

تجهيزات مباني 2

الدكتور المهندس
علاء الدين أحمد حسام الدين

2

مفردات المقرر

- ❖ مقدمة.
- ❖ دراسة خصائص الإنارة الطبيعية.
- ❖ أسس تصميم الإنارة.

تعرفنا في الفصل الأول عن أنواع الإنارة الطبيعية، وكيف أن لكل نوع خصائص معينة. والسؤال الآن:

كيف نستثمر هذه الطرق لتصميم إنارة اصطناعية جيدة؟ وما هي الإنارة الجيدة؟

معظم المهندسين الكهربائيين يعتقدون أن الإنارة الجيدة هي التي نحصل عليها بأقل استطاعة ممكنة، وباختيار المصابيح المناسبة لتحقيق مستوى إنارة حسب المتطلبات العالمية، بينما المعمارين، ومهندسي التصميم الداخلي يرون أن شكل جهاز الإنارة الديكورية أو المتناسق مع العمارة يعطي إنارة جيدة.

في الحقيقة كلا الأمرين مهم. ولكن الإجابة ببساطة لا
هذا ولا ذاك.

الإنارة الجيدة تتحقق عندما نحقق أسس الإنارة،
ونطبقها بشكل سليم، مع الأخذ بالحسبان كلا
العاملين السابقين.

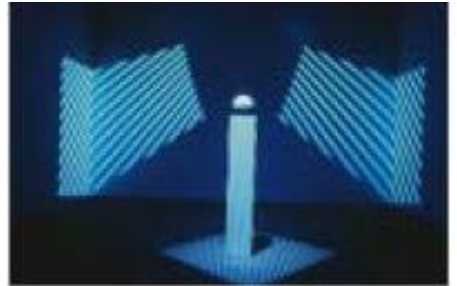
أسس تصميم الإنارة

وضع المهندس المعماري ريتشارد كيلي Richard Kiley في خمسينيات القرن الماضي المبادئ الثلاثة لأسس الإنارة، وهي:

1. **الإنارة العامة Ambient Lighting**. هي الإنارة التي تكون عامة، والغرض منها جعل الأشخاص ترى المكان والنشاط بشكل ملائم.

2. **الإنارة المركزة Accent Lighting**. الغرض منها التركيز على العناصر المهمة وإظهارها أكثر من غيرها حتى تجذب الانتباه.

3. **الإنارة الديكورية Play of brilliance**. وهي الإنارة التي تهدف إلى إظهار الضوء كعنصر جمالي في المكان.



معظم مهندسي الكهرباء يهتمون بشكل كبير بالإضاءة العامة ويتجاهلون النوعين الآخرين

ومعظم مهندسي العمارة يهتم بالإضاءة الديكورية ويترك الإضاءة العامة لمهندس الكهرباء. ويبقى العنصر الثاني مهملاً مع التأكيد بأنه لا يقل أهمية عن أي من النوعين الآخرين، وربما يكون الأهم في العديد من الحالات.

سنرى أهمية كل نوع وكيف يمكن الجمع بين جميع هذه الأنواع للحصول على إضاءة معمارية بجودة عالية.

الإضاءة العامة Ambient Lighting:

تهدف هذه الإضاءة إلى إيجاد ضوء مناسب في المكان لجعل الناس ترى الأشياء والأجسام والأماكن لأننا لا نرى الأشياء في الظلام، أو نراها بدون تفاصيل. وهي ثلاثة أنواع: **مباشرة** - **غير مباشرة** - **مختلطة (مباشرة/غير مباشرة)**.

أ. الإضاءة المباشرة Direct Lighting:

أبسط طرق الحصول على هذه الإضاءة هي بوضع أجهزة تعطي ضوء مباشر مثل الأجهزة التي تثبت بالسقف، سواء غاطسة أو معلقة. وتسمى مصابيح **Down light** كما في المثالين التاليين:



يوجد نوعان من الإنارة المباشرة: الموجهة والمنتشرة

الإنارة المباشرة الموجهة. الإنارة المباشرة والمنتشرة.

يتعلق الأمر بنوع الجهاز: فالأجهزة التي لها عاكس تعطي إنارة مباشرة موجهة، أما الأجهزة التي تعطي إنارة منتشرة فيكون لها ناشر من الأوبال أو البريزماتيك أو أنواع أخرى.

العاكس في جهاز
الإنارة يعطي ضوء
مباشر موجه



الناشر في جهاز
الإنارة يعطي ضوء
مباشر منتشر





نلاحظ أنه في الأجهزة التي لها عاكس أن الضوء محجوب والجدران والسقف معتمة أكثر من الصورة الأولى مع أن مستوى الإنارة على سطح العمل هو متساوٍ في الحالتين.



