بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الدراسات العليا

قسم هندسة العمارة والتخطيط

الدفعة الثالثة عشر

بحث تكميلي لنيل درجة الماجستير في العمارة والتخطيط (تخصص خدمات المباني) بعنوان:

الإضاءة في قاعات المحاضرات في المباني التعليمية

(دراسة حالة لبعض الجامعات بالخرطوم)

LIGHTING IN LECTURE HALLS IN EDUCATIONAL BUILDINGS (UNIVERSITIES)

(ACASE STUDY OF SOME IN KHARTOUM)

إعداد الباحث

هانم عبد الفتاح محمد عبد الله

إشـراف :

أ.د. سـعود صـادق حسـن

1444هـ /2022م

الاستهلال

قال تعالى:

﴿وَسَخَّرَ لَكُمُ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ دَائِبَيْنِ وَسَخَّرَ لَكُمُ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ﴾

سورة إبراهيم الآية (33)

صدق الله العظيم

الإهـــداء

إلى من جرع الكأس فارغاً ليسقيني قطرة حب

إلى من كلّت أنامله ليقدم لنا لحظة سعادة

إلى من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم

إلى القلب الكبير **(والدي العزيز)**

إلى من أرضعتني الحب والحنان

إلى رمز الحب وبلسم الشفاء

إلى القلب الناصع بالبياض **(والدتي الحبيبة)**

إلى القلوب الطاهرة الرقيقة والنفوس البريئة إلى رياحين حياتي **(إخوتي)**

الآن تفتح الأشرعة وترفع المرساة لتنطلق السفينة في عرض بحر واسع مظلم هو بحر الحياة وفي هذه الظلمة لا يضيء إلا قنديل الذكريات ذكريات الأخوة البعيدة إلى الذين أحببتهم وأحبوني **(أصدقائي)**

الشـكر والعـرفان

في مثل هذه اللحظات يتوقف اليراع ليفكر قبل أن يخط الحروف ليجمعها في كلمات... تتبعثر الأحرف وعبثاً أن يحاول تجميعها في سطور ...سطوراً كثيرة تمر في الخيال ولا يبقى لنا في نهاية المطاف إلا قليلاً من الذكريات وصور تجمعنا برفاق كانوا إلى جانبنا ... فواجب علينا شكرهم ووداعهم ونخص بجزيل الشكر والعرفان إلى كل من أشعل شمعة في دروب عملنا ... وإلى من وقف على المنابر وأعطى من حصيلة فكره لينير دربنا ... إلى الأساتذة الكرام في كلية العمارة والتخطيط البيئي ونتوجه بالشكر الجزيل إلى **البروفيسور/ سـعود صـادق حسـن** الذي تفضل بإشراف على هذا البحث فجزاه الله عنا كل خير فله منا كل التقدير والاحترام ... فكلمات الثناء لا توفيك حقك ... شكراً لك على عطائك ومجهودك الكبير من أجلي ... وأؤكد لك أنني سأكون عند حسن ظنك وأنك لن تشعر فيما بعد أن مجهوداتك قد ضاعت في المكان الخاطئ ... شكراً جزيلاً على ما قدمته لي من دعم

المستخلص

تم اختيار موضوع البحث لما أصبحت تلعبه دور الإضاءة في القاعات الدراسية والرسم في الجامعات من دور هادف ومؤثر لتنمية الأداء الفني والأكاديمي للطالب داخل المنظومة المجتمعية، وأيضاً لتسليط الضوء على هذا النوع من الإضاءة التي يفتقرها السودان من اجل مواكبة العالم الخارجي وتطوير مستوى الإضاءة في السودان، لذلك تم اختيار جامعة الخرطوم وجامعة المستقبل كحالة دراسية لما فيها من تنوع في طريقة تركيب الإضاءة.

على الرغم من أهمية هذا النوع من المباني التي تعتمد على مفهوم الراحة الضوئية إلا انه من القليل جدا وجود المصممين الملمين بمحددات التصميم الضوئي الناجح لذا كان لابد من التطرق للعوامل المؤثرة على التصميم الضوئي لقاعات الرسم والدراسة في الجامعات والتي تحقق منسوب ضوئي مناسب وخال من العيوب ويعتمد ذلك على مدى إلمام المصمم بمستوي الإضاءة داخل هذه الفراغات ومدى تأثير الأشكال التصميمية منذ بداية مرحلة التصميم.

يهدف البحث إلى تحقيق التوافق بين التصميم أو التشكيل الداخلي ومعدل الضوء المطلوب في قاعات الرسم والدراسة عن طريق دراسة ووضع محددات تصميمية لتحقيق منسوب ضوء مناسب وخالي من العيوب مثل (الإبهار)... داخل هذه القاعات، أيضا للتعرف على العوامل المؤثرة على التصميم الضوئي للقاعات (عوامل داخلية وخارجية). ومعرفة مدى أهمية تأثير شكل القاعة على البيئة الضوئية داخلها، ووضع حلول تصميمية لمشاكل أشكال القاعة المختلفة.

تتمثل منهجية البحث في الإطار النظري على المنهج التاريخي والوصفي من خلال جمع معلومات من المصادر والمراجع بشتى اللغات عن البيانات المتصلة بالموضوع، وذلك من خلال اختيار حالة واختبارها وتحليلها ودراسة النتائج وتحديد مردود كفاءة الأداء الضوئي للقاعات للتوصل لخلاصات في تطوير نظام الإضاءة الجيد والاستخدام الأمثل.

تشمل المنهجية المتبعة الخطوات والطرق والأساليب المستخدمة، ودراسة الجوانب النظرية وعمل تحاليل للأداء الضوئي ونوعية اللمبات المستخدمة للمساعدة على خلق بيئة مثالية للرسم والدراسة.

ومن النتائج التي توصل إليها البحث هي مدي الاهتمام بمجال التصميم الضوئي عالميا، ووجود أخصائيين في مجال الإضاءة. أهم الخلاصات للبحث هي إن درجة نصوع الضوء في مثل هذه القاعات، الشكل الداخلي ومكونات القاعة يؤثران على جودة الضوء داخلها ومن أهم التوصيات في هذا البحث للمصممين المعماريين هو تعزيز جانب التصميم الضوئي منذ مراحل التصميم الأولى واستخدام تقنيات مختلفة لمعرفة كمية الإضاءة داخل الفراغات واستخدام أشكال هندسية ويجب عمل التحليل ببرنامج دقيق يعمل على حساب كمية الإضاءة بدقة مثل برنامج الديلوكس لحساب كمية الإضاءة. .

Abstract

The topic of the research was chosen because the role of lighting in classrooms and drawing in universities has become a meaningful and influential role in the development of the artistic and academic performance of the student within the community system, and also to shed light on the level of lighting in Sudan and develop the level of lighting in Sudan like outside country , Therefore, we chose case studies University of Khartoum and the University of the Almustagabal because of the diversity in of level of lighting .

Despite the importance of this type of building that relies on the concept of light comfort, there are very few designers who are familiar with the determinants of successful light design, so it was necessary to address the factors affecting the light design of drawing and study halls in universities, which achieve an appropriate light level, free from defects, and depend on This depends on the extent of the designer's knowledge of the level of lighting within these spaces and the extent of the impact of the design shapes since the beginning of the design stage.

The research aims to achieve compatibility between the interior design or formation and the required light rate in the drawing and study halls by studying and setting design parameters to achieve an appropriate light level and free from defects such as (dazzling)... inside these halls, also to identify the factors affecting the light design of the halls (internal and external factors). And knowing the importance of the effect of the shape of the hall on the light environment inside it, and developing design solutions to the problems of the different shapes of the hall.

The research methodology is represented in the theoretical framework on the historical and descriptive approach by collecting information from sources and references in various languages on the data related to the subject, through selecting a case, testing it, analyzing it, studying the results, and determining the efficiency of the lighting performance of the halls to reach conclusions in the development of a good lighting system and its optimal use.

The methodology used includes the steps, methods, and methods used, studying the theoretical aspects and making analyzes of the light performance and the quality of the lamps used to help create an ideal environment for drawing and studying.

Among the findings of the research is the extent of interest in the field of lighting design globally, and the presence of specialists in the field of lighting. The most important conclusions of the research are that the degree of light luminance in such halls, the interior shape, and the components of the hall affect the quality of the light inside it. The analysis must be done with an accurate program that calculates the amount of lighting accurately, such as the DIALUX program to calculate lux calculation.

الفهـــرس

الرقـــــم	الموضـــوع	الصفحـة
	الاستهلال	I
	الإهـــــــداء	II
	الشـــــكر والعرفان	III
	مستخلص الدراسة – عربي	Iv
	مستخلص الدراسة – إنجليزي	V
	فهرس البحث	vI
	فهرس الأشكال	VIII
	فهرس الجداول	XI
	فهرس الصور	X
الفصـــل الأول : أساسيات الدراسة		
1-1	مقدمة البحث	2
2-1	مشكلة البحث	2
3-1	أهمية البحث	3
4-1	أهداف البحث	3
5-1	فرضيات البحث	3
6-1	منهجية البحث	3
7-1	حدود البحث	4
8-1	مصادر وأدوات جمع البحث	4
9-1	هيكل البحث	5
الفصـــل الثاني: الضـــوء		
1-2	مقدمة	7
2-2	الإضاءة	7
3-2	لمحة تاريخية	11
4-2	الإضاءة بالكهرباء	31
5-2	سويات الإضاءة	38
6-2	البيئة والتحكم في الإضاءة	39
7-2	الإضاءة الداخلية	40
8-2	الإضاءة الخارجي	41

الفصـــل الثالث **الإضاءة في قاعات الدراسة في الجامعات**		
3–1	المقدمة	44
3–2	إضاءة المباني التعليمية	44
3–3	تصمم البيئة الداخلية في المباني التعليمة	47
3–4	الاعتبارات البيئية	51
3–5	شدة الإضاءة علي الأسطح	57
الفصـــل الرابع: دراسة وتحليل النماذج		
4–1	مقدمة	63
4–2	منهجية دراسة الحالات الدراسية	63
4–3	معايير اختيار الزيارات	63
4–4	تحليل نماذج مباني جامعة الخرطوم	64
4–5	تحليل نماذج مباني جامعة المستقبل	66
الفصـــل الخامس **الاستنتاجات والتوصيات**		
5–1	مقدمة	79
5–2	الاستنتاجات	79
5–3	خلاصات خاصة بحالة الدراسة (جامعة الخرطوم)	79
5–4	خلاصات خاصة بحالة الدراسة (جامعة المستقبل)	79
5–5	النتائج	79
5–6	توصيات عامة	80
5–7	توصيـــات للبحوث والدراسات المستقبلية	80
	المصادر والمراجع	82
	الملاحق	

فهـــرس الأشـــكال

الرقـــم	الشـــكل	الصفحة
1-1	هيكل الدراسة	5
1-2	مثال على انكسار الضوء	8
2-2	انعكاس الضوء	8
3-2	Architect lamps	12
4-2	تَصنيف مَصادر اَلمصابيح اَلكهربائيةَ	13
5-2	مكونات اَلمصباح اَلمتوهج	14
6-2	مَصباح مَتوهج	14
7-2	شكل من أنواع مصابيح الهالوجين	15
8-2	مَصباح هَالوجين دَون اَلزجاج اَلمحميَ	16
9-2	صَورة مقَربة لَمصباح اَلهالوجينَ	16
10-2	مَصباح فَلوريسنت ذَات ضَغط مَنخفض	18
11-2	صَورة تَوضح الألوان اَلضوئية اَلمختلفة التي تصدرها مَعظم اَلمصابيح	19
12-2	مَصباح فَلورسنت ذَات ضَغط عالي	20
13-2	مَصباح اَلزئبق ذَو ضَغط عالي	22
14-2	صَورة لَمصباح اَلهاليد المعدني Metal halide lamp	23
15-2	مَصابيح اَلصوديوم ضَغط عَالي	24
16-2	مَنتجات عَديدة مَن اَشكال اَلمنابعَ الضوئية اَلصلبة LED	25
17-2	أَنواع لَلصمام اَلثنائي اَلباعث لَلضوء تَصل مَقاييس بَعضها إِلى 2 مَليمترَLED	25
18-2	اَلوهج مَن مَصدر ضَوء اَلسيارة فَي اَلنهار وَاَلليلَ	30
19-2	توزع الضوء بسويات واحدة	37
20-2	توزع الضوء ممثلاً على المنحنيات القطبية	38
1-3	إضاءة غرف التدريس	46
2-3	إضاءة قاعات المحاضرات	46
3-3	زاوية سقوط أشعة الشمس علي السطح الراسي	53
4-3	استخدام الإضاءة العلوية من خلال الأسقف	53
5-3	التشكيل في تفاصيل معالجة الواجهات الذي بمكن بواسطته التحكم في دخول الأشعة الضوئية	54

فهـرس الجداول

الرقـــم	الجـــدول	الصفحة
1–2	سوية الإضاءة مقدرة باللكس LX	39
1–3	مستويات الإضاءة في المباني التعليمية	45
2–3	شدة الإضاءة على الأسطح	57
1–4	يوضح بيانات قاعة خامسة معمار	65
2–4	يوضح بيانات قاعة خامسة معمار	67
3–4	بيانات قاعة رابعة معمار جامعة الخرطوم	68
4–4	تحليل القاعة بوضعها الحالي ووفقا للمواصفات القياسية	69
5–4	بيانات قاعة خامسة معمار جامعة المستقبل	70
6–4	تحليل القاعة بوضعها الحالي ووفقا للمواصفات القياسية	72
7–4	بيانات قاعة 121 جامعة المستقبل	73
8–4	تحليل القاعة بوضعها الحالي ووفقا للمواصفات القياسية	75
9–4	يوضح بيانات قاعة117 جامعة المستقبل	76
10–4	تحليل القاعة بوضعها الحالي ووفقا للمواصفات القياسية	77

فهـرس الصور

الرقـــم	الصورة	الصفحة
4–1	صورة تعريفية لجامعة الخرطوم	63
4–2	صورة تعريفية لجامعة المستقبل	64
4–3	الصور توضح جامعة الخرطوم كليه العمارة	64
4–4	الصور توضح كمية الإضاءة الطبيعية والاصطناعية الغير كافية في القاعة	65
4–5	3 شبابيك موزعة في القاعة.	67
4–6	الصور توضح الإضاءة الطبيعية والاصطناعية	67
4–7	كمية الإضاءة الطبيعية خلال الفتحات المظللة تظليل جزئي والإضاءة الاصطناعية	70
4–8	كمية الإضاءة الطبيعية والاصطناعية الداخلة للقاعة121	73
4–9	الصور توضح كمية الإضاءة الطبيعية والاصطناعية الداخلة للقاعة	75

الفصل الأول

أساسيات الدراسة

1.1 مقدمة البحث:

الحاجة إلى الضوء حاجة إنسانية. كالعمارة بدون ضوء تصبح عمارة جنائزية والعمارة بدون ضوء تصبح كأنها جسد بلا روح ولذلك فأن الضوء عامل حاسم في العمارة. تاريخياً اتسمت العمائر المميزة بمستويات إضاءة مناسبة وكانت طرق ووسائل جلب الضوء الطبيعي إلى داخل الأبنية تؤثر على شكل البناء وتطبعه بطابع خاص يرتبط بالإضاءة الكثير من الجوانب تمحورت حولها الدراسات والأطروحات والتي تتمثل في:

أ- جوانب وظيفية.

ب- جوانب فيزيائية.

ت- جوانب بايلوجية.

ث- جوانب جمالية.

ج- جوانب إقتصادية.

2.1 مشكلة البحث:

1. غياب الدور المؤثر للإضاءة في المنشآت المعاصرة.
2. آلية المعالجة لغياب الإضاءة مكلف ويستهلك قدر كبير من الطاقة.
3. تقليل الاستهلاك الكبير للطاقة باستخدام الإضاءة الطبيعية والصناعية
4. النواحي الصحية الضرورية لاختيار الإضاءة.
5. عدم اهتمام المصممين بمحددات التصميم الضوئي الناجح لقاعات المحاضرات والرسم حيث أنها تمثل أهم عناصر التصميم الأولى للقاعات للوصول إلى الأثر الضوئي الأمثل داخلها.

1.3 **أهمية البحث**:

تكمن أهمية البحث في الأتي:

1. توضيح أن الضوء أساس في جمال ووظيفة العمارة.
2. المساهمة في إيجاد فراغات وأشكال معمارية مميزة، تتناسب مع بيئتها وواقعها ومكانها وزمانها المحدد على الأرض دون أن تفقد هويتها وهوية البلد والناس الذين تبنى من أجلهم.

1.4 **أهداف البحث**:

1. التقليل من استهلاك الطاقة بحلول بسيطة.

2. التنبيه إلى الأهمية الصحية للإضاءة الطبيعية.
3. الأهمية الروحية للإضاءة الليلية.
4. تحقيق المعالجات المعمارية الداخلية المناسبة لتحقيق الكفاءة العملية للأهداف الوظيفية للفراغ الداخلي لقاعات الدراسة والتي تعتمد في الأساس على جودة الأداء الضوئي.
5. تصميم الفراغ المعماري بحيث يعطي نفس الأداء الوظيفي.

1.5 **فرضيات البحث**:

تكمن فرضيات البحث في الأتي:

1. تكامل الإضاءة الطبيعية مع الصناعية يقلل من استهلاك الطاقة.
2. الشكل والتصميم للقاعات يؤثر على توفير بيئة ضوئية جيده داخله.

1.6 **منهجية البحث**:

تتمثل منهجية البحث في الإطار النظري على المنهج التاريخي والوصفي من خلال جمع معلومات من المصادر والمراجع بشتى اللغات عن البيانات المتصلة بالموضوع، وذلك من خلال اختيار حالة

واختبارها وتحليلها ودراسة النتائج وتحديد مردود كفاءة الأداء الضوئي للقاعات للتوصل لخلاصات في تطوير نظام الإضاءة الجيد والاستخدام الأمثل.

تشمل المنهجية المتبعة الخطوات والطرق والأساليب المستخدمة، ودراسة الجوانب النظرية وعمل تحاليل للأداء الضوئي ونوعية اللمبات المستخدمة للمساعدة على خلق بيئة مثالية للرسم والدراسة.

1ـ7 **حدود البحث**:

1. الحدود المكانية: (ولاية الخرطوم).
2. الحدود الزمانية: تمت الدراسة خلال (فبراير_يوليو 2021).
3. الحدود الموضوعية (الإضاءة في قاعات الدراسية الجامعات).
4. الحدود البشرية (الطالب).

1ـ8 **مصادر وأدوات جمع البحث**:

يعتمد البحث على نوعين من البيانات وهي:

1. بيانات أولية تجمع بواسطة الزيارات الميدانية لقاعات الدراسة.
2. بيانات ثانوية تجمع من المراجع والكتب والانترنت.

1ـ9 **هيكل البحث**:

يعرض الفصل الأول: المقدمة، أهداف البحث، أهمية ومشكلة البحث وغيرها من أساسيات البحث.

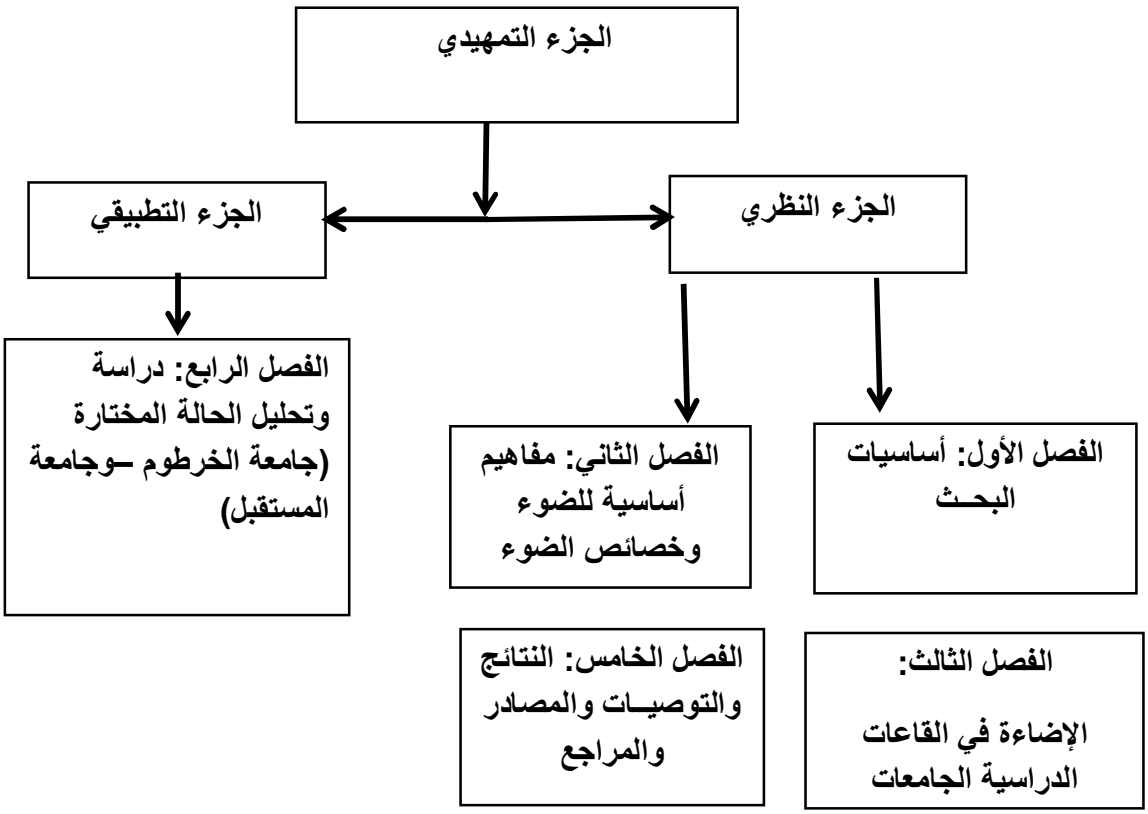
يليه الفصل الثاني: والذي يتناول بعض المفاهيم الأساسية للضوء والخصائص والصفات الضوئية، وأيضا التصنيف الضوئي لقاعات الدراسة.

يليه الفصل الثالث: يتمثل في الإطار النظري الذي يتناول تطور الإضاءة وعناصرها عبر التاريخ ودراسة خلفية تاريخية للإضاءة للقاعات الدراسية، أيضاً يتناول العلاقة التبادلية بين التشكيل المعماري

وتكوين البيئة الضوئية بالفراغات المعمارية المغلقة وهذا بهدف تحديد نسب الفراغات القياسية وأيضا درجة ميل وشكل الأسطح الداخلية للفراغات بهدف تفسير الظواهر الضوئية بصورة ناجحة، وكيفية التحكم في التوزيع الأمثل للضوء داخل القاعة.

الفصل الرابع: فيفصل حالة الدراسة المختارة _دراسة قاعات الرسم بجامعه الخرطوم وجامعه المستقبل _ ويتم فيه دراستها وتحليلها ضوئيا لينتهي بمجموعة من الخلاصات الخاصة بحالة الدراسة. وأيضاً المصادر.

أما الفصل الخامس فيشمل الخلاصات والتوصيات العامة لتصميم قاعات الرسم والدراسة ضوئيا والمراجع والملاحق التي تم الاستعانة بها.



- **الشكل (1–1) يوضح هيكلة البحث**
- **المصدر: الباحث 2022**

الفصـــل الثاني

الإضاءة

1.2 مقدمة:

الإضاءة lighting هي إسقاط ضوء على سطوح الأشياء يمكّن من رؤيتها بالعين المجردة أو من تبيّن شكلها وتسجيل وجودها بوسائل أخرى تتحسس بالضوء. والضوء المرئي إشعاع طاقة حرارية على شكل موجات كهرومغناطيسية، تنتشر في الفراغ بسرعة ثابتة قدرها 3×10 8م/ثا وبتواتر محدد بين 7.5×10 14 و4×10 14 هرتز أي إن أطوال تلك الموجات تتراوح بين 750 نانو متر (الضوء الأحمر) و400 نانومتر (الضوء البنفسجي) في مجال الطيف الكهرومغناطيسي الذي يتألف من الألوان: البنفسجي فالأزرق فالنيلي فالأخضر فالأصفر فالبرتقالي فالأحمر.أما الإشعاعات الضوئية التي لا تحس بها العين فهي خارج الطيف المرئي، وقد تكون موجاتها أقصر كالأشعة فوق البنفسجية، أو أطول كالأشعة تحت الحمراء، ولا يمكن كشف هذه الإشعاعات إلا بوسائل خاصة كأجهزة التصوير وغيرها.

2-2 الإضاءة:

1.2.2 تعريف الإضاءة:

يعرف الضوء في اللغة أنه مصدر ثلاثي مشتق من الفعل الثلاثي ضاء، وكلمة الضوء ترادف كلمة النور، ولكن الأولى أسطع، فنقول ضوء الشمس لأن الشمس هي التي تضيء وهي المصدر، بينما نقول نور القمر؛ لأن القمر ج سم معتم يستمد نوره من الشمس فيضيء.

اصطلاحا الضوء هو عبارة عن طاقة لها إشعاع كبير أو ما يسمّى بالإشعاع الكهرومغناطيسي ويتراوح طول الموجة الضوئية بين الأربعمائة نانوميتر والسبعمائة نانوميتر، ويتوسّط الضوء بين الأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية، ويتّم رؤية الضوء بواسطة عين الإنسان، حيث لا يمكن أن يرى الإنسان أي شيء دون وجود ضوء يسمح بذلك، فالإنسان لا يمكنه أن يستغني عن الضوء في حياته بأمي شكل من الأشكال. الإنسان الطبيعي يمكنه رؤية الأشعة تحت الحمراء والتي يكون طول موجتها

ما يعادل 1050نانوميتر، أمّا الإنسان في مرحلة الطفولة كالشباب يمكنه من رؤية الأشعة التي تكون طول الموجة لها ما بين 310 – 313 نانو ميتر. سرعة الضوء لا تهم إلا في الفراغ، حيث إنها تقدر بنحو / 299.792.458 م/ث.

2.2.2 خصائص الضوء:

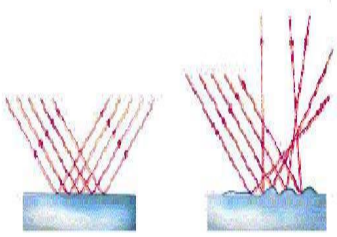
هناك مجموعة من الخصائص التي يتميز بها الضوء وهي:

خاصية انكسار الضوء: وهو تغير اتجاه مسار الموجة عندما تنتقل من وسط مادي إلى وسط مادي آخر، فتنكسر الموجة. كما موضح في الشكل:

شكل (2–1) مثال على انكسار الضوء

المصدر: (الموسوعة الحرة، 2006م)

خاصية انعكاس الضوء وتشتته: عندما يقوم الضوء بالاصطدام بالجسم، يقوم الجسم بحفظ الطاقة ويعيد بعثها في جميع الاتجاهات، وتسمى هذه الظاهرة بالانعكاس. كما في الشكل:



- **شكل (2–2) انعكاس الضوء**
- **المصدر: (الموسوعة الحرة، 2006م)**

خاصية التداخل: كل موجة ضوئية لها قمة وقاع، وعندما تلتقيان معاً، تتداخلان معاً في موجة واحدة.

خاصية الانتشار والحيود: وتعد هذه الخاصية من أكثر الخواص التي يتسم بها الضوء، وأكثرها وضوحاً للعين، فإن الضوء يتصرف بطبيعة موجية، فهو يمر من خلال فتحة صغيرة وضيقة ويقوم بالانتشار من الجهة الأخرى كباقي الموجات.

خاصية الاستقطاب: وذلك بوضع بلورتين شفافتين بحالة التوازي، ووضع واحدة منهما بزواية مقدارها 90درجة، وبذلك فإن الضوء سيمر من خلال هاتين البلورتين، وتسمى هذه الخاصية بالاستقطاب.

الخاصية الكيميائية وآثارها: يتميّز الضوء بوجود مجموعة من الآثار الكيميائية الخاصّة به، وتظهر هذه الآثار على العديد من الأسطح التي يتّم إسقاط الضوء عليها، ويتميز بقدرته على إحداث تغييرات كيميائية لبعض الأسطح التي يسقط عليها الضوء، والتي تعمل على امتصاصها.

خاصية الظاهرة الكهروضوئية: وتحدث هذه الظاهرة عند إسقاط الإشعاع الكهرومغناطيسي على سطح أي معدن، فينتج عن هذه العملية تحرير إلكترونيات عن سطح المعدن.

3.2.2 مصادر الضوء:

تنقسم مصادر الضوء إلى نوعين هما:

4.2.2 مصادر الضوء الطبيعية:

هي التي تأتي من مصادر ضوء طبيعية، وهي الإضاءة الأكثر ملاءمة فيزيولوجياً للإنسان، غير أنها تتبدل وتختلف باختلاف الوقت والفصل والموقع والبعد عن خط الاستواء، وحالة الطقس، وغير ذلك، وتراوح درجة الإضاءة الطبيعية الواقعة على السطوح الأفقية في الأماكن المكشوفة عادة بين «0.0005» لُكُس في الليلة المظلمة (غير القمراء)، و«0.3» لُكس في الليلة القمراء التامة البدر،

و«100000» لُكس تقريباً تحت أشعة الشمس المباشرة (انظر تعريف اللُكس فيما بعد). ويتم تقويم الإضاءة الطبيعية داخل المباني بحسب مُعامل الإضاءة الطبيعية، وهو النسبة بين الإضاءة الساقطة على مساحة من الداخل والإضاءة الخارجية على مساحة تساويها نتيجة لتناثر الضوء الصادر عن القبة السماوية. ومعامل الإضاءة الطبيعية هذا مرهون بحجم المنبع الضوئي ووضعه وشدة الضوء الصادر عنه والمواد الحاجبة له وقدرة السطوح الداخلية على عكس الضوء، ويعتمد معظم الدول معدلات محددة لمعامل الإضاءة الطبيعية طبقاً لقيمة البناء والغاية منه، وقد تراوح بين 0.25% و10% في أماكن الإنتاج المغلقة. وتكون النوافذ الجانبية أو المناور العلوية أو كلها هي منافذ الإضاءة الطبيعية في المباني. فإذا أحسن تخطيط الأبنية والشقق السكنية في المدن ووجهت التوجيه الصحيح وطليت جدران الغرف بالبياض أو الألوان الزاهية (الفاتحة) وجعلت النوافذ متسعة مزدوجة الأطر أمكن التوصل إلى إضاءة طبيعية داخلية مقبولة. ولوقاية الغرف من دخول أشعة الشمس المباشرة أكثر من المطلوب تزود الأبنية عادة بطنف واقية، وتركب على النوافذ والمناور أخصاصٌ وشبابيك وستائر تخفف من شدة الضوء.

