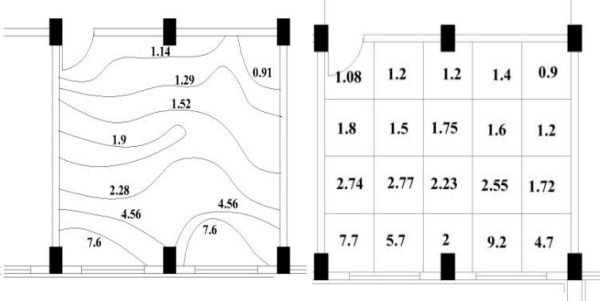


الشكل (29) معدل معامل الإضاءة الطبيعية لثلاثة أوقات للقاعة الغربية (شتاءا)

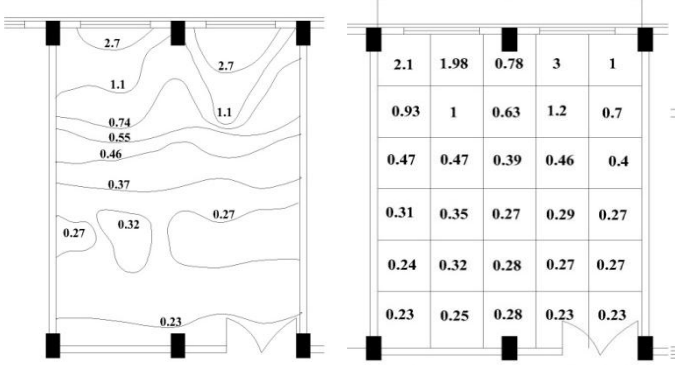


كما في الأشكال (29) ، (30) ، (31) ، (32) :

الشكل (30) معدل معامل الإضاءة الطبيعية لثلاثة أوقات للقاعة الشرقية (شتاءا)



الشكل (31) معدل معامل الإضاءة الطبيعية لثلاثة أوقات للقاعة الغربية (ربيعا)



الشكل (32) معدل معامل الإضاءة الطبيعية لثلاثة أوقات للقاعة الشرقية (ربيعا)

بعدها تم إيجاد معدل معامل الإضاءة الطبيعية لكل قاعة ولفترتي الشتاء والربيع وكانت النتائج كما يلي:

	معدل معامل الإضاءة الطبيعية	
	الانقلاب الشتوي	الاعتدال الربيعي
القاعة الشرقية	0.50 %	0.65 %
القاعة الغربية	1.08 %	2.74 %

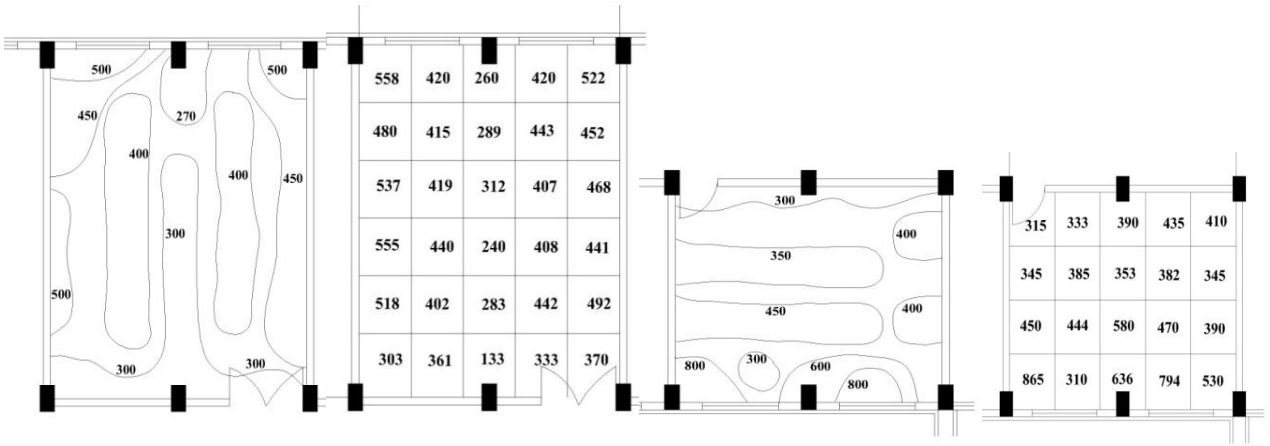
7-2-2 قياس درجة توزيع الإضاءة الطبيعية:

