الباب الأول

إضاءة المنشآت المختلفة

إضاءة المنشآت المختلفة

١-١ أهم المصطلحات الفنية المستخدمة فى الإضاءة

فيما يلى أهم المصطلحات الفنية المستخدمة فى الإضاءة :

أ - الفيض الضوئى (ϕ) Luminous Flux

وهو كمية الشعاع الضوئى المنبعث من المصدر الضوئى فى الثانية بوحدة الليومين Lumen (Lm)

ب - الكفاية الضوئية (η) Luminous Efficacy

وهى النسبة بين الفيض الضوئى للمصدر الضوئى وقدرة المصدر الضوئى ونحصل عليها من المعادلة1.1

$$\eta = \frac{\phi}{P} \quad (Lm/w) \rightarrow 1.1$$

فإذا كان الفيض الضوئى لمصباح متوهج قدرته 100w هو 1200 W فإن الكفاية الضوئية تساوى .

$$\eta = \frac{1200}{100} = 12\ Lm/w$$

جـ - الاستضاءة Illuminance (E)

وتعرف على أنها الفيض الضوئى الساقط عمودياً على وحدة المساحات ووحدتها (Lux) والتى تساوى(Lm/w^2) ونحصل عليها من المعادلة 1.2

$$E = \frac{\phi}{A} \quad (Lm/m^2) \rightarrow 1.2$$

حيث إن :

مساحة السطح العمودى على الأشعة الضوئية m^2 A

د - شدة الاستضاءة Luminous Intensity (I)

ونعرف شدة استضاءة مصدر ضوئى موضوع عند مركز كرة بأنها النسبة بين الفيض الضوئى على سطح الكرة والزاوية الفراغية W للكرة ، والتى تساوى 4π ، ونحصل عليها من المعادلة 1.3

$$I = \frac{\phi}{w} \quad (cd) \rightarrow 1.3$$

حيث إن :

شدة الاستضاءة بالشمعة (cd) I

الفيض الضوئى (Lm) ϕ

هـ - النصوع Luminance (L) :

يعرف نصوع أى سطح بأنه شدة استضاءة وحدة المساحات ونحصل عليه من المعادلة 1.4

$$L = \frac{I}{A} \quad cd/m^2 \rightarrow 1.4$$

ويمكن أن يكون النصوع لسطح مضىء أو سطح يسقط عليه الضوء من مصدر ضوئى ثم يعيد إشعاعه.

د - دليل ثبات الألوان General colour rendering Index

ويعرف هذا الدليل بأنه استطاعة المصدر الضوئى على المحافظة على ألوان الأجسام بدون تغير ، ويكون دليل ثبات الألوان لمصدر إضاءة صناعى 100 عندما يوجد تطابق بين لون الأجسام الظاهرة تحت ضوء هذا المصدر الصناعى ، مع لون الأجسام الظاهرة تحت الضوء الطبيعى (الشمس) .

وكلما قل هذا المعامل عن 100 دل على أنه يوجد تغير كبير فى ألوان الأجسام .

١ / ٢ - شروط الإضاءة الجيدة فى المبانى

فيما يلى أهم الشروط الواجب توافرها فى الإضاءة داخل المبانى لتعطى المناخ المناسب للرؤية الطبيعية والمريحة :

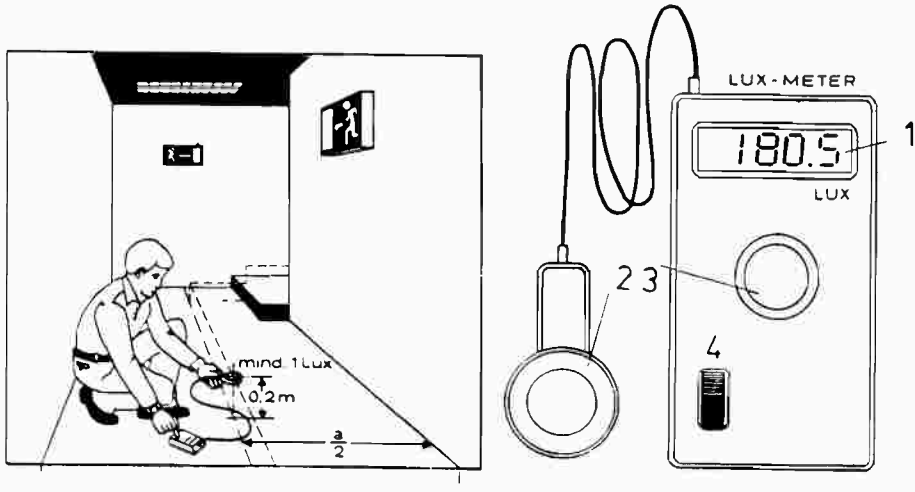
١ - أن تكون الإضاءة مجانسة داخل الغرفة الواحدة، بحيث لا توجد مناطق بها ظل نتيجة لأجزاء الأثاث الموجودة ويمكن تحقيق ذلك بالتوزيع الجيد لوحدات الإضاءة .

٢ - أن تكون الاستضاءة المتوسطة بوحدة Lux داخل الغرفة يطابق الاستضاءة المطلوبة ، والتى تعتمد على طبيعة استخدام الغرفة .

٣ - ينصح بعدم استخدام مصابيح بدون وحدات إضاءة Luminiares لتجنب إجهاد العين ، نتيجة لوجود نصوع على سطح المصباح .

والجدير بالذكر أنه يستخدم جهاز قياس الاستضاءة Lux meter لتعيين الاستضاءة المتوسطة داخل الغرف ، وذلك عند مستوى الرؤية (على ارتفاع 0.85m من مستوى الأرض) .

والشكل (١ / ١) يعرض مسقطًا أفقيًا لأحد أجهزة قياس الاستضاءة (أ) وطريقة استخدام الجهاز لقياس الاستضاءة (ب)



ب أ

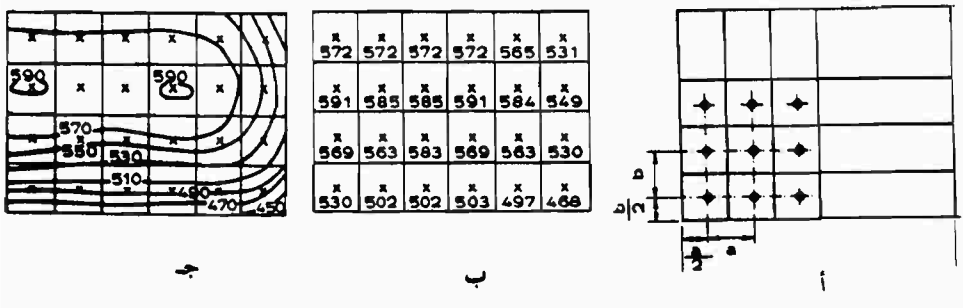
الشكل (١ - ١)

حيث إن :

شاشة رقمية لعرض قيمة الاستضاءة	1
عدسة استقبال الأشعة الضوئية	2
مفتاح دوار لاختيار مدى القياس	3
مفتاح التشغيل والفصل	4

وحتى يتسنى لنا تعيين الاستضاءة المتوسطة لغرفة ما، نقسم الغرفة لعدد من المربعات أطوالها تتراوح ما بين (0.5 : 2m) تبعاً لأبعاد الغرفة ، ونعين الاستضاءة عند مركز كل مربع على ارتفاع 0.85m (مستوى العمل)؛ وذلك باستخدام جهاز قياس الاستضاءة ، وتدون كل قراءة داخل المربع الخاص بها ، وتكون الاستضاءة المتوسطة مساوية مجموع هذه القراءات مقسوماً على عدد المربعات . والشكل (١-٢) يبين مراحل تعيين الاستضاءة المتوسطة لغرفة . ففى الشكل (أ) يتم تقسيم الغرفة بواسطة الطباشير إلى مربعات أو مستطيلات أبعادها axb حيث إن b و a تتراوح ما بين (0.5 : 2m) . والشكل (ب) يبين طريقة وضع قراءات القياس على الرسم البيانى للغرفة. والشكل (جـ) يوضح طريقة عمل خطوط تساوى الاستضاءة Isolux للغرفة علماً بأن الاستضاءة المتوسطة فى هذه الحالة تساوى :

$$E = \frac{572+591+\ldots\ldots 468}{24} = 528 \text{ Lux}$$



جـ ب أ

الشكل (١ – ٢)

والجدير بالذكر أن الطريقة التى شرحناها لتعيين الاستضاءة المتوسطة لغرفة تسمى بقياسات الموقع وهى مفيدة للغاية؛ وذلك عند استلام المنشآت من المقاولين للتأكد من أن الاستضاءة المتوسطة تساوى الاستضاءة المطلوبة ، وكذلك للتأكد من تجانس الاستضاءة، وذلك بعمل خطوط تساوى الاستضاءة ، ففى حالة عدم وجود تداخلات بين هذه الخطوط دل على تجانس الاستضاءة . وكذلك يجب ألا تقل النسبة المئوية بين أقل استضاءة وأكبر استضاءة عن 75%.

١ / ٣ - مصادر الإضاءة الصناعية

تعتبر المصابيح الكهربية هى مصادر الإضاءة الصناعية حيث تقوم بتحويل القدرة الكهربية إلى قدرة ضيائية ، ويوجد أنواع متعددة من المصابيح الكهربية تختلف فيما بينها فى الشكل ، وفى نظرية عملها ، ويمكن تقسيم المصابيح الكهربية بصفة عامة إلى :

أ - المصابيح الفتيلية ويندرج تحتها ما يلى :

١- المصابيح المتوهجة .

٢- مصابيح التانجستين .

٣- المصابيح العاكسة .

ب - مصابيح التفريغ الغازى ويندرج تحتها ما يلى :

١- مصابيح الفلورسنت Flourescent lamps

٢- مصابيح الزئبق ذات الضغط العالى HPM

٣- مصابيح الصوديوم ذات الضغط العالى HPS

٤- مصابيح الهاليد المعدنى Metal Halide lamps

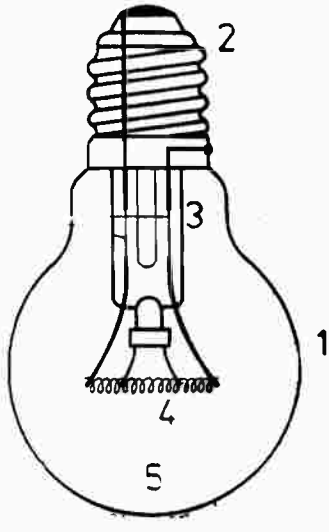
٥- مصابيح الصوديوم ذات الضغط المنخفض SOX

٦- مصابيح الضوء المختلط Blended light lamp

١ / ٣ / ١ - المصابيح المتوهجة ومصابيح التانجستين - هالوجين

الشكل (١-٣) يعرض مسقطاً رأسياً لمصباح متوهج ويتكون من غلاف زجاجى بصيلى الشكل (١) من النوع الشفاف أو المصنفر ، وللمصباح قاعدة نحاسية (2) لتوصيل المصباح بالمصدر الكهربى ، ويثبت على هذه القاعدة بداخل الغلاف الزجاجى حامل زجاجى (3) يحمل فتيلة من التانجستين (4). وعند توصيل التيار الكهربى للمصباح المتوهج ؛ تتوهج الفتيلة بالحد الذى يجعلها تبعث الضوء ، ويعمل الغاز الخامل الموجود (5) داخل المصباح على منع تبخر معدن الفتيلة ومنع أكسدتها عن درجات الحرارة العالية .

وعادة فإن قاعدة المصباح المتوهج تكون مسننة كما هو موضح بالشكل أو بمسمارين.



الشكل (١ - ٣)

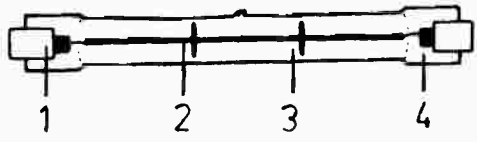
وتعتبر المصابيح المتوهجة منخفضة الجودة إذ أن الكفاية الضوئية لهذه المصابيح تتراوح ما بين (10:15LM/W)، ويصل عمرها 1000 ساعة تشغيل ، فى حين يصل دليل ثبات الألوان لهذه المصابيح 100 أى أن الألوان تظهر كما هى عند استخدام هذه المصابيح .

والجدول (١-١) يعرض الخواص الفنية لمجموعة المصابيح المتوهجة بقدرات مختلفة.

الجدول (١-١)

القدرة W	60	75	100	150	200	300	500	1000
الفيض الضوئى عند جهد 220 v Lm	730	960	1380	2220	3150	5000	8400	18800
الكفاية الضوئية Lm/w	12.2	12.8	13.8	14.9	15.8	16.7	16.8	18.8

والجدير بالذكر أن مصابيح التانجستين – هالوجين لا تختلف فى التركيب عن المصابيح المتوهجة العادية سوى فى إضافة غاز الهالوجين للغاز الخامل الموجود بداخل المصابح . ويتميز غاز الهالوجين بأنه يتحد مع بخار التانجستين ، ويتحلل هذا الخليط عند تعرضه للحرارة الشديدة لفتيلة التانجستين فيترسب التانجستين مرة ثانية على الفتيلة وغاز الهالوجين يعيد دورته مرة أخرى . ويتميز مصباح التانجستين – هالوجين بصغر حجمه وارتفاع الكفاية الضوئية له ، والتى تصل إلى 20Lm/w ، وطول عمره الذى يصل إلى 2000 ساعة تشغيل ، كما أن دليل ثبات الألوان لهذه المصابيح يساوى 100 أى أن جميع الألوان تظهر بدون تغير تحت ضوء مصباح التانجستين – هالوجين. والشكل (١–٤) يعرض نموذجاً لمصباح تانجستين – هالوجين.



الشكل (١ – ٤)

1 طرف معزول للمصباح .

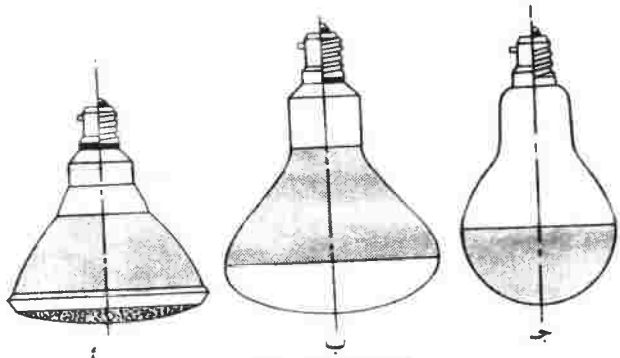
2 فتيلة من التانجستين

3 غاز الهالوجين .

4 غلاف من الزجاج له مقاومة شديدة للتمدد والتقلص الناتج عن الخدمة.

١ / ٣ / ٢ – المصابيح العاكسة

الشكل (١ – ٥) يعرض أنواعاً مختلفة من المصابيح العاكسة.



الشكل (١ -٥)

وتنقسم المصابيح العاكسة إلى نوعين تبعاً لطبيعة تركيبها وهما :

١- مصابيح عاكسة بزجاج مضغوط ، فالشكل (أ) يبين مصباحاً عاكساً بزجاج مضغوط تحتوى على سطح مرآوى عاكس عند رقبة المصباح، فى حين أن عدسة المصباح تصنع من زجاج شفاف ، وتصمم لإعطاء توزيع معين للإضاءة ، على سبيل المثال مصباح بإضاءة موضعية ، ويستخدم فى الديكورات ، ومصباح بإضاءة غامرة، ويستخدم فى الإضاءة الغامرة .

الجدير بالذكر أنه توجد أنواع من هذه المصابيح تكون بعدسات ملونة وتستخدم فى الديكورات .

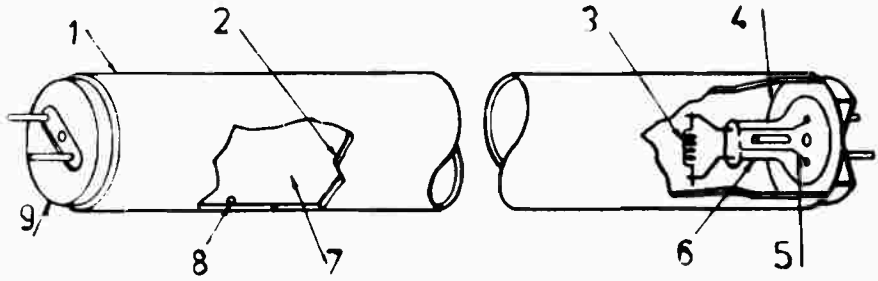
٢- مصابيح عاكسة بزجاج مشكل بالنفخ بعاكس عند الرقبة على شكل قطع ناقص وهذا النوع مبين بالشكل (ب) حيث يكون وجه المصباح من الزجاج المصنفر (المثلج) .

٣- مصابيح عاكسة بزجاج مشكل بالنفخ بعاكس مرآوى موضوع عند وجه المصباح على شكل نصف كروى وهذا النوع مبين بالشكل (جـ) حيث يكون باقى سطح المصباح مصنفراً أو شفافاً .

وعادة فإن المصابيح العاكسة المشكلة بالنفخ تتميز بقدراتها الصغيرة لذلك فهى مثالية للاستخدام فى الإضاءة الداخلية ، وتحتاج هذه المصابيح إلى عواكس خارجية لإعطاء توزيع الإضاءة المطلوب .

١ / ٣ / ٣ - مصابيح الفلورسنت

الشكل (١-٦) يعرض قطاعاً فى مصباح فلورسنت



الشكل (١-٦)

حيث إن :

1 أنبوبة زجاجية على شكل مستقيم وأحياناً تكون مستديرة أوعلى شكل U

2 طبقة داخلية من الفوسفور لتحويل الأشعة فوق البنفسجية إلى أشعة مرئية

3 الكاثود ويصنع من فتيلة من التانجستين

4 أنبوبة إخراج الهواء أثناء التصنيع واستبداله بغاز خامل

5 أسلاك توصيل الكاثور مع قاعدة المصباح

6 قاعدة زجاجية للكاثود

7 غاز خامل وعادة يكون آرجون

8 قطرة من الزئبق

9 قاعدة المصباح

فعند مرور التيار الكهربى فى فتائل التانجستين ترتفع درجة حرارتها إلى 100 درجة مئوية فيحدث تفريغ غازى بين الفتيلتين ، وينتج عن ذلك أشعة فوق بنفسجية ، وهى غير مرئية ويقوم مسحوق الفلورسنت المبطن للمصباح بتحويل هذا الشعاع الغير مرئى إلى شعاع مرئى ، ويعتمد لون الشعاع الضوئى المنبعث من هذه المصابيح على نوع مسحوق الفلورسنت المبطن للجدار الداخلى للأنبوبة الزجاجية للمصباح . وتعد مصابيح الفلورسنت البيضاء هى أكثر المصابيح الفولورسنت

إنتشاراً لاستخدامها فى الإضاءة العامة ، ويمكن تقسيم المصابيح الفلورسنت البيضاء تبعاً للون الضوء المنبعث منها إلى عدة أنواع مبينة بالجدول (١-٢)

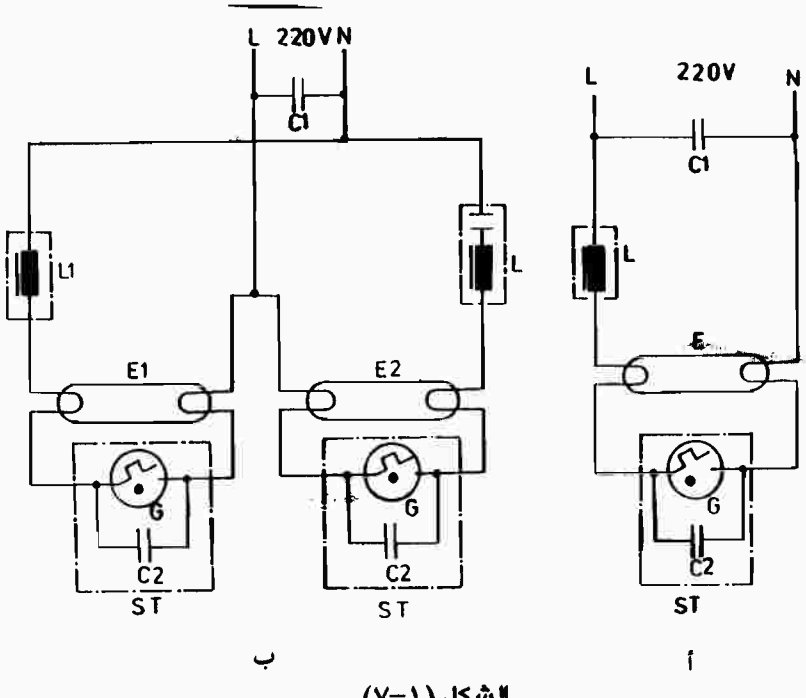
الجدول (١-٢)

النوع بالعربية	النوع بالإنجليزية	لون الأشعة الضوئية	دليل ثبات الألوان
أبيض	White	أبيض	61
ضوء النهار	Day light	أبيض يميل إلى الزرقة	85:100
أبيض بارد	Cool white	أبيض يميل إلى الإصفرار	85:100
أبيض دافئ	warm white	أبيض يميل إلى الحمرة	85:100
طبيعى	neutral	أحمر	70:84

وتوجد عدة أنواع مختلفة لدوائر المصابيح الفلورسنت وهم كما يلى :

أولا : دوائر المصابيح الفلوسنت ذات التسخين المسبق .

فالشكل (١-٧) يعرض دائرتين لتشغيل مصابيح فلورسنت بتسخين مسبق.



الشكل (١-٧)

فالشكل (أ) يعرض دائرة تشغيل مصباح فلورسنت ، وتتكون من:

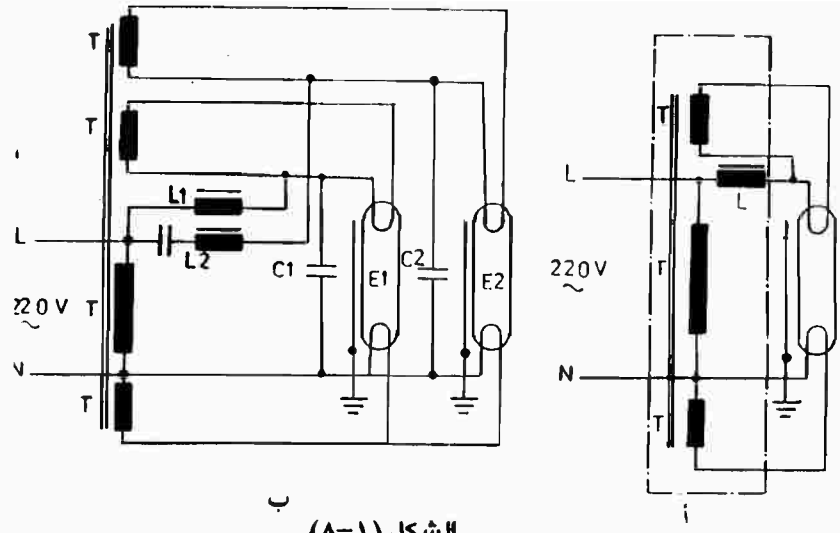
مكثف لتحسين معامل قدرة المصباح	C_1
مكثف لتقليل تداخل الراديو أثناء بدء المصباح	C_2
مفتاح متوهج	G
بادئ	St
المصباح	E
ملف خانق	L

فعند توصيل التيار الكهربى للمصباح ، ينتقل هذا الجهد على طرفى المفتاح المتوهج G ، فيؤدى ذلك إلى توهج هذا المفتاح ، فيغلق هذا المفتاح ريشته ، وعندئذ يمر تيار عبر فتيلتى المصباح ، وتبدأ عملية التسخين ، وخلال بضع ثوان (2:4S) تكون ريشة المفتاح المتوهج G قد بردت ، فتفتح مرة أخرى وينقطع مرور التيار فى الدائرة ، فينتج عن ذلك قوة دافعة كهربية تتولد على أطراف الملف الخانق L ، وهذا الجهد كاف لإحداث تفريغ غازى بين فتيلتى المصباح ويضى المصباح ، ويصبح فرق الجهد بين فتيلتى المصباح صغير وغير كاف لتوهج مفتاح التوهج وأحياناً يحدث فشل فى مرة البدء الأولى ، الأمر الذى يؤدى إلى تكرار عملية البدء عدة مرات .

ومن المشاكل المعروفة عند استخدام مصابيح الفلورسنت ظاهرة الارتعاش Flickering حيث يحدث ارتعاش للضوء المنبعث من المصباح بتردد يساوى ضعف تردد المصدر وهذا يؤثر على رؤية الأجسام فتظهر عدة خيالات عند رؤية الأجسام المتحركة تحت إضاءة مصابيح الفلورسنت ، وللتغلب على هذه المشكلة يستخدم مصباحان فلورسنت داخل وحدة الإضاءة الواحدة بحيث يوجد اختلاف فى الوجه بينهما كما بالشكل (ب) فيلاحظ أن الملف الخانق للمصباح E_2 يوصل معه مكثف على التوالى؛ علماً بأنه يوجد حل آخر للتغلب على مشكلة ظاهرة الارتعاش ، وهو تقسيم وحدات الإضاءة الفلورسنت للغرفة على الأوجه الثلاثة للمصدر الكهربى.

