# دراسة موقعيه حول تحسين نظام الإنارة في معمل الصناعات الجلدية في الكوفة باستخدام بدائل الإضاءة الحديثة

**عبد العباس محسن جاسم**
**مدرس مساعد/قسم الكهرباء /المعهد التقني - كوفة**

## الموجز

يركز البحث على مسالة رفع كفاءة منظومة الإنارة في المنشاة الصناعية بما يحقق توفير أفضل الأجواء المساعدة في عملية الإنتاج مع تقليل صرف الطاقة الكهربائية المستخدمة فيها بما يحقق تقليل كلفة المنتج ونوعيته. تم في سياق البحث تحليل كفاءة وجودة منظومة الإنارة في قاعات معمل الصناعات الجلدية في الكوفة وقد أظهرت نتائج البحث وجود انحراف في المنظومة الحالية عن المعايير القياسية واقترحت إمكانية تحسينها مع توفير في الطاقة الكهربائية من خلال عمل بعض الإجراءات التقنية ولا سيما في القاعات الجديدة التي تم تشييدها لتضم الخطوط الإنتاجية الحديثة .

**كلمات الاستدلال:** قوة الإضاءة ، الفيض الضوئي ، شدة الاستضاءة ، التباين ، بهر العين ،اللمعان،كفاءة الإضاءة

# PRACTICAL STUDY TO IMPROVE ELECTRICAL ILLUMINATION SYSTEM IN KUFA DERMAL INDUSTRIAL FACTORY USING MODERN ILLUMINATION

**Abed AL–Abass Muhseen Jassem**
**Assistant Lecturer**
**Electrical Department - Kufa Technical Institute**

**ABSTRACT**
This research focuses on idea to rise quality of illumination in product halls in industrial foundation to get best product operation with reduction a product cost by reduce electrical energy needed to system. During research analysis of a illumination system in the dermal industrial factory halls that are doing shows depart from standards and abilities to improve currently system with economize electrical energy.

**KEYWORDS: Illumination flux, contrast, Illumination Intensity, Illumination efficiency, eye bedazzles, Luminance.**

## المقدمة

تحسين الإنارة يمكن أن يؤدي إلى تحسين الإنتاج في شركة ما ، ذلك إن العاملين في المصنع سيتجنبون الأخطاء التي يمكن حدوثها عند وجود إنارة غير نظامية ،فقد ذكر مسؤول في احد المصانع الألمانية إن نسبة رفض الزبائن لمنتجاته قلت بنسبة 50% عما كانت عليه في السابق بعد تحسين مستوى الإنارة**[** يحيى ،1992**].**

تمكن الإضاءة الجيدة العيون من العمل براحة وإتقان فالعين تحتاج إلى كميات وأنواع مختلفة من الإنارة للقيام بإعمال مختلفة ونتيجة لذلك فان إضاءة كافية لأداء عمل معين ربما لا تكفي لأداء عمل أخر. **الجدول رقم 1** يبين أمثلة لإعمال مختلفة مع كمية الإضاءة المناسبة لكل منها .

هناك ثلاث عوامل تحدد كمية الضوء الواصلة إلى الجسم وهي 1- شدة أو قوة الضوء 2- بعد الجسم عن مصدر الضوء 3- نظام توزيع الإنارة .

الفيض الضوئي وقوة الإضاءة خاصيتان مميزتان للمصدر الضوئي حيث يمكن تعريف الفيض الضوئي بأنه كمية الطاقة الضوئية التي تنبعث من المصدر الضوئي في جميع الاتجاهات في وحدة الزمن. وحدة قياس الفيض هي الليومن .

إما قوة الإضاءة فتقاس بالشمعة التي تعادل فيض ضوئي منبعث من مصدر ضوئي قيمته ليومن واحد في زاوية مجسمة واحدة وتحسب المعادلة من العلاقة :

$$E = \frac{F}{4}\Pi \qquad (1)$$

وشدة الاستضاءة هي مقدار الفيض الضوئي(F) الساقط عموديا على وحدة المساحة(A) ويرمز لها(Φ) حيث:

$$\Phi = \frac{F}{A} \qquad (2)$$

وحدة قياس شدة الاستضاءة هي اللوكس

ويستخدم قانون التربيع العكسي في حساب شدة الاستضاءة الواصلة للجسم عن طريق المسافة التي تبعده عن مصدر الضوء فعلى سبيل المثال الجسم الذي يبعد مترين عن المصدر يحصل على ربع الكمية التي يحصل عليها عندما تكون المسافة متر واحد **[اسر ،1995 ]**

## مشكلات تحدث في الإضاءة

تحدث بعض المشاكل في الإضاءة يمكن إيجازها بالنقاط التالية:

- عدم وجود إنارة طبيعية في موقع العمل.

