المختصر المفيد في تصميم الانارة الداخلية

تاليف المهندس عزت بارودي

اميل: ezzatbaroudi@yahoo.com

مدونة:/http://ezzatbaroudi.wordpress.com

تقديم

الكل منا يعلم أهمية الإنارة في الأماكن الداخلية فهي تساهم بشكل كبير بتحسين نشاط الاشخاص في مكان العمل كما انها تساهم براحة الانسان وتلعب دورا كبيرا في ابراز المعالم المعمارية وتؤثر في ارتباط الانسان بالمكان عاطفيا وذلك اذا ما تم اخذ عوامل التصميم بعين الاعتبار.

لكن في عالمنا العربي نجد ان العديد من المهندسين يبسط الموضوع بقانون يحسب عدد الأجهزة المطلوبة لكل غرفة دون أخذ عوامل التصميم المهمة التي ترقى بالتصميم لتجعله ملائم للنشاط والمكان والشكل المعماري ومع الجو الملائم المطلوب وذلك بعكس الحال في في الدول المتقدمة مثل أوربا وأمريكا حيث أصبح هنالك مصممين متخصصين في تصميم الإنارة .

ولوجود نقص كبير في المكتبة العربية يتحدث عن تطور هذا العلم وأهميته، أقدم هذا الكتاب الذي يتحدث عن تصميم الإنارة من جانب هندسي ومعماري سائلا المولى أن اكون قد وفقت في جعل هذه المادة مفيدة وسهلة وممتعة للقارئ.

تم تقسيم هذا الكتاب الى عدة فصول ففي الفصل الاول تحدت فيه عن دراسة خصائص الانارة الطبيعية وذلك بحالة وجود ضوء الشمس مع سحب او بدونها وماهو تاثيرها على الانسان والاشياء من حيث الظل والوهج وشدة الانارة ... الخ.

وفي الفصل الثاني تحدثت عن اسس تصميم الانارة وكيفية الاستفادة من خصائص الانارة الطبيعة ومحاكاتها في تصميم الانارة الكهربائية اما في الفصل الثالث فقد تحدثت عن مصطلحات الإنارة والتي تعتبر مهمة جدا لتطبيق فكرة التصميم اما الفصل الرابع فتم شرح اهم مصابيح الانارة المستخدمة في التطبيقات الداخلية وماهي معايير اختيار المصباح المناسب للمكان المناسب يتحدث الفصل الخامس عن اجهزة الانارة وكيفية اختيار الجهاز المناسب للتطبيق المناسب.

المقدمة

الانارة بين الماضي والحاظر–من الانارة الطبيعية الى الانارة الكهربائية

النور هو الحياة...لايمكن وصف العلاقة بين النور والحياة بطريقة اخرى.

إن معظم المعلومات التي نحصل عليها خلال حياتنا تكون من خلال أعيننا حيث اننا نعيش في عالم بصري. إن حاسة البصر هي أهم حاسة عند الانسان حيث إن مايقارب من 80% من جميع المعلومات التي نحصل عليها من خلال حياتنا نحصل عليها من خلال حاسة البصر كالقراءة ومشاهدة التلفاز والانترنت وغير ذلك.

من غير الضوء فإن حاسة البصر تكون غير فعالة حيث أن الضوء هو الوسط الذي يجعل عالم الرؤية فعال. و عدم وجود ضوء كاف يزيد الاحساس بعدم الامان ويصاحبه نقص ونفقد المعلومات كما نفقد الاتجاهات وبالعكس عندما نحصل على النور الكاف في وقت الظلام فإننا نحس بالامان.

فالنور لا يمكننا من الرؤية فحسب وإنما يغير طريقة حياتنا ويغير مزاجنا وأحاسيسنا.

لقد خلق الله الشمس قبل ان يخلق الانسان وبالتالي فإن النور خلق قبل الانسان وكان الضوء الطبيعي في حياة الانسان الاولى مصدره الشمس في النهار وضوء القمر في اليل.

بعد ذلك اكتشف الانسان النار وكان احد استخداماتها هي الانارة ليلا او حتى نهارا في الاماكن المظلمة مثل الكهوف والشمعة كانت تسخدم حتى وقت قريب للانارة عند عدم وجود الكهرباء. ومع تطور البشرية تم اكتشاف ادوات اخرى مثل المصباح الغازي وفي بعد ذلك تم اكتشف العالم الامريكي توماس اديسون المصباح الكهربائي في عام 1887م.

قصة مصباح أديسون

كان لاختراع المصباح الكهربائي قصة مؤثرة في حياة أديسون، ففي أحد الأيام مرضت والدته مرض شديد، وقد استلزم الأمر إجراء عملية جراحية لها، إلا أن الطبيب لم يتمكن من إجراء العملية نظراً لعدم وجود الضوء الكافي، واضطر للانتظار للصباح لكي يجري العملية لها، ومن هنا تولد الإصرار عند أديسون لكي يضئ الليل بضوء مبهر فأنكب على تجاربه ومحاولاته العديدة من اجل تنفيذ فكرته حتى انه خاض أكثر من 900 تجربة في إطار سعيه من اجل نجاح اختراعه، وقال عندما تكرر فشله في تجاربه " هذا عظيم.. لقد أثبتنا أن هذه أيضا وسيلة فاشلة في الوصول للاختراع الذي نحلم به"، وعلى الرغم من تكرار الفشل للتجارب إلا انه لم ييأس وواصل عمله بمنتهى الهمة باذلاً المزيد من الجهد إلى أن كلل تعبه بالنجاح فتم اختراع المصباح الكهربائي في عام 1887م.

كما يقال فإن الحاجة ام الاختراع. فحاجتنا إلى النور هي التي مكنتنا من هذا الانجاز العظيم حيث لم يعد هنالك اي مشكلة في العمل ليلا بوجود النور الكافي واليوم أصبحت الانارة الكهربائية أحد اهم المصادر التي نعتمد عليها ليلا ونهارا في كل لحظة من لحظات حياتنا في الانارة الداخلية و انارة الشوراع والملاعب والمطارات والساحات العامة وغير ذلك وأصبحنا نرى الانارة الكهربائية في البيت والمكتب والمدرسة والمصنع والمستشفى والمسجد وفي كل مكان وزمان.

بعد إختراع اديسون توالت الابحاث في مجال الانارة الكهربائية حيث تم إختراع العديد من المصابيح الكهربائية واجهزة الانارة واجهزة التحكم بالانارة واصبحت ادوات الانارة عديدة ومتنوعة ولابد من دراستها ومعرفة مميزاتها حتى يتم تصميم الانارة بطريقة محترفة ولكن قبل البدء بدراسة اجهزة الانارة وادوات الانارة فإنه من المفيد ان نقوم بدراسة النور والانارة وماهي خصائص الضوء وكيف نرى الاشياء مختلفة بطرق مختلفة تحت أنواع مختلفة من الانارة.

الاسلوب الشائع والمتبع في تصميم الانارة في العالم العربي

من خلال تجربتي وخبرتي في العالم العربي فإن أغلب مصممي الانارة هم مهندسون يقومون بدراسة مستوى الانارة ويوزعون الاجهزة في ترتيب واحد يتبعه جميع المهندسون بدون وجود فكرة كافية عن كيفية الانارة الناتجة وماهو تأثيرها على الانسان والمكان وهذا الاسلوب سهل ولكن بشكل عام هو اسلوب غير محترف في تصميم الانارة.

الفصل الأول

دراسة خصائص الانارة الطبيعية

دراسة خصائص الانارة بالاعتماد على حالات الانارة الطبيعية

سنقوم بدراسة الضوء وكيف ينتشر في المكان وكيف يغير المكان من خلال الإنارة التي خلقها رب العالمين وهي الإنارة الناتجة من ضوء الشمس والتي تنير كوكبنا الجميل في النهار.

حالات الانارة الطبيعية

تعتمد الانارة التي نحصل عليها نهارا بشكل كبير على حالة الطقس حيث إن وجود الغيوم يأثر تأثيرا كبيرا على نوع الانارة وهنالك ثلاث حالات وهي:

1. الطقس صحو بدون وجود اي غيوم و نسمي هذا النوع من الانارة بالإنارة **المباشرة**.
2. الطقس غائم والغيوم تغطي الشمس تماما ونسمي هذا النوع من الانارة بالانارة **الغير مباشرة** او المنتشرة.
3. الطقس شبه غائم مع وجود بعض الغيوم ونسمي هذا النوع من الانارة بالإنارة **المباشرة/ الغير مباشرة** (المختلطة).

الإنارة مباشرة (لاتوجد غيوم)

الإنارة الغير مباشرة

الانارة المباشرة/ الغير مباشرة

ولكن ما علاقة الطقس والغيوم بتصميم الانارة الداخلية ؟!

ندعونا نلقي نظرة أقرب على الموضوع ونقوم بداسة الموضوع بشيء من التفصيل حتى يتم فهم هذه العلاقة بطريقة تجعل التصميم مناسب وسندرس النقاط التالية:

1. الظل (Shadow)
2. تجانس الانارة (Uniformity)
3. الوهج (Glare)
4. مستوى الانارة (Illuminance)
5. لون الضوء- درجة حرارة اللون (Color Temperature)
6. خاصية إظهار الالوان (Color Rendering)

الظل (Shadow)

إذا امعنا النظر في حالة الانارة المباشرة والتي يكون فيها ضوء الشمس مباشر فإننا نجد أن الظلال قوية أما في حالة الانارة الغير مباشرة فإننا نجد إنعدام الظل وفي الانارة المباشرة/ الغير مباشرة تكون هنالك ظلال خفيفة وموضوع الظلال موضوع مهم جدا يجب دائما اخذه بعين الاعتبار عند تصميم الانارة.

تكون ظلال قوية في الإنارة مباشرة

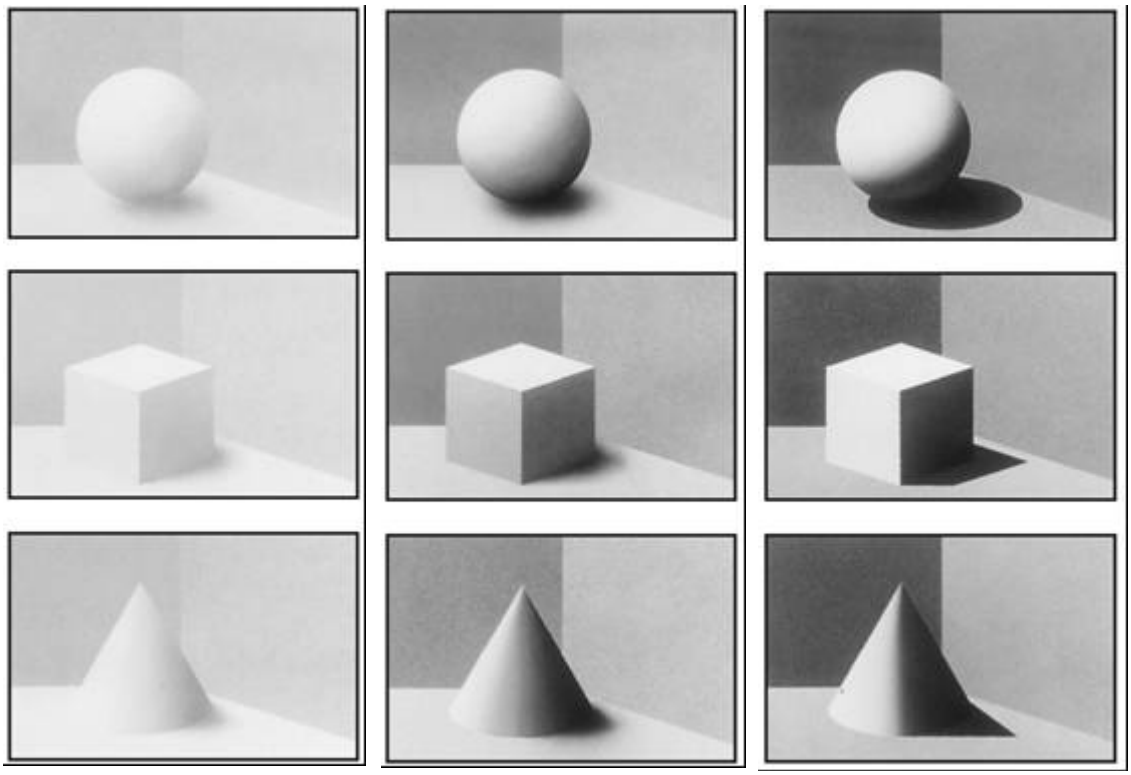
تنعدم الظلال تماما في الإنارة الغير مباشرة

ولمعرفة أهمية الظلال دعونا نمعن النظر في الشكل التالي وهو جزء من جدار تمت انارته بطريقة مباشرة وغير مباشرة حيث أننا نشاهد الجزء نفسه من هذا الجدار تحت نوعي الانارة ونلاحظ تفاصيل الجدار واضحة في الانارة المباشرة بينما تنعدم هذه التفاصيل في الانارة الغير مباشرة.

إنارة غير مباشرة (إنعدام الظلال)

إنارة مباشرة (الظلال تظهر تفاصيل الجدار)

إن ادراكنا البصري للأشكال الثلاثية الابعاد في الشكل التالي (كرة ومكعب ومخروط) يختلف بإختلاف الانارة حسب التالي



الإنارة المباشرة

ينتج عنها ظلال قوية وتجسيد قوي للشكل الثلاثي الابعاد.
لكن التفاصيل قد تختفي بوجود الظلال القوية

الإنارة المباشرة/ الغير مباشرة

الانارة المختلطة ينتج عنها ظلال خفيفة بحيث يظهر الشكل الثلاثي الابعاد بدون إخفاء اي تفاصيل على السطح الاقل انارة

الإنارة الغير مباشرة

في هذه الحالة تبدوا الاجسام باهته وبدون اي عمق يبين الشكل الثلاثي الابعاد وتبدو الكرة وكأنها دائرة

إن معرفة الظل ونوعه في تطبيقات الانارة مهم جدا حيث هنالك تطبيقات يكون وجود الظل فيها محبذ وله تأثير إيجابي مثل المتاحف مثلا كما في المثال التالي

وجود الظلال تجسد العنصر ثلاثي الابعاد وتظهره بطريقة مميزة وهذا النوع من الانارة المباشرة له أثر فعال في إبراز الجسم بطريقة تجعله ملفت للنظر ونلاحظ الفرق بين الصورة الثانية والثالثة لانارة عنصر بطريقتين ونرى ان الطريقة الثانية بوجود ظلال تبرز العنصر اكثر وتظهر عمق الابعاد اكثر

لكن على العكس تماما فهنالك حالات لانريد فيها الظل حيث ان الظل يخفي تفاصيل مهمة نريد معرفتها ومن هذه التطبيقات المكاتب والمستشفيات وصالونات الحلاقة والانارة بجانب المرأة حيث يريد الانسان إظهار تفاصيل الوجه بأقل مايمكن من الظلال

نلاحظ من خلال الصورتين الجانبيتين وحه انسان تمت انارته بطريقتين مختلفتين حيث نلاحظ في الحالة الثانية تكون الظلال التي تحجب تفاصيل الوجه وهذا خطأ شائع عند العديد من المصميمين حيث يتم وضع سبوت لايت فوق المرآة.
لانارة بجانب المرأة يجب ان تظهر تفاصيل الوجه بأقل مايمكن من الظلال.

ومن التطبيقات الاخرى التي نحتاج الى تجنب الظلال على الوجه صالونات تصفيف الشعر والمكياج وصالونات الحلاقة.

مماسبق نرى ان شدة الظل ونوعه مهم جدا لمصمم الانارة ويجب اخذه بعين الاعتبار عند تصميم الانارة وسنرى لاحقا في الفصل الخامس كيف يتم إختيار الاجهزة المناسبه للتطبيق المناسب.

تجانس الانارة (Uniformity)

يقصد بتجانس الانارة في مكان معين بتساوي قيم الانارة اما اذا لم يكن هنالك تجانس او قيمة التجانس قليلة فهذا يعني ان قيم الانارة في ذلك المكان تكون غير متقاربة وهنالك تباين في مستوى الانارة الانارة .