ثانياً - دوائر المصابيح الفلورسنت سريعة البدء RS :

الشكل (١-٨) يعرض دوائر تشغيل المصابيح الفلورسنت السريعة البدء.



الشكل (١-٨)

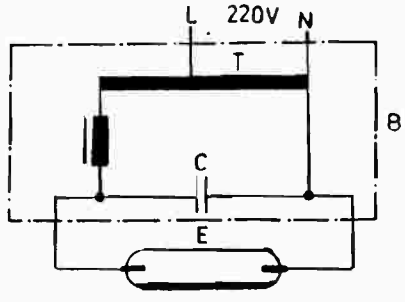
فالشكل (أ) يعرض دائرة تشغيل مصباح فلورسنت سريع البدء ، وتتكون من محول بملفين ثانويين T وملف خانق L، ويوصل كل ملف ثانوى للمحول بالتوازى مع فتيلة للمصباح الفلورسنت ، وذلك من أجل تسخين الفتيلة .

والجدير بالذكر أن مصابيح الفلورسنت سريعة البدء لا تحتاج لبادئ تقليدى st كالمستخدم فى مصابيح الفلورسنت ذات التسخين المسبق ، ولكن تحتاج لشريط إشعال خارجى ، وهو عبارة عن شريط يمدد بالتوازى مع المصباح وموصل بالأرضى ، ويكون عرض هذا الشريط 25 mm، ويوضع على مسافة 18: 25 mm من المصباح وهو يعمل على إزالة المجال الكهربى بين الفتايل . وعادة تكون مصابيح الفلورسنت السريعة البدء مغطاة بطبقة شفافة وعازلة لمنع انتقال الرطوبة لداخل المصباح ، لأن الرطوبة تؤثر على بدء هذا النوع من المصابيح . والشكل (ب) يعرض دائرة تشغيل مصباحى فلورسنت سريعا البدء موضوعين داخل وحده إضاءة واحدة ، ويلاحظ وجود فرق فى الوجه بين المصباح E_1 والمصباح E_2 الأمر الذى يمنع حدوث ظاهرة الارتعاش .

والجدير بالذكر أن الكفاية الضوئية لمصابيح الفلورسنت سريعة البدء أقل من مثيلتها لمصابيح الفلورسنت ذات التسخين المسبق والتى تحتاج لبادئ تقليدى Starter (st) .

ثالثاً - دوائر مصابيح الفلورسنت اللحظية البدء:

الشكل (١-٩) يعرض دائرة مصباح فلورسنت لحظى البدء ويلاحظ أن المصباح له قاعدتين كل منها بمسار واحد ويستخدم فى تشغيل هذا المصباح وحدة كبح Ballast unit تحتوى على محول ذاتى T وملف خانق L ومكثف C وعند توصيل المصدر الكهربى بأطراف الدائرة يقوم المحول الذاتى T برفع الجهد المسلط على أطراف المصباح إلى 400:1000 V فيعمل على بدء التفريغ الغازى داخل أنبوبة المصباح وعند حدوث التفريغ الغازى يقوم الملف الخانق بتقليل الجهد على طرفى المصباح ليصبح مساوياً الجهد المقنن للمصباح ويقوم المكثف C بتحسين معامل قدرة المصباح.



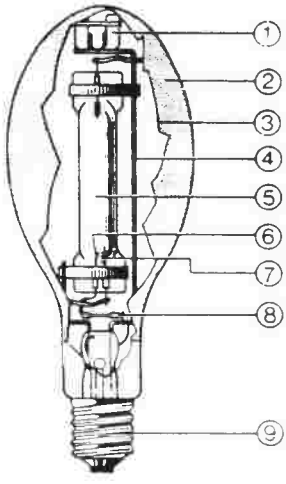
الشكل (١-٩)

١ / ٣ / ٤ - مصابيح بخار الزئبق ذات الضغط العالى

يتكون مصباح بخار الزئبق ذات الضغط العالى من أنبوبة من الكوارتز بقطبين رئيسيين من التانجستين، وكذلك قطب مساعد لبدء الإشعال وتملئ أنبوبة الكوارتز بخليط من الزئبق وكمية صغيرة من الأرجون، وعند توصيل جهد المصدر بالمصابح يحدث انهيار كهربى فى الفجوة الهوائية الموجودة بين القطب المساعد والقطب الأساسى المجاور له يؤدى إلى حدوث تفريغ توهجى يعمل على إحداث تأين لغاز الأرجون؛ الأمر الذى يؤدى إلى حدوث تفريغ قوسى بين القطبين الرئيسيين؛ ونتيجة للحرارة المتولدة من التفريغ القوسى يتبخر الزئبق وينتقل القوس الكهربى من غاز الأرجون للزئبق المتبخر وفى هذه الحالة ينعدم فرق الجهد بين القطب المساعد والقطب الرئيسى، وينطفىء التفريغ التوهجى. ويعمل انتقال القوس الكهربى من غاز

الأرجون لبخار الزئبق على تغيير لون ضوء المصباح من اللون الأزرق الخاص بالتفريغ القوسى للأرجون إلى اللون الأخضر الخاص بالتفريغ القوسى للزئبق. وتحتاج عملية بدء المصباح حوالى خمس دقائق. والشكل (١-١٠) يبين قطاعاً لمصباح بخار زئبق ضغط عالى.

حيث إن:



ركيزة على شكل ياى	1
بصيلة زجاجية	2
طبقة فوسفورية	3
ركيزة وموصل	4
أنبوبة كوارتز	5
قطب مساعد	6
قطب رئيسى	7
مقاومة بدء	8
قاعدة مسننة	9

الشكل (١-١٠)

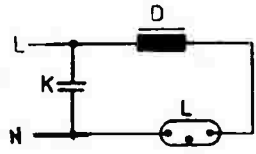
وتتوفر مصابيح الزئبق ذات الضغط العالى فى صورتى وهما:

أ - مصباح زئبق ببصيلة شفافة، ويعطى ضوء لونه أبيض مائل للزرقة؛ علماً بأن هذا الضوء لا يحتوى على أشعة حمراء، الأمر الذى يؤدى لظهور الأجسام ذات اللون الأحمر بمظهر معتم، وتتراوح الكفاية الضيائية لهذه المصابيح ما بين (40:50Lm/w) أما دليل الألوان فيساوى 20 وهو سيئ للغاية.

ب- مصباح زئبق ببصيلة مبطنة بطبقة فوسفورية، ويتميز هذا المصباح بإضاءته المحسنة مقارنة بالنوع السابق، حيث تظهر الأشعة الحمراء فى ضوءه، ويصل دليل ثبات الألوان لهذا النوع إلى 50، وبصفة عامة فإن مصابيح الزئبق تتميز بعمرها الطويل الذى يصل إلى 24000 ساعة تشغيل بشرط ألا يقل زمن التشغيل فى كل مرة بدء عن ساعتين، وتتوفر هذه المصابيح بقدرات تتراوح ما

بين 50:2000W ، وتستخدم هذه المصابيح فى إضاءة الشوارع والإضاءة الداخلية مثل إضاة المصانع والورش.

والشكل (١-١١) يبين مخطط توصيل مصباح الزئبق ذات الضغط العالى؛ والذى تتراوح قدرته ما بين 50:2000W.



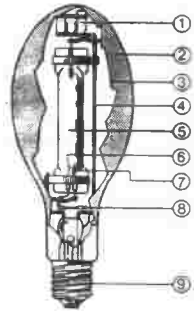
الشكل (١-١١)

حيث إن :

مكثف لتحسين معامل القدرة	K
ملف خانق	D
المصـــابـح	L

١ / ٣ / ٥- مصابيح الصوديوم ذات الضغط العالى SON

تعتبر هذه المصابيح من أحدث مصابيح التفريغ الغازى إذا أن لها كفاية ضوئية تساوى ضعف الكفاية الضوئية لمصابيح الزئبق والشكل (١-١٢) يعرض قطاعاً فى مصابيح صوديوم ضغط عالى .



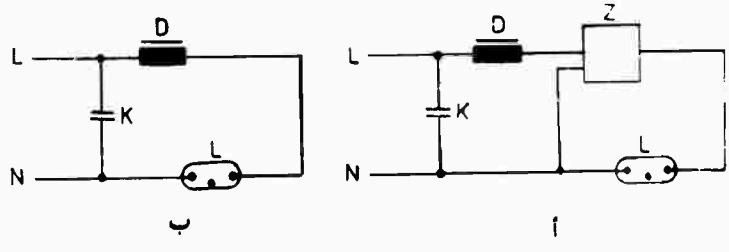
الشكل (١-١٢)

حيث إن :

ركيزة على شكل يای للمحافظة على وضع أنبوبة التفريغ	1
موصلات توصيل	2
بصيلة مصنوعة من الزجاج القاسى	3

أنبوبة التفريغ	4
طبقة من الفوسفور	5
غطاء نهاية أنبوبة التفريغ	6
ركيزة وموصل	7
حلقة تحافظ على تفريغ عالى	8
قاعدة مسننة	9

وتصنع أنبوبة التفريغ الغازى من أكسيد الألومنيوم المتلبد ؛ والذى لا يتأثر بالصوديوم عند درجات الحرارة العالية. وتصل الكفاية الضوئية لهذه المصابيح إلى 120Lm/w؛ فى حين أن دليل ثبات الألوان لهذه المصابيح يصل إلى 23، والعمر المتوسط لها يصل إلى 24000 ساعة، وتتراوح قدرات هذه المصابيح ما بين (35:1000W)، وتتواجد فى صورتين؛ الصورة البصيلية، والصورة الأنبوبية، وتستخدم هذه المصابيح فى إضاءة الشوارع، وإضاءة الورش والمصانع والشكل (١-١٣) يعرض دوائر توصيل مصابيح الصوديوم ذات الضغط العالى.



الشكل (١-١٣)

حيث إن:

ملف خانق	**D**
مكثف تحسين معامل القدرة	**K**
بادئ إلكترونى	**Z**
المصباح	**L**

علماً بأن طريقة التوصيل المبينة بالشكل (أ) تستخدم مع المصابيح البصيلية المبطنة والتى قدرتها تتراوح ما بين 50:350W.

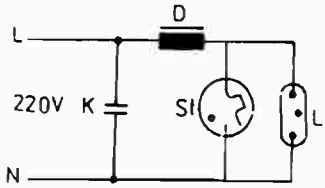
وطريقة التوصيل المبينة بالشكل (ب) تستخدم مع المصابيح البصيلية أو الأنبوبية التى تتراوح قدرتها ما بين 150:1000w.

وتحتاج مصابيح الصوديوم ذات الضغط العالى إلى (4:7) دقيقة للبدء؛ فى حين تحتاج لدقيقة واحدة لإعادة البدء، وذلك عند استخدام وحدة بدء إلكترونية Z.

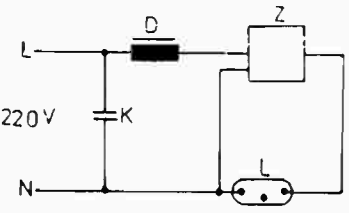
١ / ٣ / ٦ - مصابيح الهاليد المعدنى

يتشابه تركيب مصابيح الهاليد المعدنى مع تركيب مصابيح الزئبق عدا أن أنبوبة التفريغ الزئبقية تستبدل بأنبوبة تفريغ هاليد معدنى، وتحتوى على واحد أو أكثر من الهاليدات المعدنية مثل يوديد الصوديوم بالإضافة إلى الزئبق، فعند توصيل جهد عال بالمصباح من وحدة بدء إلكترونية يحدث تفريغ متوهج بين القطب المساعد والقطب الرئيسى، وسرعان ما يتحول إلى تفريغ قوسى بين القطبين فى الغاز الخامل، ثم ينتقل إلى بخار الزئبق، وأخيراً ينتقل إلى بخار الهاليد المعدنى، ويمكن التمييز بين مصباح الهاليد المعدنى ومصباح بخار الزئبق ذات الضغط العالى والذى له نفس القدرة فى أن أنبوبة التفريغ لمصباح الهاليد المعدنى صغيرة الحجم، وأطرافها مطلية بطبقة عاكسة، وتصل الكفاية الضوئية لهذه المصابيح إلى 100Lm/w فى حين أن دليل ثبات الألوان لهذه المصابيح يصل إلى 90، والعمر المتوسط لها يصل إلى 6000 ساعة تشغيل، وتتراوح قدرات هذه المصابيح ما بين 75:3500W وتتواجد هذه المصابيح فى صورة بصيلية وصورة أنبوبية، وتستخدم هذه المصابيح فى إضاءة الملاعب والورش والمصانع... إلخ، وبصفة عامة فإن هذه المصابيح تستخدم فى الإضاءة الداخلية والخارجية التى تحتاج لإضاءة غامرة.

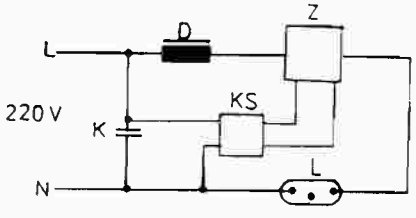
والشكل (١-١٤) يبين الدوائر المختلفة لتوصيل مصابيح الهاليد المعدنية.



ب



أ



جـ

الشكل (١-١٤)

حيث إن:

مكثف تحسين معامل القدرة	K
مفتاح تأخير زمنى	KS
ملف خانق	D
مصباح هاليد معدنى	L
بادئ متوهج	St
وحدة بدء إلكترونية	Z

والجدول (١-٣) يعرض أشكال مصابيح الهاليد المعدنية وقدراتها وجهد التشغيل والتى يستخدم معها الدوائر المبينة بالشكل السابق.

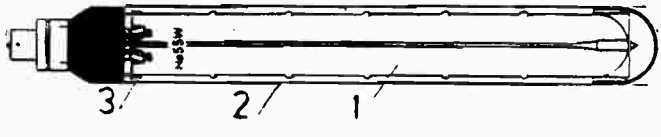
الجدول (١ - ٣)

الشكل (١-١٤)	جهد التشغيل (V)	قدرة المصباح (W)	شكل المصباح
أ ، ب	220	75:1000	بصيلى ومبطن
أ، ب	220	75:1000	أنبوبة بقاعدة واحدة
	380	2000:3500	
أ، ب، جـ	220	75:1000	أنبوبة بقاعدتين
	380	2000:3500	

والجدير بالذكر أن مصابيح الهاليد المعدنى تحتاج إلى خمس دقائق للوصول إلى إضاءتها القصوى، وتحتاج إلى 15 دقيقة لإعادة الإشعال بعد الإطفاء، وذلك حتى تبرد أنبوبة التفريغ ، وهذا لا يحدث مع مصابيح الزئبق ذات الضغط العالى غير أن طول هذه الفترات فى حالة مصابيح الهاليد المعدنى أكبر من مثيلاتها فى حالة مصابيح الزئبق.

١ / ٣ / ٧ - مصابيح الصوديوم ذات الضغط المنخفض

الشكل (١-١٥) يعرض التركيب الداخلى لمصباح الصوديوم ذات الضغط المنخفض.



الشكل (١-١٥)

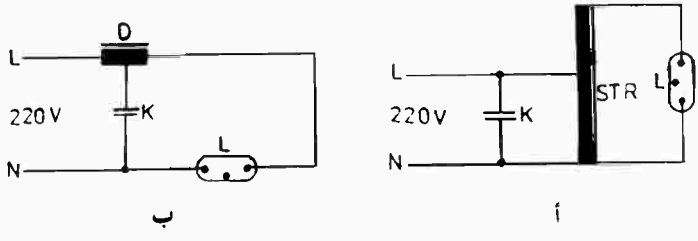
ويتكون من أنبوبة تفريغ على شكل U (أ) موضوعة داخل أنبوبة زجاجية مفرغة (2)، ويوجد على أطراف أنبوبة التفريغ فتيلتان مكسيتان بمادة إنبعاثية، وعند

تسخين الفتيلتان يبدأ التفريغ فى الغاز الخامل، ثم ينتقل هذا التفريغ إلى الصوديوم؛ وذلك بمجرد تبخر الصوديوم، ويكون لون الضوء المنبعث من المصباح فى بادئ الأمر أحمر، ثم يتحول إلى اللون الأصفر ويتراوح زمن بدء المصباح ما بين (7:15) دقيقة.

والجدير بالذكر أن الأنبوبة الزجاجية تحافظ على درجة حرارة أنبوبة التفريغ عند 270C ، حيث تكون مغطاة من الداخل بطبقة رقيقة من أكسيد الآنديوم الذى يعكس بعض الأشعة على أنبوبة التفريغ ليحافظ على درجة حرارتها، ويصل دليل ثبات الألوان لمصابيح الصوديوم ذات الضغط المنخفض إلى 45- وهو سيئ للغاية حيث لا يمكن تمييز الألوان تحت ضوئه، أما عمر المصباح فيصل إلى 15000 ساعة تشغيل فى حين أن الكفاية الضوئية لهذا المصباح تتراوح ما بين (110:220Lm/w)، ويلاحظ أنها تمثل أعلى كفاية ضوئية لمصابيح التفريغ الغازى.

وتستخدم هذه المصابيح عادة فى إضاءة الشوارع.

والشكل (١-١٦) يعرض دوائر تشغيل مصباح الصوديوم ذات الضغط المنخفض، فالدائرة أ لمصابيح قدرتها تتراوح ما بين 35:180W والدائرة (ب) لمصابيح قدرتها 18W.



الشكل (١-١٦)

حيث إن:

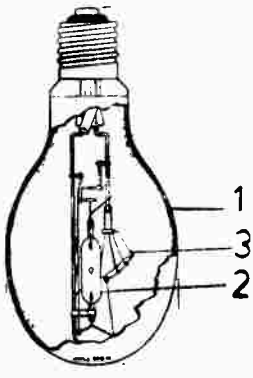
مكثف تحسين معامل قدرة	K
محول ذاتى	T

ملف كابح D

مصباح تفريغ غازى L

١ / ٣ / ٨- مصابيح الضوء المختلط

الشكل (١-١٧) يعرض التركيب الداخلى لمصباح الضوء المختلط، ويتكون من بصيلة مبطنة بمادة فوسفورية (1) وتحتوى بداخلها على أنبوبة التفريغ الزئبقية 2 وتوصل هذه الأنبوبة بفتيلة تانجستين 3 تعمل ككابح، لذلك فإن مصباح الضوء المختلط لا يحتاج لوحدة كبح خارجية.



الشكل (١-١٧)

وعند توصيل التيار الكهربى بمصباح الضوء المختلط تضىء فتيلة التانجستين وكذلك تضىء أنبوبة التفريغ الزئبقية.

والجدير بالذكر أن الضوء الناتج من المصباح يكون مريحاً للعين، ويصل دليل ثبات الألوان لهذه المصابيح إلى 70؛ فى حين تصل الكفاية الضوئية لهذا المصابح إلى (~~25lm/w~~) ويصل عمر هذه المصابيح إلى 6000 ساعة تشغيل.

وتستخدم هذه المصابيح بدلاً من المصابيح المتوهجة فيمكن استبدال مصباح متوهج بآخر بضوء مختلط بدون الحاجة لوحدة كبح Ballast.

١ / ٤- وحدات الإضاءة Luminaires

تحتوى وحدة الإضاءة على جميع العناصر اللازمة لتشغيل المصباح الكهربى على سبيل المثال حامل المصباح والملف الكابح ووحدة البدء ولوحدة الإضاءة عدة وظائف نذكر منها ما يلى:

- توزيع الضوء المنبعث من المصباح بالطريقة المرغوبة، والتى تعتمد على التصميم؛ وذلك باستخدام النواشر الضوئية والعواكس الضوئية والعدسات

الضوئية.

- الحد من مستوى النصوع وصولا لقيمة غير مجهدة للعين.

- المحافظة على المصباح ومرفقاته من الظروف الخارجية مثل الأتربة والماء والعمل على تشتيت الحرارة المتولدة.

- إعطاء المنظر الجمالى للوصول للديكور المطلوب.

والجدير بالذكر أن لكل وحدة إضاءة درجة حماية تعطى فكرة عن إمكانية وحدة الإضاءة لمنع تسرب الأتربة أو الماء بداخلها.

ودرجة الحماية تعطى بياناً عن استخدامات وحدة الإضاءة، وتأخذ درجة الحماية الصورة IPx.y، حيث إن x,y أعداد، أما x فيمثل الرقم المميز لدرجة الحماية ضد تسرب المواد الصلبة داخل وحدة الإضاءة؛ فى حين أن y يمثل الرقم المميز لدرجة الحماية ضد تسرب الماء داخل وحدة الإضاءة.

والجدول (١-٤) يعطى القيم المختلفة لكل من x,y ومدلولاتها.

الجدول (١-٤)

وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة		وقاية ضد تسرب الماء	
x	البيـــان	y	البيـــان
0	بدون وقاية	0	بدون وقاية
1	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 50 ملى متر	1	وقاية ضد تسرب قطرات الماء الساقطة عموديا داخل الجهاز
2	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 12 ملى ميتر	2	وقاية ضد تسرب قطرات الماء الساقطة بزاوية 15 درجة مع الاتجاه الرأسى
3	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 2.5 ملى ميتر	3	وقاية ضد تسرب قطرات الماء الساقطة بزاوية 60 درجة مع الاتجاه الرأسى
4	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 1 ملى متر	4	وقاية ضد دخول رزاز الماء من جميع الاتجاهات
5	وقاية ضد تسرب الأتربة الضارة	5	وقاية ضد دخول رزاز الماء بشكل نافورة فى جميع الاتجاهات
6	وقاية كاملة ضد تسرب الأتربة	6	وقاية ضد الغمر داخل الماء لمدة صغيرة
		7 8	وقاية كاملة ضد الغمر داخل الماء وقاية كامية ضد الغمر لأى فترة زمنية تحت ارتفاع معين من سطح الماء

مثال :

وحدة إضاءة لها درجة حماية IP55 يعنى هذا أن وحدة الإضاءة مصممة للوقاية من دخول الأتربة الضارة، وكذلك من تسرب الماء المندفع من نافورة من جميع الاتجاهات.

والجدول (١-٥) يبين درجات حماية وحدات الإضاءة المستخدمة فى بعض الأماكن.

الجدول (١-٥)

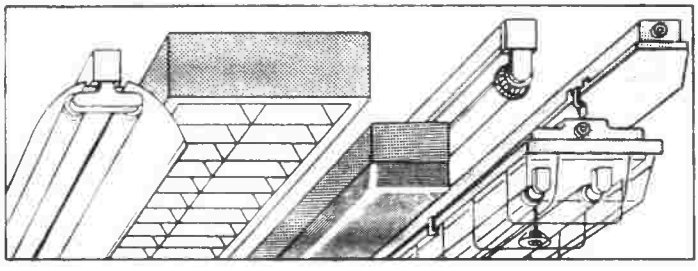
متطلبات أخري	الدرجة	درجة الوقاية	معلومات إضافية	المكان
	IP20			إضاءة الأماكن الداخلية بدون أى متطلبات
	IP21 IP44	حماية من القطرات حماية من الطرطشة	عادى فى منطقة دش الاستحمام	الأماكن الرطبة والمبللة ثم الحمامات
بحماية من الاهتزازات والصدمات	IP23	بحماية من المطر		التركيبات الخارجية (إضاءة الشوارع)
غلاف له حماية من المواد المشتعلة	IP40		لا توجد أتربة قابلة للاشتعال	الأماكن المعرضة للحريق
	IP50	حماية من الأتربة	يوجد مواد مشتعلة	
تحنوى على قفص معدنى	IP50	حماية من الأتربة	يوجد إجهادات ميكانيكية وأتربة مشتعلة	
حماية من الصدأ	IP25	حماية من نافوره ماء	الأماكن الرطبة مثل خطائر المواشى	الاماكن الزراعية
بعزل وقائى	IP50	حماية من الأتربة	أماكن معرضة للحريق مثل مخازن الحبوب والدريس	
	⩔⩔		وحدات إضاءة بداخلها ملفات كابحة وتثبت فى مبانى متعرضة للحريق وتصل درجة الحرارة فى هذه الأماكن لحظة الحريق إلى 200°C.	فى الأماكن المتعرضة للحريق، نتيجة لأتربة مشتعلة

١ / ٤ / ١ - وحدات إضاءة الفلورسنت

تستخدم وحدات الإضاءة الفلورسنت فى المنشآت المكتبية والمحلات التجارية وغرف الاجتماعات والفنادق والمتشفيات ، وكذلك المنشآت السكنية .

