

# تجهيزات مباني (2)

الدكتور المهندس  
علاء الدين أحمد حسام الدين

5

- ❖ مقدمة.
- ❖ دراسة خصائص الإنارة الطبيعية.
- ❖ أسس تصميم الإنارة.
- ❖ مصطلحات الإنارة.
- ❖ مصابيح الإنارة.
- ❖ أجهزة الإنارة.

# مصابيح الإنارة



سنتعرف في هذا الفصل على بعض من أهم مصابيح الإنارة الكهربائية الحديثة المستخدمة في تطبيقات الإنارة الداخلية.

لن نتطرق لطريقة العمل الفيزيائي وسنقدم فقط شرح لأهم خصائص هذه المصابيح، فمصمم الإنارة يهمله النتائج النهائية للمصباح المراد استخدامه، لذلك سيتم التركيز على الخصائص التالية لمصباح الإنارة:

1. استطاعة المصباح Watt. وهي مقدار ما يصرفه المصباح الكهربائي من طاقة كهربائية، وتقدر بالواط [Watt].
2. مردود (كفاءة) المصباح. وهو مقدار ما يعطيه المصباح من ضوء، ويقدر [Lm/Watt]، ويحسب بقسمة الفيض الضوئي للمصباح على استطاعته، ويبين الجدول التالي مردود بعض المصابيح:

| نوع المصباح             | الفيض الضوئي<br>[Lm] | المردود (الكفاءة)<br>[Lm/W] |
|-------------------------|----------------------|-----------------------------|
| المصباح المتوهج 60 W    | 750                  | 12.5                        |
| مصباح هالوجين 100 W     | 2200                 | 22                          |
| مصباح فلوريسانت 14 W    | 1350                 | 96                          |
| مصباح ميتال هالايد 20 W | 1700                 | 85                          |

نلاحظ من الجدول أن مردود مصباح الفلوريسانت تزيد عن 7 أضعاف مردود المصباح المتوهج

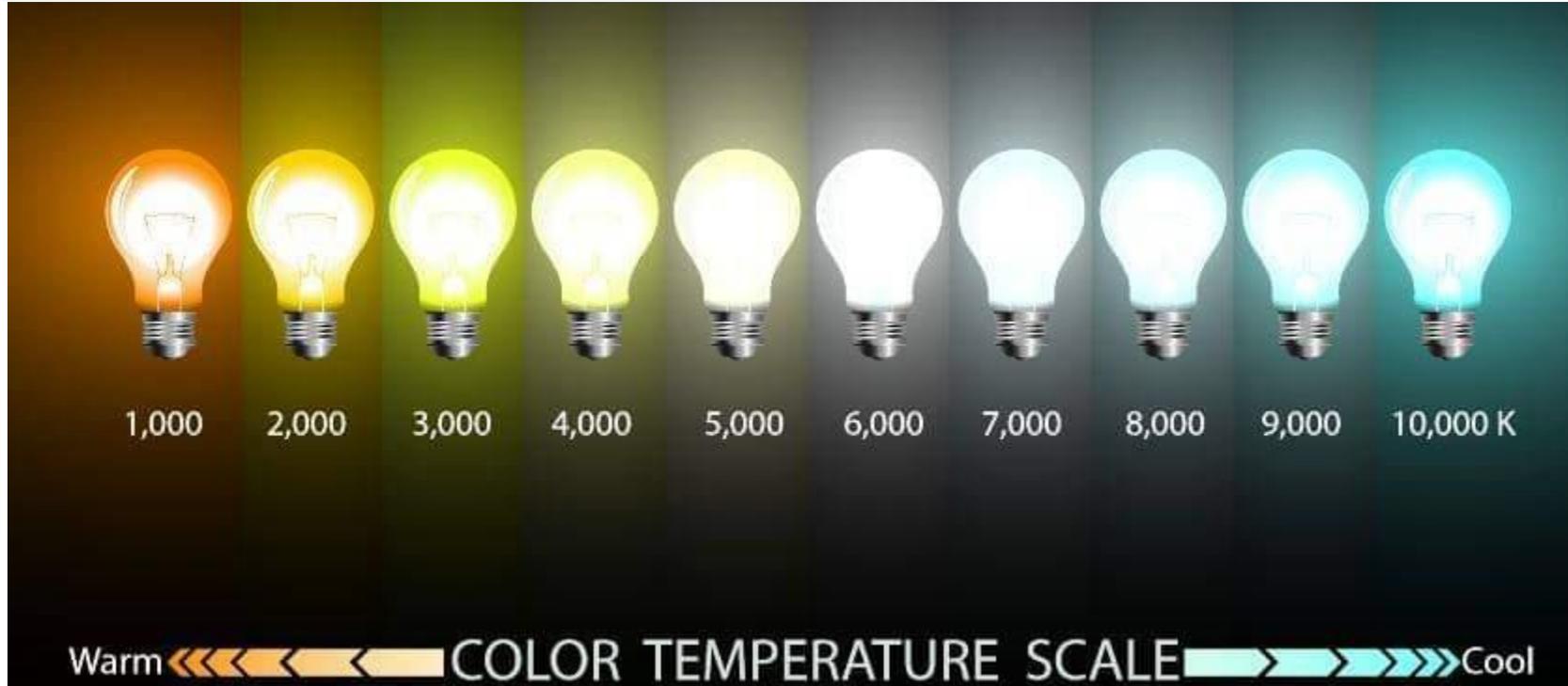
3. درجة حرارة اللون. وهي خاصية مهمة لمعرفة اختبار لون الإنارة الناتجة عن المصباح الكهربائي.



درجة حرارة اللون أبيض بارد  
.Cool white



درجة حرارة اللون أبيض دافئ  
.Warm white





لون أبيض دافئ درجة حرارة اللون  
2700 °K



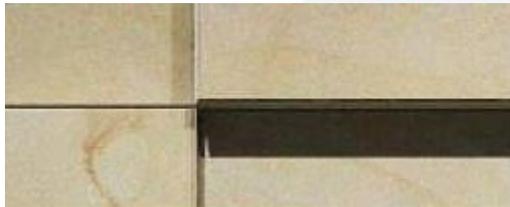
لون أبيض بارد درجة حرارة اللون  
6500 °K

## ما هو تأثير لون الضوء على الإنسان؟

أثبتت الدراسات الحديثة بأن للضوء تأثير بيولوجي **Biological**، فالضوء الأبيض البارد يحفز مادة في الجسم اسمها الكورتيزول، وهي تنشط الجسم. لذلك هو مناسب لتطبيقات الإنارة التي تحتاج إلى نشاط، أما الضوء الأبيض الدافئ فهو يحفز مادة بالجسم اسمها الميلاتونين، وهي تحفز الجسم على الاسترخاء.