5.2.2 **مصادر الضوء الاصطناعية**:

تعرف مصادر الضوء الاصطناعية بأنها مصادر الإنارة التي أوجدها الإنسان بديلاً لمصادر الضوء الطبيعية التي تأفل في كثير من الأوقات. لا تستطيع الإضاءة الطبيعية توفير جميع الشروط الضرورية لممارسة الإنسان نشاطاته في جميع الأوقات، كذلك قد تفرض بعض المسوغات الاقتصادية والتقنية إقامة مبان لا تدخلها الإضاءة الطبيعية لضرورات شتى كالمحافظة على درجة حرارة أو درجة رطوبة ثابتتين أو الإبقاء على المكان المغلق نظيفاً أو تطبيق نظام ضوئي خاص به أو غير ذلك.

3.2 لمحة تاريخية:

برزت حاجة الإنسان منذ عصور ما قبل التاريخ إلى سد نقص الإضاءة الطبيعية بالإضاءة الصناعية فاستغل النيران والمشاعل والشموع والسرج والمصابيح وغيرها، وكانت الغاية من استخدام الأضواء الصناعية منذ البداية توفير إمكان الرؤية في الظلام من جهة، وتحقيق المؤثرات البصرية طبقاً لحاجة الإنسان من جهة أخرى. ولقد تطورت تقنيات الإضاءة مع تطور قدرة الإنسان على التحكم في النيران، وتوصله إلى مصادر للضوء ذات فعالية ومردود كبيرين، وإلى إيجاده الوسائل المناسبة للتحكم فيها، فوضع الشمعة على شمعدان ليزيد في ضيائها ويضفي جمالاً على نورها بتزييناته الزجاجية الموشورية، وركب للسراج أو المصباح الزيتي عدداً من العاكسات تساعد على تركيز الضوء، واستعمل فيه فتيلاً من القطن قابلاً للضبط، وجعل للمصباح منافذ تسمح بمرور تيار من الهواء يوفر له أكثر كمية من الأكسجين اللازم للاحتراق كما في مصباح أرغاند Argand سنة 1784م، وركب له زجاجة أسطوانية (بلّورة) مكوّرة الوسط تزيد من تركيز الإضاءة، وبعد اكتشاف النفط استبدل بالزيت الكيروسين (زيت الكاز) وزيت البارافلين لتحسين نوعية الاحتراق، وأدى ذلك كله إلى الحصول على مصابيح سهلة الصنع قليلة التكلفة وأمينة يمكن الاعتماد عليها، فبطل استخدام الشموع وإن ظلت للزينة. شهدت بداية القرن التاسع عشر تطوراً كبيراً في تقنيات الإضاءة الصناعية عندما استخدم الغاز الطبيعي في الولايات المتحدة وكندا ثم الغاز المستخرج من الفحم الذي استعمله وليم مردوك الاسكتلندي William Murdock حين كلف إضاءة أحد شوارع لندن سنة 1820، ثم غاز الأسيتلين، ورافق ذلك صنع أجهزة خاصة لحرق هذه الغازات والإفادة من ضوئها توجت جمعيها باختراق «قميص ويلزباخ Welsbach montle «سنة 1880 الذي يتألف من شبكة دقيقة أسطوانية أو كروية من القطن المحبوك thorium والسيزيوم cesium ، وعندما يستعمل هذا القميص في جهاز الإضاءة (اللوكس) تحترق المواد التي عولجت بها ويبقى القميص هشاً سريع

التلف، غير أنه يعطي ضوءاً شديد البياض مائلاً قليلاً إلى الخضرة بسبب أملاح الثوريوم، ويزداد توهجه بازدياد ضغط الغاز عند المدخل. ومع كثرة سيئات وسائل الإضاءة الآنفة الذكر فقد ظلت جميعها أو بعضها يستخدم حتى اليوم في مختلف أرجاء العالم لسبب أو لآخر، غير أن اكتشاف الكهرباء في أواسط القرن التاسع عشر أحدث ثورة عالمية في تقنيات الإضاءة كان لها أطيب الأثر في تبدل معيشة الإنسان.

شكل (2-3) المصدر: (الموسوعة الحرة، 2006م)

2ـ 3ـ1 أهمية الإضاءة:

وتتلخص أهمية الإضاءة الطبيعية والصناعية فيما يلي:

وظيفة بصرية :كما وضح سابقا أن عين الإنسان هي من أعظم الأنظمة البصرية على وجه الإطلاق ومن غير الضوء فإن حاسة البصر تكون غير فعالة.

الفوائد الوظيفية : تحسن من أداء الإنسان في الفراغ.

أهمية نفسية حسية: إن الإضاءة بشكل عام تخلق توازن نفسي والشعور بالأمان داخل الفراغات المعمارية المختلفة وبالأخص الإضاءة الطبيعية لأنها تتأقلم مع العين البشرية.

أهمية بيئية وصحية :من المتعارف عليه بأن أشعة الشمس (ضوء النهار) تعمل على تطهير بيئي طبيعي لهواء تلك الفراغات سواء كانت فراغات معيشة أو غرف نوم ..الخ.

منع حالات الإرهاق البصري وإخطار الحوادث بسبب سوء الإنارة.

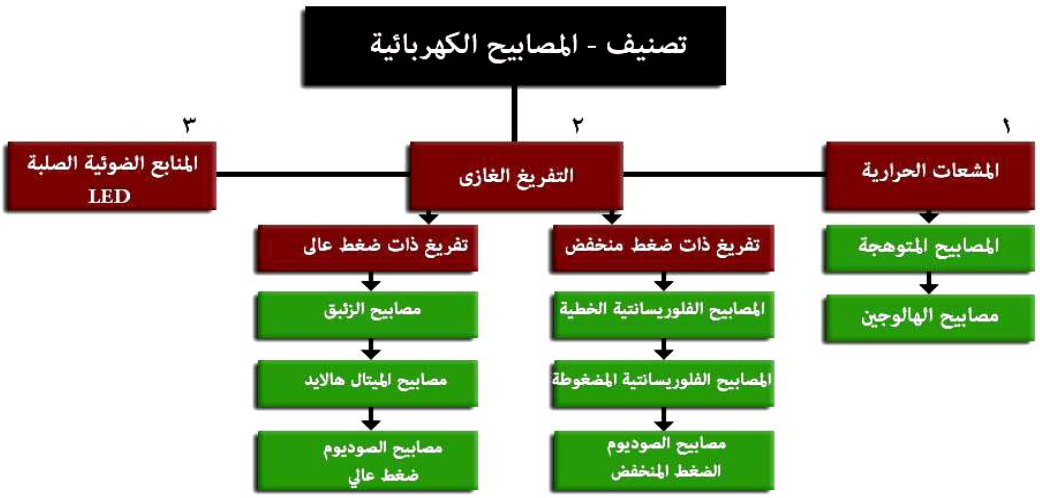
تقليل الطاقة المستهلة والحد من التلوث الضوئي.

الفوائد الاقتصادية:

الفوائد الجمالية: فهي تؤدى إلى الراحة النفسية فلا أحد يسعد بالظلام بل إن الضوء وبالأخص الضوء الجيد والمعقول يوحى بالفرحة والابتهاج.

2.3.2 آلمصابيح وَالمنابع آلضوئية L َamps & Light Sources:

المصباح الكهربي، آياً كان نوعه، ليس الأداة لتحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة ضوئية وذلك عن طريق مرور تيار كهربي عبر وسط قد يكون صلبا(المصباح المتوهج أو سائلا (مصباح قوس الكربون) أو غازياً (مصباح التفريغ الغازي) وتوجد أصناف عديدة من المصابيح الكهربية يختلف كل صنف عن الأخر من حيث التصميم والأداء والصنع على حسب الغرض من استخدام المصباح، فهناك مصابيح للإنارة وهنالك مصابيح لأغراض طبية مثل(مصابيح الشمس ومصابيح قاتلة للجراثيم) ومصابيح لأغراض الإشارة ومصابيح لأغراض التصوير والسينما (مصابيح الزينون) ويمكن سرد أنواع المصابيح التي تهمنا لغرض الإنارة كمصدر الإضاءة الاصطناعية ويمكن تصنيفها كالأتي:



شكل (2-4): تَصنيف مَصادر اَلمصابيح اَلكهربائيةَ

المصدر:(طبال 2012م)

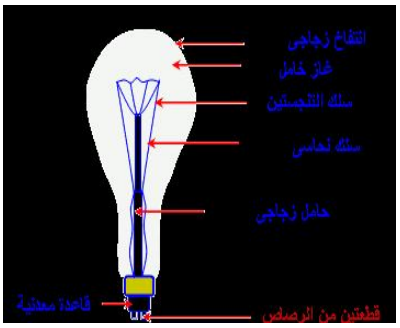
أولاً: المشعات الحرارية:

المصابيح المتوهجة Incandescent Lamps:

المصباح المتوهج هو مصباح كهربائي مشع حراري، حيث يبدأ سلك الفتيل سلك معدني من التنجستن بالتوهج عندما يسخن إلى درجة حرارة عالية وكافية وذلك من خلال مرور تيار كهربائي فيه، ولمنع تأكسد الفتيل واحتراقه يتم تفريغ الجزء الداخلي من الحوجلة الزجاجية من الهواء أو تملأ بغاز خامل.

وهو باختصار مصباح كهربائي يصدر ضوء ساطع ينتج عن توهج "فتيل التنجستن" (المصابيح القديمة حيث قل استخدامها بسبب استهلاكها للكهرباء ويصدر حرارة حيث انه يستخدم فقط 2% من الطاقة الكهربائية لتوليد الضوء والباقي يذهب كحرارة) وبسبب قلة الكفاءة الكهربائية وجد بدائل للمصباح المتوهج من أنواع الإنارة الأخرى. كما يوضح الشكل:

شكل (2-5): مكونات المصباح المتوهج.



شكل (2-6): مَصباح مَتوهج

المصدر: (ويكيبيديا، 2012م) المصدر: (أكاديمية طَه حَسين، 2009م)

مميزات ومساوئ المصابيح المتوهجة:

تتميز المصابيح المتوهجة بما يلي:

1. الضوء الناتج يكون دافئا بالمقارنة مع ضوء النهار.
2. الطيف اللوني مستمر لهذه المصابيح.
3. يعطي أداءاً لونيا جيداً.
4. تعتبر هذه المصابيح نقاطا ضوئية ذات سطوع عالي مما يمكن السطوح المشعة المنارة بواسطتها أن يصدر عنها تأثيرات تلألؤيه.

5. يمكن التحكم بالضوء بسهولة بواسطة أدوات بصرية، وبالتالي يمكن استخدامها من خلال الحزم الضيقة في الإنارة التشكيلية أو الوظيفية، ومن خلال الحزم العريضة في الإنارة العامة.
6. يمكن إعتامها بسهولة.
7. لا تحتاج إلى متممات تشغيل إضافية.

وبالرغم مَن هَذه اَلمزايا إَلا أَن لَلمصابيح اَلمتوهجة لَها اَلمساوئ التالية:

المردود الضوئي المنخفض (10–15 لومن/وات).

العمر القصير نسبياً (1000– 2000 ساعة) ويتعلق عمر المصباح بشكل كبير بتوتر التشغيل.

مصابيح الهالوجين Halogen lamps:

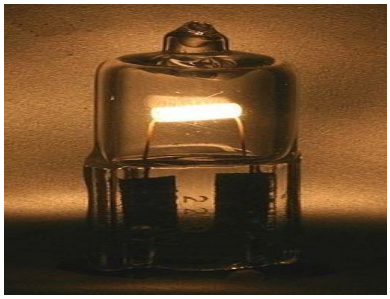
إن تزايد نسبة تبخر فتيلة التنغستين في المصابيح المتوهجة والذي يرافق الزيادة في درجة الحرارة يقود إلى أداء أقل كفاءة بسبب اسوداد الحوجلة الزجاجية المحيطة، إلى أن تحترق الفتيلة في النهاية، وللحد من ذلك فإن إحدى الطرق الفنية لمنع اسوداد الزجاج هو إضافة الهالوجينات إلى المزيج الغازي ضمن المصباح، حيث يتحد **اَلتنجستين** المتبخر مع الهالوجين .

ويعرف أيضا مصباح اَلهالوجين بالمصباح الكوارتز وهو نوع من المصابيح اَلمتوهجة التي تم إجراء بعض التعديلات عليه حيث يحتوي على غاز الهالوجين مثل اليود أو البروم، حيث تتحد أيونات التنجستن الموجودة في الفتيلة بجزيئات الغاز في الحيز البارد من المصباح ويتحد ثانية بالفتيلة، ويكون الضوء الناتج ناصع البياض وساطعا، لكنه يولد حرارة تؤدي إلى صهر المصباح الزجاجي العادي لذا يستخدم الكوارتز المنصهر الذي له درجة انصهار عالية.

شكل (2–7): شكل من أنواع مصابيح الهالوجين

المصدر: (طبال، 2012م)

تتوفر مصابيح الهالوجين بأشكال متنوعة، وهي مناسبة للعمل على توترات مختلفة (220/24/12 فولت). كما هو موضح في الأشكال:



شكل (2-8): مَصباح هَالوجين دَون اَلزجاج اَلمحميَ

شكل (2-9): صَورة مَقربة لَمصباح اَلهالوجينَ

المصدر: (ويكيبيديا،2010 م)

المصدر:) ويكيبيديا،2010 م)

ويمكن تَلخيص مَزايا مَصابيح اَلهالوجين بَما يَلي:

1. تعطي مصابيح الهالوجين ضوء اصفر دافئ (warm white).
2. له خصائص أداء لونية عالية جدا اعلي من جميع المصابيح الأخرى لها قدرة على إظهار الألوان على طبيعتها مثل الشمس (color rendering).
3. تعتبر الفعالية الضوئية له أعلى بكثير من فعالية المصابيح المتوهجة التقليدية وخاصة في مجال التوتر المنخفض.
4. يعتبر عمر مصابيح الهالوجين أطول من عمر المصابيح المتوهجة التقليدية.
5. يمكن إعتامها بسهولة من 0-100% dimming.
6. المردود الضوئي (14-25 لومن/وات) حسب نوع المصباح.
7. سعرها رخيص بشكل عام مقارنة مع المصابيح الأخرى.

8. تعتبر من المنابع النقطية point source وهي ممتازة لإظهار البريق مثل بريق المجوهرات والمعادن ويستطيع ضوئه خلق تأثيرات تلألؤيه ساحرة .

9. جهاز الإنارة لهذه المصابيح هو أصغر أجهزة الإنارة.

وتستخدم مَصابيح اَلهالوجين فَي اَلتطبيقات اَلتالية (Halogen Lamp):

إنارة تنسيق المواقع، إنارة المعارض والمحلات، إنارة الصور واللوحات الفنية، إنارة المجسمات الفنية، الإنارة المنزلية، الإنارة الغاطسة تحت الماء .

ثانياً: مصابيح الغازي (Lamps Discharge):

بخلاف المصابيح المتوهجة، فإن الضوء الصادر عن مصابيح التفريغ لا ينتج عن تسخين فتيلة، بل بواسطة تهييج غازات أو أبخرة معادن من خلال تطبيق توتر بين قطبين موضوعين ضمن أنبوب تفريغ مملوء بغازات خاملة أو أبخرة معادن، ومن خلال التوتر ينشأ تيار بين القطبين فتتصادم الالكترونات ضمن أنبوب التفريغ مع ذرات الغاز المثارة لكي تطلق الضوء عندما تكون الالكترونات متنقلة بسرعة عالية إلى حد كاف .

وتنقسم مصابيح التفريغ إلى نوعين هما:

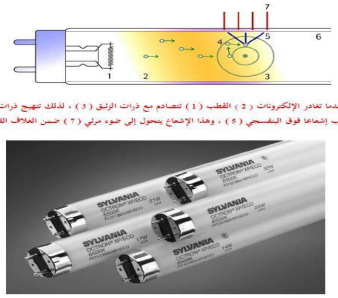
1. مصابيح التفريغ ضغط منخفض.
2. مصابيح التفريغ مضغوطة ضغط عالي .

مصابيح ذات ضغط منخفض (low- pressure discharge lamps):

وتحتوي هذه المصابيح على غاز خامل أو مزيج من غازات خاملة وبخار معدن عند ضغط أقل بكثير من (1) بار ويعتمد مردودها الضوئي على حجم المصباح، وللوصول إلى طاقة ضوئية ملائمة فإن المصباح يجب أن يكون له أنبوب تفريغ كبير.

المصابيح الفلوريسانتية الخطية Lamps Linear Fluorescent:

هي مصابيح تفريغ ضغط منخفض باستخدام بخار الزئبق، ولها أنبوب تفريغ ممتد، مع قطب في كل طرف. ويتضمن الغاز المستخدم لملئ الأنبوب غازاً خاملاً مع كمية صغيرة من الزئبق، وعندما يتهيج البخار ينتج إشعاعاً فوق البنفسجية، يغطي السطح الداخلي لأنبوب التفريغ بمادة فلورية التي تحول الإشعاع فوق البنفسجي إلى ضوء مرئي، ويشتعل المصباح عند تطبيق التوتر، وبعكس المصابيح المتوهجة فإن هذا الضوء يشع من مساحة سطح أكبر، والضوء الغالب هو من النوع المنتشر مما يجعل هذا النوع من المصابيح أكثر ملائمة للإنارة المتجانسة أو المنتظمة في المساحات الواسعة وليس للإنارة التشكيلية، ولذلك لا يمكن الحصول على التأثيرات التلألؤية على السطوح البراقة، بالإضافة إلى صعوبة التأكيد على العناصر الفراغية. أنظر الشكل:



شكل (2-10) مَصباح فَلوريسنت ذَات ضَغط مَنخفض.

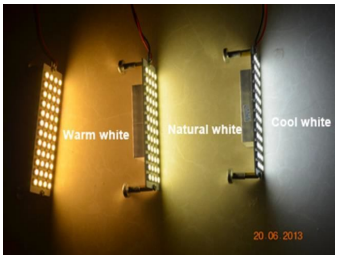
المصدر:(طبال، 2012م)

وتتميز المصابيح الفلوريسانتية الخطية بما يلي:

1. مردود ضوئي عالي (75-90) لومن /وات.
2. لها عمر مصباح طويل (2000 ساعة)في بعض أنواه هذه المصابيح.
3. تحتاج إلى بادئ تشغيل.
4. تقلع فوراً وتصل إلى الضوء الأعظم خلال فترة قصيرة من الزمن.
5. يمكن إعادة إشعاعها مباشرة بعد فصل التيار.
6. يمكن إعتامها.

تتوفر ضَمن مَجال وَاسع مَن اَلألوان اَلضوئيةَ منها بَشكل رَئيسي:

1. الأبيض الدافئ
2. الأبيض الطبيعي
3. أبيض ضوء النهار. كما هو موضح في الشكل:



شَكل (2-11) صَورة تَوضح الألوان اَلضوئية اَلمختلفة التي تصدرها مَعظم اَلمصابيح

(The spruce website, 2004)

المصدر:(طبال، 2012م)

من مَساوئ اَلمصابيح اَلفلورسنتَ:

1. لا تصلح لإظهار بريق أو لمعان المجوهرات والأجسام المعدنية.
2. لا يمكن استخدامها لإنارة مركزة.
3. غير مثالية لإظهار الألوان الدافئة مثل اللون الأحمر وللإظهار أنواع الطعام التي لها اللون الدافئ مثل اللحم.
4. حجم أجهزتها كبير مما يجعلها غير مثالية بكل الفراغات.

تستخدم مَصابيح اَلفلورسنت فَي تَطبيقات كَثيرة مَنها عَلى سَبيل اَلمثال لَا اَلحصر:

إنارة المكاتب، إنارة مواقف السيارات الداخلية، إنارة الممرات، إنارة المصانع، إنارة المخازن الكبيرة مثل محلات السوبر ماركت، إنارة الورشات، إنارة ملاعب الرياضة الداخلية، إنارة الصالات والغرف التي يقل ارتفاعها عن 2 أمتار وغيره الكثير من التطبيقات المختلفة.

المصابيح الفلوريسانتية المضغوط Compact fluorescent lamps:

هي مصابيح موفرة نوعا ما للطاقة عن الأنواع السابقة، بشكل أساسي فإن للمصابيح الفلوريسانتية المضغوطة نفس خصائص المصابيح الفلوريسانتية التقليدية، إلا أنها تمتاز بصغر حجمها مما يوفر حجمها مجالات تطبيق جديدة وواسعة، وخاصة في مجال استخدامها في أجهزة الإنارة ذات العواكس المدمجة مثل وهذا يعني أن ضوءاً مركزاً يمكن اعطاؤه لإبراز العناصر المنارة، (Downright) أجهزة الإنارة باتجاه الأسفل من خلال خلق الظلال. أنظر الشكل:

شكل (2-12) مَصباح فَلورسنت ذَات ضَغط عَاليَ

المصدر: (طبال، 2012م)

ومن الملاحظ أنه قد يكون مصباح الفلورسنت المدمج ذو أنبوب واحد منحنى أو أنبوبين أو ثلاثة أنابيب على أشكال مختلفة.

وتتميز المصابيح الفلوريسانتية المضغوطة بما يلي:

1. تمتاز بصغر حجمها بالمقارنة مع المصابيح الفلورسنت الطويلة.
2. يمكن اعتام بعض أنواعها التي يمكن تشغيلها على متممات تشغيل الكترونية.
3. مردود ضوئي عالي (60-85) لومن /وات.
4. لها عمر مصباح طويل (8000-13000) ساعة.
5. قدرة جيدة على تمييز الألوان تصل إلى نسبة 28% إظهار الألوان على طبيعتها.

مصابيح اَلتفريغ /مصابيح اَلصوديوم ذَات اَلضغط اَلمنخفض low- pressure sodium lamps:

تتشابه مصابيح الصوديوم ذات الضغط المنخفض مع مصابيح الفلوريسنت من حيث طريقة التصنيع وكيفية التشغيل، وفي هذه الحالة فإن بَخار اَلصوديوم يثار بدلا من بَخار **اَلزئبق**، وتحتاج مصابيح الصوديوم ضغط منخفض إلى توتر عالي، وزمن طويل نسبيا للوصول إلى فعاليتها العظمى، ولكي يضمن حرارة تشغيل عالية بشكل كاف، فإن أنبوب التفريغ يكون عادة في غلاف زجاجي مستقل مصمم عادة لعكس الأشعة تحت الحمراء، وتنتج مصابيح الصوديوم ضغط منخفض الضوء مباشرة دون الحاجة إلى طبقة من مادة مضيئة، بخلاف مصابيح الفلوريسنت التي يتحول فيها الإشعاع فوق البنفسجي إلى ضوء بمساعدة طبقة المواد الفلورية على السطح الداخلي لأنبوب التفريغ .

وتتميز مَصابيح اَلصوديوم ضَغط مَنخفض بَما يَلي:

1. الفعالية الضوئية العالية جدا لمصابيح الصوديوم ضغط منخفض.
2. تمتاز بعمرها الطويل جدا، ولذلك تعتبر من المنابع الضوئية الأكثر فعالية اقتصادياً.
3. ولكن السيئة الواضحة لمصابيح الصوديوم ضغط منخفض بالرغم من المزايا العديدة التي تتمتع بها هي خصائص أدائها اللوني الفقيرة جداً.
4. الأداء اللوني في الإحساس الاعتيادي غير موجود، وكل ما يمكن إدراكه هو الأصفر المشبع بظلال مختلفة من اللون الصافي إلى الأسود يتم استخدام هذه المصابيح في الإنارة الخارجية إنارة الشوارع –الإنارة التزينية – الإنارة الأمنية ونظراً لانخفاض أدائها اللوني فقد تم استخدام مصابيح الصوديوم ضغط عالي بدلا منها وعلى نطاق واسع في معظم حالات إنارة الشوارع والإنارة التزينية.

مصابيح اَلتفريغ اَلغازى ذَات اَلضغط العالي َH´igh-pressure discharge lamps

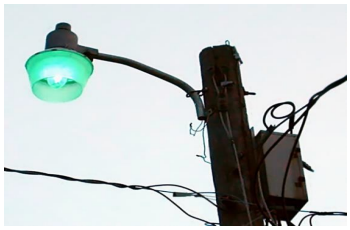
ويمكن تقسيم مصابيح التفريغ الغازي ذات الشدة الضيائية العالية إلى ثلاثة أنواع من المصابيح مصباح بخار الزئبق والميتال هاليد (المعدنى) ومصابيح الصوديوم بنوع الضغط العالي، وهذه المصابيح تنتج الضوء عن طريق إحداث قوس كهربائي صغير نسبيا، بالتالي يمكن اعتبارها من المصادر النقطية وهذا يعنى إن الضوء الناتج أكثر سهولة من المصادر الخطية مثل المصباح الفلورى، وتحتاج هذه المصابيح إلى فترة إحماء عند التشغيل، وفى حالة فقدانه القوة الكهربية إثناء التشغيل فيحتاج إلى فترة تبريد قبل إنتاج قوس كهربائي مرة أخرى وإعادة إضاءته، وبعض المصابيح تحتاج إلى 10 دقائق لإعادة التشغيل.

مصابيح اَلزئبق Mercury lamp:

مصابيح الزئبق ضغط عالي أنبوب تفريغ قصير من زجاج الكوارتز يحتوي على مزيج من غاز خامل وزئبق، وتوضع الأقطاب على كلنا النهايتين لأنبوب التفريغ، كما يوجد في مسافة قريبة من أحد الأقطاب قطب إضافي مساعد من أجل إنارة المصباح، يحاط أنبوب التفريغ بغلاف زجاجي الذي يثبت درجة حرارة المصباح، وبمنع أنبوب التفريغ من التأكسد.

ويتراوح الفترة الزمنية من لحظة بدء تشغيل المصباح حتى الإضاءة القصوى له من 5 ل 2 دقائق، والضوء الذي ينتج عنه لون ابيض يميل إلى الأزرق المخضر.

أما عيوب هذا المصباح فانه له أداء لونى ضعيف وحجمه كبير بالمقارنة مع مصابيح التفريغ ذات الشدة الضيائية العالية الأخرى. أنظر الشكل:



شكل (2-13) مَصباح اَلزئبق ذَو ضَغط عَالى.

المصدر:(ويكيبيديا، 2012م)

مصابيح اَلميتال هَالايد Metal halide lamps:

مصابيح الميتال هالايد هي نوع متطور لمصابيح الزئبق ومشابهة لها وفقا لبنائها وعملها، إلا إنها تحتوي على مزيح من الميتال هاليد والذي بإضافة تتحسن الفعالية الضوئية، كما يزداد الأداء اللوني.

أنظر الشكل:

شكل (2-14) صَورة لَمصباح اَلهاليد اَلمعدنى Metal halide lamp

المصدر:(ويكيبيديا، 2010 م)

ومن مميزات هذا المصباح الحصول على ضوء له أمانة نقل ألوان ممتازة، وتحكم ممتاز في الضوء كما إن له عمر طويل وكفاءة عالية وحجمه صغير بالمصابيح الفلورية، ولكن من عيوبه لا يمكن إعتامها وتحتاج إلى زمن تبريد طويل نسبيا قبل إعادة التشغيل وسعرها مرتفع ويستخدم في إنارة الشوارع والساحات العامة والمطارات وغيره.

مصابيح اَلصوديوم ضَغط عَالي High-Pressure Sodium Lamps:

بشكل مشابه لمصابيح الزئبق، فإن الطيف المنتج بواسطة مصابيح الصوديوم يمكن أيضاً أن يتوسع بواسطة زيادة الضغط وإذا كان الضغط عاليا إلى حد كاف، فإن الطيف الناتج في الواقع يكون مستمراً، مما يعزز من خصائص الأداء اللوني الناتجة، وبدلا من الضوء الأصفر أحادي اللون ذو خصائص الأداء اللوني الفقيرة الذي تنتجه مصابيح الصوديوم ضغط منخفض، فإن اللون الذي تنتجه مصابيح الصوديوم ضغط عالي يكون ما بين اللون الضارب إلى الصفرة إلى الأبيض الدافئ، مع أداء لوني متوسط إلى جيد.

تتشابه مصابيح الصوديوم ضغط عالي مع مصابيح الزئبق من حيث بنائها وعملها، فهي تملك أيضاً أنبوب تفريغ صغير، وهو أيضاً محاط بغلاف خارجي، وفي حين أن أنبوب التفريغ في مصابيح الزئبق ضغط عالي مصنوع من زجاج الكوارتز، فإن هذا الأنبوب في مصابيح الصوديوم ضغط عالي مصنوع من سيراميك أكسيد الألمونيوم(الألومينا) لأن لبخار الصوديوم ضغط عالي تأثير عدواني على الزجاج. تملأ مصابيح الصوديوم ضغط عالي بغاز خامل ومزيج من الزئبق والصوديوم، هذا الغاز المخلخل ومركب الزئبق يخدم في قدح المصباح، ويثبت عملية التفريغ، تزود الحوجلة المحيطة لبعض مصابيح الصوديوم ضغط عالي بتغطية خاصة، هذه التغطية تخدم فقط لتخفيف سطوع المصباح وتحسين الانتشار، وهي لا تحتوي أية مواد فلورية. أنظر الشكل: (2-15).

شكل (2-15) مَصابيح اَلصوديوم ضَغط عَالي.

المصدر:(طبال، 2012 م)

ومن مَميزات مَصابيح اَلصوديوم ضَغط عَالى:

1. فعالية مصابيح الصوديوم ضغط عالي الضوئية عالية جداً، لكنها ليست بارتفاع فعالية مصابيح الصوديوم ضغط منخفض، إلا أنها أعلى من كافة مصابيح التفريغ الأخرى (80-130 لومن/ وات) حسب نوع المصباح واستطاعته.
2. لمصابيح الصوديوم ضغط عالي عمر اسمي طويل حوالي (10000 ساعة.)

3. الأداء اللوني متوسط إلى جيد، لكنه بالتأكيد أفضل من ضوء مصابيح الصوديوم ضغط منخفض الأصفر الأحادي اللون.

4. تحتاج مصابيح الصوديوم ضغط عالي إلى زمن إقلاع لعدة دقائق.

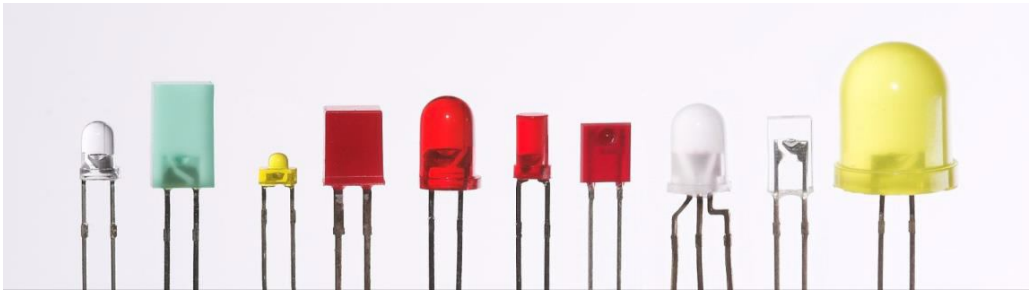
5. كما تحتاج مصابيح الصوديوم ضغط عالي إلى زمن تبريد قبل إعادة الإقلاع.