والجدير بالذكر أنه يوجد تصميمات عديدة من وحدات إضاءة الفلورسنت، منها ما هو بسيط، ومنها ما هو مركب ؛ بحيث يستخدم فى أغراض الإضاءة والديكور والتهوية فى آن واحد .

والشكل (١-١٨) يعرض نماذج مختلفة لوحدات إضاءة فلورسنت .



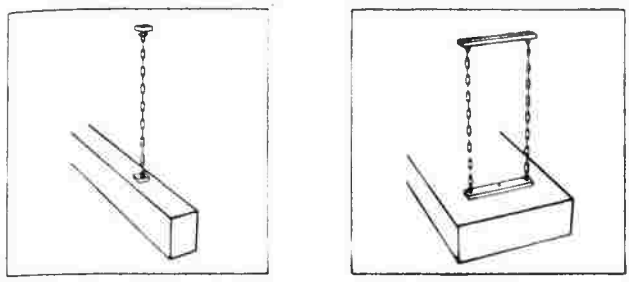
الشكل (١-١٨)

ويوجد عدة طرق لتثبيت وحدات إضاءة الفلورسنت وهم كما يلى :

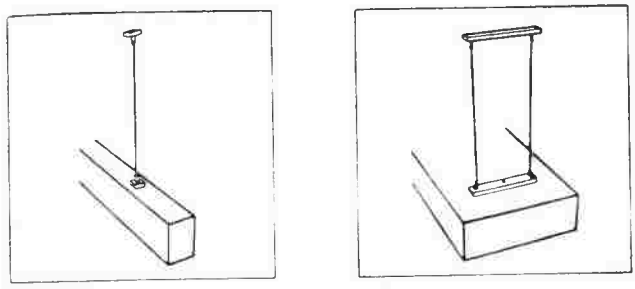
أ - التعليق بسلاسل :

الشكل (١-١٩) يعرض أربعة نماذج مختلفة لتعليق وحدات إضاءة الفلورسنت باستخدام سلسلة بحلقات (الشكل أ) وباستخدام سلسلة كروية (الشكل ب) وباستخدام سلسلتين بحلقات (الشكل جـ) وباستخدام سلسلتين كرويتين (الشكل د) .

علماً بأن قطر السلك المصنوع به السلاسل الحلقية يساوى 1.5mm أو 2mm، وقطر السلاسل الكروية يساوى 4.5mm .



أ ب



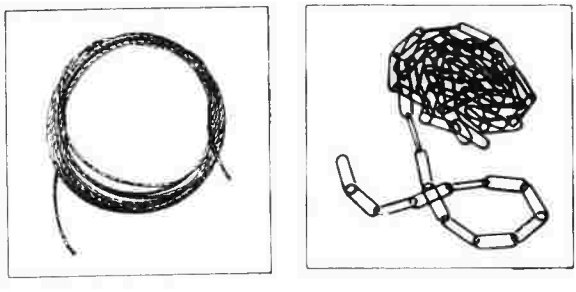
جـ د

الشكل (١-١٩)

ب- التعليق بحبل من الصلب :

لا يختلف التعليق بحبل عن التعليق بسلاسل عدا أنه يستخدم حبل من الصلب قطره 1mm .

والشكل (١-٢٠) يعرض نموذجاً لسلسلة حلقية (أ)، ونموجاً لحبل من الصلب (ب).



أ ب

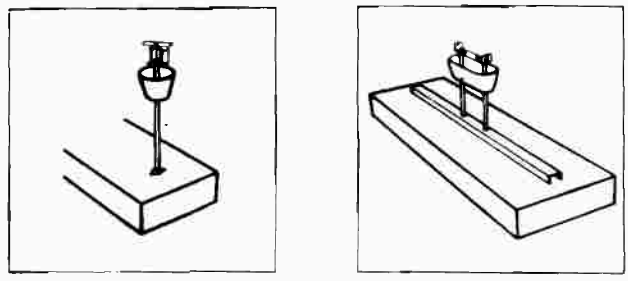
الشكل (١-٢٠)

جـ- التعليق بعمود :

حيث تستخدم أعمدة من الصلب مطلية باللون الأبيض فى تعليق وحدات إضاءة الفلورسنت قطرها 13mm وأطولها تتراوح ما بين (30:60Cm).

والشكل (١-٢١) يوضح طرق التعليق بأعمدة من الصلب .

والجدير بالذكر أن هذه الأعمدة تشبه بحد كبير أعمدة الصلب المستخدمة فى تعليق مراوح السقف .



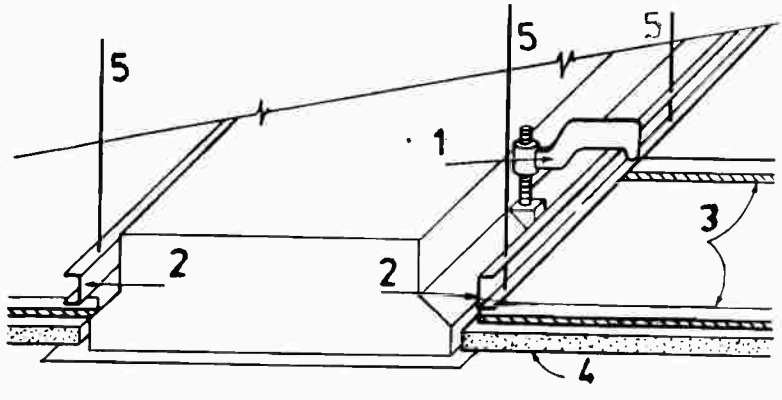
ب أ

الشكل (١-٢١)

فالشكل (أ) يعرض طريقة التعليق بعمودين، والشكل (ب) يعرض طريقة التعليق بعمود واحد .

د- التشبيت فى الأسقف المعلقة Suspended Ceilings

الشكل (١-٢٢) يبين طريقة التشبيت فى الأسقف المعلقة باستخدام وسيلة تعليق على شكل علم.



الشكل (١-٢٢)

حيث إن :

1 وسيلة تعليق على شكل علم

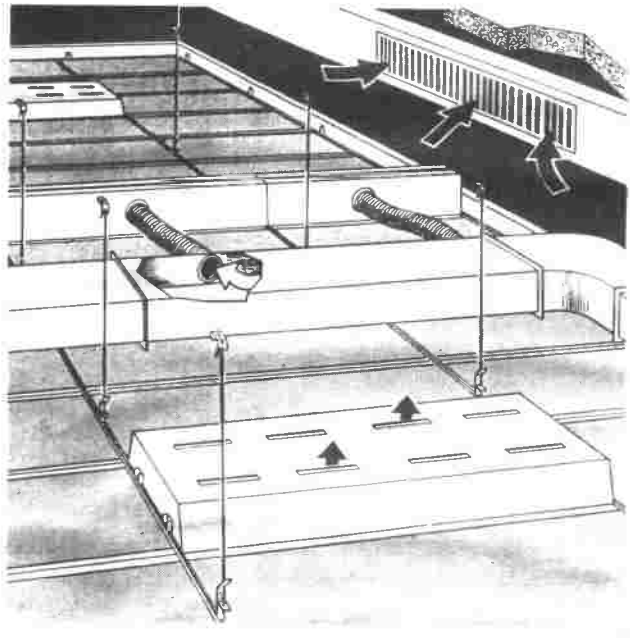
2 قضبان تثبيت وحدة الإضاءة

3 قضبان T لتعليق السقف المعلق

4 السقف المعلق

5 أحبال تعليق السقف المعلق

والجدير بالذكر أن الأسقف المعلقة تستخدم لإعطاء منظر جمالى للمكان ، بالإضافة إلى أنها تخفى قنوات أنظمة التكيف والشكل (١-٢٣) يعرض نموذجاً لسقف معلق يعمل على إخفاء قنوات التكييف بالإضافة إلى أنه يستخدم وحدات إضاءة فلورسنت مزودة بفتحات لإخراج هواء العادم .



الشكل (١-٢٣)

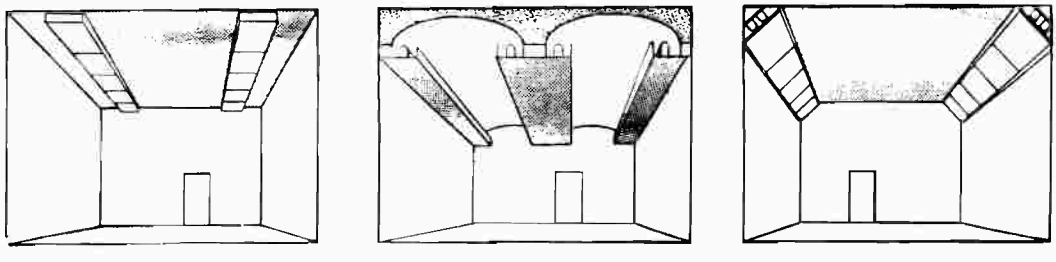
وفيما يلى أهم مميزات وحدات الإضاءة ذات مآخذ الهواء.

- تبدو كأنها وحدة إضاءة عادية.
- تتخلص من الحرارة المتولدة فيها مع خروج الهواء.
- عالية الجودة.
- مزودة بوسيلة لضبط معدل تصريف الهواء لمنع حدوث ضوضاء أثناء خروج الهواء.

وهذه المميزات جعلت هذه الوحدات مناسبة للاستخدام فى إضاءة الغرف الكبيرة.

هـ - التثبيت فى الأسقف الأساسية

الشكل (١-٢٤) يعضر عدة طرق لتثبيت وحدات إضاءة الفلورسنت فى الأسقف الثابتة ففى حالة الأسقف المستوية يتم التثبيت مباشرة فى السقف (الشكل أ) أو عند الأركان (الشكل ب) ، وفى حالة الأسقف التى على شكل أسنان منشار يتم التثبيت عند الأسنان (الشكل جـ).

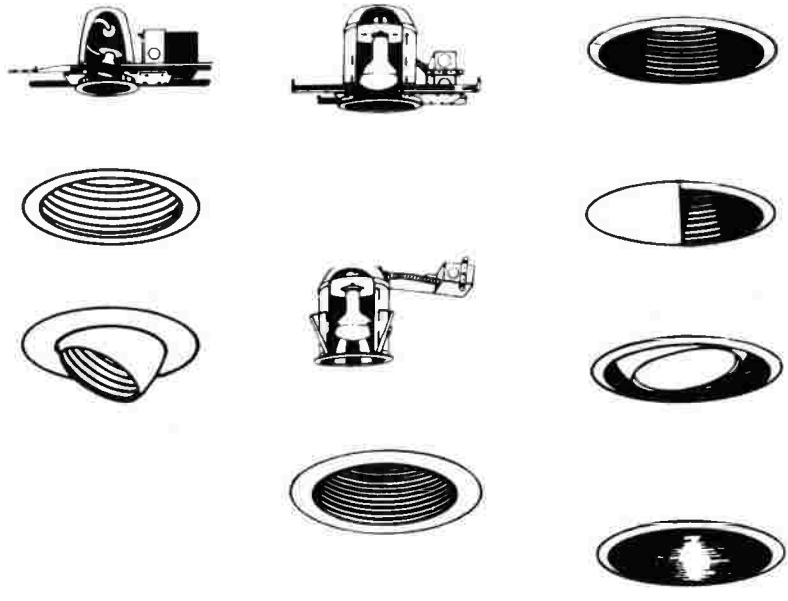


أ ب جـ

الشكل (١-٢٤)

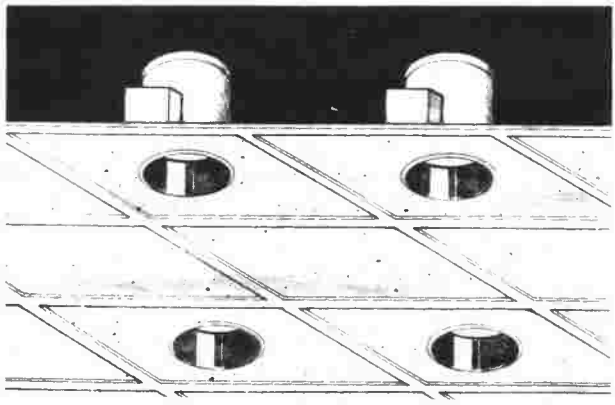
١ / ٤ / ٢- وحدات الإضاءة الأسطوانية والموضعية

يوجد من وحدات الإضاءة الأسطوانية أشكال مختلفة فبعضها يستخدم فى الإضاءة العامة، وبعضها يستخدم فى الإضاءة الموضعية. والشكل (١-٢٥) يعرض أنواعاً مختلفة من وحدات إضاءة أسطوانية تستخدم فى الإضاءة العامة وتثبت فى أسقف معلقة.



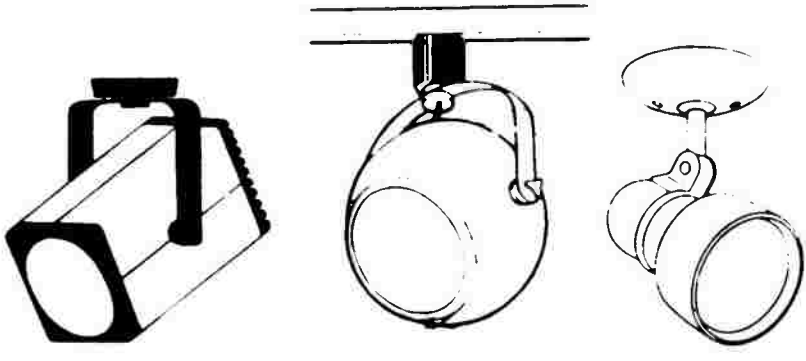
الشكل (١-٢٥)

أما الشكل (١-٢٦) فيبين طريقة تثبيت وحدات الإضاءة الأسطوانية فى الأسقف المعلقة.



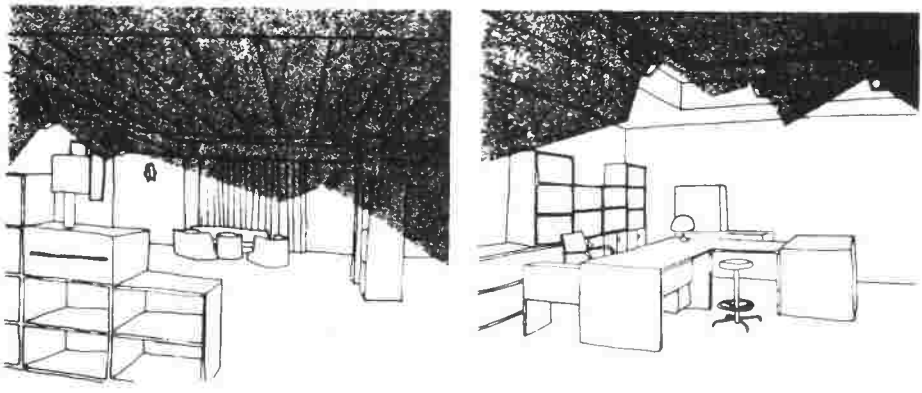
الشكل (١ - ٢٦)

وتستخدم وحدات الإضاءة الموضعية بدلاً من وحدات الإضاءة العامة في الزبنية الحديثة، لما تعطيه من جمال؛ حيث تتوفر وحدات الإضاءة الموضعية باشكال جميلة والشكل (١ ٢٧) يعرض نماذج مختلفة لوحدات إضاءة موضعية تثبت بالسقف أو بالحائط.



الشكل (١ - ٢٧)

والشكل (١ - ٢٨) يوضح كيفية استخدام وحدات إضاءة موضعية لإضاءة غرفة مكتب (أ) وغرفة بفندق (ب) .



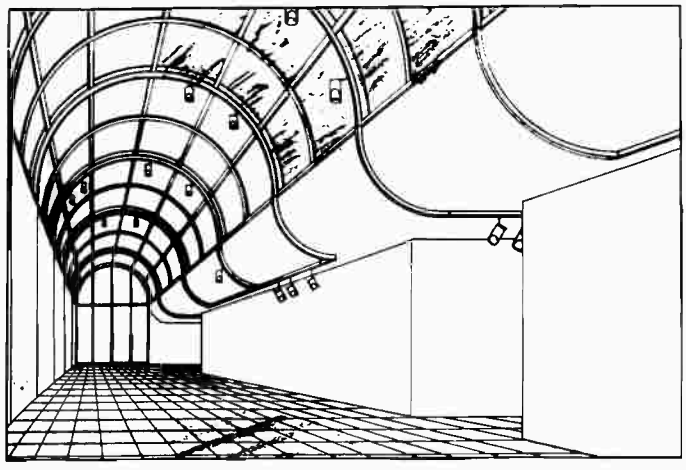
ب أ

الشكل (١ – ٢٨)

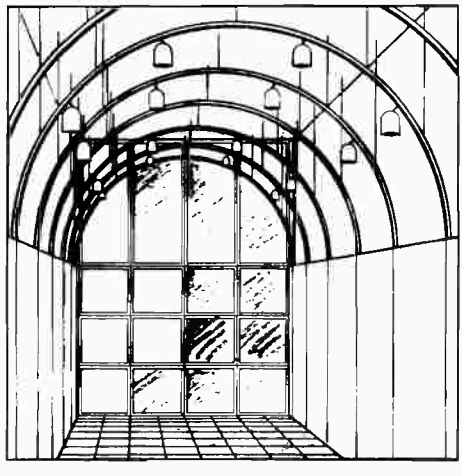
والجدير بالذكر أن مصممى الإضاءة يستخدمون وحدات الإضاءة الموضعية لاستكمال الديكور الخاص بالمكان والشكل (١–٢٩) يعرض نموذجين مختلفين يستخدمان وحدات إضاءة موضعية.

وتجدر الإشارة إلى أن وحدات الإضاءة الأسطوانية والموضعية تستخدم مصابيح متوهجة أو هالوجين أو مصباح هاليد معدنى بقدرات تتراوح ما بين 250 W : 10 ومنها أنواع مصممة للعمل عند جهد منخفض.

والشكل (١–٣٠) يعرض تصميمين للإضاءة الأول يستخدم وحدات إضاءة أسطوانية فقط، حيث تبدو كالنجوم في الأسقف المعلقة (الشكل أ)، والثانى يستخدم وحدات إضاءة فلورسنت ووحدات إضاءة أسطوانية (الشكل ب).

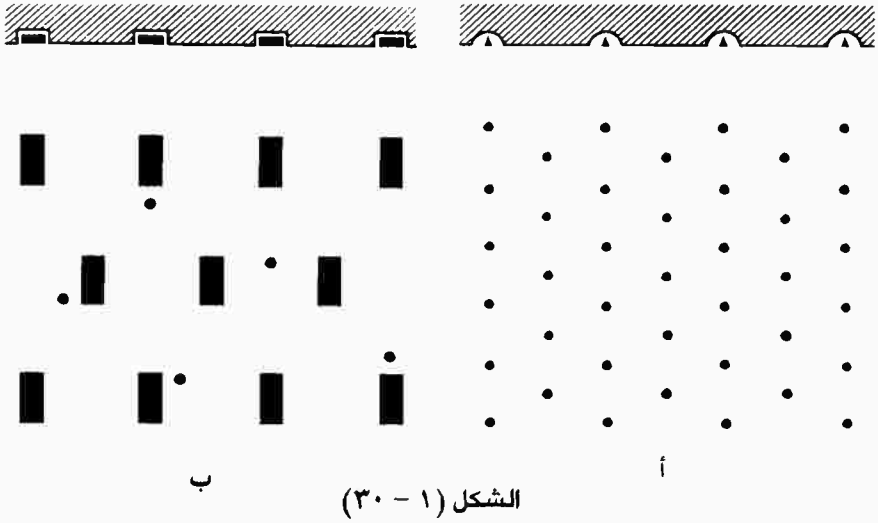


أ



ب

الشكل (١ – ٢٩)



الشكل (١ - ٣٠)

١ / ٤ / ٣ - وحدات إضاءة الأماكن الصناعية.

يوجد عدة أنواع من وحدات إضاءة الأماكن الصناعية مثل:

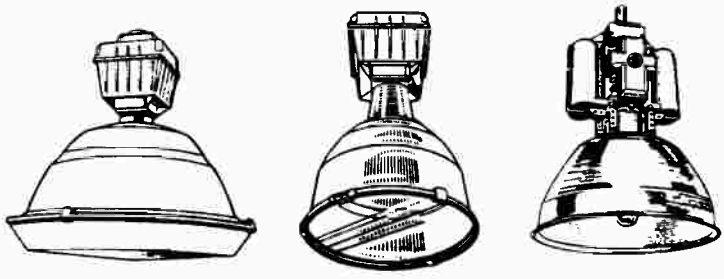
- وحدات إضاءة الأسقف العالية High - bay Luminaires ووحدات إضاءة فلورسنت ووحدات إضاءة متوهجة. أما وحدات إضاءة الأسقف العالية فتزود هذه الوحدات بعواكس مرآوية ضيقة الزاوية أو متسعة الزاوية، ويوضع فيها أحد مصابيح التفريغ الغازى التالية:- مصابيح الزئبق ذات الضغط العالى - مصابيح الصوديوم ذات الضغط العالى - مصابيح الهاليد المعدنى بقدرات تتراوح ما بين 250 - 1000W.

وهى تكون بدون غطاء زجاجى بدرجة حماية IP20 أو بغطاء زجاجى بدرجة حماية IP50 ويوجد وحدات إضاءة أسقف عالية لها درجة حماية IP54 ، والشكل (١ - ٣١) يعرض عدة نماذج لهذه الوحدات.

مميزات وحدات إضاءة الأسقف العالية:

١ - إضاءة عالية نتيجة لتركيز فيض ضوئى كبير من كل وحدة إضاءة.

٢ - عدد قليل من وحدات إضاءة الأسقف العالية كاف لإضاءة مساحة كبيرة وهذا يسهل عملية التركيب والصيانة.



الشكل (١ - ٣١)

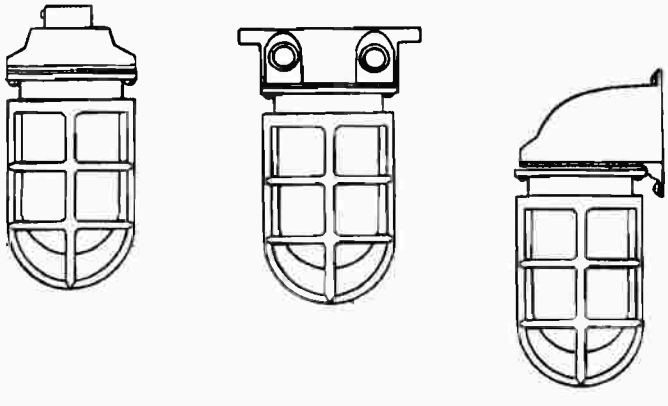
عيوب وحدات إضاءة الأسقف العالية :

١ - ظلال كبيرة واستضاءة رأسية منخفضة حيث تتأثر استضاءة الأماكن المضاءة بهذه الوحدات تأثرًا بالغًا عند احتراق مصباح أحد هذه الوحدات.

٢ - يحتاج إعادة إضاءتها عند انقطاع التيار الكهربى عدة دقائق تصل إلى 15 دقيقة، فى حين يحتاج إضاءتها فى أول مرة إلى (5:7) دقيقة.

٣ - يحدث فيها ارتعاش كبير اثناء البدء أكثر من مصابيح الفلورسنت.

وتستخدم وحدات إضاءة الأسقف العالية عادة فى إضاءة الورش والمصانع، وفى المناطق الصناعية المعرضة للانفجارات يستخدم نوع خاص من وحدات إضاءة مقاومة للانفجار لها درجات حماية تصل إلى IP54 ، ومصممة بتصميم خاص لتحمل الانفجارات. والشكل (١-٣٢) يعرض بعض وحدات إضاءة مقاومة للانفجار، والمستخدمة فى الأماكن المعرضة للانفجار، والمزودة بقفص معدنى. وأحيانًا يستغنى عن القفص المعدنى إذا كان الغطاء البلاستيكى المستخدم قوى ومتين ويتحمل الصدمات؛ علمًا بأن هذه الوحدات بمصابيح متوهجة.

