

الباب الأول
إضاءة المنشآت المختلفة

obeikandi.com

إضاءة المنشآت المختلفة

١-١ أهم المصطلحات الفنية المستخدمة في الإضاءة

فيما يلي أهم المصطلحات الفنية المستخدمة في الإضاءة:

أ - الفيض الضوئي (ϕ) **Luminous Flux**

وهو كمية الشعاع الضوئي المنبعث من المصدر الضوئي في الثانية بوحدة

الليومين (Lumen (Lm)

ب - الكفاية الضوئية (η) **Luminous Efficacy**

وهي النسبة بين الفيض الضوئي للمصدر الضوئي وقدرة المصدر الضوئي ونحصل

عليها من المعادلة 1.1

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

فإذا كان الفيض الضوئي لمصباح متوهج قدرته 100w هو 1200 W فإن الكفاية

الضوئية تساوى .

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

ج - الاستضاءة (**E**) **Illuminance**

وتعرف على أنها الفيض الضوئي الساقط عمودياً على وحدة المساحات ووحدتها

(Lux) والتي تساوى (Lm/w^2) ونحصل عليها من المعادلة 1.2

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

حيث إن :

A مساحة السطح العمودي على الأشعة الضوئية m^2

د - شدة الاستضاءة (I) Luminous Intensity

ونعرف شدة استضاءة مصدر ضوئي موضوع عند مركز كرة بأنها النسبة بين الفيض الضوئي على سطح الكرة والزاوية الفراغية W للكرة ، والتي تساوي 4π ، ونحصل عليها من المعادلة 1.3

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

حيث إن :

I شدة الاستضاءة بالشمعة (cd)
 ϕ الفيض الضوئي (Lm)

هـ - النصوص (L) Luminance :

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

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

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

د - دليل ثبات الألوان General colour rendering Index

ويعرف هذا الدليل بأنه استطاعة المصدر الضوئي 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 .

٢ / ١ - شروط الإضاءة الجيدة في المباني

فيما يلي أهم الشروط الواجب توافرها في الإضاءة داخل المباني لتعطي المناخ المناسب للرؤية الطبيعية والمريحة :

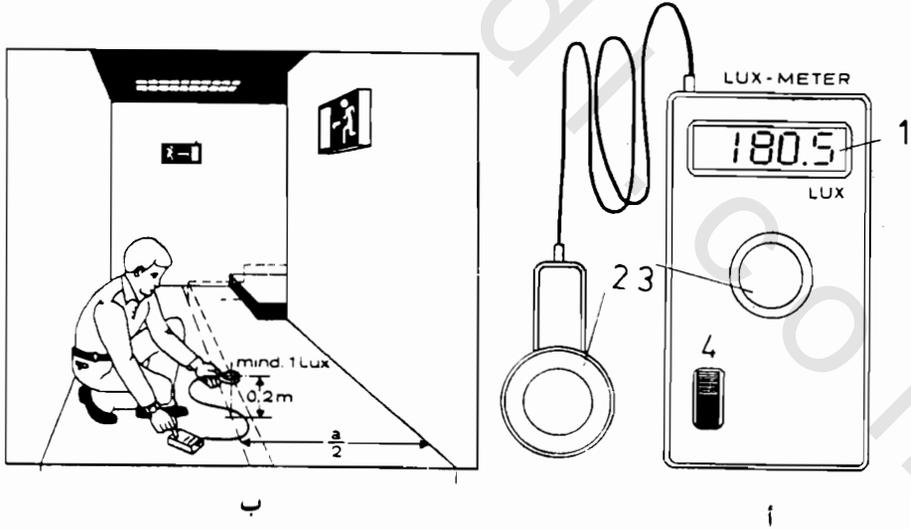
١ - أن تكون الإضاءة مجانسة داخل الغرفة الواحدة، بحيث لا توجد مناطق بها ظل نتيجة لأجزاء الأثاث الموجودة ويمكن تحقيق ذلك بالتوزيع الجيد لوحدة الإضاءة.

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

٣ - ينصح بعدم استخدام مصابيح بدون وحدات إضاءة Luminiars لتجنب إجهاد العين ، نتيجة لوجود نصوص 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 مسقطاً أفقياً لأحد أجهزة قياس الاستضاءة (أ) وطريقة استخدام الجهاز لقياس الاستضاءة (ب)



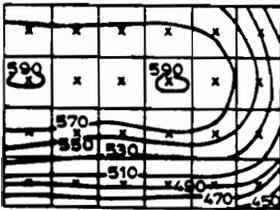
الشكل (١ - ١)

حيث إن :

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

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 $a \times b$ حيث إن a و b تتراوح ما بين (0.5 : 2m) . والشكل (ب) يبين طريقة وضع قراءات القياس على الرسم البياني للغرفة . والشكل (ج) يوضح طريقة عمل خطوط تساوى الاستضاءة Isolux للغرفة علماً بأن الاستضاءة المتوسطة فى هذه الحالة تساوى :

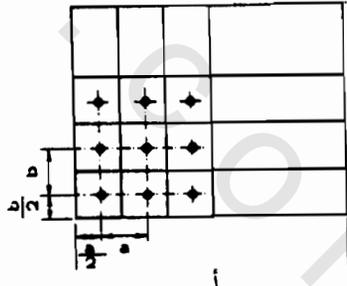
$$E = \frac{572+591+\dots+468}{24} = 528 \text{ Lux}$$



ج

572	572	572	572	565	531
591	585	585	591	584	549
569	563	563	569	563	530
530	502	502	503	497	468

ب



ا

الشكل (١ - ٢)

والجدير بالذكر أن الطريقة التي شرحناها لتعيين الاستضاءة المتوسطة لغرفة تسمى بقياسات الموقع وهي 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 ، وفى 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 الكهربائية هي مصادر الإضاءة الصناعية حيث تقوم بتحويل القدرة الكهربائية إلى قدرة ضيائية ، ويوجد أنواع متعددة من المصابيح الكهربائية تختلف فيما بينها فى الشكل ، وفى نظرية عملها ، ويمكن تقسيم المصابيح الكهربائية بصفة عامة إلى :

أ - المصابيح الفتيلية ويندرج تحتها ما يلي :

١- المصابيح المتوهجة .

٢- مصابيح التانجستين .

٣- المصابيح العاكسة .

ب - مصابيح التفريغ الغازى ويندرج تحتها ما يلي :

١- مصابيح الفلورسنت Flourescent lamps

٢- مصابيح الزئبق ذات الضغط العالى HPM

٣- مصابيح الصوديوم ذات الضغط العالى HPS

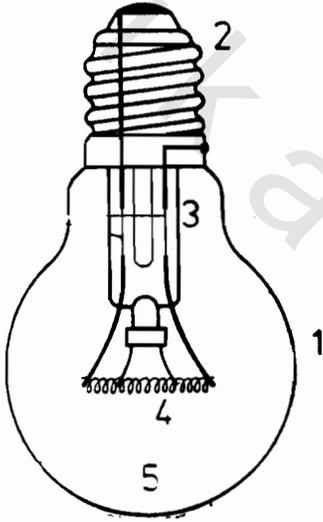
٤- مصابيح الهاليد المعدنى Metal Halide lamps

٥- مصابيح الصوديوم ذات الضغط المنخفض SOX

٦- مصابيح الضوء المختلط Blended light lamp

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

الشكل (٣-١) يعرض مسقطاً رأسياً لمصباح متوهج ويتكون من غلاف زجاجي بصليبي 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 الحامل الموجود (5) داخل المصباح على منع تبخر معدن الفتيلة ومنع أكسدتها عن درجات الحرارة العالية .



الشكل (١ - ٣)

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

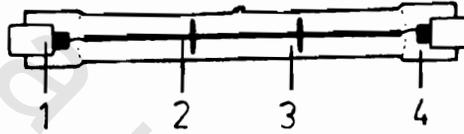
وتعتبر المصابيح المتوهجة منخفضة الجودة إذ أن الكفاية الضوئية لهذه المصابيح تتراوح ما بين (10:15LM/W)، ويصل عمرها 1000 ساعة تشغيل ، فى حين يصل دليل ثبات الألوان لهذه المصابيح 100 أى أن الألوان تظهر كما هى عند استخدام هذه المصابيح .

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	730	960	1380	2220	3150	5000	8400	18800
Lm								
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 الحامل الموجود بداخل المصابيح . 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 الكفاءة الضوئية له ، والتي 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 .

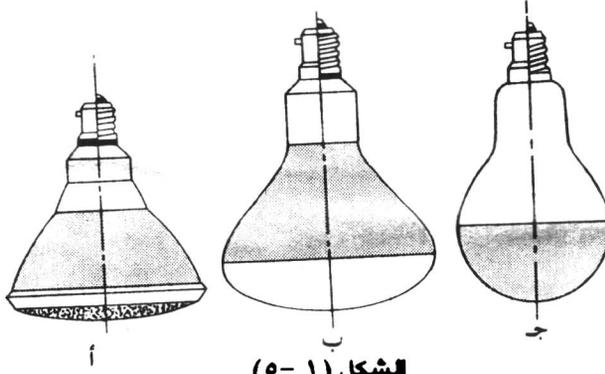


الشكل (١-٤)

- 1 طرف معزول للمصباح .
- 2 فتيلة من التانجستين
- 3 غاز الهالوجين .
- 4 غلاف من الزجاج له مقاومة شديدة للتصدد 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 (١) 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 العامة .

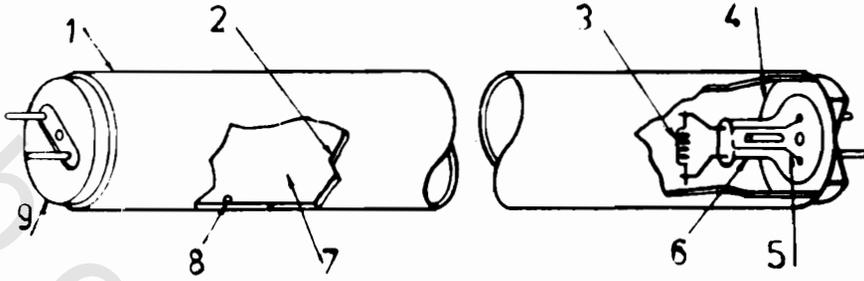
الجدير بالذكر أنه توجد أنواع من هذه المصابيح تكون بعدسات ملونة وتستخدم فى الديكورات .

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 (الملغج) .

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

الشكل (٦-١) يعرض قطاعاً في مصباح فلورسنت



الشكل (٦-١)

حيث إن :

- 1 أنبوبة زجاجية على شكل مستقيم وأحياناً تكون مستديرة أو على شكل U
 - 2 طبقة داخلية من الفوسفور لتحويل الأشعة فوق البنفسجية إلى أشعة مرئية
 - 3 الكاثود ويصنع من فتيلة من التانجستين
 - 4 أنبوية إخراج الهواء أثناء التصنيع واستبداله بغاز خامل
 - 5 أسلاك توصيل الكاثود مع قاعدة المصباح
 - 6 قاعدة زجاجية للكاثود
 - 7 غاز خامل وعادة يكون أرجون
 - 8 قطرة من الزئبق
 - 9 قاعدة المصباح
- فعند مرور التيار الكهربى فى فتائل التانجستين ترتفع درجة حرارتها إلى 100 درجة مئوية فيحدث تفرغ 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 للأنبوية الزجاجية للمصباح . وتعد مصابيح الفلورسنت البيضاء هى أكثر المصابيح الفلورسنت

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

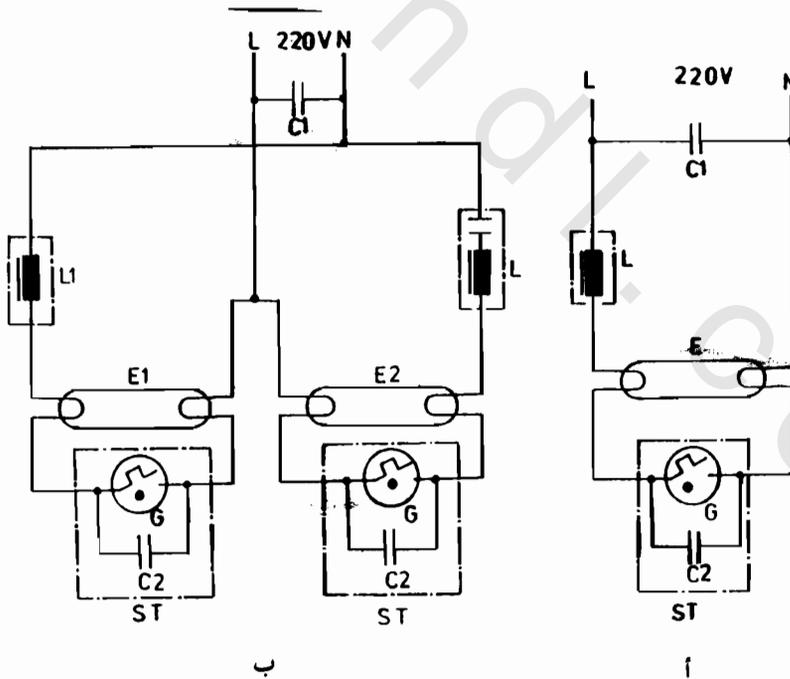
الجدول (٢-١)

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 يلي :

أولاً: دوائر المصابيح الفلورسنت ذات التسخين المسبق .

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



الشكل (٧-١)

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

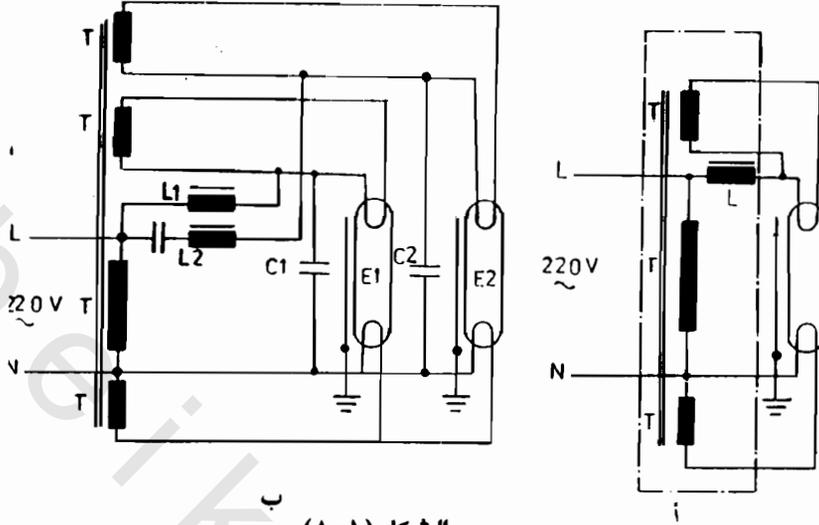
C ₁	مكثف لتحسين معامل قدرة المصباح
C ₂	مكثف لتقليل تداخل الراديو أثناء بدء المصباح
G	مفتاح متوهج
St	بادئ
E	المصباح
L	ملف خانق

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 E₂ 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 .