ثالثاً: اَلمنابع اَلضوئية اَلصلبة َsolid sources light state َ:

وتدعى أنصاف النواقل الثنائية المشعة وتشتهر ((Light Emitting Diodes للضوء وهو اختصار لتسمية LED بالاسم المختصر نصف الناقل الثنائي المشع للضوء الذي لا يتجاوز طوله عدة مليمترات، لكنه ذو فوائد تكنولوجية هائلة تجعله البديل الحقيقي للمصابيح التقليدية، ويعتمد هذا النظام على أنصاف النواقل التي تسمح للتيار الكهربائي بالتدفق باتجاه واحد فقط وتحويل التيار الكهربائي مباشرة إلى ضوء. كما موضح في الأشكال:) .

شكل (2-16) مَنتجات عَديدة مَن اَشكال اَلمنابعَ الضوئية اَلصلبة LED

المصدر: (طبال، 2012 م)



شكل (2-17) أَنواع لَلصمام اَلثنائي اَلباعث لَلضوء تَصل مَقاييس بَعضها إَلى 2 مَليمترَLED

المصدر:(ويكبيديا، 2005 م)

بعض تَطبيقات إضاءة اَلليد:

إن الأحجام الصغيرة، وتعدد الألوان المختلفة، والمرونة العالية قد وفر حرية هائلة في مجال واسع من التطبيقات، من أجل الإنارة الداخلية والخارجية في المباني السكنية والتجارية والإدارية وغيرها الكثير فعلى سبيل المثال يمكن استخدامها وإنارة الممرات، والمسارات، اللافتات المضيئة، التصميم الداخلي، والإنارة الداخلية والتأثيرية او لأجهزة المخفية في الجدران والأسقف وإنارة الممرات والمناطق الخارجية للمنازل.

2.3.3 آلتأثير آلفسيولوجي وآلسيكولوجي لآلإضاءة:

منذ الزمن البعيد والإنسان القديم يبحث عن الضوء ويستخدم النار ليس فقط للتدفئة ولكن ليبدد الظلمات مما يشجع الناس ويجعلها أكثر نشاط وإنتاجاً في فترة الليل علاوة على فترة النهار، ومنذ ذلك الوقت والإنسان يحاول جاهدا التحكم وإطالة فترة الإضاءة الطبيعية عن طريق استخدام الإضاءة الصناعية. كما يتأثر أيضا الإنسان عاطفيا وفنيا بالمؤثرات الضوئية التى توجد من حوله فكان يرهب وميض البرق ومنظر العواصف الشديدة ويهدأ عندما يرى نور السماء الصافية المليئة بالسحب البيضاء الهشة ويكتئب من منظر السماء الملبدة بالغيوم ويدهش من منظر غروب وشروق الشمس، فالمؤثرات الضوئية المختلفة لها تأثير كبير على حالة وإحساس وأداء الإنسان ومدى تكيفه مع البيئة المحيطة به وبالتالي فإننا لا نعتمد على الإضاءة كونها أداة تساعدنا على الرؤية فقط بل إننا نعتمد عليها نفسيا كما نعتمد عليها فسيولوجيا فالإضاءة أداة مبدعة وخلاقة تغير مظهر الفراغ وتجعله أكثر جمالا وجاذبية.

2.3.4 التأثيرات آلفسيولوجية:

التأثيرات الفسيولوجية :تؤدى الإضاءة السيئة إلى متاعب واجهاد للعين، وانه لا يوجد تعريف طبي دقيق لوصف هذه الحالة وعادة يستخدم مصطلح التعب البصري، بينت الدراسات إن الإضاءة المناسبة ترفع الإنتاجية في بعض الأعمال فالإضاءة المناسبة تساعد على سهولة الرؤية ودقتها وتقلل إجهاد العينين

والإضاءة الغير مناسبة تؤدى فقط إلى قلة الأداء بل تؤدى إلى سرعة تعب الفرد وملله والأضرار براحته النفسية) .

فعلى سبيل المثال يحتاج الجراح إلى شدة إضاءة تتراوح من 10000 إلى 20000 لكس (Lux) بينما يحتاج الشخص الذي يقوم بأعمال عادية مثلا إلى 50–70 لكس للقيام بعمله، وهكذا تتدرج شدة الإضاءة اللازمة للأعمال المعتاد من 50 إلى 1000 لكس تبعا لدرجة الدقة التي يتطلبها العمل .وهذه القياسات هي ما يستند إليها المصمم عند توزيعه للإضاءة داخل الأماكن المختلفة، ذلك إن توفرت شدة الإضاءة السليمة للإنسان الذي يؤدى عمله، فان ذلك يساعده على انجاز عمله بسهوله دون معوقات، ويوجد موافقة شبه جماعية من كثير من العلماء على إن حالة البيئة المرئية التي يعمل فيها الإنسان لها تأثير واضح على صحته وكذلك على أدائه للواجبات المنوط بها، إن أداء الأعمال البصرية كشئ مختلف عن الرؤية المعتادة تتضمن بالضروري بذل جهد من الإنسان، هذا الجهد يمكن أن يكون عضليا كما في حالة تشغيل عضلات التكيف في العين أثناء الضوء، أو في البحث عن تفاصيل دقيقة أو مراجعة تغير أنماط شئ ما، وانه مما نعرفه عن عملية الأبصار إنها من المؤكد إن هذا الجهد العضلي يكون اكبر كثيراً إذا ما وجدت صعوبة ناشئة عن سوء الإضاءة، سواء أكان ذلك في شكل إضاءة غير كافية أو أنواع إضاءة غير مرغوب فيها في المجال المرئي، وبشكل عكسي فان الجهد المبذول يمكن تقليله عن طريق توفير الحد الأمثل من ظروف الإضاءة وتوزيعها، وحتى عندما تكون الرؤية العادية العابرة هي موضع الاعتبار فان بيئة بصرية غير مرضية تشكل عائقا معنويا يسبب بالتالي شكل من أشكال التعب والإجهاد، إن التكيف للعمل تحت ظروف متغيرة يكون كبيراً لدرجة انه اذا كانت الظروف سيئة جدا وليس هنالك تأثير على الجهد المبذول في العمل المرئي بعد فترة قصيرة من العمل، فانه على الرغم من ذلك يتم الشعور بالتعب بعد مدة طويلة من القيام بالعمل، ويبدأ الفرد عندئذ في الشكوى من الإجهاد بوجه عام ويصبح اقل انتباها، وتعرف هذه الأعراض جميعا بالإجهاد البصرى، كما ان الحرارة المنبعثة من المصادر الضوئية القوية لها تأثير ضار على الصحة العامة للإنسان، ولذا يجب وضع هذه المصادر في أماكن بعيدة عن الإنسان.

2.3.5 وتتلخص آلتأثيرات آلفسيولوجية لَلضوء عَلى الإنسان فَي آلنقاط الآتية:

حدة اَلبصار : سبق وتم شرحها سابقا في عنوان (العين والرؤية) وهى إمكانية العين من تمييز التفاصيل، وتقاس حدة الأبصار عند الإنسان بطريقة الدائرة المفتوحة ويطلب من الشخص الذي تجرى عليه التجربة الجالس على بعد ستة أمتار عن لوحد الدوائر ويطلب منعه معرفة القطر أو السمك أو اتجاه فتحة الدائرة بين أربع احتمالات ممكنة.

وتتوقف حدة الإبصار على عدة عوامل :

شدة اَلاستضاءة: يحصل الإنسان على الحد الأقصى لحدة الإبصار بشدة استضاءة تتراوح بين 5000 حتى 20000 لوكس وأي زيادة في شدة الاستضاءة تقلل من حدة الأبصار لدى الإنسان.

التباين Contrast: كَما تتوقف حدة الإبصار على شدة التباين بين الشيء المرئي والسطح الموجود خلفه سواء في اللون او في الضياء.

التكوين اَلطيفي لَلضوء :حَيث تقوى حدة الإبصار باستعمال الضوء الأحادي اللون في الإضاءة. مثل ضوء لمبات بخار الصوديوم.

كَلما كَان اَلشيء اَلمرئي كَبير وَمغلق بَقدر كَافي تَتمكنَ Size of Task :حجم اَلشيء اَلمرئي العين مَن رؤيته بَوضوح.

الدوام وَالبقاء Duration: لَقراءة كَتاب بَسرعة وَبدون أَخطاء يَحتاج الإنسان إلى كَمية إضاءة أكثر.

سرعة اَلدراك َSpeed of Perception: يلزم للعين فترة من الوقت لتستوعب بالكامل الشئ الموضوع أمامها فتتجاوب لرؤيته وتتوقف هذه الفترة الزمنية على حالة العين (سليمة أو متعبة) التي كانت عليها قبل الرؤية. إذا كانت العين تشاهد لوحة كبيرة بيضاء متجانسة الضياء وبعد فترة من الوقت إذا وضعت فجأة بقعة سوداء فوقها فان العين تدركها بعد زمن يقصر مدته كلما زادت شدة الاستضاءة، وتسمى هذه الفترة الزمنية سرعة إدراك الشخص للصورة الموضوعة أمامه.

سرعة َالموافقة َSpeed of Adaptation: إذا ما تعرضت العين لتغييرات كبيرة مفاجئة في مستوى شدة الاستضاءة، مثل حالة الانتقال السريع من مكان مضيء إلى مكان مظلم أو العكس، مثل الخروج من ف ا رغ مضاء إلى ظلام الليل) ، فيحدث نتيجة لهذا التغير المفاجئ عدم رؤية مؤقتة زمنية حيث تقوم العين في هذه الفترة بالتوافق مع مستوى شدة الاستضاءة التي انتقلت إليه، وتختلف هذه الفترة باختلاف حالة العين الصحية والوضع التي كانت عليه بالمقارنة مع الوضع التي أصبحت فيه فإذا وجدت العين في محيط مضيء لفترة طويلة ثم انتقلت إلى مكان مظلم تقوم القزحية بالاتساع لتسمح بمرور نسبة اكبر من الأشعة الضوئية إلى العين وهو ما يسمى بالموافقة مع الظلام (Dark Adaptation) وقد تصل الفترة الزمنية للموافقة من 20 ل 30 دقيقة أما في حالة انتقال العين من مكان مظلم إلى مكان مضيء فتقوم القزحية بالتقلص لحماية العين وهو ما يسمى بالموافقة مع الضوء (Light Adaptation) وتكون الفترة الزمنية للموافقة في هذه الحالة قصيرة من 2 إلى 08 دقيقة. ويلزم على مصمم الإضاءة مراعاة هذه الخصية عند تصميم إضاءة فراغ ما، فمثلا عند الانتقال من مكان مضئ إلى مكان مظلم سيشعر المشاهد بالعمى الوقتي الذي قد يسبب خطورة في بعض الأحيان خاصة مع وجود درج السلالم في منطقة الانتقال من مكان إلى أخر مما يحتاج لتصميم مناطق انتقالية (Brightness Bridge) ذات مستويات إضاءة متدرجة بين الفراغ المضيء والفراغ المظلم.

تكييف العين Accommodation: عند النظر إلى شيء ما عن بعد، تكون العضلات الحلقية للعين مرتخية ويكون لعدسة العين اقل تحدب ممكن، وتتكون صورة هذا الشيء البعيد على شبكة العين، ومن هنا يرى بوضوح وعندما يقترب العنصر تعمل العضلات الحلقية للعين على زيادة تحدب العدسة، وبذلك يرى الشيء القريب بوضوح .ويفسر تكييف العين على انه قدرة العين على زيادة او نقصان تحدب عدستها، وبذلك تتكون صورة الأشياء باستمرار على شبكية العين فتوضح الرؤية. وان انتقال العين بشكل مستمر من شيء قريب إلى شيء بعيد قد يسبب إرهاق العضلات الحلقية(العريان، 2007) .

الوهج وإبهار البصر Glare: الوهج هو تباين عالي جداً بين سطحين مختلفين في النصوع مثل وجود ضوء شديد النصوع مع خلفية مظلمة ولتبسيط شرح الوهج سأقوم بضرب المثال التالي:

إذا قام شخص بتشغيل أضواء السيارة الأمامية على المستوى العالي في النهار فإن المارة لن يتضايقون من الضوء لعدم وجود تباين كبير فخلفية هذا الضوء وما حوله أماكن مضيئة عن طريق ضوء النهار بينما إذا تم تشغيل هذه الأضواء على المستوى العالي في الليل فإنها ستكون مزعجة جدا لوجود تباين كبير جدا حيث أن خلفية هذه الأضواء وما حولها ظلام وسيزداد الأمر سوأ إذا كان الإنسان في خارج المدن حيث لا توجد إنارة للشوارع ويكون الظلام دامس فيكون الفرق بين الضوء وَما حَوله كَبير جَدا) تباين عال بشكل يسبب الوهج ، فان الإضاءة الجيدة تعمل على تحقيق أحساس مريح للعين ولا تشعر بالتعب نتيجة التباينات المتفاوتة. أنظر الشكل:

شكل (2-18) اَلوهج مَن مَصدر ضَوء اَلسيارة فَي اَلنهار وَاللَيلَ

المصدر: (العريان 2007 م)

تأثير تَقدم اَلسن عَلى اَداء اَلعين: أن تقدم العمر له تأثير كبير على أداء العين، إذ إن عين الإنسان قد تقل من كفاءة أدائها بمرور الزمن وعامة فان أعضاء جسم الإنسان المختلفة تميل إلى البطء كلما تقدم العمر. ومن أهم ما يصيب عين الإنسان كلما تقدم العمر:

1. عملية التوافق تقل سرعتها.
2. عملية تكييف العين تصبح بطيئة.
3. قصر النظر يعتبر من أهم الأعراض لكبار السن حيث يصعب على العين التركيز على الأشياء القريبة وهذا يحدث نتيجة تصلب العدسة وفقدان مرونتها، وعندما يكون عمر الإنسان خمس

سنوات تكون أقرب مسافة للرؤية 7سم وعند عمر 21 تكون أقرب مسافة 12 سم وعند 42 تكون أقرب مسافة للرؤية 25 سم وعند 46 أقرب مسافة للرؤية هي 32 وعند عمر 55 سنة تكون أقرب مسافة تكون ذراع بما يعادل 55 سم.

4ـ2 الإضاءة بالكهرباء:

استخدمت الكهرباء في الإضاءة بادئ ذي بدء بالقوس الكهربائية بين قطبين من الكربون، وطور هذا النوع ليستخدم في إنارة الشوارع في المدن الكبرى معطياً ضوءاً ساطعاً قريباً من الضوء الطبيعي. إلا أن اختراع المصباح الكهربائي ذي السلك الفحمي المتوهج سنة 1878 كان الخطوة العلمية الأولى في الإضاءة بالكهرباء. وبسبب أهمية هذا المصباح فقد نشب جدل كثير حول من توصل أولاً إلى ابتكاره ويدعي كل من الفرنسيين والروس والبريطانيين والأمريكيين نسبته إليهم، والحقيقة أن الفضل الأول في صنع المصباح الكهربائي المتوهج المفرغ من الهواء واستعماله تجارياً إنما يعود إلى توماس إديسون (ر) Thomas Edison في الولايات المتحدة الأمريكية لأن عمله هذا كان جزءاً من مشروع متكامل للإضاءة الكهربائية شمل توليد الطاقة ونقلها وتوزيعها، وأقامت شركته عرضاً تاريخياً سنة 1879 للإضاءة بالكهرباء في حديقة منلو Menlo Park عُدّ الأول من نوعه في العالم، ولم يقتصر إسهام إديسون على ابتكار المصباح واستعماله وإنما رافق ذلك الكثير من الفكر العملية المطبقة حتى اليوم، ومن بينها نظام الربط (الوصل) على التفرع (التوازي) المعمول به حالياً في جميع أرجاء العالم الذي لا يعدو كونه ترجمة لفكرة إديسون الأولى. ومنذ ذلك الحين احتلت المصابيح الكهربائية مكانتها المهمة في الاستثمار الصناعي واشتغل كبار الفيزيائيين والمنتجين في العمل على تحسين أنواعها وإطالة أعمارها (استعمال سلك التنغستين، واستعمال الوشائع المضاعفة، واختيار الضوء الأبيض المائل للصفرة، وملء الحبابة بغاز الأرغون ثم الهالوجين واليود وغير ذلك .(كانت الخطوة التالية في الإضاءة الصنيعة بالكهرباء ابتكار أنابيب التفريغ الغازية (أنابيب التبخير

(vapour tubes) وهي أنابيب الإضاءة التي تعمل بمبدأ القوس الكهربائية داخل أنبوب مفرغ من الهواء يحوي كمية قليلة من بخار عنصر ما كالنيون مثلاً (الضوء الأحمر) أو بخار الزئبق (الضوء الأزرق والأبيض المائل للزرقة). وقد شاع استعمال هذه الأنابيب في الإضاءة المنزلية وفي المصانع ولتزيين الواجهات منذ الثلاثينات من القرن العشرين حتى غدت بعد تحسينها من أفضل الوسائل العملية في الإضاءة الداخلية، وهي المعروفة اليوم باسم مصباح التألق الغازي أو الفلورسنت fluorescent.ولقد طرأت تحسينات كثيرة في غضون النصف الثاني من القرن التاسع عشر على أنابيب التفريغ الغازية هذه فابتكر مصباح تفريغ بخار الزئبق العالي الضغط ومصباح التفريغ الصوديومي العالي الضغط أيضاً الذي استعمل في إضاءة الشوارع وواجهات المباني الحجرية والآثار كما استعمل في الأجهزة التي تحتاج إلى إضاءة شديدة، وكان من آخر ما أنجز في هذا الصدد مصباح التفريغ الزنوني (غاز الزنون الخامل xenon) ذو الطاقة العالية والضوء المشابه لضوء الشمس تقريباً، ثم مصباح الألف الكهربائي (المصباح الوضاء الكهربائي electro luminescent) الذي يجعل الجدران والسقوف وكأنها ذاتية الإضاءة، الأمر الذي قد يصبح وسيلة الإضاءة الأساسية في المستقبل. وخلاصة القول أن لعلم الإضاءة اليوم من أنواع المعرفة ما يمكن من تلبية جميع احتياجات الإضاءة العامة والخاصة بحسب الغرض منها: للإضاءة الداخلية في المنازل وفي المصانع أو لإضاءة الشوارع والمباني، أو تزيين الواجهات والإعلانات، أو للاستعمال في المنارات وفي المناور الكاشفة، أو إضاءة المساحات الكبيرة إضاءة غامرة flood lighting كمهابط الطائرات مثلاً، أو للاستعمال في التصوير المجهري وأجهزة التنظير الطبية، أو لنقل الضوء بوساطة الألياف البصرية المرنة flexibel optic fibres أو لتوفير الإضاءة بأحد عناصر الطيف المرئي أو الأشعة فوق البنفسجية أو تحت الحمراء وغير ذلك.

2.4.1 الأسس المعتمدة في الإضاءة:

يجب أن يراعي تنظيم الإضاءة وظيفتها والغاية المرجوة منها. وثمة معدلات وضوابط متفق عليها عند تصميم إضاءة مكان ما إذ يختلف حساب الإضاءة لشارع أو ساحة عن حساب الإضاءة في «ورشة» عمل، ويرتكز هذا الحساب أساساً على قوانين الفيزياء العامة وقوانين الإشعاع التي تضبط انتشار الضوء وتمكن من قياس شدته وكثافته وانعكاسه ومردوده. فالمعروف أن إشعاع الضوء هو انتقال للطاقة على شكل موجات كهرمغنطيسية:

1. حيث (الامدا) = طول الموجة
2. و E طاقة الإشعاع
3. وتحسب طاقة الإشعاع بالقانون:
4. حيث (Vنو) = تواتر (تردد) الإشعاع
5. (h هــ) = ثابت بلانك =6.62506×10−34 جول
6. (C س) = سرعة انتشار الضوء = 3×10 8 م/ثا.
7. كذلك يستفاد من معادلات مكسويل في حساب انتشار الضوء وامتصاصه وانعكاسه وتبدده في الفراغ والتغيرات التي تطرأ عليه في الأوساط المختلفة وهذا يساعد على تحديد القيم القياسية لتقنيات الإضاءة التي يعبر عنها كماً، وأهم هذه القيم:

2.4.2 شدة الإضاءة:Luminous intensity

هي القوة الزاوية لضوء صادر عن منبع ضوئي، مصباح مثلاً، معبراً عنها بالشمعة (الكانديلا candela) أي إن شدة إضاءة منبع ضوئي نقطي (شمعة واحدة) تساوي تدفقاً ضوئياً قيمته لومَنٌ واحد في زاوية مجسمة solid angle قيمتها استراديان واحد steradianI=df/dω كانديلا.

2.4.3 **التدفق الضوئي** Luminous flux:

وهو معدل إصدار الضوء من المنبع، وواحدة قياسه «اللومن(lumen (lm» ، ويقصد به السيالة الضوئية التي يصدرها منبع ضوئي نقطي بزاوية مجسمة تساوي استراديااناً واحداً وشدتها كانديلا واحدة، ويمكن تقدير الضوء الصادر من أي منبع ضوئي باللومن، فالشمعة العادية تشع 13 لومناً، والمصباح السلكي ذو الاستطاعة 100واط يشع 1300 لومن، وأنبوب التألق الغازي بطول 120سم يشع نحو 5000 لومن.

2.4.4 **الاستطاعة الإشعاعية** radiant power:

وهي القدرة التي يشعها منبع ضوئي في الفراغ المحيط به في واحدة الزمن وتقدر بالواط «watt» فاستطاعة الشمعة واط واحد تقريباً.

2.4.5 **الضياء** luminance **أو** illumination:

وقد يعرف أيضاً بالسيالة الضوئية، وهو التدفق الضوئي على مساحة محددة من السطح المقابل لمصدر الضوء في أي نقطة من نقاطه. ويقاس الضياء في أي نقطة من نقاطه. ويقاس الضياء في المقاييس المترية باللكس، وهو وحدة قياس تكافئ الضوء المباشر الساقط على سطح يبعد متراً واحداً عن مصدر ضوئي نقطي يعادل شمعة واحدة، وهو يساوي أيضاً لومناً واحداً في المتر المربع. ويقاس الضياء في الولايات المتحدة الأمريكية باللومن/قدم2 أو شمعة/قدم2 أي كمية الضوء الصادرة عن شمعة واحدة على سطح مساحته قدم مربعة واحدة على مسافة قدم واحدة (30سم)، أي إن اللومن/قدم2 يعادل 10.76 لكس. ويقدر ضياء ضوء النهار المباشر من سماء تغطيها غيوم بيضاء ناصعة نحو10.000 لكس أي 1000لومن/قدم2 تقريباً، أما الضياء اللازم لمعمل في الشروط الاعتيادية مع استعمال أنابيب التألق الغازية فهو في حدود 1000 لكس.

2.4.6 **الفاعلية الضوئية** luminous efficacy:

وهي العامل الذي يحدد نسبة التدفق الضوئي مقدراً باللومن إلى الاستطاعة الكهربائية الفعلية اللازمة لتحقيق الإشعاع الضوئي بالواط، وتقاس هذه الفاعلية باللومن/واط.

2.4.7 **الفاعلية الضوئية النسبية** relative luminous efficiency:

وهي قدرة الضوء على التأثير في عين الإنسان وتعبر عن حساسية العين البشرية للطيف المرئي، أي في حدود أطوال الموجات 760–380 نانو متر. أما القيمة العظمى لحساسية العين فتساوي الواحد عند اللون الأخضر المصفر أي عند طول الموجة 555 نانومتر.

2.4.8 **عامل الانعكاس** reflectance:

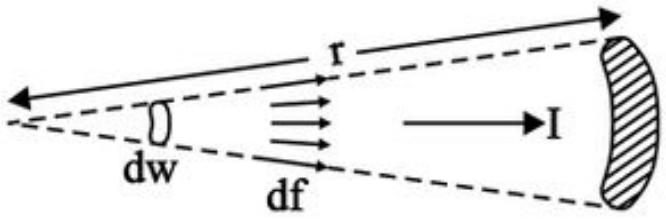
هو قابلية سطح ما لعكس الضوء الساقط عليه ليراه الناظر. فالسطح الأبيض يعكس الضوء بنسبة 100%، في حين لا يزيد عامل الانعكاس للسطح الأسود على 2%، ويبلغ عامل الانعكاس للسطح الرمادي نحو 40% من الضوء الساقط عليه، فإذا كان السطح ناثراً للضوء في جميع الاتجاهات كالسطوح الكامدة أو المخمل القاتم فإن عامل الانعكاس يقترب من الواحد وتصبح الاستضاءة مرهونة مباشرة بالضياء، أي بكمية الضوء الساقط على ذلك السطح .

2.4.9 **الاستضاءة أو الألق** luminance **أو**brightness :

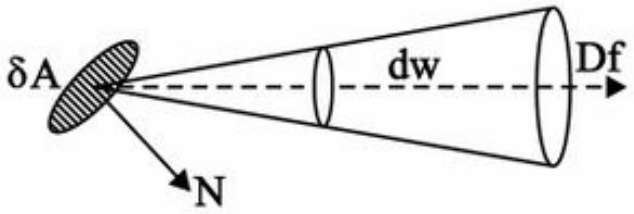
وهي القياس الكمي لمعامل الانتفاع utilance من الإضاءة، أي النسبة بين شدة الإضاءة الصادرة عن المنبع الضوئي وشدتها على السطح المضاء وتقدر باللامبرت lambert أو الميلي لامبرت (0.001 لامبرت)، واللامبرت الواحد يعادل شمعة واحدة في السنتمتر المربع مقسومة على π.ووحدة قياس الاستضاءة في الولايات المتحدة هي لامبرت/قدم. أما العلاقة بين الاستضاءة والضياء وعامل الانعكاس فتحدد على النحو التالي:

الاستضاءة (لامبرت) = الضياء (شمعة) × عامل الانعكاس.

فإذا كان الضياء 10 لُكس وكان عامل انعكاس سطح أبيض ناثر للضوء 50% فإن استضاءة هذا السطح تعادل 5 لامبرت. ولحساب كمية الضوء اللازمة لإضاءة سطح ما يجب أن يراعى معامل الانتفاع الفعلي في هذا الضوء، وهو نسبة الاستضاءة الفعلية الواقعة على السطح المطلوب إلى الاستضاءة الصادرة عن المنبع الضوئي، أو مجموع المنابع الضوئية في الغرفة، لأن الجدران والأثاث وحوامل الإضاءة نفسها تنثر الضوء أو تعكسه أو تمتصه فلا يبلغ السطح المطلوب إلا قسم منه مرهون بشدة الإضاءة وبعدد منابع الضوء وتوزعها وبأبعاد الغرفة نفسها. وإن حساب معامل الانتفاع مسألة معقدة وتتوافر لها جداول خاصة أو تحسب بمساعدة الحاسوب، ويراوح معامل الانتفاع عادة بين 15% من الإضاءة الكلية غير المباشرة (الموجهة نحو السقف) وبين 60% من الإضاءة المباشرة الموجهة بعاكسات إلى السطح نفسه، مع العلم بأن معامل الانتفاع يتناقص بمرور الزمن بسبب تناقص المردود الضوئي للمنبع وتراكم الغبار، الأمر الذي يضطر مهندسي الإضاءة إلى تجاوز معامل الانتفاع عادة عند حساب الإضاءة اللازمة. ولقياس شدة الضوء الصادر عن مصباح مكشوف يوضع مستقبل للضوء على بعد معين عن المصابيح وفي جميع الاتجاهات، ثم تحسب كمية الضوء الساقطة على هذا المستقبل بقانون التربيع العكسي للإشعاع الذي ينص على أن الضياء (E) في نقطة ما يتناسب طرداً مع شدة إضاءة المنبع (I) وعكساً مع مربع المسافة (D2) بين المنبع وتلك النقطة. فإذا كان السطح في تلك النقطة متعامداً مع شعاع الضوء الوارد عليه يصبح القانون:



i. تزايد مساحة بقعة الضوء كلما بعد السطح المضاء عن المنبع



الشكل رقم (2–19) توزيع الضوء بسويات واحدة

المصدر: (العريان 2007 م)

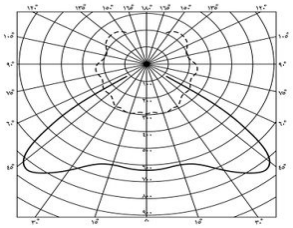
ويكون القانون صحيحاً إذا كان الضوء نقطة، وقريباً من الصحيح إذا كانت المسافة D كبيرة بالموازنة مع أبعاد المنبع. ولما كان توزع الضياء من منبع نقطي منتظماً في الفراغ فإن البقع الضوئية التي يحدثها هذا الضوء عند سقوطه على سطح متعامد معه تزداد اتساعاً كلما بعد السطح عن المنبع (الشكل 1)، فإذا كان بعد البقعة الثانية ضعفي بعد البقعة الأولى عن المنبع تكون مساحة البقعة الثانية أربعة أمثال مساحة الأولى، والضياء فيها ربع الضياء في الأولى. أما توزع الضوء فيكون بسويات ثابتة منتظمة عند سطوح محددة في الفراغ، ويوضح الشكل رقم 2 توزع الضوء من منبع ضوئي نقطي عند مبدأ الإحداثيات محسوباً بقانون التربيع العكسي، فإذا كانت أبعاد النقاط المضيئة واحدة تكون الإضاءة عندئذ ثابتة في سويات معينة بسبب انتظام انتشار الضوء في الفراغ، وتمثل هذه السويات عادة منحنيات تدعى مخططات السوية الضوئية isophot diagrams غير أن معظم تصميمات الإضاءة ولاسيما الإضاءة الداخلية والإضاءة الغمر تعتمد نشر الضوء في مساحة واسعة وبسوية متماثلة، ويتطلب ذلك دراسة توزع الضوء من كل منبع على حدته عن طريق المنحنيات القطبية (الشكل3) إذ يمثل المحور الشاقولي زاوية الصفر وتحدد المنحنيات القطبية توزع شدة الإضاءة بزوايا مجسمة بالنسبة للمستوى العمودي المار من محور المنبع الضوئي، وتراعى هنا مسألة التناظر في توزع الإضاءة فيمكن الاكتفاء بدراسة جزء واحد فقط من الأجزاء المتناظرة. ومن ثم يمكن ترتيب جداول لقيم الضياء المتوسطة بالنسبة لأضواء متناظرة على مسافات معينة. ويمكن التفريق بين طرائق ثلاث من توزيع الضوء هي: التوزيع المباشر والتوزيع غير المباشر والتوزيع العام، فأما التوزيع المباشر فيعني تسليط الضوء كلية نحو السطح المطلوب كإضاءة أمكنة العمل مثلاً، وأما التوزيع غير المباشر فيعني الإفادة من خاصة الانعكاس وتناثر الضوء لإضفاء الإضاءة الكافية

على المكان. وأما التوزيع العام فيعني توزيع الضوء توزيعاً متساوياً وكافياً في جميع أرجاء المكان وفي جميع الاتجاهات لكي يصل قسم منه إلى مكان العمل مباشرة ويصل القسم الآخر إلى ذلك المكان بعد انعكاسه وتناثره. إن اختيار التوزيع المناسب لا يحدد حسابات تصميم الإضاءة فحسب بل يحدد نوعيتها أيضاً، لأن لكل توزيع منها حسناته وسيئاته، فتسليط الضوء كله على مكان العمل مثلاً يمكن من تركيز إضاءة جيدة على السطح المطلوب، إلا أن السقف يبقى معتماً ويصبح إجهاد البصر كبير الاحتمال في حين تعطي الإضاءة غير المباشرة منظراً بهيجاً ومريحاً، ويكاد يشبه ضوء السماء المنتشر، غير أن مثل هذه الإضاءة تجلب النعاس وتتعب البصر عند القراءة وعند القيام بأعمال دقيقة، وأخيراً فإن الإضاءة العامة والمختلطة تجمع بين محسنات الطريقتين السالفتين، وتخفي سيئاتهما وربما كانت هي المفضلة في بعض الأحيان.