## اختبار درجة حرارة اللون المناسبة للمواد المعمارية الداخلية:

اللون الأبيض الدافئ يناسب المواد الدافئة مثل الخشب والجلد، بينما يكون اللون الأبيض البارد مناسب للإسمنت أو لون المعادن.



اللون الأبيض  
الدافئ مناسب  
للون البيج



اللون الأبيض  
البارد مناسب  
للون الرمادي

## 4. درجة تمييز الألوان Color Rendering

تعتبر هذه الخاصية عن مدى قابلية المصباح الكهربائي لإظهار الألوان للأجسام بالمقارنة مع ضوء الشمس. وتعد الألوان التي نراها تحت ضوء الشمس هي الألوان الحقيقية، ويرمز لهذه الخاصية بالرمز  $R_a$ ، والرقم هو عبارة عن نسبة مئوية، فخاصية إظهار الألوان للشمس هي  $R_a=100$ . وتختلف المصابيح الكهربائية بهذه الخاصية، والتي تعد معياراً هاماً جداً لانتقاء المصابيح المناسبة للتطبيق.



مصباح له درجة تمييز ألوان  
عالية قريبة من **100**



مصباح له درجة تمييز  
ألوان أقل من **40**

## 5. بريق الألوان Brilliance

هو لمعان الإنارة على عناصر عاكسة مثل السيراميك، وهو يختلف عن الوهج بأن التباين في النصوص ليس كبيراً، وبريق الإنارة مهم جداً في بعض التطبيقات مثل محلات المجوهرات أو الأماكن التي تتطلب إبراز العناصر العاكسة بطريقة ملفتة للنظر. وهذه الخاصية لها علاقة بنوع المصباح المستخدم، فالمصابيح الكبيرة الحجم (الفلوريسانت، والفلوريسانت المدمج) لا تنتج أي بريق، أما المصابيح صغيرة الحجم والتي تسمى المنابع النقطية (Point Source) مثل مصابيح الهالوجين والميتال هالايد فتمتاز عن الأول بأنها تظهر بريق على الأسطح العاكسة.



المصابيح الصغيرة مثل  
الهالوجين تظهر البريق.



المصابيح الكبيرة مثل الفلوريسانت  
الدمج تخفي البريق



المصابيح الصغيرة الحجم أو ما يسمى بالمنابع  
النقطية **Point Source** مناسبة للإنارة المركزة.

## 6.خاصية الإنارة المركزة

عند استخدام إنارة مركزة يجب اختيار  
مصابيح تكون مناسبة لهذا النوع من الإنارة  
وهي المصابيح الصغيرة مثل الهالوجين  
والميتال هالايد، أما المصابيح الكبيرة مثل  
الفلوريسانت والفلوريسانت المدمج فهي غير  
مناسبة إطلاقاً للإنارة المركزة.

## العمر الوسطي للمصباح **Average Life**

هو العمر الافتراضي بالساعات الذي يعطي فيه المصباح الضوء قبل أن يحترق، ويتم حساب هذا العمر الافتراضي من قبل الشركات الصانعة للمصابيح عند اختبار عينة من المصابيح.

إن معرفة العمر الافتراضي للمصابيح مهم جداً وذلك للتقليل من الصيانة، وخصوصاً في الارتفاعات العالية.

## 7. خاصية التعتيم Dimmable

هي القدرة على إعتام المصباح، وتخفيف ضوئه باستخدام أدوات تحكم، وهي خاصية تتمتع بها أغلب المصابيح التي تستخدم للإنارة الداخلية باستثناء مصباح الميغال هالايد، لذلك إذا كان لدينا تطبيق مثل قاعات حفلات، وكنا نريد التحكم بشدة الإنارة عن طريق إعتامها فيجب تجنب المصابيح التي لا يمكن إعتامها مثل مصباح الميغال هالايد.

# أنواع مصابيح الإنارة

المصابيح كثيرة ومتعددة الأنواع، وهنا سنسلط الضوء على بعض المصابيح الأكثر استخداماً مع ذكر أهم محاسنها وأهم مساوئها. وهذه المصابيح هي:

**Halogen lamp** مصباح الهالوجين

**Metal halide lamp** مصباح الميثال هالايد

**Fluorescent lamp** مصباح الفلوريسانت

**Compact Fluorescent lamp** مصباح الفلوريسانت المدمج

**LED** مصباح الليد

## مصابيح الهالوجين Halogen Lamp

تستخدم في إنارة المواقع العامة، وإنارة المعارض والمحلات، وإنارة الصور واللوحات والمجسمات الفنية، كما تستخدم في الإنارة المنزلية، وفي الإنارة الغاطسة تحت الماء.



## مصباح الميتال هالايد Metal halide Lamp

### أنواعها:

الأنبوبية الصغيرة

الأنبوبية بنهايتين

المصابيح التي لها عاكس

المصابيح الأنبوبية بقابس أديسون

المصابيح ذات القطع الناقص

تستخدم في إنارة المواقع العامة،  
وإنارة الملاعب، وإنارة الساحات  
العامة، وإنارة المطارات والمحلات  
والمعارض، والأماكن التي لها  
أسقف مرتفعة.

## مصابيح الفلوريسانت Fluorescent Lamp



تستخدم في إنارة المكاتب، وإنارة مواقف السيارات الداخلية وإنارة الممرات والمصانع والمخازن الكبيرة والورشات وقاعات المدارس والجامعات وإنارة المكتبات وإنارة الملاعب الرياضية الداخلية والصالات والغرف التي يقل ارتفاعها عن 7 m.

## مصابيح الفلوريسانت المدمج

### Compact Fluorescent Lamp



تستخدم في إنارة الممرات والمكاتب والغرف العامة ودورات المياه، وفي الإنارة العامة للأماكن الداخلية وفي بعض التطبيقات المحدودة للإنارة الخارجية.

تسمى هذه المصابيح بالموفرة للطاقة مقارنة مع المصباح المتوهج. والعديد منا يعتقد ان هذه المصابيح توفر أكثر من الفلوريسانت أو الميتال هالايد، وهذا اعتقاد خاطئ. فهي موفرة بالنسبة للمتوهج فقط، **وغالباً ما يكون استخدام مصباح الفلوريسانت موفر أكثر للطاقة من استخدام هذه المصابيح.**

## مصابيح الليد

## LED Lamp

هي مصابيح حديثة تتطور بسرعة كبيرة حيث بدأت تحل محل معظم أنواع المصابيح الأخرى نظراً لمزاياها العديدة.