الإنارة المباشرة

تكون الانارة غير متجانسة وذلك ناتج عن وجود الظل طبعا فنجد ان هنالك مناطق على الارض انارتها اقوى من مناطق اخرى

الانارة الغير مباشرة

تكون الانارة متجانسة بشكل كبير حيث أننا لانرى اي اختلاف للإنارة فمثلا نرى العشب بلون واحد بعكس الحالة الاولى

الوهج (Glare)

يقصد بالوهج هو وجود سطح له سطوع عالي جدا مقارنة بالمحيط مما يعيق الرؤيا فالشمس مثلا عندما لاتغطيها الغيوم فإننا نجد الوهج عالي وعندما تغطيها الغيوم فإنه لا يعد هنالك داع لوضع نظارات شمسيه في اليوم الغائم لعدم وجود اي وهج.

مستوى الانارة (Illuminance)

يقصد بمستوى الانارة أي كمية الانارة والتي تقاس باللكس (Lux) فبينما يكون مستوى الانارة عند طريق الشمس مباشرة 100000 لكس ينخفض مستوى الانارة في وجود غيوم إلى 10000 لكس.

لون الضوء– درجة حرارة اللون (Color Temperature)

من الشروق إلى الغروب يتغير لون الضوء خلال النهار من اللون الدافيء إلى اللون البارد. ويقصد باللون الدافي هو اللون الأبيض المصفر بينما يكون اللون البارد هو الابيض المزرق لتحديد اي نوع من درجات الوان الابيض فقد تم إستخدام مصطلح درجة حرارة اللون وهو عبارة عن رقم يعبر عن درجة اللون ويكون عن شروق الشمس صباحا حوالي 2800 كالفن (K) وعندها يكون لون الضوء اصفر بينما يكون بعد العصر حوالي 6000 كالفن وعندها يكون اللون ابيض مزرق ويسمى هذا اللون بلون النهار (Daylight).

ملاحظة قد تختلف هذه القيم من بلد لاخر او من فصل لاخر لذلك تم إيجاد الارقام للوصول إلى لون الضوء بدقة

الابيض الدافيء درجة حرارة اللون تبدا صباحا بـ **2800 كالفن**

الابيض المعتدل حيث تكون درجة الحرارة **4000 كالفن**

الابيض البارد 6000 كالفن

تصل درجة حرارة اللون إلى **12000 كالفن** او اكثر

ومعرفة درجة حرارة اللون يسهل إختيار المصباح المناسب في الانارة الكهربائية حيث أن المصابيح لها درجات حرارة تبدأ من 2000 كالفن إلى 8000 كالفن وفي مصابيح الليد LED الحديثة قد تصل درجة حرارة اللون إلى 12000 او أكثر.

خاصية إظهار الالوان (Color Rendering)

إن أحسن مصدر ضوئي لرؤية الاشياء بلونها الطبيعي هو ضوء الشمس بلا شك لذلك يعتبر مصدر الضوء الطبيعي هو المعيار للألوان الحقيقية وخاصية إظهار الالوان (Color Rendering) له هو Ra= 100 ويتم مقارنة المصابيح الكهربائية به فمثلا إذا كان هنالك مصباح كهربائي له درجة تمييز الون Ra= 80 أي انه يميز الالوان بدرجة 80% مقارنة مع الضوء الطبيعي وهو معيار هام جدا لانتقاء المصابيح الكهربائية المناسبة للتطبيق المناسب.

هنالك العديد من المصابيح منها مصابيح لها درجة عاليه من تمييز الالوان تصل إلى Ra=100 مثل مصابيح الهالوجين ومنها مصابيح لها درجة منخفضة من درجة تمييز الالوان تصل إلى Ra=60 أو حتى أقل وسنتطرق لهذه الأنواع بتفصيل اكثر في الفصل الرابع.

الخلاصة

1. من خلال دراسة الانارة الطبيعية تم ملاحظة ثلاثة حالات من أنواع الانارة

- الانارة المباشرة
- الانارة الغير مباشرة (المنتشرة)
- الانارة المباشرة/غير المباشرة (المختلطة)

خصائص الانارة المباشرة

- الظلال قوية
- الإنارة غير متجانسة فهنالك فرق كبير بين مستويات الإنارة بين الظل والضوء
- وهج الشمس عالي
- تجسيم جيد للأجسام ثلاثية الأبعاد Modeling

خصائص الانارة الغير مباشرة

- الإنارة متجانسة
- لايوجد ظلال
- لايوجد وهج للشمس (لانحتاج إلى نظارات شمسية أو حاجب للوهج)
- لايوجد تجسيم للأجسام ثلاثية الأبعاد

2. معرفة أهمية شدة الظل ونوعه وتأثيره على الاجسام والانسان مهم جدا في تصميم الانارة.
3. معرفة خاصية درجة حرارة لون الضوء (Color Temperature).
4. معرفة خاصية إظهار الالوان وتكون للانارة الطبيعية Ra=100.

الفصل الثاني

اسس تصميم الانارة

اسس تصميم الانارة

تعرفنا في الفصل الاول على انوع الانارة الطبيعية وكيف ان لك نوع خصائص معينة ولكن السؤال هو كيف نستثمر هذه الطرق لتصميم انارة جيد وماهي الانارة الجيدة؟

إن إحابة هذا السؤال ستكون مختلفة فمعظم مهندسي الكهرباء يعتقدون أن الانارة الجيدة هي التي نحصل عليها بأقل إستطاعة ممكنة وبإختيار المصابيح المناسبة لتحقيق مستوى انارة حسب المتطلبات العالمية بينما المعماريين ومهندسي التصميم الداخلي يرون ان شكل جهاز الانارة الديكوري او المتناسق مع العمارة يعطي انارة جيدة.

وفي الحقيقة كل الامرين مهم ولكن الاجابة ببساطة لاهذا ولاذاك.

الانارة الجيدة تتحق عندما نحقق اسس الانارة ونطبقها بشكل سليم مع الاخذ بعين الاعتبار كلا العاملين السابقين.

وفي هذا الفصل سأتحدث عن هذه الاسس مع شرحها بشكل يوضح الصورة للقاريء.

أسس تصميم الانارة

سأناقش المباديء الثلاثة التي وضعها المعماري ريتشارد كيلي Richard Kiley في خمسينيات القرن الماضي.

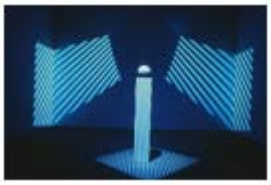
لقد لاحظ كيلي بأن أسس الإنارة هي

الإنارة العامة Ambient lighting

هي الإنارة التي تكون عامة والغرض منها جعل الأشخاص ترى المكان والنشاط بشكل ملائم.

الإنارة المركزة Accent lighting

الغرض من هذه الإنارة التركيز على العناصر المهمة وإظهارها أكثر من غيرها حتى تجذب الإنتباه.



الإنارة الديكورية Play of brilliance

هي الإنارة التي يقصد منها إظهار الضوء كعنصر جمالي في المكان

من خلال عملي في مجال الإنارة وتعرفي على العديد من المهندسين والمعماريين في الوطن العربي وخصوصا في دول الخليج العربي ومصر وسوريا والعراق والاردن ولبنان لاحظت بأن معظم مهندسي الكهرباء يهتمون بشكل كبير بالنوع الأول (الإنارة العامة) ويتجاهلون النوعين الأخريين.

أما معظم المعماريين يهتم بالإنارة الديكورية ويترك الإنارة العامة لمهندس الكهرباء ويبقى العنصر الثاني مهمل مع أني اجده لايقل اهمية عن اي من النوعين الأخرين بل أني في الحقيقة أراه هو الأهم في العديد من الحالات وسنرى اهمية كل نوع وكيف يمكن الجمع بين جميع هذه الانواع للحصول على إنارة معمارية بجودة عالية.

الإنارة العامة Ambient lighting

هذا النوع من الإنارة يكون الغرض الأساسي منه هو إيجاد ضوء مناسب في المكان لجعل الناس ترى الأشياء والاجسام والاماكن لأننا لانرى الأشياء في الظلام أو نرها بدون أي تفاصيل.

أنواع الانارة

كما رأينا في الفصل الاول فإن انواع الانارة هي

- مباشرة
- غير مباشرة
- مختلطة (مباشرة وغير مباشرة)

الإنارة المباشرة (direct Lighting)

إن الانارة المباشرة يتم الحصول عليها بأبسط الطرق بوضع اجهزة تعطي ضوء مباشر مثل الاجهزة التي توضع بالسقف سوءا غاطسة او معلقة وتسمى الدوان لايت Downlight كما في المثالين التاليين:

ويوجد نوعين من الانارة المباشرة وهما

- الانارة المباشرة الموجهة
- الانارة المباشرة المنتشرة

ويعتمد نوع الانارة حسب نوع الجهاز فالاجهزة التي لها عاكس تعطي انارة مباشرة موجهة أما الأجهزة التي تعطي إنارة منتشرة فيكون لها ناشر من الاوبال او البريزماتيك او أنواع أخرى وقد تم شرح اجهزة الانارة بتفصيل أكثر في الفصل اخامس.

الناشر في جهاز الانارة يعطي ضوء مباشر منتشر

العاكس في جهاز الانارة يعطي ضوء مباشر موجه

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

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

الإنارة المباشرة الموجهة لها الخصائص التالية:

- كفاءة عالية في استخدام الطاقة الكهربائية.
- السقف يبقى غير ناصع وبالتالي يعطي إحساس بأن الغرفة غير مضأءة بشكل كاف.
- الوهج يعتمد على نوع الاجهزة ولكن يكون أعلى من الإنارة غير المباشرة بشكل عام.
- لايعتمد هذا النوع بشكل كبير على ألوان الاسطح مثل السقف والجدران.
- ظلال عالية وهو يماثل الضوء الطبيعي بدون وجود غيوم.

الإنارة المباشرة المنتشرة لها الخصائص التالية:

- كفاءة عالية في استخدام الطاقة الكهربائية ولكن أقل من الإنارة المباشرة الموجه بشكل عام.
- السقف والجدران تكون أكثر نصوع وبالتالي تعطي إحساس بأن الغرفة مضأءة بشكل كاف.
- الوهج يعتمد على نوع الناشر ولكن بشكل عام يكون أعلى من الإنارة المباشرة الموجه.
- لايعتمد هذا النوع بشكل كبير على ألوان الاسطح ولكن إعتماده يكون أكثر من الإنارة المباشرة الموجه.
- ظلال ناعمة حيث يعمل الناشر عمل الغيوم في الإنارة الطبيعية.

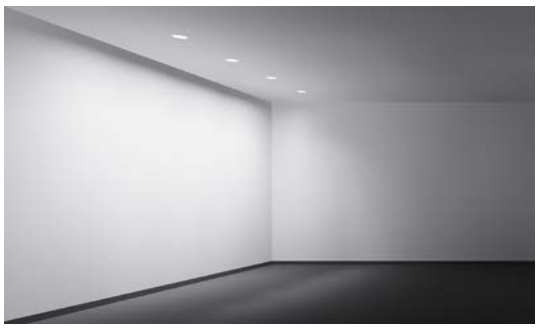
الإنارة الغير مباشرة (Indirect Lighting)

نحصل على الانارة الغير مباشرة في الاماكن الداخلية بوضع اجهزة إنارة تنير أسطح ثانوية مثل السقف أو الجدران وبانعكاس هذه الانارة من هذه الاسطح نحصل على الإنارة في كامل الغرفة كما في الامثلة التالية:

إنارة غير مباشرة ناتجة عن أجهز إنارة معلقة في السقف

إنارة غير مباشرة ناتجة عن أجهز إنارة معلقة في الجدار

إنارة غير مباشرة من الانارة المخفية في السقف



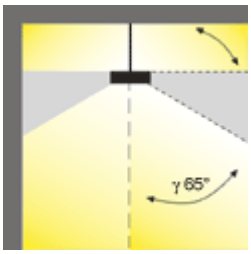
إنارة غير مباشرة ناتجة عن أجهزة إنارة غاطسة في السقف وتنير الجدار ويسمى الجهاز بمنير الجدار (وال واشر) Wallwasher

الإنارة الغير مباشرة لها الخصائص التالية:

- كفاءة قليلة في استخدام الطاقة الكهربائية لأن الإنارة تنتشر بالغرفة بشكل غير مباشر .
- السقف يكون ناصع وبالتالي يبدوا أن إرتفاع الغرفة عالي إذا كانت الانارة الغير مباشرة تعتمد على السقف أما إذا كانت تعتمد على الجدران فتبدو الغرفة أكبر مساحة.
- إنعدام الوهج بشكل كامل إذا تم تصميم هذه الانارة بطريقة صحيحة .
- يعتمد هذا النوع بشكل كبير على ألوان الاسطح مثل السقف والجدران فإذا كانت الإنارة ناتجة عن السقف فإنها تعتمد الإنارة المنعكسة بشكل كبير على لون السقف(الألوان الفاتحة هي التي تعكس الانارة بشكل جيد).
- إنعدام الظلال أو تكون خفيفة جدا وتكون مماثلة للإنارة الطبيعية بوجود غيوم.

الإنارة المختلطة أو الانارة المباشرة وغير المباشرة (Direct/Indirect Lighting)

يتم الحصول على هذا النوع من الانارة بطريقتين. إما بوضع جهاز واحد له خاصية الانتشار بطريقة مباشرة وغير مباشرة كما في المثال التالي:



إنارة مباشرة/غير مباشرة ناتجة من أجهزة متدلية من السقف بحيث تنير السقف وتنير الارض مباشرة

أو بوضع نوعين او اكثر من الأجهزة بحيث يعطي احد هذه الاجهزة إنارة مباشرة بينما يعطي الجهاز الثاني إنارة غير مباشرة كما في الشكل التالي

إنارة مختلطة ناتجة عن وجود إنارة مخفية تعطي انارة غير مباشرة وإنارة مباشرة من الاجهزة الغاطسة في السقف وتسمى هذه الأجهزة بالداون لايت (Downlight)

الإنارة المختلطة لها الخصائص التالية:

- كفاءة متوسطة في استخدام الطاقة الكهربائية فهي أكثر كفاءة من الإنارة الغير مباشرة وأقل من اة المباشرة .
- السقف يكون ناصع وبالتالي يبدوا أن إرتفاع الغرفة عالي إذا كانت الانارة الغير مباشرة تعتمد على السقف أما إذا كانت تعتمد على الجدران فتبدو الغرفة أكبر مساحة.
- وهج قليل ويكون مناسب ومريح للعين إذا تم تصميم هذه الانارة بطريقة صحيحة .
- يعتمد هذا النوع بشكل كبير على ألوان الاسطح ولكن بدرجة أقل من الإنارة الغير مباشرة.
- ظلال ناعمة وتكون بحالة توازن بين الانارة المباشرة والغير مباشرة.

بعد التعرف على أنواع الانارة وخصائص كل نوع يظهر هنا سؤال وهو كيف يختار المصمم النوع المناسب لتطبيق معين؟

الجواب ببساطة يجب معرفة نوع التطبيق وهنا أشير إلى العوامل الثلاثية AAA وهي

- النشاط Activity.
- العمارة Architecture .
- الجو الملائم Atmosphere.

النشاط Activity

قبل اي شيء يجب معرفة النشاط وطبيعة المكان الداخلي هل هو مكتب ام مستشفى او مطعم او فندق فكل نشاط إنارة معينة مناسبة .

هل نريد التخلص من الظلال مثل الانارة فوق المرآة بالحمام أو صالونات الحلاقة وتصفيف الشعر وغرف القياس بالمحلات (إنارة مباشرة منتشرة أو غير مباشرة تكون مفضلة).

إنارة غير مباشرة أو مباشرة منتشرة

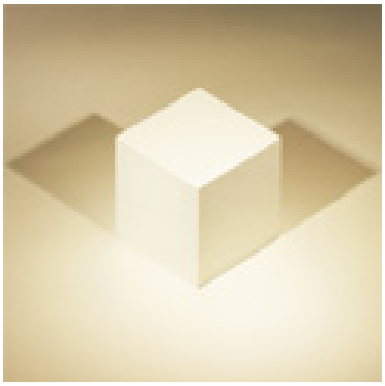
إن عدم وجود الظلال على الوجه يجعل الرؤية جيدة في أماكن تتطلب رؤية جيدة للوجه مثل صالونات تصفيف الشعر والمكياج

إنارة مباشرة

في حال وجود ظلال عالية ناتجة من أجهزة الداون لايت يجعل الرؤية سيئة في التطبيقات التي تتطلب تمييز الوجه

أما في الاماكن التي نريد فيها تجسيم الأجسام Modeling فإننا نريد انارة مباشرة مثل تطبيقات المتاحف والمحلات والمعارض.