نلاحظ أنه في الأجهزة التي لها ناشر ينتشر الضوء ويكون السقف والجدران مضيئان.



خصائص الإنارة المباشرة الموجهة:

- ✓ كفاءة عالية في استخدام الطاقة الكهربائية.
- ✓ يبقى السقف غير ناصع، وبالتالي يعطي احساس بأن الغرفة غير مضاءة بشكل كافٍ.
- ✓ الوهج يعتمد على نوع الأجهزة، ولكن يكون أعلى من الإنارة غير المباشرة بشكل عام.
- ✓ لا يعتمد هذا النوع بشكل كبير على ألوان الأسطح مثل السقف والجدران.
- ✓ ظلال عالية وهو يماثل الضوء الطبيعي بدون وجود غيوم.



خصائص الإنارة المباشرة المنتشرة:

- ✓ كفاءة عالية في استخدام الطاقة الكهربائية، ولكن أقل من الإنارة المباشرة الموجهة بشكل عام.
- ✓ يكون السقف والجدران أكثر نصوعاً، وبالتالي يعطي احساس بأن الغرفة مضاءة بشكل كافٍ.
- ✓ الوهج يعتمد على نوع الناشر، ولكن بشكل عام يكون أعلى من الإنارة المباشرة الموجهة.
- ✓ لا يعتمد هذا النوع بشكل كبير على ألوان الأسطح، ولكن اعتماده يكون أكثر من الإنارة المباشرة الموجهة.
- ✓ ظلال ناعمة حيث يعمل الناشر عمل الغيوم في الإنارة الطبيعية.

ب. الإنارة غير المباشرة Indirect Lighting:

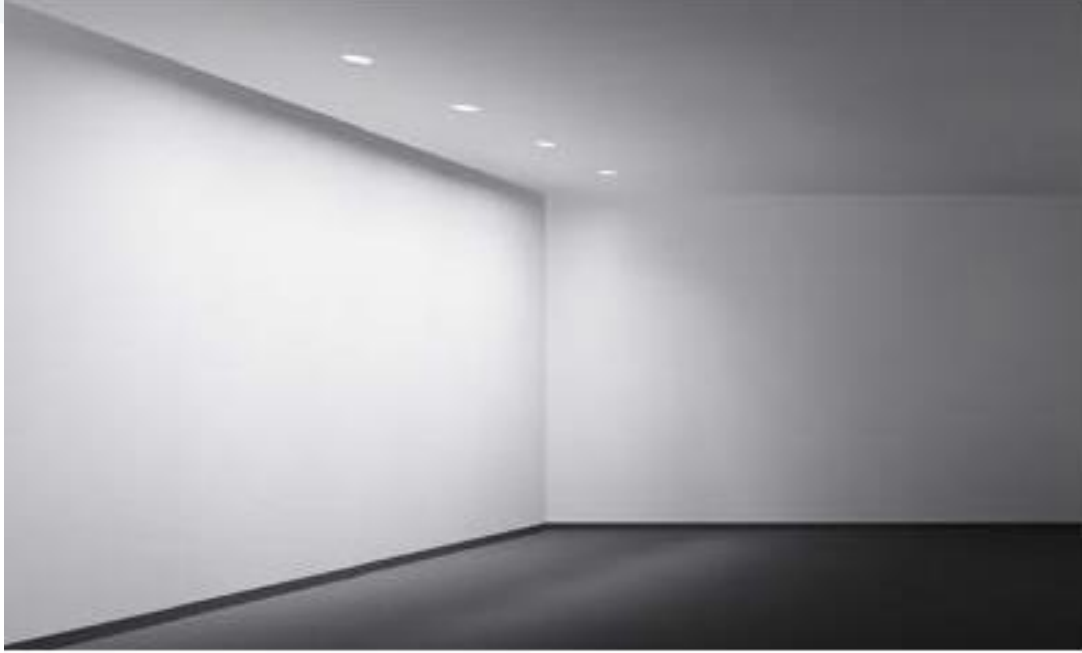
نحصل على الإنارة غير المباشرة في الأماكن الداخلية بوضع أجهزة إنارة تنير أسطح ثانوية مثل السقف أو الجدران وبانعكاس هذه الإنارة من هذه الأسطح نحصل على الإنارة في كامل الغرفة كما في الأمثلة التالية:



إنارة غير مباشرة ناتجة عن أجهزة
إنارة معلقة على الجدران.



إنارة غير مباشرة ناتجة عن أجهزة
إنارة معلقة في السقف.



إنارة غير مباشرة ناتجة عن أجهزة إنارة
غاطسة في السقف وتنير الجدار يسمى
هذا الجهاز **Wall washer**.

