

# تجهيزات مباني 2

الدكتور المهندس  
علاء الدين أحمد حسام الدين



- ❖ مقدمة.
- ❖ دراسة خصائص الإنارة الطبيعية.
- ❖ أسس تصميم الإنارة.
- ❖ مصطلحات الإنارة.
- ❖ مصابيح الإنارة.
- ❖ أجهزة الإنارة.
- ❖ تطبيقات الإنارة في المنازل والأماكن السكنية.
- ❖ إنارة الطرق والشوارع والأنفاق.
- ❖ إنارة الملاعب.
- ❖ إنارة أحواض السباحة.
- ❖ إنارة المتاحف والأثار.

## مفردات المقرر

## مفردات المقرر

❖ مقدمة.

❖ دراسة خصائص الإنارة الطبيعية.

# النور هو الحياة

معظم المعلومات التي نحصل عليها خلال حياتنا تكون من خلال أعيننا، حيث نعيش في عالم بصري، تعد حاسة البصر فيه أهم حواس الإنسان. فحوالي 80% من المعلومات نحصل عليها من خلال حاسة البصر كالقراءة ومشاهدة التلفاز والإنترنت.... وغير ذلك.

وحاسة البصر من غير الضوء لا تكون فعالة، فالضوء هو الوسط الذي يجعل عالم الرؤية فعال، وعدم وجود ضوء كاف يزيد الإحساس بعدم الأمان وهذا يصاحبه نقص بالمعلومات والاتجاهات. وبالعكس عندما نحصل على النور الكاف في وقت الظلام فإننا نشعر بالأمان. فالنور لا يمكننا من الرؤيا فقط، وإنما يغير طريقة حياتنا ويغير مزاجنا وأحاسيسنا.

اكتشف الإنسان النار منذ القدم، وكان أحد استخداماتها هي الإنارة ليلاً، أو حتى نهاراً في الأماكن المظلمة مثل الكهوف. وكانت تستخدم الشمعة حتى وقت قريب للإنارة قبل وجود الكهرباء.

مع تطور البشرية تم اكتشاف أدوات أخرى مثل المصباح الغازي، وبعد ذلك اكتشف العالم توماس ادیسون المصباح الكهربائي عام 1887م.

أغلب مصممي الإنارة هم مهندسون يقومون بدراسة مستوى الإنارة ويوزعون الأجهزة في ترتيب واحد يتبعه جميع المهندسين بدون وجود فكرة كافية عن كيفية الإنارة الناتجة، وما هو تأثيرها على الإنسان، وعلى المكان. وهذا الأسلوب سهل ولكن بشكل عام هو أسلوب غير محترف في تصميم الإنارة.

## خصائص الإنارة الطبيعية

تعتمد الإنارة التي نحصل عليها نهائياً على حالة الطقس، إذ أن وجود الغيوم يؤثر تأثيراً كبيراً على نوع الإنارة وهناك ثلاث حالات:

1. الطقس صحو وبدون وجود أي غيوم. نسمي هذا النوع من الإنارة بالإنارة المباشرة.
2. الطقس غائم والغيوم تغطي الشمس تماماً. نسمي هذا النوع من الإنارة بالإنارة غير المباشرة أو المنتشرة.
3. الطقس شبه غائم، أي مع وجود بعض الغيوم. نسمي هذا النوع من الإنارة بالإنارة المختلطة (مباشرة/غير مباشرة).



الطقس صحو بدون  
وجود أي غيوم . نسمي  
هذا النوع من الإنارة  
بالإنارة المباشرة.



الطقس غائم والغيوم تغطي  
الشمس تماماً.  
نسمي هذا النوع من الإضاءة  
بالإضاءة غير المباشرة أو المنتشرة.





الطقس شبه غائم، أي  
مع وجود بعض الغيوم.  
نسمي هذا النوع من  
الإنارة بالإنارة المختلطة  
(مباشرة/غير مباشرة).

# ما هي علاقة الطقس والغيوم بتصميم الإنارة الداخلية؟

يتم دراسة الموضوع من خلال النقاط التالية:

1. الظل (**Shadow**).
2. تجانس الإنارة (**Uniformity**)
3. التباين (**Contrast**)
4. الوهج (**Glare**).
5. مستوى الإنارة (**Illuminance**).
6. لون الضوء – درجة حرارة اللون (**Color-Temperature**).
7. خاصية إظهار الألوان (**Color Rendering**).