إنارة غير مباشرة بدون ظلال لايوجد تجسيم للأشكال



إنارة مباشرة تجسم الاشكال وتجعلها أكثر وضوحا

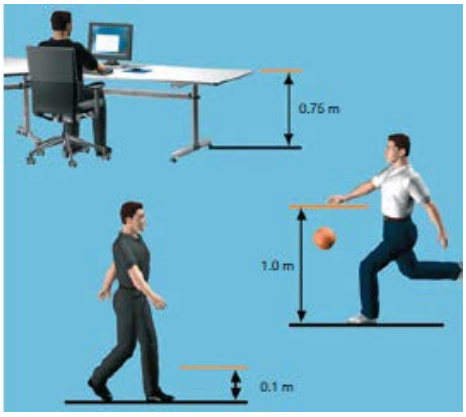
أين نريد الانارة على السطح الافقي ام السطح العمودي(الجدار).

في المكاتب نحتاج الإنارة على المستوى الافقي

في المعارض نحتاج الإنارة على المستوى العامودي

تحديد سطح العمل

ويقصد بسطح العمل هو السط الذي يحدث في معظم النشاط في المكان المراد إنارته و يختلف باختلاف النشاط فمثلا بالمكتب يكون على إرتفاع 0.75 m بينما يكون سطح العمل في الممرات 0.1 m



مامدى حساسية الوهج على الاداء البصري؟

إذا كنا نريد أن نخفض من الوهج فمن المناسب أن نفكر في الانارة الغير مباشرة أو المختلطة وتم شرح الوهج وكيفية التخلص منه بالتفصيل في الفصل الثالث.وبشكل عام فإن جميع الدراسات وابحاث الانارة للمكاتب تفضل الانارة المختلطة التي تنير السقف او الجدران بانارة غير مباشرة مع وجود إنارة مباشرة حيث يكون هنالك توازن بين الظلال وتوزيع الانارة على الاسطح وخفض الوهج.

إنارة مباشرة – سقف مظلم

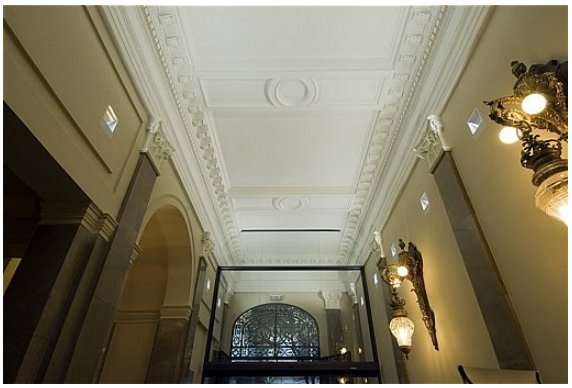
إنارة مختلطة مباشرة وغير مباشرة تجعل الغرفة تبدو مضاءة اكثر وتبدوا أكثر إرتفاعا

إذا تمعنا بين الحالتين السابقتين فسنلاحظ بأن الظلال تحت الطاولة هي اخف بوجود الانارة غير المباشرة.

العمارة Architecture

ليس بالضرورة ان يتم إختيار الإنارة المباشرة من غير المباشرة على النشاط فقد تفرض المتطلبات المعمارية إختيار أحد هذه الانواع دون الاخرى فمثلا إذا كان المعماري يريد إبراز السقف أو الجدران فقد يتم اللجوء إلى إنارتها بطريقة غير مباشرة.

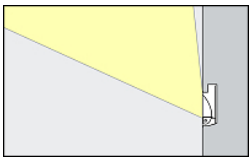
إن الشكل المعماري لهذا السقف يتطلب وجود إنارة غير مباشرة



تم وضع أجهزة غاطسة في الجدار ولها توزيع ضوئي بإتجاه السقف وتسمى هذه الأجهزة أجهزة غاطسة بالجدار لإنارة السقف

Wall-recessed ceiling washer

وتم إستخدامها لا لتحقيق متطلبات النشاط بل لتحقيق المتطلبات المعمارية



الجدار المتموج تمت إنارته بأجهزة الوال واشر Wallwasher

ونرى ان هذه الأجهزة قد ساهمت في إظهار المبنى داخليا وخارجيا من دون أن تكون ظاهرة بإنارة غير مباشرة.

تصميم الإنارة في هذا المثال تم بعد فهم متطلبات العمارة.

نوعية الاسطح

يجب على المصمم معرفة الوان الاسطح ومدى انعكاس الضوء فإذا كان السقف غامقا فإنه يكون من الصعب وضع إنارة غير مباشرة من السقف كما يجب معرفة نوعية الاسطح ومدى انعكاسها فهل هي اسطح لامعة ام أنها اسطح مطفية غير لامعة فعند وجود اسطح لامعة مثلا أرضية لامعة فعندها تكون الانارة غير المباشرة افضل لتجنب الوهج المنعكس.

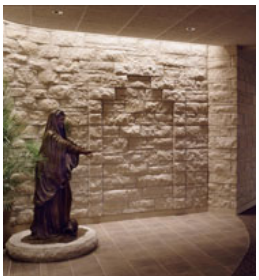
الانارة المباشرة بوجود أرضية لامعة تسبب وهج منكعس يؤدي إلى إنخفاظ أداء الرؤية ويكون مزعج للمكان

الإنارة الغير مباشرة تكون مناسبة للأرضية اللامعة وتحسن مجال الرؤية بإنعدام الوهج المنعكس.

كما يجب معرفة نوعية السطح فهل هو خشن ام املس فلو فرضنا ان لدينا جدار خشن فإن الانارة المباشرة تظهر تفاصيل الجدار من خلال الظلال كما في المثال التالي

إنارة غير مباشرة لاتظهر التفاصيل ويبدو السطح كانه املس

إنارة مباشرة تظهر تفاصيل السطح الخشن



الإنارة المباشرة بالنسبة للجدار تظهر تفاصيل هذا الجدار

الجو الملائم Atmosphere

إن معرفة الجو الملائم المرغوب به في التطبيق المعين يحدد نوع الإنارة المطلوبة فمثلا إذا أردنا إظهار الغرفة بشكل عال فقد يكون من الملائم إنارة الاسقف أما إذا أردنا إظهارالغرفة بمساحة كبيرة فيكون من المناسب إنارة الجدران. فمثلا إذا اردنا إنارة ممر فندق فإن وجود ظلال او عدم وجودها يكون أمر ثانوي وهنا يجب معرفة ماهو الجو المطلوب في هذا الممر ونجد من خلال الصور التالية حالات مختلفة تجعل المكان يبدو مختلفا.

إنارة مباشرة موجه

إنارة مباشرة منتشرة

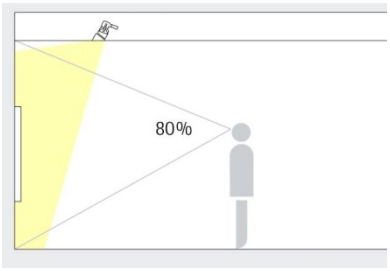
أنارة مختلطة بإستخدام جهاز واحد

إنارة مختلطة بإستخدام جهازين

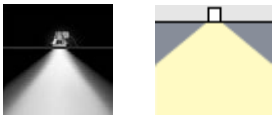
وهنا يجب التنوية بأن النشاط يعتمد على الامور الفنية فمعرفة مستوى الانارة والظلال والوهج كما تم شرحه لاحقا هي امور فنية بحتة بينما متطلبات العمارة والجو الملائم يعتمد بشكل أساسي على الفن لذلك فإن علم الانارة يعتمد على العلم والفن بنفس الوقت.

إن إنارة هذا الممر إعتمد بشكل رئيسي على الفن فالمصمم يرى انه هو الجو المناسب لهذا التطبيق.

الجو المشرق (الناصع) Bright Atmosphere



إن 80% من المجال البصري للإنسان يقع تجاه الأسطح العمودية لذلك فإن الأسطح العمودية هي التي تحدد نصوع المكان وإذا أردنا إظهار الأماكن بشكل مضيء فيجب الإهتمام بإنارة الأسطح العمودية.



في هذا المثال تم إستخدام خمس أجهزة داون لايت لمصباح بإستطاعة 175 وات

هنالك إنارة أعلى على الأرض ولكن المكان يبدو أقل إضاءة لأن الجدران أقل إضائة من المثال الثاني.

في هذا المثال تم إستخدام ثلاث أجهزة منير الجدار (وال واشر) Wallwasher بإستطاعة 105 وات

أي أنه بإستخدام طاقة أقل بـ 40% من الحالة الاولى ومع ذلك فهو يبدو أكثر إشراقا لأن الإنارة مركزة على الجزء العمودي الذي يعبر عن 80% من مجال رؤية الإنسان

إنارة الجدران بأجهزة منير الجدار (الوال واشر) wallwasher 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 مضيئا وذلك حسب معهد DIAL الالماني لتطبيقات الانارة ومن النتائج أيضا أنها تعطي راحة نفسية وتكون أكثر جاذبية كما أن مواصفات جمعية النور والإنارة البريطانية (SLL) توصي بأن تكون الإنارة على الجدران من 50-60% من الإنارة على سطح العمل (طاولة المكتب مثلا).

في الصور التالية نجد أن الانارة ناتجة من أجهزة منير الجدار (الوال-واشر) Wallwasher الذي ينير الجدار.

إنارة غير مباشرة من جهاز منير الجدار (وال واشر) Wallwasher الغاطس في السقف على الجانبين ونلاحظ أن المكان مشرق بدون وجود أي إنارة أخرى و نلاحظ إنعدام الوهج تماما حتى أن المكان يبدو بدون أجهزة إنارة.

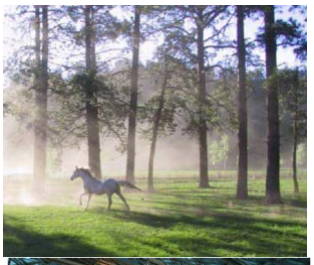
بالمناسبة الظلال منعدمة والذي نراه على الارضيه ليس ظلال وإنما إنعكاس الضوء والسبب هو أن الاسطح لامعة تعكس الصور مثل المرأة ونلاحظ بأن الإنارة الغير مباشرة مناسبة للأرضية اللامعة.

تم شرح كيفية إستخدام جهاز منير الجدار (الوال واشر) لانارة الجدران في الفص الخامس.

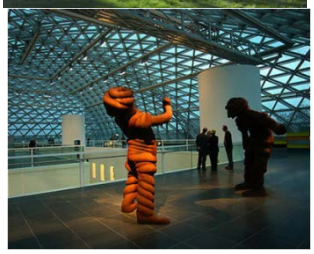
الإنارة المركزة Accent lighting

هذا النوع من الإنارة مهم جدا لجذب إنتباه الأشخاص إلى عناصر أكثر أهمية في المكان وهو نوع هام جدا ومهمل بشكل كبير في معظم انواع التصاميم في مختلف الدول العربية وهذا النوع يجعل الأشياء تبدوا اكثر جاذبية.
ويجب معرفة ان الإنارة المركزة يجب ان تكون قيمتها أعلى من الإنارة العامة بخمس أضعاف على الاقل وإلا فإنها ستختفي ضمن الإنارة العامة أي إذا كانت الإنارة العامة 200 لكس فإن الإنارة المركزة يجب ان تكون على الأقل 1000 لكس وفي بعض الحالات قد تتجاوز عشرة أضعاف الإنارة العامة أو حتى 25 ضعف وتم شرح مستوى الإنارة باللكس في الفصل الثالث.

إذا تأملنا ضوء الشمس عندما يكون مغطى بغيوم فإن الإنارة تكون كئيبة حيث تبدو جميع العناصر والأجسام باهتة ولايبدوا أي جسم بطريقة جذابة وفي هذه الحالة تختفي الظلال وتبدوا جميع العناصر متساوية.
لذلك تجد العديد من الناس يبدو مكتئبا في اليوم الغائم الذي لايوجد فيه ضوء مركز.



والعكس اذا كانت اشعة الشمس مسلطة مباشرة على الاماكن والاشياء فسنرى أن تدرج الظل والضوء يضفيان لمسات فنية على الطبيعة والمكان والاجسام وتكون هنالك عناصر مركزة أكثر من غيرها.



في هذا المشروع نرى أن الإنارة المركزة على العنصر ذو اللون البرتقالي يجعله أكثر اهمية واكثر وضوحا من الاجسام الأخرى المتواجدة في هذا المكان لذلك فقد لاحظه القاريء قبل ملاحظة الأشخاص الواقفين مع أن هذه صورة وليست حقيقة وفي الواقع سيبدوا هذا العنصر أكثر جاذبية بينما سيكون أقل جاذبية لوكانت الإنارة عامة بدون وجود الإنارة المركزة.

أما في هذا المتحف فكانت كمية الإنارة المركزة اكثر من عشرة أضعاف الإنارة العامة حيث إختفت التفاصيل الاخرى في هذا المتحف وبقيت اللوحات هي الاكثر وضوحا.

الإنارة المركزة على هذه الطاولة تضيف لها قيمة وتجعلها تبدوا جذابة في هذا المكان اما بدون وجود إنارة مركزة على هذه الطاولة تجعلها تبدو متساوية مع بقية العناصر في هذا المكان وحتما لن تكون ملفتة للنظر كما هو الحال مع الإنارة المركزة.

أأما لإنارة المركزة على طاولة الطعام في المطعم تجعله هاديء وتضفي خصوصية للأشخاص مثل هذا المطعم في دارالأوبرا في سيدني بأستراليا

نسبة الإنارة المركزة إلى الإنارة العامة

يجب ان تكون نسبة الإنارة المركزة أعلى من الإنارة العامة بخمس أضعاف ونرى ذلك واضح من الإنارة بالمتحف المبين بالصورة التالية

إن الانارة المركزة مهمة جدا في التصميم فهي تجعل المكان يبدوا اكثر جاذبية لذلك يفضل أخذها بعين الاعتبار عند تصميم الانارة حتى لو كانت الانارة لنشاط مكتبي.

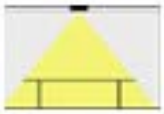
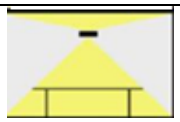
فوجود الانارة في المكاتب تجعل المكتب يبدو اكثر جاذبية وتزيد من نشاط الاشخاص العاملين في المكتب وتعطي شعور اكثر بالراحة النفسية وذلك حسب دراسة من معهد الماني لتطبيقات الانارة.

تم شرح كيفية إختيار الاجهزة المناسبة للإنارة المركزة بالتفصيل في الفصل الخامس.

دراسة ألمانية عن أحسن أنواع الإنارة للمكاتب

بعد ذكر الانارة العامة والإنارة المركزة سأذكر لكم نتائج دراسة أجراها المركز الألماني لتطبيقات الإنارة DIAL وهو نفس المركز الذي ينتج برنامج ديالكس الشهير لحسابات الإنارة DIALux وذلك لمعرفة اي احسن انواع الانارة بشكل عام.