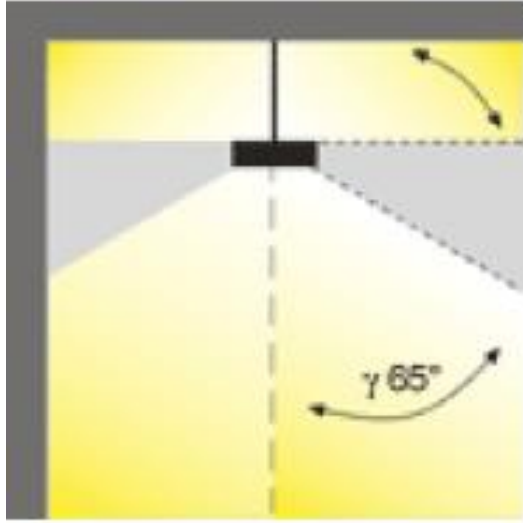


إنارة غير مباشرة ناتجة عن
أجهزة إنارة مخفية في السقف.

خصائص الإنارة غير المباشرة:

- ✓ كفاءة قليلة في استخدام الطاقة الكهربائية، لأن الإنارة تنتشر بالغرفة بشكل غير مباشر.
- ✓ يكون السقف ناصعاً، وبالتالي يبدو أن ارتفاع الغرفة عالي إذا كانت الإنارة غير المباشرة تعتمد على السقف. أما إذا كانت تعتمد على الجدران فتبدو الغرفة أكبر مساحة.
- ✓ انعدام الوهج بشكل كامل إذا تم تصميم هذه الإنارة بطريقة صحيحة.
- ✓ يعتمد هذا النوع بشكل كبير على ألوان الأسطح مثل السقف والجدران. فإذا كانت الإنارة ناتجة عن السقف فإنها تعتمد على لون السقف في انعكاس الإنارة (الألوان الفاتحة هي التي تعكس الإنارة بشكل جيد).
- ✓ انعدام الظلال. أو تكون خفيفة جداً، وتكون مماثلة للإنارة الطبيعية بوجود غيوم.

ج. الإنارة المختلطة (مباشرة/غير مباشرة) **Direct/Indirect Lighting**:
نحصل على هذا النوع من الإنارة بطريقتين: الطريقة الأولى بوضع جهاز واحد له خاصية الانتشار
بطريقة مباشرة وغير مباشرة كما في المثال التالي:



إنارة مختلطة (مباشرة/غير مباشرة) ناتجة عن أجهزة متدلية
من السقف، بحيث تنير السقف وتنير الأرض مباشرة.





ج. الإنارة المختلطة (مباشرة/غير مباشرة) :Direct/Indirect Lighting

الطريقة الثانية: بوضع نوعين أو أكثر من الأجهزة بحيث يعطي أحد هذه الأجهزة إنارة مباشرة بينما يعطي الجهاز الثاني إنارة غير مباشرة كما في المثال المبين بالشكل.

إنارة مختلطة ناتجة عن وجود إنارة مخفية تعطي إنارة غير مباشرة وإنارة مباشرة من الأجهزة الغاطسة في السقف وتسمى هذه الأجهزة **Down light**.

خصائص الإنارة المختلطة:

- ✓ كفاءة متوسطة في استخدام الطاقة الكهربائية، فهي أكثر كفاءة من الإنارة غير المباشرة، وأقل من المباشرة.
- ✓ يكون السقف ناصعاً، وبالتالي يبدو أن ارتفاع الغرفة عالي إذا كانت الإنارة غير المباشرة تعتمد على السقف. أما إذا كانت تعتمد على الجدران فتبدو الغرفة أكبر مساحة.
- ✓ وهج قليل مناسب ومريح للعين إذا تم تصميم هذه الإنارة بطريقة صحيحة.
- ✓ يعتمد هذا النوع بشكل كبير على ألوان الأسطح ولكن بدرجة أقل من الإنارة غير المباشرة.
- ✓ ظلال ناعمة، وتكون بحالة توازن بين الإنارة المباشرة وغير المباشرة.

كيف يختار المصمم النوع المناسب لتطبيق معين؟

يجب معرفة نوع التطبيق، وهنا نشير إلى العوامل الثلاثة AAA وهي:

- النشاط **Activity**.
- العمارة **Architecture**.
- الجو والملائم **Atmosphere**.

➤ النشاط Activity.

أي معرفة وظيفة المكان... مكتب، مشفى، مطعم، فندق.. فلكل مكان نحتاج إنارة محددة ومناسبة.
عندما نريد التخلص من الظلال (إنارة فوق المرأة، صالونات الحلاقة وتصفيف الشعر، غرف
القياس بالمحلات) نستخدم الإنارة المنتشرة، أو غير المباشرة.