# أجهزة الإنارة

## تعريف جهاز الإنارة:

عبارة عن جهاز كهربائي يحوي بداخله على عناصر كهربائية وميكانيكية وأنظمة ضوئية ومصباح أو أكثر لإنتاج ضوء كهربائي بتوزيع ضوئي معين.

### 1. العناصر الكهربائية:

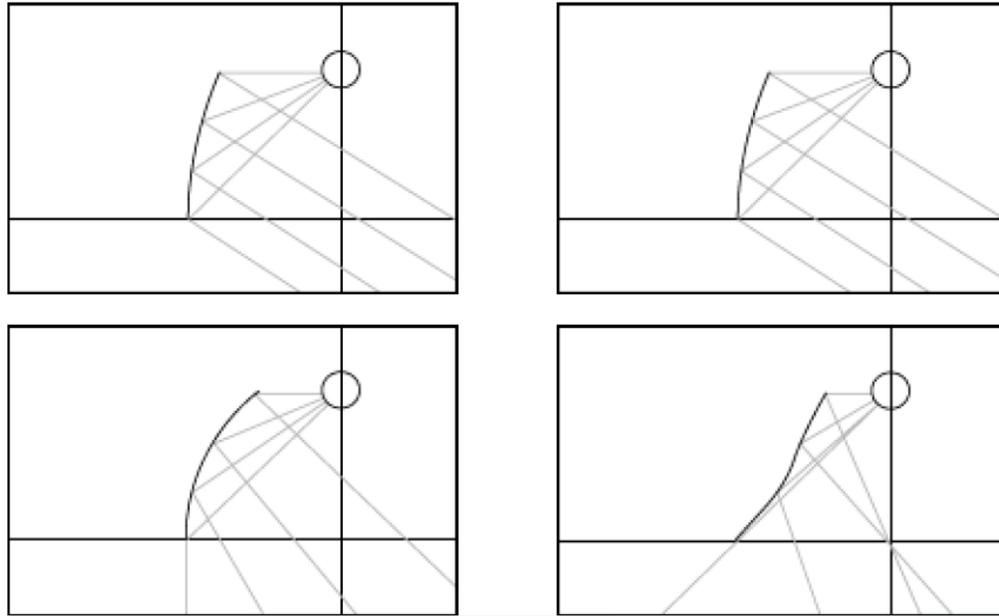
قد تكون عبارة عن خانق أو محول لتغذية المصباح بالتيار الكهربائي اللازم بالإضافة إلى أداة حمل المصباح

### 2. العناصر الميكانيكية:

تكون عبارة عن جسم الجهاز الذي يحتوي على جميع العناصر الأخرى، ويحدد جسم الجهاز درجة الحماية للجهاز من الغبار والماء وذلك حسب طريقة تصنيعه وقد يكون هناك عناصر أخرى لتحمل الجهاز على سطح معين مثل الجدار أو فوق السقف المستعار.

### 3. الأنظمة الضوئية:

تكون عبارة عن عناصر تتحكم بالضوء من المصباح وطريقة انتشاره وتمنع الوهج وهي عناصر أساسية ورئيسية فقد تكون عبارة عن عاكس أو ناشر أو كلاهما. ويحدد شكل العاكس أو الناشر طريقة توزيع الإنارة فمنها ما يكون ضيق أو عريض التوزيع ومنها ما يكون غير متماثل التوزيع.



شكل العاكس ونوعه  
يحددان طريقة توزيع الإنارة

## 4. المصابيح:

وهي العنصر الأساسي في جهاز الإنارة، وبدونها لا قيمة لهذه الأجهزة ولا عمل لها.

## 5. ملحقات أخرى:

قد تكون هناك ملحقات أخرى مثل فلتر خاص بالحد من الأشعة تحت الحمراء أو فوق البنفسجية أو فلتر يغير لون الضوء أو ملحقات لمنع الوهج.

## أنواع أجهزة الإنارة

هناك أنواع كثيرة من أجهزة الإنارة، وسنسلط الضوء على الأجهزة الأكثر استخداماً حسب التالي:

### 1. أجهزة الإنارة العامة:

- ❖ الأجهزة الغاطسة في السقف (Down Light)
- ❖ الأجهزة المعلقة على السقف.
- ❖ الأجهزة المعلقة على الجدران.

### 2. أجهزة الإنارة المركزة.

### 3. الإنارة المخفية في الديكور.

### 4. أجهزة الإنارة الديكورية.

## 1. أجهزة الإنارة العامة:

### أ. الأجهزة الغاطسة في السقف:

تسمى **Down light** (أجهزة الضوء النازل)، وتكون بأحجام مختلفة، ولها حجم صغير وكبير، ويتوافر الحجم الصغير للمصابيح التالية: الهالوجين – الميتال هالايد – الفلوريسانت المدمج – مصابيح LED.



جهاز Down Light  
لمصباح LED



جهاز Down Light لمصباح  
فلوريسانت مدمج

أما الحجم الكبير فغالباً ما يقتصر على مصباح الفلوريسانت، ومصابيح LED.