الدراسة كانت في عام 1999 لدراسة أحسن أنواع الإنارة في المكاتب وقد تم وضع خيارات عديدة للإنارة العامة والإنارة المركزة وتمت دراسة ومقارنة عشرين حالة كما في الجدول التالي

نوع الإنارة المركزة / نوع الإنارة العامة	بدون إنارة مركزة	مع إنارة مركزة على الطاولة	مع إنارة مركزة على الجدران	مع إنارة مركزة على الجدران والطاولة
 إنارة مباشرة	الحالة 1	الحالة 6	الحالة 11	الحالة 16
 إنارة مباشرة/غير مباشرة	الحالة 2	الحالة 7	الحالة 12	الحالة 17
إنارة غير مباشرة	الحالة 3	الحالة 8	الحالة 13	الحالة 18
إنارة مباشرة مع إنارة الجدران	الحالة 4	الحالة 9	الحالة 14	الحالة 19
إنارة الجدران فقط **Wallwasher**	الحالة 5	الحالة 10	الحالة 15	الحالة 20

فمثلا الحالة الثالثة هي إنارة غير مباشرة بدون أي إنارة مركزة بينما الحالة 15 هي إنارة الجدران عن طريق الوال واشر Wallwasher مع إنارة مركزة على الجدران.وتمت دراسة تأثير أي من هذه الحالات أفضل على الإنسان من حيث العوامل التالية

1. سطوع الإضاءة Brightness

أحسن نوع يعطي أحسن شعور بسطوع المكان

2. جاذبية الإنارة Attractiveness

أكثر نوع من حيث الجاذبية

3. زيادة النشاط Activation

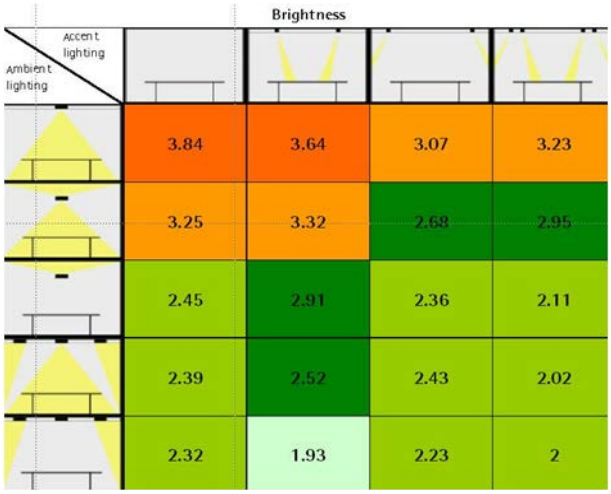
أكثر نوع يساعد الأشخاص على الإحساس بالنشاط

4. الراحة النفسية well-being

أكثر نوع مريح للأشخاص

تم وضع النتائج في الجدوال التالية مع العلم بأن الرقم الأقل يعبر عن الحالة الأحسن كذلك فإن هنالك لون يعبر عن نوع الحالة حسب الجدول التالي

لونل لأسوء حالة لون لحالة سيئة لون لحالة جيدة لون لحالة أفضل **لون لأفضل حالة**



نتائج سطوع الإضاءة Brightness

نجد أن أحسن حالة هي الحالة التي نتيجتها 1.93 وهي إنارة الجدران مع إنارة مركزة على الطاولة وبشكل عام عند وجود إنارة على الجدران فإن المكان يبدو مضيئا أكثر لأن 80% من المجال البصري للإنسان يقع على السطح العامودي.

أسوء حالة هي الحالة الأولى وهي إنارة مباشرة بدون إنارة مركزة .

لونل لأسوء حالة لون لحالة سيئة لون لحالة جيدة لون لحالة أفضل **لون لأفضل حالة**

نتائج جاذبية الإنارة Attractiveness

نجد إن الإنارة المركزة دائما ترفع نسبة الجاذبية في المكان.

أحسن حالة هي الحالة ذات الرقم 2.09 وهي حالة الإنارة المباشرة مع إنارة الجدران مع إنارة مركزة على الجدران والطاولة.

Attractiveness

Accent lighting / Ambient lighting				
	3.67	3.24	2.49	2.15
	3.48	3.07	2.49	2.22
	3.81	3.01	2.94	2.14
	3.2	2.78	2.36	2.09
	3.14	2.6	2.68	2.19

نتائج زيادة النشاط Activation

نجد إن الإنارة المركزة لها دور كبير في زيادة النشاط للأشخاص.

أحسن حالة هي الحالة ذات الرقم 2.32 وهي حالة الإنارة المباشرة مع إنارة الجدران مع إنارة مركزة على الجدران والطاولة.

Activation

Accent lighting / Ambient lighting				
	3.55	3.32	2.98	2.5
	3.27	3.07	2.82	2.48
	3.61	2.95	3.05	2.32
	3.39	2.98	2.7	2.32
	3.05	2.59	2.82	2.48

نتائج الراحة النفسية well-being

نجد إن الإنارة المركزة لها دور كبير في زيادة الحالة النفسية للإنسان.

أحسن حالة هي الحالة ذات الرقم 2.57 وهي حالة الإنارة المباشرة مع إنارة الجدران مع إنارة الجدران وإنارة مركزة على الجدران.

Well-being

Accent lighting / Ambient lighting				
	3.36	3.09	2.59	2.3
	3.32	2.95	2.68	2.32
	3.77	3.09	2.95	2.32
	3.18	2.93	2.57	2.23
	3.23	2.61	2.8	2.39

ويتبين من نتائج الدراسة أنه يفضل دائما إستخدام أجهزة الإنارة العامودية منير الجدار (الوال واشر) Wallwasher مع أجهزة الإنارة المركزة على الصور او اي عناصر اخرى لتحسين مستوى الإنارة في المكاتب.

الإنارة الديكورية Play of brilliance

طبعا الإسم يغني عن شرح هذا النوع من الإنارة والذي قد يكون ناتج من

- جهاز ديكوري حيث يكون الجهاز بحد ذاته ديكوري.
- تفاصيل معمارية تنتج ضوء ديكوري
- جهاز من أجهزة الإنارة المعمارية مثل البروجكتور(يكون الضوء الناتج من الجهاز ديكوري).

مثال عن بعض الأجهزة الديكورية

أجهزة الإنارة الديكورية تكون بحد ذاتها عنصر جمالي بالمكان مثل الأجهزة التالية

مثال عن تفاصيل معمارية تنتج ضوء ديكوري

يكون الشكل المعماري مصمم حتى يتنج ضوء جمالي

مثال عن من أجهزة الإنارة المعمارية

يكون جهاز الإنارة بحد ذاته غير ديكوري ولكن ينتج ضوء ديكوري

بعض الأمثلة عن تصميم الإنارة مع التعليق

1. مطعم تيتيري Teatteri بالسويد

إذا تأملنا تصميم الإنارة في هذا المطعم السويدي فسنجد أنه يشمل الآتي

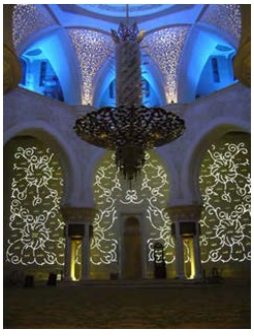
1. إنارة عامة تجعل من السهل التنقل من مكان لآخر
2. إنارة مركز على طاولات الطعام
3. إنارة ديكورية تشمل إنارة مخفية متغيرة الألوان من خلال ستارة تم تصميمها من قبل مهندس العمارة الداخلية وثريا (قطعة نجف) في منتصف هذه الستارة.

تم تحقيق جميع أسس الانارة المعمارية.

2. جامع الشيخ زايد في أبوظبي

لقد حاز هذا المشروع على جائزة أحسن تصميم للإنارة في الشرق الأوسط من منظمة MELDA في عام 2008 وقام بتصميم المشروع مكتب تصميم الإنارة البريطاني سبيرز أند ميجرز Speirs and Major وإذا تأملنا تصميم الإنارة في هذا الجامع فسنجد أنه يشمل الآتي

1. إنارة عامة تجعل من السهل التنقل من مكان لآخر.
2. إنارة مركزة بين الأعمدة.
3. إنارة ديكورية تشمل نجفة كبيرة وإنارة بالألياف البصرية على الجدران.
4. إنارة الجدرارن بشكل يجعل المكان مضيء Wallwashing.



الخلاصة

لقد لاحظنا بأن الإنارة تؤثر على الانسان ووجهه حسب تشكل الظلال وعلى العناصر والاماكن الداخلية وتغير طريقة رؤيتنا لها بل وحتى تؤثر في نشاط الانسان وفي راحته النفسية لذلك يجب فهم المكان والنشاط بشكل جيد ومراعاة اسس تصميم الانارة وهي

اسس تصميم

1. الإنارة العامة
2. الإنارة المركزة
3. الإنارة الديكورية

وهنا يجب أن نشير بأن الانارة الديكورية يجب استخدامها حسب حاجتها فمثلا في المصانع قد لانحتاج الى الانارة الدكورية او حتى الانارة المركزة.

لتصميم الانارة العامة يجب دراسة العوامل الثلاثية AAA.

- النشاط Activity.
- العمارة Architecture .
- الجو الملائم Atmosphere.

بناءا على هذه العوامل نحدد اي نوع من الإنارة

- مباشرة.
- غير مباشرة.
- مختلطة (مباشرة وغير مباشرة).

بعض النقاط المهمة

- أهمية الظل في التصميم.
- أهمية دراسة الاسطح والوانها ونوعها من حيث اللمعان او الخشونة.
- تجنب الوهج المباشر والمنعكس.
- أهمية إنارة الجدران لجعل المكان مشرق بإستخدام أجهزة منير الجدار Wallwasher.
- أهمية إستخدام الانارة المركزة.

الفصل الثالث

مصطلحات الإنارة

لقد تعرفنا في الفصلين السابقيين على أهمية الانارة وكيف تؤثرالإنارة على الانسان والمكان والعناصر وتؤثر على الراحة النفسية والنشاط. وقبل ان يتم شرح أدوات من مصابيح وأجهزه الانارة وملحقاتها وطريقة تصميم الانارة فانه لابد من فهم المصطلحات الفنية للانارة حيث أن الإنارة هي علم وفن في آن معا وحتى يتم تعلم هذا العلم فإن لابد من فهم هذه المصطلحات بطريقة سليمة اما الفن فإنه يكتسب من خلال الخبرة والتجربة والحس الهندسي.

هذا الفصل للاسف قد يكون للوهله الأولى جامدا بعض الشيء لانه عبارة عن تعريف لمصطلحات فنية هندسية بحتة إلا أن أهميته الكبيرة في فهم الإنارة هو ماجعلني اقدمه على باقي الفصول ولقد حاولت جاهدا ضرب عدة امثلة لنفس المصطلح لتبسيط الفكرة ونقل الصورة بطريقة سهلة وسلسة تكسر هذا الجمود وتحوله إلى متعة في فهم هذه المصطلحات وأنا انصح القاريء أن يعيد قراءة هذا الفصل أكثر من مرة لفهمه بصورة سليمة.

لقد تم وضع المصطلحات الاكثر أهمية في هذا الفصل والتي تساعد بشكل كبير على فهم عملية تصميم الانارة للاماكن الداخلية وبالطبع فهنالك العديد من المصطلحات الاخرى الكثيرة والتي لم توضع هنا لكي لا تجعل هذا الفصل كبير وثقيل على القاريء بدون فائدة تذكر خصوصا أن بعض هذه المصطلحات هي ثانوية وغير مهمة او ربما اسمها يدل عليها ولا تحتاج الى شرح او انه قد تم شرحها ضمنيا في بعض الفصول الاخرى.

تم تصنيف المصطلحات إلى قسمين رئيسيين وكل قسم له مصطلحاته حسب التالي:

1. **مصطلحات كميات الإنارة**
   - أ. الفيض الضوئي Luminous flux
   - ب. مستوى الإنارة Illuminance
   - ج. الشدة الضوئية Luminous Intensity
   - د. النصوع Luminance

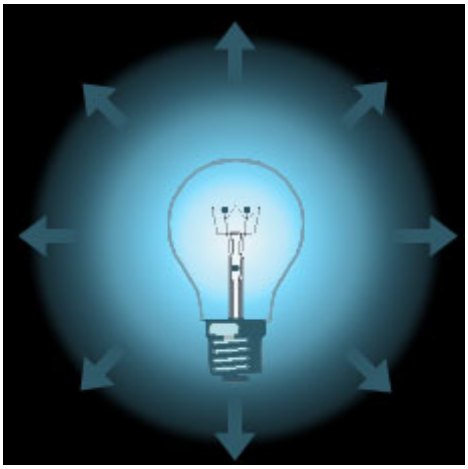
2. **مصطلحات عامة**
   - أ. التجانس Uniformity
   - ب. التباين Contrast
   - ج. الوهج Glare
   - د. عامل الوهج الموحد UGR

الفيض الضوئي Luminous flux

يعرف الفيض الضوئي بكمية الضوء الصادر عن منبع الضوء وهي المصباح الكهربائي في جميع الاتجاهات ويقاس بوحدة تسمى اللومن Lumen. وهو مهم جدا فمن خلاله نستطيع إختيار الإستطاعة المناسبة لمصباح معين والجدول التالي يبين كمية الفيض الضوئي لبعض هذه المصابيح علما بأنه تم شرح مفصل للمصابيح وكمية الفيض الضوئي لها في الفصل الرابع.

نوع المصباح	الفيض الضوئي
المصباح المتوهج 60 وات	750 لومن
مصباح هالوجين 100 وات	2200 لومن
مصباح فلورسنت 14 وات	1350 لومن
مصباح فلورسنت مدمج 17 وات	1250 لومن
مصباح ميتل هالايد 20 وات	1700 لومن

باختصار الفيض الضوئي هو كمية الضوء التي يعطيها المصباح في جميع الاتجاهات.



ويتم إختيار اللومن المناسب للمصباح المناسب في التطبيقات وعادة ماتستخدم القيم التالية بشكل عام

للإنارة العامة للأسقف ذات الارتفاع المنخفض أقل من 3 امتار 1000-2000 لومن.

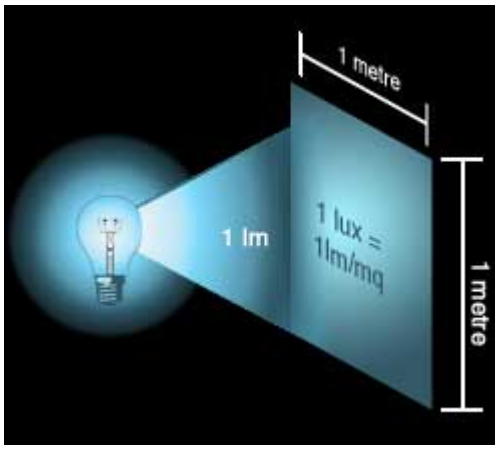
للإنارة العامة للأسقف ذات الإرتفاع المتوسط حتى أقل من 5 امتار حتى 5000 لومن.

للإنارة العامة للأسقف ذات الارتفاع العالي حتى 15000 لومن.

وهذه القيم إرشادية وقد تختلف بإختلاف المكان وطبيعة النشاط.

مستوى الإنارة Illuminance

هو كمية الضوء في المكان ويقاس بوحدة تسمى اللكس Lux. والواحد لكس تعادل لومن لكل مترمربع و من المهم جدا معرفته حيث من خلاله نستطيع معرفة كمية الضوء المناسبة لمكان معين.

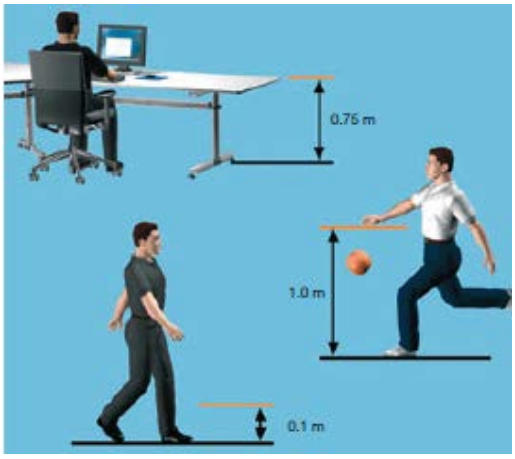


اللكس يعادل لومن لكل متر مربع فإذا قلنا انه في المكاتب نحتاج الى 500 لكس أي اننا نحتاج الى 500 لومن لكل متر مربع من المكتب.
فمثلا في المكتب ذو مساحة 10 متر نحتاج الى
5000 لومن (500 lumen x 10 meter)
اما المكتب الذي مساحته 100 متر فإننا نحتاج الى
50000 لومن (500 lumen x 100 meter)

بالطبع إستخدام قيمة محدة لاتتعلق بالمساحة يجعل الامر اسهل لذلك نحن لانقول بأننا نحتاج الى 500 لومن/مترمربع فالمكتب الصغير يحتاج الى 5000 لومن والمكتب الكبير الى 50000 لومن بل نقول ان كلا المكتبين له نفس مستوى الانارة وهو 500 لكس .

إن دقة المعلومات وصغر حجمها يجعلنا نحتاج الى انارة عالية فمثلا الشخص الذي يعمل في صناعة الساعات يحتاج الى مستو عال من الانارة يصل الى 3000 لكس ونفس الشيء ينطبق على طبيب الاسنان أما في الممر فإننا لا نريد ان نرى اشياء صغيرة وانما نريد التنقل من مكان لاخر فلذلك نحن لانحتاج اكثر من 100 لكس. وتعطي المواصفات العالمية كمية الضوء المنصوح بها على سطح العمل لأماكن مختلفة وذلك حسب نوع النشاط والجدول التالي يبين كمية الضوء على سطح العمل لبعض التطبيقات.