## 1. الظل (Shadow):

في حالة الإضاءة المباشرة (ضوء الشمس مباشر) نجد أن الظلال قوية، أما في حالة الإضاءة غير المباشرة فإننا نجد انعدام الظل، وفي الإضاءة المختلطة تكون هناك ظلال خفيفة. وموضوع الظل موضوع مهم جداً يجب أخذه بالحسبان عند تصميم الإضاءة.



الإضاءة غير المباشرة (انعدام الظل)



الإضاءة المباشرة (ظل قوي)

لمعرفة اهمية الظلال نبين الصور التالية لجزء من جدار تمت إنارته بطريقة مباشرة وغير مباشرة، **حيث نلاحظ تفاصيل الجدار واضحة في الإنارة المباشرة، بينما تنعدم هذه التفاصيل في الإنارة غير المباشرة.**



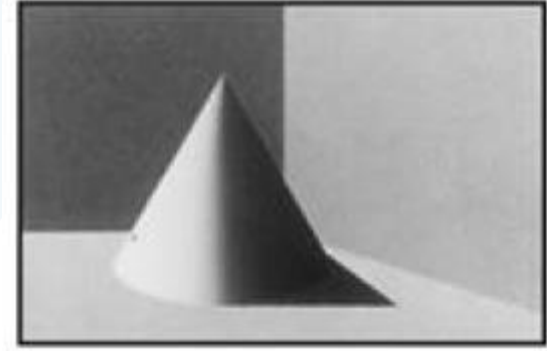
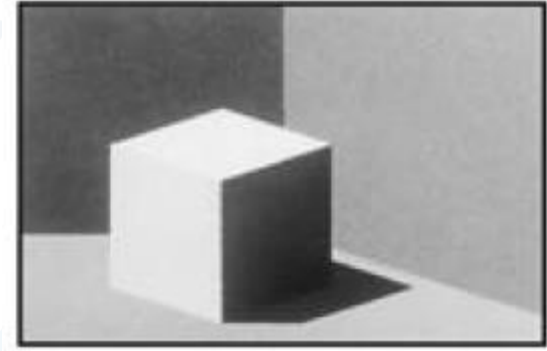
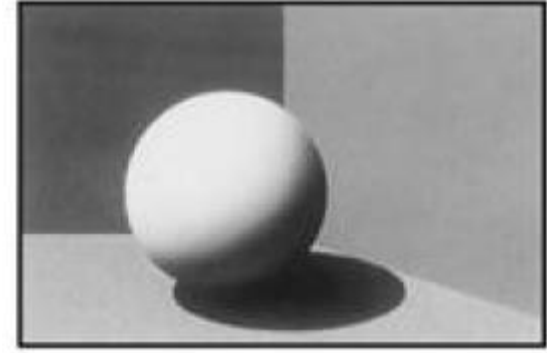
**الإنارة غير المباشرة  
(انعدام الظل)**



**الإنارة المباشرة  
(الظلال تظهر تفاصيل الجدار)**

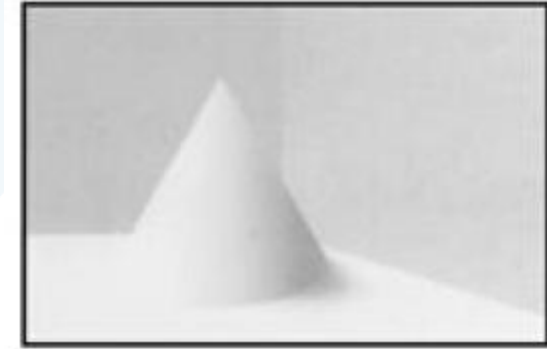
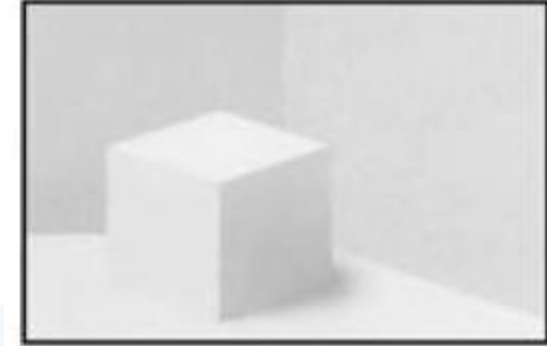
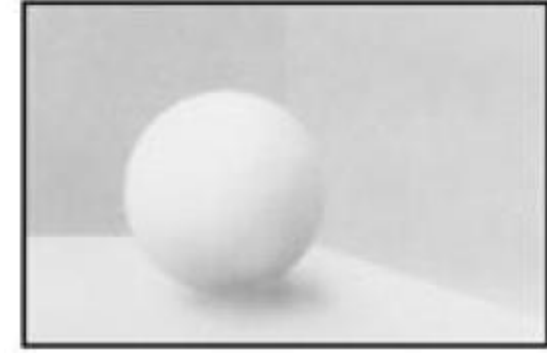
إن إدراكنا البصري للأشكال الثلاثية الأبعاد  
في الشكل التالي (كرة ومكعب ومخروط)  
يختلف باختلاف الإنارة حسب التالي:

ينتج عن الإنارة المباشرة ظلال قوية  
وتجسيد قوي للشكل الثلاثي الأبعاد. لكن  
التفاصيل قد تختفي بوجود الظلال القوية.



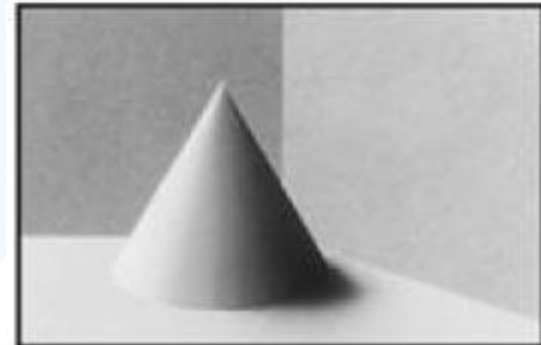
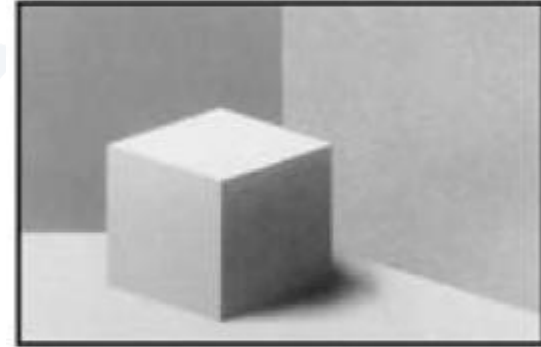
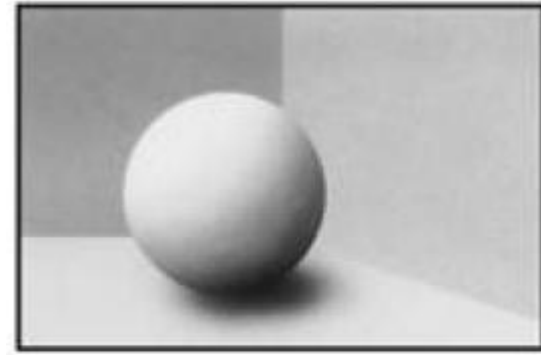
إنارة مباشرة

في حالة الإنارة غير المباشرة تبدو الأجسام  
باهتة وبدون عمق يبين الشكل الثلاثي  
الأبعاد، وتبدو الكرة مثلاً وكأنها دائرة.