جهاز لمصباح LED قياس 60×60 cm



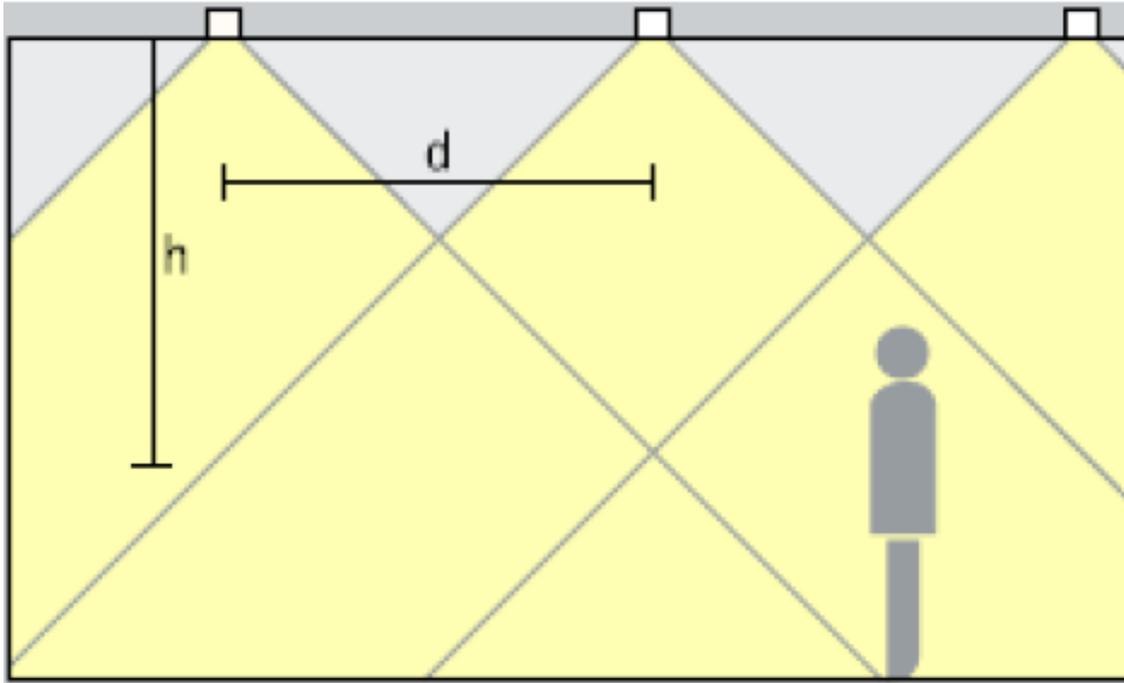
جهاز لمصباح فلوريسانت قياس 60×60 cm

## ترتيب أجهزة Down Light وتباعدها للإضاءة العامة:

### 1. تباعد الأجهزة عن بعضها:

لإضاءة الغرفة بطريقة متجانسة تؤخذ الأبعاد المثالية لأجهزة Down Light كالتالي:

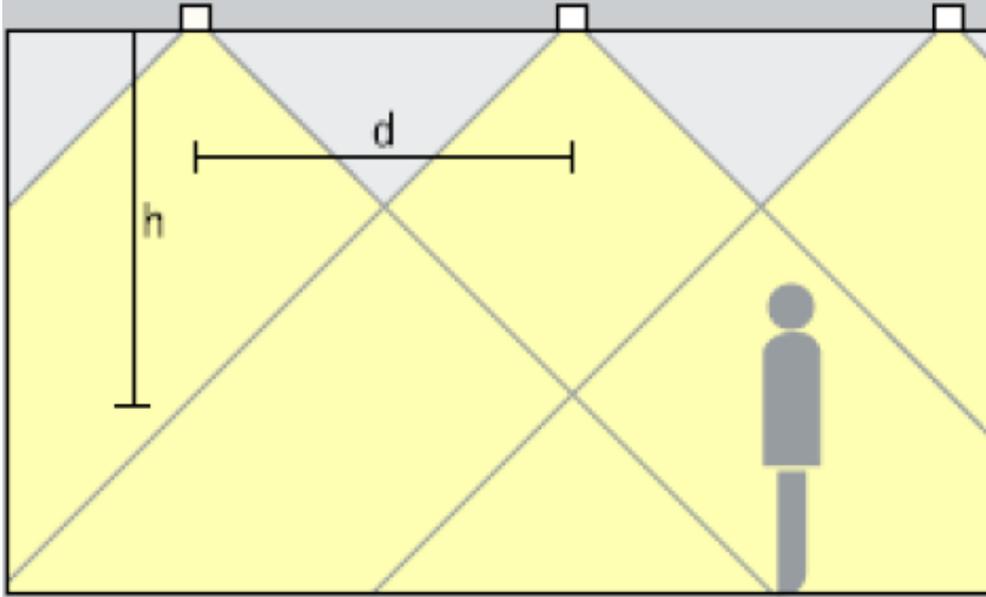
البعد  $d$  هو بعد منتصف الجهاز عن منتصف الجهاز الآخر، ويكون مساوياً لارتفاع الجهاز عن سطح العمل  $h$



مثلاً . لو كان ارتفاع الغرفة هو 3 m وارتفاع سطح العمل للمكاتب هو ارتفاع طاولة المكتب 0.8 m ، فيكون:

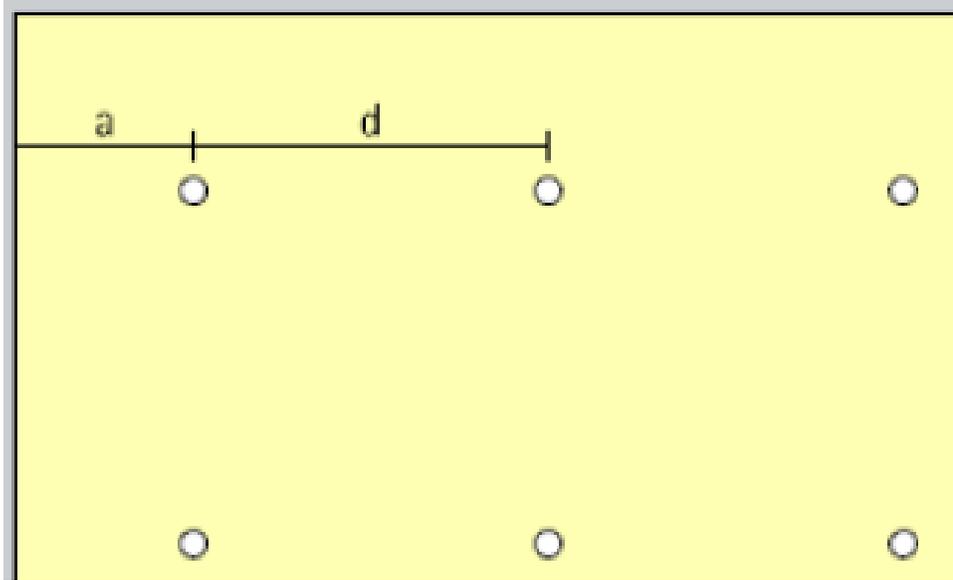
$$h=3-0.8=2.2 \text{ m}$$

ويكون التباعد الأقصى المسموح به بين الأجهزة هو  $d=h=2.2 \text{ m}$ . وبعدها يتم اختيار كمية الفيض الضوئي [Lm] المناسبة لتحقيق مستوى الإنارة المطلوب.



## 2. بعد الجهاز عن الجدار :

البعد **a** هو بعد منتصف الجهاز عن الجدار المراد إنارته، ويكون مساوياً لنصف المسافة **d**. فإذا كانت **d=2.2 m** فتكون **a** هي نصف المسافة **d** وهي **a=1.1 m**.