نوع التطبيق	مستوى الانارة	إرتفاع سطح العمل عن الارض
المكاتب	500 لكس	على سطح المكتب 0.75 – 0.85 متر
أماكن الاستقبال في الفنادق	300 لكس	على طاولة الاستقبال 0.75 – 0.85 متر
المطاعم	200 لكس	على الطاولات 0.75 – 0.85 متر
المداخل الرئيسية	100 لكس	0.2-0.1 متر
غرف الإنتظار	200 لكس	0.75 – 0.85 متر
الممرات	100 لكس	0.2-0.1 متر
السلالم الثابتة اوالسلالم المتحركة	150 لكس	0.2-0.1 متر



سطح العمل يختلف بإختلاف النشاط

لايعني تحقيق كمية الانارة حسب المواصفات العالمية ان الانارة جيدة وإنما يعني ان الانارة كافية. فمستوى الانارة لايعبر عن جودة الانارة وانما يعبر عن كمية الانارة وفي المثال التالي نلاحظ مكتب تمت انارته بـ 500 لكس بعدة طرق مختلفة حيث نلاحظ ان هنالك فرق واضح في نوعية الانارة تؤثر على النشاط والراحة النفسية وجاذبية المكان لذلك من الخطأ الاعتماد حصريا على مستوى الانارة مثل ماهو شائع عند العديد من المهندسين ولابد من أخذ العوامل السابقة بعين الاعتبار.

إنارة مباشرة منتشرة (أجهزة لها ناشر)

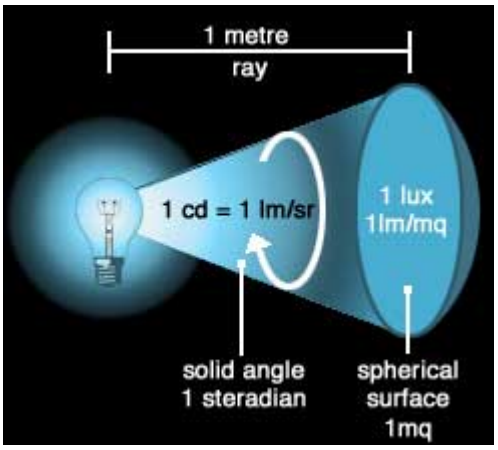
إنارة مباشرة (أجهزة لها عاكس)

إنارة مباشرة (Downlight)

إنارة غير مباشرة

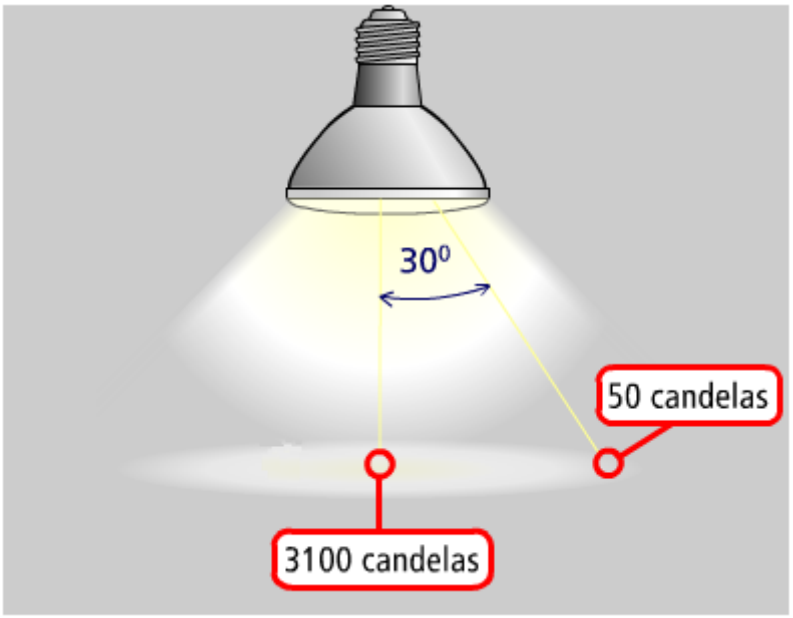
الشدة الضوئية Luminous intensity

هي كمية الضوء في إتجاه محدد وتقاس بالكانديلا Cd فبينما يعبر الفيض الضوئي عن كمية الضوء في كافة الاتجاهات فإن الشدة الضوئية تكون في إتجاه محدد.



الشدة الضوئية هي كمية الضوء في إتجاه معين

الفيض الضوئي هو كمية الضوء في كافة الاتجاهات



الشدة الضوئية لهذا المصباح في الزاوية صفر (تحته مباشرة) تساوي 3100 كانديلا Cd

بينما نلاحظ بأن هذه الشدة عند الزاوية 30° تساوي 50 كانديلا

وتبرز اهمية الشدة الضوئية في الانارة المركزة حيث اننا نريد معرفة قوة الضوء في اتجاه معين ويمكن تشبيه هذا الفرق عندما يكون لدينا خرطوم ماء ويتدفق منه الماء بكمية معينة فإذا قمنا بالضغط على هذا الخرطوم فإن الماء سيطل لمنطقة ابعد مع ان كمية تدفق الماء ستكون متساوية في الحالتين ولكن ضغط الماء جعله مركز اكثر.

يمكن تشبيه التدفق الضوئي بكمية الماء بينما ضغط الماء يمكن تشبيهه بالشدة الضوئية .

فقد تتساوى كمية الماء ولكن الضغط يكون مختلف ونفس الشيء قد يتساوى الفيض الضوئي لمصباحين بينما تختلف شدتهما الضوئية

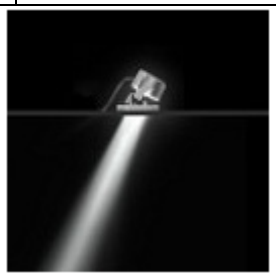
هنالك نوع من المصابيح نوع يعطي الضوء في جميع الاتجاهات بينما هناك نوع يعطي الضوء بإتجاه معين لوجود عاكس له وطبعا المصباح ذو العاكس تكون شدته الضوئية أقوى فالعاكس يعمل عمل الضغط على خرطوم الماء.

مصباح ينشر الضوء في جميع الاتجاهات

المصباح ذو العاكس ينشر الضوء بزاوية معينة

هنالك انواع عديدة من العواكس تنشر الضوء بزوايا مختلفة فكلما كانت الزاوية ضيقة اكثر كانت الشدة اكبر فمثلا لمصباح هالوجين ذو العاكس بقدرة 50 وات يعطي 1450 لومن من الضوء وتكون شدته مختلفة بإختلاف زاوية الحزمة الضوئية كما في الجدول التالي

الإستطاعة الكهربائية	الفيض الضوئي	زاوية الحزمة الضوئية	الشدة الضوئية
50 وات	1450 لومن	60°	1430 كانديلا
50 وات	1450 لومن	10°	16000 كانديلا

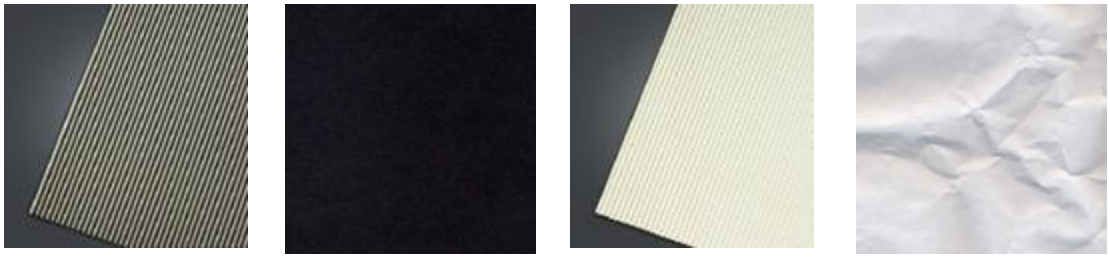


دائما تكون الشدة الضوئية اعلى للأجهزة او المصابيح التي لها حزمة ضيقة وذلك لنفس كمية الفيض الضوئي تم شرح إستخدام الزاوية المناسبة للتطبيق المناسب لاحقا ولكن هنا هو توضيح المصطلح حتى يتم التفريق بينه وبين الفيض الضوئي.

النصوع Luminance

هو ماتراه العين من مقدار نصوع الضوء فقد تكون بعض العناصر اكثر نصوعا من اخرى ويقاس بالكانديلا/متر مربع cd/m^2.

ولتوضيح هذا المصطلح اكثر نفرض أن 500 لكس تسقط على وقة بيضاء وعلى ورقة سوداء في نفس الوقت وفي هذه الحالة فإن العين ترى أن الورقة البيضاء هي اكثر نصوعا من الورقة السوداء مع أن مستوى الإنارة يكون نفسه في الحالتين.



ترى العين العناصر الفاتحة أكثر نصوعا من الغامقة عند نفس مستوى الإنارة

فتكون كمية النصوع التي تراها العين من الورقة البيضاء هي $100\ cd/m^2$ أما الورقة السوداء فتكون كمية النصوع هي $10\ cd/m^2$.

لو فرضنا انه يوجد مستوى إنارة على طاولة مكتب لونها بيج بمقدار 200 لكس فنجد أن النصوع على الورقة البيضاء يكون أكثر من الطاولة.

والسبب هو إنعاكس الضوء من الورقة البيضاء يكون اكثر.

وهذا المصطلح هو احد اهم المصطلحات في علم الانارة لأنه في الحقيقة هو ماتراه العين وما تحس به وفي رأيي هو اهم مصطلح على الاطلاق في تصميم إنارة يعتمد على الجودة,فبمعرفته يستطيع المصمم تحديد نصوع الانارة لجميع العناصر الموجودة في المكان وجعل المكان ملائم.

إن إنعكاس الضوء من الاسطح هو العلاقة التي تربط بين النصوع ومستوى الانارة وإنعاكس الضوء يعتمد على اللون وهذه بعض قيم إنعاكس بعض الالوان:

الابيض يعكس 85% من الضوء

الاسود يعكس 5% من الضوء

الأخضر يعكس 19% من الضوء

الأصفر يعكس 50% من الضوء

الأحمر يعكس 11% من الضوء

القيم السابقة هي قيم بعض درجات هذه الالوان فمثلا للون الابيض درجات كثيرة منها ماله إنعكاس 75% ومنها ماله إنعكاس 85% وعادة لتحديد درجات الإنعكاس والنصوع بطريقة دقيقة يتم إستخدام برامج كمبيوتر.

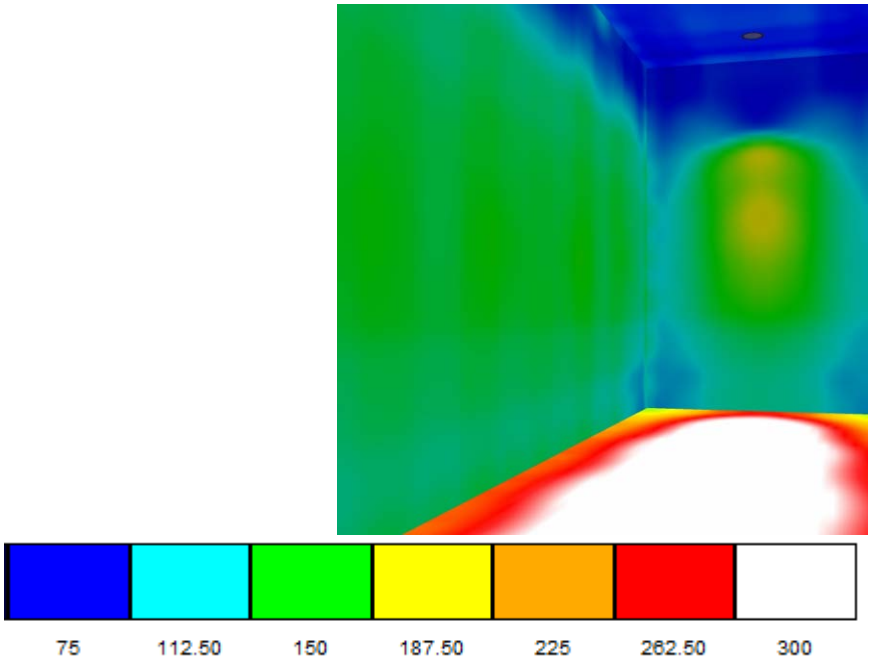
ولمعرفة أهمية هذا المصطلح في تصميم الإنارة سأضرب مثال يعتمد على الألوان التمثيلة لقيم مستوى الانارة وقيم نصوع الانارة.

تم حساب مستوى الانارة (Lux) على الجدران والارضية لهذه الغرفة وكذلك مستوى النصوع (cd/m^2).

نلاحظ ان الغرفة لها أرضية رمادية داكنة وجدران بيج فاتحة ومانريد معرفته هو اي الاسطح اكثرها من حيث مستوى الانارة وأيها اكثر نصوعا.

ربما يكون واضحا لدينا هنا بأن الجدار هو اكثر نصوعا من الارضية ولننظر الى نتائج حسابات برنامج حساب الانارة التالية:

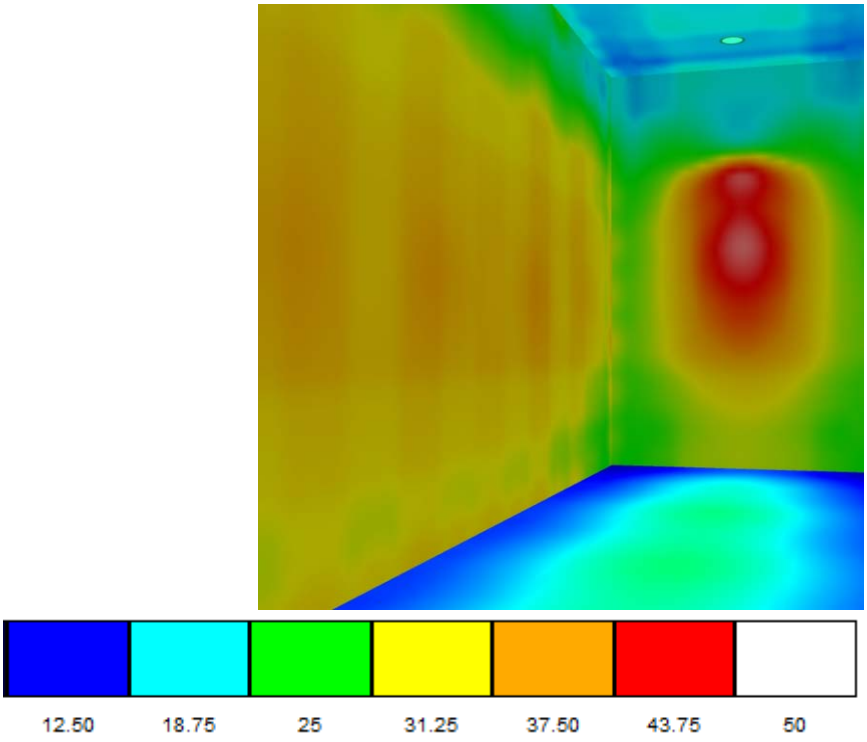
نتائج مستوى الانارة (لكس Lux)



تظهر الغرفة بالشكل السابق مع إظهار الالوان المستعارة او التمثيلية (False color rendreing or pseudo) لقيم مستوى الإنارة وتستخدم هذه الالوان لسهولة معرفة قيم مستوى الانارة في هذه الغرفة ففي هذا المثال نلاحظ أن اللون الابيض يعبر عن مستوى انارة 300 لكس أو اكثر بينما يعبر اللون الاحمر عن 262 لكس واللون الاخضر يعبر عن 150 لكس واللون الازرق عن 75 لكس .

طبعا هنا نجد ان الارضية عليها كمية أعلى من الضوء فمستوى الانارة عليها يبلغ او يزيد عن 300 لكس بينما الجدار فعليه مستوى انارة بحدود 150 لكس أي نصف كمية الضوء على الارضية.

نتائج نصوع الانارة (كانديلا/مترمربع cd/m^2)



تظهر الغرفة بالشكل السابق مع إظهار الالوان المستعارة او التمثيلية (False color rendreing or pseudo) لقيم مستوى نصوع الإنارة في هذا المثال نلاحظ أن اللون الابيض يعبر عن مستوى نصوع $50\ cd/m^2$ واللون الاخضر يعبر عن $25\ cd/m^2$.