5.2 سويات الإضاءة:

لما كان الضوء الساقط على السطح المضاء هو العامل الوحيد الذي يؤثر في عين الإنسان تأثيراً مباشراً ويحدد قدرته على الرؤية فقد وجد مهندسو الإضاءة أن حساب الضياء والاستضاءة والانعكاس عند السطح المذكور، أي ما يعرف بسويات الإضاءة، هو الأساس في تصميمها، وأن السوية هي المسار الذي تقطعه موجة الضوء.

ولكل دولة من الدول شروطها التي تحدد سويات الإنارة في مؤسساتها ومنشآتها المختلفة، إضافة إلى النظم العامة التي تحددها اللجان والمنظمات الدولية المعنية. ويبين (الجدول 1) بعض سويات الإضاءة المعمول بها في الدول الكبرى واللجنة الدولية للإضاءة. أنظر الشكل:



الشكل رقم (2-20) توزع الضوء ممثلاً على المنحنيات القطبية

المصدر: (العريان 2007 م)

الجدول (2-1) سوية الإضاءة مقدرة باللكسLX

المصدر: (العريان 2007 م)

اللجنة الدولية للإضاءة	ألمانيا	فرنسا	بريطانيا	روسيا الاتحادية	المنشأة
500	250-500	320	500	300	مكاتب
1000	1000	800	750	500	قاعات عامة، مصارف، واجهات العرض
500	500	400	300	300	قاعات مطالعة، مكتبات
300	250	160	500	500	قاعات مؤتمرات
200	120	240	100	200	صالات طعام في المطاعم
150	120	160	150	75	أدراج الأبنية
500	500	200	500	200	مطابخ في الفنادق والمطاعم
100	-	150	50	-	قاعات الاستقبال
50	-	56	50	-	غرف النوم
150	120	160	-	-	غرف الأطفال
100	120	80	100	-	الحمامات
500	500	320	300	-	غرف الجلوس والمطالعة

6.2 البيئة والتحكم في الإضاءة:

إن أهم ما يجب مراعاته عند تصميم الإضاءة في مكان ما هو توفير ضوء كاف يسمح برؤية جيدة ولا يرهق العين، فالإضاءة على علاقة وثيقة بحاسة البصر عند الإنسان، لأن العين تتكيف تماماً مع نوع الإضاءة التي تحيط بها، وهي قادرة على الرؤية في ضوء القمر مع أن الضياء في هذه الحالة لا يتجاوز جزءاً من مليون جزء من ضياء الشمس. ولا يتوقف تكيف العين عند هذا القدر ولكنه يؤثر في الإحساس الناتج من وجود ضوء مهما كانت شدته وكميته، فقد يبدو سطح في شارع مضيئاً ساطعاً في

الليل وتراه أقل ضياء في النهار، وهذا ما يمكن أن يسمى الضياء الظاهري أو النسبي، ويقابله الضياء الفيزيائي أو الكمي ويتوقف تحديد ذلك على معرفة العلاقة بين الإضاءة والرؤية، إذ يمكن تحليل آلية الإبصار عند الإنسان إلى عوامل أساسية ثلاثة هي: حدة الإبصار visualecuity وإدراك التباين contrast والحركة movement وعلى هذا الأساس تم التوصل إلى اتفاق عالمي حول طرائق تحديد مستويات الإضاءة وتحديد كمية الضوء اللازمة للرؤية المجدية والمريحة، وحول طرائق التخفيف من العوامل المزعجة كالضوء الشديد والبهر. ولقد سعت بعض الدول إلى وضع قوانين ناظمة للإضاءة وفهارس لراحة البصر visual comfort inde أو لدرجة السطوع المبهر glare index، ولكن مهندسي الإضاءة غالباً ما يصطدمون بعقبات كثيرة تضطرهم إلى التغاضي عن تطبيق مثل هذه القوانين والفهارس زيادة أو نقصاناً، ناهيك عن التضارب الذي قد ينتج من اختلاف وجهات النظر في التصميم بين هندسة الإضاءة والهندسة التزيينية (الديكور) والعمارة.

7.2 الإضاءة الداخلية:

في معظم البلدان تبني نماذج متشابهة تقريباً في الإضاءة الداخلية من حيث مصادر الضوء وطراز العمارة واحتياجات الإضاءة في أماكن الراحة والعمل، وإنما ميل الناس إلى الرؤية الواضحة حيثما كانوا من دون أن يضطروا إلى الاقتراب من منبع الضوء أو انتظار بزوغ الشمس للقيام بأعمالهم. وغدت الإضاءة المركبة أو المختلطة هي الأكثر قبولاً في الإضاءة الداخلية، الأمر الذي يتطلب تعاوناً بين مهندس الإضاءة ومهندس التزيين الداخلي أو ما يسمى «الديكور» من أجل توفير بيئة داخلية مفيدة ومريحة.

7.2.1 في المدارس:

تميل بعض الدول إلى جعل الإضاءة في المدارس شبيهة بإضاءة المنازل، في حين تصر دول أخرى على وضع مصدر الضوء فوق ساحة العمل كمقاعد الدرس والسبورة، وتفضل إضاءة المدارس

بمصابيح التألق الغازية المثبتة في السقف، أو بإضاءة السقف إضاءة شديدة لا تترك ظلالاً على سطح العمل.

2.7.2 **في المكاتب**:

كان الضوء الطبيعي الداخل من النوافذ أساس الإضاءة في المكاتب في النهار لذا وجب أن تكون النوافذ عريضة وموجهة، في حين كانت الإضاءة الصناعية مخصصة للعمل بعد حلول الظلام أو في المكاتب التي لا يدخلها الضوء الطبيعي. وقد أظهرت الدراسات اللاحقة ميزات التكامل بين الإضاءتين الطبيعية والصنعية من أجل تحسين نوعية العمل، فلم تعد ثمة ضرورة لجعل النوافذ كافية لتوفير الضوء اللازم في ساعات النهار، غير أن وجودها مهم جداً لأنها تربط العاملين في المكتب بالعالم الخارجي، وقد اعتمد هذا المبدأ في معظم البلدان، ولم يؤخذ به في الولايات المتحدة الأمريكية حيث يفضل العمل بالإضاءة الصنعية ليلاً ونهاراً ولو بإسدال الستائر لتخفيف وهج الضوء الطبيعي. وتعتمد إضاءة المكاتب عادة على مصابيح التألق المثبتة في السقف، ظاهرة أو مخفية، لكي تعطي ضوءاً متجانساً فوق ساحة العمل كلها، وتسمح بترتيب حجرة المكتب بحسب مقتضيات العمل وذوق شاغله، ولا تقل سوية الإضاءة في المكتب عادة عن 10% إلى 20% من الضوء الطبيعي، إذ يعتقد أن هذه هي الدرجة المثلى للإضاءة عند استعمال الورق الأبيض.

2.8 **الإضاءة الخارجية**:

تقسم الإضاءة الخارجية إلى إضاءة استثمارية (خدمية) إلزامية وإضاءة تأثيرية أو تزيينية، والغاية الأساسية للإضاءة الاستثمارية هي توفير الأمن والشروط الملائمة للعمل والحركة في الخارج. وتتطلب الإضاءة الخارجية الاستثمارية في معظمها خبرة خاصة لا تتوافر إلا في مهندس الإضاءة المختص، فإضاءة المطارات والملاعب والشوارع عمل اختصاصي يحتاج إلى مهارة ودراية، وقد يكون من الخطر تركه لممارس غير ذي خبرة، لأن إضاءة مهبط في مطار ما لا تحدد موقعه وبعده

فحسب وإنما تمكن الطيار من معرفة طريقه، وكيفية هبوطه بدقة متناهية ومن مسافة كبيرة. أما إضاءة الشوارع فهدفها الرئيس تحقيق أمن حركة وسائل النقل والمشاة والإقلال من حوادث الطرق، فالمعروف أن حوادث الطرق في الشوارع الجيدة الإضاءة تقل بنسبة 30% عنها في الطرق غير المضاءة. وتخضع الإضاءة الاستثمارية عموماً لمعدلات محددة توفر الوضوح والتوجه الصحيحين مع تجنب التأثير الباهر للأضواء المستعملة. تهتم الإضاءة التأثيرية lightin for effect أو التزيينية decorative lightingبإحداث تأثيرات معينة في العين البشرية وإضفاء ظلال وانعكاسات وبقع شديدة الضياء على الأشياء التي تسلط عليها الأضواء، فتمنحها منظراً خلاباً بغض النظر عن قدرة العين على تمييز تفصيلاتها أو قراءة ما هو مكتوب عليها كإضاءة الآثار والحدائق العامة.

الفصـــل الثالث

الإضاءة في قاعات الدراسة في الجامعات

3ـ1 المقدمة:

التعليم الجامعي هو أحد المراحل التعليمية المتميزة في المجتمع، كونه يؤدي رسالة خالدة، ويقع علي عاتقه النهوض بالمجتمع لمواكبة المتغيرات الاقتصادية والاجتماعية، إذ يمتاز عالم اليوم بالتغيير السريع والهائل في مجال المعرفة وكافة الميادين حيث ينظر إلي التعليم الجامعي عل أساس الدور الذي يؤدي إلي تقدم المجتمع ورقيه، بأعداد الكوادر والطاقات البشرية المؤهلة والقادرة علي تحمل المسئولية مستقبلاً وكذلك أعداد القيادات الفكرية والتربوية القادرة علي الإبداع وتوجيه الطاقات المتاحة أفضل توجيه. بالإضافة إلي أن الجامعة تعد مجتمعاً بشرياً تربوياً تظهـــر فيها أنواع متعددة من المواقف، وتنشط بداخلها صور مختلفة من التفاعل، وتتضح بين أفرادها أشـــكال متنوعة مـــن العلاقات، وهي تهدف إلي تزويد طلابها بالمعلومات والخبرات والمهارات والقيم والاتجاهات التي تسهم في تشكيل الجوانب الأساسية في الشخصية .ومن أهم العوامل التـــي تؤثر على الطالب وتحصيله الأكاديمية يرجع تأثيره للبيئة الداخلية وتهيئة هذه البيئة يجب أن توفر كل سبل الراحل ووسائل التعليم المختصة التي تسهل العملية التعليمية وهذا البحث يهدف إلي خلق بيئة تعليمية مثالية متكاملة تعمل علي تطوير أداء الأستاذ من خلال استخدام طرق حديثة ومتطورة في العملية التعليمية ومواكبة التطور العلمي وهذا يؤدي لرفع مستوي الطالب وتحصيله الأكاديمية والتقليل من المشاكل الموجودة في القاعات الدراسية لكليات التصميم الداخلي.

وتعمـــل الباحثة علي دراسة نظرية تستوجب الإلمام بكل المعلومات لتحقيق أهداف البحث وعرض لأهم العيوب الضوئية لقاعات الدراسة في الجامعات وكيفية معالجتها وعرض الوسائل الحديثة في هذا المجال وتطبيق ذلك علي حالة الدراسة (جامعه الخرطوم وجامعه المستقبل)، ومن ثم وضع التوصيات الخاصة بتطوير نظم القاعة.

3ـ2 إضاءة المباني التعليمية:

إن الإضاءة الجيدة هي الجزء الرئيس المهم في تصميم مبني تعليمي ناجح. هذا التصميم يجب أن يتركز حول متطلبات رفاهية شاغلي المبني وفعاليتهم والاقتصاد الإجمالي. وتكون متطلبات الإضاءة الطبيعية عادة لها العامل الأول المسيطر والمؤثر في تصميم المبني التعليمي.

1.2.3 **غرف التدريس** Class rooms:

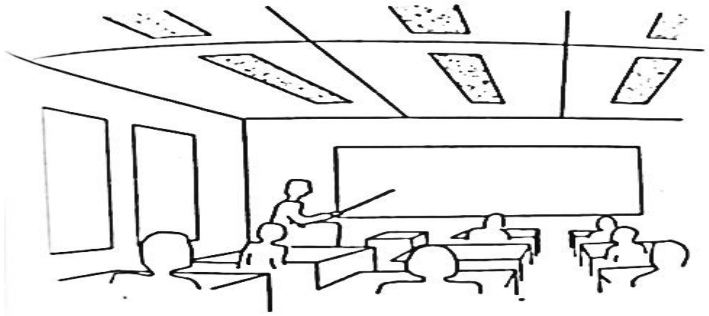
يجب أن تكون الإضاءة في غرف التدريس ملائمة لفعاليات عديدة كالكتابة والقراءة من الكتب والقراءة من السبورة. ترتيب مصابيح الإضاءة Luminaires بشكل عام في غرف التدريس وفق نموذج منتظم (من المفضل علي شكل خطوط مستقيمة) علي السقف. وإذا كان المطلوب إضاءة مبني بشكل كامل بحيث أن مواقع المصابيح توافق نموذج النوافذ فإن الإضاءة تخطط عادة لإعطاء مستوي الإضاءة المناسب للغرف الكبيرة. وتصمم مباني غرف التدريس بحث تجهز بأسقف معلقة Suspended ceiling وبأنظمة معالجة التهوية وفي هذه الحالات تستخدم مصابيح ذات تهوية وتشكل مجموعة المصابيح ونظام التهوية مع النظام الصوتي جملة متكاملة مع بعضها.

يجب أن يحقق تصميم غرف المدارس إضاءة طبيعية جيدة بحث لا يقل معامل الضوء الطبيعي عن (2%) كما يجب ألا يزيد النصوع الأعظم Maximum luminance عن (5140 شمعة/م^2) أما مستويات الإضاءة المقترحة لغرف المدارس فكما هو موضح في الجدول رقم (3-1).

جدول رقم (3-1) مستويات الإضاءة في المباني التعليمية

المصدر: (د. سعود صادق حسن 2007م)

الغـــــــــرفة	الإضاءة (لكس)
غرفة تدريس عامة	300-500
غرفة الحرف اليدوية (مثل أعمال الإبرة)	1000-500
مختبرات (إضاءة موضعية للإيضاحات الفيزيائية)	500-1000
السبورة	300-500
قاعات الإستماع (أثناء إسقاط الصور)	50-150
للأغراض الأخرى	300-500

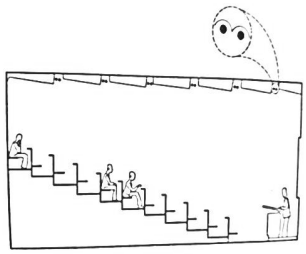


الشكل رقم (3-1) إضاءة غرف التدريس

المصدر: (د. سعود صادق حسن 2007م)

2.2.3 **قاعات المحاضرات والاستماع** Lecture halls and auditoria:

في قاعات المحاضرات والاستماع تكون الإضاءة الطبيعية غالباً معدومة كلياً (لا توجد توافذ) ويعتمد بشكل كامل علي الإضاءة الإصطناعية، كما هو موضح في الشكل رقم (3-2).



الشكل رقم (3-2) إضاءة قاعات المحاضرات

المصدر: (د. سعود صادق حسن 2007م)

ويجب الإهتمام بالنقاط التالية المتعلقة بإضاءة قاعات المحاضرات والاستماع:

1. القراءة والكتابة تتطلب إضاءة قيمتها 500 لكس.
2. العناية الخاصة بمنع حدوث الإبهار Glare.
3. تزويد القاعات بأجهزة خاصة لتعميم الإضاءة خلال الإيضاحات وعرض الأفلام والشرائح.
4. تزويد السبورات بإضاءة موضعية.
5. وبشكل مثالي يجب تركيب لوحة تحكم بالقرب من مكان المحاضرة لكي يتمكن من فتح وإغلاق كافة المصابيح وتشغيل أجهزة التعميم أو التحكم بتشغيل أجهزة إسقاط أوتوماتيكية. ومن المهم أيضاً الانتباه والعناية بتزويد مؤسسات التعليم بإضاءة الطوارئ وإضاءة الخروج. أما السلالم والأدراج فيجب أن تجهز بإضاءة موجهة موضوعية.

3.3 تصميم البيئة الداخلية في المباني التعليمية:

أولاً: الاعتبارات الإنسانية:

1. العوامل السلوكية.
2. العوامل الارجنومية والانثربومترية.

ثانياً: الاعتبارات البيئية والفيزيقية:

1. الإضاءة في الحيزات التعليمية.
2. الألوان في الحيزات التعليمية.
3. الصوتيات في الحيزات التعليمية.
4. الراحة المناخية والتهوية في الحيزات التعليمية.

3.3.1 الطبيعة الإنسانية:

السمات المؤثرة في الهيئة المدركة :هناك عدد من الخصائص والسمات الخاصة تؤثر بالفرد في عملية الإدراك والاستيعاب. فكل شخص يشارك في نظام سلوكي مستمر، لابد أن يتأثر بجمل خصائص نذكر أهمها:

الطبيعة الإنسانية:

إن القدرات الفسيولوجية لفرد معين لا تؤثر فقط علي أسلوب إدراكه للشكل (التصميم) ولكن علي كيفية تفكيره تجاه ذلك الشكل وأسلوب التفاعل معه. فالشخص السليم فسيولوجياً يتمكن من التعامل مع مختلف الفضاءات (فضاءات معيشة، عمل، نوم.. الخ) والمصممة لأشخاص نموذجيين ووفق آلية الجسم الإنساني الملائمة. وبمجر وجود أي خلل فيزيائي عضوي في الفرد .إذاً فإن سلوك الفرد مع التصميم كفكرة عامة يجب أن يكون متوافقاً تبعاً للتوافق الذي يفترض وجوده بين آلية الأداء للفضاء وبين الإنسان الذي يتعامل معه. وإلا فيجب إجراء تعديلات علي تصميم الفضاء ليكون ملائما وذلك لاستحالة إجراء العملية عكسي.

الشخصية:

وهو الجانب السيكولوجي للإنسان. هو ما يحدد الأسلوب والنظرة إلي المحيط والتفكير حوله وتصرفه. إن الناس يختارون التصاميم للفضاءات المناسبة لهم من خلال تصورات ذاتهم وأنفسهم التي يرغبون بوصفها وتصويرها أكثر من اختيارهم للتصاميم التي هي مناسبة لهم فعلا.

وهنا تظهر المشكلة في أن تصميم الفضاء الذي ربما يكون مناسبا للشخصية التي يدعيها الفرد قد لا يناسب شخصيته الحقيقية. مما قد يؤثر في فعالية الأداء الوظيفي والأداء الجمالي للتصميم .لذلك فمن الضروري إخضاع الفضاء إلي موازنة يكون علي أساسها التصميم ملبياً لرغبة المستهلك الذاتية.

التكوين الاجتماعي:

إن الفرد هو عضو في عدة جماعات، وطبيعته العضوية تعتمد عليها اهتماماته والمراحل التي يمر بها في حياته، ولا تؤثر الجماعات علي أفعال الفرد فقط وإ نما علي أسلوب إدراكه للمحيط ككل والتفكير به فإدراك الفرد محكوم بإدراك المجتمع المحيط به بالضرورة علي الأقل من ناحية تذوقه للقيم الجمالية والرمزية .فمثلاً الفرد الذي يعيش في الريف يغلب عليه ذوق المجتمع الريفي لكونه خاضعا ومتقيدًا بالتقاليد الريفية وأعرافها. في حين أن الفرد الذي يعيش في المدينة سيكون تفكيره وقدراته الإدراكية مختلفة.

الثقافة:

تؤثر الثقافة علي السلوك الإدراكي من خلال عملية إعطاء الطابع الاجتماع ي. التي يتم من خلالها تعلم اللغة، التقاليد، الأعراف، القيم، التوقعات، العقوبات، وبالنتيجة فان كل ذلك له التأثير المباشر علي طبيعة التصاميم التي يتم تقبلها وإدراكها من جميع نواحيها .إن المتلقي المثقف يتمكن من إدراك جوانب معينة قد لا يتمكن محدود الثقافة من إدراكها. أو ربما يعتبرها صفات سلبية. وعمومًا فان الثقافة نسبية التأثير علي المجتمعات لاختلاف المفاهيم والموروثات التي يمكن للفرد ان يتبناها.

البيئة:

عادة ما يكون المجتمع نتاج لبيئتين هما البيئة الفيزيائية والبيئة الاجتماعية. فإن البيئة الفيزيائية هي أحد عوامل التأثير علي الإدراك والإظهارات المعرفية والسلوك التصميمي، فهي تحكم طبيعة التصميم

والخامة المستخدمة فيه اعتماد علي عدة عوامل: كدرجة الحرارة وكمية الأمطار والرطوبة والتربة وطبيعة المناخ بصورة عام.. وغيرها. أما البيئة الاجتماعية فهي تدخل ضمن إطار لتكوين الاجتماعي الذي سبق ذكره، فهي تمثل التفاعلات بين أعضاء الجماعة وانعكاساتها علي سلوك الفرد وأسلوب إدراكه للمحيط ككل وطريقة تفكيره.

2.3.3 **العوامل السلوكية** Behavioral Factors:

لا يحدث سلوك الفرد، ولا تصدر أفعاله وردودها عادة من فراغ ولكن كل سلوك يصدر عن الفرد يتم في إطار موقف معين، وتحكم المواقف الظروف البيئية والفرد من حيث تكوينه العضوي والنفسي والاجتماعي، لذلك فإن الدراسات للحيز الداخلي للمبني التعليمي لن تكون شاملة ما لم نلق نظرة علي سلوك الطلاب المستخدمين لهذا الفراغ .والواقع أن كلمة السلوك متعددة الجوانب، تشمل جميع أوجه النشاط العقلي والحركي والانفعالي والاجتماعي الذي يقوم به الفرد، والسلوك يتمثل في النشاط المستمر الدائم الذي يقوم به الفرد لكي يتوافق ويتكيف مع بيئته، ويشبع حاجاته ويعالج مشكلاته.

تعريف السلوك:

تعريف الفارابي: (حيث يفسر السلوك بنظرية العقل فقوي النفس تنقسم إلي:

1. قوي محركة (منمية أو نزوعية).
2. قوي مدركة (الإحساس والتحليل).
3. قوي ناطقة (التمييز).
4. وبناء علي الفضائل التي تكتسبها النفس الإنسانية يتكون السلوك، وتتمثل تلك الفضائل:
5. فضائل خلقية.
6. فضائل فكرية (وضوح النواميس).
7. فضائل عملية (الاقتناع وردود الأفعال).

ومن التعريفات الحديثة للسلوك، أنه سلسلة من الاختبارات Choices يقوم بها الفرد من بين استجابات ممكنة responses Possible عند تنقل الفرد من موقف Situation إلي آخر. ويتأثر سلوك الإنسان بمستوي قدراته واستعداداته العقلية، كما يتأثر بظروفه الاجتماعية والاقتصادي ويتأثر سلوك الإنسان

أيضاً بما في البيئة المحيطة به من ميسرات أو معوقات أو تعطله عن تحقيق أهدافه، وكذلك المؤثرات الثقافية الموجودة في البيئة التي يعيش فيها. ولما كان السلوك معقداً وشاملاً فإن علماء النفس يضعون السلوك تحت فئات متعددة كالآتي: (فئة الانفعالات، الدوافع، الإدراك، النضج، التعلم، التفكير، والتكيف) مع التداخل فيما بينها. وهناك عدد من المفاهيم التي لا تخضع للملاحظة البشرية، ومن إمكانية ذلك الخبرة الشخصية الذاتية، والعمليات الشعورية التي لا يمكن للغير أن يلاحظها، وعن طريق ملاحظة السلوك الظاهري يمكن الاستدلال علي بعض العمليات العقلية الأخرى.

السلوك الجماعي:

المقصود بالسلوك الجماعي اتفاق الناس الذين يجمعهم ارتباط سواء عرقياً أو عقائدياً أو مكانياً أو غير ذلك علي اتجاه عام للتعبير، ولقد كان للدكتور جوستاف ليبون (Libon Gustave) الفضل الأكبر في تحليل الخصائص النفسية للجماعات فقد وجه الأذهان إلي القوي الثلاث التي تؤدي إلي التجانس في الوجدان والأفكار ونواحي السلوك وهذه القوي هي: المشاركة الوجدانية، الاستهواء، والتقليد.

وقد أضاف إلي هذا الفرد في جماعة يشعر بقوة لمجرد وجوده وسط الجماعة وكذلك أشار إلي أن الفرد في وسط الجماعة قليل القدرة علي ضبط نزعاته وقد لا يلمس ذلك إلا من يراقب ويسجل، وعندما يتحول النشاط إلي صورة جماعية يصبح للجماعة نفوذ علي المكان والفراغ المحيط.

ج-السلوك الفراغي:

يطلق اسم السلوك الفراغي الإنساني علي السلوك داخل الفراغ المعماري ويوصف من خلاله العلاقات المتبادلة بين البيئة المعمارية والإنسان والتأثير المتبادل، فالإنسان يحصل علي احتياجاته من خلال البيئة التي يعايشها ، والعلاقة الفسيولوجية بين الإنسان والبيئة المحيطة هي الجزء المحدد في سلوك الجنس البشري، ويكمل ذلك وبنفس الأهمية فهم طبيعة السلوك البشري، وقد ركزت مجموعة من الدراسات علي الاهتمام فهم طبيعة السلوك البشري، وقد ركزت مجموعة من الدراسات علي الاهتمام بمظاهر السلوك البشري الذي يتصل اتصالاتً مباشراً بمجال التصميم المعماري والتصميم الداخلي، وتترك الانفعالات البشرية في مجموعة محددة من الرغبات طبقاً لكل الدراسات والأبحاث التي جرت في هذا المجال. وتتدرج هذه الرغبات من الحاجة والإحساس بالأمان إلي الإحساس بالانتماء بمستوي ثقافي أو أدبي معين. وتترتب هذه الرغبات كذلك السن والمجتمع والبيئة المحيطة.

3ـ4 **الاعتبارات البيئية**:

1. الإضاءة في حيز التصميم التعليمية.
2. النظام الصوتي في حيز التصميم التعليمة.
3. التهوية والراحة المناخية في حيز التصميم التعليمية.
4. الألوان في حيز التصميم التعليمية.

العوامل البيئية المؤثرة في تصميم القاعات الدراسية:

3ـ4ـ1 **الإضاءة الطبيعية** Natural Illumination:

هناك مقدار كبير من الإجماع علي قيمة ضوء الشمس وتصميم الإضاءة الناجح، فهناك ارتباط أيضـــا بين الإضاءة النهارية والأداء التعليمي للطلاب وذلك لأن ضوء الشمس يبعث طيفاً مستمراً لكل أطوال الموجات الخفيفة التي تشمل الموجات الخضراء والحمراء والزرقاء، والتي ينـــتج عنهـــا ضـــوء ابيض ناصع، كذلك ضوء الشمس يعد المعيار لتحديد نوعية درجات الألوان وقيمتها الحقيقية) ويعد ذلك مهم جداً في عملية دراسة الفنون (وبالإضافة إلي ذلك فهو ضوء مجاني كذلك تعطي الإضاءة الطبيعية إحساساً بيئياً مفتوحاً متصلاً بالطبيعة، وعند تصميم الإضاءة الطبيعية يجب تجنب مظاهر الوهج glare وهو أحد العيوب التي يجب تلافيها عند تصميم الفتحات للفراغات التعليمية، ويحدث الوهج نتيجة لوجود فرق كبير بين الأجزاء المضيئة والأجزاء المظلمة في الفراغ الواحد .أو يحدث نتيجة لسقوط الضوء علي سطح عاكس وقدرة السطح علي عكس الضوء تسمي بمعامل الانعكاس Reflectance ويصل معامل الانعكاس للأسطح البيضاء أو المرايا العاكسة إلي 100% بينما لا يتعدي هذا العامل 2% فقط بالنسبة للأسطح السوداء.

ويحدث الوهج في حالات الإضاءة القوية عند سقوط الشمس المباشرة علي سطح عاكس أو ذو لون فاتح في غرفة ذات حوائط قاتمة، وينتج عن استمرار الوهج عمي مؤقت فالصورة تظهر فـــي قاع العين وتنطبق عليها مدة طويلة مسببة ضرراً للعين وإزعاجاً للأعصاب.

معايير الحصول علي إضاءة طبيعة مناسبة داخل القاعات الدراسية:

الحصول علي أكبر كمية من الإضاءة الطبيعية إلي ابعد مكان في القاعة الدراسية أو المراسم .التحكم في كمية الإضاءة الموجودة من خلال كاسرات الشمس والستائر بحيث ليحدث الوهج والذي يقلل من قدرة العين على الرؤيا والتركيز. تجنب الإضاءة المباشرة في أماكن العمل الدقيق) الرسم والتصميم. نظراً لأن الضوء الواصل لأقصي جزء من القاعة الدراسية يدخل خلال الأجزاء العليا للنوافذ فإن عمق القاعة يتم تحديده بدرجة كبيرة عن طريق ارتفاع السقف .يراعي أن تكون الأكتاف والقوائم بين النوافذ قليلة بقدر الإمكان حتى لاحتجب الضوء أو تلقي بظلالها داخل القاعة.

3-4-2 محددات تصميم الإضاءة الطبيعية:

في حالة إضاءة أغراض أفقية يفضل أن تكون الشبابيك بارتفاع راسي عالٍ والعكس في حالة إضاءة أغراض رأسية تكون منخفضة وباستطالة أفقية .بالنسبة لترتيب الأثاث داخل قاعات الدراسة والمراسم يجب مراعاة أن يأتي الضوء من يسار الطالب لتفادي الظلال إلا تقل مساحة النوافذ في الحوائط عن 20% من مساحات أرضية القاعة.