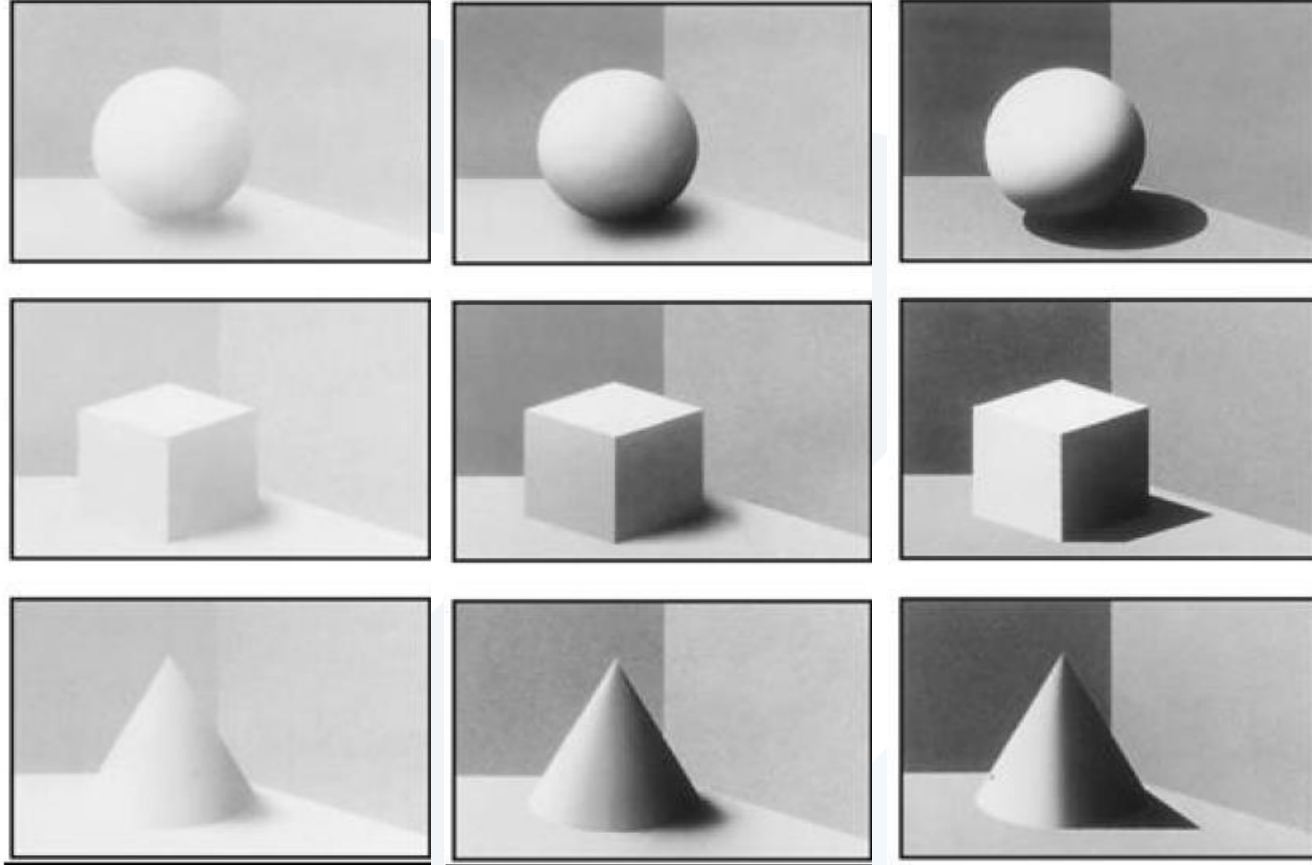


الإنارة غير المباشرة

ينتج عن الإنارة المختلطة ظلال خفيفة بحيث  
يظهر الشكل الثلاثي الأبعاد بدون إخفاء أي  
تفاصيل على السطح الأقل إنارة.



إنارة مختلطة  
الإنارة المباشرة/غير المباشرة



إنارة غير مباشرة

إنارة مختلطة  
مباشرة/غير مباشرة

إنارة مباشرة



إن معرفة الظل ونوعه في تطبيقات الإنارة مهم جداً، حيث يوجد تطبيقات يكون وجود الظل فيها محبذ وله تأثير إيجابي، كالمتاحف مثلاً، كما في المثال التالي:



وجود الظلال يجسد العنصر الثلاثي الأبعاد، ويظهره بطريقة مميزة، وهذا النوع من الإنارة المباشرة له أثر فعال في إبراز الجسم بطريقة تجعله ملفت للنظر، ونلاحظ الفرق بين الصورة الثانية والثالثة لإنارة عنصر بطريقتين، ونرى أن الطريقة الثانية بوجود ظلال تبرز العنصر أكثر، وتظهر عمق الأبعاد أكثر.

وهناك حالات لا نريد فيها الظل لأنه يخفي تفاصيل مهمة نريد معرفتها مثلاً (المكاتب، المستشفيات، وصالونات الحلاقة وإنارة المرأة) حيث يريد الانسان إظهار تفاصيل الوجه بأقل ما يمكن من الظلال.



يبين الشكل صورتين لوجه إنسان تمت إنارته بطريقتين مختلفتين، حيث نلاحظ في الحالة الثانية تكون الظلال التي تحجب تفاصيل الوجه، وهذا خطأ شائع عند العديد من المصممين حيث يتم وضع Spot Light فوق المرأة.

من التطبيقات الأخرى التي تحتاج إلى تجنب الظلال على الواجه  
صالونات تصفيف الشعر والمكياج وصالونات الحلاق.