طبعا هنا نجد ان الجدار الجانبي له لون بين البرتقالي والاحمر لذلك نجد به خطوط حمراء وكمية النصوع بحدود $40\ cd/m^2$ اما الارضية فنصوعها أقل من $20\ cd/m^2$.

ملاحظة يتم تحديد قيم النصوع بالإعتماد على مستوى الإنارة أو العكس من القانون التالي

النصوع = (مستوى الانارة x عامل الإنعكاس)/ π

النتائج السابقة

	الأرضية	**الجدار**
مستوى الإنارة	300 Lux	150 Lux
النصوع	$18\ cd/m^2$	$40\ cd/m^2$
لون السطح	رمادي داكن	بيج فاتح
عامل الإنعكاس	%18	%77

من النتائج نعرف أن مستوى الإنارة هو معيار غير مناسب لماتراه العين ولايعني ان المستوى الاعلى من الانارة تراه العين اكثر نصوعا ففي المثال السابق شاهدنا ان الجدار تراه العين اكثر نصوعا بمقدار الضعف مع ان كمية الإنارة عليه هي نصف ما على الارضية.

والنصوع ليس فقط للإنارة المنعكسة من الأسطح بل ايضا يستخدم لقياس نصوع مصدر الضوء مثل انصوع لمصباح والجدول التالي يبين نصوع بعض المصادر الضوئية

المنبع الضوئي	النصوع (كانديلا/مترمربع)– (cd/m^2) Luminance
الشمس	1600,000,000
القمر عندما يكون بدرا	2500
شاشة الكومبيوتر والتلفزيون	50 – 500 (حسب نوع الشاشة كما يمكن التحكم بالنصوع)
المصباح المتوهج (ذو الزجاج المطفي)	100,000
مصباح الفلورسنت	10,000
ضوء النهار مع غيوم	10,000
القيم المفضلة للأماكن الداخلية	500-50
ورقة بيضاء تحت 500 لكس	100

ونلاحظ هنا أن نصوع المصباح التوهجي هو أكثر من نصوع مصباح الفلورسنت مع أن الأخير يعطي ضوء أكثر والسبب يعود إلى أن الضوء موزع في مساحة صغيرة جدا بالنسبة للمصباح التوهجي بينما يكون موزع على مساحة كبير في المصباح الفلوري.

وأذكر أنني سألت مرات عديدة إذا كان هذا العامل مهم جدا وهو ما تراه العين فلماذا اذا توصي المواصفات العالمية بحساب مستوى الانارة باللكس وليس نصوع الانارة؟

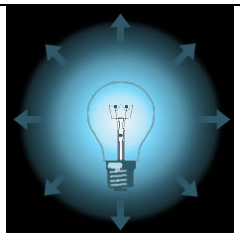
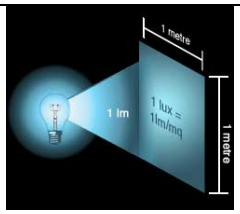
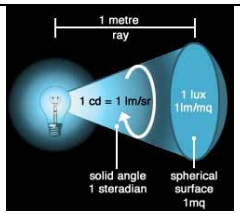
الجواب ببساطة هو ان المواصفات العالمية تضع قيم مستوى الإنارة لسطح العمل والذي يكون سطح إفتراضي فمثلا نحن نعرف أن المكان هو مكتب وأن إرتفاع طاولة المكتب 0.75 متر ولكن لانعلم ماهو لونها وماهو لون الاوراق أوالعناصر الأخرى التي ستستخدم في ذلك المكان لذلك تم وضع مستوى الإنارة وليس مستوى النصوع ولكن عدم وضع المواصفات العالمية لهذه القيم لايعني اهمال هذا العامل فكلما توفرت لدينا معلومات اكثر عن المكان كلما كان أسهل لنا بإختيار نوع الانارة المناسب.

بالمناسبة في إنارة الشوارع بما أن الشارع دائما يكون له لون ثابت ومعروف مسبقا فالمواصفات العالمية تطلب مستوى النصوع (cd/m^2) وليس مستوى الانارة.

نصوع المصباح لايحدد مستوى قوة الانارة التي يعطيها فالقمر مثلا له نصوع بحدود $2500\ cd/m^2$ لكن الانارة الناتجة عنه لاتتجاوز 1 لكس. كذلك الامر بالنسبة للإشارات الضوئية في اطرقات التي ترى من بعيد ولكن لاتعطي انارة وكذلك الامر بالنسبة للنجوم.

معرفة مصطلح النصوع مهم جدا سواءا كان لإنعكاس الضوء أو لمصدر الضوء وسنرى المزيد من تطبيقات هذا المصطلح لاحقا.

ملخص مصطلحات كميات الانارة

المصطلح	التعريف	رمز المصطلح	الوحدة	الشكل المناسب
الفيض الضوئي Luminous flux	كمية الانارة بكافة الاتجاهات	ϕ	لومن Lumen	
مستوى الإنارة Illuminance	كمية الانارة على سطح	E	لكس Lux	
الشدة الضوئية Luminous Intensity	كمية الانارة بزاوية محددة	I	كانديلا cd	
النصوع Luminance	ماتراه العين من نصوع	L	كانديلا/م^2 cd/m^2	

تجانس الإنارة Uniformity

يقصد بتجانس الإنارة هو مدى تقارب قيم مستويات الانارة (لكس) على سطح معين فلو فرضنا أنه لدينا تطبيق ونريد فيه مستوى إنارة عامة يساوي 200 لكس فهذا يعني ان القيمة الوسطية التي نريد الحصول عليها تساوي 200 لكس ولكن سنحصل في الغرفة على قيم مختلفة منها ما هو اقل من 200 لكس ومنها ماهو اعلى من 200 لكس وإذا نظرنا إلى المثال التالي نشاهد القيم المحسوبة ببرنامج كومبيوتر على سطح العمل كالتالي.

180	192	202	212	216	219	218	215	216	219	218	214	208	196	186
189	202	213	223	228	231	229	226	228	231	230	226	219	206	195
199	213	225	236	241	244	243	240	241	244	243	239	232	218	206
206	221	233	244	248	252	251	248	249	252	251	246	239	225	213
209	224	237	248	252	256	255	252	253	256	254	250	243	229	216
209	224	237	248	253	257	255	252	253	257	255	250	244	229	217
209	224	237	249	253	257	255	252	253	257	255	251	244	229	216
209	224	238	249	254	257	255	252	253	257	256	251	244	229	217
209	224	237	248	253	257	255	252	253	257	255	250	244	229	216
209	224	237	248	253	257	256	253	254	257	255	251	244	229	217
208	223	236	246	251	255	254	251	252	255	253	248	242	228	215
204	218	230	241	246	249	248	245	246	250	248	243	236	222	211
194	208	220	230	235	238	236	233	235	238	237	232	226	212	201
185	198	209	219	224	227	225	222	223	226	225	221	215	202	191
174	186	196	205	209	212	210	208	209	212	211	207	201	189	180

نجد عدة قيم فمنها ماهو اقل من 200 ومنها ماهو أعلى من 200 ويصل حتى 257 لذلك يتم حساب القيمة الوسطية E_{av} بواسطة البرنامج وهي قيمة متوسط جميع مستويات الإنارة على ذلك السطح كما يتم تحديد القيمة الدنيا والقيمة العظمى وعامل التجانس والنتائج هي كالتالي

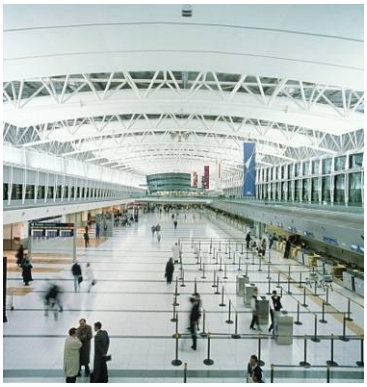
قيمة الإنارة الوسطية	قيمة الإنارة الدنيا	القيمة العظمى	عامل التجانس	نسبة القيمة العظمى للقيمة الدنيا
E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}
227	164	257	0.723	0.636

عامل التجانس هو نسبة الانارة الدنيا إلى الإنارة المتوسطة ففي المثال السابق هو (164/227=0.723) وهي قيمة عالية جدا فتعتبر قيمة عامل التجانس عالية إذا كانت القيمة أعلى او تساوي 0.5 علما بأن العين لا تلاحظ أي فرق في مستويات الإنارة عند قيمة تجانس 0.5 أو أعلى.

لا يجب أن تكون الإنارة متجانسة في كل الحالات ولكن تجانس الإنارة قد يكون مرغوب به في المكاتب والأماكن الوظيفية مثل المصانع والمطارات وورش الصيانة والمستشفيات وبصورة عامة أي مكان نحتاج فيه إلى تجنب الظلال فعندها يفضل أن لايقل تجانس الإنارة في المكان عن 0.5 وربما نحتاج إلى قيمة تجانس لاتقل عن 0.7 على نفس سطح العمل (طاولة المكتب) والتي عادة ماتكون منطقة صغيرة لاتتجاوز متر مربع.

أما في كثير من التطبيقات الاخرى فإننا لانحتاج فيها إلى تجانس الإنارة بل بالعكس تماما يمكن ان يشوه تجانس الإنارة المكان إذا كان المطلوب التركيز على عناصر اكثر من عناصر أخرى مثل المتاحف والمعارض.

بعض الاماكن التي لاتحتاج إلى عامل تجانس عال هي الممرات والمطاعم والفنادق والمحلات والمعارض فليس هنالك مشكلة بأن تصل نسبة التجانس إلى 0.2 أو حتى أقل ولكن عندها يجب أن لاتكون نسبة التباين عالية جدا بحيث تؤثر على الاداء البصري .



تجانس عال للإنارة في صالة هذا المطار

تجانس قليل للإنارة في هذا الممر

التباين Contrast

هو الفرق بين مستويات النصوع في مكان ما أو هو نسبة نصوع عنصر لنصوع عنصر آخر. فمثلا على هذه الصفحات نجد تباين هذه الكلمات السوداء على الورقة البيضاء ولولا وجود تباين فإننا لن نستطيع القراءة. فالتباين هو ضروري ولكن وجود تباين كبير جدا يجهد العين ويجعلها تتعب ولتوضيح ذلك يشاهد في المثال التالي ان الحمام له جدران وأرضية سوداء أم المغاسل فهي بيضاء كما نلاحظ ان جزء من الجدار ناصع ولجزء آخر مظلم وبفرض أنه لدينا 200 لكس على القطع البيضاء و200 لكس على جزء الجدار الناصع و 50 لكس على جزء الجدار المظلم فسيكون لدينا القيم التقريبية التالية من النصوع حسب القانون

النصوع = (مستوى الانارة x عامل الإنعكاس)/ π

المغاسل المضاءة $80\ cd/m^2$

الجزء الناصع من الجدار $8\ cd/m^2$

الجزء المظلم من الجدار $2\ cd/m^2$

التباين بين القطع البيضاء والجزء الناصع 1/10

التباين بين القطع البيضاء والجزء المظلم 1/40

التباين بين القطع البيضاء والجزء المظلم يعتبر عال جدا 1/40 وهو مجهد للعين إذا كان النشاط يتطلب أن نبقى في هذا المكان لفترات طويلة فلو فرضنا انه لدينا مكتب فإن وجود تباين أعلى من 1/10 هو غير مرغوب به إطلاقا وهو يؤثر على النشاط ويجهد العين.

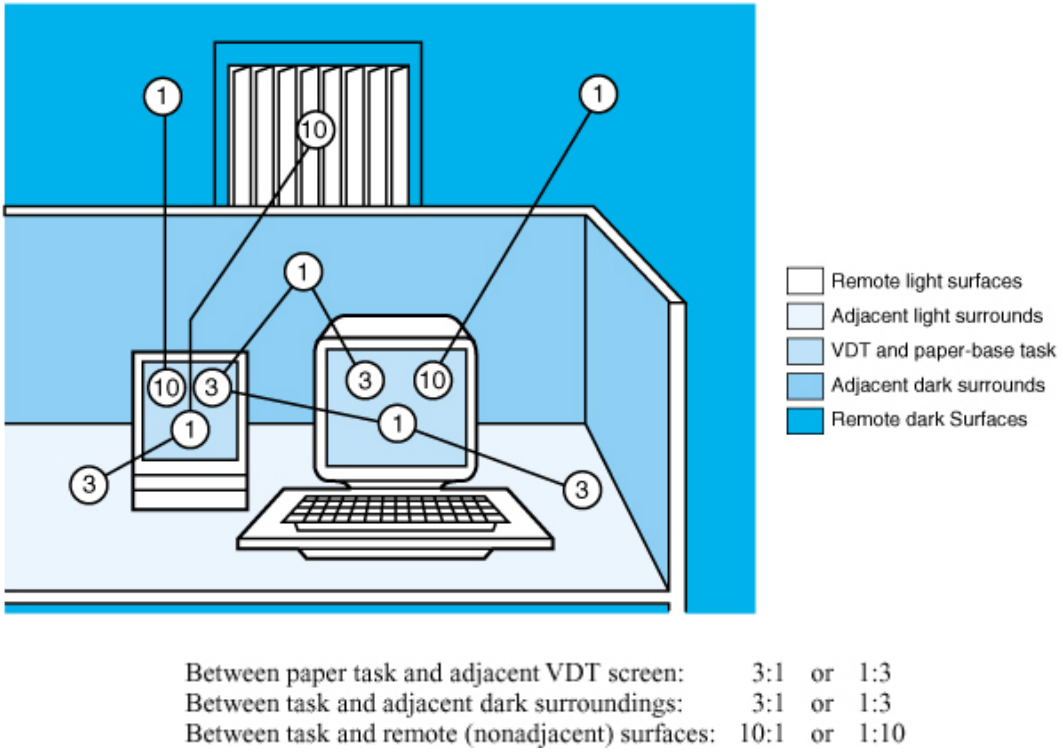
نسبة تباين عالية جدا تجعل التفاصيل غير واضحة وتجهد العين

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

وتوصي جمعية الإنارة الامريكية IESNA أن بأن لاتتجاوز نسبة التباين الحدود التالية

بين الورق وشاشة الكوميوتر	3:1 أو 1:3
بين مكان العمل والاماكن القريبة منه	3:1 أو 1:3
بين مكان العمل والأسطح البعيدة عنه	10:1 أو 1:10

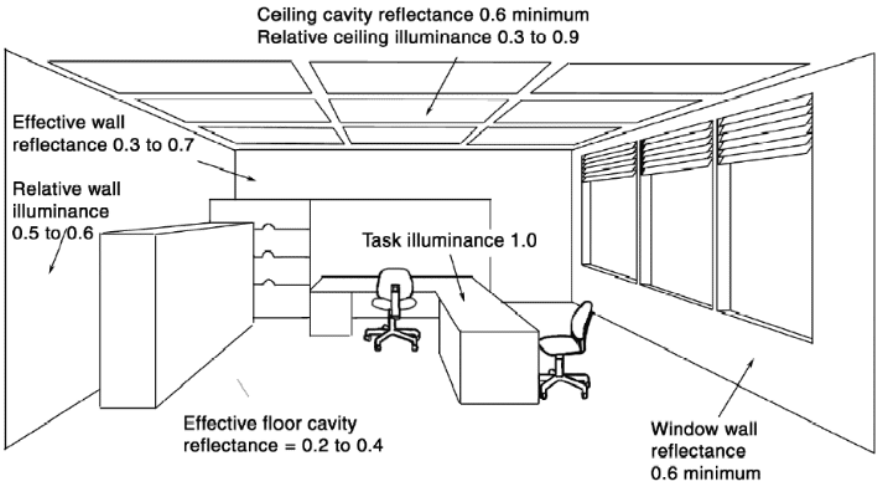
والشكل التالي يوضح نسب التباين المذكورة سابقا



شكل يوضح نسب التباين في المكاتب حسب توصيات جمعية الانارة الامريكية IESNA

مثلا لو فرضنا أن شاشة الكومبيوتر لها نصوع $50\ cd/m^2$ فالنصوع على الورقة يجب أن لايتجاوز $150\ cd/m^2$ أي أنه يجب أن لايتجاوز مستوى الانارة عن 580 لكس وإذا زاد فستكون نسبة التباين عالية بدرجة تجهد العين.