- الإنارة الصناعية غير الكافية الذي يؤدي إلى توتر عضو البصر وبالتالي تعب العامل وانخفاض إنتاجيته مع احتمال ظهور أخطاء إثناء العمل.

- ارتفاع وهج الضوء يؤدي أيضا إلى تعب البصر وإجهاد العامل فعندما تكون شدة الإضاءة بحدود 500 شمعة/ متر مربع ممكن ان تسبب إضاءة بمقدار 1000 شمعة /متر مربع أو أكثر عاملا مضرا فممكن إن يسبب ضوء ساطع إجهادا للعين وهذه الظاهرة تدعى ببهر العين والذي ينتج من عدم التوزيع المتجانس لنظام الإنارة سواء بطبيعة المصدر الضوئي المستعمل (على سبيل المثال يقوم المصباح الشفاف بتسليط ضوء شديد ومباشر على العين بينما يقل تأثير الحالة عندما يكون المصباح مطليا بلون ابيض أو ثلجي).

- التدني في التباين أو التباين الحاد بين مستوي الإنارة بسبب عدم التوزيع الصحيح للمصادر ضمن وحدة المساحة أو بسبب عدم استعمال وسائل التوزيع المتجانس مثل العواكس وغيرها.

- اللمعان المباشر والمنعكس.

- ارتفاع نبضات تدفق الضوء التي تسبب توترا في عضو البصر**[ يحيى ،1992].**

يمكن التقليل من الحاجة الى الطاقة الكهربائية بالاستخدام الكفء للإنارة فهناك أنواع مختلفة من مصادر الإنارة الصناعية توفر لنا كميات مختلفة من الإنارة باستخدام الطاقة نفسها فمثلا يعطينا المصباح المتوهج حوالي 20 لومن لكل واط من القدرة بينما يعطينا المصباح الفلوري 70 لومن لكل واط**. [اسر ،1995]**

الجدول رقم 2 يوضح المصادر الضوئية ومقدار الفيض الضوئي لكل منها.

في حالة استخدام أنابيب الفلورسنت فان المسافة المطلوبة بين تركيبتين معلقة في السقف (M) تحدد من خلال ارتفاع تركيبة الانارة عن سطح العمل(L ) بحيث:

$$M = 1.5 * L \qquad (3)$$

## كفاءة الإضاءة

يقصد بكفاءة المصدر الضوئي بأنه مقدار ما يجهزه المصدر من فيض ضوئي لكل واط من القدرة الكهربائية **الشكل رقم 1** يبين أمثلة لأنواع من المصادر الضوئية.

كفاءة الإضاءة للمصابيح (η) تتأثر سلبا مع زيادة ساعات التشغيل مما يعتبر عاملا مؤثرا عند تصميم نظام الإنارة فعملية صيانة وتبديل المصابيح ربما تأخذ كلفة مادية وتعطيل لعملية الإنتاج وكمثال تتأثر مصابيح الفلورسنت كما مبين **بالشكل رقم 2** مع ساعات التشغيل .**[ IES، 2002 ]**

## نظام الإنارة في معمل الصناعات الجلدية

يحتوي المعمل على قاعات تحتوي على المكائن الخاصة بالإنتاج وهي مكائن متنوعة حسب طبيعة كل خط إنتاجي خصص لها قاعات تتناسب وطبيعة الخط الإنتاجي وهي قاعات متماثلة البناء والأبعاد وسيتم في سياق البحث دراسة نظام الإنارة الحالية في كل من هذه القاعات من ناحية المصادر الضوئية المستعملة مع بيان كمية الإنارة المتولدة وطريقة التوزيع المستخدمة وتحليل النتائج لمعرفة المشاكل الحالية فيها وكذلك يتم في سياق البحث حساب الطاقة الكهربائية المصروفة لمنظومة الإنارة.