ب
الشكل (٨-١)

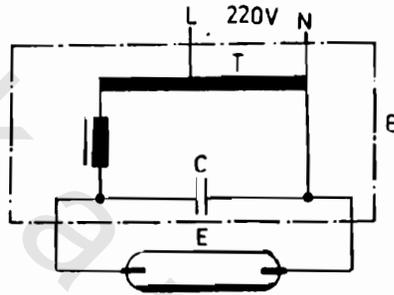
فالشكل (أ) يعرض دائرة تشغيل مصباح فلورسنت سريع البدء ، وتتكون من محول بملفين ثانويين T وملف خانق L، ويوصل كل ملف ثانوي للمحول بالتوازي مع فتيلة للمصباح الفلورسنت ، وذلك من أجل تسخين الفتيلة .

والجدير بالذكر أن مصابيح الفلورسنت سريعة البدء لا تحتاج لبادئ تقليدي st كالمستخدم في مصابيح الفلورسنت ذات التسخين المسبق ، ولكن تحتاج لشريط إشعال خارجي ، وهو عبارة عن شريط يمدد بالتوازي مع المصباح وموصل بالأرضي ، ويكون عرض هذا الشريط 25 mm، ويوضع على مسافة 18: 25 mm من المصباح وهو يعمل على إزالة المجال الكهربى بين الفتائل . وعادة تكون مصابيح الفلورسنت سريعة 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 سريعاً البدء موضوعين داخل وحده إضاءة واحدة ، ويلاحظ وجود فرق فى الوجه بين المصباح E1 والمصباح E2 الأمر الذى يمنع حدوث ظاهرة الارتعاش .

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

ثالثاً - دوائر مصابيح الفلورسنت اللحظية البدء :

الشكل (٩-١) يعرض دائرة مصباح فلورسنت لحظى البدء ويلاحظ أن المصباح له قاعدتين كل منهما 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 العازى داخل أنبوبة المصباح وعند حدوث التفريغ العازى يقوم الملف الخانق بتقليل الجهد على طرفى المصباح ليصبح مساوياً للجهد المقنن للمصباح ويقوم المكثف C بتحسين معامل قدرة المصباح .



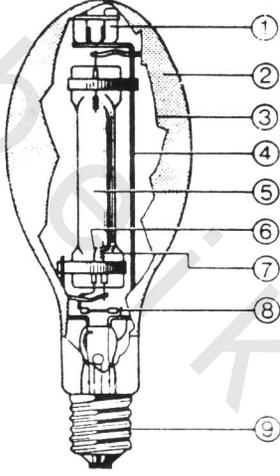
الشكل (٩-١)

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 بالمصباح يحدث انهيار كهربى فى الفجوة الهوائية الموجودة بين القطب المساعد والقطب الأساسى المجاور له يؤدي إلى حدوث تفريغ توهجى يعمل على إحداث تأين لغاز الأرجون؛ الأمر الذى يؤدي 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، وينطفئ 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:



الشكل (١-١٠)

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

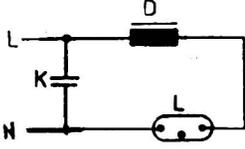
وتتوفر مصابيح الزئبق ذات الضغط العالى فى صورتى وهما:

أ - مصباح زئبق ببصيلة شفافة، ويعطى ضوء لونه أبيض مائل للزرقة؛ علماً بأن هذا الضوء لا يحتوى على أشعة حمراء، الأمر الذى يؤدي لظهور الأجسام ذات اللون الأحمر بمظهر معتم، وتتراوح الكفاية الضيائية لهذه المصابيح ما بين $40:50 \text{Lm/w}$ 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 إضاءة المصانع والورش .

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



الشكل (١١-١)

حيث إن :

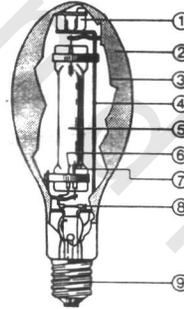
K مكثف لتحسين معامل القدرة

D ملف خانق

L المصباح

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 (١٢-١) يعرض قطاعاً فى مصابيح صوديوم ضغط عالى .



الشكل (١٢-١)

حيث إن :

1 ركيزة على شكل ياب للمحافظة على وضع

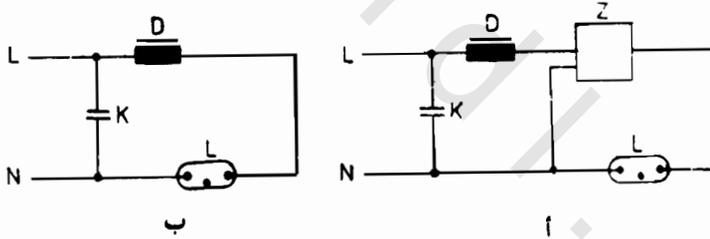
أنبوبة التفريغ

2 موصلات توصيل

3 بصيلة مصنوعة من الزجاج القاسى

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

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



الشكل (١٣-١)

حيث إن:

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

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

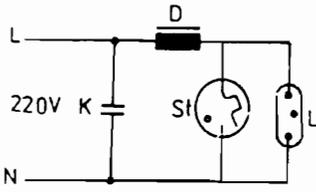
وطريقة التوصيل المبينة بالشكل (ب) تستخدم مع المصابيح البصيلية أو الأنبوبية التي تتراوح قدرتها ما بين 150:1000w.

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

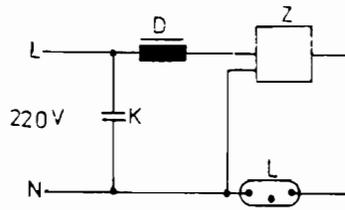
١/٣/٦ - مصابيح الهاليد المعدني

يتشابه تركيب مصابيح الهاليد المعدني مع تركيب مصابيح الزئبق عدا أن أنبوبة التفريغ الزئبقية تستبدل بأنبوبة تفريغ هاليد معدني، وتحتوي على واحد أو أكثر من الهاليدات المعدنية مثل يوديد الصوديوم بالإضافة إلى الزئبق، فعند توصيل جهد عالٍ بالمصباح من وحدة بدء إلكترونية يحدث تفريغ متوهج بين القطب المساعد والقطب الرئيسي، وسرعان ما يتحول إلى تفريغ قوسى بين القطبين فى الغاز الحامل، ثم ينتقل إلى بخار الزئبق، وأخيراً ينتقل إلى بخار الهاليد المعدني، ويمكن التمييز بين مصباح الهاليد المعدني ومصباح بخار الزئبق ذات الضغط العالي والذى له نفس القدرة فى أن أنبوبة التفريغ لمصباح الهاليد المعدني 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.

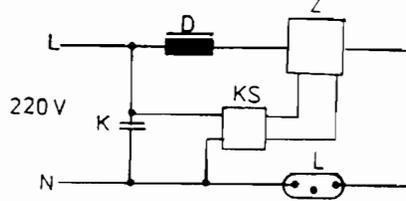
والشكل (١-١٤) يبين الدوائر المختلفة لتوصيل مصابيح الهاليد المعدنية.



ب



ا



ج

الشكل (١-١٤)

حيث إن :

K	مكثف تحسين معامل القدرة
KS	مفتاح تأخير زمني
D	ملف خائق
L	مصباح هاليد معدني
St	بادئ متوهج
Z	وحدة بدء إلكترونية

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

الجدول (١ - ٣)

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

والجدير بالذكر أن مصابيح الهاليد المعدني 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 العالي غير أن طول هذه الفترات في حالة مصابيح الهاليد المعدني أكبر من مثيلاتها في حالة مصابيح الزئبق.

١/٣/٧ - مصابيح الصوديوم ذات الضغط المنخفض

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



الشكل (١٥-١)

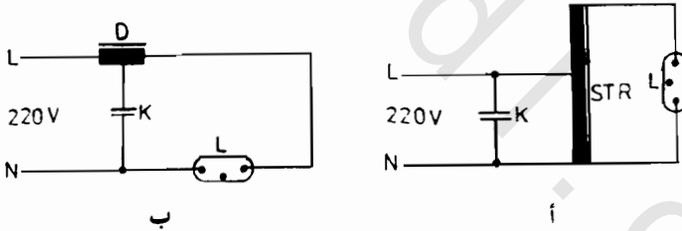
ويتكون من أنبوبة تفريغ على شكل U (أ) موضوعة داخل أنبوبة زجاجية مفرغة (2)، ويوجد على أطراف أنبوبة التفريغ فتيلتان مكسيتان بمادة إنبعائية، وعند

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

والجددير بالذكر أن الأنبوبة الزجاجية تحافظ على درجة حرارة أنبوبة التفريغ عند 270C ، حيث تكون مغطاة من الداخل بطبقة رقيقة من أكسيد الأندريوم الذي 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 ضوءه، أما عمر المصباح فيصل إلى 15000 ساعة تشغيل في حين أن الكفاية الضوئية لهذا المصباح تتراوح ما بين (110:220Lm/w)، ويلاحظ أنها تمثل أعلى كفاية ضوئية لمصابيح التفريغ الغازي.

وتستخدم هذه المصابيح عادة في إضاءة الشوارع.

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



الشكل (١٦-١)

حيث إن:

- K مكثف تحسين معامل قدرة
T محول ذاتي

D

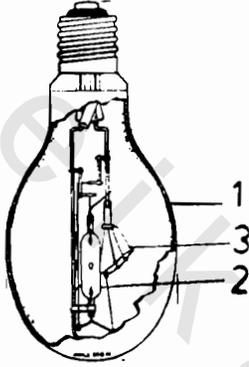
ملف كابح

L

مصباح تفرغ غازي

١/٣/٨- مصابيح الضوء المختلط

الشكل (١-١٧) يعرض التركيب الداخلي لمصباح الضوء المختلط،



الشكل (١-١٧)

ويتكون من بصيلة مبطنة بمادة فوسفورية (1) وتحتوي بداخلها على أنبوبة التفريغ الزئبقية 2 وتوصل هذه الأنبوبة بفتيلة تانجستين 3 تعمل ككابح، لذلك فإن مصباح الضوء المختلط لا يحتاج لوحدة كبح خارجية.

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 المصباح إلى (25lm/w) ويصل عمر هذه المصابيح إلى 6000 ساعة تشغيل.

وتستخدم هذه المصابيح بدلاً من المصابيح المتوهجة فيمكن استبدال مصباح متوهج بأخر 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 النضوع وصولاً 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 $IP_{x.y}$ ، حيث إن x,y أعداد، أما x فيمثل الرقم المميز لدرجة الحماية ضد تسرب المواد الصلبة داخل وحدة الإضاءة؛ فى حين أن y لا يمثل الرقم المميز لدرجة الحماية ضد تسرب الماء داخل وحدة الإضاءة .
- والجدول (١-٤) يعطى القيم المختلفة لكل من x,y ومدلولاتها .

الجدول (٤-١)

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

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

الجدول (٥-١)

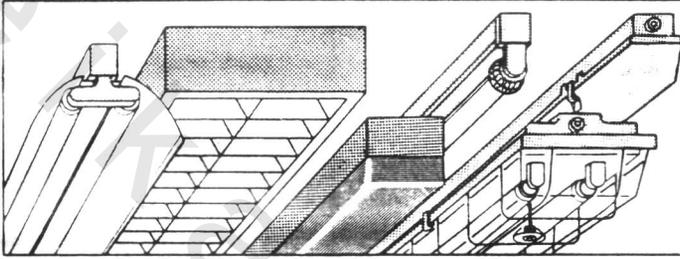
المكان	معلومات إضافية	درجة الوقاية	الدرجة	متطلبات أخرى
إضاءة الأماكن الداخلية بدون أى متطلبات			IP20	
الأماكن الرطبة والمبللة ثم الحمامات	عادي	حماية من القطرات	IP21	
	فى منطقة دش الاستحمام	حماية من الطرشة	IP44	
التركيبات الخارجية (إضاءة الشوارع)		بحماية من المطر	IP23	بحماية من الاهتزازات والصدمات
الأماكن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

١ / ٤ / ١ - وحدات إضاءة الفلورسنت

تستخدم وحدات الإضاءة الفلورسنت فى المنشآت المكتبية والمحلات التجارية وغرف الاجتماعات والفنادق والمستشفيات ، 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 (١٨-١) يعرض نماذج مختلفة لوحدة إضاءة فلورسنت .



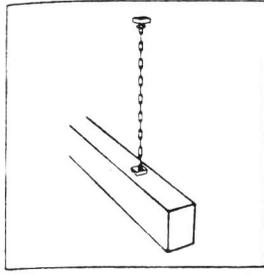
الشكل (١٨-١)

ويوجد عدة طرق لتثبيت وحدات إضاءة الفلورسنت وهم كما يلى :

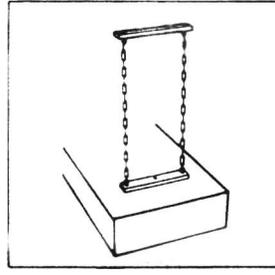
أ - التعليق بسلاسل :

الشكل (١٩-١) 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) .

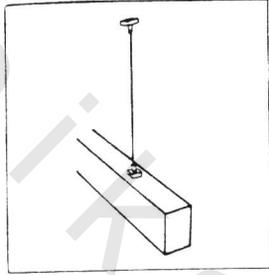
علماً بأن قطر السلك المصنوع به السلاسل الحلقية يساوى 1.5mm أو 2mm ، وقطر السلاسل الكروية يساوى 4.5mm .



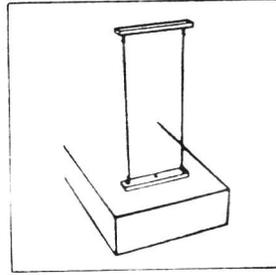
ب



أ



د



ج

الشكل (١٩-١)

ب- التعليق بحبل من الصلب :

لا يختلف التعليق

بحبل عن التعليق

بسلاسل عدا أنه

يستخدم حبل من

الصلب قطره 1mm .