هنالك العديد من المواصفات الاخرى التي توصي بتقليل نسب التباين للإنارة العامة بشكل وخصوصا للمكاتب ومنها على سبيل المثال لا الحصر جمعية النور والإنارة البريطانية Society of Light and Lighting(SLL) وكذلك مواصفات الانارة السعودية (SASO) توصيان بأن يكون مستوى الإنارة على جدران المكاتب 50-60% من إنارة سطح مكتب العمل وهذا يتوافق مع الدراسة الالمانية التي تم ذكرها في الفصل الثاني وكان من نتائجها أن إستخدام جهاز منير الجدار Wallwasher يزيد من الانتاجية والنشاط ونصوع الغرفة بشكل عام



توصي جمعية النور والانارة البريطانية (SLL) وكذلك مواصفة الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس (SASO)

على أن تكون مستوى الانارة على الجدران 50-60% من إنارة سطح مكتب العمل

وان يكون مستوى الإنارة على السقف 30-90% من إنارة سطح مكتب العمل

فمثلا لو كان على سطح العمل 500 لكس فإن مستوى الانارة على الجدران يجب ان يكون بحدود 250-300 لكس.

نسب التباين المذكورة سالفا هي للانارة العامة أما بالنسبة للانارة المركزة فإن وجود التباين هو الذي يطهر العنصر المراد تركيز الانارة عليه.

عدم وجود تباين كاف لايظهر العنصر بشكل مناسب

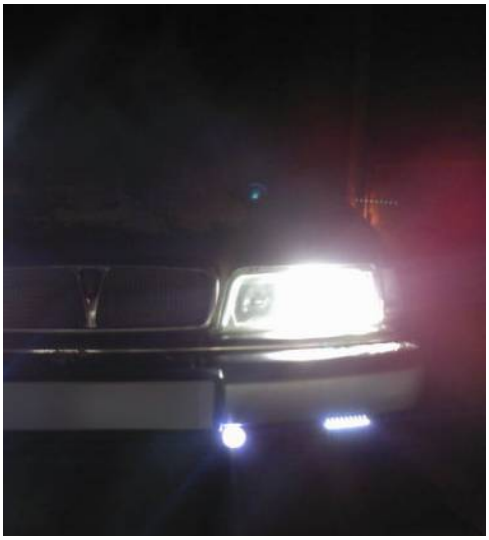
الإنارة المركزة تتطلب وجود تباين كاف

الوهج Glare

الوهج هو تباين عالي جدا بين سطحين مختلفين في النصوع مثل وجود ضوء شديد النصوع مع خلفية مظلمة ولتبسيط شرح الوهج سأقوم بضرب المثال التالي

إذا قام شخص بتشغيل أضواء السيارة الأمامية على المستوى العالي في النهار فإن المارة لن يتضايقو من الضوء لعدم وجود تباين كبير فخلفية هذا الضوء وماحوله أماكن مضيئة عن طريق ضوء النهار بينما إذا تم تشغيل هذه الأضواء على المستوى العالي في الليل فإنها ستكون مزعجة جدا لوجود تباين كبير جدا حيث أن خلفية هذه الاضواء وماحولها ظلام وسيزداد الأمر سوأ إذا كان الإنسان في خارج المدن حيث لاتوجد إنارة للشوارع ويكون الظلام دامس فيكون الفرق بين الضوء وماحوله كبير جدا(تباين عال بشكر يسبب الوهج).

في النهار التباين قليل لذلك ضوء السيارة لايسبب أي وهج



في الليل التباين عال بوجود خلفية مظلمة ويسبب هذا الضوء وهج يعيق الرؤيا كلما زادت نسبة التباين

إذا الوهج هو تباين عال في مستويات النصوع (ضوء ساطع مع خلفية ظلماء) وللوهج نوعان هما:

1. الوهج المعيق Disability Glare
2. الوهج غير المريح Discomfort Glare

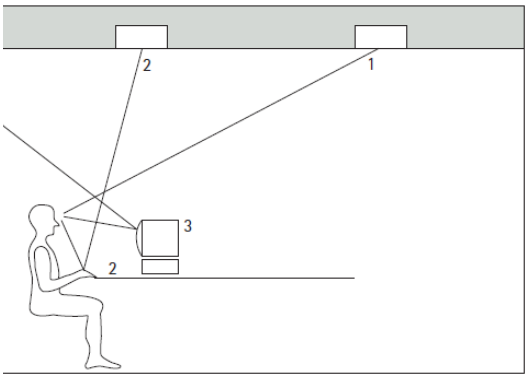
فالوهج المعيق: هو الوهج الشديد الذي يعيق الشخص عن الرؤية ويكون في الأماكن الخارجية فمثلا لانستطيع أن نرى الاشياء عند وجوده.

أما الوهج الغير مريح فهو وهج أخف حدة من النوع الأول وقد يتواجد بالأماكن الداخلية وينقسم إلى نوعان

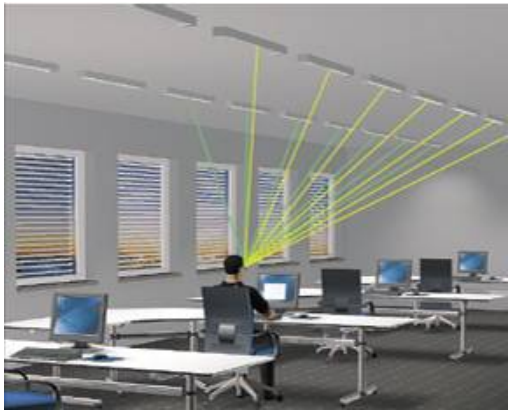
1. وهج مباشر
2. وهج منعكس

طبعا مايهمنا هنا هو الوهج الغير مريح Discomfort Glare لأنه خاص بالاماكن الداخلية

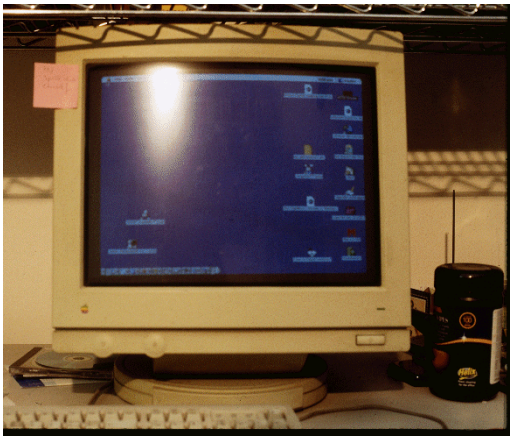
وهج مباشر من جهاز الإناره على عين الشخص.



وهج منعكس من سطح شديد اللمعان مثل شاشة الكمبيوتر.



الوهج المباشر هو الذي يصدر من جهاز الإنارة وللتغلب عليه يمكن إستخدام أجهزة إنارة تحجب الوهج المباشر.



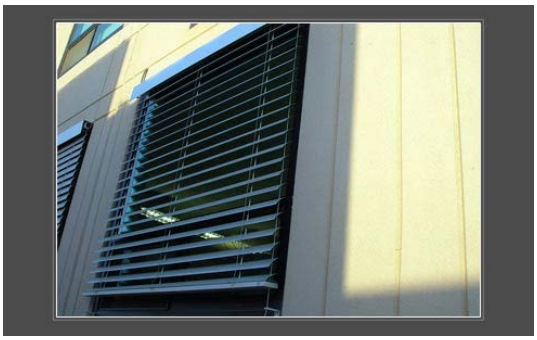
الوهج المنعكس هو الذي ينعكس من الاسطح شديدة اللمعان ويسبب تباين عال عليها مما يجعل الرؤيا صعبة وغير مريحة وللتغلب عليه يجب أختيار مكان وضع أجهزة الانارة مناسبة بالوضع الصحيح او إستخدام إنارة غير مباشرة.

كيف يتم حجب الوهج المباشر الناتج من أجهزة الإنارة؟

إذا أخذنا ضوء الشمس كمثال فنجد أن السائق بالسيارة لديه حاجب في سقف السيارة متحرك يوجهه لكي يتخلص من ,وهج الشمس؛ كذلك الأمر في الأماكن الداخلية يوجد هنالك أنواع مختلفة من الحواجب منها

- الشرائح المعدنية Louvers.
- المواد شبة الشفافة الناشرة لتخفيف حدة الوهج.
- إستخدام عاكس يحجب الجزء العلوي من الضوء.
- إستخدام الإنارة الغير مباشرة.

تخفيف الوهج بإستخدام الشرائح المعدنية Louvers



الشرائح المعدنية لحجب وهج الشمس تستخدم في بعض الأماكن الداخلية

الشرائح المعدنية لحجب وهج المصابيح الكهربائية

تخفيف الوهج بإستخدام المواد شبة الشفافة الناشرة

المواد شبة الشفافة (الستائر) لتخفيف من شدة وهج الشمس في الاماكن الداخلية

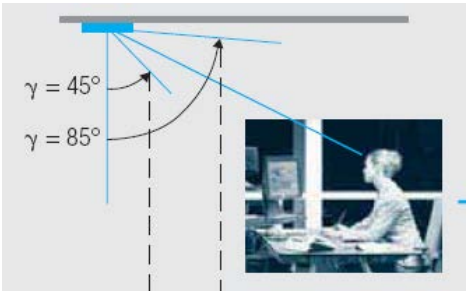
ناشرمحبب أ وبال Opal diffuser للتخفيف من وهج المصابيح الكهربائية

تخفيف الوهج بإستخدام عاكس مناسب لحجب الوهج

أجهزة تسبب الوهج المباشر

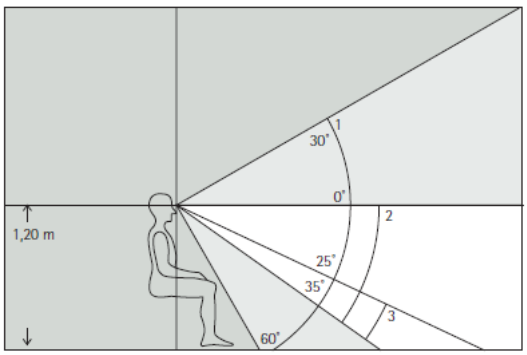
أجهزة تحجب الوهج المباشر

يتم الحد من الوهج في أجهزة الإنارة بحجب الجزء العلوي من الضوء عن طريق العاكس كما في الصورة التالية

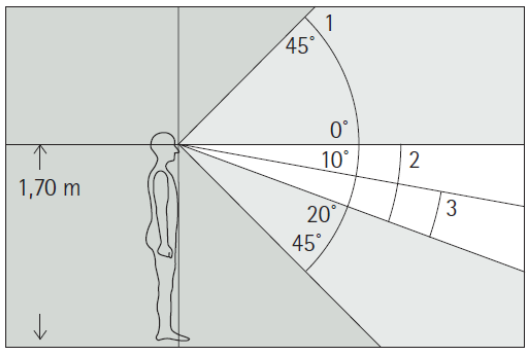


الضوء الذي ينتج بين الزاويا 45° والزاوية 85° هو الذي يزعج الأشخاص في الاماكن الداخلية وإذا تم حجب الضوء او تقليله في هذا الجزء من أجهزة الإنارة فإن نصوع أجهزة الإنارة ستكون قليلة

وقد تم تحديد هذه الزوايا لان مجال الرؤيا للإنسان في الحالة الطبيعية هي 30° لإنسان الجالس و45° للإنسان الواقف حسب الشكل التالي:

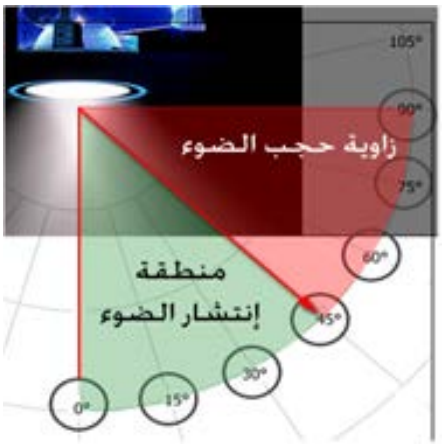


مجال الرؤيا الطبيعي للأنسان الجالس



مجال الرؤيا الطبيعي للأنسان الواقف

لذلك إذا تم حجب الضوء في الزوايا المذكورة سابقا فإن الجهاز يصبح مريح ويصبح التباين بين الاجهزة والسقف قليل.



الشكل التالي يبين منطقة حجب الضوء ومنطقة إنتشار الضوء

عامل الوهج الموحد UGR

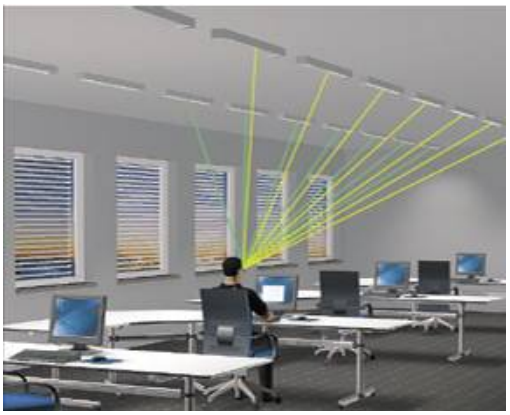
من الطبيعي ان تخفيض الوهج في الاماكن الداخلية يجعل الرؤيا مريحة ويحسن من أداء الاشخاص في المكان وطبع الوهج لايعتمد فقط على أجهزة الانارة بل أيضا على الوان الجدران والسقف فالتباين العالي بين مستويات النصوع يسبب وهج فمثلا إذا استخدمنا اجهزة إنارة عادية في غرفة لها سقف أسود سيكون التباين أعلى مما لو كان السقف ابيض كما في المثال التالي

التباين عال في الاسقف الداكنة إذا كانت الاجهزة لاتحجب الوهج

التباين أقل في الاسقف الفاتحة حتى بوجود اجهزة لاتحجب الوهج

لذلك وضعت المواصفات العالمية معيار إسمه عامل الوهج الموحد Unified Glare Rating (UGR)

لمعرفة حدود الوهج في الإنارة الداخلية ويعتمد هذا العامل على لون السقف والجدران وكذلك نصوع أجهزة الانارة ومكان إتجاه الرؤيا في هذه الاماكن.



عامل الوهج الموحد UGR يعتمد على

- لون الجدران
- لون السقف
- نصوع المصابيح
- إتجاه الرؤيا للأشخاص

ولهذا العامل الأرقام التالية 13, 16, 19, 22, 25,28

حيث يدل الرقم الاصغر على أن الوهج أقل وكلما زادت قيمة هذا العامل زاد الوهج ولهذا العامل القانون التالي

$$UGR = 8 \cdot \log\left(\frac{0{,}25}{L_b} \cdot \sum \frac{L^2 \cdot \omega}{p^2}\right)$$

L_b نصوع الخلفية (جدران وسقف)

L نصوع جميع أجزاء أجهزة الإنارة في إتجاه المشاهد

ω الزاوية الفراغية بين جهاز الإنارة والمشاهد

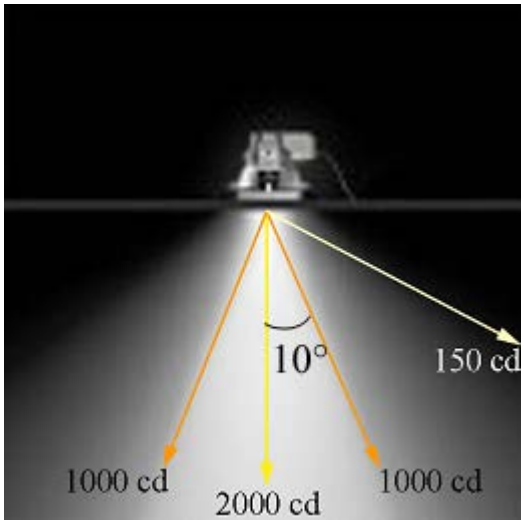
إلا انه لحسن الحظ فإن مصممي الإنارة لاتعتمد على هذا القانون وإنما يتم حساب الوهج ببساطة عن طريق برامج الكمبيوتر أو جداول يضعها صانعو اجزة الانارة .