## الإنارة في القاعة الإنتاجية:

تم اخذ نموذج لقاعة إنتاج لدراسة وتطبيق البحث والمبينة **بالشكل رقم 3** وهي تحتوي على مكائن خياطة منتجات جلدية وفي النهاية سيتم الأخذ بنظر الاعتبار مجموع القاعات لأنها متماثلة من ناحية
لإنشاءات ونظام التوزيع المعتمد وفيما يلي أهم معطيات القاعة:

إبعاد القاعة = 55م*20م

ارتفاع القاعة =5م

عدد المكائن في القاعة =2*13=26 مكينة

المسافة بين ماكنة وأخرى =1متر

ارتفاع الماكنة عن الأرض =75سم

بعد تركيب الإنارة عن مستوى سطح الأرض=2.3 متر

عدد تراكيب الإنارة =24 أنبوب فلورسنت

أما توزيع تراكيب الإنارة فهو موضح **بالشكل رقم 4** الذي يوضح أيضا مواقع شبابيك الإنارة في القاعة ومواقع وأرقام نقاط الفحص التي تم اخذ القياسات عندها.

من خلال الفحص ألموقعي لشدة الإضاءة لمجموعة من النقاط داخل القاعة والمبينة **بالشكل رقم 4** كانت النتائج كما مبينة بالجدول **رقم 4**.

من خلال الجدول يتبين بان شدة الإضاءة داخل القاعة الإنتاجية والمسلطة على مكائن الخياطة غير متساوية بالمقدار ومعظم الإضاءة مصدرها الإضاءة الطبيعية من ضوء الشمس الذي ينفذ من خلال سبعة شبابيك موجودة بالقاعة (الموضحة **بالشكل رقم 3** باللون الأبيض) وكل شباك منها ذو إبعاد (6*2متر) فالماكينة القريبة من الشباك تصلها كمية إنارة اعلي من تلك التي تصل للأخرى البعيدة حيث تقل هذه الكمية عن الحد المثالي للإضاءة المطلوب لهذا النوع من العمل وهو بحدود (300 لومن ) حسب الجدول رقم 2. وجد انحراف في

تصميم الإنارة فمن خلال المعادلة رقم (3) نجد ارتفاع تركيبة الإنارة (الفلورسنت) **عن** سطح الماكنة (L)=2.3متر إما المسافة بين تركيبة وأخرى =5متر وهذا لا ينسجم مع النسبة المذكورة في المعادلة المذكورة.

تشكل الطاقة الكهربائية المستهلكة في نظام الإنارة ما نسبته (5-25%) من الطاقة المستهلكة في المنشأة الصناعية .الطاقة الكهربائية يتحول جزء منها إلى طاقة ضوئية والقسم الأخر يتحول إلى حرارة منبعثة على شكل إشعاع حراري أو حرارة بالتوصيل وفي **الجدول رقم 5** مقارنة بين ثلاث أنواع من المصادر الضوئية من ناحية نسب توليدها للطاقة الضوئية والحرارة المنبعثة : **[Proceedings , 1968]**

ويمكن أن تجرى بعض التحسينات على نظام الإنارة لغرض تقليل صرف الطاقة الكهربائية مع التأكيد على ضرورة تحقيق مستويات الإنارة المنصوص عليها من قبل الهيئة الهندسية للإنارة **[Guide، 1994]**
(Illumination Engineering Society IES)

وذلك لضمان إنتاجية العمل والسلامة العامة للأشخاص والمعدات والتي يتم ذكرها في التوصيات.

التيار الكهربائي المستهلك داخل القاعة الإنتاجية يساوي 12 أمبير وهو ناتج عن تشغيل 24 أنبوبة فلورسنت ولو جمعنا التيار الكهربائي المصروف لتشغيل منظومات الإنارة داخل خمسة قاعات إنتاجية داخل المعمل يكون المجموع 60 أمبير وعند حساب التيار الكلي المصروف للإنارة في المعمل بشكل كامل بعد إضافة منظومات الإنارة في بنايات الإدارة والمخازن ومحطة الطاقة والمطعم وورش الصيانة سيكون مقداره ضعف الرقم السابق تقريبا.