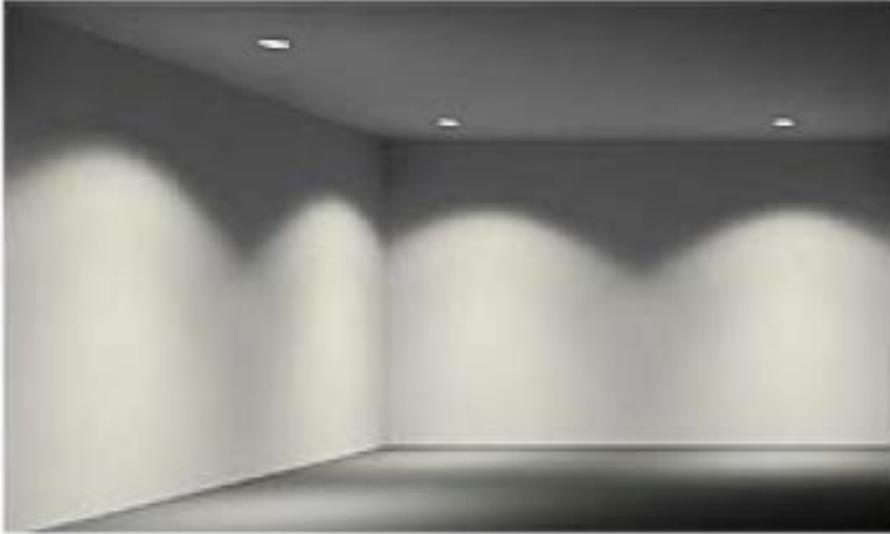




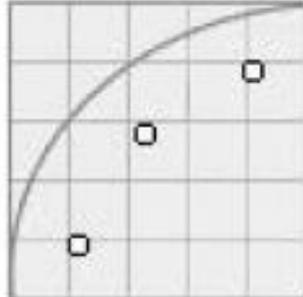
وتعد هذه المسافات إرشادية يمكن لمهندس الإنارة تعديلها حسب متطلبات المشروع، ويجب دائماً الانتباه لبعدها عن جدران الغرفة عن الجدران حيث ينصح أن يكون تباعد الأجهزة عن الجدران متساو حتى يكون الشكل الناتج من جهاز الإنارة على الجدران متساو. وإذا اختلف هذا التباعد فإن الشكل على الجدران سيكون مختلف كما هو موضح بالشكل التالي:

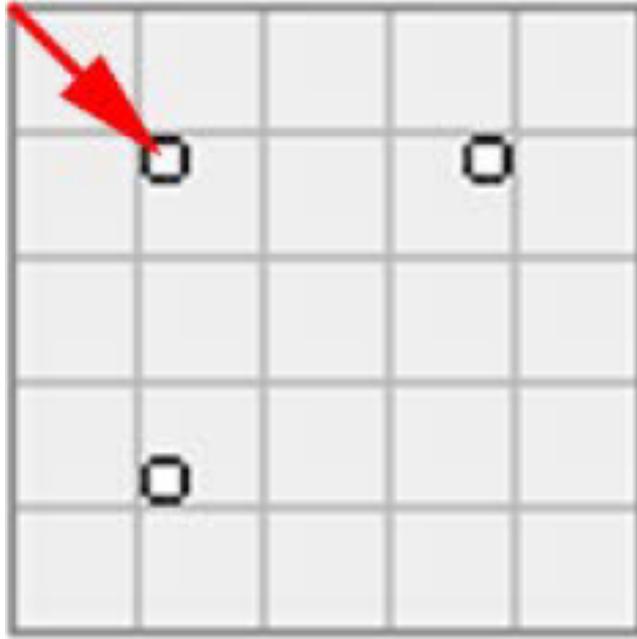
تباعد أجهزة Down Light على الجدران الأول يختلف عن الجدران الثاني مما ينتج شكل مختلف على الجدران

في الشكل التالي نجد أن الشكل الناتج يكون متساو لتساوي بعد الأجهزة عن الجدران.



تباعد متساو لأجهزة  
الإضاءة ينتج عنه شكل  
متساو ومتناسق على  
الجدران.





عندما تتساوى الأبعاد عن الجدران  
لأجهزة **Down Light** سيكون الجهاز  
الموجود في الزاوية موضوع على خط  
يشكل زاوية  $45^{\circ}$  مع زاوية الجدارين.

## ب. الأجهزة المعلقة على السقف:

تعلق هذه الأجهزة على السقف، ولها نوعان من التعليق:

1. تعليق مباشر **Surface mounted**.

2. تعليق متدلي **Pendant**.

1. الأجهزة ذات التعليق المباشر للإنارة العامة:

تشبه أجهزة التعليق المباشر أجهزة **Down Light** من حيث الخصائص.



## أجهزة معلقة تعليق مباشر

غالباً ما تستخدم هذه الأجهزة عندما لا يكون هناك أسقف مستعارة وبما أن الأجهزة ظاهرة فيكون اختيار شكل ولون الجهاز مهم بعكس الأجهزة الغاطسة التي لا يظهر منها إلا الجزء السفلي.

## 2. الأجهزة ذات التعليق المتدلي للإنارة العامة:

تعلق هذه الأجهزة على السقف بشكل متدلي إما من أجل تقريب الجهاز من سطح العمل وذلك في الارتفاعات العالية، أو لإنتاج ضوء غير مباشر من القسم العلوي من الجهاز. ولهذه الأجهزة توزيع ضوئي متنوع.



بشكل عام لا تصلح الأجهزة المتدللية من السقف للغرف ذات الارتفاعات المنخفضة، إلا إذا كانت من النوع ذو الحجم الصغير.

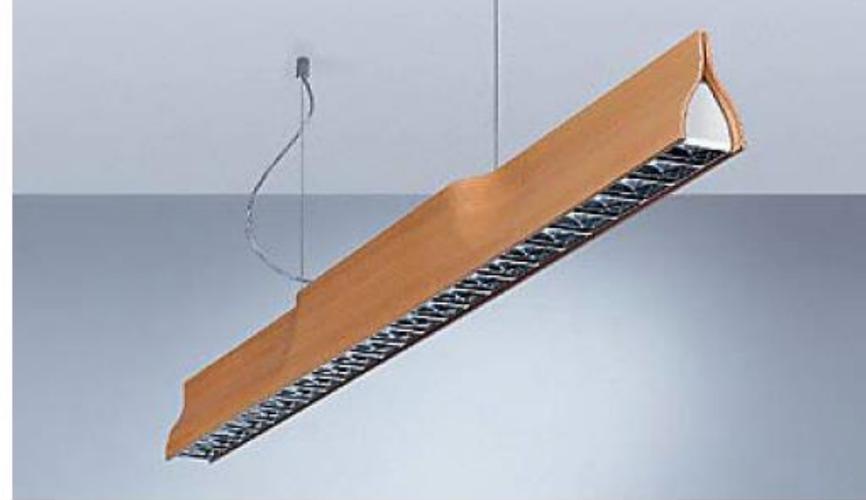


أجهزة متدلية من نوع Down Light الحجم الصغير لمصابيح الهالوجين

اختيار شكل الأجهزة المعلقة مهم جداً حيث أنها تكون عنصر قوي داخل الأماكن الداخلية لأنها تكون متدلية من السقف. وقد يكون من المناسب التنسيق مع مهندس التصميم الداخلي أو مهندس الديكور حتى تتلاءم مع التصميم الداخلي للمكان.