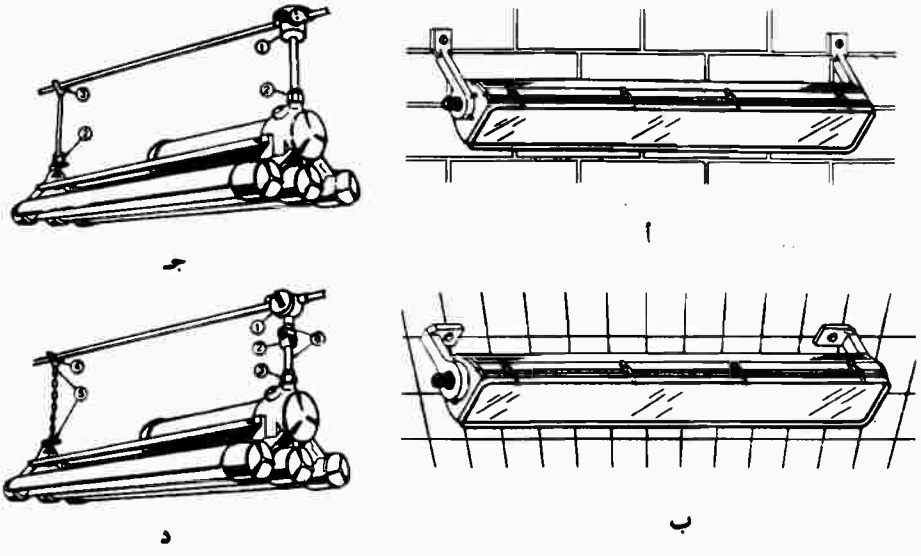


الشكل (١ -٣٢)

أما الشكل (١-٣٣) فيعرض نموذجين لوحدات إضاءة أسقف عالية مقاومة للانفجار.

الشكل (١ - ٣٣)

والشكل (١-٣٤) يعرض عدة نماذج لوحدات إضاءة فلورسنت مقاومة للانفجار وتستخدم فى الأماكن المعرضة للانفجار.



الشكل (١ - ٣٤)

فالشكل (أ) يعرض وحدة إضاءة فلورسنت مثبتة بالحائط، والشكل (ب) يعرض وحده إضاءة فلورسنت مثبتة بالسقف، والشكل (جـ) يعرض وحدة إضاءة فلورسنت معلقة فى السقف بأعمدة، والشكل (د) يعرض وحدة إضاءة فلورسنت معلقة فى السقف بسلسلة وعمود.

١ / ٤ / ٤ - وحدات الإضاءة الخارجية

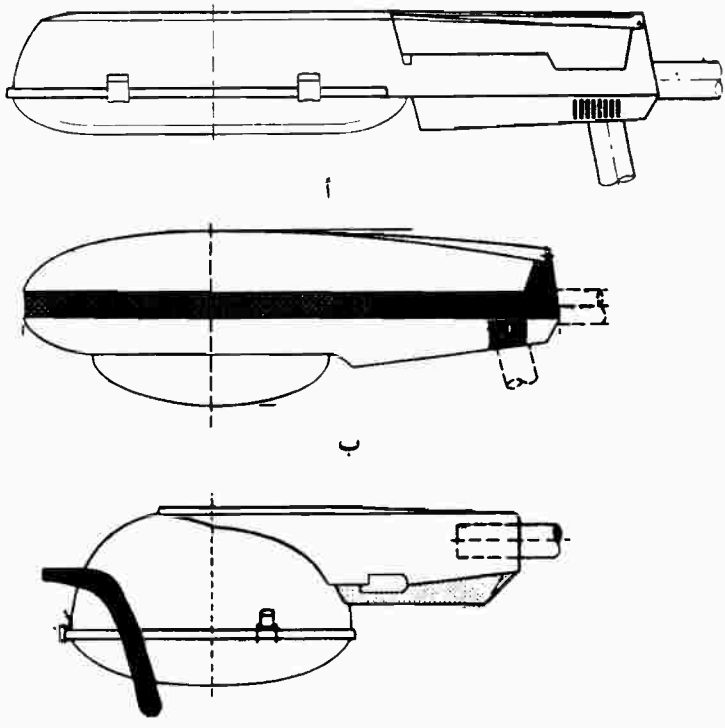
يوجد عدة صور من وحدات الإضاءة الخارجية منها :

- وحدات إضاءة الشوارع.
- وحدات إضاءة الحدائق.
- وحدات الإضاءة الغامرة.
- وحدات إضاءة جوانب المبانى والأسوار.

أولا وحدات إضاءة الشوارع :

تصنع هذه الوحدات باشكال مختلفة منها، ما يثبت على الحوائط، ومنها ما يثبت على الأعمدة. وعادة تكون هذه الوحدات محكمة الغلق، لمنع تجمع الأتربة والقازورات على المصباح والعواكس. ويوجد تصميمات من وحدات إضاءة الشوارع مزودة بنظام تحكم فى القدرة المسحوبة؛ وذلك إما باستخدام مصباحين داخل وحدة الإضاءة كليهما يضىء عند زيادة الكثافة المرورية، وتوجد أنواع تكون مزودة بمصباح واحد بحيث يمكن التحكم فى تيار المصباح بزيادة معاوقة ملف الكبح؛ ،ذلك عند انخفاض الكثافة المرورية وصولا إلى 40% من التيار المقنن للمصباح.

والجدير بالذكر أن معظم وحدات إضاءة الشوارع تكون مزودة بخلية ضوئية لفصل وحدة الإضاءة فى النهار وتشغيل وحدة الإضاءة فى الليل. والشكل (١-٣٥) يعرض عدة نماذج لوحدات إضاءة الشوارع.



الشكل (١ - ٣٥)

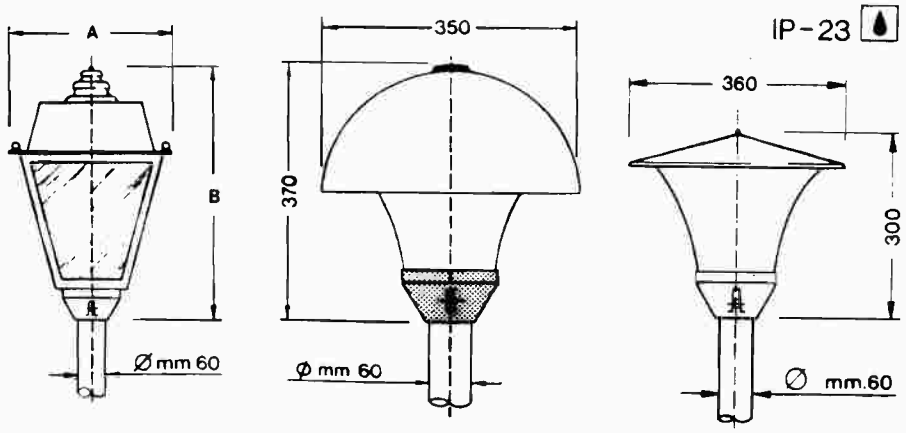
فالشكل (أ) يعرض وحدة إضاءة شوارع تستخدم مصباح صوديوم ضغط منخفض أما الشكل (ب) فيعرض وحدة إضاءة شوارع تستخدم مصباح صوديوم ضغط عالى، أو مصباح زئبق ضغط عالى، أو مصباح هاليد معدنى والشكل (جـ) يعرض وحدة إضاءة شوارع تستخدم مصباح صوديوم ضغط عالى أو مصباح زئبق ضغط عالى؛ علمًا بأن جميع هذه الوحدات لها درجة حماية لمكان وحدة البدء تساوى IP23 ودرجة حماية لغلاف المصباح تساوى IP54.

ثانيًا وحدات إضاءة الحدائق :

يوجد أشكال مختلفة من وحدات إضاءة الحدائق ولكنها مشتركة فى درجة الحماية فلها درجة حماية IP23 وعادة يوضع فى هذه الوحدات مصابيح متوهجة بقدرات تصل إلي 200W أو مصابيح بخار زئبق ضغط عالى بقدرات 80W أو

.125W

والشكل (١-٣٦) يعرض المسقط الرأسى لنماذج مختلفة من وحدات إضاءة الحدائق.

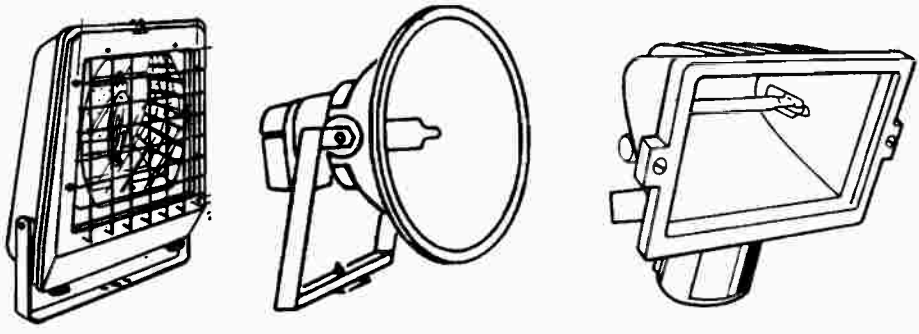


الشكل (١ - ٣٦)

ثالثًا: وحدات الإضاءة الغامرة Flood light

وتستخدم وحدات الإضاءة الغامرة فى إضاءة الأنفاق، والميادين، والملاعب الرياضية، ووجهات المبانى، والجراجات الكبيرة، وفى الإضاءة الأمنية... إلخ.

وهذه الوحدات تستخدم مصابيح هالوجين بقدرات تصل إلى 2000W أو مصابيح صوديوم ضغط عالى بقدرات تصل إلى 1000W أو مصابيح هاليد معدنى بقدرات تصل إلى 3500W ، والشكل ١ - ٣٧ يعرض ثلاثة نماذج لوحدات إضاءة غامرة فالشكل (أ) يعرض وحدة إضاءة غامرة تعمل بمصابيح هالوجين والشكل (ب) ، (جـ) يعرض نموذجين لوحدة إضاءة غامرة تعمل بمصابيح صوديوم أو هاليد معدنى.

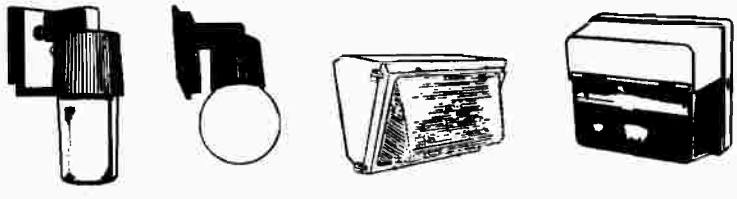


أ ب جـ

الشكل (١ - ٣٧)

رابعًا : وحدات إضاءة جوانب المبانى والأسوار :

يوجد عدة أشكال مختلفة لهذه الوحدات كما هو مبين بالشكل (١-٣٨) وعادة فإن مصابيح هذه الوحدات تكون إما مصابيح متوهجة، أو مصابيح بخار زئبق ضغط عالى. وهى تستخدم لإضاءة الممرات الضيقة فى المنشآت المختلفة وإضاءة مداخل المنشآت، وكذلك إضاءة جوانب المبانى والأسوار للأغراض الأمنية والجمالية.



الشكل (١ - ٣٨)

١ / ٥ - فن الإضاءة :

فى هذه الفقرة سنتناول فن توزيع الإضاءة فى المنشآت المختلفة مثل :

- المنشآت المكتبية.
- المستشفيات

- المدارس .
- المحلات التجارية .
- الفنادق .
- المصانع والورش .

١ / ٥ / ١ - إضاءة المنشآت المكتبية

إن جميع العاملين فى المكاتب يقضون وقتًا طويلا فى يومهم وهم يقرؤن أو يكتبون، وبالطبع يجب أن تكون الإضاءة فى هذه الأماكن كافية، حتى يتمكن هؤلاء من أداء عملهم بسهولة ويسر، ويمكن معرفة مستويات الإضاءة فى الأماكن المختلفة فى المنشآت المكتبية من الجدول (١-٢٣).

ويمكن تقسيم المكاتب إلى :

١ - مكاتب عامة ومكاتب رسم.

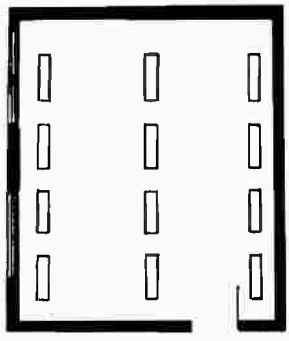
٢ - مكاتب خاصة وغرف اجتماعات.

أولا : المكاتب العامة ومكاتب الرسم :

تختلف المكاتب العامة من حيث المساحة (متوسطة أو كبيرة)، ومن حيث وجود فواصل من عدمه وشكل الأثاث. وعلى كل حال فهناك طريقة متبعة للمحافظة على مستوى إضاءة المكاتب العامة بغض النظر عن المساحة والفواصل والأثاث؛ وذلك بتوزيع وحدات إضاءة الفلورسنت فى سقف هذه المكاتب بطريقة منتظمة للوصول بمستوى ثابت للاستضاءة فى جميع أرجاء المكتب، ويعاب على هذه الطريقة أنها مكلفة، حيث تحتاج إلى عدد كبير من وحدات الإضاءة، وكذلك ارتفاع استهلاك الطاقة الكهربية.

والطريقة الثانية هو توفير استضاءة عامة تساوى 200LUX إذا كان مستوى الاستضاءة المطلوب 500LUX ، أو توفير استضاءة عامة تساوى 300LUX إذا كان مستوى الاستضاءة المطلوب 750LUX . أما الفرق فيتم الحصول عليه باستخدام إضاءة مركزة على أسطح العمل، وكذلك إضاءة موضعية عند سطح العمل باستخدام الاباجورات التى توضع على المكتب، أو وحدات إضاءة فلورسنت تثبت يسارًا، وأعلى منطقة العمل وهذه الطريقة أفضل من ناحية التكلفة ، ولكن يعاب عليها

عدم إمكانية تغيير أماكن الأثاث، أو إضافة أى قواطع بين المكاتب فى المستقبل لأن هذا يحتاج لإعادة تعديل توزيع الإضاءة الموضعية.



الشكل (١ - ٣٩)

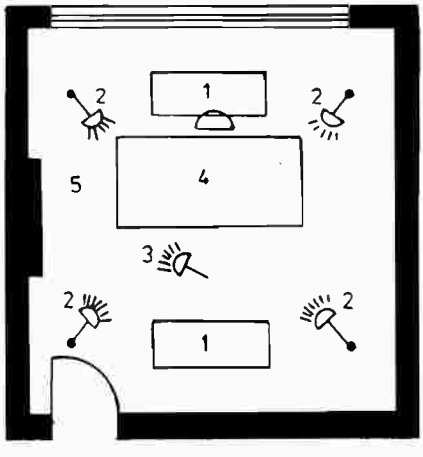
والجدير بالذكر أن تصميم إضاءة غرف الرسم لا يختلف عن تصميم إضاءة الغرف العامة، عدا فى مستوى الاستضاءة، والذى يتراوح ما بين 750: 1000LUX والشكل (١-٣٩) يعرض المسقط الأفقى لإضاءة أحد مكاتب الرسم الهندسى.

ثانيًا : المكاتب الخاصة وغرف الاجتماعات :

تحتاج المكاتب الخاصة وغرف الاجتماعات عند تصميم إضاءتها للاهتمام بالناحية الجمالية وهذا غير مطلوب عند تصميم إضاءة المكاتب العامة.

وعادة يتم إضاءة المكاتب الخاصة بإضاءة عامة للوصول إلى استضاءة 200LUX بالإضافة إلى ذلك تستخدم مجموعة من وحدات الإضاءة الموضعية المثبتة بالسقف والجدران لإضاءة الصور والزهور والمكتب بشكل بديع يضفى على المكان لمحة جمالية رائعة. والشكل (١-٤٠) يعرض المسقط الأفقى لأحد المكاتب الخاصة.

حيث إن :



الشكل (١ - ٤٠)

1 وحدات إضاءة فلورسنت لتوفير الإضاءة العامة

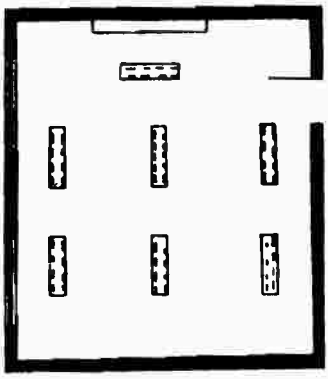
2 وحدات إضاءة موضعية لإضاءة المكتب

3 وحدة إضاءة موضعية لإضاءة صورة طبيعية

4 المكتب

5 صورة طبيعية

١ / ٥ / ٢ - إضاءة المدارس

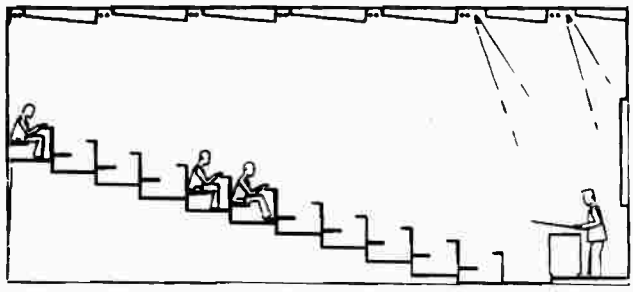


الشكل (١ - ٤١)

الشكل (١-٤١) يعرض أحد تصميمات الإضاءة لغرفة دراسية أبعادها 7x8m، حيث يستخدم ست وحدات إضاءة فلورسنت مزودجة لإضاءة الفصل، وتستخدم وحدة اضاءة فلورسنت مزدوجة لإضاءة السبورة.

أما فى غرف المحاضرات الدراسية فمن أجل تجنب النصوع المجهد لأعين الجالسين فى المدرجات الخلفية تصمم أسقف هذه القاعات بحيث تخفى وحدات الإضاءة. وعادة تستخدم وحدات إضاءة فلورسنت للإضاءة العامة بالإضافة إلى وحدات إضاءة موضعية لإضاءة السبورة وطاولة المحاضر كما بالشكل (١-٤٢).

وعادة تصمم إضاءة القاعات الدراسية والمحاضرات بحيث يمكن تخفيض الإضاءة لحد كبير، وذلك أثناء استخدام وسيلة عرض ضوئية Overhead projector، وذلك إما باستخدام مخفضات إضاءة أو توزيع وحدات الإضاءة على أكثر من مفتاح بحيث يمكن إطفاء البعض دون الآخر.

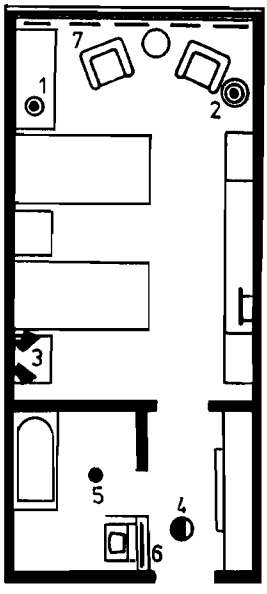


الشكل (١ - ٤٢)

١ / ٥ / ٣- إضاءة الفنادق.

غرف النوم :

تصمم غرف النوم فى الفنادق لتكون غرفة نوم وجلوس فى آن واحد وتكون مزودة بحمام والشكل (١-٤٣) يعرض نموذجًا لغرفة نوم بفندق.



الشكل (١ - ٤٣)

حيث إن :

أباجورة موضوعة على التسريحة	1
أباجورة موضوعة على الأرض	2
وحدة إضاءة موضعية لإضاءة السرير	3
وحدة إضاءة مثبتة بالسقف	4
وحدة إضاءة مثبتة بالسقف	5
وحدة إضاءة لإضاءة مرآة الحوض	6
وحدات إضاءة لإضاءة ستائر النوافذ	7

وعادة يستخدم مصباحين فلورسنت قدرة المصباح 20W أو 40W لإضاءة مرآة الحوض.

السلالم والممرات :

عادة تزود الفنادق بممرات طويلة بجوار غرف النوم وعادة يتم إضاءة هذه الممرات بوحدات إضاءة فلورسنت للوصول لاستضاءة مقدارها 150 lux أثناء النهار ومقدارها 20 LUX أثناء الليل.

وعادة تزود هذه السلالم والممرات ببعض وحدات إضاءة الطوارئ والمزودة بعلامات إرشادية لمعرفة مسار الخروج أثناء انقطاع التيار الكهربى.

المطعم :

يجب أن تكون إضاءة المطعم عالية فى النهار فى حين تكون خافته فى المساء لتوفير الجو الشاعرى، وذلك باستخدام مفاتيح تخفيض إضاءة أو مفاتيح لفصل بعض

وحدات الإضاءة دون البعض.

وتكون الإضاءة العامة فى المطعم حوالى 100LUX فى حين تكون الإضاءة عند طاولات الرواد وطاولة المحاسب عالية باستخدام بعض وحدات الإضاءة الموضعية أو الأباجورات التى توضع على الطاولات.

منطقة الاستقبال واستراحة الفندق:

يجب أن تكون منطقة الاستقبال مزودة بإضاءة عامة 200LUX فى حين يتم إضاءة طاولة المحاسب وفريق الاستقبال بإضاءة لا تقل عن 500LUX .

أما استراحات الفندق فتكون مزودة بإضاءة خافتة لتوفير الجو الشاعرى المطلوب، وتستخدم بعض الأباجورات التى توضع على طاولات لتوفير الإضاءة اللازمة لقراءة المجلات والجرائد بالإضافة إلى استخدام مجموعة من الإضاءات الموضعية لإضاءة الصورة الطبيعية، وعادة تثبت هذه الوحدات على حوائط استراحات الفندق لإعطاء مظهر بديع ومريح.

١ / ٥ / ٤ - إضاءة المستشفيات

يعتبر لون الضوء المستخدم فى المستشفيات من العوامل المؤثرة على راحة المرضى كما أنه هام جداً بالنسبة للفريق الطبى، فإذا لم يكن دليل ثباث الألوان لمصدر الإضاءة المستخدمة مرتفعاً، فإن لون بشرة المرضى قد تتغير؛ الأمر الذى يعطى انطباعاً غير صحيح عن حالة المرضى. وعادة تستخدم مصابيح فلورسنت ذات اللون الأبيض الدافئ فى المستشفيات، حيث تعطى المريض الإحساس بالدفء، ويجب ألا تسبب المصابيح المستخدمة تداخل راديو مع الأجهزة الإلكترونية بالمستشفى.

وتستخدم وحدات إضاءة طوارئ مزودة بعلامات إرشادية لمعرفة مسار الخروج أثناء انقطاع التيار الكهربى.

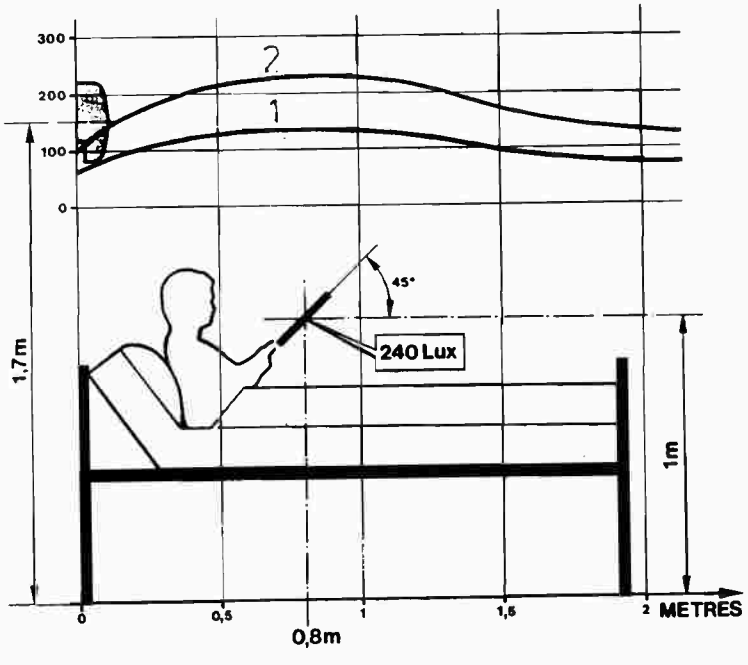
إضاءة الأجنحة :

لإضاءة الأجنحة المختلفة بالمستشفى تستخدم إضاءة عامة وأخرى موضعية كما يلى:

الإضاءة العامة: يجب أن تكون كافية للمريض لرؤية ما حوله وهو مضجع على السرير، ويجب أن تكون خالية من الإبهار المجهد لأعين المرضى؛ لذلك يفضل أن تكون الإضاءة العامة إضاءة غير مباشرة. وينصح بأن تكون استضاءة جناح المرضى 100LUX أما استضاءة غرف المرضات فيجب ألا تقل عن LUX (300 : 200) ولا تختلف إضاءة الممرات عن إضاءة أجنحة المرضى.

الإضاءة الموضعية:

توضع إضاءة موضعية على رأس سرير كل مريض تتيح الفرصة للمريض بالقراءة عند الحاجة، وهذه الإضاءة توفر استضاءة عند رأس السرير تتراوح ما بين LUX(300 : 100)، ويجب ألا تؤثر هذه الإضاءة الموضعية على السراير المجاورة، وعادة تثبت وحدة إضاءة رأس السراير على ارتفاع 1.7:1.8m من الأرض أعلى رأس السرير بالطريقة المبينة بالشكل ١-٤٤.