3-4-3 العوامل المؤثرة في تصميم الإضاءة الطبيعية للحيازات التعليمية:

أولاً: العوامل الخارجية:

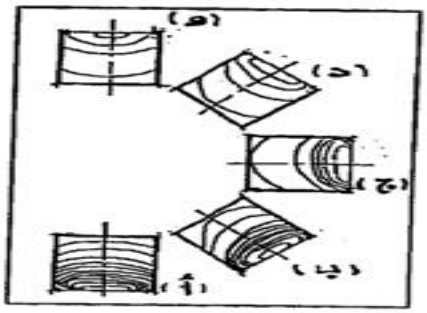
درجة نصوع السماء وحالة السحب.

تأثير توجيه المبني علي شدة الإضاءة الداخلية.

ففي حالة تغير زاوية سقوط أشعة الشمس والمسطح الرأسي للنافذة من صفر إلي 180 درجة فإن شدة الإضاءة وتوزيعها ستتغير تبعاً لها كما هو موضح بالشكل (3-3) مع ملاحظة أن توجيه المبني من الممكن أن يكون له تأثير بسيط جداً على مقدار الضوء الطبيعي النافذ إلي الفراغ الداخلي وذلك عن طريق التحكم في طريقة دخوله إلي المبني عن طريق:

1. استخدام الإضاءة العلوية وعمل فتحات بالأسقف.
2. بواسطة التشكيل في تفاصيل معالجة الواجهات.
3. تأثير تنسيق الموقع المحيط بالمبني علي الإضاءة الطبيعية.

حيث تحجب الأشجار الضخمة جداً الضوء عــن المبني الذي يراعي إحاطة المبني بمجموعة من الشجيرات دائمة الخضرة والتي تلقي بظلال خفيفة علي المبني. كما موضح في الشكل (3-3):



شكل (3-3) زاوية سقوط أشعة الشمس علي السطح الراسي

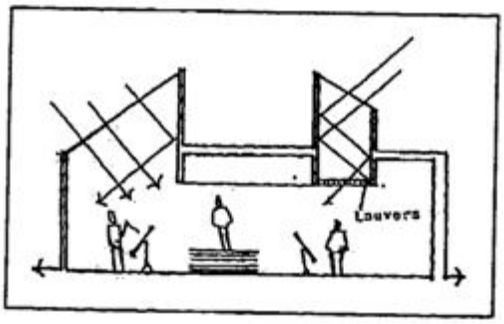
المصدر: (يحيي حمودة 1984م)

يوضح أيضاً تغير زاوية سقوط أشعة الشمس علي السطح الراسي للفتحة عندما تكون:

1. نسبة ارتفاع العتب: ارتفاع الشباك 1: 5.1
2. نسبة ارتفاع السقف: ارتفاع الشباك 1: 1
3. نسبة عرض الشباك: ارتفاع الشباك 1: 4

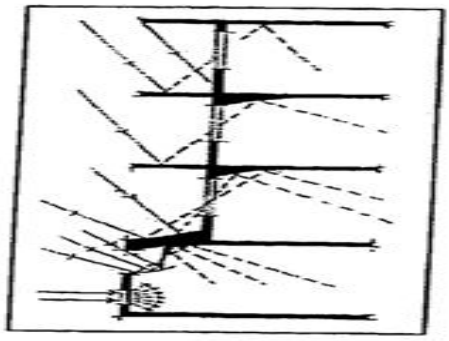
وذلك في حالة تغير الزاوية كما يلي:

1. (توجيه جنوب)
2. (توجيه جنوب شرق)
3. (توجيه شرق)
4. (توجيه شمال شرق)
5. (توجيه شمال)



شكل رقم (3-4) استخدام الإضاءة العلوية من خلال الاسقف (مرجع سابق ص 135)

المصدر: (يحيي حمودة 1984م)



الشكل رقم (3-5)

التشكيل في تفاصيل معالجة الواجهات الذي يمكن بواسطته التحكم في دخول الأشعة الضوئية

المصدر: (يحيي حمودة 1984م)

ثانياً: العوامل الداخلية:

العلاقة بين عمق الغرفة وشدة الإضاءة:

1. تقل شدة الإضاءة بنسبة 18% بزيادة عمق القاعة من 7.2 إلي 2.3 من ارتفاع النوافذ.
2. تقل شدة الإضاءة بنسبة 28% بزيادة عمق القاعة من 7.2 إلي 2.3 من ارتفاع النوافذ.
3. وبالنسبة للغرفة ذات الإضاءة من جانب واحد فان عمق القاعة لا يجب أن يتعدي مرتين ونصف ارتفاع القاعة.
4. تأثير إبعاد الفتحات علي شدة الإضاءة وتوزيعها داخل الفراغ.
5. تأثير نوع الزجاج المستخدم في الفتحات حيث تتوقف كمية الضوء النفـــاذة إلي داخـــل الحيـــز علي نوع وسمك الزجاج، والزجاج الأملس الأبيض الشفاف هو الزجاج الشائع في النوافذ لأنه ذو كفاءة عالية في نفاذة الضوء من خلاله.
6. التشطيبات الداخلية والألوان وقدرتها علي عكس أو امتصاص الضوء.

ومما سبق يتضح أهمية استخدام الإضاءة الطبيعية في الحيازات التعليمية وذلك للاعتبارات التالية:

1. الاتجاه شبه الأفقي للإضاءة الطبيعية ويعطي ظلال أفضل وحد ادني للانعكاسات وإضاءة أفضل للأسطح الرأسية والأفقية. (د. علي رأفت1994م، ص105).
2. تنوع الإضاءة الطبيعية بالتدرج يعطي فرصة أفضل لتأقلم العين ويمنع ملل الإضاءة الثابتة.
3. الإضاءة الطبيعية وسط صحيح لمراجعة وتكوين وخلط الألوان.
4. توافر الإضاءة الطبيعية وسطوع الشمس علي مدار العام في السودان لفترة طويلة من اليوم، كما أن الحرارة الناتجة عن استعمالها اقل من الإضاءة الصناعية.

5. وتفضل الإضاءة الطبيعية في الفصول والمراسم لأن هناك نشاط شبه ثابت فمن السهل تركيز.
6. توجيه الإضاءة ووضع المناضد والمقاعد وحوامل الرسم في الأماكن المثلي بالنسبة لاتجاه الضوء.
7. الضوء الطبيعي يعطي الإنسان الإحساس بالوقت والاتجاه.
8. الجانب الاقتصادي.
9. والخصائص السابقة تتطلبها عملية دراسة الفنون، كما يجب الأخذ في الاعتبار أن ضوء الشمس المباشر داخل القاعة أو المرسم يسبب الوهج لذلك يجب معالجته باستخدامات كاسرات الشمس أو الستائر أو التوجيه الأمثل للقاعات والمراسم.

3-4-5 **الإضاءة الصناعية**:

يحتاج تصميم الإضاءة الصناعية إلي معلومات تكنولوجية دقيقة عن أساسيات تصميم الإضاءة مع تقدير النتائج النهائية لهذا التصميم ويتم اختيار مصدر الإضاءة علي أساس إلا يسبب المصدر أي وهج أو صعوبة في التركيب أو الصيانة، وتعد الإضاءة الفورية هي الأكثر استعمالا حتى الآن لإضاءة الحيازات التعليميـــة وخاصة عند استعمال الإضاءة الصناعية كإضاءة تكميليـــة خلال ساعات النهار والإضاءة الصناعية علي النقيض من ضوء الشمس من حيث أنها تبعث طيفـــاً متقطعـــاً وغير ثابت ولكن هذه المشكلة تّم معالجتها باستخدام مرشحات من الاكريليك الشفاف المعالج كيميائياً فاستخدام هذه المرشحات تكتسب الإضاءة الصناعية بعضاً من خصائص ضوء الشمس وتستخدم هذه المرشحات بالأخص في حالة استعمال الإضاءة الطبيعية مع الإضاءة الصناعية بحيث يحدث امتزاج بينهما وحتى لا يحدث أجهاد للعين.

3-4-6 **الضوئي التصميم**:

تعريف التصميم الضوئي:

يتجه التصميم الضوئي ألي تحقيق هدفين رئيسيين:

أولاً: توفير شدة الاستضاءة المناسبة والموزعـــة بانتظام للأنشطة العادية (مـــن 450 أي 600 لوكس) وقد تزيد عن هذا المعدل في حالة الأنشطة الدقيقة.

ثانياً: توفير شدة استضاءة متغيرة من خلال التحكم في مصادرة الإضاءة.

3-4-7 المعطيات اللازمة لتصميم الإضاءة الصناعية داخل الحيز التعليمي:

1. مسقط الحيز المراد إضاءته.
2. توجيه الغرف من كافة أبعادها.
3. ألوان الحوائط والأسقف والستائر.
4. طبيعة الأسقف سواء كانت مسطحة أو بها مستويات.
5. معلومات عن الأجهزة والأثاثات المستخدم في الفراغ.
6. معلومات عن طبيعة النشاط داخل الفراغ.
7. طبيعة وألوان خامات ومواد العمل.
8. توزيع الإضاءة مباشرة أو غير مباشرة.

3-4-8 الخطوات اللازمة لتصميم الإضاءة الصناعية داخل الحيزات التعليمية:

تحديد شدة الإضاءة وذلك حسب طبيعة كل فراغ وطبيعة النشاط حيث يتطلب العمل داخل قاعات الرسم والتصميم شدة إضاءة تتراوح بين 500 إلي 750 لوكس لذلك يجب عمل إضاءة مركزة علي منطقة النشاط ومسطح العمل أي إضاءة محلية بالإضافة ألي الإضاءة العامة للقاعة وذلك بحيث إلا يتجاوز الفرق في شدة الإضاءة (بين الإضاءة المحلية والعامة).

1. نسبة 10:1 وذلك لتجنب حدوث البريق.
2. اختيار نوع المصدر الضوئي المناسب من حيث اللون والحجم والثبات.
3. المكان الذي تستخدم له الإضاءة.

حيث تتغير حالة الاستخدام بالنسبة لحجم الفراغ وألوان الحوائط والأسقف وحساب معامل الصيانة وكذلك حساب معامل الامتصاص والانعكاس لذا يراعي أن تكون الحوائط والأسقف فاتحة اللون وغير لامعة كما يجب تجنب الانعكاسات علي مسطحات العمل، وتعتبر الحوائط والأسقف والأرضيات منابع ثانوية للضوء فتقوي شدة الاستضاءة علي سطح العمل إذا كانت هذه المنابع فاتحة اللون أي عندما يكون معامل انعكاسها مرتفعاً والجدول رقم (2) يبين قيم معامل الانعكاس لبعض الألوان.

5.3 شدة الإضاءة علي الأسطح:

جدول رقم (3-2)

المصدر: (سعود طارق حسن، 1427هـ)

اللون	درجة انعكاسه	اللون	درجة انعكاسه
قريب من الأبيض	%90	بني فاتح	%50
كريمي	%65	أحمر فاتح	%50
وردي فاتح	%65	أخضر زيتوني	%15
أصفر	%65	بني غامق	%10
رماد فاتح	%60	ازرق بحري	%5
أخضر فاتح	%60		

يتضح من الجدول انه يمكن الحصول علي شدة إضاءة اعلي وذلك بزيادة معامل الانعكاس للأسطح المحيطة كما يجب مراعاة سهولة عملية الصيانة والنظافة لأجهزة الإضاءة آذ أن الأتربة التي تتراكم فوقها تعمل علي امتصاص نسبة كبيرة من الضوء قد تصل إلى 40% إلي 50% ومن أنواع وأساليب الإضاءة الصناعية.

1.5.3 تتلخص أنواع الإضاءة الصناعية في:

1. الإضاءة المباشرة Direct Lighting
2. الإضاءة غير المباشرة Indirect Lighting
3. الإضاءة نصف مباشرة Simie-Direct Lighting

الإضاءة المباشرة Direct Lighting:

وهي أكثر أنواع الإضاءة شدة وأكثرها إحداثا للبريق لأن مصادر الضوء طبيعية كانت أو صناعية مكشوفة لعين المشاهد وفيها يتم سقوط الأشعة الضوئية بطريقة مباشرة علي السطح المراد إضاءته واحتمال حدوث الوهج منها كبير ألا إنها تساعد علي إعطاء أهمية للسطح المضاء وتجذب النظر أليه ولذلك يكثر استعمالها في قاعات العرض.

الإضاءة غير المباشرة Lighting Indirect:

يتم إضاءة الأسقف والحوائط بمصدر تضائي غير مرئي بحيث تستعمل الأسقف والحوائط في هذه الحالة كأسطح عاكسة لتعطي إضاءة انسيابية هادية في كافة أنحاء الفراغ وقد وجد الباحثون أن استخدام مثل هذا الأسلوب في الإضاءة يقلل من إجهاد العين والأعصاب البصرية علي عكس الإضاءة المباشرة التي تسبب إجهاد للعين وصداعاً ومن مميزات الإضاءة غير المباشرة أنها ليست لها بقع لامعة ولا تسبب البريق وليس لها انعكاسات شديدة ولا وهج مباشر من مصدر الإضاءة.

الإضاءة نصف مباشرة Semie – direct Lighting :

هذه الإضاءة نحصل عليها عن طريق وضع إضاءة متوازية أو متقاطعة أو ألواح في اتجاهات مختلفة إمام مصدر الإضاءة (الطبيعية – الصناعية) وهذه الأسلحة قد تكون من الخرسانة أو البلاستيك أو الخشب أو المعدن.. الخ، وهي تسمح بدخول الضوء المباشر بين الفتحات مباشرة بكفاءة عالية كما تعكس الإضاءة علي كافة جزاء الفراغ ألا انه يعيب هذه الطريقة تراكم الأتربة وصعوبة الصيانة ومن مميزاتها أيضا أنها تزيل الظلال وتخلق بيئة بصرية أفضل تساعد على الراحة البصرية والهدوء النفسي وذلك علي أن تدرس زاوية الإضاءة بعناية لتلافي انعكاساتها في أعين الطلاب أو علي اللوحات والإعمال والرسومات الزيتية ألا انه يعيبها أنها تقلل الإحساس بحيوية الفراغ ولا تصلح وحدها في أماكن الإعمال الدقيقة إذ يجب أن يكون معها إضاءة مكملة ومركزة علـــي مسطح العمل، ومما سبق يتضح أن هناك بعض الشروط التي يجب مراعاتها عند **التصميم الضوئي للحيزات التعليمية وهي:**

1. يجب ألا تكون درجة نصوع الجسم والخلفية متساوية.
2. يفضل أن يكون معامل انعكاس الضوء للسطح المضاء أكبر من معامل انعكاس الخلفية المحيطة بها
3. يجب أن توضع مصادر الإضاءة في أماكن مناسبة داخل الحيز المضاء.
4. أن تكون شدة الإضاءة كافية مع تجنب الانعكاسات الشديدة.
5. تجنب ظاهرة البريق ووضع منابع الإضاءة علي ارتفاع مناسب.
6. أن يكون توزيع الضوء عادل علي الجزاء الفراغات ومسطحات العمل.
7. مراعاة عملية الصيانة وذلك بسهولة الوصول إلى أجهزة الإضاءة وسهولة تنظيفها أو تغيرها.
8. استخدام مصادر اقتصادية صديقة للبيئة.

ملخص الدراسات السابقة:

تم الاطلاع والاستفادة من الأبحاث والأوراق العلمية ذات العلاقة بموضوع الدارسة والتي تناولت بعض أو أجزاء من موضوع الدراسة بحيث تم مراعاة خصوصية كل دراسة.

وهنا عَرض لَأهم اَلدراسات ذَات اَلعلاقة بَموضوَع اَلبحث:

1- الإضاءة اَللَيلية فَي اَلعمارة.

وتناولت الأطروحة احد الجوانب المرتبطة بالإضاءة الصناعية والمتمثلة بالإضاءة الليلية للمبني وبين الدور المهم التي تلعبه الإضاءة الليلية في تعزيز الجوانب التعبيرية للمشهد الليلي وتأكيد هوية العمارة، وتم مناقشة وتحليل عملية التصميم الضوئي وأهميتها وأهدافها ومراحلها المختلفة من خلال شرح تصنيفات ومستويات الإضاءة وحلل بعض المشاريع والحالات الدراسية مثل مشروع مكتبة الإسكندرية بمصر للوصول إلي استنتاجات منها أن يكون التفكير بالتصميم الضوئي منذ المراحل المبكرة لوضع الأفكار والمخططات التصميمية لضمان حصول تكامل بين أجزاء المشروع ولا يتم تأجيل موضوع الإضاءة وليصبح كأنه تحصيل حاصل.

2- الاعتبارات اَلبصرية وأسس دَارسة الإضاءة عَند تَصميم اَلمباني اَلسكنية فَي اَليمن.

تناول البحث المفاهيم العامة للإضاءة ومشكلاتها وأهميتها في حياة الإنسان من حيث تحقيق الاستقرار النفسي والصحة البصرية حيث ناقش المشكلة البحثية التي تكمن في تجاهل المعماريين لمسألة الإضاءة عند دارسة المباني عامة والمباني السكنية خاصة للوصول إلي أسس تضاف إلي القوانين وتشريعات البناء في اليمن. وخلص بوضع التوصيات ومقترحات منها عدم اعتماد أي تصاميم معمارية للمباني السكنية من قبل الجهات المختصة ما لم تكن متضمنة دارسة للإضاءة وصياغة معايير وأنظمة معمارية وعمرانية تراعي الإضاءة بحيث تتلاءم مع متطلبات السكان واحتياجاتهم بمختلف الشرائح.

3- دور الإضاءة اَللَيلية فَي إبراز جَماليات اَلشكل اَلمعماري.

تناولت الأطروحة أهمية ودور الإضاءة الليلة في إبراز جماليات الشكل المعماري واختص بالمباني العامة في قطاع غزة كحالة دراسية، نظراً لغياب وإهمال عنصر الإضاءة الليلة في تلك المباني وتحدث

عن أهداف تصميم الإضاءة ومعايير تصميم الإضاءة وشرح العديد من الحالات الدراسية الدولية والمحلية منها مسجد عبد العزيز الخالدي في قطاع غزة.

4- التقنيات الحديثة للإضاءة الخارجية .

ناقشت الدراسة أيضاً موضوع الإضاءة الليلية الخارجية وعبر الباحث عن المشكلة بأنها تلوث بيئي وبصري وذلك لأسباب عديدة سببها عدم وضع وتصميم الإضاءة بشكل مدروس مما تسبب بفقدان للطابع المعماري وهوية المكان وبين من خلال الدارسة أهميه اللقاء الضوء علي مجال تصميم الإضاءة والتعريف بمصمم الإضاءة وما هي مهامه ودوره وما هي المعلومات التي تهمه وتؤهله ليصبح متخصصاً في هذا المجال. وتطرق بالتفصيل عن الإضاءة وطبيعتها وخواصها ومصادرها المتعددة للوصول إلي أدرك كامل لماهية الإضاءة وبالأخص الإضاءة الليلية.

5- التأثير السيكولوجي والفسيولوجي للضوء واللون علي تصميم الفراغ المعماري للمكاتب.

تعد الدراسة محاولة للتحقق من مدي ملامسة التأثيرات السيكولوجية والفسيولوجية للألوان والإضاءة علي شريحة العاملين في المكاتب في مدينة الخرطوم. بهدف التعرف علي الألوان والأنظمة الإضائية التي استخدمت في تصميم الفراغ المعماري داخل المكاتب وأماكن العمل من خلال أخذ حالات دراسية محلية والتعرف عليها ميدانيا ومن ثم تحليلها لمعرفة هل تم توظيف الأنظمة اللونية والإضائية المستخدمة في الفراغات الداخلية بما يتلائم مع نفسية ومصلحة الأفراد مستخدمي هذه الفراغات من عاملين ومستفيدين، الأمر الذي يعتبر خطوة هامة لفهم الفراغات الداخلية وفهم لنفسية مستخدميها. وجاءت الفرضية علي أساس الإجابة السلبية " أنه لم يتم الأخذ بعين الاعتبار التأثير السيكولوجي والفسيولوجي للألوان والإضاءة في تصميم الفراغات الداخلية في المكاتب في مدينة الخرطوم " بما يتناسب مع وظيفة الفراغات وتفاعل المستخدمين داخلها. واستخدم الباحث المنهج العلمي لرصد التأثير السيكولوجي والفسيولوجي للألوان والإضاءة داخل الفراغ وذلك من خلال الاطلاع علي الكتب والدوريات ومواقع الانترنت كما استخدم الباحث المنهجي الوصفي التحليلي لمناقشة المشكلة البحثية والخلوص بعدة نتائج واقتراحات وتوصيات من أهمها الارتقاء بالبعد اللوني وتأثيرها داخل المكاتب والارتقاء بالتصميم الإضاءة الصحيح والأنسب للمكاتب.

6- دور الإضاءة فَي إبراز اَلقيم اَلوظيفية وَالجمالية لَلتصميم اَلداخلي .

تناولت الرسالة دراسة لدور الإضاءة في إظهار القيم الوظيفية والجمالية للتصميم الداخلي وذلك من خلال البحث في طبيعة الضوء والتأثيرات المختلفة له في الفراغات الداخلية وتأثير الضوء علي الأجسام وكيفية إظهاره لهيئة الأجسام وأنواع الظلال المصاحبة لسقوط الضوء وتضمنت الدراسة أساليب توزيع الإضاءة في الأماكن المختلفة وسرد أهم مصادر الإضاءة الصناعية أو لأجهزة المعروفة والدور الذي تلعبه الإضاءة في إظهار عناصر التصميم الداخلي المختلفة وختم بعمل مشروع تطبيقي من خلال عمل نموذج لحجرة استقبال مكتب وتطبيق أساليب الإضاءة المختلفة والخلوص بمجموعة من النتائج والتوصيات.

7- متغيرات الإضاءة وأثرها في الإدراك والراحة البصرية في التصميم الداخلي.

ناقشت الدراسة مدي إمكانية السيطرة علي متغيرات الإضاءة في الفضاءات الداخلية للمؤسسات العامة والخاصة وذلك بشرح النقاط المتمثلة بالتباين ونسبة الإضاءة والسطوح ووقت الرؤية ودرجة الإنعكاس وتأثير ذلك في عملية الإدراك البصري، وخلصت بنتائج أن هناك مجموعة متغيرات علي مستوي البيئة والشكل وعلاقتهما بالإضاءة والتي لها تأثير مباشر علي راحة الرؤية منها شكل الفضاء الداخلي ومستوي الإنعكاس للسطوح وشدة ونوع حجم الإضاءة. وأوصت الدراسة بأنه ينبغي تحديد كمية الإضاءة الداخلية وفق حسابات كمية (معيارية) وعدم اللجوء إلي زيادة الإضاءة لكونها تؤثر سلباً علي الراحة البصرية.

الفصل الرابع

دراسة وتحليل النماذج

1.4 المقدمة:

جامعة المستقبل:

هي أول جامعة متخصصة في المجالات المتعلقة بتقنيات المعلومات والاتصالات في السودان .منذ إنشائها في عام 1991 ككلية كمبيوتر مان، تم اعتبارها – على المستوى الإقليمي – كأول كلية تقدم برنامج تقنية المعلومات، وعلى – المستوى القطري – كأول كلية تقدم برنامج هندسة الحاسوب، وثاني كلية تقدم برامج هندسة الاتصالات والهندسة المعمارية والتصميم. تم ترفيعها إلى درجة جامعة في آب/أغسطس 2010 من قبل وزارة التعليم العالي والبحث العلمي في السودان. الجامعة تتبنى نظام الساعات المعتمدة في عمليتها التعليمية، مما يجعلها واحدة من أولى المعاهد التعليمية لتنفيذ هذا النظام في السودان. وهي أيضا أول مؤسسة أكاديمية خاصة في السودان تستضيف كرسي لليونسكو حالياً، جامعة المستقبل تحتوي على سبع كليات، وكل كلية تحتوي على عدد من البرامج (بعضها يجري تدريسه والبعض الآخر قيد الطرح). (الموقع القديم لكلية كمبيوتر مان .نسخة محفوظة 26 مايو 2020 على موقع وأي باك مشين).

2.4 منهجية دراسة الحالات الدراسية:

لإثبات فرضيات البحث تم اختيار مباني (جامعة كمبيوترمان وجامعة الخرطوم) قسم العمارة، حيث تم تحليلها والخروج بالخلاصات والنتائج والتوصيات.

3.4 معايير اختيار الزيارات:

(1/4) **صورة تعريفية لجامعة الخرطوم**:

تم اختيار جامعة الخرطوم لأنها من أقدم الجامعات السودانية وتعتبر من الجامعات العريقة في أفريقيا والشرق الأوسط وتعتبر جامعة حكومية تأخذ طابع التصاميم القديمة الأثرية، وتقع في مدينة الخرطوم وقد كان إنشائها باسم كلية غوردون التذكارية من قبل اللورد كتشنر أثناء فتره الاستعمار البريطاني في السودان لتخليد ذكري اللورد غوردون وتحول اسمها لجامعة الخرطوم بعد استقلال السودان 1يناير 1956.

(2/4) **صورة تعريفية لجامعة المستقبل**:

تم اختيار جامعه المستقبل لأنها تأخذ طابع جديد من التصميم وهي معروفة باسم جامعه كمبيوترمان سابقا وهي أول جامعه متخصصة في المجالات المتعلقة بتقنيات المعلومات واللاتصالات ف السودان وتم تأسيسها في عام 1991 وتم إنشائها في عام 2004 كمؤسسة علمية خاصة مستقلة.

4-4 **تحليل نماذج مباني جامعة الخرطوم**:

4-4-1**جامعة الخرطوم**

الإضاءة في القاعات الدراسية في جامعة الخرطوم كلية العمارة والتخطيط البيئي تعتمد على الإضاءة الاصطناعية ومتمثلة في لمبات الفلورسنت الـــ 2 قدم في الأسقف المستعارة وال 4 قدم في الأسقف الخرسانية، والإضاءة الطبيعية متمثلة في الشبابيك ونلاحظ الصور المرفقة في الفتحات وأحجامها ومساحاتها من قاعة لأخري ومستوى الإضاءة الطبيعية والاصطناعية.

4-4-2**علماً بأن التحليل ببرنامج** (DIALUX)

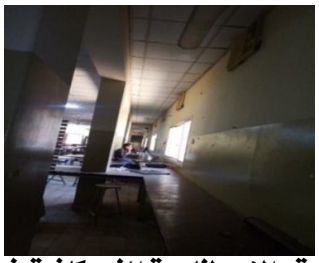
في هذا الباب تمت زيارة عدد من الجامعات السودانية (جامعة الخرطوم والمستقبل) باعتبارهما حالة دراسة محلية وتم استخدام برنامج الـــ DIALUX وهو برنامج ثلاثي الأبعاد يمكنه إنشاء مؤثرات الإضاءة الحقيقية والبرنامج يعتمد على بيانات ال CAD من البرامج الهندسية الاخري والنتائج يمكن تصديرها بسهولة.

(3/4) الصور توضح جامعة الخرطوم كليه العمارة

(المصدر: الباحث)

3-4-4 **قاعة خامسة معمار** (C101):

تعتبر من أكبر المراسم في كلية العمارة من حيث المساحة ومساحة القاعة 412.8 متر مربع ويوجد بالقاعة 30 جهاز إضاءة وكل جهاز إضاءة به لمبتين فلورسنت في السقف المستعار وتوجد 8 شبابيك موزعة في القاعة.



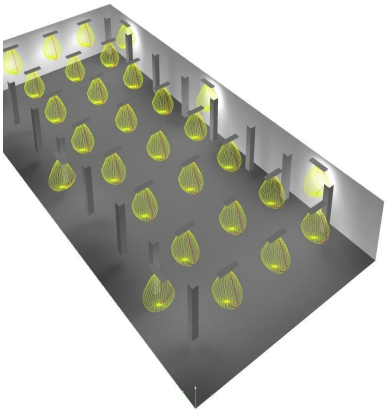
(4/4) الصور توضح كمية الإضاءة الطبيعية والاصطناعية الغير كافية في القاعة

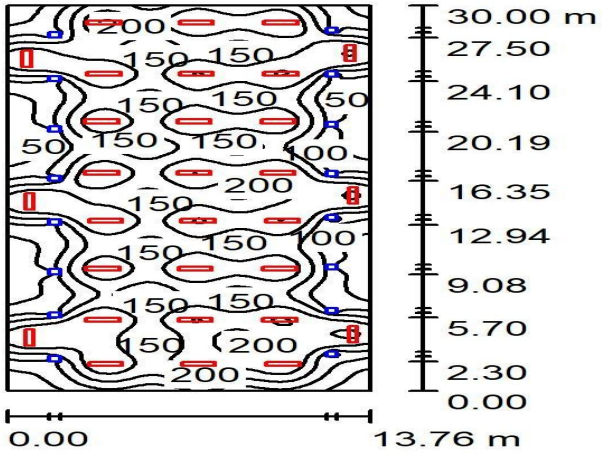
(المصدر: الباحث)

جدول (4-1) يوضح بيانات قاعة خامسة معمار:

اسم القاعة	ابعاد القاعة	نوع الإضاءة	النوافذ	أجهزة الإضاءة	سعة القاعة
قاعة خامسة معمار (C101):	الطول 30 العرض 13.76 الارتفاع 3م	(فلورسنت 4 قدم)	عدد الشبابيك 8 ارتفاع الشبابيك 2.50 ارتفاع الأسطح	عدد أجهزة الإضاءة 30-60 لمبة عدد اللمبات ف كل جهاز إضاءة 2 عدد اللمبات الكلي 60	تسع القاعة 184 120= (20*6) 64+120= 184

تحليل جامعة الخرطوم (قاعة خامسة معمار) بالوضع الحالي:

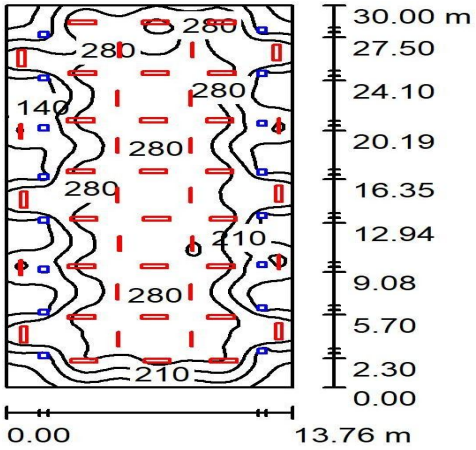


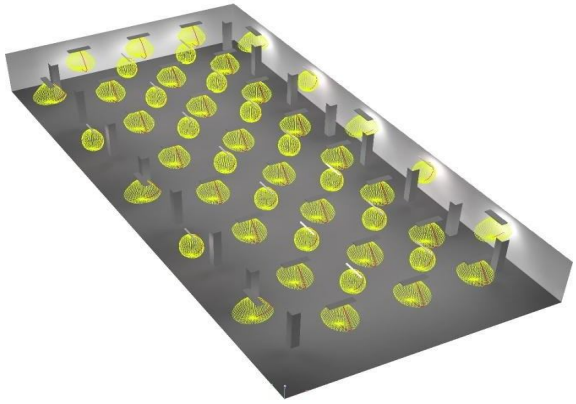


Surface	r [%]	E_{av} [lx]	E_{min}[lx]	E_{max} [lx]	u0
Work plane	/	164	22	265	0.134
Floor	20	156	32	225	0.208
Ceiling	70	29	19	54	0.657
Walls (4)	50	63	22	403	/
Workplane: Height:	0.850 m				
Grid: Boundary Zone:	128 x 64 Points 0.000 m				

Total: 84000

تحليل جامعة الخرطوم (خامسة معمار) وفقاً للمواصفات القياسية (Standard)





Surface	r [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Work plane	/	239	37	362	0.155
Floor	20	228	52	343	0.228
Ceiling	70	43	24	1914	0.551
Walls (4)	50	87	30	415	/
Work plane: Height:	0.850 m				
Grid: Boundary Zone:	128 x 64 Points 0.000 m				

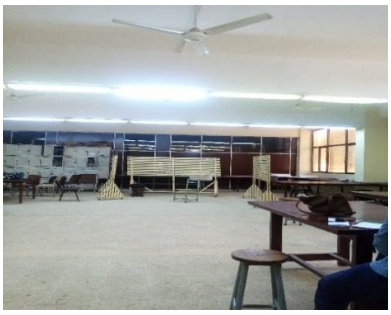
Total: 121674

جدول(4-2) يوضح تحليل القاعة بوضعها الحالي ووفقا للمواصفات القياسية :

تحليل جامعة الخرطوم (قاعة خامسة معمار) بالوضع الحالي:	تحليل جامعة الخرطوم (خامسة معمار) وفقاً للمواصفات القياسية (Standard)
تم تحليل القاعة ببرنامج الديلوكس وحساب كمية اللكس في القاعة علي سطح العمل مقارنة مع المواصفات القياسية لقاعة الدراسة والرسم لابد أن تكون بين 300-750حتي تكون مستوفية وبالنسبة للوضع الحالي اقل من الاستاندر علي سطح العمل	تم تحليل القاعة ببرنامج الديلوكس وحساب كمية اللكس في القاعة علي سطح العمل مقارنة مع المواصفات القياسية لقاعة الدراسة والرسم لابد أن تكون بين 300-750حتي تكون مستوفية وبالنسبة للوضع الحالي اقل من الاستاندر علي سطح العمل لذلك تمت إضافة لمبات بحيث إن كمية اللكس لا تقل عن 300 واعلي كمية لكس تكون 750

قاعة رابعة معمار (D103):

تسع القاعة 70 طالب ومساحة القاعة 161.721 متر مربع ويوجد بالقاعة 21 جهاز إضاءة وكل جهاز إضاءة به لمبتين فلورسنت وكل عدد لمبات ال إضاءة42 لمبة كلها موزعة بطريقة غير مدروسة موضوعه في أسفل البيم مركزه كلها ف مكان واحد في نفس اتجاه الإضاءة الطبيعية وتوجد 3 شبابيك موزعة في القاعة.