## الاستنتاجات:

من خلال النتائج التي تم قياسها وتحليلها لمنظومة الإنارة داخل القاعات القديمة للمعمل تبين ما يلي:

1. توزيع الإنارة غير متساوي على وحدة المساحة داخل القاعة.
2. كمية الإنارة الواصلة إلى بعض مكائن الخياطة غير كافية حسب المواصفات العالمية.
3. مقدار حمل التيار المسحوب داخل القاعات مقدار لا باس به إذا ما قورن بكمية التيار الكلي المسحوب للمعمل وهو يشكل جزء كبير من المصروفات الكهربائية المستحقة وبالتالي زيادة كلفة الإنتاج.
4. تشترك القاعات الجديدة للإنتاج مع القاعات القديمة في سوء توزيع الإنارة عدا كونها تعتمد اعتمادا مباشرا على الإضاءة الطبيعية وهو مصدر لا يملك الوثوقية الكاملة في كل الأوقات إضافة إلى اعتماد نظام الإنارة على مصابيح فلورية صغيرة الحجم (4) قدم معلقة بسقف ثانوي وبشكل توزيع لم يعتمد المعايير العلمية.
5. المصابيح الفلورية المدمجة تملك اعلى شدة اضاءة باقل استهلاك للقدرة الكهربائية وبهذا يمكن توفير ما نسبته 23% من قيمة التيار المسحوب للانارة اي بمقدار=23*120 /100 =27.6 امبير

6. وعند حساب القدرة وباعتماد معامل قدرة=0.8 يكون الناتج مساوي الى3977.6 واط وبحساب تسعيرة الدولة للطاقة الكهربائية يكون قد تم توفير آلاف الدنانير لخزينة المعمل.

7. إنارة مصابيح الفلورسنت تنخفض مع زيادة ساعات العمل كما مبينة بالعلاقة الموضحة ب**الشكل رقم 4** وهذا يعطي أفضلية باستخدام المصابيح المدمجة.

## التوصيات

1- اعتماد المعايير العلمية في إعادة تصميم نظام الإنارة داخل القاعات.

2- استبدال المصابيح الفلورية وبالتدريج كي لا يؤثر على الكلفة (إي عند عطل المصابيح) بمصابيح مدمجة مع الأخذ بنظر الاعتبار قدرة المصابيح الجديدة وكمية الإنارة التي توفرها لوحدة المساحة حسب الجدول **رقم 2**

3- التقليل من ارتفاع تراكيب الإنارة النازلة من السقوف الثانوية من اجل إعطاء زيادة في شدة الإضاءة المسلطة على الماكينة .

## المصادر

1- الإضاءة داخل المباني تأليف الدكتور يحيى حمودة –الهيئة المصرية العامة للكتاب - القاهرة 1992

2- هندسة الإضاءة تأليف الدكتور اسر علي زكي والدكتور حسن الكشموشي –كلية الهندسة - جامعة الإسكندرية إصدار دار الراتب الجامعية- الاسكندرية 1995

3- الدكتور حسان سويدان – كفاءة وجودة الطاقة الكهربائية- نشر جامعة دمشق المجلد الرابع والعشرون –العدد الثاني- دمشق 2008

4 - Electricity Distribution Network design, E.Lakervi, IEE, England, 1995

5- Electrical Installations Handbook, SIEMENS, John Wiley & Sons, 2002.

6- Guide to Energy Management, William J. Kennedy, FairmontPRESS ,INC, 1994

7- Proceedings “Light and Sound For Enginers”T.Nelson and Sons Ltd.1968,London chapter 7.pp 144-163

8- Stanley,R,C, ,special issue on light source Technology, IEEE, A, Vol., 127, April 1980

9- IES Lighting Handbook-Illumination Engineering Society, New York, 2002

10- Schneider Electric , Electrical Installation, France, 2007

**جدول رقم 1** مقدار الإضاءة المناسبة لكل عمل [1]

| نوع العمل | صالة المطالعة | صالة عمليات مستشفى | ورشة تصليح | غرفة طابعة | ورشة إعمال دقيقة | مكائن خياطة | قاعة رسم هندسي |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مقدار الإضاءة (لوكس) | 180 | 300 | 200 | 250 | 300-500 | 300 | 300 |

**جدول رقم 2** نماذج لمصادر ضوئية والفيض الضوئي لكل منها[3]

| Light Source | Comment | Approximate Average Luminance (cd/m²) |
|---|---|---|
| Sun (as observed from Earth's surface) | At meridian | $1.6 \times 10^9$ |
| Sun (as observed from Earth's surface) | Near horizon | $6 \times 10^6$ |
| Moon (as observed from Earth's surface) | Bright spot | $2.5 \times 10^3$ |
| Clear sky | Average luminance | $8 \times 10^3$ |
| Overcast sky | -- | $2 \times 10^3$ |
| 60-W inside frosted incandescent lamp | -- | $1.2 \times 10^5$ |
| Tungsten-halogen lamp, 3000 K CCT | -- | $1.3 \times 10^7$ |
| Tungsten-halogen lamp, 3400 K CCT | -- | $3.9 \times 10^7$ |
| CFL | 36-W twin tube | $3 \times 10^4$ |
| T-5 fluorescent lamp | 14-35 W | $2 \times 10^4$ |
| T-8 fluorescent lamp | 36-W | $1 \times 10^4$ |
| T-12 fluorescent lamp | Cool white 800mA | $1 \times 10^4$ |
| High-pressure mercury lamp | 1000-W | $2 \times 10^8$ |
| Xenon short arc lamp | 1000-W | $6 \times 10^8$ |