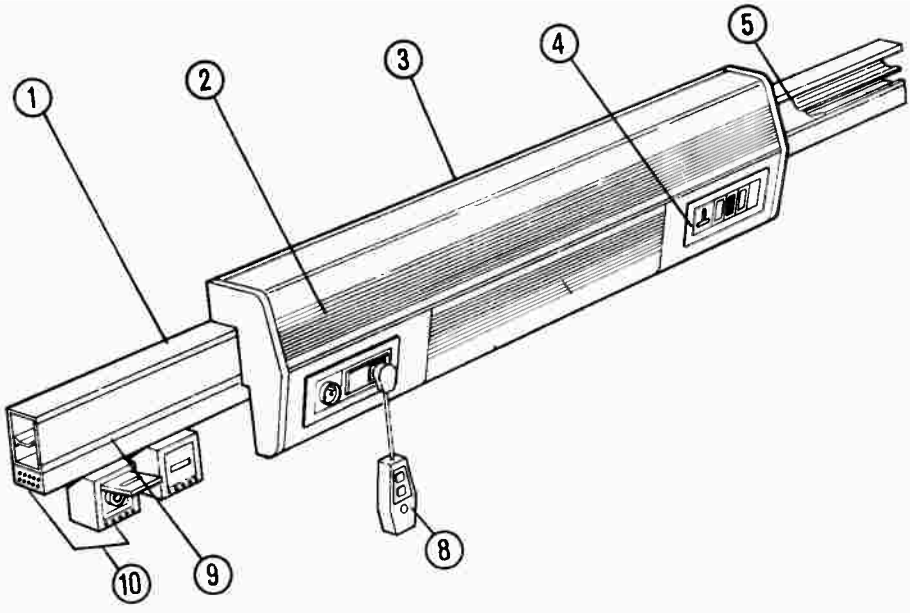
الشكل (١-٤٤)

فعند استخدام وحدة إضاءة رأس سرير تحتوى على مصباح فلورسنت قدرته 36W نحصل على منحنى الاستضاءة 1، وبالتالى يكون مستوى الاستضاءة عند موضع القراءة حوالى 130LUX ، وباعتبار أن هناك إضاءة عامة تعطى استضاءة مقدارها 100LUX؛ لذا تصبح الاستضاءة الكلية عند موضع القراءة 230LUX ، أما عند استخدام وحدة إضاءة رأس السرير تحتوى على مصباحين فلورسنت قدرة الواحد 36W نحصل على منحنى الاستضاءة 2 ، وبالتالى يكون مستوى الاستضاءة عند موضع القرادة حوالى 230LUX بدون الإضاءة العامة، ومع الإضاءة العامة يصل مستوى الاستضاءة إلى 330LUX .

والشكل (١-٤٥) يعرض نموذجًا لوحدة إضاءة رأس سرير للمستشفيات مثبت عليه بعض المخارج المطلوبة لغرفة المريضة من إنتاج شركة Legrand الفرنسية .

حيث إن :

ترانك	1
منشور زجاجى لوحدة الإضاءة	2
وحدة إضاءة رأس السرير	3
مخارج مختلفة	4
حاجز بين دوائر التيار الكبير ودوائر التيار الضعيف	5
وحدة استدعاء يدوية للممرضات	8
حاجز بين ترانك الكهرباء وقناة الأوكسجين	9
فتحات تهوية لقناة الأوكسجين .	10



الشكل (١-٤٥)

وفى الليل يجب أن تكون الإضاءة كافية لكلٍّ من المريض والممرضات لقضاء حاجاتهم، وتصل الاستضاءة فى الليل عند الأرض إلى 0.5LUX .

أما بخصوص الإضاءة اللازمة للمتابعة الطبية فى الليل فيجب ألا تؤدى إلى إزعاج المرضى الموجودين فى الجناح وتتراوح ما بين (2.5LUX : 5) فوق رأس السرير، ويجب أن يكون مفتاح هذا الضوء بجوار السرير.

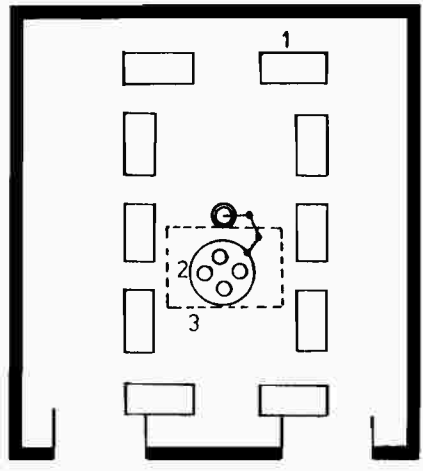
غرفة العمليات:

بخصوص غرفة العلميات فعادة تزود بإضاءة عامة يمكن تغييرها من LUX (500:1000) حتي تناسب العمليات المختلفة والشكل (١-٤٦) يبين مسقطًا أفقيًا لأحد غرف العمليات المزودة بعشرة وحدات إضاءة فلورسنت، كل وحدة إضاءة تحتوى على أربعة مصابيح فلورسنت بقدرة 65W أبيض دافئ بحيث يمكن تشغيل مصباح واحد في كل وحدة إضاءة أو مصباحان، أو ثلاثة، أو أربعة للحصول على استضاءة تتراوح ما بين LUX (250:1000) .

وفيما يلى محتويات هذا الشكل

1 وحدة إضاءة بأربعة مصابيح فلورسنت 65W أبيض دافئ

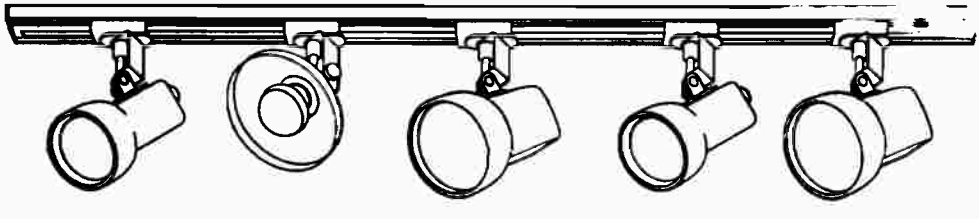
2 وحدة إضاءة طبية متحركة بها سبع لمبات متوهجة قدرة كل منها 35W



الشكل (١-٤٦)

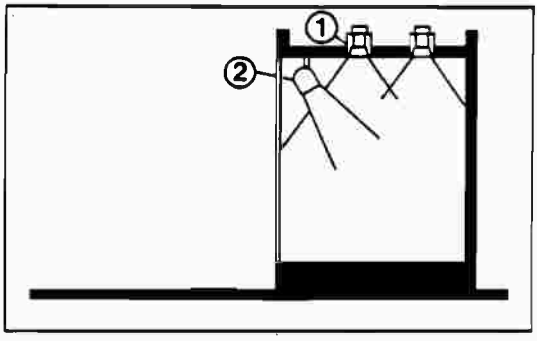
١ / ٥ / ٥ - إضاءة المحلات التجارية

يعتمد مستوي استضاءة المحلات التجارية على نوع وحجم ومكان المحل وبضاعة المحل وتتراوح الاستضاءة العامة للمحلات بصفة عامة ما بين LUX (500:1000) بالنسبة للمحلات التجارية الكبيرة في حين تتراوح ما بين LUX (300:500) للمحلات التجارية الصغيرة. وبخصوص إضاءة الفاترينات فتكون في اتجاه سقوط ضوء النهار من الجانب الأمامي العلوى للفترينة، ويجب أن تكون المصابيح مختفية عن الأبصار؛ لتجنب الإبهار، وأحيانًا تستخدم وحدات إضاءة موضعية مثبتة على قضبان بحيث يمكن تحريكها على هذه القضبان، وذلك في إضاءة الفاترينات والشكل (١-٤٧) يعرض أنواعا مختلفة لوحدات إضاءة مثبتة على القضبان POWER TRACK .

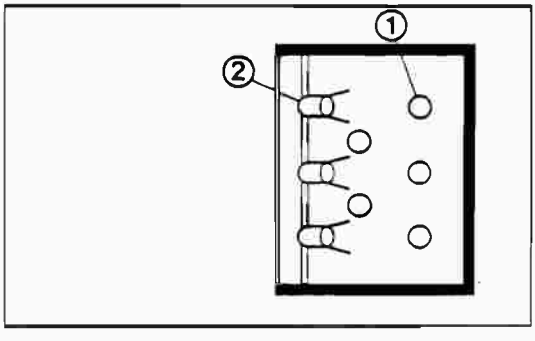


الشكل (١- ٤٧)

أما الشكل (١-٤٨) فيعرض المسقط الرأسى أ والأفقى ب لأحد الفاترينات حيث تستخدم وحدات إضاءة مثبتة بالسقف 1 لتوفير الإضاءة العامة للفترينة وأيضاً تستخدم وحدات إضاءة موضعية فى السقف 2 يمكن تغيير وضعها تبعاً للمعروضات الموجودة بالفترينة.



أ



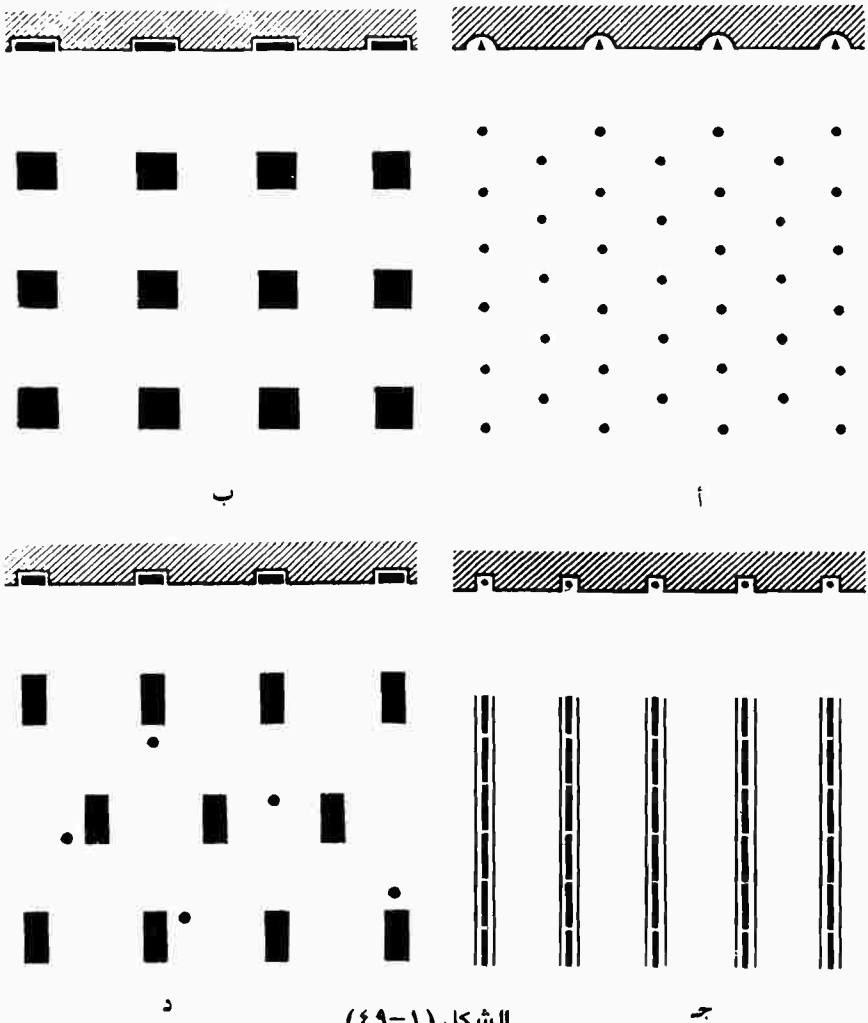
ب

الشكل (١-٤٨)

ويمكن تقسيم المحلات التجارية إلى:

- محلات صغيرة (بوتيكات) Boutiques ويتم إضاءتها بمجموعة من وحدات الإضاءة الموضعية المثبتة فى السقف والحوائط بطريقة جذابة وأحياناً تستخدم وحدات إضاءة مثبتة على قضبان فى إضاءة البوتيكات.
- محلات كبيرة مثل السوبر ماركتات Supermarkets ويتم إضاءتها بإضاءة منتظمة بمجموعة من وحدات إضاءة فلورسنت أو وحدات إضاءة بمصابيح تفريغ غازى مثل: مصابيح الزئبق، أو الهاليد المعدنى؛ فى حين تستخدم بعض وحدات الإضاءة الموضعية المثبتة على قضبان لإضاءة بعض الأركان.

والشكل (١-٤٩) يعرض عدة نماذج لتوزيع الإضاءة فى المحلات التجارية، فالشكل (أ) يعرض نموذجاً لتوزيع وحدات إضاءة اسطوانية فى السقف تبدو كالنجوم والشكل (ب) يعرض نموذجاً لوحدات إضاءة فلورسنت مربعة الشكل. والشكل (جـ) يعرض نموذجاً لوحدات إضاءة فلورسنت توضع على شكل صفوف، والشكل (د) يعرض نموذجا لوحدات إضاءة فلورسنت مع وحدات إضاءة اسطوانية فى تنظيمات جميلة.



الشكل (١-٤٩)

١ / ٥ / ٦ - أضاءة المصانع والورش:

إن إضاءة الأماكن الصناعية والورش تحوى فى طياتها العديد من التطبيقات ابتداء من إضاءة الورش الصغيرة ووصولاً إلى الصالات الضخمة فى المصانع، وكذلك ابتداءً من الصناعات الدقيقة كالصناعات الالكترونية ووصولاً للصناعات الثقيلة مثل: صناعة الحديد والصلب.

والجدير بالذكر أن الإضاءة الجيدة فى المصانع تقلل من حوادث الإنتاج وتزيد من الإنتاجية وراحة العمال.

وعادة يستعان بجداول معدة للاستضاءة المتوسطة لأماكن العمل المختلفة لمعرفة مستويات الاستضاءة المتوسطة كما هو مبين بالجدول (١-٢٣).

والجدير بالذكر أنه يوجد كثير من التطبيقات ليس لها قيم محددة للاستضاءة، ولكن تعرف مستويات الاستضاءة لها، إما بالتجربة، أو بالاستعانة بأحد المرافق القديمة. وعلى كل حال فإن معظم مستخدمى المرافق القديمة يفضلون مستويات استضاءة أعلى من المستخدمة.

ويوجد ثلاثة أنظمة معمول بها فى الإضاءة الداخلية فى الأماكن الصناعية وهم كما يلى:

١ – الإضاءة العامة General lighting

٢ – الإضاءة المركزة localised lighting

٣ – الإضاءة الموضعية local lighting

أولا الإضاءة العامة:

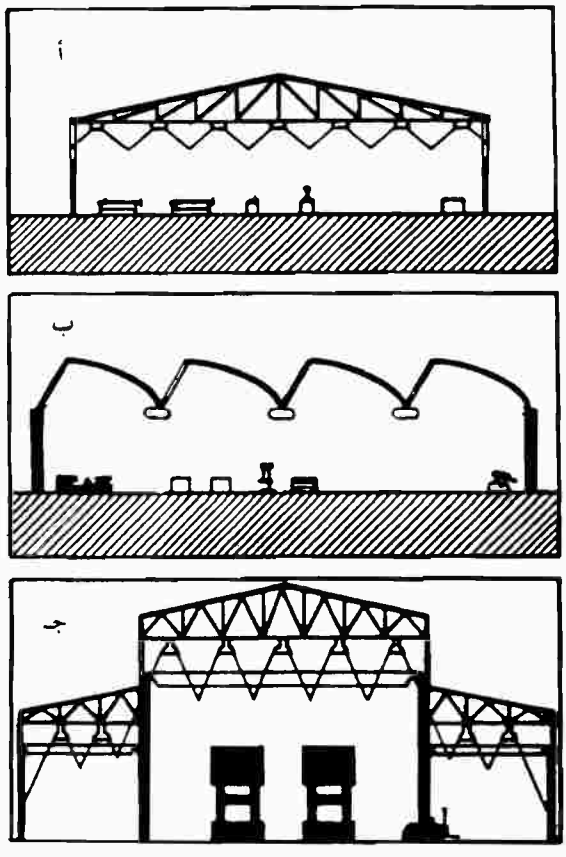
تصمم الإضاءة العامة لإعطاء استضاءة متجانسة لسطح العمل وتعتبر مقبولة إذا كانت النسبة بين أقل استضاءة فى مكان العمل **إلى أعلى استضاءة فى مكان العمل** لاتقل عن 0.8، ويمكن تحقيق ذلك بالمحافظة على المسافة بين وحدات الإضاءة كما هو معطى من مواصفات الشركات المصنعة.

ومن أجل المفاضلة بين وحدات إضاءة الفلورسنت، ووحدات إضاءة مصابيح التفريغ الغازية **فإن** ارتفاع السقف يعتبر عام هام، وبالطبع فإن ارتفاع السقف يختلف من مكان لآخر **وبصفة عامة يمكن تقسيم أماكن العمل إلى:**

أ – أماكن لها أسقف على ارتفاع **أقل من** 6m من الأرضية، **ويستخدم فى إضاءتها** وحدات إضاءة فلورسنت بتصميمات مناسبة لمكان العمل **بشرط ألا يزيد** ارتفاع وحدة الإضاءة عن سطح العمل عن 2m.

ب – أماكن لها أسقف على ارتفاع أكبر من 6m من الأرضية ويستخدم فى إضاءتها وحدات إضاءة الأسقف العالية.

والشكل (١-٥٠) يعرض ثلاثة نماذج مختلفة لأسقف أماكن صناعية، فالشكل (أ) يعرض سقفاً على شكل جمالون ارتفاعه أقل من 6m ويثبت عليه وحدات إضاءة فلورسنت، والشكل (ب) يعرض سقفاً على شكل أسنان منشار بحيث أن ارتفاع أسنان المنشار السفلية عن الأرضية أقل من 6m، ويثبت عليه وحدات إضاءة فلورسنت عند الأسنان السفلية.



الشكل (١-٥٠)

والشكل(جـ) يعرض سقفاً على شكل جمالون بمستويين مختلفين وكليهما على ارتفاع أكبر من 6m ويثبت فيهما وحدات إضاءة أسقف عالية بحيث يكون ارتفاع وحدات الإضاءة من الأرض ثابت لكل مستوى.

ثانيا: الإضاءة المركزة:

وتستخدم على التوازى مع الإضاءة العامة؛ وذلك لزيادة مستوى الاستضاءة عند تغير ظروف العمل (زيادة عدد العمال)، وعادة تركز وحدات الإضاءة المركزة فوق أسطح العمل لزيادة تركيز الإضاءة فى هذه الأماكن.

ثالثا: الإضاءة الموضعية:

إن استخدام الإضاءة الموضعية لإضاءة أسطح العمل للوصول لمستوى الإضاءة

المطلوبة له فائدة كبيرة فى تقليل تكاليف الإضاءة والصيانة.

وعادة تكون وحدات الإضاءة الموضعية قريبة من سطح العمل مثل: الأباجورة التى توضع لإضاءة أسطح العمل. ومن المشاكل التى تتعرض لها وحدات الإضاءة الموضعية؛ هو اهتزاز الماكينات، مما يقلل من عمر المصابيح المستخدمة فيها؛ خصوصاً عند استخدام المصابيح المتوهجة العادية؛ لذلك ينصح بتثبيت هذه الوحدات تثبيتاً مرناً على الأسطح المهتزة، ومن الأفضل تجنب هذه الحالة بتثبيت وحدات الإضاءة الموضعية على أسطح ثابتة.

والشكل (١-٥١) يوضح طريقة استخدام أباجورة لإضاءة الشغلة لخرطة زنبة.

الشكل (١-٥١)

وهناك ملاحظة هامة عند استخدام وحدات إضاءة الفلورسنت، وهى ظاهرة الارتعاش، حيث يرتعش الضوء المنبعث من المصابيح الفلورسنت بتردد يساوى ضعف تردد المصدر، وهذا يؤثر على رؤية الأجسام المتحركة والدوارة، ويمكن التغلب على هذه المشكلة إما باستخدام وحدات إضاءة فلورسنت متعددة المصابيح، بحيث يوجد فرق فى الوجه بين مصابيح كل وحدة إضاءة (ارجع للفقرة ١ / ٣ / ٣) أو توزيع وحدات إضاءة الفلورسنت على الأوجه الثلاثة للمصدر الكهربى.

١ / ٦ - طريقة BZ لحسابات الإضاءة:

إن كلمة BZ هى اختصار Birtish Zonal أى الطريقة الإنجليزية لتقسيم المناطق، وهى تستخدم لحساب عدد وحدات الإضاءة المطلوبة لإضاءة الغرف المختلفة، وحتى يتسنى لنا استخدام طريقة BZ فى حساب الإضاءة يلزم الأمر معرفة بعض المصطلحات الفنية والرموز المستخدمة فى هذه الطريقة والتى سوف نتناولها فى هذه الفقرة.

والشكل (١-٥٢) يعرض إحدى الغرف وعليها الرموز التالية:

عرض الغرفة W

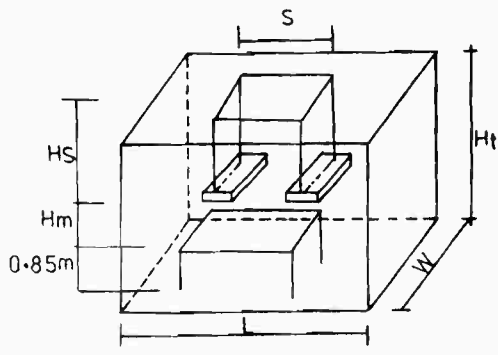
طول الغرفة L

الارتفاع الكلى Ht

ارتفاع مستوى 0.85 m العمل

ارتفاع وحدة الإضاءة من مستوى العمل Hm

ارتفاع التعليق Hs



الشكل (١-٥٢)

- **دليل الغرفة Room Index** :

هو معامل يعتمد على أبعاد الغرفة وارتفاع وحدة الإضاءة من سطح العمل ونحصل عليه من المعادلة 1.4

$$Kr = \frac{LW}{Hm\,(L+W)} \rightarrow 1.4$$

- **معاملات الانعكاس Reflection factors** :

تعتمد معاملات الانعكاس للسقف ρ_c والجدران ρ_w والأرضية ρ_f على ألوانها وخاماتها والجدول (١-٦) يبين قيم معامل الانعكاس تبعاً للون.

الجدول (١-٦)

اللون	أبيض	أصفر فاتح	سن فيل لامع	سن فيل مطفى	أخضر فاتح وردى	لبنى رمادى فاتح	أخضر زيتونى	برتقالى - رمادى متوسط	أخضر غامق
ρ	0.7:0.8	0.22:0.62	0.69	0.64	0.55:0.62	0.4:0.45	0.25:0.35	0.2:0.25	0.1:0.15
اللون	أزرق غامق	أحمر غامق	رمادى غامق	أسود غامق	فضى مرآوى	أبيض	أبيض لامع	الومنيوم مصقول	
ρ	0.1:0.15	0.1:0.15	0.1:0.15	0.04	0.8:0.9	0.8:0.85	0.75:0.85	0.65:0.75	

والجدول (١-٧) يعطى قيم معاملات الانعكاس تبعاً للخامات .

الجدول (١-٧)

الخامة	طوب فاتح	بلوط فاتح	حجر رملى فاتح	بلاط غامق	طوب غامق	حجر رملى غامق	جرانت غامق	خرسانة غامقة	رخام أبيض	مصيص مصقول
ρ	0.3:0.4	0.3:0.4	0.2:0.3	0.3:0.3	0.15:0.25	0.15:0.25	0.15:0.25	0.15:0.25	0.6:0.7	0.7

والجدير بالذكر أنه للتسهيل يمكن تقسيم الألوان إلى ثلاث درجات وهم :

أ – ألوان فاتحة (كريمى – أصفر – برتقالى فاتح – صخرى فاتح – أبيض) ولها معامل انعكاس 0.5 .

ب – ألوان متوسطة (رمادى – وردى – أخضر فاتح – لبنى – صخرى) ولها معامل انعكاس 0.3 .

جـ – ألوان غامقة (رمادى غامق – بنى – أحمر – أخضر غامق – أزرق) ولها معامل انعكاس 0.1 .

– معامل الاتساخ Depreciation factor

من المعروف أنه كلما زاد اتساخ المكان ازداد تجمع الأتربة على السقف وحوائط الغرفة؛ الأمر الذى يؤدى لانخفاض الفيض الضوئى المنعكس من هذه الأسطح وبالتالى تنخفض **الاستضاءة المتوسطة للغرفة** . والجدول (١-٨) يعطى معامل الاتساخ للأنواع المختلفة لوحدات الإضاءة والذى يعتمد على نظافة المكان؛ وذلك باعتبار أن معامل انعكاس الحائط ρ_w=0.3 وإذا كان معامل انعكاس الحائط ρ_w=0.5 تزداد القيم المدرجة فى الجدول بالعدد 0.04 وعندما يكون معامل انعكاس الحائط ρ_w=0.3 تقل القيم المدرجة بالجدول بالعدد 0.04 .