إنارة مباشرة

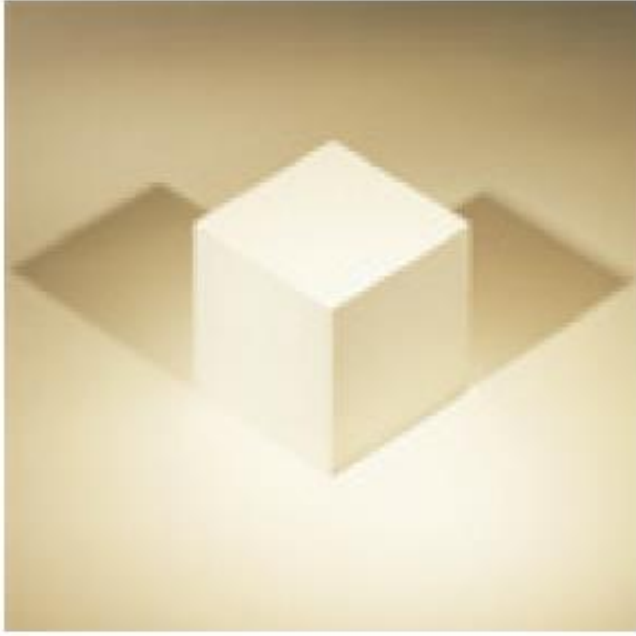
عند وجود ظلال عالية ناتجة
من أجهزة Down Light تكون
الرؤية سيئة في التطبيقات التي
تتطلب تمييز للوجه



إنارة غير مباشرة، أو مباشرة منتشرة

إن عدم وجود الظلال على
الوجه يجعل الرؤية جيدة في
أماكن تتطلب رؤية جيدة
للوجه مثل صالونات تصفيف
الشعر والمكياج

في الأماكن التي نريد فيها تجسيم الأجسام **Modeling** (المتاحف، المحلات، المعارض)
نستخدم الإنارة المباشرة.



إنارة مباشرة تجسم الأشكال
وتجعلها أكثر وضوحاً.



إنارة غير مباشرة بدون ظلال.
لا يوجد تجسيم للأشكال.

ومهم جداً معرفة سقوط الإنارة .. هل على السطح الأفقي أم العمودي (الجدار)



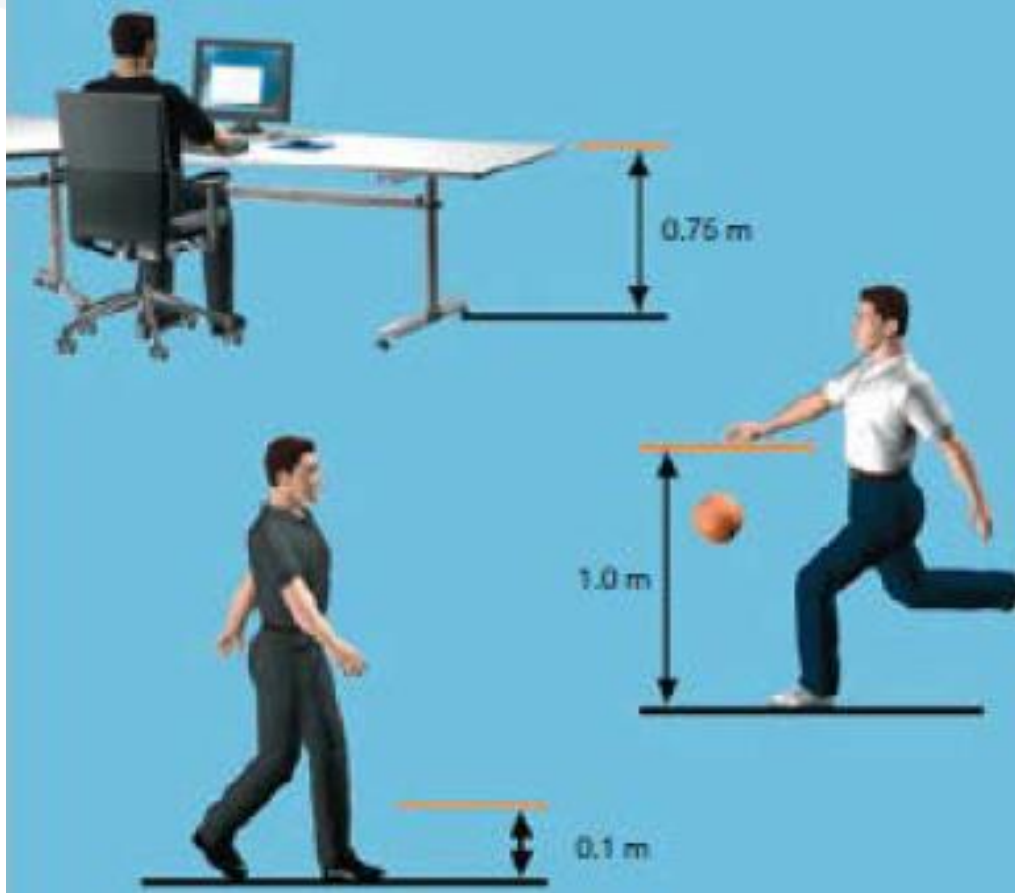
في المعارض نحتاج الإنارة على
المستوى العمودي (الجدار)