**جدول رقم 3** الكفاءة الضوئية لمجموعة من المصادر الضوئية [**Guide، 1994** ]

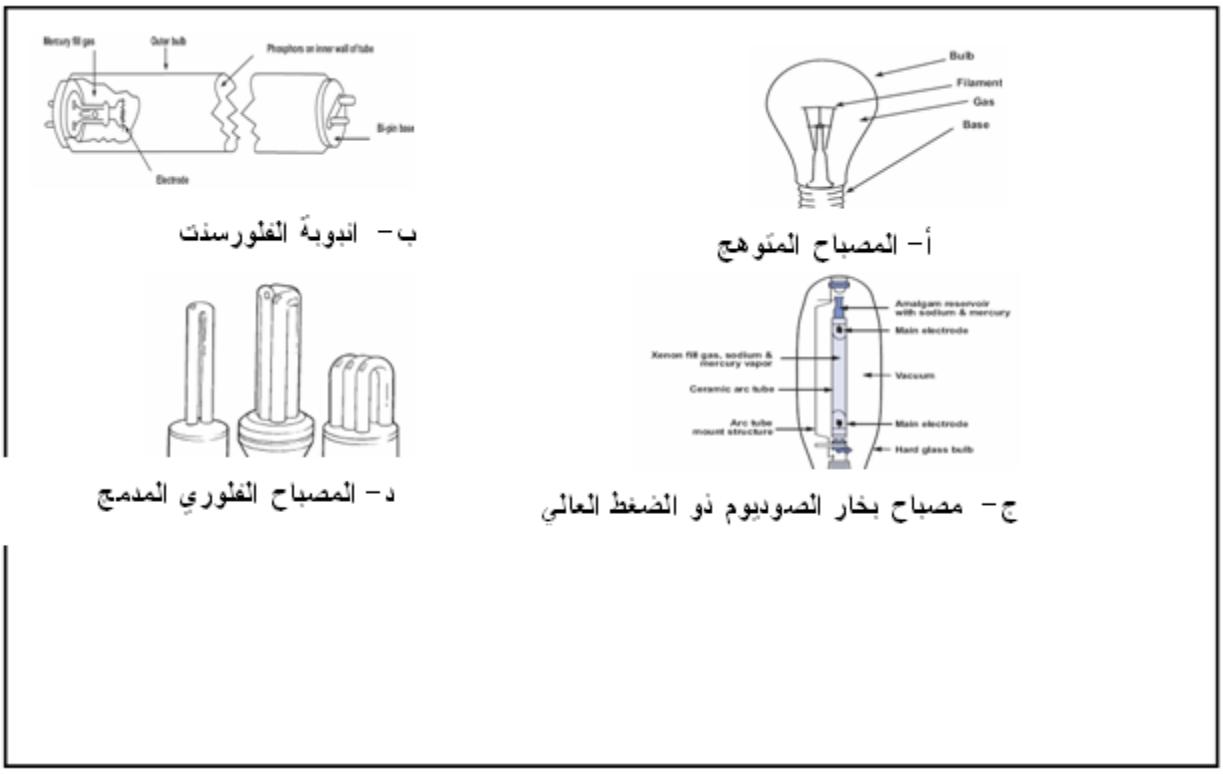
| المصدر الضوئي | القدرة(وات) | كفاءة المصباح (ليومن/وات) |
|---|---|---|
| Standard incandescent filament | 100 | 17 |
| Linear tungsten-halogen | 300 | 20 |
| Fluorescent T-8 , 4 ft | 32 | 90 |
| CFL | 26 | 70 |
| Mercury Vapor | 175 | 45 |
| Metal-Halide ,high-wattage | 400 | 80 |
| High Pressure mercury lamp | 1000 | 50 |
| High Pressure Sodium ,low wattage | 70 | 90 |
| High Pressure Sodium , high wattage | 250 | 100 |
| Xenon short arc lamp | 1000 | 30 |
| Compact floresent lamp | 80 | 125 |