الجدول (١-٨)

نوع وحدة الإضاءة	الوسط المحيط	مكتب	ورشة
مفتوحة	نظيف	1.27	1.27
	فى ضواحى المدينة	1.33	1.33
	وسط المدينة	1.42	1.42
	قذر	1.48	1.48
مغلقة بدون تهوية	نظيف	1.33	1.5
	فى ضواحى المدينة	1.39	1.6
	وسط المدينة	1.54	1.69
	قذر	1.61	1.78
بريش تهوية	نظيف	1.33	1.45
	فى ضواحى المدينة	1.39	1.54
	وسط المدينة	1.48	1.61
	قذر	1.54	1.69

- المعامل S/Hm

ويطلق عليه النسبة بين المسافة وبين وحدات الإضاءة وارتفاع وحدة الإضاءة عن سطح العمل، ويعطى لكل وحدة إضاءة فى ورقة بياناتها الفنية عدة قيم لهذا المعامل، ويقابل كل قيمة نسبة مئوية تعطى النسبة بين أقل استضاءة Emin وأكبر استضاءة Emax فى الغرفة.

مثال:

S/Hm = 1.2 82%

S/Hm = 1.74 70%

هذا يعنى أنه إذا كان S/Hm=1.5 فإن $\frac{\text{Emin x 100}}{\text{Emax}} = 82$

وإذا كان S/Hm=1.74 فإن $\frac{\text{Emin x 100}}{\text{Emax}} = 70$

- معامل التصحيح Red. factor

يعتمد معامل التصحيح على قدرات المصابيح الموجودة فى وحدة الإضاءة ويكتب معامل التصحيح فى البيانات الفنية لكل وحدة إضاءة.

مثال:

Red. factor

2x40 = 1.0

2x62=0.92

هذا يعنى أن معامل التصحيح K=1 عند استخدام مصباحين 40w؛ فى حين يساوى K=0.92 عند استخدام مصباحين 2x65w.

- **معامل الاستخدام Utiliztion factor (Uf)**

ويعطى معامل الاستخدام فكرة عن نسبة الاستفادة من الضوء الصادر من مصابيح وحدة الإضاءة وهو يعتمد على:

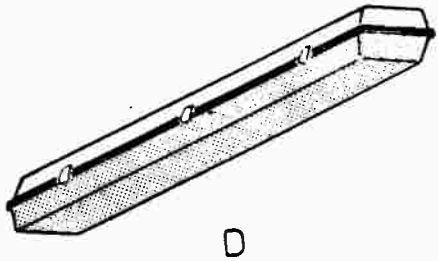
- معامل انعكاس السقف ρ_c والحائط ρ_w والأرضية ρ_F.
- دليل الغرفة Kr.
- نوع وحدة الإضاءة المستخدمة.

والجدير بالذكر أن لكل وحدة إضاءة ورقة بيانات تعطى معامل الاستخدام تبعاً لمعاملات الانعكاس ودليل الغرفة.

١ / ٦ / ١ - وحدات إضاءة الأماكن الصناعية

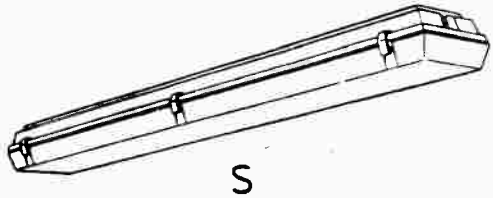
فى هذه الفقرة سنتناول البيانات الفنية لأكثر وحدات الإضاءة استخداماً فى **المنشآت الصناعية. وسنرمز** لكل وحدة إضاءة **بحرف هجائى لسهولة** التعامل معهم فيما بعد. **والشكل** (١-٥٣) يعرض أهم وحدات الإضاءة المستخدمة فى الأماكن الصناعية. فوحدة **الإضاءة** F هى نموذج لوحدة **إضاءة الخدمة** الشاقة، ووحدة الأضاءة **D هى نموذج لوحدة إضاءة** الأماكن الرطبة والمتربة، ووحدة الإضاءة S هى نموذج لوحدة إضاءة الأماكن المتعرضة للانفجار، ووحدة الإضاءة DD هى نموذج لوحدة إضاءة الأسقف العالية.

F



D

DD



S

الشكل (١-٥٣)

والجدول (١-٩) يعرض البيانات الفنية لوحدة الإضاءة F

الجدول (١-٩)

2×40 W **Red. factor** **2×40 W=1.00** 2×65 W=0.97	Uniformity at direct illumination distribution: S/HM=1.50 **76%** S/HM=1.55 **70%** **S/HM=1.50 76%**	Calculated according to the BZ-method (IES 1971) S/HM=1.50

Refl. factor	Ceiling Walls Floor	0.7 0.5 0.2	0.7 0.3 0.2	0.7 0.1 0.2	0.5 0.5 0.2	0.5 0.3 0.2	0.5 0.1 0.2	0.3 0.3 0.2	0.3 0.1 0.2	0.0 0.0 0.0	BZ Nr
Room-index	0.60										0
	0.80	0.59	0.54	0.50	0.58	0.53	0.49	0.52	0.49	0.47	2
	1.00	0.66	0.60	0.57	0.64	0.59	0.56	0.58	0.55	0.53	2
	1.25	0.71	0.66	0.62	0.69	0.65	0.61	0.64	0.60	0.58	2
	1.50	0.75	0.70	0.66	0.73	0.69	0.65	0.67	0.65	0.62	2
	2.00	0.81	0.76	0.73	0.78	0.75	0.72	0.73	0.70	0.67	2
	2.50	0.84	0.81	0.77	0.82	0.78	0.75	0.76	0.74	0.71	2
	3.00	0.87	0.94	0.81	0.84	0.81	0.79	0.79	0.77	0.73	2
	4.00	0.90	0.87	0.84	0.86	0.84	0.82	0.81	0.79	0.76	2
	5.00	0.92	0.89	0.87	0.88	0.86	0.85	0.83	0.82	0.78	2

والجدول (١-١٠) يعرض البيانات الفنية لوحدة الإضاءة d

الجدول (١-١٠)

1×40 W
Red. factor
1×40 W=1.00
1×60 W=0.92

Uniformity at direct illumination distribution:
S/HM=1.50 78%
S/HM=1.64 70%
S/HM=1.50 78%

Calculated according
to the BZ-method (IES 1971)
S/HM=1.50

Refl. factor	Ceiling Walls Floor	0.7 0.5 0.2	0.7 0.3 0.2	0.7 0.1 0.2	0.5 0.5 0.2	0.5 0.3 0.2	0.5 0.1 0.2	0.3 0.3 0.2	0.3 0.1 0.2	0.0 0.0 0.0	BZ Nr
Room-index	0.60										0
	0.80	0.39	0.32	0.28	0.36	0.30	0.26	0.28	0.24	0.21	6
	1.00	0.44	0.38	0.32	0.41	0.35	0.31	0.33	0.29	0.25	6
	1.25	0.50	0.43	0.38	0.45	0.40	0.35	0.37	0.33	0.28	6
	1.50	0.54	0.47	0.42	0.49	0.43	0.39	0.40	0.36	0.31	6
	2.00	0.59	0.53	0.48	0.54	0.49	0.45	0.45	0.42	0.36	6
	2.50	0.63	0.58	0.53	0.58	0.53	0.49	0.48	0.45	0.39	6
	3.00	0.67	0.62	0.57	0.61	0.57	0.53	0.52	0.49	0.42	6
	4.00	0.71	0.66	0.62	0.64	0.61	0.57	0.56	0.53	0.45	6
	5.00	0.74	0.70	0.66	0.67	0.64	0.61	0.58	0.56	0.48	6

والجدول (١-١١) يعرض البيانات الفنية لوحدة الإضاءة S

الجدول (١-١١)

2×40 W Ø=38 mm
Red. factor
2×40 W=1.00

Uniformity at direct illumination distribution:
S/HM=1.50 77%
S/HM=1.61 70%
S/HM=1.50 77%

Calculated according
to the BZ-method (IES 1971)
S/HM=1.50

Refl. factor	Ceiling Walls Floor	0.7 0.5 0.2	0.7 0.3 0.2	0.7 0.1 0.2	0.5 0.5 0.2	0.5 0.3 0.2	0.5 0.1 0.2	0.3 0.3 0.2	0.3 0.1 0.2	0.0 0.0 0.0	BZ Nr
Room-index	0.60										0
	0.80	0.35	0.30	0.27	0.33	0.29	0.26	0.28	0.25	0.24	5
	1.00	0.39	0.34	0.30	0.38	0.33	0.30	0.33	0.29	0.28	5
	1.25	0.43	0.38	0.35	0.42	0.37	0.34	0.36	0.33	0.31	5
	1.50	0.46	0.42	0.38	0.44	0.40	0.37	0.39	0.36	0.34	5
	2.00	0.51	0.47	0.43	0.49	0.45	0.42	0.43	0.41	0.38	5
	2.50	0.54	0.50	0.47	0.51	0.48	0.45	0.46	0.44	0.41	5
	3.00	0.56	0.53	0.50	0.54	0.51	0.48	0.48	0.47	0.43	5
	4.00	0.59	0.56	0.53	0.56	0.54	0.51	0.51	0.49	0.46	5
	5.00	0.61	0.59	0.56	0.58	0.56	0.54	0.53	0.52	0.48	5

والجدول (١-١٢) يعرض البيانات الفنية لوحدة الإضاءة DD

الجدول (١-١٢)

1×400 W
Red. factor
1×400 W=1.00

Uniformity at direct illumination distribution:
S/HM=1.00 81%
S/HM=1.22 70%
S/HM=1.25 68%

Calculated according
to the BZ-method (IES 1971)
S/HM=1.00

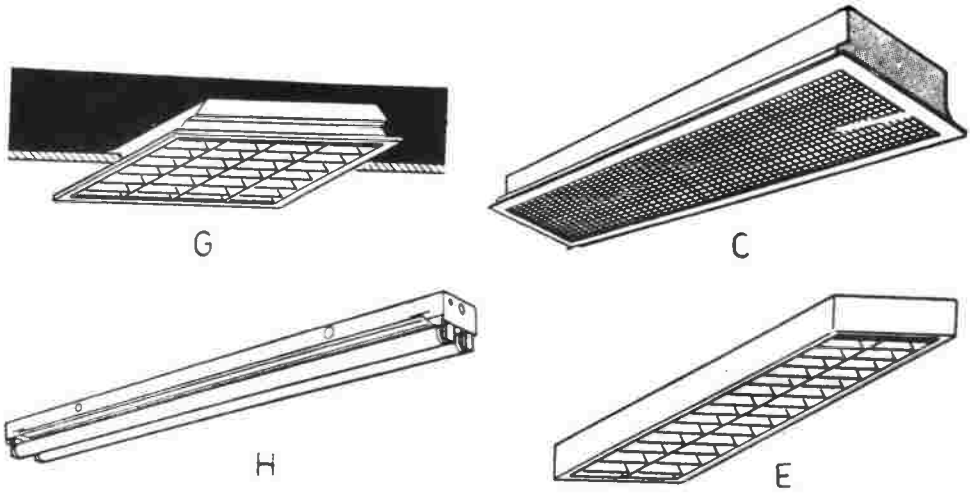
Refl factor	Ceiling Walls Floor	0.7 0.5 0.2	0.7 0.3 0.2	0.7 0.1 0.2	0.5 0.5 0.2	0.5 0.3 0.2	0.5 0.1 0.2	0.3 0.3 0.2	0.3 0.1 0.2	0.0 0.0 0.0	BZ Nr
	0.60	0.38	0.33	0.30	0.37	0.33	0.29	0.33	0.29	0.28	0
	0.80	0.46	0.41	0.37	0.45	0.40	0.37	0.40	0.37	0.35	3
Room-index	1.00	0.52	0.47	0.44	0.51	0.46	0.43	0.45	0.43	0.41	3
	1.25	0.57	0.52	0.49	0.55	0.51	0.48	0.50	0.47	0.45	3
	1.50	0.61	0.56	0.53	0.59	0.55	0.52	0.54	0.51	0.49	3
	2.00	0.66	0.62	0.59	0.64	0.61	0.58	0.59	0.56	0.54	3
	2.50	0.69	0.66	0.63	0.67	0.64	0.62	0.62	0.60	0.58	3
	3.00	0.72	0.68	0.66	0.69	0.66	0.64	0.64	0.63	0.60	3
	4.00	0.75	0.72	0.70	0.72	0.69	0.68	0.67	0.66	0.63	3
	5.00	0.77	0.74	0.72	0.73	0.71	0.70	0.69	0.68	0.64	3

١ / ٦ / ٢ - وحدات إضاءة المنشآت العامة والتجارية

الشكل (١-٥٤) يعرض أهم وحدات الإضاءة المستخدمة فى المنشآت العامة والتجارية. فوحدة الإضاءة C تثبت على الأسقف أو تعلق فى السقف، ووجه وحدة الإضاءة لوح من الزجاج المنشورى، ووحدة الإضاءة E تثبت على الأسقف الثابتة أو تعلق فى السقف ووجه وحدة الإضاءة عبارة عن ريش متعامدة من الألومنيوم، ووحدة الإضاءة G تثبت فى الأسقف المعلقة التى لها قنوات على شكل T لحمل وحدة الإضاءة، ووجه وحدة الإضاءة عبارة عن ريش متعامدة من الألومنيوم.

ووحدة الإضاءة H تثبت أو تعلق فى الأسقف الثابتة وهى تعتبر من وحدات الإضاءة المألوفة والتى تستخدم فى إضاءة المحلات التجارية والمخازن والمعارض.

والجدول (١-١٣) يعرض البيانات الفنية لوحدة الإضاءة C



الشكل (١ – ٥٤)

الجدول (١-١٣)

2×40 W (36) Red. factor
2×20 W=1.00
2×40 W=1.00

Uniformity at direct illumination distribution:
S/HM=1.25 79%
S/HM=1.34 70%
S/HM=1.50 54%

Calculated according to the BZ-method (IES 1971)
S/HM=1.25

Refl. factor	Ceiling Walls Floor	0.7 0.5 0.2	0.7 0.3 0.2	0.7 0.1 0.2	0.5 0.5 0.2	0.5 0.3 0.2	0.5 0.1 0.2	0.3 0.3 0.2	0.3 0.1 0.2	0.0 0.0 0.0	BZ Nr
Room-index	0.60	0.33	0.30	0.27	0.32	0.29	0.27	0.29	0.27	0.26	2
	0.80	0.37	0.34	0.31	0.37	0.33	0.31	0.33	0.31	0.29	3
	1.00	0.41	0.37	0.35	0.40	0.37	0.34	0.36	0.34	0.33	3
	1.25	0.45	0.41	0.39	0.44	0.41	0.38	0.40	0.38	0.36	3
	1.50	0.47	0.44	0.41	0.46	0.43	0.41	0.42	0.40	0.38	3
	2.00	0.51	0.48	0.45	0.49	0.47	0.44	0.45	0.43	0.42	3
	2.50	0.53	0.51	0.48	0.51	0.49	0.47	0.48	0.46	0.44	3
	3.00	0.54	0.52	0.50	0.52	0.50	0.49	0.49	0.48	0.45	3
	4.00	0.56	0.55	0.53	0.54	0.52	0.51	0.51	0.50	0.47	3
	5.00	0.58	0.56	0.55	0.56	0.54	0.53	0.52	0.51	0.49	3

والجدول (١-١٤) يعرض البيانات الفنية لوحدة الإضاءة E

الجدول (١-١٤)

2×40 W (36)
Red. factor
2×20 W=1.00
2×40 W=1.00

Uniformity at direct illumination distribution:
S/HM=1.00 91%
S/HM=1.21 70%
S/HM=1.25 66%

Calculated according
to the BZ-method (IES 1971)
S/HM=1.00

Refl. factor	Ceiling Walls Floor	0.7 0.5 0.2	0.7 0.3 0.2	0.7 0.1 0.2	0.5 0.5 0.2	0.5 0.3 0.2	0.5 0.1 0.2	0.3 0.3 0.2	0.3 0.1 0.2	0.0 0.0 0.0	BZ Nr
Room-index	0.60	0.32	0.29	0.27	0.31	0.28	0.26	0.28	0.26	0.25	2
	0.80	0.38	0.35	0.32	0.37	0.34	0.32	0.34	0.32	0.31	2
	1.00	0.42	0.39	0.37	0.41	0.38	0.36	0.37	0.36	0.35	2
	1.25	0.45	0.42	0.40	0.44	0.41	0.39	0.41	0.39	0.38	2
	1.50	0.47	0.45	0.42	0.46	0.44	0.42	0.43	0.41	0.40	1
	2.00	0.50	0.48	0.46	0.49	0.47	0.45	0.46	0.44	0.43	1
	2.50	0.52	0.50	0.48	0.51	0.49	0.47	0.47	0.46	0.44	1
	3.00	0.53	0.52	0.50	0.51	0.50	0.49	0.49	0.48	0.45	1
	4.00	0.55	0.54	0.52	0.53	0.52	0.51	0.50	0.49	0.47	1
	5.00	0.56	0.55	0.53	0.54	0.53	0.52	0.51	0.50	0.48	2

الجدول (١-١٥)

4×40 W
Red. factor
4×20 W=1.00
4×40 W=1.00

Uniformity at direct illumination distribution:
S/HM=1.50 71%
S/HM=1.52 70%
S/HM=1.50 71%

Calculated according
to the BZ-method (IES 1971)
S/HM=1.50

Refl. factor	Ceiling Walls Floor	0.7 0.5 0.2	0.7 0.3 0.2	0.7 0.1 0.2	0.5 0.5 0.2	0.5 0.3 0.2	0.5 0.1 0.2	0.3 0.3 0.2	0.3 0.1 0.2	0.0 0.0 0.0	BZ Nr
											0
Room-index	0.80	0.37	0.34	0.32	0.36	0.33	0.32	0.33	0.32	0.30	2
	1.00	0.41	0.38	0.36	0.40	0.37	0.36	0.37	0.35	0.34	2
	1.25	0.44	0.41	0.39	0.43	0.41	0.39	0.40	0.38	0.37	2
	1.50	0.46	0.44	0.42	0.45	0.43	0.41	0.42	0.41	0.39	2
	2.00	0.50	0.47	0.45	0.48	0.46	0.44	0.45	0.43	0.42	2
	2.50	0.51	0.49	0.47	0.50	0.48	0.46	0.46	0.45	0.44	2
	3.00	0.53	0.51	0.49	0.51	0.49	0.48	0.48	0.47	0.45	2
	4.00	0.54	0.53	0.51	0.52	0.51	0.50	0.49	0.48	0.46	2
	5.00	0.55	0.54	0.53	0.53	0.52	0.51	0.50	0.50	0.47	2

والجدول (١-١٦) يعرض البيانات الفنية لوحدة الإضاءة H .

الجدول (١ - ١٦)

2×40 W
Red. factor
2×20 W=1.00
2×40 W=1.00

Uniformity at direct illumination distribution:
S/HM=1.50 74%
S/HM=1.56 70%
S/HM=1.50 74%

Calculated according
to the BZ-method (IES 1971)
S/HM=1.50

Refl. factor	Ceiling Walls Floor	0.7 0.5 0.2	0.7 0.3 0.2	0.7 0.1 0.2	0.5 0.5 0.2	0.5 0.3 0.2	0.5 0.1 0.2	0.3 0.3 0.2	0.3 0.1 0.2	0.0 0.0 0.0	BZ Nr
Room-index	0.60										0
	0.80	0.47	0.41	0.37	0.46	0.40	0.36	0.39	0.36	0.33	5
	1.00	0.54	0.47	0.42	0.52	0.46	0.42	0.45	0.41	0.39	5
	1.25	0.59	0.53	0.48	0.57	0.52	0.48	0.50	0.46	0.44	5
	1.50	0.64	0.58	0.53	0.61	0.56	0.52	0.54	0.51	0.48	5
	2.00	0.70	0.65	0.60	0.67	0.62	0.58	0.61	0.57	0.54	5
	2.50	0.74	0.70	0.65	0.71	0.67	0.64	0.65	0.62	0.58	5
	3.00	0.78	0.73	0.69	0.74	0.70	0.67	0.68	0.65	0.62	5
	4.00	0.82	0.78	0.74	0.78	0.75	0.72	0.72	0.70	0.65	5
	5.00	0.84	0.81	0.78	0.80	0.78	0.75	0.75	0.73	0.68	5

١ / ٦ / ٣- الفيض الضوئى للمصابيح المختلفة

يعتمد الفيض الضوئى على نوع المصباح وقدرته. والجدول (١- ١٧) يعرض المواصفات الفنية للمصابيح الفلورسنت الخطية

الجدول (١ - ١٧)

قدرة المصباح W	اللون	الفيض الضوئى Lm	قطر الأنبوبة mm	الطول mm	العمر المتوقع (ساعة)
18	ضوء النهار	1300	26	590	9000
18	أبيض	1450	26	590	9000
18	أبيض دافئ	1450	26	590	9000
20RS	أبيض عام	1050	38	590	9000
20RS	أبيض بارد	1150	38	590	9000
20RS	أبيض دافئ	1150	38	590	9000
36	ضوء النهار	3250	26	1200	20000
36	أبيض	3450	26	1200	20000
36	أبيض دافئ	3450	26	1200	20000
40RS	أبيض عام	2500	38	1200	20000
40RS	أبيض بارد	3000	38	1200	20000
40RS	أبيض دافئ	3000	38	1200	20000
58	ضوء النهار	5200	26	1500	20000
58	أبيض	5400	26	1500	20000
58	أبيض دافئ	5400	26	1500	20000
65	أبيض عام	4000	38	1500	20000
65	أبيض بارد	4800	38	1500	20000
65	أبيض دافئ	4800	38	1500	20000

حيث إن : RS تعنى وحدات إضاءة فلورسنت سريعة البدء.

والجدول (١- ١٨) يعرض المواصفات الفنية لمصابيح الفلورسنت التى على شكل (U)

الجدول (١- ١٨)

العمر (ساعة)	طول المصباح mm	قطر الأنبوبة mm	الفيض الضوئى Lm	اللون	القدرة
12000	570	38	2400	أبيض عام	40
12000	570	38	3000	أبيض	40
12000	570	38	3000	أبيض دافئ	40

والجدول (١- ١٩) يعرض المواصفات الفنية لمصابيح الزئبق ذات الضغط العالى البصيلية المبطنة.

الجدول (١- ١٩)

عمر المصباح (ساعة)	قاعدة المصباح	طول المصباح mm	قطر المصباح mm	الفيض الضوئى Lm	القدرة W
18000	E27	130	55	2000	50
18000	E27	126	70	3800	80
18000	متوسط	138	72	4000	100
18000	E27	170	75	6300	125
18000	Mogul	180	92	8600	175
24000	E40	226	90	13500	250
24000	E40	290	120	23000	400
18000	E40	330	140	42000	700
18000	E40	390	165	60000	1000

والجدول (١- ٢٠) يعرض المواصفات الفنية لمصابيح الهاليد المعدنى البصيلية الشكل والمبطنة من الداخل.

الجدول (١- ٢٠)

العمر (ساعة)	القاعدة	الطول mm	القطر mm	الفيض الضوئى Lm	القدرة W
10000	E40	226	90	17000	250
10000	E40	290	120	28500	400
10000	E40	380	165	80000	1000

والجدول (١- ٢١) يعرض المواصفات الفنية لمصابيح الصوديوم ذات الضغط العالى البصيلية الشكل والمبطنة من الداخل.