بعدما تم اعتماد الصيغة الأولى (اقل قيمة للإضاءة / أعلى قيمة للإضاءة) كمقياس لدرجة توزيع الإضاءة الطبيعية كانت نتائج هذا المقياس كالآتي:

	درجة توزيع الإضاءة الطبيعية	
	الانقلاب الشتوي	الاعتدال الربيعي
القاعة الشرقية	1: 26	1:13
القاعة الغربية	1:9	1:10

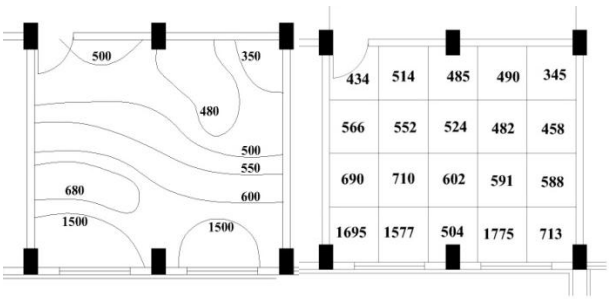
7-3 قياس الإضاءة الطبيعية والاصطناعية مجتمعتين:

قام الباحث وخلال قياس مستويات الإضاءة الطبيعية في القاعات المنتخبة بقياس مستويات الإضاءة في هذه القاعات للإضاءة الطبيعية والاصطناعية مجتمعتين وذلك لغرض المقارنة وإظهار دور الإضاءة الاصطناعية في تلك القاعات وهل أنها صممت بشكل بحيث تتكامل مع الإضاءة الطبيعية أو أنها تصل بمستويات الإضاءة داخل هذه القاعات إلى المعايير الموصى بها عالميا كما في الأشكال (33) و(34) و(35) و(36):

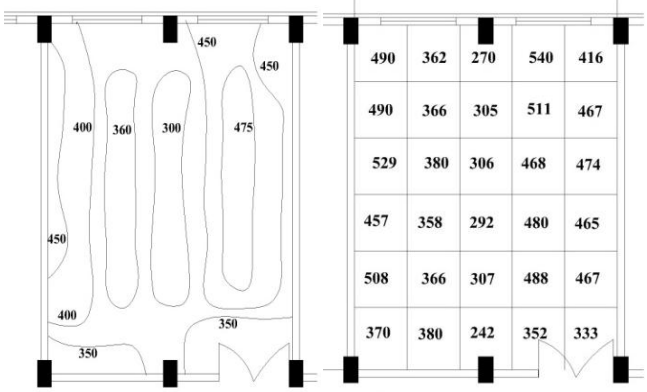


شكل (33) معدل مستوى الإضاءة الطبيعية والاصطناعية مجتمعتين لثلاثة أوقات للقاعة الغربية (شتاءا)

شكل (34) معدل مستوى الإضاءة الطبيعية والاصطناعية مجتمعتين لثلاثة أوقات للقاعة الشرقية (شتاءا)



شكل (35) معدل مستوى الإضاءة الطبيعية والاصطناعية مجتمعتين لثلاثة أوقات للقاعة الغربية (ربيعا)



شكل (36) معدل مستوى الإضاءة الطبيعية والاصطناعية مجتمعتين لثلاثة أوقات للقاعة الشرقية (ربيعا)

كما جرى إيجاد معدل مستوى الإضاءة الطبيعية والاصطناعية مجتمعتين وكانت النتائج كما يلي :

	معدل مستوى الإضاءة الطبيعية والاصطناعية مجتمعتين	
	الانقلاب الشتوي	الاعتدال الربيعي
القاعة الشرقية	404 لوكس	408 لوكس
القاعة الغربية	458 لوكس	715 لوكس

و تم حساب درجة توزيع الإضاءة لنوعي الإضاءة الطبيعية والاصطناعية مجتمعتين وكانت النتائج كما يلي:

	درجة توزيع الإضاءة الطبيعية والاصطناعية مجتمعتان	
	الانقلاب الشتوي	الاعتدال الربيعي
القاعة الشرقية	1: 4.1	1:2.2
القاعة الغربية	1: 2.7	1: 4.9

4-7 قياس نسبة مساحة الشبابيك إلى مساحة الفضاء:

بما أن الشبابيك هي مصدر الإضاءة الطبيعية للفضاءات وان مساحتها وأشكالها وطريقة توزيعها إضافة إلى توجيهها تحدد مستوى تلك الإضاءة ، فقد تناولت العديد من الدراسات والكودات العالمية تلك النسبة وحددت مقدارها اعتمادا على طبيعة إشغال الأبنية وتوجيهها ولغرض دعم نتائج هذه الدراسة فقد تم حساب هذه النسبة في القاعات المنتخبة وتبين أن نسبة مساحة الشبابيك إلى مساحة فضاء القاعة الشرقية هو 9% وبالنسبة للقاعة الغربية 14% . وهذه النسب قليلة إذا ما قورنت بالمعايير القياسية ونتائج البحوث التي تناولت هذا الموضوع ، إذ أكدت دراسة حديثة أجريت في العراق على أن نسبة المساحة الملائمة للشبابيك قياسا إلى مساحة الفضاء هي 08و18 % لتحقيق معدل مستوى إضاءة في الفضاء قدره 250 لوكس ولتوجيه مطابق لتوجيه القاعات قيد الدراسة [28] ، وإذا أخذنا بالنتيجة التي توصلت إليها نفس الدراسة والتي هي زيادة مساحة الشبابيك إلى 90% تقريبا عند زيادة مستوى الإضاءة في الفضاء إلى الضعف فسوف تكون هذه النسبة اكبر لتحقيق مستوى إضاءة طبيعية أعلى في الفضاء.

8- مناقشة النتائج:

بعد أن تم تقييم مستوى الإضاءة الطبيعية في قاعات الدراسة من خلال المقياسين الإدراكي (ردود أفعال شاغلي هذه القاعات تجاه الإضاءة الطبيعية) والواقعي (من خلال مؤشراته المعتمدة لهذه الدراسة ودرجة توزيعها) تبين ما يلي:

1- أكدت الدراسة بداية ومن خلال الاستبيان الذي اجري خلالها أن أهم ما يبحث عنه شاغلي القاعات الدراسية من طلبة وتدريسيين في بيئتهم التعليمية هو الإضاءة الجيدة مما يثبت أهمية هذه الخاصية الفيزياوية وتفضيلهم لها على بقية البدائل لمكونات البيئة الداخلية من درجة حرارة وتهوية وضوضاء...الخ.

2- باعتبار أن الشبابيك هي المنفذ للإضاءة الطبيعية فقد أظهرت الدراسة ومن خلال الاستبيان الذي اجري لشاغلي هذه القاعات أن احد أهم ايجابياتها داخل قاعات الدراسة هي دخول أشعة الشمس مما يشير إلى أهمية الإضاءة الطبيعية داخل البيئة التعليمية فضلا عن أنهم أوضحوا أن أشعة الشمس القادمة من الشبابيك تتسبب قليلا أو في بعض الأحيان في رفع درجة حرارة هذه القاعات , إلا أن البعض منهم اشر أن الضوضاء هي أهم سلبيات وجود الشبابيك في القاعات.

3- أظهرت القياسات الواقعية لمستوى الإضاءة الطبيعية في القاعات الدراسية (الشرقية منها والغربية) أنها دون مستوى المعيار القياسي البالغ 500 لوكس كما في الجدول أدناه، وهذا ما أكده شاغلي هذه القاعات من طلبة وتدريسيين عند سؤالهم عن مستوى الإضاءة الطبيعية في القاعات وكان الرد بأنها قليلة ودون المستوى المطلوب, كما أن الفرق الواضح بين مستويات الإضاءة في القاعات الشرقية والغربية يدل على إهمال دور توجيه المبنى بالاتجاه الأمثل للحصول على مستويات متقاربة على الأقل من الإضاءة لكل من نوعي القاعات.

	الإضاءة المطلقة				المعيار	معامل الإضاءة		المعيار	درجة توزيع الإضاءة				المعيار
	الطبيعية		مجتمعتين			الطبيعية			الطبيعية		مجتمعتين		
	شتاءا	ربيعا	شتاءا	ربيعا		شتاءا	ربيعا		شتاءا	ربيعا	شتاءا	ربيعا	
القاعة الشرقية	84	72	404	408	500 لوكس	0.5	0.65	أكثر من 5%	1:26	1:13	1:4.1	1:2.2	1:3 إلى 1:8
القاعة الغربية	215	364	458	715		1.08	2.74		1:9	1:10	1:2.7	1:4.9	