والشكل (٢٠-١)

يعرض نموذجاً لسلسلة

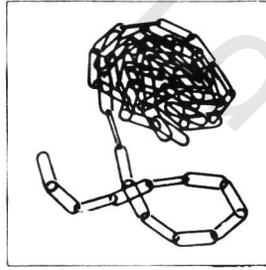
حلقية (أ)، ونموذجاً

لحبل من الصلب (ب) .

ج- التعليق بعمود :



ب



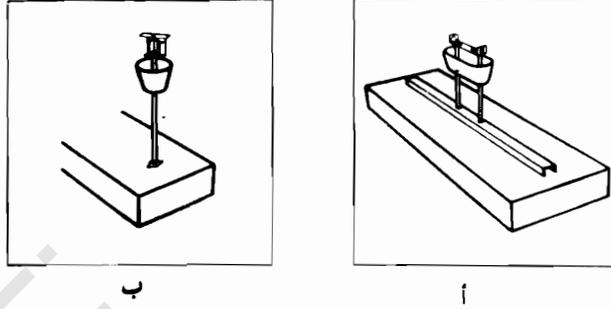
أ

الشكل (٢٠-١)

حيث تستخدم أعمدة من الصلب مطلية باللون الأبيض في تعليق وحدات إضاءة

الفلورسنت قطرها 13mm وأطولها تتراوح ما بين (30:60Cm) .

والشكل (٢١-١) يوضح طرق التعليق بأعمدة من الصلب .
والجدير بالذكر أن هذه الأعمدة تشبه بحد كبير أعمدة الصلب المستخدمة في
تعليق مراوح السقف .

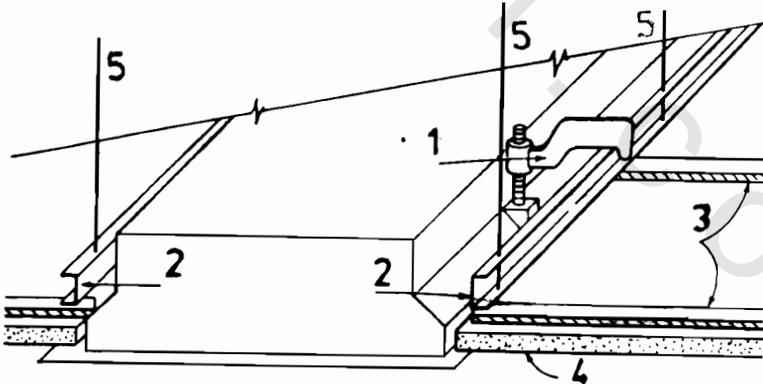


الشكل (٢١-١)

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

د- التثبيت في الأسقف المعلقة Suspended Ceilings

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

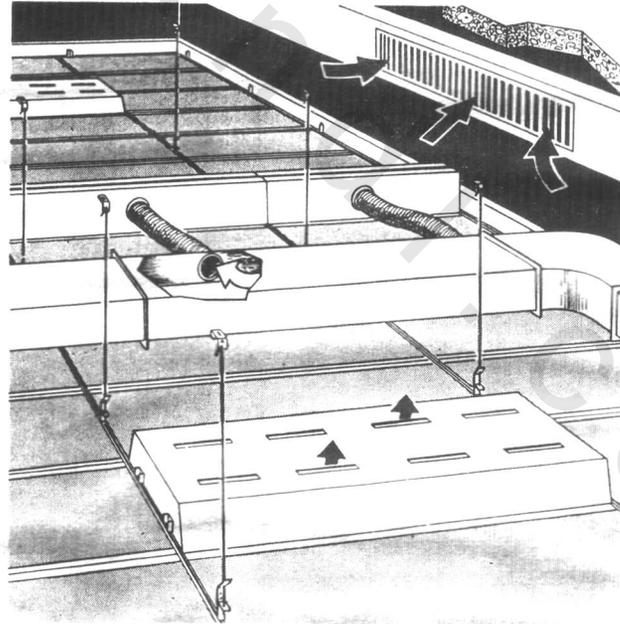


الشكل (٢٢-١)

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 جمالي للمكان ، بالإضافة إلى أنها تخفي قنوات أنظمة التكييف والشكل (٢٣-١) يعرض نموذجاً لسقف معلق يعمل على إخفاء قنوات التكييف بالإضافة إلى أنه يستخدم وحدات إضاءة فلورسنت مزودة بفتحات لإخراج هواء العادم .



الشكل (٢٣-١)

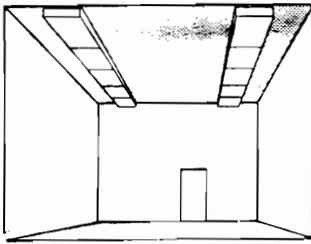
وفيما يلي أهم مميزات وحدات الإضاءة ذات مآخذ الهواء.

- 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.

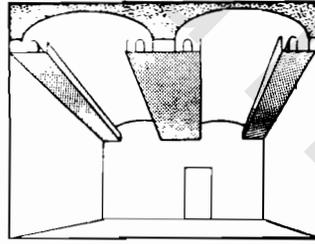
وهذه المميزات جعلت هذه الوحدات مناسبة للاستخدام في إضاءة الغرف الكبيرة.

هـ- التثبيت في الأسقف الأساسية

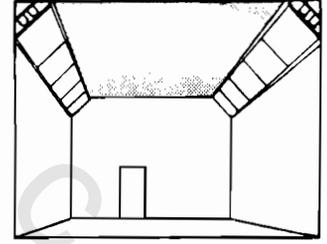
الشكل (٢٤-١) يعرض عدة طرق لتثبيت وحدات إضاءة الفلوروسنت في الأسقف الثابتة ففي حالة الأسقف المستوية يتم التثبيت مباشرة في السقف (الشكل أ) أو عند الأركان (الشكل ب) ، وفي حالة الأسقف التي على شكل أسنان منشار يتم التثبيت عند الأسنان (الشكل ج).



أ



ب

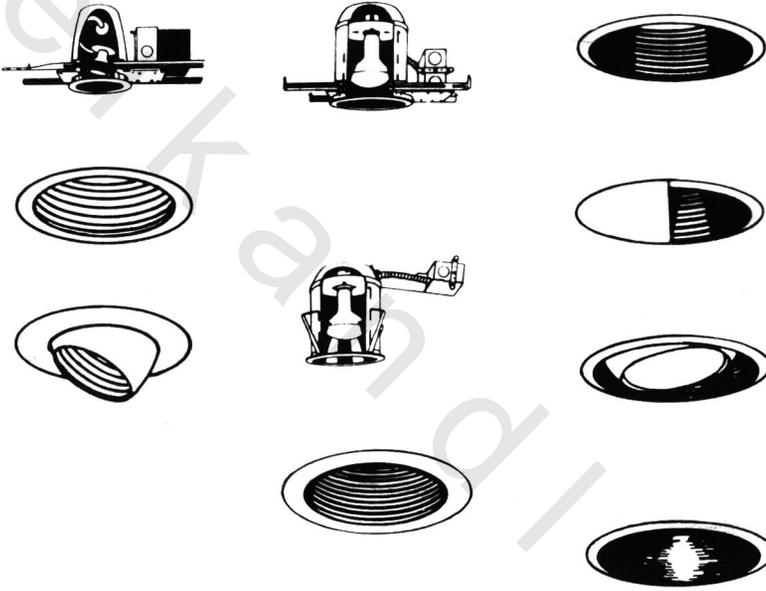


ج

الشكل (٢٤-١)

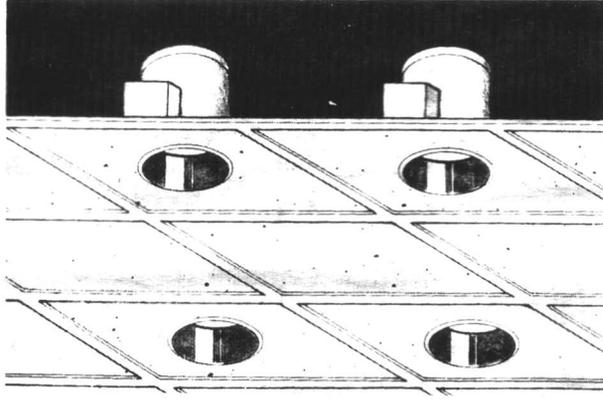
١ / ٤ / ٢ - وحدات الإضاءة الأسطوانية والموضعية

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.



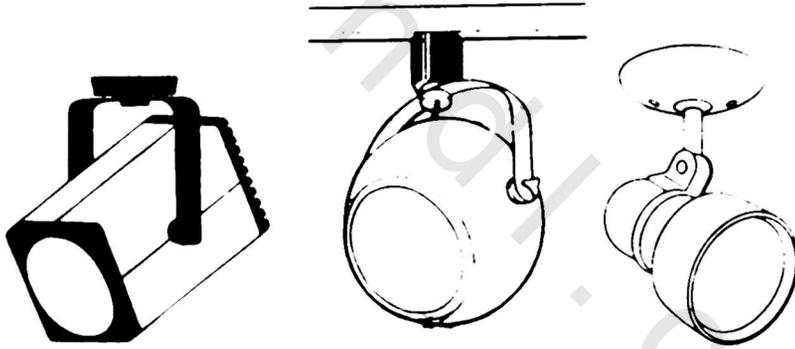
الشكل (١-٢٥)

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



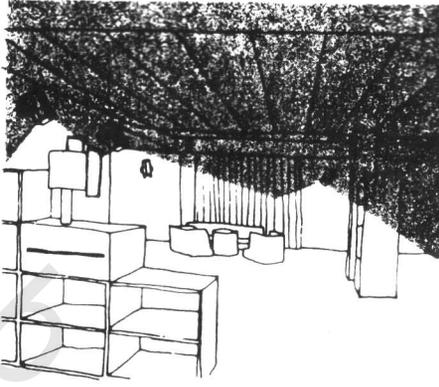
الشكل (١ - ٢٦)

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

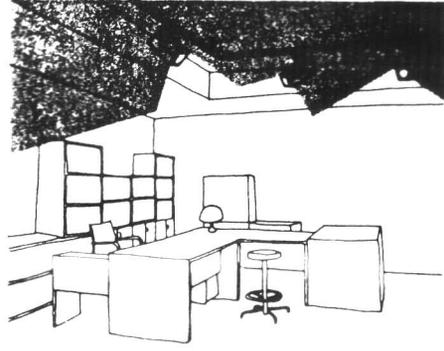


الشكل (١ - ٢٧)

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



ب



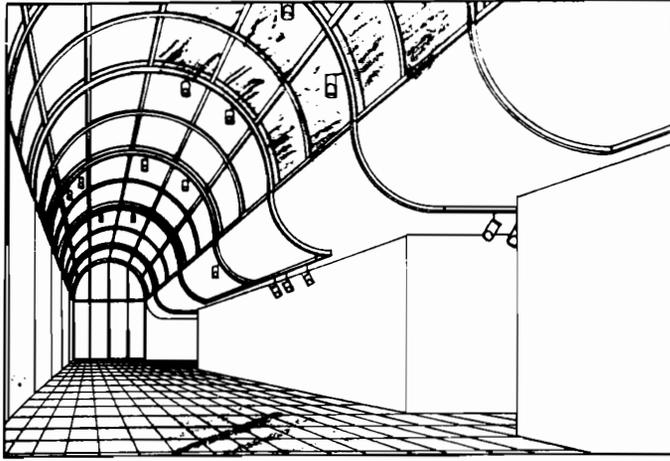
ا

الشكل (١ - ٢٨)

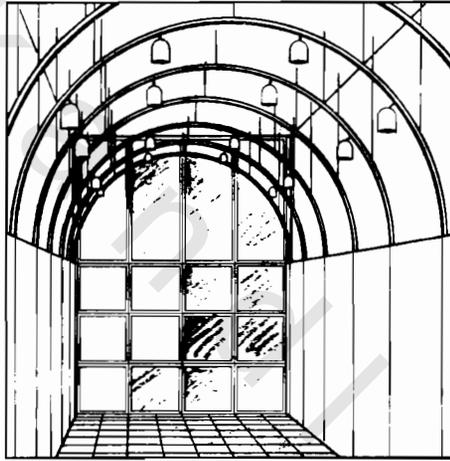
والجدير بالذكر أن مصممي الإضاءة يستخدمون وحدات الإضاءة الموضعية لاستكمال الديكور الخاص بالمكان والشكل (١ - ٢٩) يعرض نموذجين مختلفين يستخدمان وحدات إضاءة موضعية .

وتجدر الإشارة إلى أن وحدات الإضاءة الأسطوانية والموضعية تستخدم مصابيح متوهجة أو هالوجين أو مصباح هاليد معدني بقدرات تتراوح ما بين 10 : 250 W 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)، والثاني يستخدم وحدات إضاءة فلورسنت ووحدات إضاءة أسطوانية (الشكل ب) .

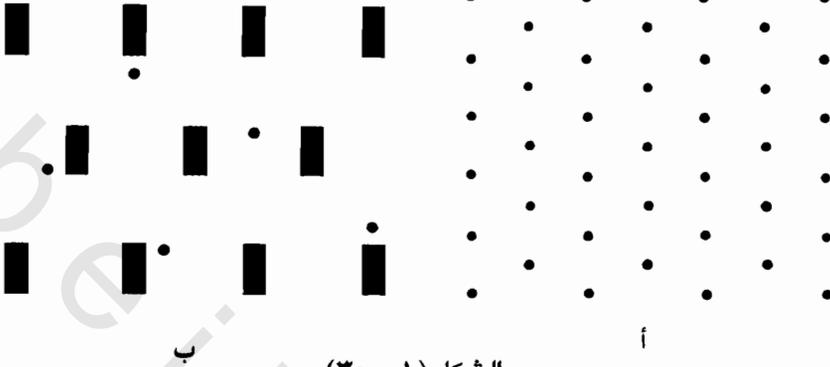


f



ب

الشكل (١ - ٢٩)



الشكل (١ - ٣٠)

١ / ٤ / ٣ - وحدات إضاءة الأماكن الصناعية.

يوجد عدة أنواع من وحدات إضاءة الأماكن الصناعية مثل :

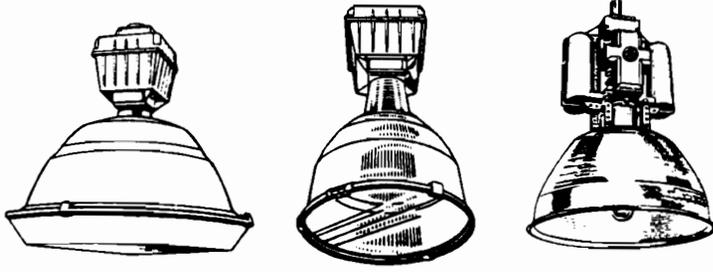
- وحدات إضاءة الأسقف العالية High - bay Luminaires ووحدات إضاءة فلورسنت ووحدات إضاءة متوهجة . أما وحدات إضاءة الأسقف العالية فتزود هذه الوحدات بعواكس مرآوية ضيقة الزاوية أو متسعة الزاوية، ويوضع فيها أحد مصابيح التفريغ الغازي التالية :- مصابيح الزئبق ذات الضغط العالي - مصابيح الصوديوم ذات الضغط العالي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

وهي تكون بدون غطاء زجاجي بدرجة حماية IP20 أو بغطاء زجاجي 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 ضوئي كبير من كل وحدة إضاءة .