مما سبق نرى أن شدة الظل ونوعه مهم جداً لمصمم الإنارة،  
ويجب أخذه بالحسبان عند تصميم الإنارة، ويتم ذلك باختيار  
الأجهزة المناسبة للتطبيق المناسب كما سنرى لاحقاً.

## 2. تجانس الإنارة (Uniformity)

أي تساوي قيم شدة الإنارة في المكان، وعدم وجود تباين في مستواها.



الإنارة غير المباشرة

تكون الإنارة متجانسة بشكل كبير، حيث لا نرى أي اختلاف للإنارة فالعشب مثلاً يظهر بلون واحد عكس الحالة الأولى



الإنارة المباشرة

تكون الإنارة غير متجانسة، وهذا ناتج عن وجود الظل طبعاً حيث نجد أن هناك مناطق على الأرض إنارتها أقوى من مناطق أخرى



تجانس قليل للإضاءة في هذا الممر



تجانس عالي للإضاءة في هذه الصالة

### 3. التباين Contrast:

هو الفرق بين مستويات النصوص (السطوع) في مكان ما، أو هو نسبة نصوع عنصر لآخر. فمثلاً التباين يسهل لنا قراءة صفحات كتاب مكتوب بلون أسود على ورق أبيض، ولولا هذا التباين فإننا لن نستطيع القراءة. فالتباين ضروري إلا أن وجود تباين كبير جداً يجهد العين ويجعلها تتعب.



بإغلاق الستارة تصبح نسبة التباين أقل وتجعل التفاصيل أوضح، وهي بالطبع أريح للعين



نسبة تباين عالية تجعل التفاصيل غير واضحة وتجهد العين

#### 4. الوهج (Glare).

أي وجود سطح له سطوع عالي جداً مقارنة بالمحيط، مما يعيق الرؤيا.

فالشمس مثلاً عندما لا تغطيها الغيوم فإننا نجد الوهج عالي، وعندما تغطيها الغيوم فإنه لا يعد هناك ضرورة لاستخدام النظارات الشمسية لعدم وجود أي وهج.

#### 5. سوية الإنارة (Illuminance):

تعبّر عن كمية الضوء في المكان، وتقاس بوحدة اللوكس (Lux). فبينما يكون مستوى الإنارة عن طريق الشمس مباشرة  $100000 \text{ Lux}$  ينخفض مستوى الإنارة بوجود غيوم إلى  $10000 \text{ Lux}$ .

## 6. درجة حرارة اللون **Color Temperature** :

هي درجة حرارة مشع بلانك (**Planckian radiator**)، الجسم الأسود، والتي لها نفس لون الجسم المشع تحت الاختبار، ويُرمز لها بالرمز  $(T_f)$ ، وتقاس بوحدة الكلفن ( $^{\circ}\text{K}$ ). ويستخدم هذا التعبير **لوصف لون الضوء الناتج من المنبع الضوئي**، وذلك بمقارنته بلون الجسم الأسود.

يتغير لون الجسم الأسود عند ارتفاع حرارته مثل أي جسم متوهج من أحمر داكن متوهج إلى أحمر مضيء، برتقالي، أصفر، ويصل في النهاية إلى اللون الأبيض ثم أبيض مائل للزرقة ثم أزرق.

مثلاً يشبه لون ضوء مصباح شعلة الشمعة نفس اللون الصادر من جسم أسود عند حوالي  $1800^{\circ}\text{K}$  وبالتالي هي تمثل الدرجة اللونية لمصباح شعلة الشمعة. ويكون لون الضوء الصادر من مصباح فتيلة التنغستين استطاعته  $100\text{ W}$  قريب جداً من اللون الأبيض بشكل مشابه للجسم الأسود ولكن عند درجة حرارة  $2875^{\circ}\text{K}$ ، وبالتالي فإن الدرجة اللونية للمصباح المذكور هي  $2875^{\circ}\text{K}$ .