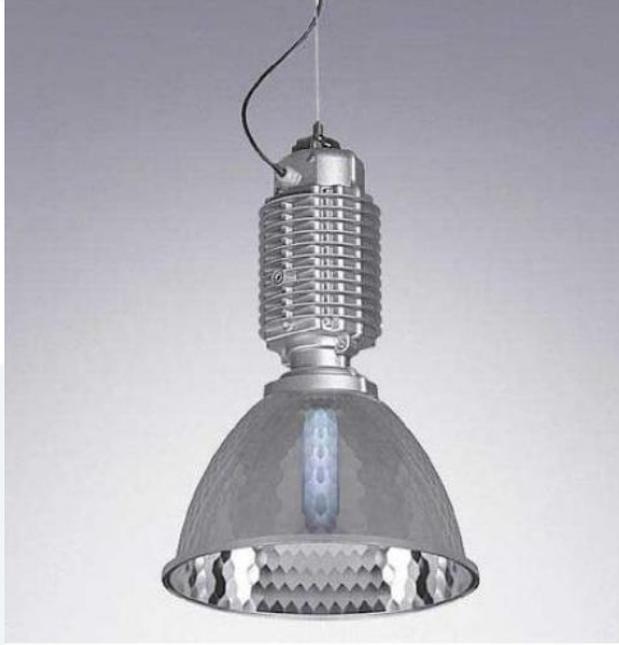


جهاز متدلي ذو ناشر ملفوف  
يعطي إنارة في كل الاتجاهات



جهاز متدلي له  
جسم من الخشب

هناك العديد من الأجهزة المعلقة الأخرى، فمثلاً هناك أجهزة تدعى **High-Bay** تستخدم في الأماكن التي لها ارتفاعات عالية جداً (المصانع مثلاً)، وغالباً ما تكون هذه الأجهزة لمصابيح الميغال هالايد، ونادراً ما تستخدم في الأماكن المعمارية الهامة



جهاز **High-Bay** يستخدم للارتفاعات العالية



استخدام أجهزة معلقة من نوع **High-Bay** لإنارة مصنع له ارتفاع عالي وذلك للتقليل من ارتفاع الجهاز عن سطح العمل وبالتالي تخفيف استهلاك الطاقة الكهربائية.

## ت. الأجهزة المعلقة على الجدران:

تستخدم العديد من أجهزة الإنارة المعلقة على الجدار، فقد تكون غاطسة في الجدار أو معلقة بشكل مباشر على الجدار، ويوجد نوعين من حيث طريقة انتشار الضوء، وهما:

1. نوع الإنارة الموجهة (المنبع محجوب عن الرؤية المباشرة).
2. نوع الإنارة المنتشرة.

### 1. الأجهزة المعلقة على الجدران للإنارة الموجهة:

تستخدم إما لإنارة السقف أو لإنارة الأرضية، والأمثلة التالية تبين بعض تطبيقات أجهزة الإنارة الموجهة:



جهاز معلق على الجدار مباشرة لإنارة غير المباشرة - ينير السقف

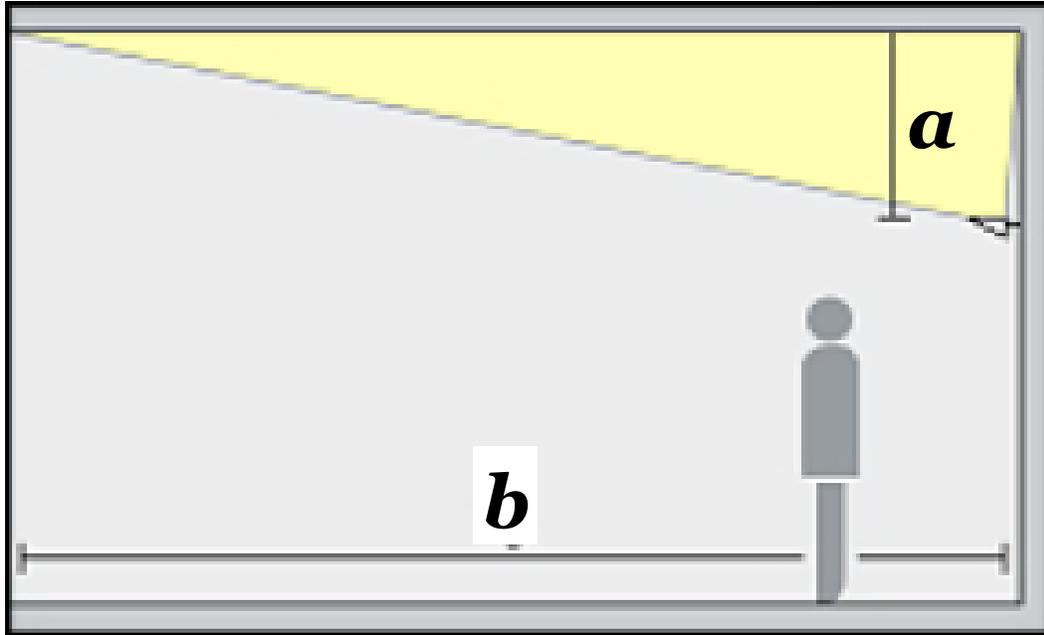


جهاز غاطس في الجدار للإنارة غير المباشرة – ينير السقف



## جهاز غاطس في الجدار لإنارة الأرضية

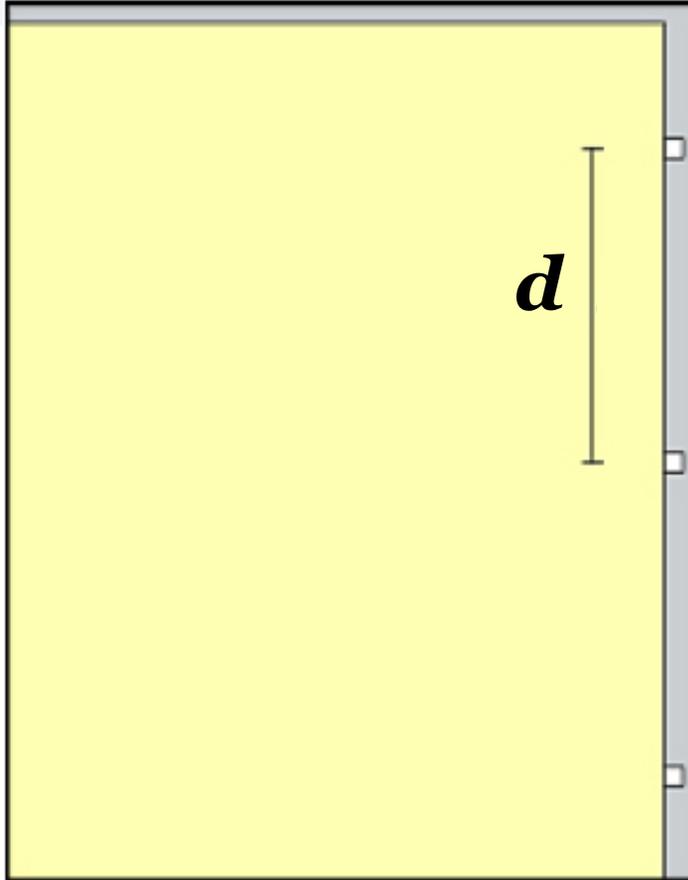
## تباعد الأجهزة المعلقة على الجدران للإنارة الموجهة:



يجب أن تكون الأجهزة التي تنير السقف أعلى من عين الإنسان بحيث لا يشاهد أي شخص منبع الضوء. كما يجب ألا تكون قريبة جداً من السقف حتى لا يحدث نصوص عالي على السقف. ويفضل ألا يقل بعدها عن السقف عن **80 cm** بشكل عام.

أما الأجهزة التي تنير الأرض فيجب أن تكون على ارتفاع أقل من ارتفاع عين الإنسان حتى لا يشاهد أي شخص منبع الضوء. وعادةً ما تكون بارتفاعات تصل حتى **80 cm**.





أما تباعد هذه الأجهزة عن بعضها البعض فهو يختلف باختلاف المصنعين، وبشكل عام ينصح ألا يزيد التباعد على ثلاثة أضعاف البعد عن سطح العمل لإنارة متجانسة على السقف، أما للأرضية فينصح ألا يزيد التباعد على خمس أضعاف بعد الجهاز عن الأرضية.

## 2. الأجهزة المعلقة على الجدران للإنارة المنتشرة:



تختلف هذه الأجهزة عن أجهزة الإنارة الموجهة، فهي ليست لإنارة الأرضية أو السقف، وإنما لإنارة المكان بكامله بطريقة منتشرة. وتكون بأشكال مختلفة، وتبين الأمثلة التالية بعض تطبيقات هذه الأجهزة:

أجهزة معلقة على الجدار بشكل مباشر لإنارة المكان بطريقة منتشرة

نلاحظ ان الإنارة تبدو وكأنها صادرة عن ضوء الشمس وتدخل من النوافذ.

ليس هناك تباعد محدد لهذه الأجهزة، حيث تستخدم لإنارة المكان بكامله، وهي ظاهرة التركيب، ولا يمكن اخفاؤها، ولكن يجب اختيار أجهزة لها نصوع يناسب المكان بحيث لا يكون الجهاز مزعج أوله نصوع عالي.



أجهزة غاطسة في الجدار لإنارة المكان بطريقة منتشرة



في كثير من الأحيان  
يستخدم نوع الأجهزة  
المعلقة على الجدار للإنارة  
المنتشرة على أطراف  
المرآة، وذلك لإظهار إنارة  
بدون ظلال.

الأجهزة المعلقة على الجدار للإنارة المنتشرة هي طريقة فعالة  
لإنارة وجه الإنسان بجانب المرآة بدون تشكل ظلال.

## 2. أجهزة الإنارة المركزة:

ذكرنا سابقاً الأهمية الكبيرة للإنارة المركزة، وكيف تؤثر في نشاط ومزاج الإنسان وجاذبية المكان، وعملية اختيار الجهاز المناسب هي عملية مهمة جداً لتصميم الإنارة المركزة بطريقة صحيحة حيث أن اختيار جهاز واحد فقط بطريقة خاطئة قد يغير التصميم بشكل جذري.

وتحتاج أجهزة الإنارة المركزة إلى مرونة كبيرة بعكس الإنارة العامة، فهي تحتاج إلى مرونة في الحركة حيث ان الغرض منها تركيز الإنارة على عنصر محدد، وقد تتمثل هذه المرونة بإمالة الجهاز وتدويره حول نفسه، وفي بعض الحالات تحريكه من مكان لآخر وهناك أنواع عديدة من هذه الأجهزة وأهمها الأنواع الثلاثة التالية:

1. جهاز الإنارة المركز الاتجاهي **Directional**.
2. جهاز الإنارة المركز **Spotlight** الغاطس في السقف.
3. جهاز الإنارة المركز **Spotlight for Track** المعلق على السكك.



## 1. جهاز الإنارة المركز الاتجاهي **Directional**.

يتميز هذا النوع بأن شكله من الأسفل هو تماماً مثل شكل جهاز **Down light**، وهو مناسب للتطبيقات المعمارية التي يكون فيها أجهزة أخرى مثل جهاز إنارة الجدار **Wall washer** و **Down light** حيث تكون جميع الأجهزة لها نفس الشكل.

الجهاز مناسب للتطبيقات المعمارية مثل المنازل والمطاعم والفنادق وجميع التطبيقات التي يكون فيها تحريك الأجسام المراد تركيز الإنارة عليها لا يتم بشكل مستمر (مثل حوض زراعة في زاوية الغرفة). ويتميز بأنه قابل للدوران من  $0^{\circ}$ - $360^{\circ}$ ، وقابل للإمالة من  $0^{\circ}$ - $30^{\circ}$  وتحريك الجهاز يتم بعد إزالة العاكس السفلي مؤقتاً.



## 2. جهاز الإنارة المركز Spot light الغاطس في السقف.

يتميز هذا النوع بأن له سهولة تحريك أكثر من الجهاز الاتجاهي وذلك لعدم وجود عاكس سفلي شبيه بأجهزة الإنارة العامة. فتتحريك الجهاز يتم بصورة أسرع.

الجهاز مناسب للمعارض والمحلات والأماكن التي تتطلب تحريك الجهاز بشكل دوري. الجهاز قابل للدوران من  $0^{\circ}$ - $360^{\circ}$ ، وقابل للإمالة من  $0^{\circ}$ - $40^{\circ}$ .

### 3. جهاز الإنارة المركز Spotlight for Track المعلق على السكك.



يتميز هذا النوع بأن له مرونة كبيرة حيث يمكن تحريكه من مكان لأخر بسهولة على السكة.