في المكاتب نحتاج الإنارة
على المستوى الأفقي

تحديد سطح العمل:

يقصد بـ سطح العمل السطح الذي يحدث فيه النشاط في المكان المراد إنارته، ويختلف هذا السطح باختلاف النشاط. فمثلاً في المكتب يكون سطح العمل على ارتفاع **0.75 m**، بينما يكون سطح العمل في الممرات على ارتفاع **0.1 m**.



ما مدى حساسية الوهج على الأداء البصري؟

في الأماكن التي نريد فيها خفض الوهج من المناسب أن نفكر بالإضاءة غير المباشرة أو المختلطة. مثلاً لإضاءة المكاتب يفضل استخدام الإضاءة المختلطة. إذ يتم إضاءة السقف والجدران بإضاءة غير مباشرة مع وجود إضاءة مباشرة حتى يكون هناك توازن بين الظلال وتوزيع الإضاءة على الأسطح وخفض الوهج.



إضاءة مختلطة تجعل الغرفة تبدو مضاءة أكثر وتبدو أكثر ارتفاعاً



إضاءة مباشرة – سقف مظلم

إذا تمعنا بين الحالتين السابقتين سنلاحظ أن الظلال تحت الطاولة هي أخف بإضافة الإضاءة غير المباشرة.



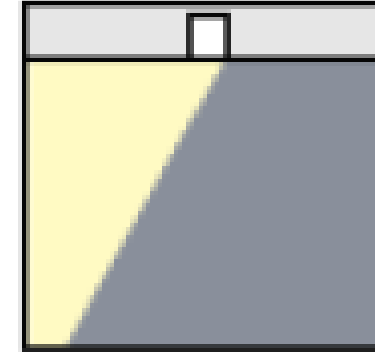
➤ العمارة Architecture.

قد تفرض المتطلبات المعمارية اختيار أحد أنواع الإنارة دون الأخرى، فمثلاً إذا كان المعماري يريد إبراز السقف أو الجدران يتم اللجوء إلى إنارتها بطريقة غير مباشرة.

الشكل المعماري لهذا السقف يتطلب وجود إنارة غير مباشرة



تم وضع أجهزة غاطسة في الجدار تسمى **Wall-recessed ceiling washer**، ولها توزيع باتجاه السقف، تم استخدامها لتحقيق المتطلبات المعمارية وليس لتحقيق متطلبات النشاط.



تم إنارة هذا الجدار المتموج بأجهزة **Wall washer**، التي ساهمت في إظهار المبنى داخلياً وخارجياً من دون أن تكون ظاهرة، وذلك بإنارة غير مباشرة. تصميم الإنارة في هذا المثال تم بعد فهم المتطلبات المعمارية.

نوعية الأسطح:

من المهم معرفة ألوان الأسطح ونوعيتها ومدى انعكاسها، فعند وجود أسطح لامعة، مثلاً أرضية لامعة تكون الإنارة غير المباشرة أفضل لتجنب الوهج المنعكس.



الإنارة غير المباشرة تكون مناسبة للأرضية اللامعة وتحسن مجال الرؤية بانعدام الوهج المنعكس.



الإنارة المباشرة بوجود أرضية لامعة تسبب وهج منعكس يؤدي إلى انخفاض أداء الرؤية ويكون مزعج للمكان.

نوعية الأسطح:

كما يجب معرفة نوعية السطح، هل هو خشن أم أملس. فلو فرضنا أن لدينا جدار خشن فإن الإنارة المباشرة تظهر تفاصيل الجدار من خلال الظلال.



الإنارة المباشرة بالنسبة للجدار
تظهر تفاصيل هذا الجدار.



إنارة مباشرة تظهر تفاصيل
السطح الخشن.



إنارة غير مباشرة لا تظهر التفاصيل،
ويبدو السطح كأنه أملس.

➤ الجو الملائم Atmosphere.

إن معرفة الجو الملائم المرغوب به في التطبيق المعين يحدد نوع الإنارة المطلوبة، فمثلاً إذا أردنا إظهار الغرفة بشكل عالٍ من الملائم إنارة السقف، أما إذا أردنا إظهار الغرفة بمساحة كبيرة من المناسب إنارة الجدران.