4- كما اظهر المؤشر الثاني للإضاءة الطبيعية وهو معامل الإضاءة الطبيعية (D.F.) إن القاعات الدراسية بنوعيها لايمكن اعتبارها مضاءة طبيعيا عدا القاعات الغربية التي أظهرت النتائج إن معامل الإضاءة فيها ربيعا وخريفا قد دخل ضمن المدى الذي يمكن معه اعتبار القاعة مضاءة طبيعيا ولكنها تحتاج إلى إضاءة اصطناعية, وهذا أيضا ما يشير إلى تفضيل الشاغلين من طلبة وتدريسيين للإنارة الطبيعية والاصطناعية مجتمعتين كما جاء في الاستبيان لكون الإضاءة الطبيعية لوحدها لا تكفي.

5- أظهرت النتائج إن درجة تجانس الإضاءة الطبيعية داخل القاعات غير مقبولة بمعنى أن هناك فرق كبير بين أعلى واقل قيمة للإضاءة وخاصة في القاعات الشرقية والسبب يعود إلى قلة مستويات الإضاءة التي تحصل عليها هذه الواجهة إضافة إلى عمق الفضاء البالغ تسعة أمتار والذي يصعب معه توفير اختراق ونشر للضوء الطبيعي في هكذا فضاء ... ومما يثبت أيضا وجود هذه المشكلة أن نسبة كبيرة من الطلبة أوردوا في الاستبيان معاناتهم من مشكلة عدم انتظام الإضاءة وذلك في معرض انطباعهم العام عن قاعات الدراسة.

6- أظهرت نتائج قياس مستويات الإضاءة الطبيعية والاصطناعية مجتمعتين في القاعة الشرقية أنها لازالت تحت عتبة المعيار القياسي سواء في الانقلاب الشتوي أو في الاعتدالين ، الاانها اقتربت من المعيار القياسي في القاعة الغربية شتاءا وتخطت هذا المعيار ربيعا . ومع أن درجة توزيع الإضاءة لكلا النوعين وفي القاعتين معا قد دخلت ضمن الحد المقبول لتجانس الإضاءة في القاعات الدراسية إلا أن الدراسة أشرت بعض المشاكل في هذا المجال ، حيث أن معدل مستوى الإضاءة في الجزء الوسطي من القاعة الشرقية اقل من معدل مستوى الإضاءة على جانبي القاعة بمقدار 30% تقريبا, كما أن معدل مستوى الإضاءة في الجزء الأمامي من القاعة والذي يحوي السبورة ومكان وقوف التدريسي اقل بأكثر من 20% من معدل مستوى الإضاءة في بقية القاعة مما يشير إلى ضعف في توزيع تراكيب الإنارة في هذا النوع من القاعات وبالتالي إهمال الدور التكاملي للإضاءة الاصطناعية كما وتوزيعا. كما اشر نفس القصور للدور التكاملي للإضاءة الاصطناعية في القاعات الغربية فقد أظهرت قياسات مستويات نوعي الإضاءة بان النصف الأول القريب من الباب اقل بأكثر من 30% من النصف الثاني القريب من الشباك شتاءا. وكان بالإمكان حل هذه المشكلة ببساطة بجعل تراكيب الإنارة السقفية القريبة والموازية للشبابيك تفتح وتطفئ بمعزل عن تلك القريبة والموازية لجدار الباب وخلق منظومة إضاءة متكاملة بين نوعي الإضاءة الطبيعية والاصطناعية.

7- أوضحت الدراسة كذلك من خلال الاستبيان عدم وضوح الرؤيا لدى كل من الطلبة والتدريسيين حول مشكلة الإبهار التي تحدث نتيجة نوعي الإضاءة الطبيعية والاصطناعية ربما بسبب أن مستويات الإضاءة أصلا ليست بالقدر الكافي داخل القاعات الدراسية لإظهار هذه المشكلة. كما أظهرت الدراسة أيضا أن شاغلي هذه القاعات لايعانون من مشكلة الانعكاسات التي تسببها كل من الإضاءة السقفية والطبيعية لنفس السبب السابق.