**الجسم الأسود: هو الجسم الذي يمتص كل الإشعاعات الساقطة عليه، وإذا ارتفعت درجة حرارته تنبعث منه في بادئ الأمر حرارة إشعاعية غير مرئية، ومع ازدياد درجة الحرارة يبدأ الجسم في التوهج بلون أحمر قاتم ثم بلون أحمر قاني ثم يمر بمجموعة من الألوان حتى يشع ضوء أبيض (الحرارة البيضاء) ثم ضوء أزرق.**



يتغير لون الضوء خلال النهار من اللون الدافئ إلى اللون البارد. اللون الدافئ هو اللون الأبيض المصفر، أما اللون البارد فهو الأبيض المزرق. لتحديد أي نوع من درجات اللون الأبيض يتم استخدام مصطلح درجة حرارة اللون وهو عبارة عن رقم يعبر عن درجة اللون.

عند شروق الشمس صباحاً يكون الضوء اصفر حيث تبلغ درجة حرارة اللون **2800 K** ، بعد العصر يكون الضوء أبيض مزرق وتبلغ درجة حرارة اللون عندها **6000 K** يسمى هذا اللون بلون النهار (**Daylight**). وقد تختلف هذه الأرقام من بلد لآخر أو من فصل لفصل لذلك تم ايجاد الأرقام للوصول إلى لون الضوء بدقة.

يبين الجدول التالي بعض قيم درجات حرارة اللون.

درجة الحرارة [°K]	لون الضوء
2700	الأبيض الدافئ (يميل للحمرة)
3000	الأبيض الدافئ (أبيض أصفر)
4000	أبيض عادي
6500	أبيض بارد (ضوء النهار) Daylight.
8000	أبيض بارد جداً

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



الأبيض المعتدل (4000 K)



الأبيض الدافئ (2800 K)



تصل درجة حرارة اللون الى (12000 K) وأكثر



الأبيض البارد (6000 K)

معرفة درجة حرارة اللون يسهّل اختيار المصباح المناسب  
في الإنارة الكهربائية، إذ تملك المصابيح درجات حرارة تبدأ  
من 2000 K حتى 8000 K ، ومصابيح الليد LED الحديثة  
تصل درجة حرارة اللون فيها إلى 12000 K أو أكثر.

## 7. خاصية إظهار (درجة تمييز) الألوان (Color Rendering).

يعد ضوء الشمس أفضل مصدر ضوئي لرؤية الأشياء بلونها الطبيعي، لذلك يعد مصدر الضوء الطبيعي هو المعيار الأساسي للألوان الحقيقية، وخاصية إظهار الألوان له هو  $Ra=100$ ، ويتم مقارنة المصابيح الكهربائية به. فمثلاً إذا كان هناك مصباح كهربائي له درجة تمييز اللون  $Ra=80$  فهذا يعني أنه يميز الألوان بدرجة 80% مقارنة مع الضوء الطبيعي، وهو معيار هام جداً لانتقاء المصابيح الكهربائية المناسبة للتطبيق المناسب.



هناك العديد من المصابيح منها ما له درجة عالية من تمييز الألوان تصل إلى  $Ra=100$ ، مثل مصابيح الهالوجين، ومنها ما له درجة منخفضة من درجة تمييز الألوان تصل إلى  $Ra=60$  أو حتى أقل.





مصباح له درجة تمييز  
ألوان قريبة من 100%



مصباح له درجة تمييز ألوان  
أقل من 40%

خاصية إظهار الألوان معيارهام جداً لانتقاء المصابيح الكهربائية المناسبة.

## الخلاصة:

1. من خلال دراسة الإنارة الطبيعية تم ملاحظة ثلاثة حالات من أنواع الإنارة:

الإنارة المباشرة - الإنارة غير المباشرة (المنتشرة) - الإنارة المباشرة/غير المباشرة (المختلطة).

### خصائص الإنارة المباشرة:

الظلال قوية - الإنارة غير متجانسة (هناك فرق كبير بين مستويات الإنارة بين الظل والضوء) - وهج الشمس عالي - تجسيم جيد للأجسام ثلاثية الأبعاد **Modeling**.

### خصائص الإنارة غير المباشرة:

لا يوجد ظلال - الإنارة متجانسة - لا يوجد وهج للشمس (لا نحتاج إلى نظارات شمسية أو حاجب للوهج) - لا يوجد تجسيم للأجسام ثلاثية الأبعاد.

2. معرفة أهمية شدة الظل ونوعه وتأثيره على الأجسام والإنسان مهم جداً في تصميم الإنارة.

3. معرفة خاصية درجة حرارة لون الضوء **Color Temperature**.

4. معرفة خاصية إظهار الألوان وتكون للإنارة الطبيعية  $R_a=100$ .



جامعة  
المنارة