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

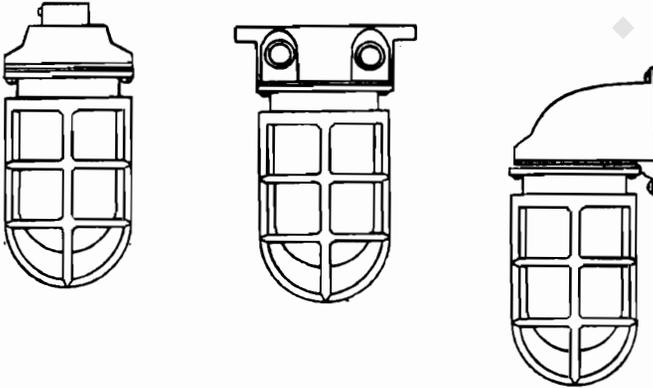


الشكل (١ - ٣١)

عيوب وحدات إضاءة الأسقف العالية :

- ١ - ظلال كبيرة واستضاءة رأسية منخفضة حيث تتأثر استضاءة الأماكن المضاءة بهذه الوحدات تأثراً بالغاً 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، والمستخدمه فى الأماكن المعرضة للانفجار، والمزودة بقفص معدنى . وأحياناً يستغنى عن القفص المعدنى إذا كان العطاء البلاستيكى المستخدم قوى ومتين ويتحمل الصدمات؛



علمًا بأن هذه الوحدات بمصابيح متوهجة .

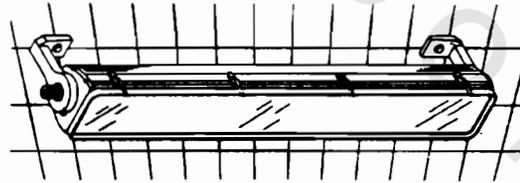
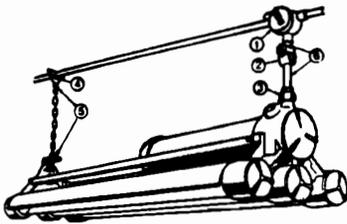
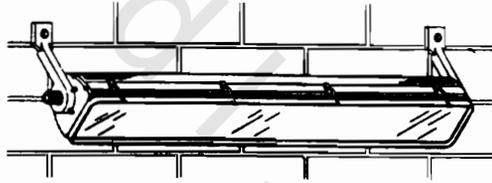
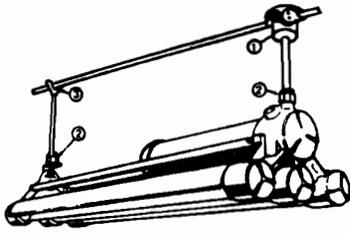
الشكل (١ - ٣٢)

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



الشكل (٣٣ - ١)

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



الشكل (٣٤ - ١)

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

١ / ٤ / ٤ - وحدات الإضاءة الخارجية

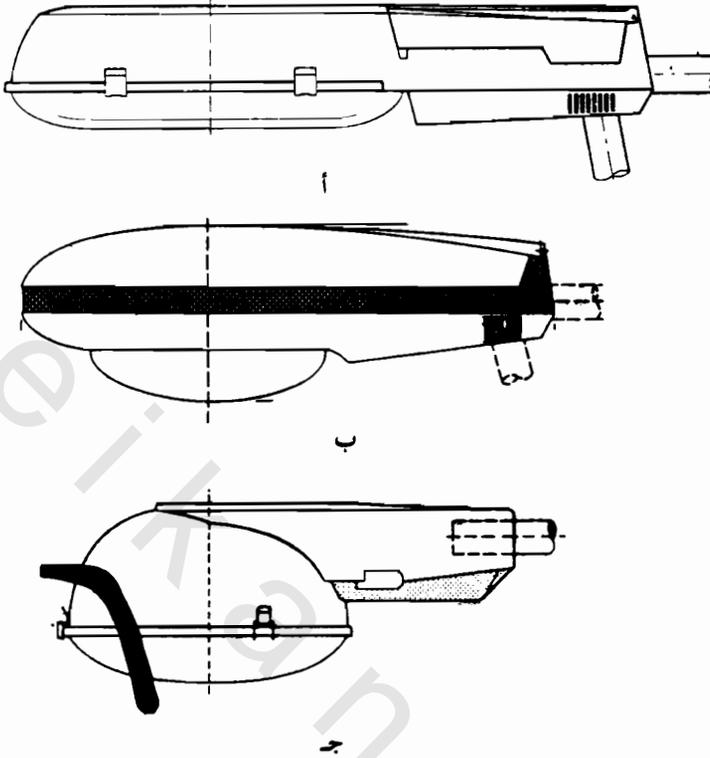
يوجد عدة صور من وحدات الإضاءة الخارجية منها :

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

أولا وحدات إضاءة الشوارع :

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

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



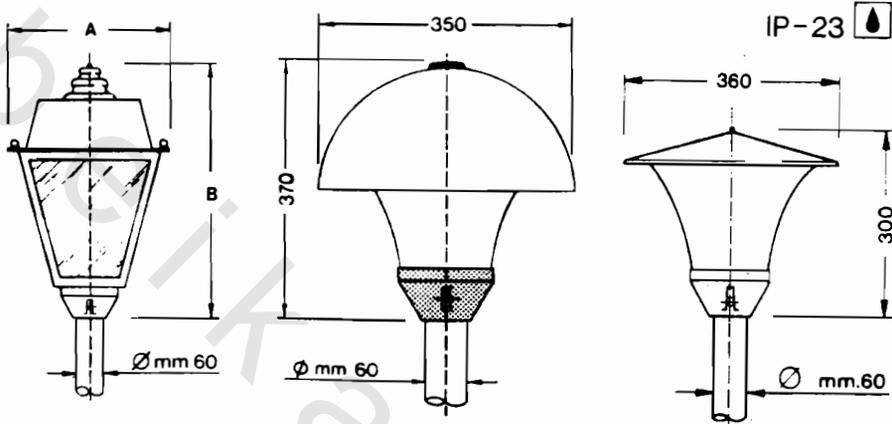
الشكل (١ - ٣٥)

فالشكل (أ) يعرض وحدة إضاءة شوارع تستخدم مصباح صوديوم ضغط منخفض أما الشكل (ب) فيعرض وحدة إضاءة شوارع تستخدم مصباح صوديوم ضغط عالي، أو مصباح زئبق ضغط عالي، أو مصباح هاليد معدني والشكل (ج) يعرض وحدة إضاءة شوارع تستخدم مصباح صوديوم ضغط عالي أو مصباح زئبق ضغط عالي؛ علماً بأن جميع هذه الوحدات لها درجة حماية لمكان وحدة البدء تساوي IP23 ودرجة حماية لغلاف المصباح تساوي IP54.

ثانياً وحدات إضاءة الحدائق :

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

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

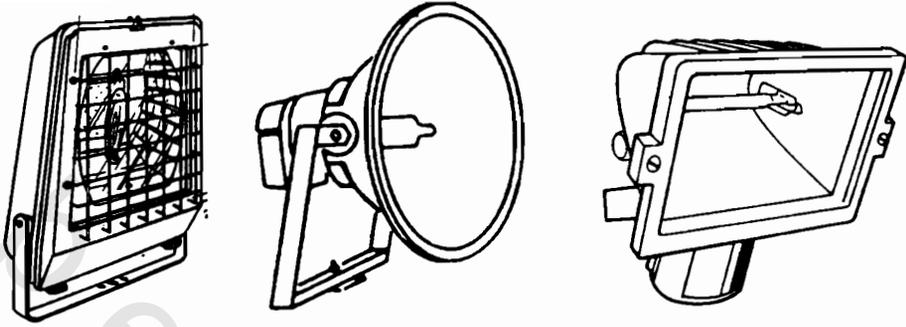


الشكل (١ - ٣٦)

ثالثاً: وحدات الإضاءة الغامرة Flood light

وتستخدم وحدات الإضاءة الغامرة فى إضاءة الأنفاق، والميادين، والملاعب الرياضية، ووجهات المباني، 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 لوحدة إضاءة غامرة فالشكل (أ) يعرض وحدة إضاءة غامرة تعمل بمصابيح هالوجين والشكل (ب) ، (ج) يعرض نموذجين لوحدة إضاءة غامرة تعمل بمصابيح صوديوم أو هاليد معدنى .



ج

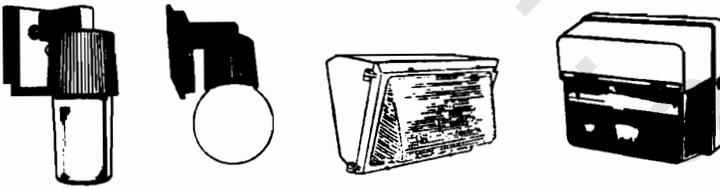
ب

أ

الشكل (١ - ٣٧)

رابعاً : وحدات إضاءة جوانب المباني 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 عالي . وهي تستخدم لإضاءة الممرات الضيقة في المنشآت المختلفة وإضاءة مداخل المنشآت، وكذلك إضاءة جوانب المباني والأسوار للأغراض الأمنية والجمالية .



الشكل (١ - ٣٨)

٥ / ١ - فن الإضاءة :

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

- المستشفيات

- المنشآت المكتبية .

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

١ / ٥ / ١ - إضاءة المنشآت المكتبية

إن جميع العاملين فى المكاتب يقضون وقتاً طويلاً فى يومهم وهم يقرؤون 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) .

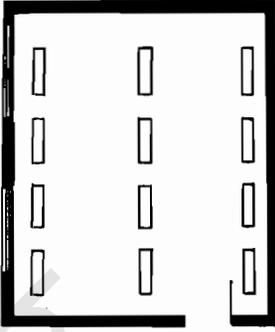
ويمكن تقسيم المكاتب إلى :

- ١ - مكاتب عامة ومكاتب رسم .
- ٢ - مكاتب خاصة وغرف اجتماعات .

أولاً : 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 الكهربائية .

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 الأباжورات التى توضع على المكتب، أو وحدات إضاءة فلورسنت تثبت يساراً، وأعلى منطقة العمل وهذه الطريقة أفضل من ناحية التكلفة ، ولكن يعاب عليها



الشكل (١ - ٣٩)

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

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

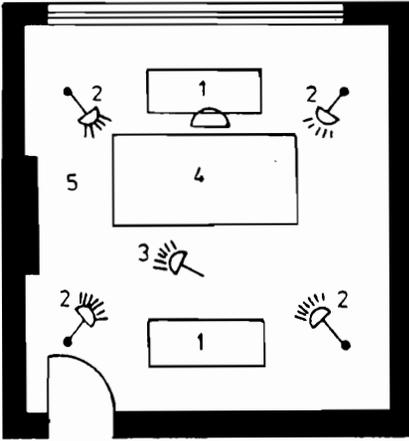
الأفقى لإضاءة أحد مكاتب الرسم الهندسى.

ثانياً: 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 الموضوعية المثبتة بالسقف والجدران لإضاءة الصور والزهور والمكتب بشكل بديع يضيف 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

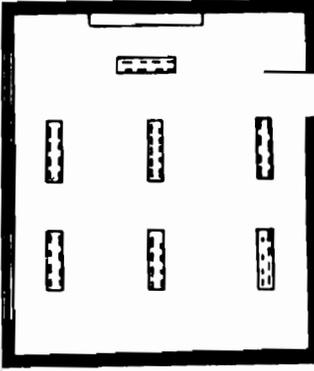
المكتب

3 وحدة إضاءة موضعية لإضاءة

صورة طبيعية

4 المكتب

5 صورة طبيعية

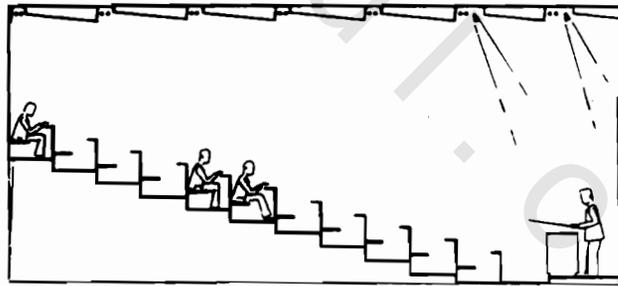


الشكل (١ - ٤١)

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

أما في غرف المحاضرات الدراسية فمن أجل تجنب النضوع المجهد لأعين الجالسين في المدرجات الخلفية تصمم أسقف هذه القاعات بحيث تخفي 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)

غرف النوم :

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



حيث إن :

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

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

الشكل (١ - ٤٣)

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 ثبات 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 بالدفاء، 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 :

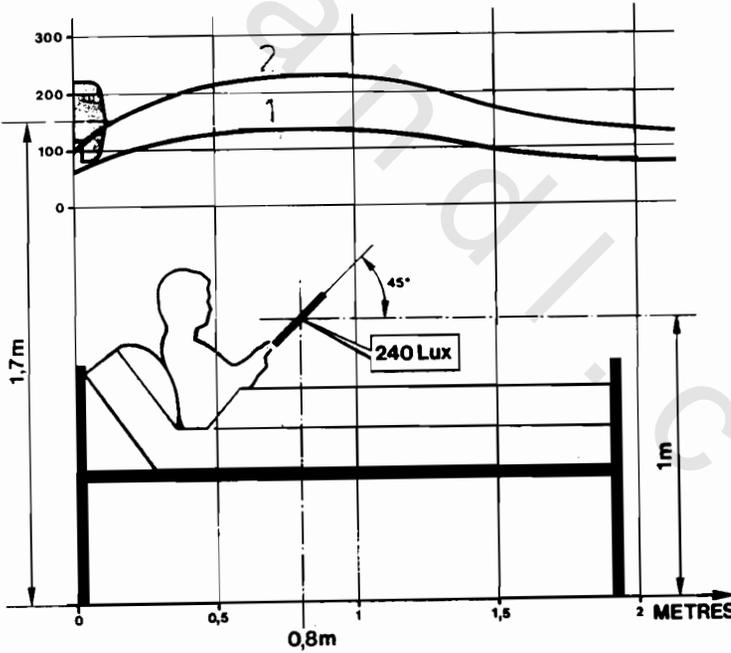
الإضاءة الأجنحة المختلفة بالمستشفى تستخدم إضاءة عامة وأخرى موضعية كما

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 الممرضات فيجب ألا تقل عن (200 : 300) LUX 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 (100 : 300)LUX ، 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 ٤٤-١ .