صورة (4-5) 3 شبابيك موزعة في القاعة

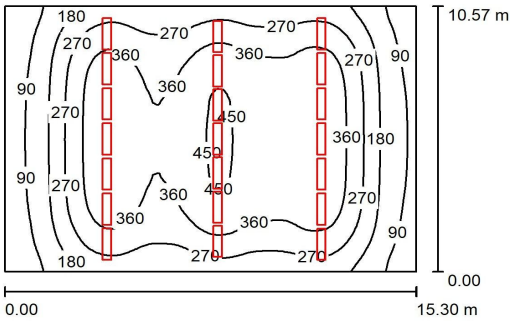
صورة (4-6) الصور توضح الإضاءة الطبيعية والاصطناعية

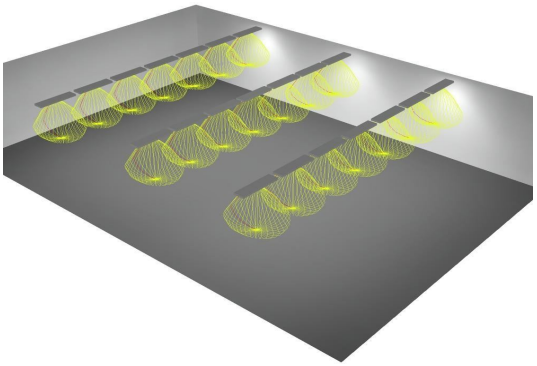
(المصدر: الباحث)

جدول (4-3) يوضح بيانات قاعة رابعة معمار جامعة الخرطوم:

اسم القاعة	إبعاد القاعة	نوع الإضاءة	النوافذ	أجهزة الإضاءة	سعة القاعة
قاعة رابعة معمار (D103)	إبعاد القاعة:161.721 الطول15.30 العرض 10.57 الارتفاع 3.78 ارتفاع البيم من ال 0.0 (البيم السقف) ارتفاع الإضاءة 3.42	*نوع اللمبات: (فلوسنت 4 قدم)	الشبابيك (الإضاءة الطبيعية): -عدد الشبابيك 3 -ارتفاع الشبابيك 2.50 -ارتفاع الاسطح ,85 -عدد الابيام 3	عدد أجهزة الإضاءة 21 عدد اللمبات ف جهاز الإضاءة 2 عدد أجهزة الإضاءة الكلي 21*2=42	سعة القاعة 70 طالب

تحليل جامعة الخرطوم (قاعة رابعة معمار) بالوضع الحالي:

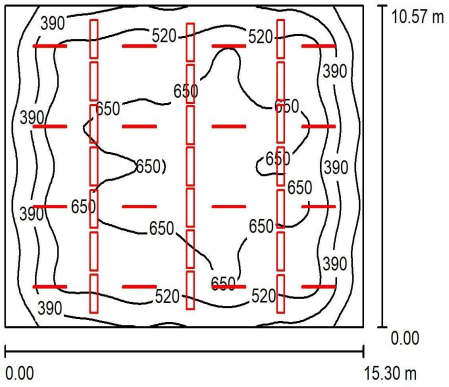


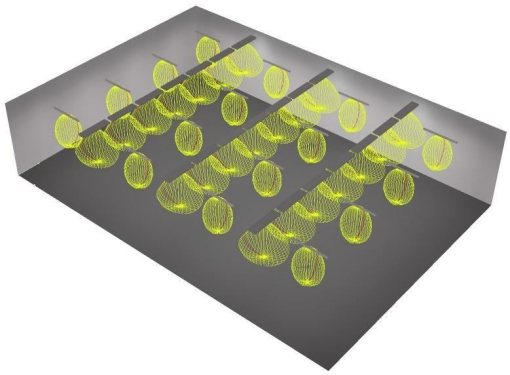


Surface	r[%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Work plane	/	287	51	463	0.177
Floor	20	271	69	417	0.255
Ceiling	70	49	29	69	0.589
Walls (4)	50	97	38	259	/
Work plane: Height:	0.850 m				
Grid: Boundary Zone:	64 x 64 Points 0.000 m				

Total:	58800

تحليل جامعة الخرطوم (قاعة رابعة معمار) وفقاً للمواصفات القياسية (Standard)





Surface	r [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Work plane	/	532	165	768	0.310
Floor	20	498	188	700	0.378
Ceiling	70	91	59	113	0.654
Walls (4)	50	196	72	333	/
Work plane: Height:	0.850 m				
Grid: Boundary Zone:	64 x 64 Points 0.000 m				

Total:	110880

جدول (4-4) يوضح تحليل القاعة بوضعها الحالي ووفقا للمواصفات القياسية:

تحليل جامعة الخرطوم (قاعة رابعة معمار) بالوضع الحالي:	تحليل جامعة الخرطوم (قاعة رابعة معمار) وفقاً للمواصفات القياسية (Standard)
تم تحليل القاعة ببرنامج الديلوكس وحساب كمية اللكس في القاعة علي سطح العمل مقارنة مع المواصفات القياسية لقاعة الدراسة والرسم لابد ان تكون بين 300-750حتي تكون مستوفية وبالنسبة للوضع الحالي اقل من الاستاندر علي سطح العمل	تم تحليل القاعة ببرنامج الديلوكس وحساب كمية اللكس في القاعة علي سطح العمل مقارنة مع المواصفات القياسية لقاعة الدراسة والرسم لابد ان تكون بين 300-750حتي تكون مستوفية وبالنسبة للوضع الحالي اقل من الاستاندر علي سطح العمل لذلك تمت إضافة لمبات بحيث إن كمية اللكس لا تقل عن 300 واعلي كمية لكس تكون 750

نماذج مباني جامعة:

جامعة المستقبل:

قاعة خامسة معمار (ARCH 1):

الإضاءة في القاعات الدراسية في جامعة المستقبل في كلية العمارة والتخطيط البيئي تعتمد على الإضاءة الاصطناعية ومتمثلة في لمبات الفلورسنت ال 4 قدم في الأسقف الخراسانية، والإضاءة الطبيعية متمثلة في الشبابيك المستطيلة راسية في الواجهة وأفقية أعلى الشبابيك الراسية كامتداد لها ويوجد تظليل بالفتحات العلوية لتقليل نسبة الإضاءة داخل القاعة وتوجد الشبابيك في الجهة الشمالية من القاعة وتستخدم القاعات للدراسة والرسم ونلاحظ في الصور المرفقة شكل الفتحات وأحجامها ومساحاتها ومستوي الإضاءة الطبيعية والاصطناعية. توزيع الإضاءة الاصطناعية فصاد فتحات الإضاءة الطبيعية في كل القاعات بالجامعة.

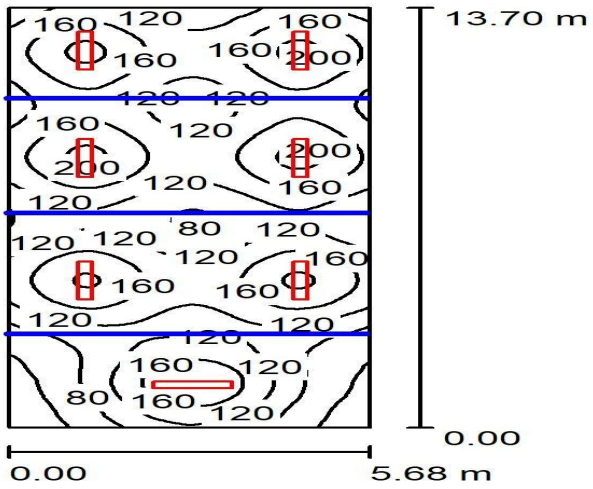
(7/4) الصور توضح كمية الإضاءة الطبيعية خلال الفتحات المظللة تظليل جزئي والإضاءة الاصطناعية

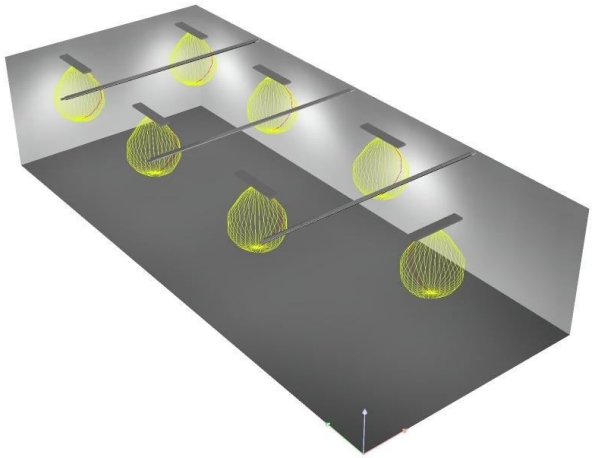
(المصدر :الباحث)

جدول (4-5) يوضح بيانات قاعة خامسة معمار جامعة المستقبل :

اسم القاعة	إبعاد القاعة	نوع الإضاءة	النوافذ	أجهزة الإضاءة	سعة القاعة
قاعة خامسة معمار (ARCH 1)	المساحة الكلية للقاعة :77.816 الطول 13.70 العرض 5.68 الارتفاع 3.07	نوع اللمبات :لمبات الفلورسنت 4قدم	عدد الشبابيك 7 ارتفاع الشبابيك 2.59 ارتفاع الاسطح .77	عدد أجهزة الإضاءة 7 عدد اللمبات في جهاز الإضاءة 2 عدد اللمبات الكلي (7*2)=14	40 طالب

تحليل جامعة المستقبل (قاعة خامسة معمار) بالوضع الحالي:

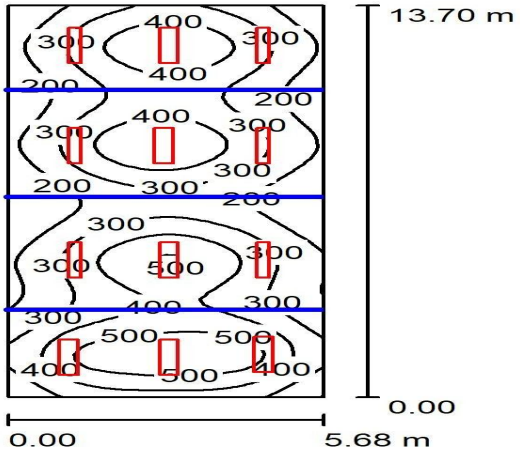


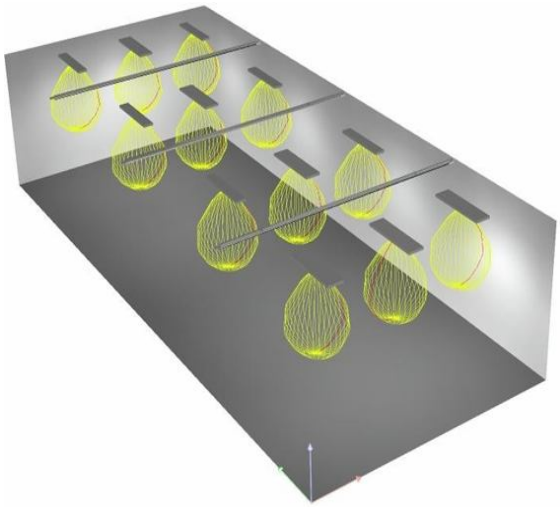


Surface	r [%]	E_{av} lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	133	24	210	0.181
Floor	20	119	36	146	0.304
Ceiling	70	23	12	30	0.513
Walls (4)	50	51	15	13	/
Workplane: Height:	0.850 m				
Grid: Boundary Zone:	128 x 64 Points 0.000 m				

Total:14000

تحليل جامعة المستقبل (خامسة معمار) وفقاً للمواصفات القياسية (Standard)



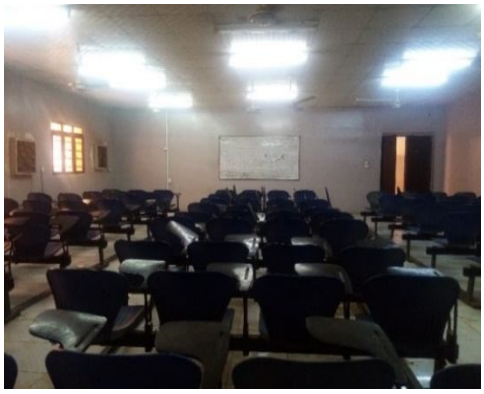


Surface	r [%]	E_{av}[lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	329	118	592	0.358
Floor	20	297	138	464	0.464
Ceiling	70	52	35	71	0.665
Walls (4)	50	118	41	256	/
Workplane: Height:	0.850 m				
Grid: Boundary Zone:	64 x 32 Points 0.000 m				

Total:	34200

جدول(4-6) **يوضح تحليل القاعة بوضعها الحالي ووفقا للمواصفات القياسية** :

تحليل جامعة المستقبل (قاعة خامسة معمار) بالوضع الحالي:	**تحليل جامعة المستقبل (قاعة خامسة معمار) وفقاً للمواصفات القياسية (Standard)**
تم تحليل القاعة ببرنامج الديلوكس وحساب كمية اللكس في القاعة علي سطح العمل مقارنة مع المواصفات القياسية لقاعة الدراسة والرسم لابد إن تكون بين 300–750حتي تكون مستوفية وبالنسبة للوضع الحالي اقل من الاستاندر علي سطح العمل	تم تحليل القاعة ببرنامج الديلوكس وحساب كمية اللكس في القاعة علي سطح العمل مقارنة مع المواصفات القياسية لقاعة الدراسة والرسم لابد ان تكون بين 300–750حتي تكون مستوفية وبالنسبة للوضع الحالي اقل من الاستاندر علي سطح العمل لذلك تمت إضافة لمبات بحيث إن كمية اللكس لا تقل عن 300 واعلي كمية لكس تكون 750



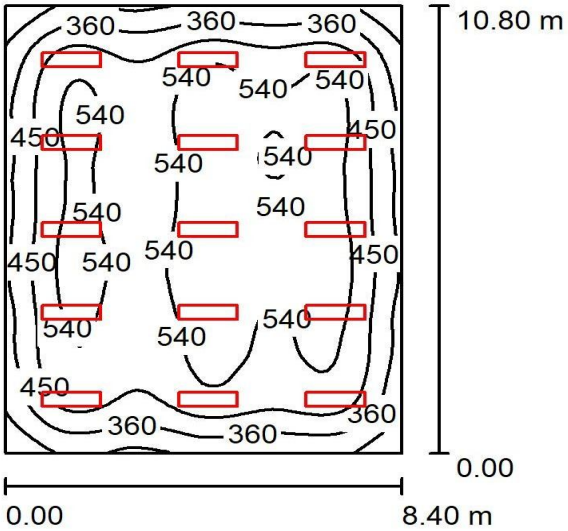
(8/4)الصور توضح كمية الإضاءة الطبيعية والاصطناعية الداخلة للقاعة121

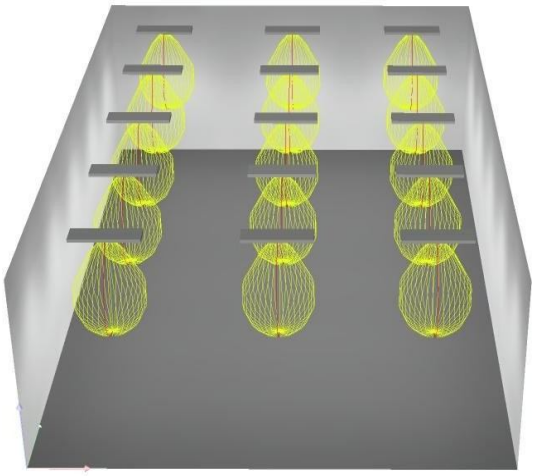
(المصدر: الباحث)

جدول (4-7) يوضح بيانات قاعة 121 جامعة المستقبل :

اسم القاعة	أبعاد القاعة	نوع الإضاءة	النوافذ	أجهزة الإضاءة	سعة القاعة
قاعة رقم (121)	أبعاد القاعة الكلية:1.197 الطول 38.62 العرض 31 الارتفاع 3	نوع اللمبات الفلورسنت 4 قدم	الشبابيك عدد الشبابيك 3 ارتفاع الشبابيك 2.50	عدد اللمبات 16لمبة فلورسنت	سعة القاعة 108 طالب

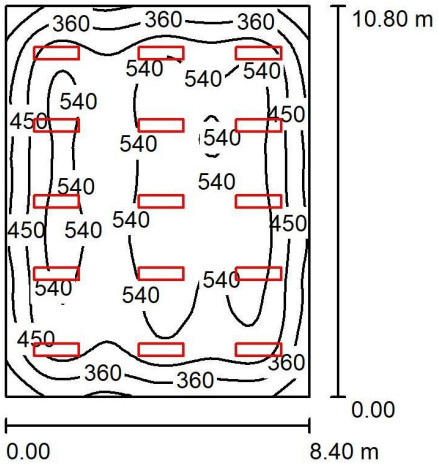
تحليل جامعة المستقبل (قاعة رقم 121) بالوضع الحالي:

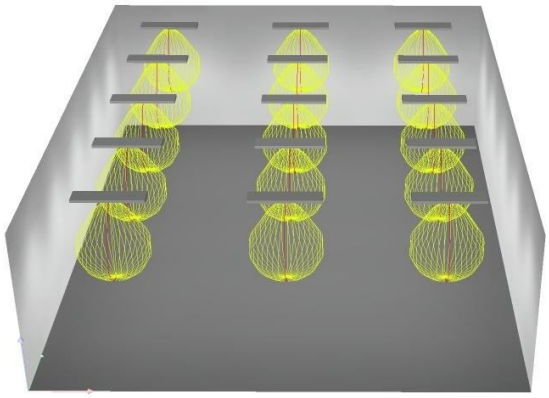




Surface	r [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	476	180	601	0.379
Floor	20	438	203	560	0.463
Ceiling	70	76	54	102	0.713
Walls (4)	50	163	61	250	/
Workplane:					
Height:	0.850 m				
Grid:	64 x 64 Points				
Boundary Zone:	0.000 m				

Total:	5550





*تحليل جامعة المستقبل (قاعة رقم **121**) وفقاً للمواصفات القياسية (Standard):

Surface	r [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max}[lx]	u0
Workplane	/	476	180	601	0.379
Floor	20	438	203	560	0.463
Ceiling	70	76	54	102	0.713
Walls (4)	50	163	61	250	/
Workplane:					
Height:	0.850 m				
Grid:	64 x 64 Points				
Boundary Zone:	0.000 m				

Total:	5550

جدول(4-8) يوضح تحليل القاعة بوضعها الحالي ووفقا للمواصفات القياسية :

تحليل جامعة المستقبل (قاعة رقم 121) بالوضع الحالي:	تحليل جامعة المستقبل (قاعة رقم 121) وفقاً للمواصفات القياسية (Standard)
تم تحليل القاعة ببرنامج الديلوكس وحساب كمية اللكس في القاعة علي سطح العمل مقارنة مع المواصفات القياسية لقاعة الدراسة والرسم لابد إن تكون بين 300-750حتي تكون مستوفية وبالنسبة للوضع الحالي اقل من الاستاندر علي سطح العمل	تم تحليل القاعة ببرنامج الديلوكس وحساب كمية اللكس في القاعة علي سطح العمل مقارنة مع المواصفات القياسية لقاعة الدراسة والرسم لابد ان تكون بين 300-750حتي تكون مستوفية وبالنسبة للوضع الحالي اقل من الاستاندر علي سطح العمل لذلك تمت إضافة لمبات بحيث إن كمية اللكس لا تقل عن 300 واعلي كمية لكس تكون 750

قاعة رقم 117:

مساحة القاعة صغيرة جدا أشبه بالفصل الدراسي بالنسبة للإضاءة الطبيعية توجد 5 شبابيك بالقاعة و5 أجهزة إضاءة وكل جهاز إضاءة به لمبتين فلورسنت 4 قدم.

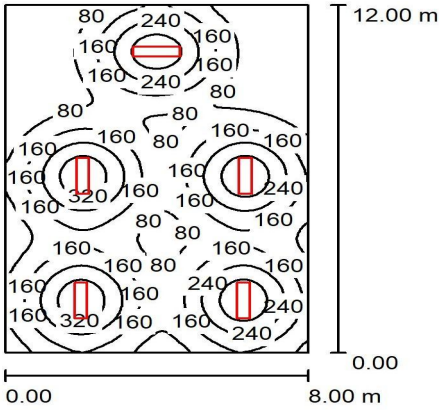
(9/4) الصور توضح كمية الإضاءة الطبيعية والاصطناعية الداخلة للقاعة

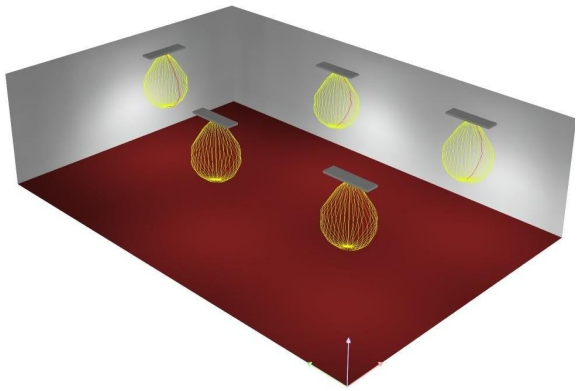
(المصدر: الباحث)

جدول (4-9) يوضح بيانات قاعة117 جامعة المستقبل :

اسم القاعة	إبعاد القاعة	نوع الإضاءة	النوافذ	أجهزة الإضاءة	سعه القاعة
قاعة رقم 117	المساحة الكلية للقاعة: 96 الطول 12 العرض 8 الارتفاع 3	نوع اللمبات: الفلورسنت 4 قدم	عدد الشبابيك 4	أجهزة الإضاءة: عدد أجهزة الإضاءة 5 عدد اللمبات الكلي (5*2) =10	سعة القاعة 64 طالب

تحليل جامعة المستقبل (قاعة رقم 117) بالوضع الحالي:

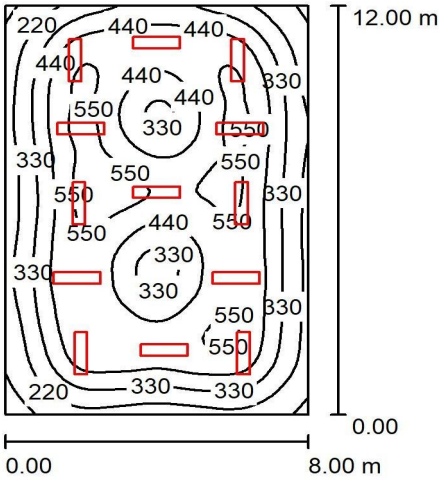


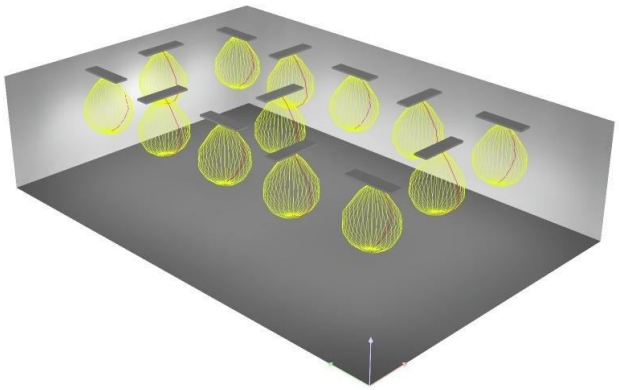


Surface	r [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	156	17	386	0.106
Floor	20	144	23	224	0.162
Ceiling	70	25	13	33	0.523
Walls (4)	50	48	17	118	/
Workplane:					
Height:	0.850 m				
Grid:	128 x 128 Points				
Boundary Zone:	0.000 m				

Total	1850

تحليل جامعة المستقبل (قاعة رقم 117) وفقاً للمواصفات القياسية (Standard):





Surface	r [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	404	72	600	0.177
Floor	20	374	115	500	0.309
Ceiling	70	63	39	80	0.625
Walls (4)	50	120	49	268	/
Workplane:					
Height:	0.850 m				
Grid:	64 x 64 Points				
Boundary Zone:	0.000 m				

Total	4810

جدول (4–10) يوضح تحليل القاعة بوضعها الحالي ووفقا للمواصفات القياسية:

تحليل جامعة المستقبل (قاعة رقم117) بالوضع الحالي:	تحليل جامعة المستقبل (قاعة رقم 117) وفقاً للمواصفات القياسية (Standard)
تم تحليل القاعة ببرنامج الديلوكس وحساب كمية اللكس في القاعة علي سطح العمل مقارنة مع المواصفات القياسية لقاعة الدراسة والرسم لابد أن تكون بين 300–750حتي تكون مستوفية وبالنسبة للوضع الحالي اقل من الاستاندر علي سطح العمل	تم تحليل القاعة ببرنامج الديلوكس وحساب كمية اللكس في القاعة علي سطح العمل مقارنة مع المواصفات القياسية لقاعة الدراسة والرسم لابد أن تكون بين 300–750حتي تكون مستوفية وبالنسبة للوضع الحالي اقل من الاستاندر علي سطح العمل لذلك تمت إضافة لمبات بحيث إن كمية اللكس لا تقل عن 300 واعلي كمية لكس تكون 750

الفصل الخامس

الاستنتاجات والتوصيات

1.5 المقدمة:

من خلال تحليل ومناقشة الأطروحات والنتائج التي تعرض لها البحث فقد تم التوصل لمجموعة استنتاجات تتعلق بعملية التصميم الضوئي والتي يجب أن يضعها المصمم في اعتباراته التصميمية للوصول للنتائج المميزة وبما يهدف لتحقيق الهوية المعمارية لنتاجه.

2.5 إستنتاجات:

لحل مشكلة الإضاءة تم استخدام الباحة الوسيطة في المباني التعليمية، كما استخدمت النوافذ عند تلاقي الجدار مع السقف في المبنى، كما استخدمت الفتحات في السقف العلوي للمبنى للتوسيع المستقبلي.

3.5 خلاصات خاصة بحالة الدراسة (جامعة الخرطوم):

1. الاعتماد على الإضاءة الطبيعية أكثر من الاصطناعية.
2. بالنسبة لتوزيع الإضاءة مركزه في اتجاه واحد في أسفل البيم وعبارة عن لمبات فلورسنت دبل في جهاز إضاءة واحد وفي نفس اتجاه الإضاءة الطبيعية.
3. توجد مشكلة في توزيع الإضاءة الاصطناعية في القاعات ولذلك توجد مشكلة في جزء من القاعات يحتاج لإضاءة.
4. الإضاءة الطبيعية متمثلة في الشبابيك كبيرة الحجم من حيث المساحة والارتفاع.

4.5 خلاصات خاصة بحالة الدراسة (جامعة المستقبل):

1. الاعتماد على الإضاءة الطبيعية والاصطناعية بالنسبة لمراسم العمارة والقاعات العادية.
2. بالنسبة لتوزيع الإضاءة موزعة في أجزاء القاعة وعبارة عن لمبات فلورسنت دبل في جهاز إضاءة 2 واحد ولكن غير كافية في بعض القاعات.

5.5 النتائج

1. من خلال تحليل ومناقشة الأطروحات والنتائج التي تعرض لها البحث فقد تم التوصل لمجموعة استنتاجات تتعلق بعملية التصميم الضوئي والتي يجب أن يضعها المصمم في اعتباراته التصميمية للوصول للنتائج المميزة.
2. لحل مشكلة الإضاءة تم استخدام الباحة الوسيطة في المباني التعليمية، كما استخدمت النوافذ عند تلاقي الجدار مع السقف في المبنى.

6.5 توصيات عامة

1. من الضروري الجمع بين ضوء النهار والضوء الاصطناعي لتوفير جودة بيئية عالية.
2. ضرورة دراسة ووضع محددات تصميمية لتحقيق بيئة مناسبة وخاليه من العيوب مثل (شدة الإضاءة) داخل القاعات.
3. ضرورة اهتمام المصممين المعماريين بمجال الإضاءة في العمارة من أجل تحقيق المتطلبات الضوئية اللازمة مع الوظيفة وأيضا مع الشكل الداخلي للفراغ.
4. عند تصميم الإضاءة في القاعات يجب مراعاة اختيار أشكال معينة للإنارة تتناسب مع حجم الفراغ
5. يجب أن تكون هنالك مرونة في التصميم لأي إحتمالات مطلوبة خلال فترة التشغيل، وهذا هو الأساس في السيطرة على تصميم الإضاءة.
6. ضرورة التوعية بأهمية الضوء الطبيعي لكل فئات المجتمع للفت الانتباه بضرورة الإضاءة النهارية والليلية.