فمثلاً إذا أردنا إنارة ممر فندق فإن وجود ظلال أو عدم وجودها يكون أمر ثانوي، وهنا يجب معرفة ما هو الحل المطلوب في هذا الممر. ونجد من خلال الصور التالية حالات مختلفة تجعل المكان يبدو مختلفاً.



إنارة مباشرة منتشرة



إنارة مباشرة موجهه



إنارة مختلطة باستخدام جهازين



إنارة مختلطة باستخدام جهاز واحد

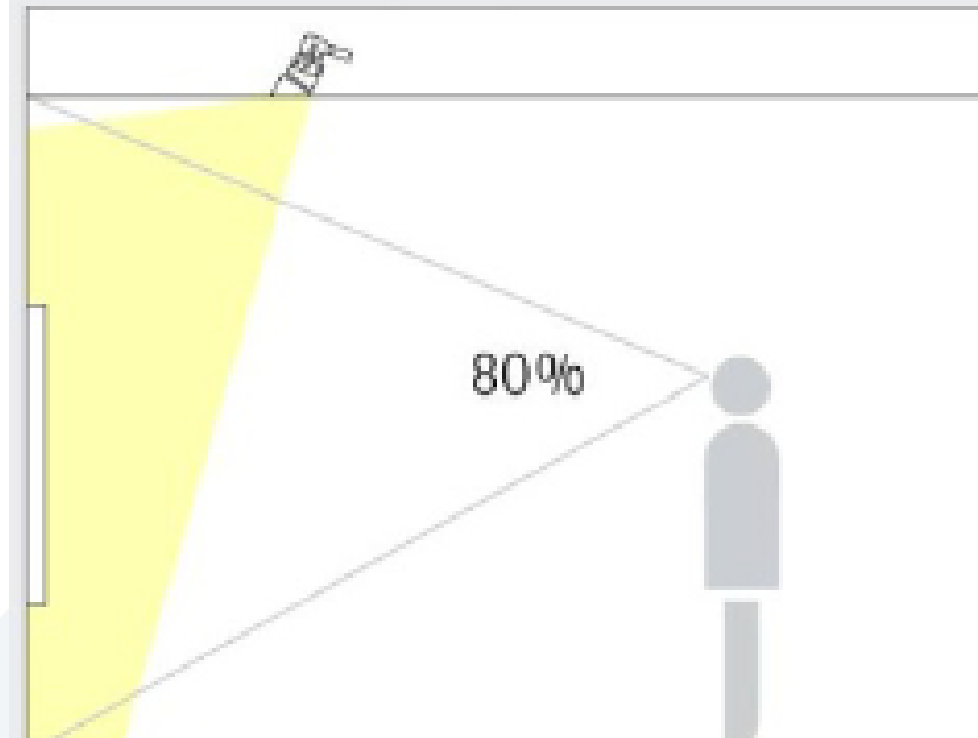


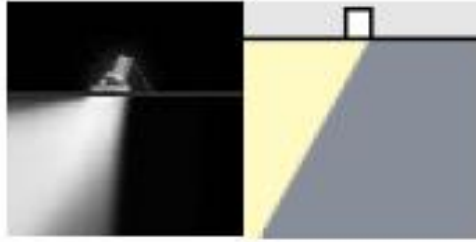
وهنا يجب التنويه بأن النشاط يعتمد على
الأمر الفنية (العلمية)، فمعرفة مستوى
الإضاءة والظلال والوهج هي أمور فنية بحتة،
بينما متطلبات العمارة والجو الملائم يعتمد
بشكل أساسي على الفن، لذلك فإن علم
الإضاءة يعتمد العلم والفن بنفس الوقت.

إن إضاءة هذا الممر تعتمد بشكل أساسي على
الفن، فالمصمم يرى أنه هو الجو المناسب
لهذا التطبيق

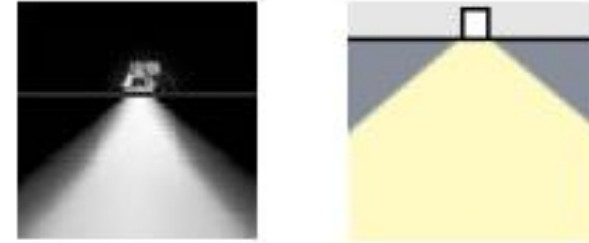
الجو المشرق (الناصح) **Bright Atmosphere**

يقع **80%** من المجال البصري للإنسان على الأسطح العمودية، لذلك فإن الأسطح العمودية هي التي تحدد نصوع المكان، إذا أردنا إظهار الأماكن بشكل مضيء يجب الاهتمام بإنارة الأسطح العمودية.