الجدول (١- ٢١)

العمر (ساعة)	القاعدة	الطول mm	القطر mm	الفيض الضوئى Lm	القدرة W
24000	E27	156	70	3500	50 *
24000	E27	156	70	5600	70 *
24000	E40	156	70	9000	110 **
24000	E40	226	90	14000	150
24000	E40	226	90	25000	250
24000	E40	290	120	47000	400
24000	E40	400	165	120000	1000

حيث إن:

*** العمر مقدر على أساس كل مرة بدء يعمل المصباح ثلاث ساعات**

**** لا تحتاج إلى بادئ**

١ / ٦ / ٤ - النموذج المستخدم فى حسابات الإضاءة الداخلية

بالجدول (١ – ٢٢) النموذج المستخدم فى حسابات الإضاءة الداخلية بطريقةBZ

الجدول (١ – ٢٢)

	المشروع
W	عرض الغرفة (m)
L	طول الغرفة (m)
A	مساحة الغرفة (m^2)
Ht	الارتفاع الكلى (m)
Hs	ارتفاع التعليق (m)
Hm = Ht - H s - 0.85	ارتفاع وحدة الاضاءة من سطح العمل (m)
$Kr = \frac{LW}{Hm\ (L + W)}$	دليل الغرفة
ρc	معامل انعكاس السقف
ρw	معامل انعكاس الحائط
ρf	معامل انعكاس الأرضية
n	عدد المصابيح فى وحدة الإضاءة
UF	معامل الاستخدام
F	معامل الاتساخ
K	معامل التصحيح
	نوع المصباح وقدرته
Q	الفيض الضوئى للمصباح (Lm)
E	الاستضاءة المطلوبة
$N = \frac{EAF}{ØNU_FK}$	عدد وحدات الإضاءة المحسوبة
$\sqrt{\frac{LN}{W}}$	عدد وحدات الإضاءة الطولية
$\sqrt{\frac{WN}{W}}$	عدد وحدات الإضاءة العرضية
$\frac{S}{Hm} = \sqrt{\frac{A}{N}} / Hm$	النسبة S/Hm المحسوبة
$Ee = \frac{NØnU_FK}{A.F}$	الاستضاءة المحسوبة

١ / ٦ / ٥- الاستضاءة الموصى بها فى الأماكن المختلفة

الجدول (١- ٢٣) يعرض قيم الاستضاءة المتوسطة الموصى بها فى الأماكن المختلفة

الجدول (١- ٢٣)

المكان	الاستضاءة LUX	المكان	الاستضاءة LUX
- المحلات والمعارض:		- الفنادق	
محلات تقليدية	300	قاعة الاستقبال والمحاسبة	300
محلات بخدمة ذاتية	500	أماكن شرب القهوة والشاى	150
سوبر ماركت	750	غرف الأكل والمطعم	200
- معارض سيارات وأجهزة	500	المطبخ	500
المتاحف وقاعات الفنون:		غرف النوم والحمامات	
معروضات حساسة للضوء	150	عام	100
معروضات تحتاج للضوء	300	موضعى	300
- المنشآت العامة:		- البنوك:	
السينما:		أماكن العمل	500
صالة العرض	50	غرف الحاسبات الالكترونية	500
الدهاليز	150	غرف إدخال المعلومات	500
المسارح:		- المستشفيات:	
صالات العرض	100	غرف الاستشارة الطبية	
الدهاليز	200	عام	300
المساجد	300	فحص	1000
- محطات النقل البرى:		الممرات العامة	150
أماكن شراء التذاكر	500	- غرف العناية المركزة:	
أماكن الانتظار	200	السرير	30: 50
المطاعم	100	الممرات بين السرايير	100
		المراقبة	400
		المراقبة الموضعية	1000
		غرفة الممرضات	300

تابع الجدول (١ - ٢٣)

المكان	الاستضاءة LUX	المكان	الاستضاءة LUX
- الجراجات :		- تابع المستشفيات	
إصلاح	1000	المختبرات :	
مدخل الجراج	500	عام	300
أماكن انتظار السيارات	50	فحص	500
- المكاتب		غرفة التخدير	
غرفة الاجتماعات والمؤتمرات	300: 500	عام	300
غرفة الأرشيف	300	موضعى	1000
مكاتب المدربون والمدرسون	500	غرفة العمليات :	
مكاتب الرسم	500: 750	عام	400 : 500
مكاتب عادية	300	موضعى	1000: 5000
- قاعات المحاضرات :		المخابز :	
عام	300	عام	300
السبورة	500	فحص وتنسيق	500
المختبرات	500	أماكن العجن	300
المكتبة	500	مصانع التعبئة والحفظ	500
غرفة الفنون	500	الصناعات الكيميائية :	
صالة ألعاب رياضية	500	المختبرات	750
المكتبات		غرف التحكم	500
رفوف الكتب	150	صناعة الشيوكولاتة :	
طاولات القراءة	300	عام	300
مخازن	200	فحص وتنسيق	500
		معامل الألبان	300
		صناعة الورق	300

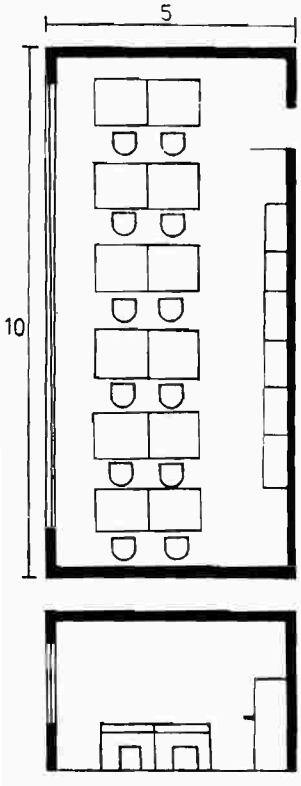
تابع الجدول (١- ٢٣)

المكان	الاستضاءة LUX	المكان	الاستضاءة LUX
- صناعةالزجاج:		الصناعات الفخارية:	
غرفة الخلط	200	غرف الحريق	200
التشكيل والنفخ	300	السباكة والكبس	300
التنسيق	500	التنسيق والطلاء بالمينا	750
الحفر على الزجاج بالحوامض	750	الطباعة:	
مصانع البلاستيك:		غرف ماكينات الطباعة وتدبيس الورق	500
الكبس والصقل	750	التجميع اليدوى	750
القطع والخياطة	1000	حفر وتهذيب الصور	1000
التصنيف	1500	الصناعات النسيجية	
الورش:		تسريح الغزل	300
طاولة الأعمال غير الدقيقة واللحام	300	الغزل واللف على بكر	500
الطاولة التى تحتاج لدقة متوسطة	500	خياطة الملابس	750
مكان الآلات المتوسطة الدقيقة	500	الخياطة الدقيقة	1000
طاولة الأعمال الدقيقة	750	الفحص	1500
ورشة الأعمال الدقيقة	750	ورش النجارة:	
الأعمال الدقيقة جداً	1000	القطع غير الدقيق	200
أعمال غاية فى الدقة	2000	طاولة عمل غير دقيق	300
الصناعات الكهربية:		طاولة عمل متوسط	500
لف الملفات	500	تشطيب وفحص نهائى	750
التجميع الدقيق	15000		
الضبط والفحص	1000		
المسابك:			
سباكة غير دقيقة	300		
سباكة دقيقة	500		

١ / ٧- تطبيقات على تصميمات الإضاءة

١ / ٧ / ١- تصميم إضاءة مكتب رسم هندسي

غرفة مكتب أبعادها 10 X 5m، والمسقط الأفقي والرأسي لها مبين بالشكل (١- ٥٥)؛ علمًا بأن الأبعاد المدونة بالشكل بالمتر.



الشكل (١- ٥٥)

ويوضع بداخل الغرفة اثنى عشر مكتبًا بالطريقة المبينة بالشكل ذاته. والمطلوب عمل تصميم لإضاءة المكتب؛ علمًا بأن السقف ثابت. ومصنوع من المصيص الأبيض، والحائط بلوط فاتح، والأرضية بلاط غامق نظيف.

ولتصميم إضاءة هذا المكتب نتبع الخطوات التالية :

- من الجدول (١- ٦) فإن معامل انعكاس سقف المصيص الأبيض $\rho_c = 0.7$
- من الجدول (١- ٧) فإن معامل انعكاس الحائط $\rho_w = 0.3$ ومعامل انعكاس الأرضية $\rho_F = 0.1$
- ومن الجدول (١- ٨) فإن معامل الاتساخ لوحدات الإضاءة المستخدمة إذا كانت من النوع المغلق (C) المبينة بالشكل (١- ٥٤) يساوى $F = 1.33$
- من الجدول (١- ١٣) الخاص بوحدة الإضاءة C فإن معامل التصحيح عند استخدام مصباحين يساوى

$$K = 1.0$$

- من الجدول (١- ١٧) فإن الفيض الضوئى لمصباح فلورسنت 407 لونه أبيض دافئ يساوى $\emptyset = 300$ Lm
- من الجدول (١- ٢٣) فإن الاستضاءة المتوسطة لمكاتب الرسم الهندسى تساوى

$$E = 500 \text{ Lux}$$

وفيما يلى نموذج الحسابات المستخدم باستخدام طريقة BZ

المشروع	مكتب رسم هندسى	
عرض الغرفة (m)	W	5 m
طول الغرفة (m)	L	10 m
مساحة الغرفة (m^2)	A	50 m^2
الارتفاع الكلى (m)	Ht	3.5 m
ارتفاع التعليق (m)	Hs	0 m
ارتفاع وحدة الاضاءة من سطح العمل (m)	Hm = Ht - H s - 0.85	2.15 m
دليل الغرفة	$Kr = \frac{LW}{Hm\ (L + W)}$	1.55
معامل انعكاس السقف	ρc من الجدول (١ – ٦)	0. 7
معامل اتكاس الحائط	ρw من الجدول (١ – ٧)	0. 3
معامل انعكاس الأرضية	ρf من الجدول (١ – ٧)	0. 2
عدد المصابيح فى وحدة الإضاءة	n	2
معامل الاستخدام	UF من الجدول (١-١٣)	0. 47
معامل الأتساخ	F من الجدول (١ – ٨)	1. 33
معامل التصحيح	K من الجدول (١-١٣)	1
نوع المصباح وقدرته		أبيض دافئ/ 40w / فلورسنت
الفيض الضوئى للمصباح (Lm)	ø من الجدول (١-١٧)	3000 Lm
الاستضاءة المطلوبة	E من الجدول (١-٢٣)	500 Lux
عدد وحدات الإضاءة المحسوبة	$N = \frac{EAF}{\O nU_F K}$	N = 11.8 →12
عدد وحدات الإضاءة الطولية	$\sqrt{\frac{LN}{W}}$	4. 89 → 6
عدد وحدات الإضاءة العرضية	$\sqrt{\frac{WN}{L}}$	2. 4 → 2
النسبة S/Hm المحسوبة	$\frac{S}{Hm} = \sqrt{\frac{A}{N}} / Hm$	0. 59
الاستضاءة المحسوبة	$Ee = \frac{N\O nU_F K}{A.F}$	Ee = 448 Lux

والجدير بالذكر أن قيمة $\frac{S}{Hm}$ من الجدول (١ – ١٣) تساوى 1.25 للحصول على نسبة بين أقل استضاءة إلى أعلى استضاءة. وهى أكبر من القيمة $\frac{S}{Hm}$ المحسوبة؛ لذلك فإن توزيع وحدات الإضاءة مقبول.

والشكل (١ – ٥٦) يبين المسقط الأفقى والرأسى لهذا المكتب بعد تثبيث وحدات الإضاءة .

١ / ٧ / ٢ – تصميم إضاءة فصل دراسى

فصل دراسى أبعاده 7 x 8m والمسقط الأفقى والرأسى لهذا الفصل الدراسى مبين بالشكل (١ – ٥٧)

ويوضع بداخل الفصل الدراسى ستة عشر طاولة للطلاب وطاولة للمدرس .

علمًا بأن السقف ثابت ومصنوع من المصيص الأبيض، والحائط بلون سن الفيل، والأرضية بنية اللون .

ولتصميم إضاءة هذا الفصل نتبع الخطوات التالية :

– من الجدول (١ – ٦) فإن معامل انعكاس السقف $\rho c = 0.7$

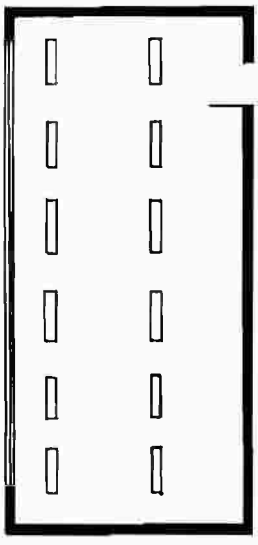
– من الجدول (١ – ٧) فإن معامل انعكاس الحائط $\rho w = 0.7$

– من الجدول (١ – ٦) فإن معامل انعكاس الأرضية $\rho f = 0.7$

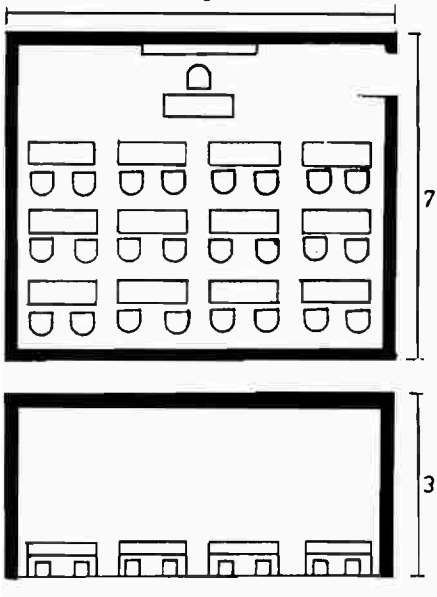
ويمكن اختيار وحدة الإضاءة E المبينة بالشكل (١ – ٥٤) والتي تحتوى على ريش متعامدة من **الألومنيوم** .

– من الجدول (١ – ٨) فإن معامل الاتساخ لوحدات الإضاءة المفتوحة

– من الجدول (١ – ١٤) الخاص بوحدة الإضاءة E فإن معامل التصحيح عند استخدام مصباحين فلورسنت 2x 40w يساوى K= 1.00



الشكل (١ – ٥٦)



الشكل (١ – ٥٧)

- من الجـدول (١- ١٧) فإن الفيض الضوئى لمصباح فلورسنت 58w لونه أبيض دافئ يساوى Ø = 5400 lm

- من الجدول (١ - ٢٣) فإن الاستضاءة المتوسطة للفصل الدراسى E = 300 lux

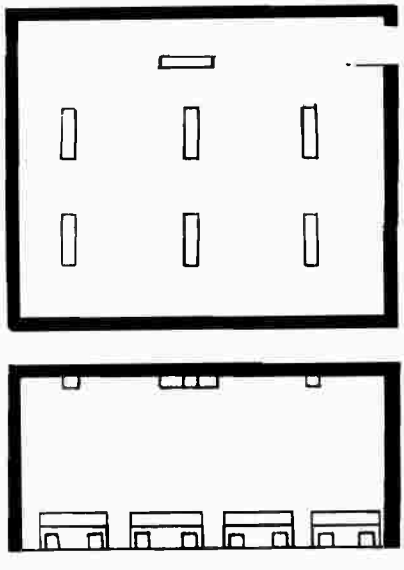
وفيما يلى نموذج الحساب المستخدم باستخدام طريقة BZ

المشروع	فصل دراسى	
عرض الغرفة (m)	W	7 m
طول الغرفة (m)	L	8 m
مساحة الغرفة (m^2)	A	56 m^2
الارتفاع الكلى (m)	Ht	3.5 m
ارتفاع التعليق (m)	Hs	0 m
ارتفاع وحدة الإضاءة من سطح العمل (m)	Hm = Ht - H s - 0.85	2. 15 m
دليل الغرفة	$Kr = \frac{LW}{Hm\ (L + W)}$	1.736
معامل انعكاس السقف	ρc من الجدول (١ - ٦)	0. 7
معامل انعكاس الحائط	ρw من الجدول (١ - ٧)	0. 5
معامل انعكاس الأرضية	ρF من الجدول (١ - ٦)	0. 2
عدد المصابيح فى وحدة الإضاءة	n	2
معامل الاستخدام	UF من الجدول (١-١٤)	$\frac{0.47+0.2}{2}$=0.485
معامل الاتساخ	F من الجدول (١ - ٨)	1. 42
معامل التصحيح	K من الجدول (١-١٤)	1.0
نوع المصباح وقدرته		أبيض دافئ /58w/ فلورسنت
الفيض الضوئى للمصباح (Lm)	Ø	5400 Lm
الاستضاءة المطلوبة	E من الجدول (١-٢٣)	300 Lux
عدد وحدات الإضاءة المحسوبة	$N = \frac{EAF}{ØnUFK}$	N=4.55 → 5→ (6+1)
عدد وحدات الإضاءة الطولية	$\sqrt{\frac{LN}{W}}$	2.2 → 3
عدد وحدات الإضاءة العرضية	$\sqrt{\frac{WN}{L}}$	2.0 9 → 2
النسبة S/Hm المحسوبة	$\frac{S}{Hm} = \sqrt{\frac{A}{N}} / Hm$	1.31
الاستضاءة المحسوبة	$Ee = \frac{NØnU_FK}{A.F}$	461 Lux

ويلاحظ من نموذج الحسابات السابق أن قيمة عدد وحدات الإضاءة كان فى البداية 4.55 فتم تقريبه إلى 5، وعند حساب عدد وحدات الإضاءة الطولية كانت 2.2 فتم تقريبها إلى 3، فى حين أنه عند حساب عدد وحدات الإضاءة الأفقية كانت 2.09 فتم تقريبها إلى 2، وبالتالى تم تعديل عدد وحدات الإضاءة ليصبح6 = 3 x 2 ومن أجل رفع الاستضاءة عند السبورة تم إضافة وحدة إضاءة أخرى لوضعها بجوار السبورة فيصبح العدد الكلى لوحدات الإضاءة 7 وحدات.

ويلاحظ أيضاً أن النسبة بين البعد المتوسط لوحدات الإضاءة وارتفاع الوحدات عن سطح العمل تساوى 1.31 وهى أكبر من القيمة المعطاة بالجدول (١- ١٤) والتى تساوى 1.25 للحصول على نسبة مئوية بين الاستضاءة الصغرى والكبرى تساوى 66% ، ولكن نظراً لأن الاستضاءة المحسوبة تساوى 461 Lux، وهى أكبر بكثير من الاستضاءة المطلوبة والتى تساوى 300 Lux ؛ لذلك يمكن قبول هذا التوزيع لوحدات الإضاءة.

والشكل (١- ٥٨) يعرض المسقط الأفقى والرأسى للفصل الدراسى بعد تثبيت وحدات الإضاءة.



الشكل (١- ٥٨)

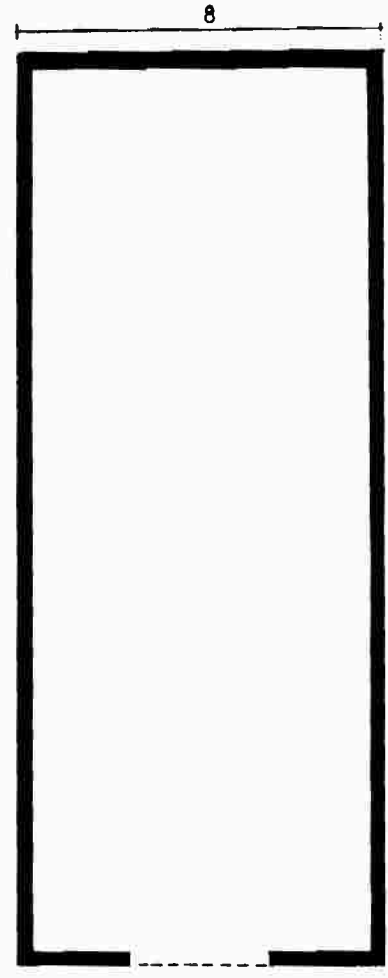
١ / ٧ / ٣ تصميم إضاءة ورشة إنتاج

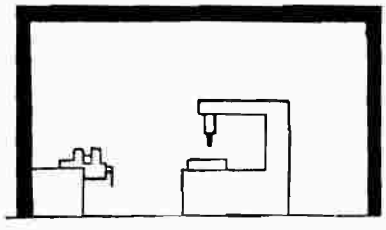
ورشة إنتاج أبعادها 8m x 20 والمسقط الأفقى والرأسى لها مبين بالشكل (١- ٥٩)، فإذا كان لون سقف الورشة رمادى فاتح، ولون جدرانها أخضر زيتونى وأرضيتها خرسانة غامقة.

علماً بأن هذه الورشة تقع فى وسط المدينة.

ولتصميم إضاءة هذه الورشة نتبع الخطوات التالية:

من الجدول (١- ٦) فإن معامل انعكاس السقف $\rho c = 0.45$





الشكل (١– ٥٩)

– من الجدول (١– ٦) فإن معامل انعكاس الحائط $\rho w = 0.30$

– من الجدول (١– ٧) فإن معامل انعكاس الأرضية $\rho F = 0.2$

ويمكن اختيار وحدة الإضاءة F المبينة بالشكل (١– ٥٣) والمفتوحة. لذلك فإن معامل الاتساخ من الجدول (١– ٨) لوحدات الإضاءة المفتوحة، والتى تستخدم فى ورشة تقع فى وسط المدينة تساوى $F = 1.48$

– من الجدول (١– ٩) الخاص بوحدة الإضاءة F فإن معامل التصحيح عند استخدام مصباحين فلورسنت 40w يساوى $K = 1.00$

– من الجدول (١– ١٧) فإن الفيض الضوئى لمصباح فلورسنت 40W لونه أبيض دافئ يساوى $\Phi = 3000$ lm

– من الجدول (١– ٢٣) فإن الاستضاءة المتوسطة لورشة الإنتاج تساوى

$E = 500$ lux

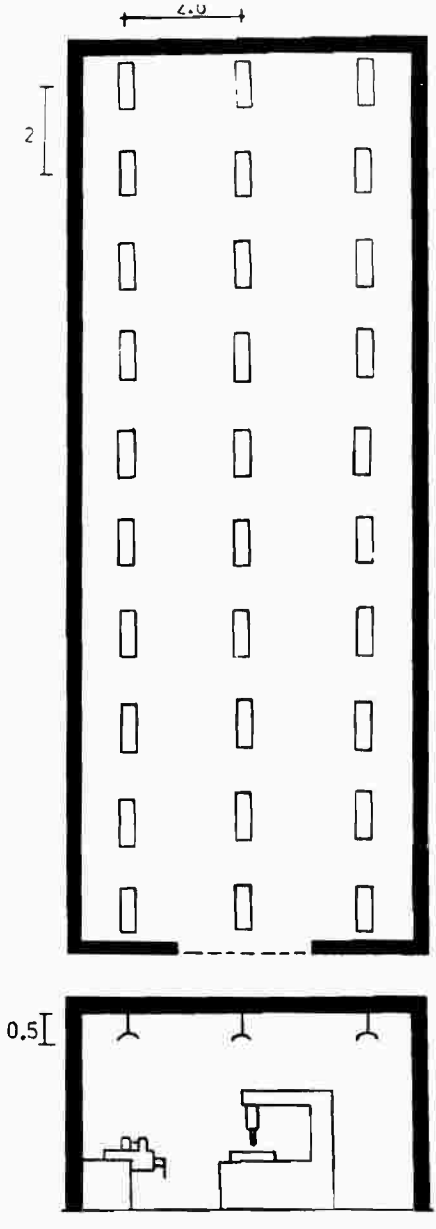
وفيما يلى نموذج الحسابات المستخدم باستخدام طريقة BZ

المشروع	ورشة معادن (ورشة إنتاج)	
عرض الغرفة (m)	W	8
طول الغرفة (m)	L	20
مساحة الغرفة (m^2)	A	160
الارتفاع الكلى (m)	Ht	4.3
ارتفاع التعليق (m)	Hs	0.5
ارتفاع وحدة الإضاءة من سطح العمل (m)	$H_m = H_t - Hs - 0.85$	2.95
دليل الغرفة	$Kr = \frac{LW}{Hm\ (L+W)}$	1.937
معامل انعكاس السقف	ρC من الجدول (١-٦)	0.5
معامل انعكاس الحائط	ρW من الجدول (١-٦)	0.3
معامل انعكاس الأرضية	ρF من الجدول (١-٧)	0.2
عدد المصابيح فى وحدة الإضاءة	n	2
معامل الاستخدام	U_F من الجدول (١-٩)	0.75
معامل الاتساخ	F من الجدول (١-٨)	1.48
معامل التصحيح	k	
نوع المصباح وقدرته		أبيض دافئ / 40w / فلورسنت
الفيض الضوئى للمصباح Lm	ϕ من الجدول (١-١٧)	3000Lm
الاستضاءة المطلوبة	E من الجدول (١-٢٣)	500 Lux
عدد وحدات الإضاءة المحسوبة	$N = \frac{EAF}{\phi n\ U_f K}$	26.2 → 27 →30
عدد وحدات الإضاءة الطولية	$\sqrt{\frac{LN}{W}}$	8.1 → 10
عدد وحدات الإضاءة العرضية	$\sqrt{\frac{WN}{L}}$	3.2 → 3
النسبة S/H_m والمحسوبة	$\frac{S}{Hm} = \sqrt{\frac{A}{N}} / Hm$	0.78
الاستضاءة المحسوبة	$Ee = \frac{N\ \phi n U_F K}{AF}$	569

ويلاحظ من نموذج الحسابات السابقة أن قيمة عدد وحدات الإضاءة المحسوبة كان فى البداية 26.2، فتم تقريبه إلى 27، وعند حساب عدد وحدات الإضاءة الطولية كانت 8.1، فتم تقريبها إلى 10، وعند حساب عدد وحدات الإضاءة العرضية كانت 3.2 فتم تقريبها إلى 3، وبالتالى تم تعديل عدد وحدات الإضاءة ليصبح 10x3= 30 .

ويلاحظ أن النسبة بين $\frac{S}{Hm}$ المحسوبة تساوى 0.78 وهى أقل من المعطاة فى الجدول (١-٩) ؛ لذلك فإن توزيع وحدات الإضاءة مقبول كما أن الاستضاءة المتوسطة المحسوبة Ee=569Lux وهى أكبر من المطلوبة والتى تساوى E=500Lux؛ لذلك فإن التصميم المقترح جيد .