7.5 توصيات للبحوث والدراسات المستقبلية

1. زيادة المعرفة العلمية لموضوع البحث وتطويرها لتحقيق الغرض من البحث بطريقة أكثر فائدة.
2. توسيع دائرة الآفاق والمعرفة حول القضية التي تشكل محور البحث، وتطوير الحقائق التي تم التوصل اليها مسبقا.
3. ضرورة عمل آلية ومراقبة تنفيذ الإضاءة في المباني.

المصادر والمراجع

قائمة المصادر والمراجع:

1. اَحمد مَحمد مَسلمي ،دور الإضاءة فَي إبراز اَلقيم اَلوظيفية وَالجمالية لَلتصميم اَلداخلي، ، رَسالةَ ماجستير - جَامعة حَلوان،2000م.
2. رنا مازن مهدي –الإضاءة الليلية في العمارة –المجلة العراقية للهندسة المعمارية –العراق–2008–
3. زيارة ميدانية لجامعة كمبيوتر مان.
4. سارة عَبد اَلمنعم اَلعريان ، التقنيات اَلحديثة لَلإضاءة اَلخارجية، ، رسالة مَاجستير - فَي جَامعة اَلقاهرةَ 2007م.
5. سعود صادق حسن، الإضاءة والصوتيات في العمارة، جامعة الملك سعود، (2007م).
6. طبال طلال مقرر هندسة الإنارة(د.ط) سوريا :الجامعة العربية الدولية (2012 م.)
7. على مَحمدَ السنبانى ،الاعتبارات اَلبصرية وأسس دَارسة الإضاءة عَند تَصميم المباني اَلسكنية فَي اَليمن، ، وَرقة عَمل- مجلة جَامعة دَمشق لَلعلوم وَالهندسة، َ2013م.
8. لَمياء كَمالَ عبد اَلعزيز سَيد،التأثير اَلسيكولوجي والفسيولوجي لَلضوء وَاللون عَلى تَصميم اَلفراغ اَلمعماري لَلمكاتب، رَسالة مَاجستير - جَامعة اَلسودان، َ 2016 م.
9. متغيرات الإضاءة وأثرها في الإدراك والراحة البصرية في التصميم الداخلي، فوزي المشهداني وعلاء الدين الإمام، ورقة عمل – جامعة بغداد – مجلة الأكاديمي، 2006م.
10. المسلمى احمد محمد دور الإضاءة في إبراز القيم الوظيفية والجمالية للتصميم الداخلي(رسالة ماجستير غير منشورة) جامعة حلوان، القاهرة 2000 م
11. الموقع القديم لكلية كمبيوتر مان، نسخة محفوظة على موقع وأي باك مشين 26 مايو 2020م.
12. نَادر خَليل عَبيد، دور الإضاءة اَلليلية فَي إبراز جَماليات اَلشكل اَلمعماري، رَسالة مَاجستير -اَلجامعةَ الإسلامية،2015 م.
13. هيئة الأبنية التعليمية،1999
14. يحي حسن خوري، التصميم الداخلي مبادئ أساسية، قبس للطباعة والتوزيع، ط2، بيروت (2009م).
15. يحي حمودة –الإضاءة داخل المباني –المكتبة المركزية–غزة –الهيئة المصرية العامة للكتاب 1978
16. يحي حمودة، الإضاءة داخل المباني، الناشر دار المعارف، القاهرة (1984م).

المراجع الإنجليزية:

1. Jon, T, charles Barnett, Walter moleski and, David vacom (Editors)1, Designing.
2. for Human Behavior, Architecture and The Behavioral sciences, Community.
3. development series 16, Editor, USA; pp78, 1974.
4. (Moorhead, steven:" landscape architecture" Rockport publishers, Gloucester, Massachusetts, (1982).
5. Neufeldt, Victoria (editor in chief);" websters new world dicitionany", pocket books. (1995).
6. Porteous Douglas, Environment & Behavior, Addison- Wesley Publishing company inc. USA 1977, P.10) .

***المواقع الإلكترونية:**

1. 2018 أهمية الضوء الطبيعي للإنسان www.google
2. 2018 تعريف الضوء www.google
3. 2018 خصائص الضوء www.google
4. 2018 مصادر الضوء www.google
5. 2019 معلومات عن الإضاءة d-nb.info
6. www.climatemps.com
7. http:\\www.cefpi.org
8. http:\\www.desigs hove.com
9. http:\\www.nonoisa.org-guidelines
10. http:\\www.edi\mssstate.studio
11. http:\\www.clicl bilch.com
12. http:\\www.goody.com .tw
13. http:\\www.cefpi.org
14. http:\\www.coe.uga.ede
15. http:\\www.design share.com
16. http:\\www.ergo_eg.com\cog.php
17. http:\\www.edi\msstat.edu\studio.html
18. http:\\www.fotewis.edu
19. http://magazine.islamtoday.net
20. (http://wikipedia.org/)

الملاحـــــــق

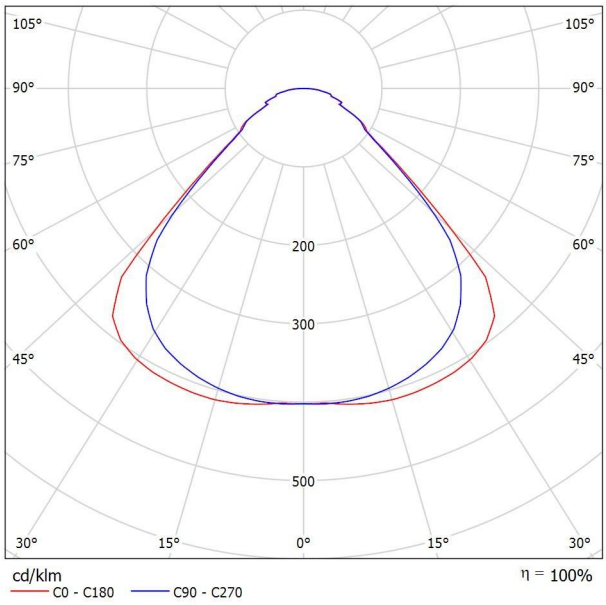
تحليل جامعة الخرطوم (قاعة خامسة معمار) بالوضع الحالي:

(ملحق: 1)

المصدر:الباحث

PHILIPS SM402C PSU W31L125 1 xLED28S/830 / Luminaire Data Sheet

Luminous emittance 1:



Luminaire classification according to UTE: 1.00CCIE
flux code: 60 88 97 100 100

SlimBlend Rectangular - High performance, advanced control Office norm- compliant lighting with good quality of light is in demand. Moreover, there is also an increasing need for comfort-enhancing effects such as diffused lighting and lighting smoothly blending into the ceiling architecture. That's why 'surface of light' solutions are becoming more and more popular. But parallel to these needs, are the demands to reduce energy and maintenance costs. SlimBlend answers all these needs and more. Not only does it provide glare-free comfort with a diffuse effect and clutter-free aesthetics thanks to integrated control options, it also creates a special blending of light. It uses the 'trapped' light under the masking to create a subtle glow, with a soft transition to the edge, lowering the brightness perception and blending the light into the ceiling.
Slim Blend can also be part of a connected lighting system and integrated into the IT infrastructure enabling data on usage to be collected to help reduce energy costs and enhance employee comfort further. Also, thanks to the slim design, it enables technical equipment to be more easily installed in the plenum. Moreover, thanks to the variety of ways of mounting, various ceiling types can take advantage of this luminaire family. Slim Blend comes in square, rectangular and can be either recessed, surface-mounted, suspended. It offers a good balance between initial cost and ROI, making it the ideal choice for delivering excellent quality of light and a fast Return on Investment for offices.

Glare Evaluation According to UGR

ρ Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Walls		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X	Y	Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	14.2	15.4	14.5	15.6	15.8	13.8	14.9	14.1	15.1	15.4
	3H	14.8	15.8	15.1	16.1	16.4	14.5	15.5	14.8	15.8	16.0
	4H	15.2	16.2	15.5	16.4	16.7	14.9	15.9	15.3	16.2	16.5
	6H	15.7	16.6	16.0	16.9	17.2	15.5	16.4	15.8	16.7	17.0
	8H	15.9	16.7	16.2	17.0	17.4	15.7	16.6	16.1	16.9	17.2
	12H	16.1	16.9	16.5	17.2	17.6	15.9	16.7	16.3	17.0	17.4
4H	2H	14.5	15.5	14.8	15.7	16.0	14.1	15.1	14.4	15.4	15.6
	3H	15.3	16.1	15.7	16.5	16.8	15.1	15.9	15.4	16.2	16.5
	4H	15.9	16.6	16.3	17.0	17.3	15.7	16.4	16.1	16.8	17.1
	6H	16.5	17.2	17.0	17.5	17.9	16.4	17.0	16.8	17.4	17.8
	8H	16.8	17.4	17.3	17.8	18.2	16.7	17.3	17.2	17.7	18.1
	12H	17.1	17.6	17.6	18.1	18.5	17.0	17.5	17.5	17.9	18.4
8H	4H	16.2	16.7	16.6	17.1	17.5	16.0	16.6	16.4	17.0	17.4
	6H	17.0	17.5	17.4	17.9	18.3	16.9	17.4	17.3	17.8	18.2
	8H	17.4	17.8	17.9	18.2	18.7	17.3	17.7	17.8	18.2	18.6
	12H	17.8	18.2	18.3	18.6	19.1	17.7	18.1	18.2	18.5	19.0
12H	4H	16.2	16.7	16.6	17.1	17.6	16.0	16.6	16.5	17.0	17.4
	6H	17.1	17.5	17.6	17.9	18.4	17.0	17.4	17.5	17.8	18.3
	8H	17.5	17.9	18.0	18.4	18.9	17.5	17.8	17.9	18.3	18.8

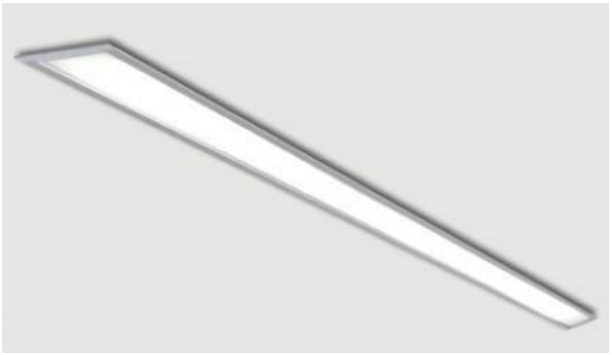
Variation of the observer position for the luminaire distances S

S = 1.0H	+0.5 / -0.6	+0.4 / -0.5
S = 1.5H	+1.0 / -0.9	+0.6 / -0.7
S = 2.0H	+2.1 / -1.4	+1.5 / -1.3
Standard table	BK05	BK05
Correction Summand	-0.0	-0.4

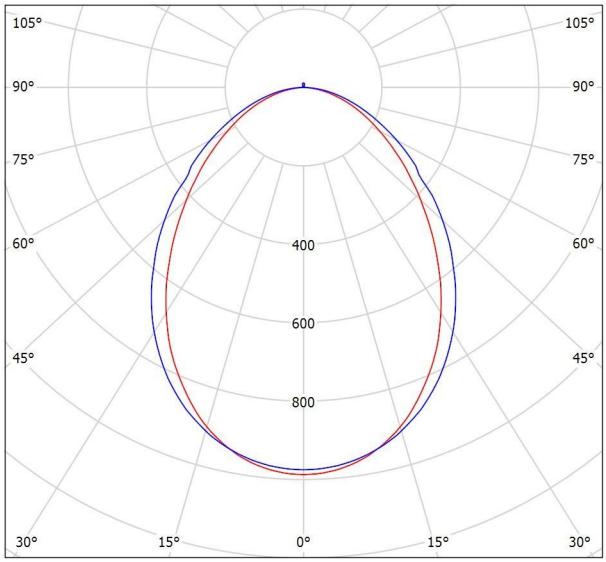
Corrected Glare Indices referring to 2800lm Total Luminous Flux

تحليل جامعة الخرطوم (خامسة معمار) وفقاً للمواصفات القياسية (Standard):
(ملحق:2)
المصدر:الباحث

ARLIGHT SLIM G 1200 SIM-28W-4K / Luminaire Data Sheet



Luminous emittance 1:



Luminaire classification according to UTE:
0.99D+0.01T

CIE flux code: 56 84 97 99 100

Mid Power Led
Matte Natural Anodized , aluminium extrusion profilesSteel Mounting Accessories
UV resistant , non yellowing microprismatic lensConstant current
IP 40

Glare Evaluation According to UGR

ρ Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Walls		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X	Y	Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	18.7	19.9	19.0	20.2	20.4	19.7	20.9	20.0	21.1	21.3
	3H	19.9	21.0	20.2	21.2	21.5	20.9	22.0	21.2	22.2	22.5
	4H	20.3	21.3	20.7	21.6	21.9	21.4	22.4	21.8	22.7	23.0
	6H	20.6	21.6	21.0	21.9	22.2	21.8	22.8	22.2	23.1	23.4
	8H	20.7	21.6	21.1	21.9	22.3	21.9	22.9	22.3	23.2	23.5
	12H	20.8	21.6	21.1	22.0	22.3	22.0	22.9	22.4	23.2	23.6
4H	2H	19.4	20.4	19.7	20.7	21.0	20.1	21.1	20.4	21.4	21.7
	3H	20.7	21.5	21.1	21.9	22.2	21.5	22.4	21.9	22.7	23.1
	4H	21.2	22.0	21.6	22.4	22.7	22.2	23.0	22.6	23.3	23.7
	6H	21.7	22.3	22.1	22.7	23.1	22.7	23.4	23.2	23.8	24.2
	8H	21.8	22.4	22.2	22.8	23.2	22.9	23.5	23.4	23.9	24.4
	12H	21.9	22.4	22.3	22.8	23.3	23.1	23.6	23.5	24.1	24.5
8H	4H	21.5	22.1	22.0	22.5	23.0	22.4	23.0	22.8	23.4	23.8
	6H	22.1	22.6	22.5	23.0	23.5	23.1	23.6	23.5	24.0	24.5
	8H	22.3	22.7	22.7	23.1	23.6	23.3	23.8	23.8	24.2	24.7
	12H	22.4	22.7	22.9	23.2	23.7	23.6	23.9	24.1	24.4	24.9
12H	4H	21.6	22.1	22.0	22.5	23.0	22.4	22.9	22.9	23.4	23.8
	6H	22.1	22.6	22.6	23.0	23.5	23.1	23.5	23.6	24.0	24.5
	8H	22.4	22.7	22.9	23.2	23.7	23.4	23.8	23.9	24.3	24.8

Variation of the observer position for the luminaire distances S

S = 1.0H	+0.2 / -0.2	+0.1 / -0.2
S = 1.5H	+0.3 / -0.6	+0.3 / -0.5
S = 2.0H	+0.6 / -1.1	+0.6 / -0.9
Standard table	BK05	BK05
Correction Summand	4.9	5.9

Corrected Glare Indices referring to 2093lm Total Luminous Flux

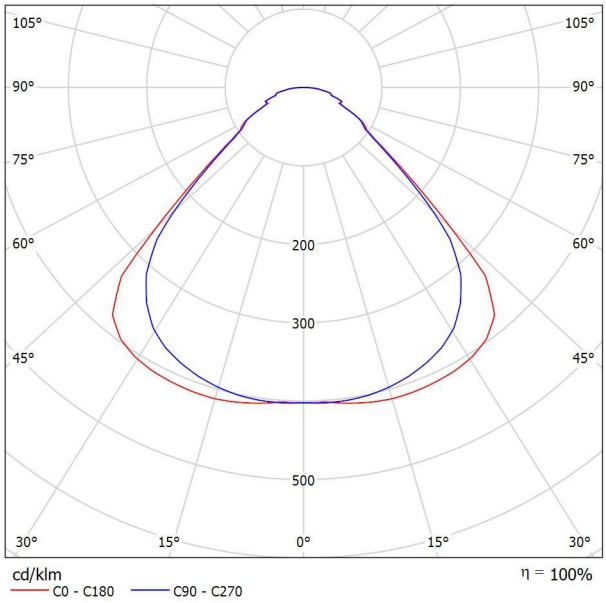
تحليل جامعة الخرطوم (قاعة رابعة معمار) بالوضع الحالي:

(ملحق:3)

المصدر:الباحث

PHILIPS SM402C PSU W31L125 1 xLED28S/830 / Luminaire Data Sheet

Luminous emittance 1:



Luminaire classification according to UTE: 1.00CCIE
flux code: 60 88 97 100 100

SlimBlend Rectangular - High performance, advanced control Office norm- compliant lighting with good quality of light is in demand. Moreover, there is also an increasing need for comfort-enhancing effects such as diffused lighting and lighting smoothly blending into the ceiling architecture. That's why 'surface of light' solutions are becoming more and more popular. But parallel to these needs, are the demands to reduce energy and maintenance costs. SlimBlend answers all these needs and more. Not only does it provide glare-free comfort with a diffuse effect and clutter-free aesthetics thanks to integrated control options, it also creates a special blending of light. It uses the 'trapped' light under the masking to create a subtle glow, with a soft transition to the edge, lowering the brightness perception and blending the light into the ceiling.
SlimBlend can also be part of a connected lighting system and integrated into the IT infrastructure enabling data on usage to be collected to help reduce energy costs and enhance employee comfort further. Also, thanks to the slim design, it enables technical equipment to be more easily installed in the plenum. Moreover, thanks to the variety of ways of mounting, various ceiling types can take advantage of this luminaire family. SlimBlend comes in square, rectangular and can be either recessed, surface-mounted, suspended. It offers a good balance between initial cost and ROI, making it the ideal choice for delivering excellent quality of light and a fast Return on Investment for offices.

Glare Evaluation According to UGR

ρ Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Walls		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X	Y	Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	14.2	15.4	14.5	15.6	15.8	13.8	14.9	14.1	15.1	15.4
	3H	14.8	15.8	15.1	16.1	16.4	14.5	15.5	14.8	15.8	16.0
	4H	15.2	16.2	15.5	16.4	16.7	14.9	15.9	15.3	16.2	16.5
	6H	15.7	16.6	16.0	16.9	17.2	15.5	16.4	15.8	16.7	17.0
	8H	15.9	16.7	16.2	17.0	17.4	15.7	16.6	16.1	16.9	17.2
	12H	16.1	16.9	16.5	17.2	17.6	15.9	16.7	16.3	17.0	17.4
4H	2H	14.5	15.5	14.8	15.7	16.0	14.1	15.1	14.4	15.4	15.6
	3H	15.3	16.1	15.7	16.5	16.8	15.1	15.9	15.4	16.2	16.5
	4H	15.9	16.6	16.3	17.0	17.3	15.7	16.4	16.1	16.8	17.1
	6H	16.5	17.2	17.0	17.5	17.9	16.4	17.0	16.8	17.4	17.8
	8H	16.8	17.4	17.3	17.8	18.2	16.7	17.3	17.2	17.7	18.1
	12H	17.1	17.6	17.6	18.1	18.5	17.0	17.5	17.5	17.9	18.4
8H	4H	16.2	16.7	16.6	17.1	17.5	16.0	16.6	16.4	17.0	17.4
	6H	17.0	17.5	17.4	17.9	18.3	16.9	17.4	17.3	17.8	18.2
	8H	17.4	17.8	17.9	18.2	18.7	17.3	17.7	17.8	18.2	18.6
	12H	17.8	18.2	18.3	18.6	19.1	17.7	18.1	18.2	18.5	19.0
12H	4H	16.2	16.7	16.6	17.1	17.6	16.0	16.6	16.5	17.0	17.4
	6H	17.1	17.5	17.6	17.9	18.4	17.0	17.4	17.5	17.8	18.3
	8H	17.5	17.9	18.0	18.4	18.9	17.5	17.8	17.9	18.3	18.8

Variation of the observer position for the luminaire distances S

S = 1.0H	+0.5 / -0.6	+0.4 / -0.5
S = 1.5H	+1.0 / -0.9	+0.6 / -0.7
S = 2.0H	+2.1 / -1.4	+1.5 / -1.3
Standard table	BK05	BK05
Correction Summand	-0.0	-0.4

Corrected Glare Indices referring to 2800lm Total Luminous Flux

تحليل جامعة الخرطوم (قاعة رابعة معمار) وفقاً للمواصفات القياسية (Standard)

(ملحق :4)

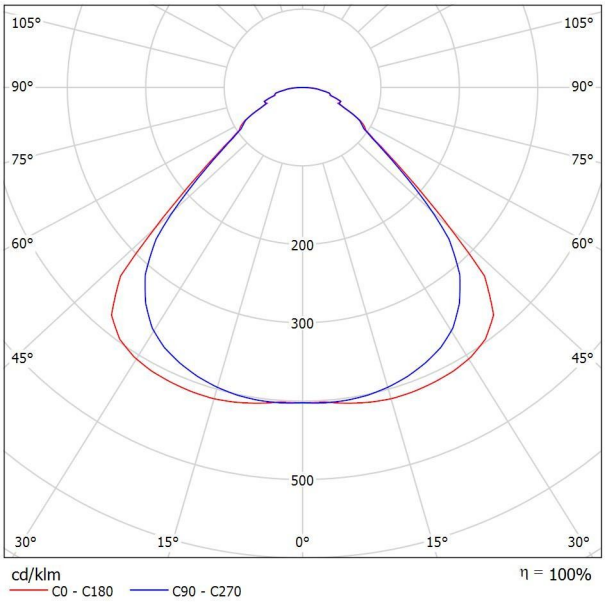
المصدر:الباحث

PHILIPS SM402C PSU W31L125 1 xLED28S/830 / Luminaire Data Sheet

Luminaire classification according to UTE: 1.00CCIE
flux code: 60 88 97 100 100

SlimBlend Rectangular - High performance, advanced control Office norm- compliant lighting with good quality of light is in demand. Moreover, there is also an increasing need for comfort-enhancing effects such as diffused lighting and lighting smoothly blending into the ceiling architecture. That's why 'surface of light' solutions are becoming more and more popular. But parallel to these needs, are the demands to reduce energy and maintenance costs. Slim Blend answers all these needs and more. Not only does it provide glare-free comfort with a diffuse effect and clutter-free aesthetics thanks to integrated control options, it also creates a special blending of light. It uses the 'trapped' light under the masking to create a subtle glow, with a soft transition to the edge, lowering the brightness perception and blending the light into the ceiling.
SlimBlend can also be part of a connected lighting system and integrated into the IT infrastructure enabling data on usage to be collected to help reduce energy costs and enhance employee comfort further. Also, thanks to the slim design, it enables technical equipment to be more easily installed in the plenum. Moreover, thanks to the variety of ways of mounting, various ceiling types can take advantage of this luminaire family. SlimBlend comes in square, rectangular and can be either recessed, surface-mounted, suspended. It offers a good balance between initial cost and ROI, making it the ideal choice for delivering excellent quality of light and a fast Return on Investment for offices.

Luminous emittance 1:



Luminous emittance 1:

Glare Evaluation According to UGR

ρ Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Walls		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X	Y	Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	14.2	15.4	14.5	15.6	15.8	13.8	14.9	14.1	15.1	15.4
	3H	14.8	15.8	15.1	16.1	16.4	14.5	15.5	14.8	15.8	16.0
	4H	15.2	16.2	15.5	16.4	16.7	14.9	15.9	15.3	16.2	16.5
	6H	15.7	16.6	16.0	16.9	17.2	15.5	16.4	15.8	16.7	17.0
	8H	15.9	16.7	16.2	17.0	17.4	15.7	16.6	16.1	16.9	17.2
	12H	16.1	16.9	16.5	17.2	17.6	15.9	16.7	16.3	17.0	17.4
4H	2H	14.5	15.5	14.8	15.7	16.0	14.1	15.1	14.4	15.4	15.6
	3H	15.3	16.1	15.7	16.5	16.8	15.1	15.9	15.4	16.2	16.5
	4H	15.9	16.6	16.3	17.0	17.3	15.7	16.4	16.1	16.8	17.1
	6H	16.5	17.2	17.0	17.5	17.9	16.4	17.0	16.8	17.4	17.8
	8H	16.8	17.4	17.3	17.8	18.2	16.7	17.3	17.2	17.7	18.1
	12H	17.1	17.6	17.6	18.1	18.5	17.0	17.5	17.5	17.9	18.4
8H	4H	16.2	16.7	16.6	17.1	17.5	16.0	16.6	16.4	17.0	17.4
	6H	17.0	17.5	17.4	17.9	18.3	16.9	17.4	17.3	17.8	18.2
	8H	17.4	17.8	17.9	18.2	18.7	17.3	17.7	17.8	18.2	18.6
	12H	17.8	18.2	18.3	18.6	19.1	17.7	18.1	18.2	18.5	19.0
12H	4H	16.2	16.7	16.6	17.1	17.6	16.0	16.6	16.5	17.0	17.4
	6H	17.1	17.5	17.6	17.9	18.4	17.0	17.4	17.5	17.8	18.3
	8H	17.5	17.9	18.0	18.4	18.9	17.5	17.8	17.9	18.3	18.8

Variation of the observer position for the luminaire distances S

S = 1.0H	+0.5 / -0.6	+0.4 / -0.5
S = 1.5H	+1.0 / -0.9	+0.6 / -0.7
S = 2.0H	+2.1 / -1.4	+1.5 / -1.3
Standard table	BK05	BK05
Correction Summand	-0.0	-0.4

Corrected Glare Indices referring to 2800lm Total Luminous Flux

تحليل جامعة الخرطوم (القاعة المظلمة) بالوضع الحالي:

(ملحق:5)

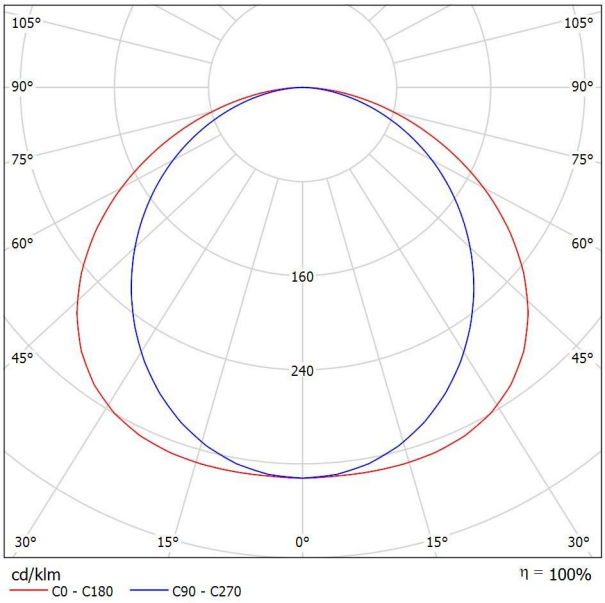
المصدر:الباحث

PHILIPS RC125B W60L60 1 xLED34S/830 NOC / Luminaire Data Sheet

Luminaire classification according to UTE: 1.00DCIE flux code: 46 78 95 100 100

CoreLine Panel – the clear choice for LED Whether for a new building or renovation of an existing space, customers want lighting solutions that provide quality of light and substantial energy and maintenance savings. The new CoreLine Panel range of LED products can be used to replace functional luminaires in general lighting applications. Both Non-Office Compliant (NOC) version and Office Compliant version (OC) are now available. The process of selecting, installing and maintaining is so easy – it's a simple switch.

Luminous emittance 1:



Luminous emittance 1:

Glare Evaluation According to UGR

ρ Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Walls		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X	Y	Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	17.9	19.2	18.2	19.5	19.7	16.3	17.6	16.6	17.9	18.1
	3H	19.5	20.8	19.9	21.0	21.3	17.7	18.9	18.0	19.2	19.5
	4H	20.2	21.4	20.6	21.6	21.9	18.3	19.4	18.6	19.7	20.0
	6H	20.7	21.8	21.1	22.1	22.4	18.7	19.8	19.1	20.1	20.4
	8H	20.9	21.9	21.2	22.2	22.5	18.8	19.9	19.2	20.2	20.5
	12H	21.0	22.0	21.4	22.3	22.6	18.9	19.9	19.3	20.2	20.6
4H	2H	18.4	19.5	18.7	19.8	20.1	17.2	18.3	17.5	18.6	18.9
	3H	20.3	21.2	20.6	21.6	21.9	18.8	19.7	19.1	20.1	20.4
	4H	21.1	21.9	21.5	22.3	22.7	19.4	20.3	19.8	20.7	21.0
	6H	21.7	22.5	22.1	22.8	23.2	20.0	20.7	20.4	21.1	21.5
	8H	21.9	22.6	22.4	23.0	23.4	20.1	20.8	20.6	21.2	21.7
	12H	22.1	22.7	22.5	23.1	23.6	20.3	20.9	20.7	21.3	21.7
8H	4H	21.3	22.0	21.7	22.4	22.8	19.8	20.5	20.3	20.9	21.4
	6H	22.1	22.6	22.5	23.1	23.5	20.5	21.1	21.0	21.5	22.0
	8H	22.4	22.9	22.9	23.3	23.8	20.8	21.3	21.2	21.7	22.2
	12H	22.6	23.0	23.1	23.5	24.0	21.0	21.4	21.4	21.9	22.4
12H	4H	21.3	21.9	21.7	22.3	22.8	19.9	20.5	20.3	20.9	21.4
	6H	22.1	22.6	22.6	23.1	23.5	20.6	21.1	21.1	21.6	22.0
	8H	22.5	22.9	22.9	23.4	23.9	20.9	21.3	21.4	21.8	22.3

Variation of the observer position for the luminaire distances S

S = 1.0H	+0.1 / -0.1	+0.1 / -0.1
S = 1.5H	+0.2 / -0.3	+0.3 / -0.4
S = 2.0H	+0.4 / -0.6	+0.4 / -0.8
Standard table	BK06	BK06
Correction Summand	5.2	3.6

Corrected Glare Indices referring to 3400lm Total Luminous Flux

تحليل جامعة الخرطوم (القاعة المظلمة) وفقاً للمواصفات القياسية (Standard)

(ملحق:6)

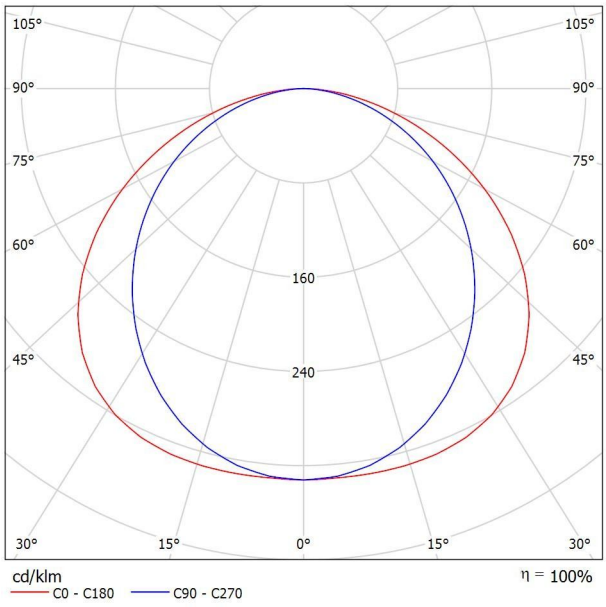
المصدر:الباحث

PHILIPS RC125B W60L60 1 xLED34S/830 NOC / Luminaire Data Sheet

Luminaire classification according to UTE: 1.00D CIE flux code: 46 78 95 100 100

CoreLine Panel – the clear choice for LED Whether for a new building or renovation of an existing space, customers want lighting solutions that provide quality of light and substantial energy and maintenance savings. The new CoreLine Panel range of LED products can be used to replace functional luminaires in general lighting applications. Both Non-Office Compliant (NOC) version and Office Compliant version (OC) are now available. The process of selecting, installing and maintaining is so easy – it's a simple switch.