استخدام 3 اجهزة إنارة جدارية Wall washer استطاعة الجهاز 105 W
باستخدام طاقة أقل بـ 40% من الحالة الأولى يبدو المكان أكثر
اشراقاً لأن الإنارة مركزة على الجزء العمودي الذي يعبر عن
80% من مجال رؤية الإنسان.



استخدام 5 اجهزة سقفية Down light استطاعة الجهاز 175 W
الإنارة أقوى على الأرض، ولكن المكان يبدو أقل
إضاءة لأن الجدران أقل إضاءة

إنارة الجدران بأجهزة إنارة للجدران **Wall washer** تجعل المكان مضيء، وقد تغني في بعض الحالات عن أي أجهزة أخرى للإنارة العامة. لذلك ينصح بالتركيز على إنارة الجدران إذا كان المطلوب جعل المكان يبدو مضيئاً. ومن النتائج أيضاً أنها تعطي راحة نفسية، وتكون أكثر جاذبية، وتوصي المواصفات القياسية أن تكون نسبة الإنارة على الجدران تتراوح بين **50-60%** من نسبة الإنارة على سطح العمل (**طاولة المكتب مثلاً**).



إنارة ناتجة
عن أجهزة
إنارة للجدران
**Wall
washer**



يبين الشكل حالة إنارة غير مباشرة من أجهزة إنارة للجدران **Wall washer** الغاطسة في السقف على الجانبين. نلاحظ أن المكان مشرق بدون وجود أي إنارة أخرى، ونلاحظ انعدام الوهج تماماً حتى ان المكان يبدو بدون أجهزة إنارة. **ونلفت الانتباه** إلى أن الظلال معدومة، والذي نراه على الأرضية ليست ظلال، وإنما انعكاس الضوء، والسبب هو أن الأسطح لامعة تعكس الصور، مثل المرآة، ونلاحظ بأن الإنارة غير المباشرة مناسبة للأرضية اللامعة.

الإضاءة المركزة : Accent lighting

هذا النوع من الإضاءة مهم جداً لجذب انتباه الأشخاص إلى عناصر أكثر أهمية في المكان، وهو نوع هام جداً ومهم بشكل كبير في معظم أنواع التصميم في مختلف الدول العربية، وهذا النوع يجعل الأشياء تبدو أكثر جاذبية.



يجب معرفة أن الإضاءة المركزة يجب أن تكون قيمتها أعلى من الإضاءة العامة بخمس أضعاف على الأقل حتى لا تختفي ضمن الإضاءة العامة.

الإضاءة المركزة Accent lighting :



إذا تأملنا ضوء الشمس عندما يكون مغطى بغيوم فإن الإضاءة تكون كثيفة، حيث تبدو جميع العناصر والأجسام باهتة ولا يبدو أي جسم بطريقة جذابة، وفي هذه الحالة تختفي الظلال وتبدو جميع العناصر متساوية. لذلك يجد العديد من الناس يبدو مكتئباً في اليوم الغائم الذي لا يوجد فيه ضوء مركز.

الإضاءة المركزة : Accent lighting

إذا كانت أشعة الشمس مسلطة مباشرةً على الأماكن والأشياء، فسنرى أن تدرج الظل والضوء يضيفان لمسات فنية على الطبيعة والمكان والأجسام، وتكون هناك عناصر مركزة أكثر من غيرها.



الإضاءة المركزة : Accent lighting



في المشروع المبين بالشكل نرى أن الإضاءة المركزة على العنصر ذو اللون البرتقالي يجعله أكثر أهمية وأكثر وضوحاً من الأجسام الأخرى المتواجدة في هذا المكان، لذلك ينتبه له المشاهد قبل ملاحظة الأشخاص الواقفين مع أن هذه صورة وليست حقيقة. وفي الواقع سيبدو هذا العنصر أكثر جاذبية، بينما سيكون أقل جاذبية لو كانت الإضاءة عامة بدون وجود الإضاءة المركزة.

الإضاءة المركزة Accent lighting :



أما في هذا المتحف فكانت كمية الإضاءة المركزة أكثر من عشرة أضعاف الإضاءة العامة، حيث اختفت التفاصيل الأخرى في هذا المتحف، وبقيت اللوحات هي الأكثر وضوحاً.



الإضاءة المركزة : Accent lighting

الإضاءة المركزة على هذه الطاولة تضيف لها قيمة وتجعلها تبدو جذابة في هذا المكان، اما بدون إضاءة مركزة على هذه لطاولة تجعلها تبدو متساوية مع بقية العناصر في هذا المكان، وحتماً لن تكون ملفتة للنظر كما هو الحال مع الإضاءة المركزة.