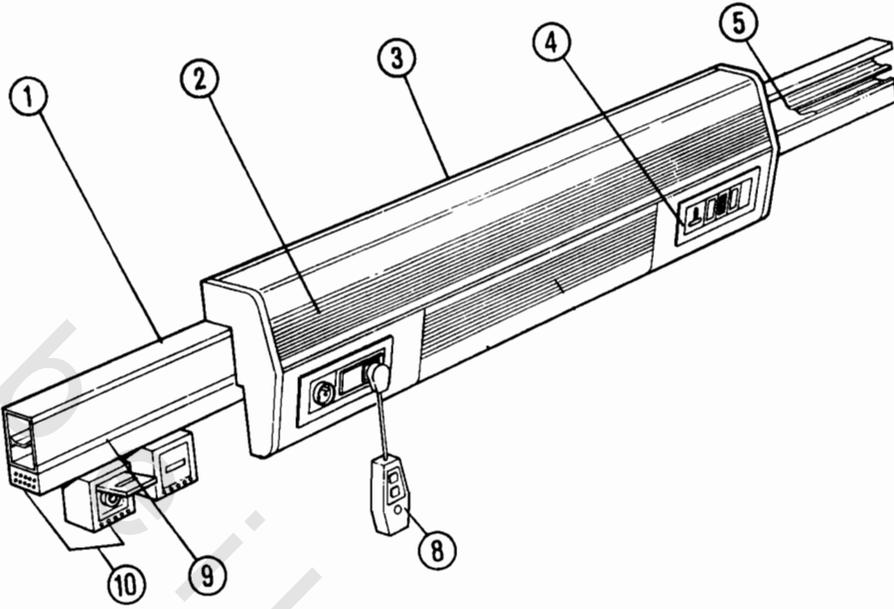
الشكل (٤٤-١)

فعند استخدام وحدة إضاءة رأس سرير تحتوي على مصباح فلورسنت قدرته 36W نحصل على منحني الاستضاءة 1، وبالتالي يكون مستوى الاستضاءة عند موضع القراءة حوالي 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 تحتوي على مصباحين فلورسنت قدرة الواحد 36W نحصل على منحني الاستضاءة 2، وبالتالي يكون مستوى الاستضاءة عند موضع القراءة حوالي 230LUX بدون الإضاءة العامة، ومع الإضاءة العامة يصل مستوى الاستضاءة إلى 330LUX.

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

حيث إن :

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



الشكل (٤٥-١)

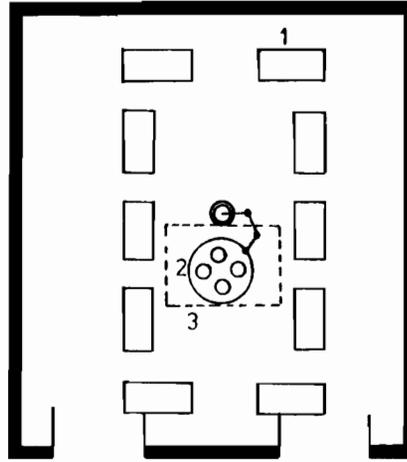
وفي الليل يجب أن تكون الإضاءة كافية لكل من المريض والمرضى لقضاء حاجاتهم، وتصل الاستضاءة في الليل عند الأرض إلى 0.5LUX .
أما بخصوص الإضاءة اللازمة للمتابعة الطبية في الليل فيجب ألا تؤدي إلى إزعاج المرضى الموجودين في الجناح وتتراوح ما بين (2.5LUX : 5) فوق رأس السرير، ويجب أن يكون مفتاح هذا الضوء بجوار السرير.

غرفة العمليات :

بخصوص غرفة العمليات فعادة تزود بإضاءة عامة يمكن تغييرها من LUX (500:1000) حتي تناسب العمليات المختلفة والشكل (٤٦-١) بين مسقطاً أفقياً لأحد غرف العمليات المزودة بعشرة وحدات إضاءة فلورسنت، كل وحدة إضاءة تحتوي 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 يلي محتويات هذا الشكل

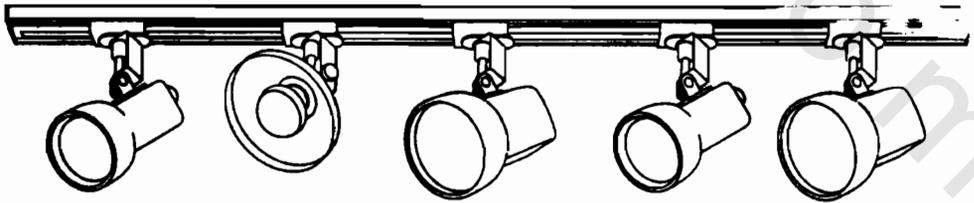
- 1 وحدة إضاءة بأربعة مصابيح فلورسنت 65W أبيض دافئ
- 2 وحدة إضاءة طبية متحركة بها سبع لمبات متوهجة قدرة كل منها 35W



الشكل (٤٦-١)

١/٥/٥ - إضاءة المحلات التجارية

يعتمد مستوى استضاءة المحلات التجارية على نوع وحجم ومكان المحل وبضاعة المحل وتراوح 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 العلوي للفترينة، ويجب أن تكون المصابيح مخفية عن الأبصار؛ لتجنب الإبهار، وأحياناً تستخدم وحدات إضاءة موضعية مثبتة على قضبان بحيث يمكن تحريكها على هذه القضبان، وذلك في إضاءة الفاترينات والشكل (٤٧-١) يعرض أنواعاً مختلفة لوحدة إضاءة مثبتة على القضبان POWER TRACK.

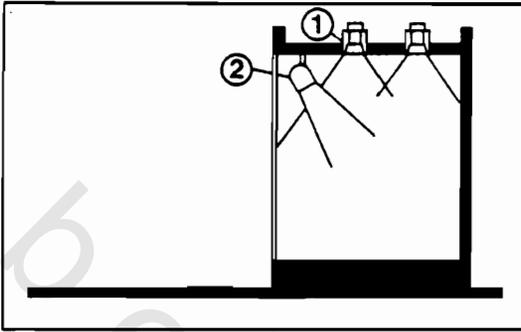


الشكل (٤٧-١)

أما الشكل (٤٨-١) 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 .

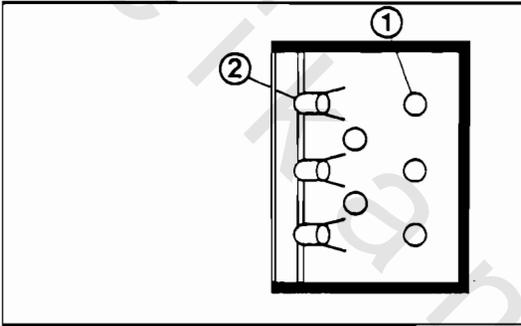


أ

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



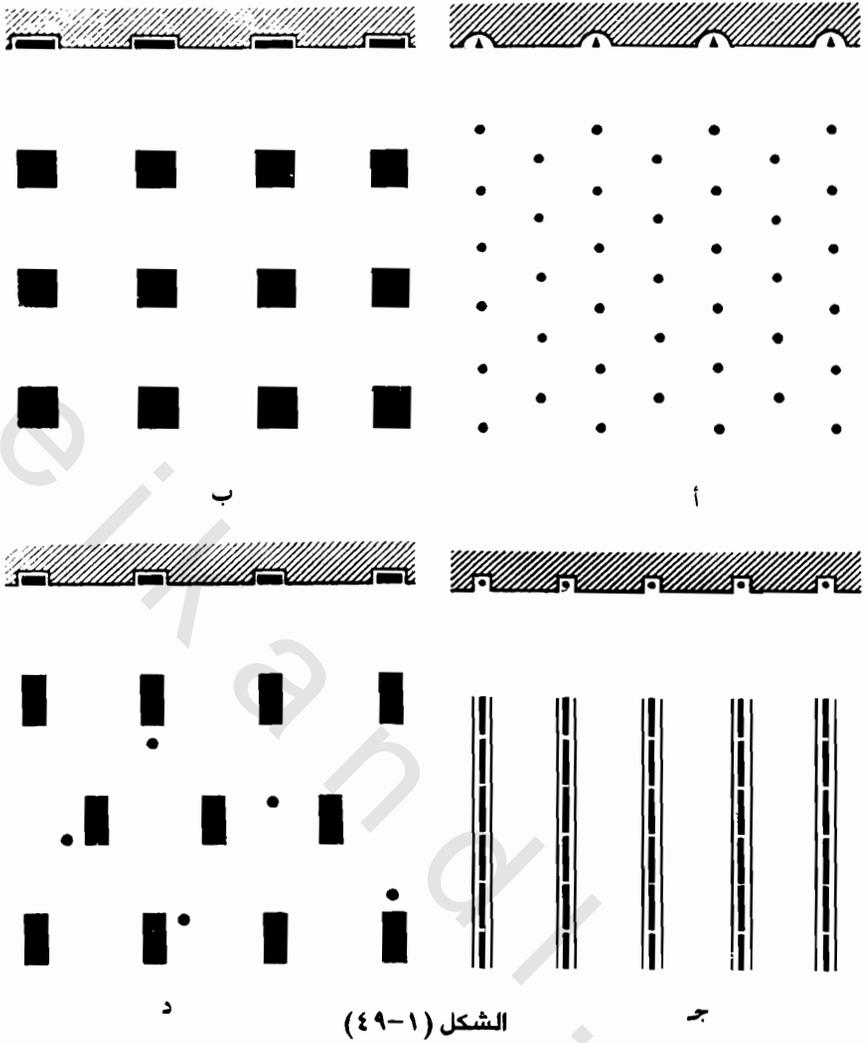
ب

الشكل (٤٨-١)

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



الشكل (٤٩-١)

١ / ٥ / ٦ - إضاءة المصانع والورش:

إن إضاءة الأماكن الصناعية والورش تحوى فى طياتها العديد من التطبيقات ابتداءً 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 مستخدمي المرافق القديمة يفضلون مستويات استضاءة أعلى من المستخدمة.

ويوجد ثلاثة أنظمة معمول بها في الإضاءة الداخلية في الأماكن الصناعية وهم كما يلي:

General lighting	١ - الإضاءة العامة
localised lighting	٢ - الإضاءة المركزة
local lighting	٣ - الإضاءة الموضعية

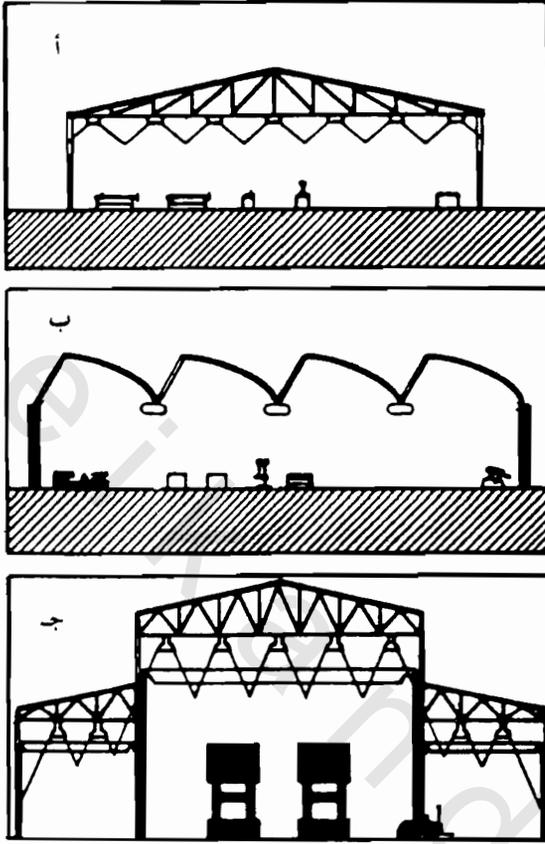
أولا الإضاءة العامة:

تصمم الإضاءة العامة لإعطاء استضاءة متجانسة لسطح العمل وتعتبر مقبولة إذا كانت النسبة بين أقل استضاءة في مكان العمل إلى أعلى استضاءة في 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 الفلوروسنت، 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 في إضاءتها وحدات إضاءة فلوروسنت 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 في إضاءتها وحدات إضاءة الأسقف العالية.



الشكل (٥٠-١)

وكليهما على ارتفاع أكبر من 6m ويثبت فيهما وحدات إضاءة أسقف عالية بحيث يكون ارتفاع وحدات الإضاءة من الأرض ثابت لكل مستوى.

ثانياً: الإضاءة المركزة:

وتستخدم على التوازي 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 في هذه الأماكن.

ثالثاً: الإضاءة الموضعية:

إن استخدام الإضاءة الموضعية لإضاءة أسطح العمل للوصول لمستوى الإضاءة

والشكل (٥٠-١) 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.

والشكل (ج) يعرض سقفاً على شكل جمالون بمستويين مختلفين

المطلوبة له فائدة كبيرة فى تقليل تكاليف الإضاءة والصيانة.

وعادة تكون وحدات الإضاءة الموضعية قريبة من سطح العمل مثل: الأماجورة 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 تثبيثاً مرناً على الأسطح المهتزة، ومن الأفضل تجنب هذه الحالة بتثبيت وحدات الإضاءة الموضعية على أسطح ثابتة.

والشكل (٥١-١) يوضح طريقة استخدام أماجورة لإضاءة الشغلة لمخرطة زنبقة.



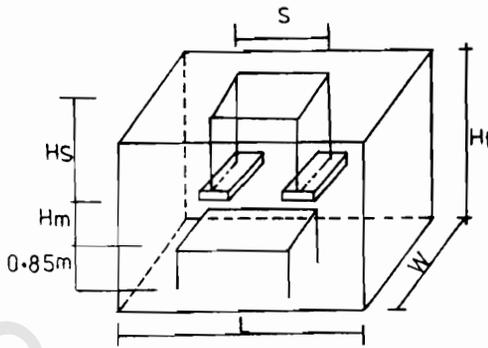
الشكل (٥١-١)

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



الشكل (١-٥٢)

- W عرض الغرفة
L طول الغرفة
Ht الارتفاع الكلي
0.85 m ارتفاع مستوى العمل
Hm ارتفاع وحدة الإضاءة من مستوى العمل
Hs ارتفاع التعليق

-- 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 (٦-١) يبين قيم معامل الانعكاس تبعاً للون.