**الجدول رقم 4** كمية الإضاءة في نقاط الفحص:

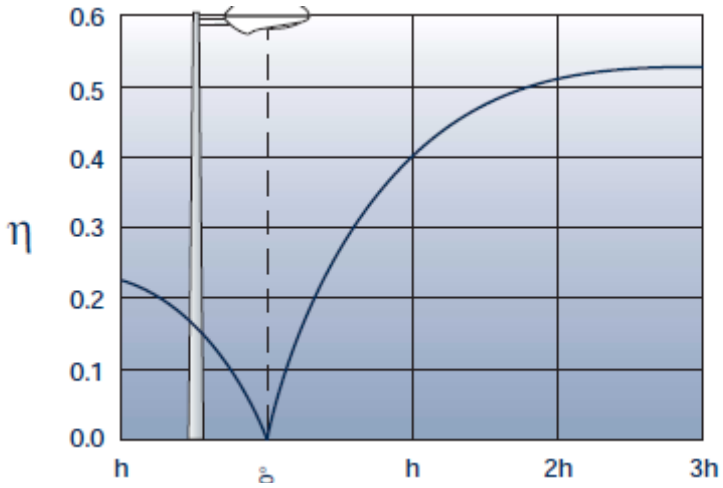
| رقم نقطة الفحص | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شدة الإضاءة(لوكس) | 67 | 120 | 185 | 255 | 275 | 250 | 150 | 290 | 170 |

**الجدول رقم 5** نسب تحول الطاقة الكهربائية في المصادر الضوئية [7]

| **المصدر الضوئي** | **الطاقة الضوئية%** | **إشعاع حراري%** | **حرارة بالتوصيل%** |
|---|---|---|---|
| **مصباح التوهج** | **16** | **72** | **12** |
| **فلورسنت** | **22** | **28** | **50** |
| **فلوري مدمج** | **32** | **24** | **44** |

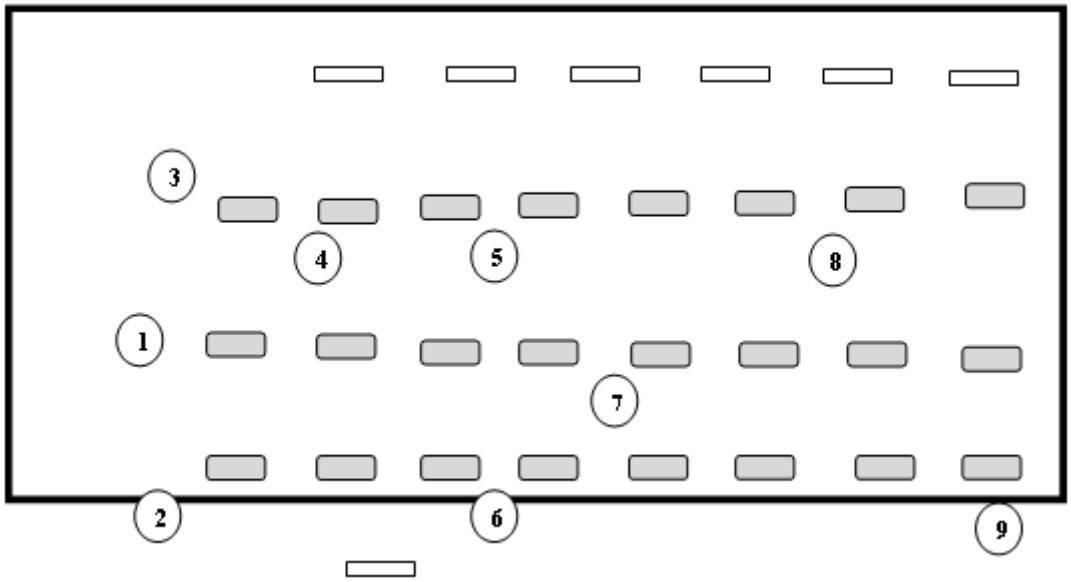



**الشكل رقم 1** أنواع المصادر الضوئية [5]




**الشكل رقم 2** كفاءة الإضاءة مع ساعات التشغيل.[9]


**الشكل رقم 3** توزيع المكائن في القاعة القديمة




**الشكل رقم 4** توزيع الإنارة في القاعة