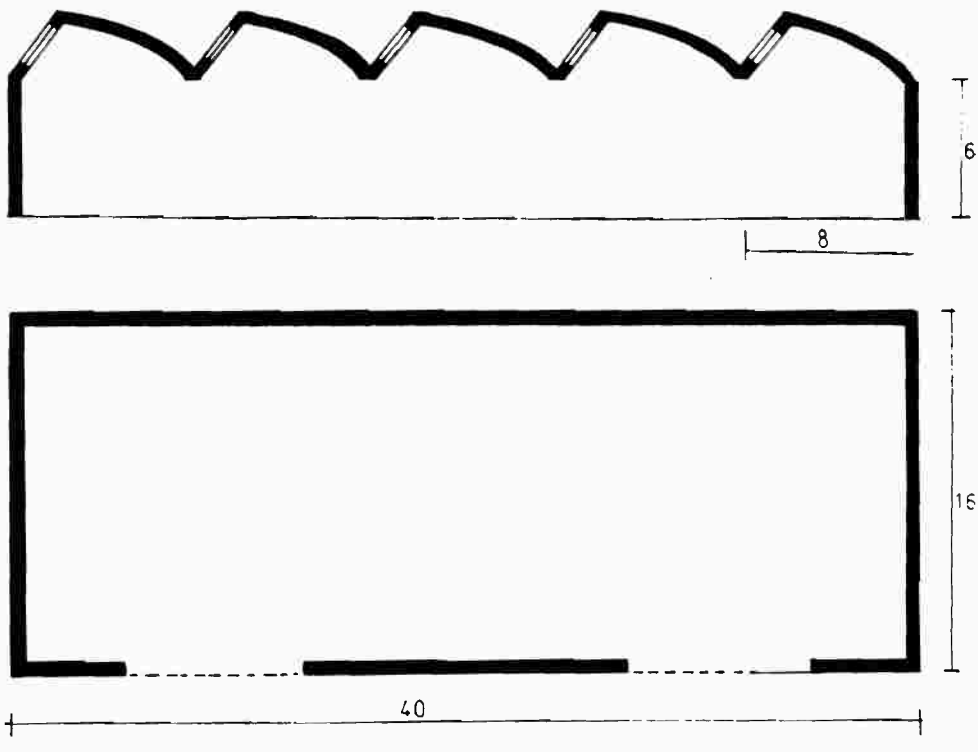
والشكل (١-٦٠) يعرض المسقط الأفقى والرأسى لورشة الإنتاج بعد تثبيت وحدات الإضاءة؛ علماً بأنه يمكن استخدام أحد وسائل التعليق المذكورة فى الفقرة (١ / ٤ / ١) لتثبيت وحدات الإضاءة الفلورسنت ذات الخدمة الشاقة والمستخدمة فى إضاءة الورشة .



الشكل (١-٦٠)

١ / ٧ / ٤ - تصميم إضاءة ورشة إصلاح سيارات

الشكل (١-٦١) يعرض المسقط الرأسى والأفقى لورشة إصلاح وصيانة سيارات لها سقف على شكل أسنان منشار، علماً بأن الأبعاد بالمتر، كما أن هذه الورشة تقع فى ضواحى المدينة.



الشكل (١-٦١)

حيث إن :

شبابيك إضاءة الورشة فى النهار	1
باب رأسى يعمل بمحرك	2

علماً بأن لون السقف رمادى فاتح ولون الجدران أخضر زيتونى وكانت الأرضية خرسانة غامقة.

ولتصميم إضاءة هذه الورشة نتبع الخطوات التالية :

- من الجدول (١-٦) فإن معامل انعكاس السقف $\rho c = 0.45$

- من الجدول (١-٦) فإن معامل انعكاس الحائ $\rho w = 0.3$

- من الجدول (١-٧) فإن معامل انعكاس الأرضية $\rho F = 0.2$

- ويمكن اختيار وحدة الإضاءة F المبينة بالشكل (١-٥٣) والمفتوحة؛ لذلك فإن معامل الاتساخ من الجدول (١-٨) لوحدات الإضاءة المفتوحة، والتى تستخدم فى ورشة تقع فى ضواحى المدينة يساوى .

$$F = 1.42$$

- من الجدول (١-٩) الخاص بوحدة الإضاءة F فإن معامل التصحيح عند استخدام مصباحين فلورسنت65w يساوى.

$$K = 0.97$$

- من الجدول (١-١٧) فإن الفيض الضوئى لمصباح فلورسنت 65w أبيض دافئ يساوى 4800Lm .

- من الجدول (١-٢٣) فإن الاستضاءة المتوسطة لورشة إصلاح السيارات تساوى $E = 300Lux$

وفيما يلى نموذج الحسابات المستخدم طريقة BZ.

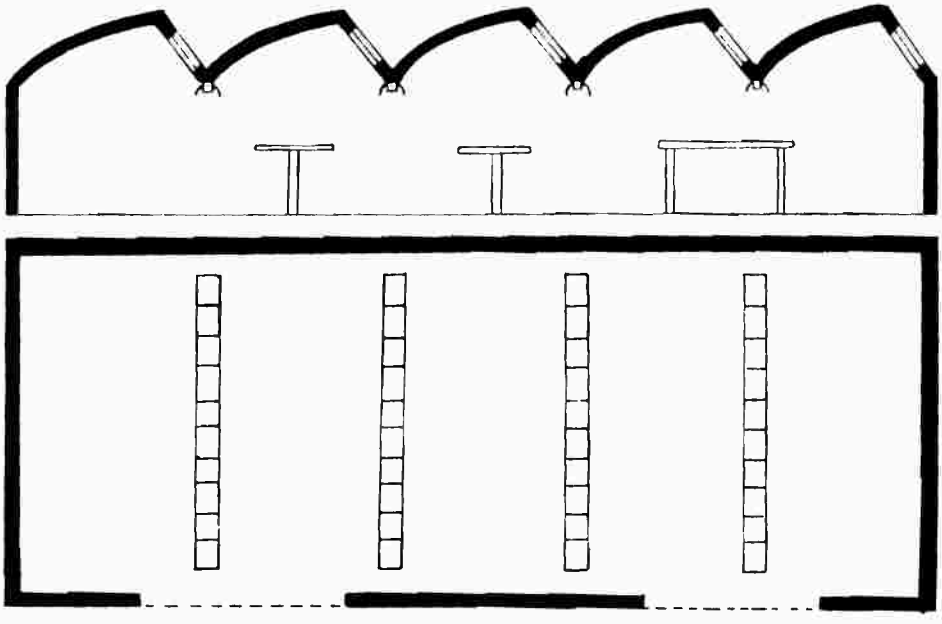
ويلاحظ من هذا النموذج أن قيمة عدد وحدات الإضاءة المحسوب كان فى البداية 37.1 فتم تقريبه إلى 38، وعند حساب عدد وحدات الإضاءة الطولية كانت 9.7 فتم تقريبها إلى 10، وعند حساب عدد وحدات الإضاءة العرضية كانت 3.9 فتم تقريبها إلى 4 . وبالتالى تم تعديل عدد وحدات الإضاءة ليصبح 10x4=40 .

ويلاحظ أيضاً أن النسبة $\frac{S}{Hm}$ المحسوبة تساوى 0.776 وهى أقل من المعطاة فى الجدول (١-٩) والتى تساوى 1.5 لتعطى توزيع إضاءة منتظم بمعدل 76%؛ لذلك فإن توزيع وحدات الإضاءة مقبول.

كما أن الاستضاءة المتوسطة المحسوبة Ee=323Lux، وهى أكبر من الاستضاءة المطلوبة E=300Lux؛ لذلك فإن التصميم المقترح جيد .

المشروع	ورشة إصلاح السيارات	
عرض الغرفة (m)	W	16m
طول الغرفة (m)	L	40m
مساحة الغرفة (m^2)	A	640m2
الارتفاع الكلى (m)	H_t	6m
ارتفاع التعليق (m)	Hs	0m
ارتفاع وحدة الإضاءة من سطح العمل (m)	$H_m = H_t - Hs - 0.85$	5.15m
دليل الغرفة	$Kr = \frac{LW}{H_m (L+W)}$	2.22
معامل انعكاس السقف	ρC من الجدول (١-٦)	0.5
معامل انعكاس الحائط	ρW من الجدول (١-٦)	0.3
معامل انعكاس الأرضية	ρF من الجدول (١-٧)	0.2
عدد المصابيح فى وحدة الإضاءة	n	2
معامل الاستخدام	UF من الجدول (١-٩)	$\frac{0.78+0.75}{2} = 0.765$
معامل الاتساخ	F من الجدول (١-٨)	1.42
معامل التصحيح	k من الجدول (١-٩)	0.97
نوع المصباح وقدرته		أبيض دافئ/ 65w/ فلورسنت
الفيض الضوئى للمصباح Lm	ϕ من الجدول (١-١٧)	4800Lm
الاستضاءة المطلوبة	E من الجدول (١-٢٣)	300Lux
عدد وحدات الإضاءة المحسوبة	$N = \frac{EAF}{\phi n U_f K}$	37.1→ 38 →40
عدد وحدات الإضاءة الطولية	$\sqrt{\frac{LN}{W}}$	9.7→ 10
عدد وحدات الإضاءة العرضية	$\sqrt{\frac{WN}{L}}$	3.9→ 4.0
النسبة S/H_m والمحسوبة	$\frac{S}{H_m} = \sqrt{\frac{A}{N}} / H_m$	0.776
الاستضاءة المحسوبة	$Ee = \frac{N\ on U_F K}{AF}$	323Lux

والشكل (١-٦٢) يعرض المسقط الأفقى والرأسى لورشة إصلاح السيارات بعد تثبيت وحدات الإضاءة.



الشكل (١-٦٢)

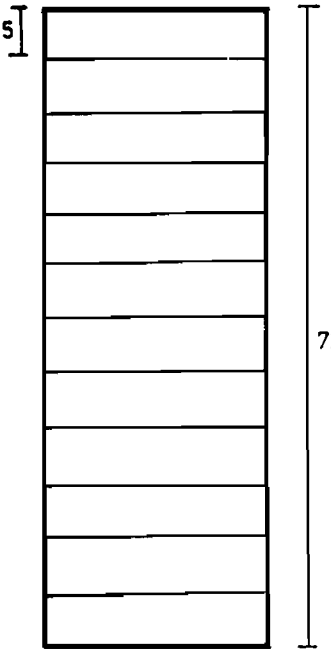
١ / ٧ / ٥- تصميم إضاءة مصنع صغير

الشكل (١-٦٣) يعرض المسقط الأفقى والرأسى لقسم التشكيل والنفخ لمصنع زجاج، ويلاحظ أن هذا القسم مصنوع من جمالونات من الصلب عددهم 13جمالونا، يقسم هذا القسم إلى 12 جزءاً طول كل منها 25m ، وعرضه 5m ، كما أن ارتفاع أقرب نقطة من الجمالون إلى الأرض يساوى 11m .

والجدير بالذكر أن جدران وأسقف هذا القسم لونها رمادى فاتح، أما الأرضية فمصنوعة من الخرسانة الرمادية.

ولتصميم إضاءة هذا القسم نتبع الخطوات التالية:

- من الجدول (١-٦) فإن معامل انعكاس السقف $\rho c=0.45$
- من الجدول (١-٦) فإن معامل انعكاس الحائط $\rho w= 0.45$
- من الجدول (١-٧) فإن معامل انعكاس الأرضية $\rho F= 0.2$



- ويمكن اختيار وحدة إضاءة الأسقف العالية DD لأن ارتفاع السقف أكبر من 6m والمبينة بالشكل (١-٥٣) والمغلقة؛ لذلك فإن معامل الاتساخ من الجدول (١-٨) لوحدات الإضاءة المغلقة، والتى تستخدم فى مصنع يمكن اعتباره قذر ويساوى:

F= 1.42

- ومن الجدول (١-١٢) الخاص بوحدة الإضاءة DD فإن معامل التصحيح عند استخدام مصباح هاليد معدنى 400w يساوى:

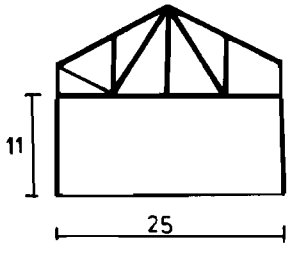
K= 1.00

- من الجدول (١-١٧) فإن الفيض الضوئى لمصباح هاليد معدنى قدرته 400w يساوى

Ø = 28500 Lm

- من الجدول (١-٢٣) فإن الاستضاءة المتوسطة لقسم التشكيل بالنفخ فى مصنع زجاج يساوى.

E=300 lux



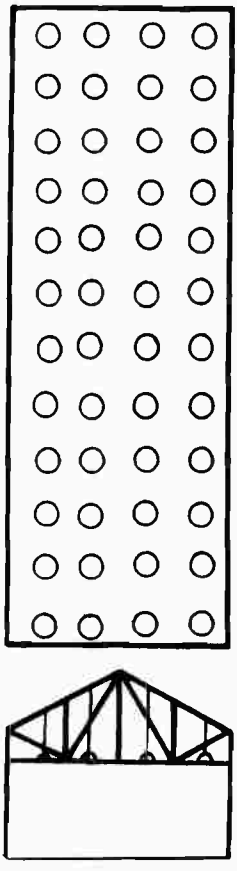
الشكل (١-٦٣)

وفيما يلى نموذج الحسابات المستخدم بطريقة BZ.

ويلاحظ من هذا النموذج أن النسبة المحسوبة $\frac{S}{Hm}$ تساوى 0.59، وهى أقل من المعطاة فى الجدول (١-١٢)، والتى تساوى 1.0 لتعطى توزيع إضاءة منتظم بمعدل 81%؛ لذلك فإن توزيع وحدات الإضاءة مقبول. كما أن الاستضاءة المتوسطة المحسوبة Ee=297Lux، والتى تساوى تقريباً الاستضاءة المطلوبة E=300Lux لذلك فإن التصميم المقترح جيد.

المشروع	قسم التشكيل والنفخ بمصنع زجاج	
عرض الغرفة (m)	W	20m
طول الغرفة (m)	L	72m
مساحة الغرفة (m^2)	A	144 $0m^2$
الارتفاع الكلى (m)	H_t	11m
ارتفاع التعليق (m)	Hs	0m
ارتفاع وحدة الإضاءة من سطح العمل (m)	$H_m = H_t - Hs - 0.85$	10.15
دليل الغرفة	$Kr = \frac{LW}{H_m (L+W)}$	1.54
معامل انعكاس السقف	ρC من الجدول (١-٦)	0.5
معامل انعكاس الحائط	ρw من الجدول (١-٦)	0.5
معامل انعكاس الأرضية	ρF من الجدول (١-٧)	0.2
عدد المصابيح فى وحدة الإضاءة	n	1
معامل الاستخدام	U_F من الجدول (١-١٢)	0.59
معامل الاتساخ	F من الجدول (١-٨)	1.78
معامل التصحيح	k من الجدول (١-١٢)	1.00
نوع المصباح وقدرته		هاليد معدنى / 400w
الفيض الضوئى للمصباح Lm	ϕ من الجدول (١-١٧)	28500Lm
الاستضاءة المطلوبة	E من الجدول (١-٢٣)	300Lux
عدد وحدات الإضاءة المحسوبة	$N = \frac{EAF}{\phi n U_f K}$	45.7 → 46 → 48
عدد وحدات الإضاءة الطولية	$\sqrt{\frac{LN}{W}}$	13.1 → 12
عدد وحدات الإضاءة العرضية	$\sqrt{\frac{WN}{L}}$	3.65→ 4
النسبة S/H_m والمحسوبة	$\frac{S}{H_m} = \sqrt{\frac{A}{N}} / H_m$	0.59
الاستضاءة المحسوبة	$Ee = \frac{N \phi n U_F K}{A F}$	297Lux

والشكل (١-٦٤) يعرض المسقط الأفقى والرأسى لقسم التشكيل والنفخ بمصنع الزجاج بعد تعليق وحدات الإضاءة؛ علماً بأنه يستخدم أعمدة لتعليق هذه الوحدات.



الشكل (١-٦٤)

١ / ٨ - الإضاءة الغامرة Flood lighting

تستخدم كشافات الإضاءة الغامرة فى :

١- إضاءة وجهات المبانى والنصب التذكارية.

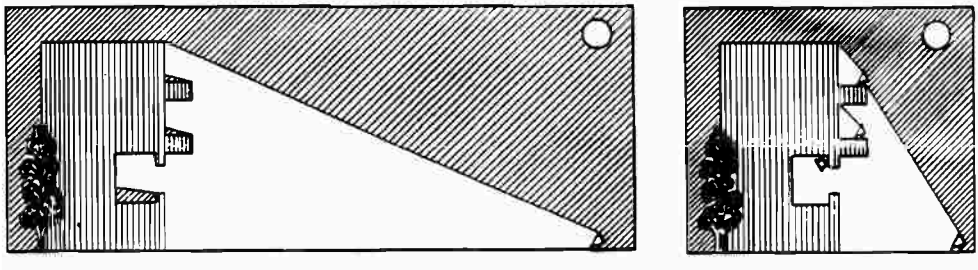
٢- إضاءة الشجر.

٣- إضاءة الملاعب الرياضية.

٤- إضاءة الميادين والمساحات الكبيرة فى المطارات والموانى ... إلخ.

وفى هذا الكتاب سنتناول الإضاءة الغامرة المستخدمة فى إضاءة وجهات المبانى والشجر والنصب التذكارية لإبراز النواحى الفنية والجمالية.

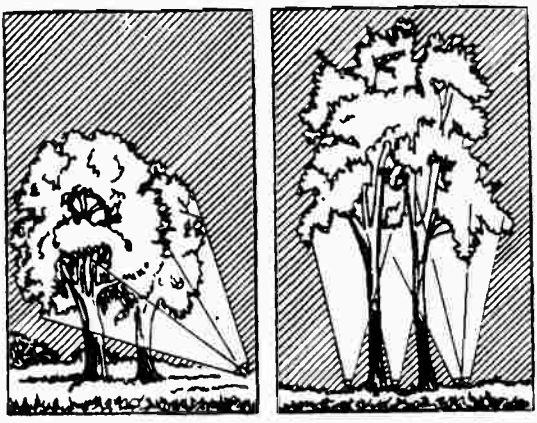
والشكل (١-٦٥) يوضح كيفية استخدام الإضاءة الغامرة فى إضاءة وجهات المبانى.



ب أ

الشكل (١-٦٥)

فالشكل (أ) يبين كيفية استخدام كشاف واحد فى غمر وجه المبنى بالإضاءة إذا توفرت مساحة كبيرة خالية أمام المبنى، أما الشكل (ب) فيبين كيفية استخدام أربعة كشافات لغمر وجه المبنى بالإضاءة إذا لم تتوفر مساحة كبيرة خالية أمام المبنى.



الشكل (١-٦٦)

والشكل (١-٦٦) يوضح كيفية استخدام الإضاءة الغامرة فى إضاءة الشجر.

والجدير بالذكر أن قيمة النصوع المطلوب على سطح المبنى المراد غمره بالضوء يعتمد على حجم المبنى، وكذلك على إضاءة خلفية المبنى والوسط المحيط به.

والجدول (١-٢٤) يعطى قيمة النصوع المتوسط المطلوب فى الإضاءة الغامرة لوجهات المبانى أو الشجر.

الجدول (١ - ٢٤)

نوع السطح المراد غمره بالإضاءة	النصوع المتوسط cd / m^2
مبنى أو نصب تذكارى منفرد	3:6.5
مبانى فى الشوارع أو الميادين:	
محاطة بمكان مظلم	6.5 :10
محاطة بمكان مضاء بإضاءة معتدلة	10:13
محاطة بمكان مضاء بإضاءة عالية	13:16

والمعادلة 1.5 تستخدم لتعيين قيمة الفيض الضوئى المطلوب لغمر مساحة بالضوء

$$\phi = \frac{\pi \bar{L} A}{\rho U_f} \rightarrow 1.5$$

وحيث إن :

الفيض الضوئى Lm	ϕ
النصوع Cd/m^2	$\bar{L}$
المساحة المطلوب غمرها بالضوء	A
معامل الانعكاس	ρ
معامل الاستخدام	UF
النسبة التقريبية 3.14	π

والجدول (١-٢٥) يعطى قيمة معامل الاستخدام UF تبعاً لنوع السطح المطلوب غمره بالضوء.

الجدول (١-٢٥)

نوع السطح	وجهات	مبانى صغيرة	الأبراج والمآذن
معامل الاستخدام U_f	0.4	0.3	0.2

والجدول (١-٢٦) يعطى قيمة معامل الانعكاس تبعاً لخامة المبنى .

الجدول (١-٢٦)

نوع الخامة	طوب أبيض لامع	رخام أبيض	طلاء فاتح	طلاء غامق	حجر رملى فاتح	حجر رملى غامق	طوب فاتح	طوب غامق	خشب فاتح	خشب غامق او جرانيت	خرسانة أو حجر رملى مترب
معامل الانعكاس	0.85	0.6:0.65	0.35:0.55	0.2:0.3	0.3:0.4	0.15:0.25	0.3:0.4	0.15:0.25	0.3:0.5	0.1:0.25	0.05.0.1

والجدول (١-٢٧) يبين المسافة بين كشاف الإضاءة الغامرة والمبنى تبعاً لزاوية حزمة أشعة الكشاف لأنواع مختلفة من المباني المراد غمرها بالضوء.

الجدول (١-٢٧)

نوع المبنى المراد غمره	المسافة بين الكشاف والمبنى (m)	زاوية حزمة الأشعة
مبنى مكون من طابقين أو ثلاثة مغمور بإضاءة من كشاف مثبت على عمود الشارع	3-9	واسعة
مبنى مغمور بإضاءة من كشاف موضوع على الأرض مساحته اقل من $280m^2$	0.6 : 15 15:30 30: 45	واسعة متوسطة ضيقة
مبنى مساحته اكبر من $280m^2$	15:30 30:45	واسعة متوسطة
مبنى مساحته اكبر من $280m^2$ واقل من $930m^2$	45:90	ضيقة
مبنى مساحته اكبر من $930m^2$	45:90	متوسطة
إضاءة الأعمدة والمآذن والأشجار	0.6:30	ضيقة

وحيث إن :

حزمة الأشعة ضيقة Narraw beam بزاوية أقل من $19° > \delta$

حزمة الأشعة متوسط Intermidiate بزاوية $19° < \delta < 35°$

حزمة الأشعة واسعة Wide beam بزاوية $\delta > 36°$

حيث إن :

δ زاوية الأشعة

ويجب أن تكون زاوية ميل الأشعة المنبعثة من كشاف الإضاءة الغامرة تتراوح ما بين **45:90°** على اتجاه الرؤية.

ويجب اختيار نوع مصباح الكشاف تبعاً للون المبنى فينصح باستخدام مصابيح الهالوجين للمبانى المائلة للحمرة، ومصابيح الهالوجين أو الصوديوم للمبانى المائلة للصفرة. ومصابيح بخار الزئبق ذات الضغط العالى، أو مصابيح الهاليد المعدنى للمبانى ذات الألوان الخضراء أو الزرقاء.

مثـــال :

واجهة بنك إسلامى طولها 27m، وارتفاعها 10m مصنوعة من رخام غامق والمطلوب غمرها بالضوء؛ علماً بأن البنك محاط بمكان مضيء بإضاءة معتدلة، كما أنه يوجد مساحة خالية أمام البنك طولها 4m يمكن استغلالها فى وضع كشاف الإضاءة الغامرة.

ولتصميم الإضاءة الغامرة لواجهة البنك نتبع الخطوات التالية :

- من الجدول (١-٢٤) فإن درجة النصوع المطلوبة تساوى $L=13cd/m^2$
- من الجدول (١-٢٥) فإن معامل الاستخدام تساوى $U_F = 0.4$
- من الجدول (١-٢٦) فإن معامل الانعكاس تساوى $\rho= 0.6$

وبالتالى فإن الفيض الضوئى المطلوب لغمر واجهة البنك تساوى

$$\phi = \frac{\pi L\, A}{\rho\, U_F}$$

$$= \frac{3.14x13x27x10}{0.6 \times 0.4} = 45922Lm$$

ومن الجدول (١-٢١) فإن مصباح الصوديوم الذى قدرته **400w** كافٍ لغمر هذه الواجهة؛ علماً بأن زاوية حزمة أشعة الكشاف المستخدم يجب أن تكون واسعة [ارجع للجدول (١-٢٧)].

والجدير بالذكر أن ضبط زاوية إمالة الكشاف على الأرض تتم بالمحاولة والخطأ أثناء تركيب الكشاف وتوصيله بالتيار الكهربى، ونستنتج من ذلك أنه يمكن استخدام كشاف بمصباح صوديوم قدرته 400w، وبشعاع بحزمة ضوئية واسعة .