الجدول (٦-١)

لون	أبيض	أصفر فاتح	سن فيل لامع	سن فيل مطفي	أخضر فاتح وردي	لبني رمادي فاتح	أخضر زيتوني	برتقالي - رمادي 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	رمادي غامق	أسود غامق	فضي مرآوي	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 (٧-١) يعطى قيم معاملات الانعكاس تبعاً للخامات .

الجدول (٧-١)

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

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

أ - ألوان فاتحة (كريمى - أصفر - برتقالى فائغ - صخرى فائغ - أبيض) ولها معامل انعكاس 0.5 .

ب - ألوان متوسطة (رمادى - وردى - أخضر فائغ - لبنى - صخرى) ولها معامل انعكاس 0.3 .

ج - 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 يؤدي لانخفاض الفيض الضوئى المنعكس من هذه الأسطح وبالتالي تنخفض الاستضاءة المتوسطة للغرفة . والجدول (٨-١) يعطى معامل الاتساخ للأنواع المختلفة لوحداث الإضاءة والذى يعتمد على نظافة المكان؛ وذلك باعتبار أن معامل انعكاس الحائط $\rho_w=0.3$ وإذا كان معامل انعكاس الحائط $\rho_w=0.5$ تزداد القيم المدرجة فى الجدول بالعدد 0.04 وعندما يكون معامل انعكاس الحائط $\rho_w=0.3$ تقل القيم المدرجة بالجدول بالعدد 0.04 .

الجدول (٨-١)

نوع وحدة الإضاءة	الوسط المحيط	مكتب	ورشة
مفتوحة	نظيف	1.27	1.27
	فى ضواحي 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 ضواحي المدينة	1.39	1.6
	وسط المدينة	1.54	1.69
	قذر	1.61	1.78
بريش تهوية	نظيف	1.33	1.45
	فى ضواحي 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 $\frac{E_{min} \times 100}{E_{max}} = 82$

وإذا كان $S/Hm=1.74$ فإن $\frac{E_{min} \times 100}{E_{max}} = 70$

- 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

$2 \times 40 = 1.0$

$2 \times 62 = 0.92$

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

– معامل الاستخدام (Utilization 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

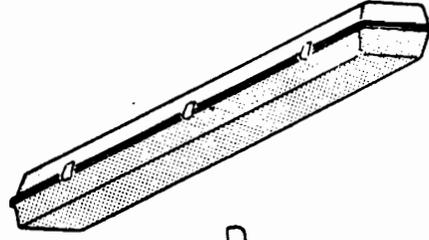
فى هذه الفقرة سنتناول البيانات الفنية لأكثر وحدات الإضاءة استخداماً فى المنشآت الصناعية. وسنرمز لكل وحدة إضاءة بحرف هجائى لسهولة التعامل معهم فيما بعد. والشكل (١-٥٣) يعرض أهم وحدات الإضاءة المستخدمة فى الأماكن الصناعية. فوحدة الإضاءة F هى نموذج لوحدة إضاءة الخدمة الشاقة، ووحدة الأضاءة D هى نموذج لوحدة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



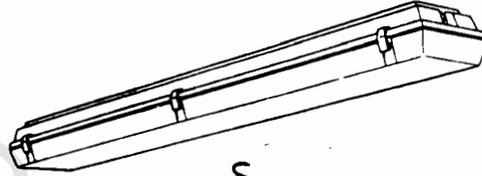
F



DD



D



S

الشكل (٥٣-١)

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

الجدول (٩-١)

2x40 W
Red. factor
2x40 W=1.00
2x65 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	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.0	BZ Nr
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0.0	
	0.60										0
	0.80										2
	1.00	0.59	0.54	0.50	0.58	0.53	0.49	0.52	0.49	0.47	2
	1.25	0.66	0.60	0.57	0.64	0.59	0.56	0.58	0.55	0.53	2
	1.50	0.71	0.66	0.62	0.69	0.65	0.61	0.64	0.60	0.58	2
	2.00	0.75	0.70	0.66	0.73	0.69	0.65	0.67	0.65	0.62	2
	2.50	0.81	0.76	0.73	0.78	0.75	0.72	0.73	0.70	0.67	2
	3.00	0.84	0.81	0.77	0.82	0.78	0.75	0.76	0.74	0.71	2
	4.00	0.87	0.84	0.81	0.84	0.81	0.79	0.79	0.77	0.73	2
	5.00	0.90	0.87	0.84	0.86	0.84	0.82	0.81	0.79	0.76	2
		0.92	0.89	0.87	0.88	0.86	0.85	0.83	0.82	0.78	2

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

الجدول (١٠-١)

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

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

الجدول (١١-١)

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

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

الجدول (١٢-١)

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
--	--	--

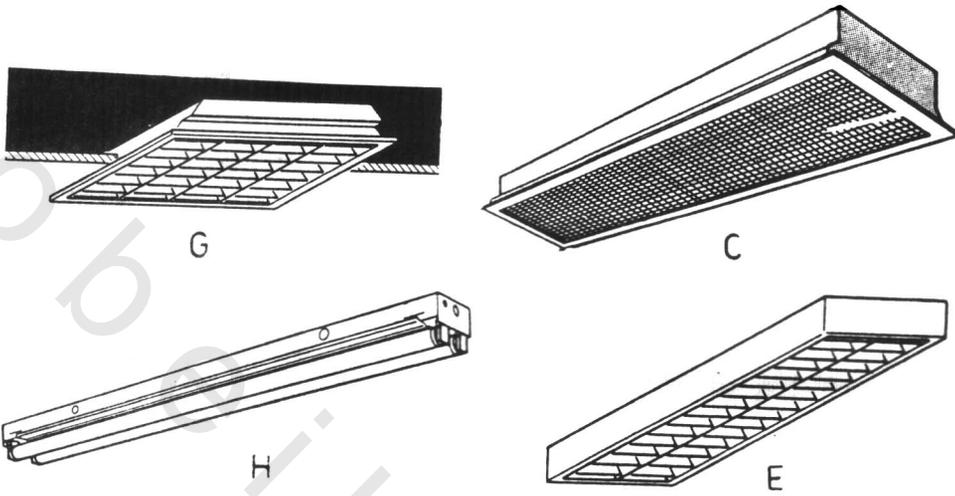
Refl. factor	Ceiling Walls Floor	0.7			0.5			0.3			BZ Nr
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0.0	
		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	
	0.60	0.38	0.33	0.30	0.37	0.33	0.29	0.33	0.29	0.28	0
	0.80	0.46	0.41	0.37	0.45	0.40	0.37	0.40	0.37	0.35	3
	1.00	0.52	0.47	0.44	0.51	0.46	0.43	0.45	0.43	0.41	3
	1.25	0.57	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 في المنشآت العامة والتجارية. فوحدة الإضاءة C تثبت على الأسقف أو تعلق في السقف، ووجه وحدة الإضاءة لوح من الزجاج المنشوري، ووحدة الإضاءة E تثبت على الأسقف الثابتة أو تعلق في السقف ووجه وحدة الإضاءة عبارة عن ريش متعامدة من الألومنيوم، ووحدة الإضاءة G تثبت في الأسقف المعلقة التي لها قنوات على شكل T لحمل وحدة الإضاءة، ووجه وحدة الإضاءة عبارة عن ريش متعامدة من الألومنيوم.

ووحدة الإضاءة H تثبت أو تعلق في الأسقف الثابتة وهي تعتبر من وحدات الإضاءة المألوفة والتي تستخدم في إضاءة المحلات التجارية والمخازن والمعارض.

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



الشكل (١-٥٤)

الجدول (١-١٣)

2x40 W (36) Uniformity at direct illumination distribution: Calculated according
 Red. factor S/HM=1.25 79% to the BZ-method (IES 1971)
 2x20 W=1.00 S/HM=1.34 70% S/HM=1.25
 2x40 W=1.00 S/HM=1.50 54%

Refl. factor	Ceiling Walls Floor	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.0	BZ Nr
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0.0	
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 (١٤-١) يعرض البيانات الفنية لوحدة الإضاءة E

الجدول (١٤-١)

2x40 W (36)	Uniformity at direct illumination distribution:	Calculated according
Red. factor	S/HM=1.00 91%	to the BZ-method (IES 1971)
2x20 W=1.00	S/HM=1.21 70%	S/HM=1.00
2x40 W=1.00	S/HM=1.25 66%	

Refl. factor	Ceiling	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.0	BZ
	Walls	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0.0	Nr
	Floor	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	
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 (١٥-١)

4x40 W	Uniformity at direct illumination distribution:	Calculated according
Red. factor	S/HM=1.50 71%	to the BZ-method (IES 1971)
4x20 W=1.00	S/HM=1.52 70%	S/HM=1.50
4x40 W=1.00	S/HM=1.50 71%	

Refl. factor	Ceiling	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.0	BZ
	Walls	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0.0	Nr
	Floor	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	
Room-index	0.80	0.37	0.34	0.32	0.36	0.33	0.32	0.33	0.32	0.30	0
	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 (١٦-١) 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	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.0	BZ Nr
	Walls	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0.0	
	Floor	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	
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 الضوئي للمصابيح المختلفة

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

الجدول (١-١٧)

قدرة المصباح W	اللون	الفيض الضوئي 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 (١٨ - ١) يعرض المواصفات الفنية لمصابيح الفلورسنت التى على شكل (U)

الجدول (١٨ - ١)

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

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

الجدول (١٩ - ١)

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

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

الجدول (٢٠ - ١)

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

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

الجدول (٢١ - ١)

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

حيث إن :

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

** لا تحتاج إلى بادئ

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

بالمجدول (١-٢٢) النموذج المستخدم في حسابات الإضاءة الداخلية بطريقة BZ

المجدول (١-٢٢)

المشروع	
عرض الغرفة (m)	W
طول الغرفة (m)	L
مساحة الغرفة (m ²)	A
الارتفاع الكلى (m)	Ht
ارتفاع التعليق (m)	Hs
ارتفاع وحدة الإضاءة من سطح العمل (m)	Hm = Ht - Hs - 0.85
دليل الغرفة	$Kr = \frac{LW}{Hm(L+W)}$
معامل انعكاس السقف	ρ_c
معامل انعكاس الحائط	ρ_w
معامل انعكاس الأرضية	ρ_f
عدد المصابيح في وحدة الإضاءة	n
معامل الاستخدام	UF
معامل الاتساخ	F
معامل التصحيح	K
نوع المصباح وقدرته	
الفيض الضوئى للمصباح (Lm)	Q
الاستضاءة المطلوبة	E
عدد وحدات الإضاءة المحسوبة	$N = \frac{EAF}{\phi NU_f K}$
عدد وحدات الإضاءة الطولية	$\sqrt{\frac{LN}{W}}$
عدد وحدات الإضاءة العرضية	$\sqrt{\frac{WN}{W}}$
النسبة S/Hm المحسوبة	$\frac{S}{Hm} = \sqrt{\frac{A}{N}} / Hm$
الاستضاءة المحسوبة	$E_e = \frac{N\phi nUFK}{A \cdot F}$

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

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

الجدول (١- ٢٣)

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

تابع الجدول (١- ٢٣)

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

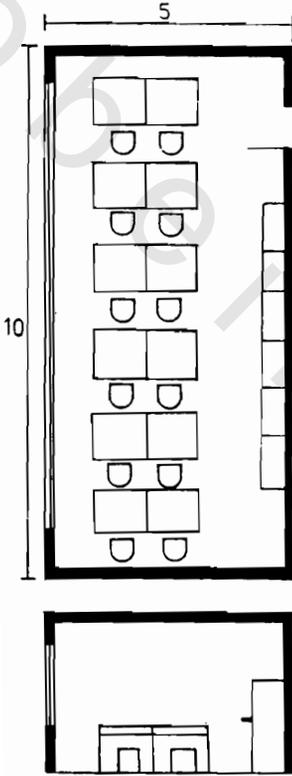
تابع الجدول (١- ٢٣)

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

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)؛ علماً بأن الأبعاد المدونة بالشكل بالمتراً.



الشكل (١-٥٥)

ويوضع بداخل الغرفة اثني عشر مكتباً بالطريقة المبينة بالشكل ذاته. والمطلوب عمل تصميم لإضاءة المكتب؛ علماً 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

$$\rho_c = 0.7$$

- من الجدول (١-٧) فإن معامل انعكاس الحائط

$$\rho_w = 0.3$$

- ومن الجدول (١-٨) فإن معامل الاتساخ لوحدة

الإضاءة المستخدمة إذا كانت من النوع المغلق

$$F = 1.33$$

- من الجدول (١-١٣) الخاص بوحدة الإضاءة C فإن

معامل التصحيح عند استخدام مصباحين يساوي

$$K = 1.0$$

- من الجدول (١-١٧) فإن الفيض الضوئي لمصباح فلورسنت 407 لونه أبيض دافئ

$$\phi = 300 \text{ Lm}$$

- من الجدول (١-٢٣) فإن الاستضاءة المتوسطة لمكاتب الرسم الهندسي تساوي

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

وفيما يلي نموذج الحسابات المستخدم باستخدام طريقة BZ

المشروع	مكتب رسم هندسي	
عرض الغرفة (m)	W	5 m
طول الغرفة (m)	L	10 m
مساحة الغرفة (m ²)	A	50 m ²
الارتفاع الكلي (m)	Ht	3.5 m
ارتفاع التعليق (m)	Hs	0 m
ارتفاع وحدة الاضاءة من سطح العمل (m)	Hm = Ht - Hs - 0.85	2.15 m
دليل الغرفة	$Kr = \frac{LW}{Hm(L+W)}$	1.55
معامل انعكاس السقف	ρ_c من الجدول (٦-١)	0.7
معامل انعكاس الحائط	ρ_w من الجدول (٧-١)	0.3
معامل انعكاس الأرضية	ρ_f من الجدول (٧-١)	0.2
عدد المصابيح في وحدة الإضاءة	n	2
معامل الاستخدام	UF من الجدول (١٣-١)	0.47
معامل الاتساخ	F من الجدول (٨-١)	1.33
معامل التصحيح	K من الجدول (١٣-١)	1
نوع المصباح وقدرته		أبيض دافئ / 40w / فلورسنت
الفيض الضوئي للمصباح (Lm)	Φ من الجدول (١٧-١)	3000 Lm
الاستضاءة المطلوبة	E من الجدول (٢٣-١)	500 Lux
عدد وحدات الإضاءة المحسوبة	$N = \frac{EAF}{\Phi nUFK}$	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	$Ee = \frac{N\Phi nUFK}{A.F}$	Ee = 448 Lux

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

والشكل (١ - ٥٦) يبين المسقط الأفقى والرأسى لهذا المكتب بعد تثبيت 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 $\rho_c = 0.7$

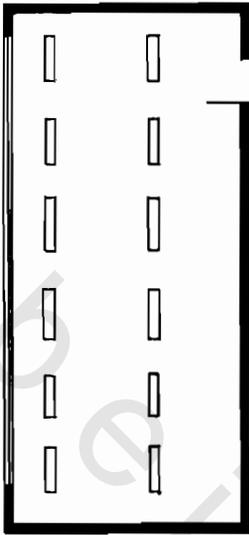
- من الجدول (١ - ٧) فإن معامل انعكاس الحائط $\rho_w = 0.7$

- من الجدول (١ - ٦) فإن معامل انعكاس الأرضية $\rho_f = 0.7$

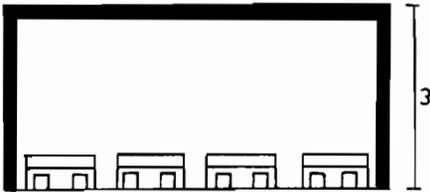
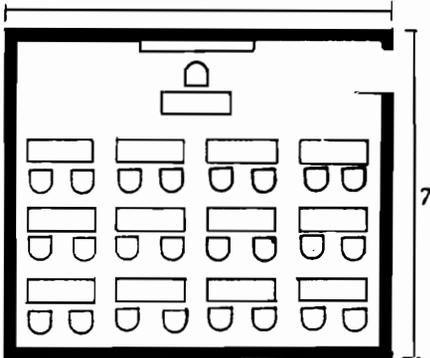
ويمكن اختيار وحدة الإضاءة E المبينة بالشكل (١ - ٥٤) والتي تحتوى على ريش متعامدة من الألومنيوم .