الإضاءة المركزة Accent lighting :

أما الإضاءة المركزة على طاولة الطعام في المطعم تجعله هادئ وتضيف خصوصية للأشخاص مثل هذا المطعم في دار الأوبرا في سيدني بأستراليا.





نسبة الإنارة المركزة إلى الإنارة العامة:

يجب أن تكون نسبة الإنارة
المركزة أعلى من الإنارة العامة
بخمسة أضعاف ونرى ذلك
واضح من الإنارة بالمتحف المبين
بالصورة المبينة بالشكل.

الإضاءة المركزة مهمة جداً في التصميم فهي تجعل المكان يبدو أكثر جاذبية لذلك يفضل أخذها بالحسبان عند تصميم الإضاءة حتى لو كانت الإضاءة لنشاط مكتبي.

فوجود هذه الإضاءة في المكاتب تجعل المكتب يبدو أكثر جاذبية وتزيد من نشاط الأشخاص العاملين في المكتب وتعطي شعوراً أكثر بالراحة النفسية.

الإضاءة الديكورية **Play of brilliance**:

تدل التسمية على هذا النوع من الإضاءة، والتي تكون ناتجة عن:

- ❖ جهاز تزييني يعطي ديكور معين.
- ❖ تفاصيل معمارية تنتج ضوء ديكوري.
- ❖ جهاز من أجهزة الإضاءة المعمارية مثل البروجكتور (يكون الضوء الناتج من الجهاز ديكوري)

مثال عن بعض الأجهزة الديكورية التي تمثل عنصر جمالي بالمكان :



مثال عن تفاصيل تنتج ضوء ديكوري، يكون الشكل المعماري مصمم حتى ينتج ضوء جمالي:



مثال عن أجهزة الإنارة المعمارية، حيث يكون جهاز الإنارة بحد ذاته غير ديكوري، لكنه ينتج ضوء ديكوري.



بعض الأمثلة عن تصميم الإنارة:

1. مطعم تيتري Teatteri بالسويد:

- ✓ إنارة عامة تجعل من السهل التنقل من مكان لآخر.
- ✓ إنارة مركزة على طاولة الطعام.
- ✓ إنارة ديكورية تشمل إنارة مخفية متغيرة الألوان من خلال ستارة تم تصميمها من قبل مهندس العمارة الداخلية، وثرى في منتصف هذه الستارة.

تم تحقيق جميع أسس الإنارة المعمارية



2. جامع الشيخ زايد في أبوظبي:

- ✓ إنارة عامة تجعل من السهل التنقل من مكان لآخر.
- ✓ إنارة مركزة بين الأعمدة.
- ✓ إنارة ديكورية تشمل ثريا كبيرة وإنارة بالألياف البصرية على الجدران.
- ✓ إنارة الجدران بشكل تجعل المكان مضيء **Wall washing**.



حاز هذا المشروع على جائزة أفضل تصميم للإنارة في الشرق الأوسط من منظمة MELDA عام 2008 وقام بتصميم المشروع مكتب تصميم الإنارة البريطاني Speirs and Major وإذا تأملنا تصميم الإنارة في هذا الجامع نجد أنه يشمل الآتي:

تؤثر الإنارة على الإنسان ووجهه حسب تشكّل الظلال، وعلى العناصر والأماكن الداخلية وتغير طريقة رؤيتنا لها بل وتؤثر حتى في نشاط الإنسان وفي راحته النفسية. لذلك يجب فهم المكان والنشاط بشكل جيد ومراعاة أسس تصميم الإنارة، وهي:

✓ الإنارة العامة.

✓ الإنارة المركزة.

✓ الإنارة الديكورية.

ويجب ان نشير هنا إلى أن الإنارة الديكورية يجب استخدامها حسب حاجتها، فمثلاً في المصانع قد لا تحتاج إلى الإنارة الديكورية أو حتى الإنارة المركزة.

لتصميم الإنارة العامة يجب دراسة العوامل الثلاثة AAA:

- ✓ النشاط Activity.
- ✓ العمارة Architecture.
- ✓ الجواء الملائم Atmosphere.

بناء على هذه العوامل نحدد أي نوع من الإنارة:

- ✓ مباشرة.
- ✓ غير مباشرة.
- ✓ مختلطة (مباشرة/غير مباشرة)

الخلاصة:

بعض النقاط المهمة:

- ✓ أهمية الظل في التصميم.
 - ✓ أهمية دراسة الأسطح وألوانها ونوعها من حيث اللمعان او الخشونة.
 - ✓ تجنب الوهج المباشر والمنعكس.
 - ✓ أهمية إنارة الجدران لجعل المكان مشرق باستخدام أجهزة إنارة الجدران
- .Wall washer**
- ✓ أهمية استخدام الإنارة المركزة.