Luminous emittance 1:



Luminous emittance 1:

Glare Evaluation According to UGR

ρ Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Walls		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X	Y	Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	17.9	19.2	18.2	19.5	19.7	16.3	17.6	16.6	17.9	18.1
	3H	19.5	20.8	19.9	21.0	21.3	17.7	18.9	18.0	19.2	19.5
	4H	20.2	21.4	20.6	21.6	21.9	18.3	19.4	18.6	19.7	20.0
	6H	20.7	21.8	21.1	22.1	22.4	18.7	19.8	19.1	20.1	20.4
	8H	20.9	21.9	21.2	22.2	22.5	18.8	19.9	19.2	20.2	20.5
	12H	21.0	22.0	21.4	22.3	22.6	18.9	19.9	19.3	20.2	20.6
4H	2H	18.4	19.5	18.7	19.8	20.1	17.2	18.3	17.5	18.6	18.9
	3H	20.3	21.2	20.6	21.6	21.9	18.8	19.7	19.1	20.1	20.4
	4H	21.1	21.9	21.5	22.3	22.7	19.4	20.3	19.8	20.7	21.0
	6H	21.7	22.5	22.1	22.8	23.2	20.0	20.7	20.4	21.1	21.5
	8H	21.9	22.6	22.4	23.0	23.4	20.1	20.8	20.6	21.2	21.7
	12H	22.1	22.7	22.5	23.1	23.6	20.3	20.9	20.7	21.3	21.7
8H	4H	21.3	22.0	21.7	22.4	22.8	19.8	20.5	20.3	20.9	21.4
	6H	22.1	22.6	22.5	23.1	23.5	20.5	21.1	21.0	21.5	22.0
	8H	22.4	22.9	22.9	23.3	23.8	20.8	21.3	21.2	21.7	22.2
	12H	22.6	23.0	23.1	23.5	24.0	21.0	21.4	21.4	21.9	22.4
12H	4H	21.3	21.9	21.7	22.3	22.8	19.9	20.5	20.3	20.9	21.4
	6H	22.1	22.6	22.6	23.1	23.5	20.6	21.1	21.1	21.6	22.0
	8H	22.5	22.9	22.9	23.4	23.9	20.9	21.3	21.4	21.8	22.3

Variation of the observer position for the luminaire distances S

S = 1.0H	+0.1 / -0.1	+0.1 / -0.1
S = 1.5H	+0.2 / -0.3	+0.3 / -0.4
S = 2.0H	+0.4 / -0.6	+0.4 / -0.8
Standard table	BK06	BK06
Correction Summand	5.2	3.6

Corrected Glare Indices referring to 3400lm Total Luminous Flux

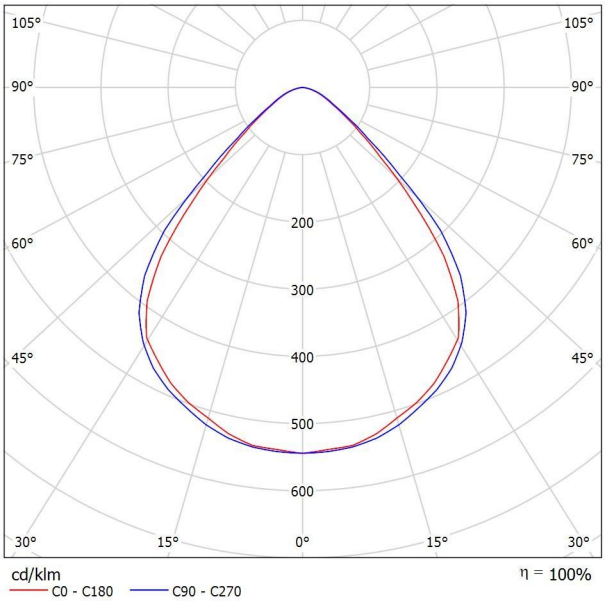
تحليل جامعة المستقبل (قاعة خامسة معمار) بالوضع الحالي:

(ملحق:7)

المصدر:الباحث

PHILIPS BCS460 W22L124 1xLED24/840 MLO-PC / Luminaire Data Sheet

Luminous emittance 1:



Luminaire classification according to UTE: 1.00B CIE flux code: 70 94 99 100 100

Luminous emittance 1:

SmartForm – top-class lighting in a fresh, appealing design We all feel and perform better in a pleasant, comfortable working environment. Designed for use in offices, shops and schools, the SmartForm family of surface-mounted luminaires combines best-in-class lighting with a clean, distinctive design.

These ultra-flat luminaires are available with a choice of MASTER TL5, TL5 ECO or LED light sources in rectangular and square versions. They can also be used to form light-lines and structures.

With its wide choice of very efficient and comfortable micro-optics and covers, SmartForm surface-mounted provides the ideal solution for every situation.

Lighting controls can be added for further energy saving.

Glare Evaluation According to UGR

ρ Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Walls		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X	Y	Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	14.6	15.6	14.9	15.9	16.1	15.2	16.2	15.4	16.4	16.6
	3H	14.9	15.8	15.2	16.0	16.3	15.4	16.3	15.7	16.5	16.8
	4H	15.0	15.8	15.3	16.1	16.3	15.5	16.3	15.8	16.6	16.9
	6H	15.0	15.8	15.3	16.1	16.4	15.5	16.3	15.9	16.6	16.9
	8H	15.0	15.7	15.3	16.0	16.4	15.5	16.3	15.9	16.6	16.9
	12H	15.0	15.7	15.3	16.0	16.3	15.5	16.2	15.9	16.5	16.8
4H	2H	14.7	15.6	15.1	15.8	16.1	15.2	16.1	15.5	16.3	16.6
	3H	15.1	15.8	15.4	16.1	16.4	15.6	16.3	15.9	16.6	16.9
	4H	15.3	15.9	15.6	16.2	16.6	15.7	16.3	16.1	16.7	17.0
	6H	15.3	15.9	15.8	16.2	16.6	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	8H	15.4	15.8	15.8	16.2	16.6	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	12H	15.3	15.8	15.8	16.2	16.6	15.8	16.2	16.2	16.6	17.1
8H	4H	15.3	15.8	15.7	16.1	16.6	15.7	16.2	16.1	16.6	17.0
	6H	15.4	15.8	15.9	16.2	16.7	15.9	16.2	16.3	16.7	17.1
	8H	15.4	15.8	15.9	16.2	16.7	15.9	16.2	16.4	16.7	17.1
	12H	15.4	15.7	15.9	16.2	16.7	15.9	16.2	16.4	16.6	17.1
12H	4H	15.3	15.7	15.7	16.1	16.5	15.7	16.1	16.1	16.5	17.0
	6H	15.4	15.7	15.9	16.2	16.7	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
	8H	15.4	15.7	15.9	16.2	16.7	15.9	16.2	16.4	16.6	17.1

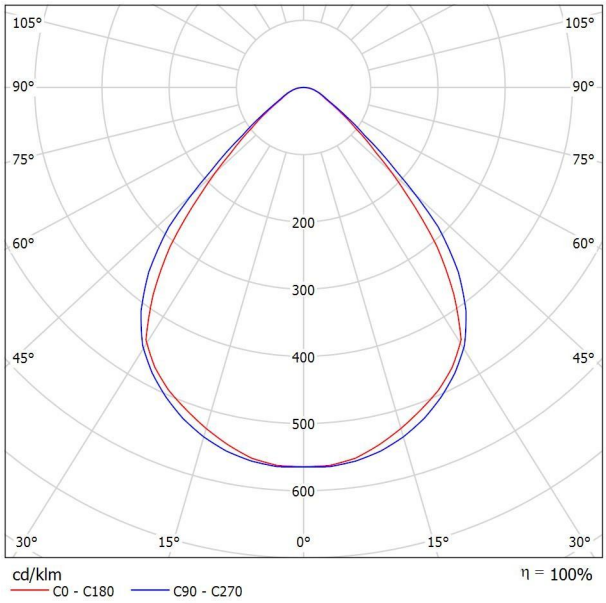
Variation of the observer position for the luminaire distances S		
S = 1.0H	+1.1 / -1.6	+0.9 / -1.6
S = 1.5H	+2.1 / -2.7	+2.5 / -2.8
S = 2.0H	+3.7 / -3.4	+4.1 / -3.6
Standard table	BK02	BK01
Correction Summand	-2.3	-2.3

Corrected Glare Indices referring to 2000lm Total Luminous Flux

تحليل جامعة المستقبل (خامسة معمار) وفقاً للمواصفات القياسية (Standard)
(ملحق :8)
المصدر:الباحث

PHILIPS BCS460 W33L124 1xLED48/840 AC-MLO / Luminaire Data Sheet)

Luminous emittance 1:



Luminous emittance 1:

Luminaire classification according to UTE: 1.00B CIE flux code: 71 94 99 100 100

SmartForm – top-class lighting in a fresh, appealing design We all feel and perform better in a pleasant, comfortable working environment. Designed for use in offices, shops and schools, the SmartForm family of surface-mounted luminaires combines best-in-class lighting with a clean, distinctive design.

These ultra-flat luminaires are available with a choice of MASTER TL5, TL5 ECO or LED light sources in rectangular and square versions. They can also be used to form light-lines and structures.

With its wide choice of very efficient and comfortable micro-optics and covers, SmartForm surface-mounted provides the ideal solution for every situation.

Lighting controls can be added for further energy saving.

Glare Evaluation According to UGR

ρ Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Walls		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X	Y	Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	14.4	15.3	14.6	15.6	15.8	15.1	16.1	15.3	16.3	16.5
	3H	14.6	15.5	14.9	15.7	16.0	15.2	16.1	15.5	16.4	16.6
	4H	14.7	15.5	15.0	15.8	16.1	15.4	16.2	15.7	16.5	16.7
	6H	14.9	15.6	15.2	15.9	16.2	15.5	16.3	15.8	16.6	16.8
	8H	14.9	15.7	15.3	16.0	16.3	15.6	16.3	15.9	16.6	16.9
	12H	15.0	15.7	15.4	16.0	16.3	15.6	16.3	16.0	16.6	16.9
4H	2H	14.4	15.3	14.7	15.5	15.8	15.1	15.9	15.4	16.2	16.4
	3H	14.8	15.5	15.1	15.8	16.1	15.4	16.1	15.7	16.4	16.7
	4H	15.0	15.6	15.4	16.0	16.3	15.6	16.2	16.0	16.5	16.9
	6H	15.3	15.8	15.7	16.2	16.6	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	8H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	15.9	16.4	16.4	16.8	17.2
	12H	15.5	16.0	16.0	16.4	16.8	16.1	16.5	16.5	16.9	17.3
8H	4H	15.1	15.6	15.5	16.0	16.4	15.6	16.1	16.1	16.5	16.9
	6H	15.5	15.9	16.0	16.3	16.8	16.0	16.4	16.5	16.8	17.3
	8H	15.7	16.1	16.2	16.5	17.0	16.2	16.5	16.7	17.0	17.5
	12H	15.9	16.2	16.4	16.7	17.2	16.4	16.7	16.9	17.2	17.7
12H	4H	15.1	15.5	15.5	15.9	16.4	15.6	16.1	16.1	16.5	16.9
	6H	15.5	15.9	16.0	16.3	16.8	16.0	16.4	16.5	16.8	17.3
	8H	15.8	16.1	16.3	16.6	17.1	16.3	16.6	16.8	17.0	17.5

Variation of the observer position for the luminaire distances S

S = 1.0H	+1.0 / -1.3	+0.8 / -1.4
S = 1.5H	+1.8 / -2.1	+2.3 / -2.3
S = 2.0H	+3.3 / -2.6	+3.9 / -2.8
Standard table	BK02	BK02
Correction Summand	-2.4	-1.9

Corrected Glare Indices referring to 3700lm Total Luminous Flux

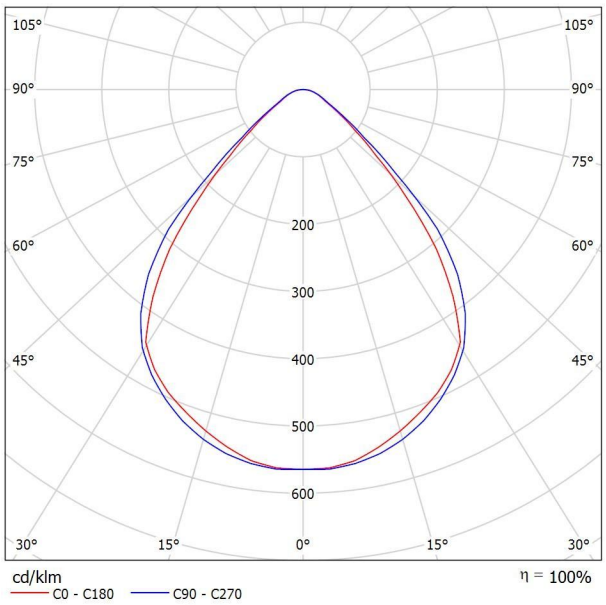
تحليل جامعة المستقبل (قاعة رقم 121) بالوضع الحالي:

(ملحق:9)

المصدر:الباحث

PHILIPS BCS460 W33L124 1xLED48/840 AC-MLO / Luminaire Data Sheet

Luminous emittance 1:



Luminous emittance 1:

Luminaire classification according to UTE: 1.00B CIE flux code: 71 94 99 100 100

SmartForm – top-class lighting in a fresh, appealing design We all feel and perform better in a pleasant, comfortable working environment. Designed for use in offices, shops and schools, the SmartForm family of surface-mounted luminaires combines best-in-class lighting with a clean, distinctive design.

These ultra-flat luminaires are available with a choice of MASTER TL5, TL5 ECO or LED light sources in rectangular and square versions. They can also be used to form light-lines and structures.

With its wide choice of very efficient and comfortable micro-optics and covers, SmartForm surface-mounted provides the ideal solution for every situation. Lighting controls can be added for further energy saving.

Glare Evaluation According to UGR

ρ Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Walls		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X	Y	Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	14.4	15.3	14.6	15.6	15.8	15.1	16.1	15.3	16.3	16.5
	3H	14.6	15.5	14.9	15.7	16.0	15.2	16.1	15.5	16.4	16.6
	4H	14.7	15.5	15.0	15.8	16.1	15.4	16.2	15.7	16.5	16.7
	6H	14.9	15.6	15.2	15.9	16.2	15.5	16.3	15.8	16.6	16.8
	8H	14.9	15.7	15.3	16.0	16.3	15.6	16.3	15.9	16.6	16.9
	12H	15.0	15.7	15.4	16.0	16.3	15.6	16.3	16.0	16.6	16.9
4H	2H	14.4	15.3	14.7	15.5	15.8	15.1	15.9	15.4	16.2	16.4
	3H	14.8	15.5	15.1	15.8	16.1	15.4	16.1	15.7	16.4	16.7
	4H	15.0	15.6	15.4	16.0	16.3	15.6	16.2	16.0	16.5	16.9
	6H	15.3	15.8	15.7	16.2	16.6	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	8H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	15.9	16.4	16.4	16.8	17.2
	12H	15.5	16.0	16.0	16.4	16.8	16.1	16.5	16.5	16.9	17.3
8H	4H	15.1	15.6	15.5	16.0	16.4	15.6	16.1	16.1	16.5	16.9
	6H	15.5	15.9	16.0	16.3	16.8	16.0	16.4	16.5	16.8	17.3
	8H	15.7	16.1	16.2	16.5	17.0	16.2	16.5	16.7	17.0	17.5
	12H	15.9	16.2	16.4	16.7	17.2	16.4	16.7	16.9	17.2	17.7
12H	4H	15.1	15.5	15.5	15.9	16.4	15.6	16.1	16.1	16.5	16.9
	6H	15.5	15.9	16.0	16.3	16.8	16.0	16.4	16.5	16.8	17.3
	8H	15.8	16.1	16.3	16.6	17.1	16.3	16.6	16.8	17.0	17.5

Variation of the observer position for the luminaire distances S

S = 1.0H	+1.0 / -1.3	+0.8 / -1.4
S = 1.5H	+1.8 / -2.1	+2.3 / -2.3
S = 2.0H	+3.3 / -2.6	+3.9 / -2.8
Standard table	BK02	BK02
Correction Summand	-2.4	-1.9

Corrected Glare Indices referring to 3700lm Total Luminous Flux

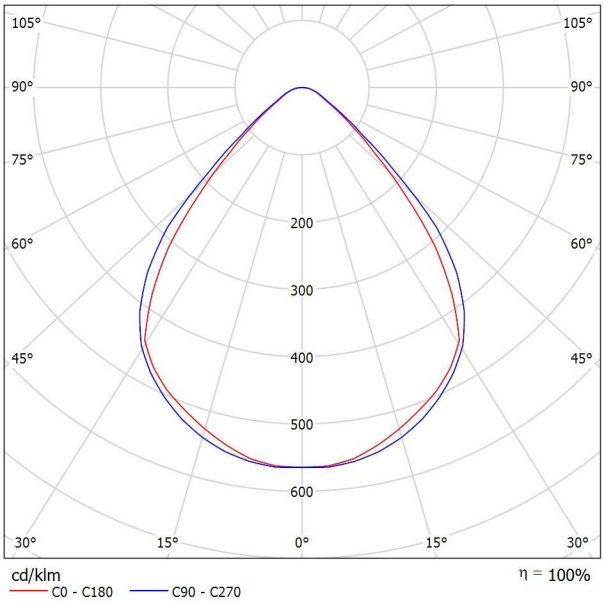
تحليل جامعة المستقبل (قاعة رقم 121) وفقاً للمواصفات القياسية (Standard):

(ملحق:10)

المصدر:الباحث

PHILIPS BCS460 W33L124 1xLED48/840 AC-MLO / Luminaire Data Sheet

Luminous emittance 1:



Luminaire classification according to UTE: 1.00B CIE flux code: 71 94 99 100 100

Luminous emittance 1:

SmartForm – top-class lighting in a fresh, appealing design We all feel and perform better in a pleasant, comfortable working environment. Designed for use in offices, shops and schools, the SmartForm family of surface-mounted luminaires combines best-in-class lighting with a clean, distinctive design.

These ultra-flat luminaires are available with a choice of MASTER TL5, TL5 ECO or LED light sources in rectangular and square versions. They can also be used to form light-lines and structures.

With its wide choice of very efficient and comfortable micro-optics and covers, SmartForm surface-mounted provides the ideal solution for every situation. Lighting controls can be added for further energy saving.

Glare Evaluation According to UGR

ρ Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Walls		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X	Y	Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	14.4	15.3	14.6	15.6	15.8	15.1	16.1	15.3	16.3	16.5
	3H	14.6	15.5	14.9	15.7	16.0	15.2	16.1	15.5	16.4	16.6
	4H	14.7	15.5	15.0	15.8	16.1	15.4	16.2	15.7	16.5	16.7
	6H	14.9	15.6	15.2	15.9	16.2	15.5	16.3	15.8	16.6	16.8
	8H	14.9	15.7	15.3	16.0	16.3	15.6	16.3	15.9	16.6	16.9
	12H	15.0	15.7	15.4	16.0	16.3	15.6	16.3	16.0	16.6	16.9
4H	2H	14.4	15.3	14.7	15.5	15.8	15.1	15.9	15.4	16.2	16.4
	3H	14.8	15.5	15.1	15.8	16.1	15.4	16.1	15.7	16.4	16.7
	4H	15.0	15.6	15.4	16.0	16.3	15.6	16.2	16.0	16.5	16.9
	6H	15.3	15.8	15.7	16.2	16.6	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	8H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	15.9	16.4	16.4	16.8	17.2
	12H	15.5	16.0	16.0	16.4	16.8	16.1	16.5	16.5	16.9	17.3
8H	4H	15.1	15.6	15.5	16.0	16.4	15.6	16.1	16.1	16.5	16.9
	6H	15.5	15.9	16.0	16.3	16.8	16.0	16.4	16.5	16.8	17.3
	8H	15.7	16.1	16.2	16.5	17.0	16.2	16.5	16.7	17.0	17.5
	12H	15.9	16.2	16.4	16.7	17.2	16.4	16.7	16.9	17.2	17.7
12H	4H	15.1	15.5	15.5	15.9	16.4	15.6	16.1	16.1	16.5	16.9
	6H	15.5	15.9	16.0	16.3	16.8	16.0	16.4	16.5	16.8	17.3
	8H	15.8	16.1	16.3	16.6	17.1	16.3	16.6	16.8	17.0	17.5

Variation of the observer position for the luminaire distances S

S = 1.0H	+1.0 / -1.3	+0.8 / -1.4
S = 1.5H	+1.8 / -2.1	+2.3 / -2.3
S = 2.0H	+3.3 / -2.6	+3.9 / -2.8
Standard table	BK02	BK02
Correction Summand	-2.4	-1.9

Corrected Glare Indices referring to 3700lm Total Luminous Flux

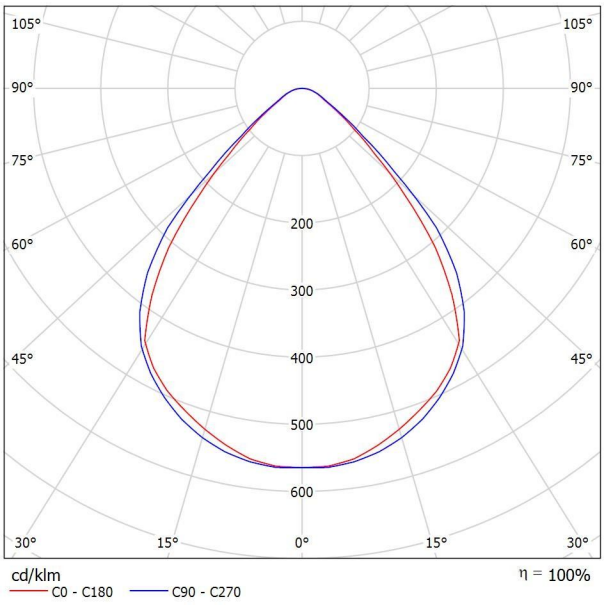
تحليل جامعة المستقبل (قاعة رقم 117) بالوضع الحالي:

(ملحق :11)

المصدر:الباحث

PHILIPS BCS460 W33L124 1xLED48/840 AC-MLO / Luminaire Data Sheet

Luminous emittance 1:



Luminous emittance

Luminaire classification according to UTE: 1.00B CIE flux code: 71 94 99 100 100

SmartForm – top-class lighting in a fresh, appealing design We all feel and perform better in a pleasant, comfortable working environment. Designed for use in offices, shops and schools, the SmartForm family of surface-mounted luminaires combines best-in-class lighting with a clean, distinctive design.

These ultra-flat luminaires are available with a choice of MASTER TL5, TL5 ECO or LED light sources in rectangular and square versions. They can also be used to form light-lines and structures.

With its wide choice of very efficient and comfortable micro-optics and covers, SmartForm surface-mounted provides the ideal solution for every situation. Lighting controls can be added for further energy saving.

Glare Evaluation According to UGR

ρ Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Walls		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X	Y	Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	14.4	15.3	14.6	15.6	15.8	15.1	16.1	15.3	16.3	16.5
	3H	14.6	15.5	14.9	15.7	16.0	15.2	16.1	15.5	16.4	16.6
	4H	14.7	15.5	15.0	15.8	16.1	15.4	16.2	15.7	16.5	16.7
	6H	14.9	15.6	15.2	15.9	16.2	15.5	16.3	15.8	16.6	16.8
	8H	14.9	15.7	15.3	16.0	16.3	15.6	16.3	15.9	16.6	16.9
	12H	15.0	15.7	15.4	16.0	16.3	15.6	16.3	16.0	16.6	16.9
4H	2H	14.4	15.3	14.7	15.5	15.8	15.1	15.9	15.4	16.2	16.4
	3H	14.8	15.5	15.1	15.8	16.1	15.4	16.1	15.7	16.4	16.7
	4H	15.0	15.6	15.4	16.0	16.3	15.6	16.2	16.0	16.5	16.9
	6H	15.3	15.8	15.7	16.2	16.6	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	8H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	15.9	16.4	16.4	16.8	17.2
	12H	15.5	16.0	16.0	16.4	16.8	16.1	16.5	16.5	16.9	17.3
8H	4H	15.1	15.6	15.5	16.0	16.4	15.6	16.1	16.1	16.5	16.9
	6H	15.5	15.9	16.0	16.3	16.8	16.0	16.4	16.5	16.8	17.3
	8H	15.7	16.1	16.2	16.5	17.0	16.2	16.5	16.7	17.0	17.5
	12H	15.9	16.2	16.4	16.7	17.2	16.4	16.7	16.9	17.2	17.7
12H	4H	15.1	15.5	15.5	15.9	16.4	15.6	16.1	16.1	16.5	16.9
	6H	15.5	15.9	16.0	16.3	16.8	16.0	16.4	16.5	16.8	17.3
	8H	15.8	16.1	16.3	16.6	17.1	16.3	16.6	16.8	17.0	17.5

Variation of the observer position for the luminaire distances S

S = 1.0H	+1.0 / -1.3	+0.8 / -1.4
S = 1.5H	+1.8 / -2.1	+2.3 / -2.3
S = 2.0H	+3.3 / -2.6	+3.9 / -2.8
Standard table	BK02	BK02
Correction Summand	-2.4	-1.9

Corrected Glare Indices referring to 3700lm Total Luminous Flux

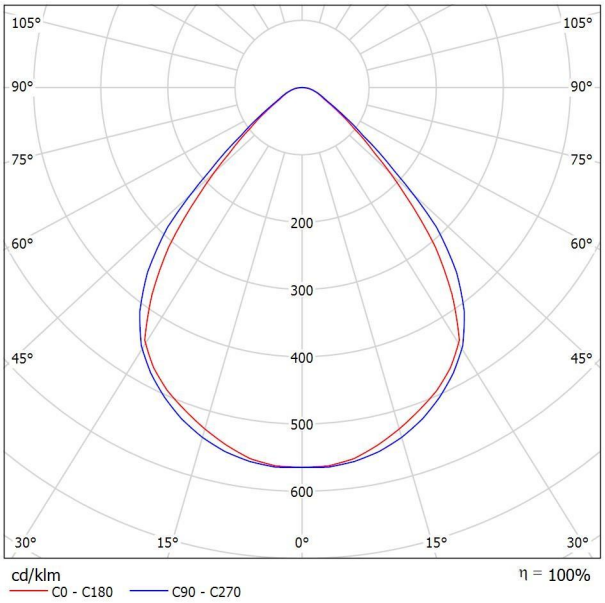
تحليل جامعة المستقبل (قاعة رقم 117) وفقاً للمواصفات القياسية (Standard)

(ملحق:12)

المصدر:الباحث

PHILIPS BCS460 W33L124 1xLED48/840 AC-MLO / Luminaire Data Sheet

Luminous emittance 1:



Luminaire classification according to UTE: 1.00B CIE flux code: 71 94 99 100 100

SmartForm – top-class lighting in a fresh, appealing design We all feel and perform better in a pleasant, comfortable working environment. Designed for use in offices, shops and schools, the SmartForm family of surface-mounted luminaires combines best-in-class lighting with a clean, distinctive design.

These ultra-flat luminaires are available with a choice of MASTER TL5, TL5 ECO or LED light sources in rectangular and square versions. They can also be used to form light-lines and structures.

With its wide choice of very efficient and comfortable micro-optics and covers, SmartForm surface-mounted provides the ideal solution for every situation. Lighting controls can be added for further energy saving.

Luminous emittan.

Glare Evaluation According to UGR

ρ Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Walls		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X	Y	Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	14.4	15.3	14.6	15.6	15.8	15.1	16.1	15.3	16.3	16.5
	3H	14.6	15.5	14.9	15.7	16.0	15.2	16.1	15.5	16.4	16.6
	4H	14.7	15.5	15.0	15.8	16.1	15.4	16.2	15.7	16.5	16.7
	6H	14.9	15.6	15.2	15.9	16.2	15.5	16.3	15.8	16.6	16.8
	8H	14.9	15.7	15.3	16.0	16.3	15.6	16.3	15.9	16.6	16.9
	12H	15.0	15.7	15.4	16.0	16.3	15.6	16.3	16.0	16.6	16.9
4H	2H	14.4	15.3	14.7	15.5	15.8	15.1	15.9	15.4	16.2	16.4
	3H	14.8	15.5	15.1	15.8	16.1	15.4	16.1	15.7	16.4	16.7
	4H	15.0	15.6	15.4	16.0	16.3	15.6	16.2	16.0	16.5	16.9
	6H	15.3	15.8	15.7	16.2	16.6	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	8H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	15.9	16.4	16.4	16.8	17.2
	12H	15.5	16.0	16.0	16.4	16.8	16.1	16.5	16.5	16.9	17.3
8H	4H	15.1	15.6	15.5	16.0	16.4	15.6	16.1	16.1	16.5	16.9
	6H	15.5	15.9	16.0	16.3	16.8	16.0	16.4	16.5	16.8	17.3
	8H	15.7	16.1	16.2	16.5	17.0	16.2	16.5	16.7	17.0	17.5
	12H	15.9	16.2	16.4	16.7	17.2	16.4	16.7	16.9	17.2	17.7
12H	4H	15.1	15.5	15.5	15.9	16.4	15.6	16.1	16.1	16.5	16.9
	6H	15.5	15.9	16.0	16.3	16.8	16.0	16.4	16.5	16.8	17.3
	8H	15.8	16.1	16.3	16.6	17.1	16.3	16.6	16.8	17.0	17.5

Variation of the observer position for the luminaire distances S		
S = 1.0H	+1.0 / -1.3	+0.8 / -1.4
S = 1.5H	+1.8 / -2.1	+2.3 / -2.3
S = 2.0H	+3.3 / -2.6	+3.9 / -2.8
Standard table	BK02	BK02
Correction Summand	-2.4	-1.9

Corrected Glare Indices referring to 3700lm Total Luminous Flux