الجهاز مناسب للأماكن التي تتطلب مرونة عالية جداً وتتطلب تغير مكان الأجسام والمفروشات مثل المحلات والمتاحف والمعارض وصالات عرض السيارات. الجهاز قابل للدوران من  $0^{\circ}$ - $360^{\circ}$ ، وقابل للإمالة من  $0^{\circ}$ - $90^{\circ}$ .

يجب أن يكون اختيار الشكل واللون لهذا الجهاز مطابقاً للمتطلبات المعمارية للمكان.



أجهزة Spotlight غاطسة  
في السقف للإنارة المركزة



أجهزة اتجاهيه غاطسة في  
السقف للإنارة المركزة



أجهزة Spotlight معلقة على السكك للإضاءة المركزة

### 3. الإنارة المخفية في الديكور:



تستخدم الإنارة المخفية في التفاصيل المعمارية لتزيين هذه التفاصيل مثل السقف، ولإنتاج إنارة غير مباشرة. ويوجد مصابيح عديدة تستخدم لهذا النوع من أهمها مصابيح الفلوريسانت والليد **LED** ومصابيح الزينون **Xenon**. ويتميز النوعان الأخيران بإمكانية استخدامهما في التفاصيل المنحنية حيث يصعب استخدام مصابيح الفلوريسانت في التفاصيل المنحنية مثل الدوائر.

ولتكون عملية التصميم ناجحة لا بد من الاهتمام بأبعاد التفاصيل التي تخفي هذه الإنارة حتى يتم إنتاج إنارة بشكل مناسب، وإلا فإن الضوء سنحصر في تزيين الكورنيش، ولن يكون هناك انعكاس كاف للحصول على إنارة غير مباشرة.

**الكورنيش:** هو الجزء الذي يخفي المصادر الضوئية لإنتاج إنارة غير مباشرة بحيث تكون المصابيح وأجهزة الإنارة مخفية بداخله.

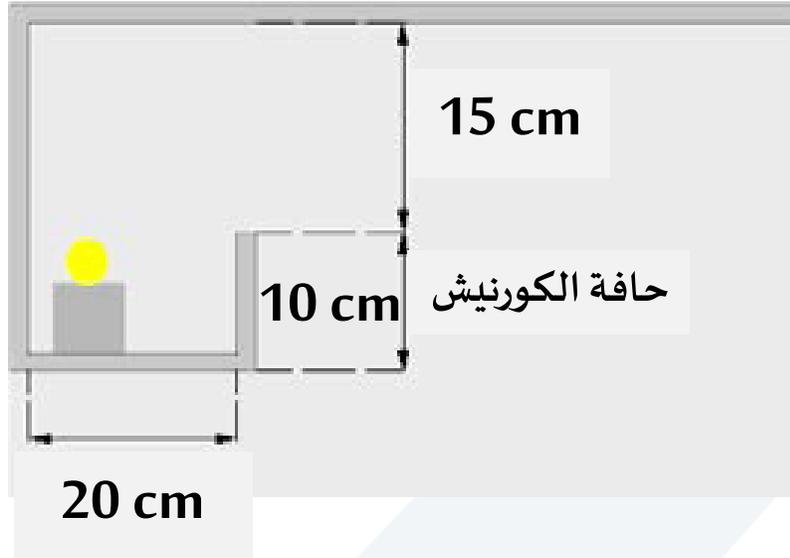
**قاعدة الكورنيش:** هي السطح الذي يحمل المصابيح أو أجهزة الإنارة.

**حافة الكورنيش:** هي الجزء الذي يخفي المنبع الضوئي ويكون ارتفاعه مساو أو أكبر بقليل من المنبع الضوئي.  
**السطح العاكس للضوء:** هو السطح الذي يعكس الضوء من الكورنيش، وقد يكون هذا السطح هو السقف أو أحد الجدران أو الأرضية. نلاحظ من الصورة أن السطح العاكس هو الأرضية.



## الأبعاد المناسبة للكورنيش:

تختلف الأبعاد حسب رغبة المصمم بانتشار الإنارة في المكان، وينصح ألا تقل الأبعاد عن القيم التالية حتى يتم انتشار الضوء وانعكاسه بشكل كاف ليعطي إنارة غير مباشرة. أما إذا كانت الأبعاد أقل من الأبعاد المذكورة فتصبح الإنارة ديكورية فقط وليست إنارة غير مباشرة، حيث يكون انعكاس الضوء قليلاً جداً ولا يساهم في الإنارة العامة.



- ✓ الارتفاع بين حافة الكورنيش والسطح العاكس يجب ألا يقل عن 15 cm.
- ✓ ارتفاع حافة الكورنيش يجب أن تكون أكبر بقليل من ارتفاع المصباح (10 cm في حالة مصباح الفلوريسانت).
- ✓ عرض قاعدة الكورنيش ينصح ألا يقل عن 20 cm لمصابيح الفلوريسانت.

الأبعاد المذكورة سابقاً هي الأبعاد الدنيا للإضاءة غير المباشرة لمصابيح الفلوريسانت، ويمكن أن تكون أقل من هذه الأبعاد بقليل للمصابيح الصغيرة جداً مثل مصابيح الليد LED أو الزينون.

عند وضع المنبع الضوئي أو جهاز الإضاءة بالقرب من حافة الكورنيش فإن انتشار الضوء سيكون قليل، والسبب هو أن حافة الكورنيش سوف تقلل من انتشار الضوء. ولانتشار الضوء بطريقة أفضل فإنه ينصح بوضع المنبع الضوئي بعيداً عن حافة الكورنيش حتى يتم انتشار الضوء بشكل كاف على سطح الانعكاس



## 4. أجهزة الإنارة الديكورية (التزيينية):

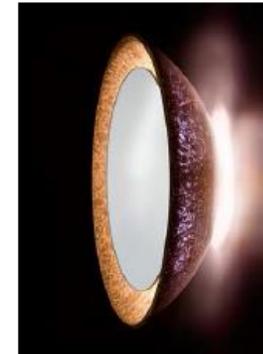
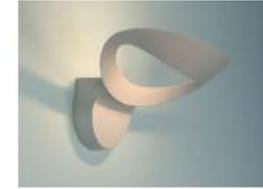
- تستخدم هذه الأجهزة للإنارة الديكورية (العنصر الثالث من أسس تصميم الإنارة)،  
وتقسم هذه الأجهزة من حيث التعليق إلى:
1. الأجهزة المعلقة في السقف.
  2. الأجهزة المعلقة على الجدار.
  3. الأجهزة حرة التعليق (موضوعة على الطاولة أو الأرضية).

# 1. الأجهزة المعلقة في السقف.





## 2. الأجهزة المعلقة على الجدار.





### 3. الأجهزة حرة التعليق



جَامِعَةُ  
الْمَنَارَةِ  
MANARA UNIVERSITY