9- الاستنتاجات والتوصيات:

1- بينت هذه الدراسة مدى أهمية دراسات تقويم ما بعد الإشغال للأبنية التعليمية وخاصة تلك التي تتعلق بالخصائص الفيزياوية للبيئة الداخلية، كما أكدت أهمية معرفة المعماري بتلك الخصائص وتوظيفها في تصاميمه والتي إذا ما طبقت بصورة صحيحة ستؤدي إلى التحسن الواضح في البيئة الداخلية من جهة والترشيد في استهلاك الطاقة من جهة أخرى . وقد أوضحت هذه الدراسة التي تناولت الإضاءة الطبيعية في كلية هندسة الالكترونيات في جامعة الموصل إهمال هذا الجانب البيئي في تصاميم أبنية هذه الكلية الأربعة وذلك من خلال المقاييس الإدراكية والواقعية التي اعتمدت لهذه الدراسة .

2- ترى هذه الدراسة أن استغلال الواجهة الجنوبية لتوقيع القاعات الدراسية بدل الجزء الإداري الحالي إضافة إلى توجيه المبنى باجمعه بصورة بحيث تقابل الفضاءات التعليمية الواجهة الجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية وتقليل عمق القاعات وترتيب صفوف مقاعد الطلبة بشكل عمودي على اتجاه الشبابيك وبما يتيح لهم فرصة الحصول على الضوء الطبيعي من جهتهم اليسرى واستعمال بعض العناصر الخارجية البسيطة التي تسمح بعكس ونشر الضوء الطبيعي في عمق الفضاءات التعليمية كالرفوف الضوئية كان يمكن أن تحسن كثيرا في نوعية البيئة الداخلية لهذه الفضاءات.

3- مع أن مستوى الإضاءة الطبيعية لكلا النوعين من القاعات لم تصل إلى المعايير القياسية من خلال المؤشرات التي قيست بها ، إلا أن الدراسة توصلت إلى أن القاعات الغربية كانت أكثر كفاءة من القاعات الشرقية خلال الفصول الثلاثة من السنة الدراسية يعود ذلك إلى التوجيه ونسبة مساحة الشبابيك وقلة عمق الفضاء نسبة إلى طوله والذي يسمح بنشر اكبر للضوء الطبيعي داخل الفضاء.

4- يأمل الباحث من خلال إثارة هذه المشكلة البحثية أن يلتزم المعماريون في تصاميمهم بتطبيق الأسس والمعلومات المتعلقة بالإضاءة الطبيعية والتي تلقوها خلال دراستهم الجامعية والمشار إليها في هذه الدراسة والتي بمجموعها إذا ما أخذت بنظر الاعتبار تضمن الوصول إلى فضاءات داخلية مضاءة طبيعيا ليس للفعاليات التعليمية فحسب وإنما لجميع الفعاليات البنائية.

المصادر:

1. Fard, S. Abbaszadeh, **Post occupancy evaluation of indoor environmental quality in commercial buildings: Do green buildings have more satisfied occupants?** A master thesis in Architecture submitted to the University of California, Berkley, Spring 2006,pp1-6.
2. Axarli, Kleo & Tsikaloudaki, Katerina, **Enhancing visual comfort in classrooms through daylight utilization**, proceedings of CLIMA 2007 well being indoors.
3. Romm, Joseph & Browning, William **Greening The Building And The Bottom Line : Increasing Productivity Through Energy Efficient Design** (Snowmass, Colo,: Rocky Mountain Institute,1994.
4. Abraham, Loren E. **Sustainable Building Technical Manual**, Public Technology INC. & US Green Building Council 1996. P90.
5. Advanced Design Research Group, **Day lighting Research And Product Development**-White Paper (Anderson Windows,1993).
6. Ko, Dong-Hwan & Elnimeiri, M. & Clark, R.J. **Prediction Of Daylight Performance In Office Buildings Based On LEED 2.2 Daylight Requirements**, 25th Conference On Passive And Low Energy Architecture, Dublin , 22nd -24th October 2008.
7. Heschong Mahone Groupe, Day lighting in Schools : **An Investigation Into The Relationship Between Day lighting And Human Performance ,** Report submitted in the pacific gas and electric company on behalf of the California Broad for Energy Efficienncy, third party program 1999, pp66-70.
8. Boyce, Peter & Hunter, Claudia & Howlett, Owen. **The Benefits Of Daylight Through Windows**, Lighting research center , Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, Newyork 2003 . pp65.
9. سلاغو ر, جمال الدين يوسف. ابوسعدة , هشام جلال. جبر, مصطفى محمد. **دراسة استدلالية لتقييم مابعد الاشغال لاداء شوارع السكن في المدينة العربية الجديدة , حالة مدينة الجبيل الصناعية , المنطقة الشرقية , السعودية** . مجلة جامعة الملك عبد العزيز : العلوم الهندسية , م 13 ع2 , ص ص 19- 75 (2001).
10. Hygge, S & Löfberg, H.A. **Post Occupancy Evaluation Of Daylight In Buildings** . A Report of IEA SHC Task 21/ ECBS Annex29 , Dec. 1999. P37
11. Reinhart, C.F. & Petinelli, G. **Advanced Daylight Simulations Using Ecotect// Radiance// Daysim , Getting Started** , National Research Council Canada, version :11/22/2006.
12. Abd-Razeq, M. & Seddeq, H.S. **Day lighting Controls For Energy Savings In Office**, Al-Azhar University Engineering Journal, JAUES, vol. 2 no. 8, Apr. 2007.
13. Leder, Solang M. & Pereira, Fernando O. & Carlo, Anderson & Ramos, Marcela G. **Impact of Urban Design on Dalight Availability**, the 23rd conference on passive and low energy architecture , Geneva, Switzerland, 6-8 September 2006.
14. Reinhart, Christoph & Bourgeois, Denis & Dubrous, Francois & Laoudi, Aziz & Lopez, Phylroy & Stelescu, Octavian **Dalight 1-2-3 A State of The Art Daylighting /Energy Analysis Software For Initial Design Investigations** , proceedings: Building Simulation 2007. Pp 1669-1676.
15. Shalaby, Mohamed Adel Sami , **Evaluating lightscape's Accuracy For Predicting Day lighting Illuminance Copared To An Actual Space**. A Master thesis in interior design , University of Florida, 2002.
16. Antonio, Konstantinos & Meresi, Aikaterini , **The Use Of The Artificial Sky As A Means For Studying The Daylight Performance Of Classrooms** the 23rd conference on passive and low energy architecture , Geneva, Switzerland, 6-8 September 2006.

17. AlMohaisen A. & Khattab O. **Green Classroom : Day lighting – Conscious Design For Kuwait Autism Center** GBER vol.5 no. 3 pp11-19.
18. Khalil, Natasha & Husain, Nazim. **Post Occupancy Evaluation Towards Indoor Environment Improvement In Malaysia's Office Buildings,** journal of sustainable development vol. 2 no. 1 March 2009.
19. Theodoson , Judy. **Daylit Classrooms At 47N , 117W Insights From Occupation** , 26th conference on passive and low energy architecture, Quebec City ,Canada, 22-24 June 2009.
20. Abramson, Charles I. & Page, Melaine C. & Zolna, Mia & Howard, Waylon & Aquino, Italo S. & Nain, Shakuntala. **A Plereliminary Study Of Illumination Levels In University And Elementary Classrooms In Campina Grande, Brazil** . journal of social sciences 3(3) : 106-109 , 2007.
21. Egan, M. David, **Concepts In Architectural Lighting** , McGraw-Hill Book Company,1983. PP 123-124.
22. IEA 2000 **Daylight In Buildings: A Source Book On Daylight Systems And Componants** a report of IEA SAC Task 21/ ECBCS Annex29.
23. Atif, M.R. & Love, J. A. & Little Fair, p. **Daylighting Monitoring Protocols & Procedures For Buildings** National Research Council Canada NRCC – 41369, 1997 , p13.
24. Aghemo, C. & Pellegrino, A. **Indoor Day lighting : Assessment Of The Performances Of Different Window Options** proceedings of CLIMA 2000 Aug.- Sept. 1997, Brussels , Belgium.
25. http:// www. Learn.london met. ac./ packages ges / clear/ visual (opened in 23 Dec.2009).
26. Byrd, H. & Hildon, A. **Day lighting Appraisal At The Early Design Stages** Lighting Research & Technology vol. 11 no. 2 1979. Pp 99-101.
27. مديرية الشؤون الهندسية ، **مخططات كلية هندسة الالكترونيات** ، جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
28. د. محمد سليم ، يونس محمود، **تصميم شبابيك الإضاءة الطبيعية في الفضاءات المعمارية** ، المجلة العراقية للهندسة المعمارية ، السنة الخامسة ، الأعداد : 16، 17، 18، ص : 45- 59 ، بغداد ، آذار 2009.

تم اجراء البحث في كلية الهندسة = جامعة الموصل