- من الجدول (١ - ٨) فإن معامل الاتساخ لوحدة الإضاءة المفتوحة

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



الشكل (١ - ٥٦)
8



الشكل (١ - ٥٧)

- من الجدول (١- ١٧) فإن الفيض الضوئي لمصباح فلورسنت 58w لونه أبيض دافئ يساوي $\emptyset = 5400 \text{ lm}$

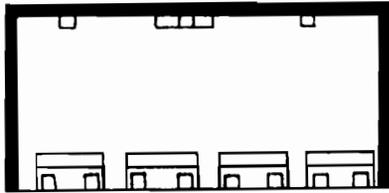
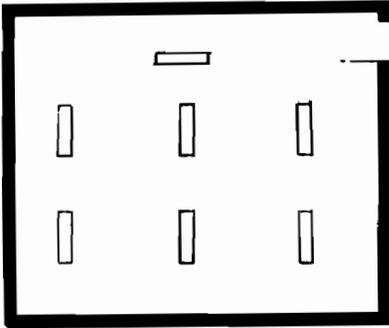
- من الجدول (١- ٢٣) فإن الاستضاءة المتوسطة للفصل الدراسي $E = 300 \text{ lux}$ وفيما يلي نموذج الحساب المستخدم باستخدام طريقة BZ

المشروع	فصل دراسي	
عرض الغرفة (m)	W	7 m
طول الغرفة (m)	L	8 m
مساحة الغرفة (m^2)	A	56 m^2
الارتفاع الكلي (m)	Ht	3.5 m
ارتفاع التعليق (m)	Hs	0 m
ارتفاع وحدة الإضاءة من سطح العمل (m)	$Hm = Ht - Hs - 0.85$	2.15 m
دليل الغرفة	$Kr = \frac{LW}{Hm(L+W)}$	1.736
معامل انعكاس السقف	ρ_c من الجدول (١- ٦)	0.7
معامل انعكاس الحائط	ρ_w من الجدول (١- ٧)	0.5
معامل انعكاس الأرضية	ρ_F من الجدول (١- ٦)	0.2
عدد المصابيح في وحدة الإضاءة	n	2
معامل الاستخدام	U_F من الجدول (١- ١٤)	$\frac{0.47+0.2}{2} = 0.485$
معامل الاتساع	F من الجدول (١- ٨)	1.42
معامل التصحيح	K من الجدول (١- ١٤)	1.0
نوع المصباح وقدرته		أبيض دافئ / 58w / فلورسنت
الفيض الضوئي للمصباح (Lm)	\emptyset	5400 Lm
الاستضاءة المطلوبة	E من الجدول (١- ٢٣)	300 Lux
عدد وحدات الإضاءة المحسوبة	$N = \frac{EAF}{\emptyset n U_F K}$	$N = 4.55 \rightarrow 5 \rightarrow (6+1)$
عدد وحدات الإضاءة الطولية	$\sqrt{\frac{LN}{W}}$	$2.2 \rightarrow 3$
عدد وحدات الإضاءة العرضية	$\sqrt{\frac{WN}{L}}$	$2.09 \rightarrow 2$
النسبة S/Hm المحسوبة	$\frac{S}{Hm} = \sqrt{\frac{A}{N}} / Hm$	1.31
الاستضاءة المحسوبة	$E_e = \frac{N \emptyset n U_F K}{A \cdot F}$	461 Lux

ويلاحظ من نموذج الحسابات السابق أن قيمة عدد وحدات الإضاءة كان في البداية 4.55 فتم تقريبه إلى 5، وعند حساب عدد وحدات الإضاءة الطولية كانت 2.2 فتم تقريبها إلى 3، في حين أنه عند حساب عدد وحدات الإضاءة الأفقية كانت 2.09 فتم تقريبها إلى 2، وبالتالي تم تعديل عدد وحدات الإضاءة ليصبح $2 \times 3 = 6$ ومن أجل رفع الاستضاءة عند السبورة تم إضافة وحدة إضاءة أخرى لوضعها بجوار السبورة فيصبح العدد الكلي لوحدة الإضاءة 7 وحدات .

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

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



الشكل (١ - ٥٨)

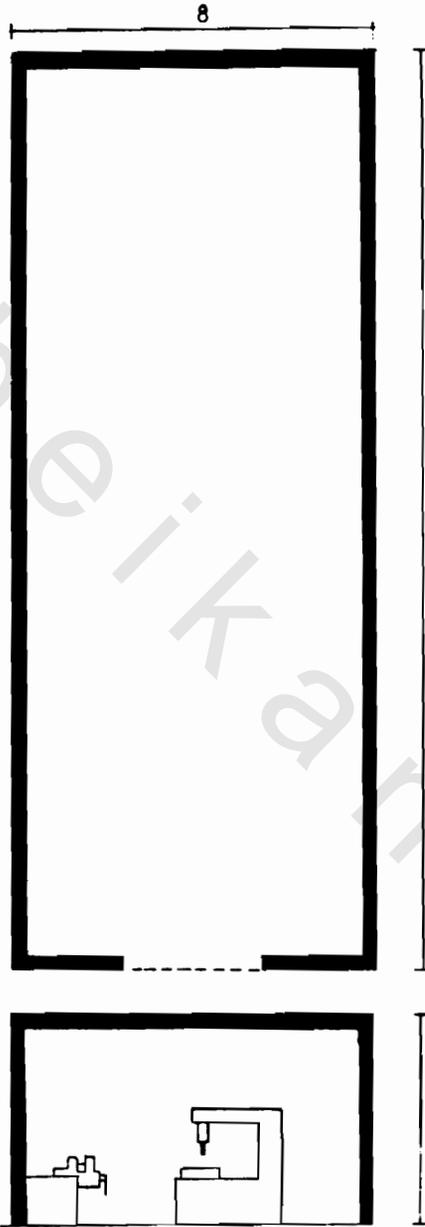
١ / ٧ / ٣ تصميم إضاءة ورشة إنتاج

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

علمًا 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 (٥٩-١)

- من الجدول (٦-١) فإن معامل انعكاس الحائط $\rho_w = 0.30$

- من الجدول (٧-١) 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) لوحدة الإضاءة المفتوحة، والتي تستخدم في ورشة تقع في وسط المدينة تساوي $F = 1.48$

- من الجدول (١-٩) الخاص بوحدة الإضاءة F فإن معامل التصحيح عند استخدام مصباحين فلورسنت $40W$ يساوي $K = 1.00$

- من الجدول (١-١٧) فإن الفيض الضوئي لمصباح فلورسنت $40W$ لونه أبيض دافئ يساوي $\Phi = 3000 \text{ lm}$

- من الجدول (١-٢٣) فإن الاستضاءة المتوسطة لورشة الإنتاج تساوي

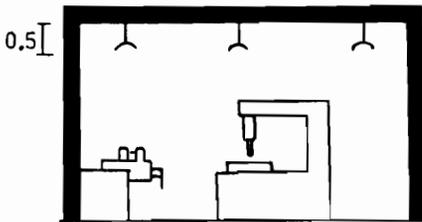
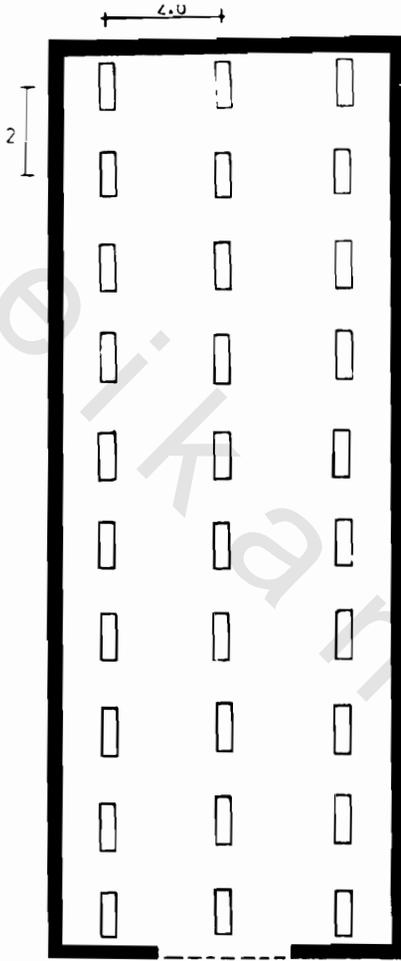
$$E = 500 \text{ lux}$$

وفيما يلي 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)	$H_m = H_t - H_s - 0.85$	2.95
دليل الغرفة	$K_r = \frac{LW}{H_m(L+W)}$	1.937
معامل انعكاس السقف	ρ_c من الجدول (٦-١)	0.5
معامل انعكاس الحائط	ρ_w من الجدول (٦-١)	0.3
معامل انعكاس الأرضية	ρ_f من الجدول (٧-١)	0.2
عدد المصابيح فى وحدة الإضاءة	n	2
معامل الاستخدام	U_f من الجدول (٩-١)	0.75
معامل الاتساع	F من الجدول (٨-١)	1.48
معامل التصحيح	k	
نوع المصباح وقدرته		أبيض دافئ / 40w فلورسنت
الفيض الضوئى للمصباح Lm	ϕ من الجدول (١٧-١)	3000Lm
الاستضاءة المطلوبة	E من الجدول (٢٣-١)	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	$\frac{S}{H_m} = \sqrt{\frac{A}{N}} / H_m$	0.78
الاستضاءة المحسوبة	$E_e = \frac{N \phi n U_f K}{AF}$	569

ويلاحظ من نموذج الحسابات السابقة أن قيمة عدد وحدات الإضاءة المحسوبة كان في 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، وبالتالي تم تعديل عدد وحدات الإضاءة ليصبح $3 \times 10 = 30$.



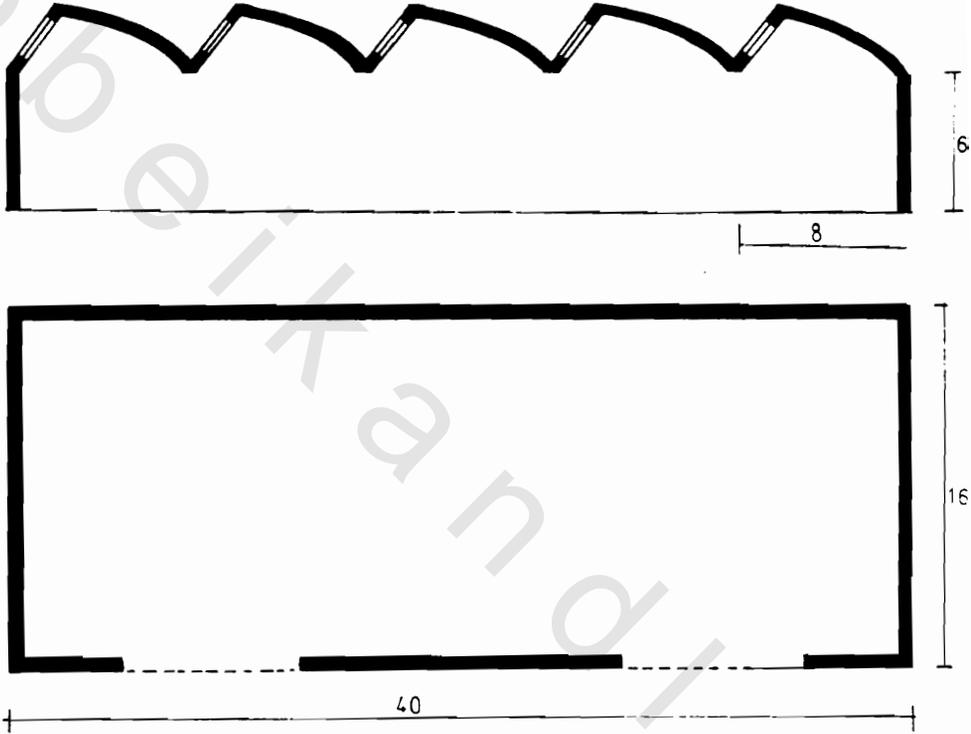
الشكل (٦٠-١)

ويلاحظ أن النسبة بين $\frac{S}{Hm}$ المحسوبة تساوي 0.78 وهي أقل من المعطاة في الجدول (١-٩)؛ لذلك فإن توزيع وحدات الإضاءة مقبول كما أن الاستضاءة المتوسطة المحسوبة $E_e = 569 \text{ Lux}$ وهي أكبر من المطلوبة والتي تساوي $E = 500 \text{ Lux}$ ؛ لذلك فإن التصميم المقترح جيد.

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

٤/٧/١ - تصميم إضاءة ورشة إصلاح سيارات

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



الشكل (٦١-١)

حيث إن:

- 1 شبابيك إضاءة الورشة فى النهار
 - 2 باب رأسى يعمل بمحرك
- علماً بأن لون السقف رمادى فاتح ولون الجدران أخضر زيتونى وكانت الأرضية خرسانة غامقة.

ولتصميم إضاءة هذه الورشة نتبع الخطوات التالية :

$$\rho_c = 0.45$$

- من الجدول (٦-١) فإن معامل انعكاس السقف

$$\rho_w = 0.3$$

- من الجدول (٦-١) فإن معامل انعكاس الحائ

$$\rho_F = 0.2$$

- من الجدول (٧-١) فإن معامل انعكاس الأرضية

- ويمكن اختيار وحدة الإضاءة F المبينة بالشكل (٥٣-١) والمفتوحة؛ لذلك فإن معامل الانساخ من الجدول (٨-١) لوحدة الإضاءة المفتوحة، والتي تستخدم في ورشة تقع في ضواحي المدينة يساوى .

$$F = 1.42$$

- من الجدول (٩-١) الخاص بوحدة الإضاءة F فإن معامل التصحيح عند استخدام مصباحين فلورسنت 65w يساوى .

$$K = 0.97$$

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

- من الجدول (٢٣-١) فإن الاستضاءة المتوسطة لورشة إصلاح السيارات تساوى

$$E = 300\text{Lux}$$

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 . وبالتالي تم تعديل عدد وحدات الإضاءة ليصبح $10 \times 4 = 40$.

ويلاحظ أيضاً أن النسبة $\frac{S}{Hm}$ المحسوبة تساوى 0.776 وهى أقل من المعطاة فى

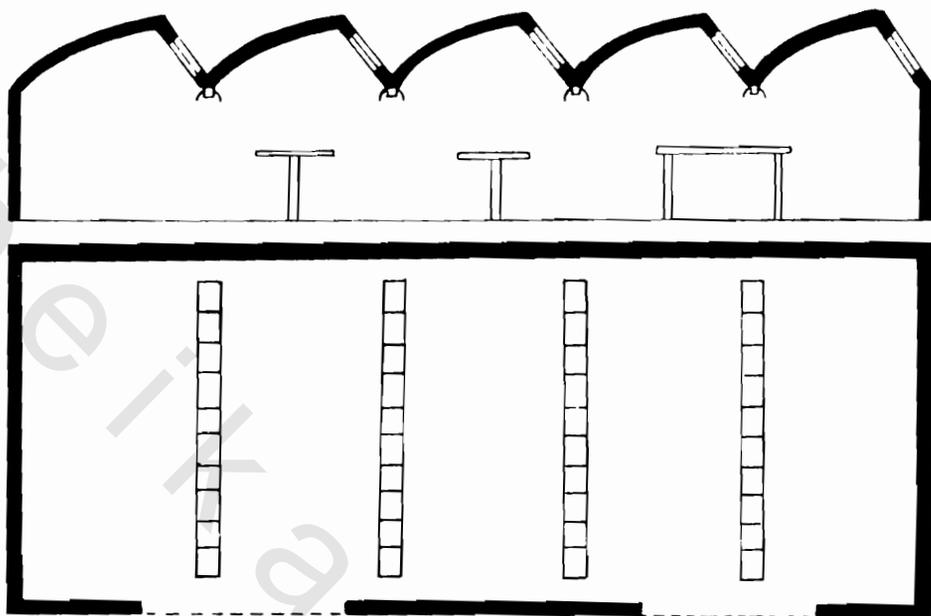
الجدول (٩-١) والتي تساوى 1.5 لتعطى توزيع إضاءة منتظم بمعدل 76%؛ لذلك فإن توزيع وحدات الإضاءة مقبول .

كما أن الاستضاءة المتوسطة المحسوبة $E_c = 323\text{Lux}$ ، وهى اكبر من الاستضاءة

المطلوبة $E = 300\text{Lux}$ ؛ لذلك فإن التصميم المقترح جيد .

المشروع	ورشة إصلاح السيارات	
عرض الغرفة (m)	W	16m
طول الغرفة (m)	L	40m
مساحة الغرفة (m ²)	A	640m ²
الارتفاع الكلى (m)	H _t	6m
ارتفاع التعليق (m)	H _s	0m
ارتفاع وحدة الإضاءة من سطح العمل (m)	H _m = H _t - H _s - 0.85	5.15m
دليل الغرفة	$K_r = \frac{LW}{H_m(L+W)}$	2.22
معامل انعكاس السقف	ρ _C من الجدول (٦-١)	0.5
معامل انعكاس الحائط	ρ _W من الجدول (٦-١)	0.3
معامل انعكاس الأرضية	ρ _F من الجدول (٧-١)	0.2
عدد المصابيح فى وحدة الإضاءة	n	2
معامل الاستخدام	U _F من الجدول (٩-١)	$\frac{0.78+0.75}{2} = 0.765$
معامل الاتساع	F من الجدول (٨-١)	1.42
معامل التصحيح	k من الجدول (٩-١)	0.97
نوع المصباح وقدرته		بيض دافئ / 65w / فلورست
الفيض الضوئى للمصباح Lm	φ من الجدول (١٧-١)	4800Lm
الاستضاءة المطلوبة	E من الجدول (٢٣-١)	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	$E_e = \frac{N \phi n U_F K}{AF}$	323Lux

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



الشكل (٦٢-١)

٥/٧/١ - تصميم إضاءة مصنع صغير

الشكل (٦٣-١) يعرض المسقط الأفقى والرأسى لقسم التشكيل والنفخ لمصنع زجاج، ويلاحظ أن هذا القسم مصنوع من الجمالونات من الصلب عددهم 13 جمالونا، 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 :

$$\rho_c = 0.45$$

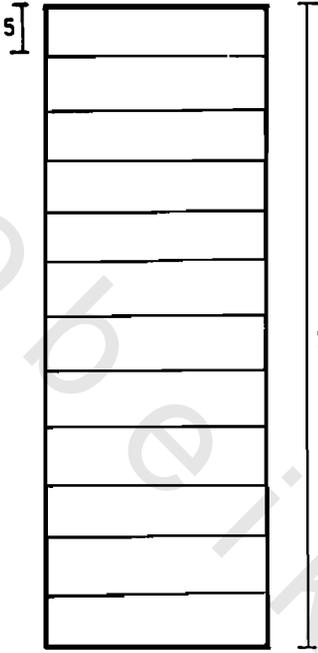
- من الجدول (٦-١) فإن معامل انعكاس السقف

$$\rho_w = 0.45$$

- من الجدول (٦-١) فإن معامل انعكاس الحائط

$$\rho_F = 0.2$$

- من الجدول (٧-١) فإن معامل انعكاس الأرضية



- 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) لوحدة الإضاءة المغلقة، والتي تستخدم في مصنع يمكن اعتباره قذر ويساوى:

$$F = 1.42$$

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

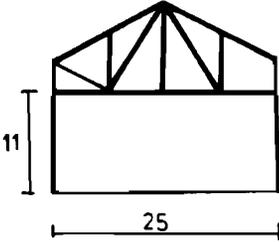
$$K = 1.00$$

- من الجدول (١-١٧) فإن الفيض الضوئي لمصباح هاليد معدني قدرته 400w يساوى

$$\Phi = 28500 \text{ Lm}$$

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

$$E = 300 \text{ lux}$$

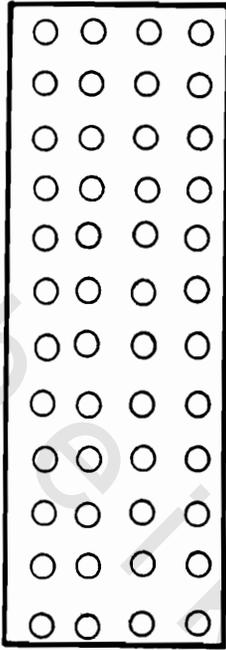


الشكل (١-٦٣)

وفيما يلي نموذج الحسابات المستخدم بطريقة BZ.

ويلاحظ من هذا النموذج أن النسبة المحسوبة $\frac{S}{Hm}$ تساوى 0.59، وهي أقل من المعطاة في الجدول (١-١٢)، والتي تساوى 1.0 لتعطي توزيع إضاءة منتظم بمعدل 81%؛ لذلك فإن توزيع وحدات الإضاءة مقبول. كما أن الاستضاءة المتوسطة المحسوبة $E_e = 297 \text{ Lux}$ ، والتي تساوى تقريباً الاستضاءة المطلوبة $E = 300 \text{ Lux}$ 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	1440m ²
الارتفاع الكلي (m)	H _t	11m
ارتفاع التعليق (m)	H _s	0m
ارتفاع وحدة الإضاءة من سطح العمل (m)	H _m = H _t - H _s - 0.85	10.15
دليل الغرفة	$K_r = \frac{LW}{H_m(L+W)}$	1.54
معامل انعكاس السقف	ρ _c من الجدول (٦-١)	0.5
معامل انعكاس الحائط	ρ _w من الجدول (٦-١)	0.5
معامل انعكاس الأرضية	ρ _f من الجدول (٧-١)	0.2
عدد المصابيح في وحدة الإضاءة	n	1
معامل الاستخدام	U _f من الجدول (١٢-١)	0.59
معامل الانساخ	F من الجدول (٨-١)	1.78
معامل التصحيح	k من الجدول (١٢-١)	1.00
نوع المصباح وقدرته		400w / هاليد معدني
الفيض الضوئي للمصباح Lm	φ من الجدول (١٧-١)	28500Lm
الاستضاءة المطلوبة	E من الجدول (٢٣-١)	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	$E_e = \frac{N \phi n U_f K}{A F}$	297Lux



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

٨ / ١ - الإضاءة الغامرة Flood lighting

تستخدم كشافات الإضاءة الغامرة فى :

١- إضاءة وجهات المباني والنصب التذكارية.

٢- إضاءة الشجر.

٣- إضاءة الملاعب الرياضية.

٤- إضاءة الميادين والمساحات الكبيرة فى

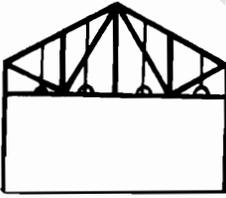
المطارات والموانئ... إلخ.

وفى هذا الكتاب سنتناول الإضاءة الغامرة

المستخدمة فى إضاءة وجهات المباني والشجر

والنصب التذكارية لإبراز النواحي الفنية

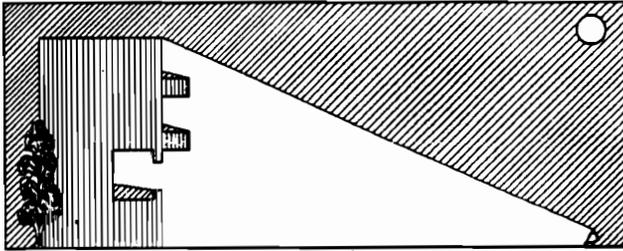
والجمالية.



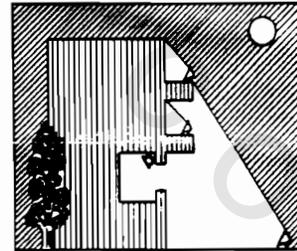
الشكل (٦٤-١)

والشكل (٦٥-١) يوضح كيفية استخدام

الإضاءة الغامرة فى إضاءة وجهات المباني.

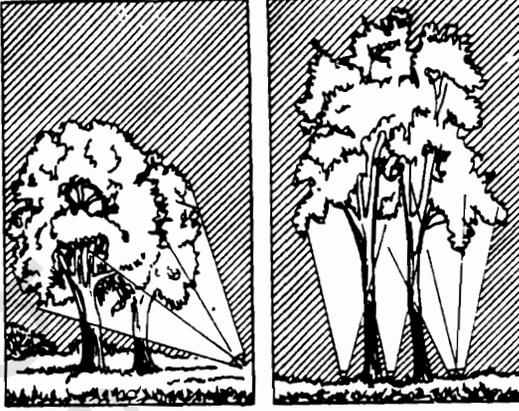


أ



ب

الشكل (٦٥-١)



فالشكل (أ) يبين كيفية استخدام كشاف واحد في 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 في إضاءة الشجر.

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

والجدول (١-٢٤) يعطى قيمة النصوص المتوسط المطلوب في الإضاءة الغامرة لوجهات المباني أو الشجر.

الجدول (١ - ٢٤)

نوع السطح المراد غمره بالإضاءة	النصوص المتوسط cd / m^2
مبنى أو نصب تذكاري منفرد	3:6.5
مباني في 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 الضوئي المطلوب لغمر مساحة بالضوء

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

وحيث إن :

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

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

الجدول (٢٥-١)

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

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

الجدول (٢٦-١)

نوع الحامة	طوب أبيض لامع	رخام أبيض	طلاء فاتح	طلاء غامق	حجر رملي فاتح	حجر رملي غامق	طوب فاتح	طوب غامق	خشب فاتح	خشب غامق أو جرانيت	خرسانة أو حجر رملي 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 (٢٧-١) يبين المسافة بين كشاف الإضاءة الغامرة والمبنى تبعاً لزاوية حزمة أشعة الكشاف لأنواع مختلفة من المباني المراد غمرها بالضوء.

الجدول (٢٧-١)

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

وحيث إن :

Narrow beam بزوايا أقل من $19^\circ < \delta$ حزمة الأشعة ضيقة

Intermediate بزوايا $19^\circ < \delta < 35^\circ$ حزمة الأشعة متوسطة

Wide beam بزوايا $\delta > 36^\circ$ حزمة الأشعة واسعة

حيث إن :

زاوية الأشعة δ

ويجب أن تكون زاوية ميل الأشعة المنبعثة من كشاف الإضاءة الغامرة تتراوح ما بين $45:90^\circ$ على اتجاه الرؤية .

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

مثال :

واجهة بنك إسلامي 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 في وضع كشاف الإضاءة الغامرة .

ولتصميم الإضاءة الغامرة لواجهة البنك نتبع الخطوات التالية :

– من الجدول (٢٤-١) فإن درجة النصوص المطلوبة تساوى $L=13cd/m^2$

– من الجدول (٢٥-١) فإن معامل الاستخدام تساوى $UF = 0.4$

– من الجدول (٢٦-١) فإن معامل الانعكاس تساوى $\rho = 0.6$

وبالتالى فإن الفيض الضوئى المطلوب لغمر واجهة البنك تساوى

$$\phi = \frac{\pi L A}{\rho UF}$$
$$= \frac{3.14 \times 13 \times 27 \times 10}{0.6 \times 0.4} = 45922Lm$$

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

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 .

obeikandi.com