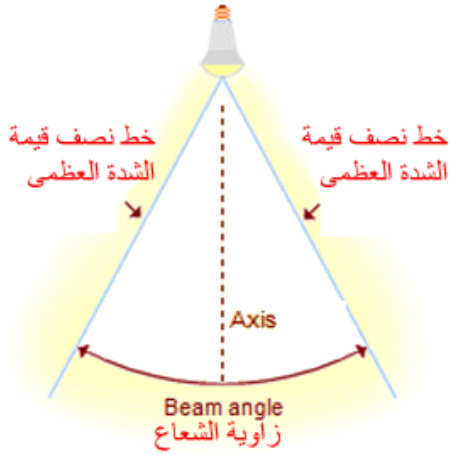
بعض قيم عامل الوهج الموحد UGR لبعض التطبيقات

التطبيق	القيمة العظمى المسموح بها لعامل الوهج الموحد UGR
مكاتب الرسم الهندسي الدقيق	أصغر او يساوي 16
المكاتب	أصغر او يساوي 19
المصانع الخفيفة	أصغر او يساوي 22
مصانع المعدات الثقيلة	أصغر او يساوي 25
محطات القطار	أصغر او يساوي 28

زاوية الشعاع (الحزمة الضوئية) Beam Angle

هي الزاوية بين الشدة الضوئية العظمى ونصف الشدة الضوئية العظمى لعواكس أجهزة الإنارة اوللمصابيح ذو العاكس.





زاوية الشعاع هي الزاوية التي يتنشر فيها الضوء المركز وهي بين الشدة الضوئية العظمى ونصف الشدة العظمى فمثلا لو كانت الشدة العظمى I_{max}= 2000 cd فزاوية الشعاع تكون عند 50% من قيمة الشدة العظمى وهي $I_{1/2max}$=1000 cd وفي المثال السابق نجد ان نصف زاوية الشعاع لهذا لجهاز الإنارة تقع بين خط الشدة العظمى وخط نصف قيمة الشدة العظمى وهي في هذه الحالة 10° وطبعا زاوية الشعاع كاملة هي 2x10° (يمين ويسار خط القيمة العظمى)

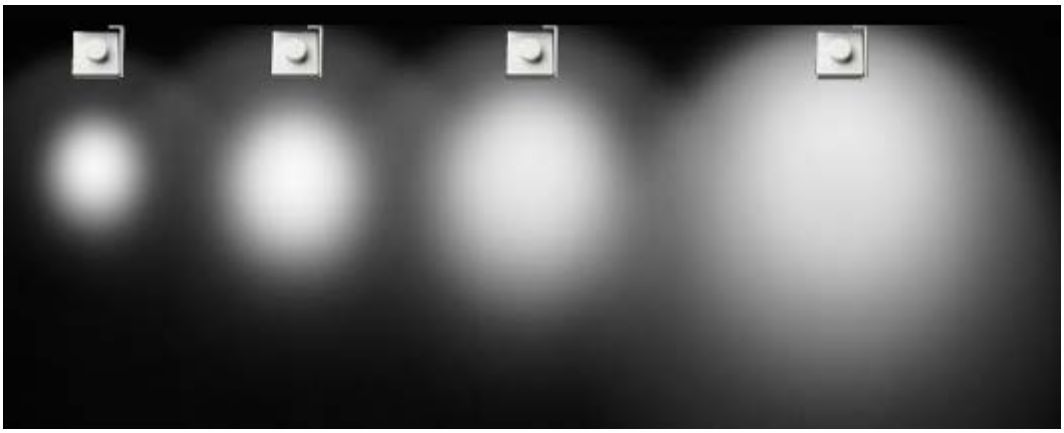
زاوية الشعاع في المثال السابق هي 20° (10° يمين الشدة العظمى و10° يسار الشدة العظمى)

وتم حساب زاوية الشعاع من القيمة العظمى إلى قيمة 50% من القيمة العظمى لكي يتم معرفة الضوء المركز الفعال الذي تكون عنده الانارة واضحة حيث انه بعد 50% من القيمة العظمى يبدأ الضوء بالتلاشي إلى قيمة الصفر.

وطبعا الضوء المتسرب يقع خارج حدود زاوية الشعاع وهو لايساهم بشكل كبير في الانارة وانما يجعل الانارة تتناقص بتدرج وتختلف زوايا الشعاع الضوئي فمنها ماهو ضيق جدا بحيث ينتشر الضوء ضمن زاية صغيرة ومنها ماهو عريض وسنطلق التسميات التالية لزوايا الشعاع في هذا المرجع

قيمة الزاوية	التسمية	رمز الحزمة
اقل من 10°	حزمة ضيقة جدا Narrow Spot	NS
بين 10°-20°	حزمة ضيقة Spot	S
بين 21°- 30°	حزمة متوسطة Flood	F
بين 31°- 40°	حزمة عريضة Wide Flood	WF
اكبر من 40°	حزمة عريضة جدا Very Wide Flood	VWF

تم إطلاق التسميات السابقة للتبسيط علما ان هنالك تسميات اخرى مختلفة وذلك حسب المواصفات او حسب الشركة الصانعه لذلك يفضل عند وضع المواصفات ذكر قيمة الزاوية بالرقم تحديدا.



حزمة عريضة جدا حزمة متوسطة حزمة ضيقة حزمة ضيقة جدا

وإختيار الزاوية المناسبة مهم جدا في تصميم الإنارة المركزة فعن طريقها يتم إختيار الجهاز او المصباح المناسب للعنصر المناسب حيث يتم إختيار الزاوية بناءا على حجم العنصر المراد تركيز الإناره عليه كما في المثال التالي.

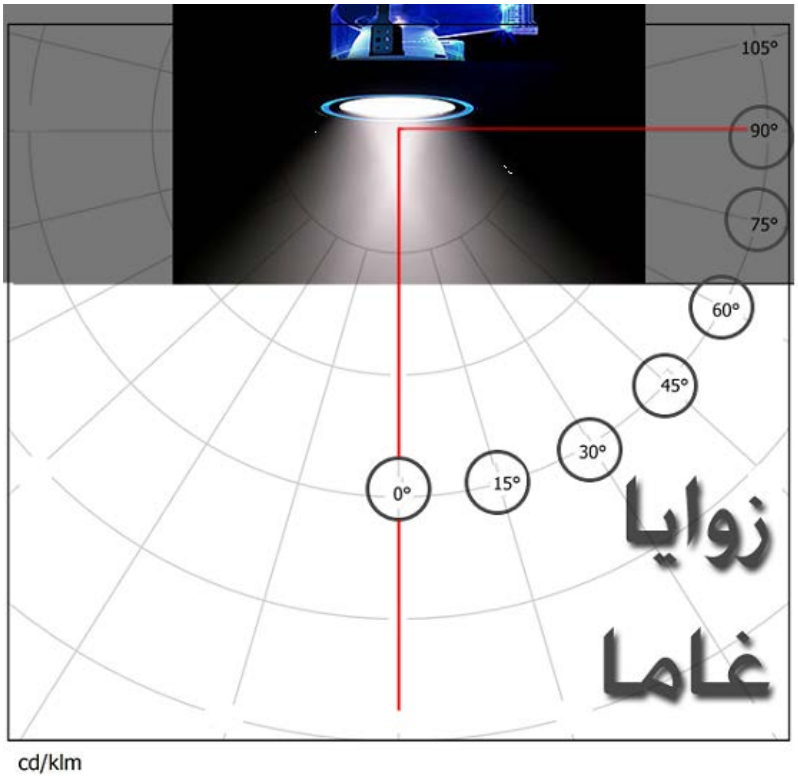
العنصر الكبير يحتاج إلى زاوية شعاع عريضة جدا العنصر الصغير يحتاج إلى زاوية شعاع ضيقة

تم شرح كيفية اختيار الزاوية المناسبة للعنصر المناسب في الفصل الخامس.

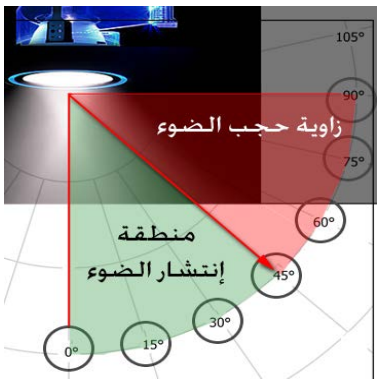
زاوية حجب الضوء Cut-off angle

زاوية حجب النصوع: هي الزاوية التي تحجب الضوء لكي تخفف من نصوع الأجهزة. فالمحافظة على نصوع منخفض للأجهزة في زاويتي غاما 45° 90° يجعل الجهاز مريح ويخفف الوهج بشكل كبير

وزوايا غاما وهي الزوايا التي تستخدم لقياس الشدة الضوئية بحيث تكون الزاوية تحت الجهاز مباشرة هي الزاوية صفر والشكل التالي:



زوايا غاما– الزاوية صفر تحت الجهاز مباشرة والزاوية 90 تكون متعامدة مع خط الزاوية صفر



زاوية الحجب Cut-off Angle

تقع في المنطقة الحمراء المبينة في الشكل التالي

زاوية الحجب 30° هي زاوية تحجب الضوء بين زاويتي غاما 60° و90°

زاوية الحجب 40° هي زاوية تحجب الضوء بين زاويتي غاما 50° و90°

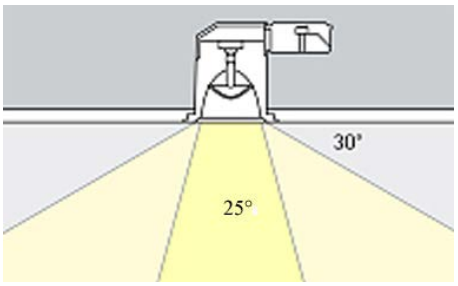
وتشترط المواصفات البريطانية أن لايزيد نصوع الأجهزة عن 1000 cd/m^2 بين زاويتي غاما 65° و 90° في الحالة العادية.

أجهزة ليس لها زاوية حجب

أجهزة لها زاوية حجب °30

تحجب الضوء بين زاويتي غاما °60 و°90

يجب التفريق بين زاوية الشعاع وهي الزاوية إنتشار الضوء من القيمة العظمى الى قيمة نصف الشدة الضوئية العظمى وبين زاوية حجب الضوء فقد يكون هنالك ضوء ذو حزمة ضوئية ضيقة ومع ذلك لايكون له زاوية تحجب بقية الضوء بين زاويتي غاما °60 و°90.



جهاز له زاوية شعاع °25 وزاوية حجب الضوء له °30
أي أنه يحجب الضوء بين زاويتي غاما °60 و°90
اللون الاصفر الداكن هو ضوء زاوية الشعاع أما
اللون الاصفر الفاتح يعبر عن الضوء المتسرب

الفصل الرابع
مصابيح الإنارة

في هذا الفصل سنتعرف على أهم مصابيح الإنارة الكهربائية المستخدمة في تطبيقات الإنارة الداخلية وبالطبع لم يتم شرح كل مصابيح الانارة والتي هي كثيرة ومتنوعة ولكن تم التركيز على أهم مصابيح الانارة المستخدمة بشكل كبير وتم تجاهل المصابيح القديمة او التي لاتستخدم الا نادرا او التي تم حظرها لانها تستهلك الكثير من الطاقة الكهربائية.

لقد تم شرح اهم الخصائص لهذه المصابيح وتم تجاهل طريقة العمل الفيزيائي لان المهم هو معرفة تطبيقات هذه المصابيح بغض النظر عن طريقة عملها فمصمم الانارة يهمه النتائج النهائية للمصباح المراد استخدامه وتم التركيز على الخصائص التالية لمصابيح الانارة.

أ. إستطاعة المصباح Watt

ب. كفاءة المصباح Efficacy

ج. درجة حرارة اللون Color Temperature

د. درجة تمييز الالوان Color rendering

هـ. بريق الإنارة Brilliance

و. خاصية الإنارة المركزة Accent

ز. عمر المصباح Average Life

ح. خاصية الإعتام Dimmable

إستطاعة المصباح

هي مقدار مايصرفه المصباح الكهربائي من طاقة كهربائية وتقد بالوات Watt.

كفاءة المصباح Efficacy

هي مقدار مايعطيه المصباح من ضوء باللومن لكل وات ويتم حسابها بقسمة كمية اللومن للمصباح على إستطاعته والجدول التالي يبين كفاءة بعض المصابيح

نوع المصباح	الفيض الضوئي	الكفاءةلومن/وات Lumen/Watt
المصباح المتوهج 60 وات	750 لومن	12.5
مصباح هالوجين 100 وات	2200 لومن	22
مصباح فلورسنت 14 وات	1350 لومن	96
مصباح ميتل هالايد 20 وات	1700 لومن	85

نلاحظ بأن كفاءة مصباح الفلورسنت تزيد عن 7 أضعاف كفاءة المصباح المتوهج.

درجة حرارة اللون

تم ذكر درجة حرارة اللون الناتج من ضوء الشمس في الفصل الاول وهي خاصية مهمة لمعرفة إختيار لون الانارة الناتجة من المصباح الكهربائي.

درجة حرارة اللون أبيض دافيء Warm white

درجة حرارة اللون أبيض بارد Cool white

وأكثر نوع من المصابيح الكهربائية التي لها تدرج كبير في الألوان هو مصباح اليد LED وكذلك مصباح الفلورسنت أو الفورسنت المدمج والجدول التالي يبين بعض قيم درجات حرارة اللون.

لون الضوء	درجة الحرارة
الأبيض الدافي (يميل للحمرة)	2700K
الأبيض الدافيء (ابيض أصفر)	3000K
أبيض عادي	4000K
أبيض بارد (ضوء النهار) Daylight	6500K
أبيض بارد جدا	8000K

لون ابيض بارد درجة حرارة اللون 6500K

لون ابيض دفيء درجة حرارة اللون 2700K

ماهو تأثير لون الضوء على الإنسان

أثبتت الدراسات الحديثة بأن لون الضوء له تأثير بيولوجي Biological فالضوء الأبيض البارد يحفز مادة في الجسم إسمها الكوريتزول وهي تنشط الجسم لذلك هو مناسب لتطبيقات الإنارة التي تحتاج إلى نشاط, أما الضوء الأبيض الدافيء فهو يحفز مادة بالجسم إسمها الميلاتونين وهي تحفز الجسم على الإسترخاء.

إختيار درجة حرارة اللون الناسبة للمواد المعمارية الداخلية

اللون الابيض الدافيء يناسب المواد الدافئة مثل الخشب والجلد بينما يكون اللون الابيض البارد مناسب للأسمنت او لون المعادن.

اللون الابيض البارد مناسب للون الرمادي

اللون الابيض الدافي مناسب للون البيج

دجة تمييز الالوان (Color Rendering)

هذه الخاصية تعبر عن مدى قابلية المصباح االكهربائي لإظهار الألوان للأجسام بالمقارنة مع ضوء الشمس.

وتعتبر الألوان التي ترى تحت ضوء الشمس هي الألوان الحقيقة؛ ويرمز لهذه الخاصية بالرمز Ra والرقم هو عبارة عن نسبة مئوية فخاصية إظهار الألوان للشمس هي Ra= 100.

وتختلف المصابيح الكهربائية بهذه الخاصية والجدول التالي يوضح بعض هذه القيم

المصباح	خاصية إظهار الألوانRa
الهالوجين والمتوهج	100
مصباح الفلورسنت الأحادي الفسفورHalo-Phosphor	60
مصباح الفلورسنت المتعدد الفسفورTri-phosphor	80

مصباح له درجة تمييز الوان اقل من 40

مصباح له درجة تمييز الوان عالية قريبة من 100%

خاصية إظهار الالوان معيار هام جدا لانتقاء المصابيح الكهربائية المناسبة للتطبيق المناسب.

بريق الإنارة Brilliance

هو لمعان الإنارة على عناصر عاكسه مثل السيراميك وهو يختلف عن الوهج بحيث ان التباين في النصوع ليس كبير وبريق الانارة مهم جدا في بعض التطبيقات مثل محلات المجوهرات او الاماكن التي تتطلب ابراز العناصر العاكسة بطريقة ملفتة للنظر وهذه الخاصية لها علاقة بنوع المصباح المستخدم فالمصابيح الكبيرة الحجم مثل الفلورسنت والكومباكت فلورسنت لاتنتج اي بريق اما المصابيح صغيرة الحجم وتسمى المنابع النقطية Point Source مثل مصابيح الهالوجين والميتل هالايد فتمتاز عن الاولى بأنها تظر بريق على الاسطح العاكسة.

المصابيح الكبيرة مثل الكومباكت فلورسنت تخفي البريق

المصابيح الصغيرة مثل الهالوجين تظهر البريق

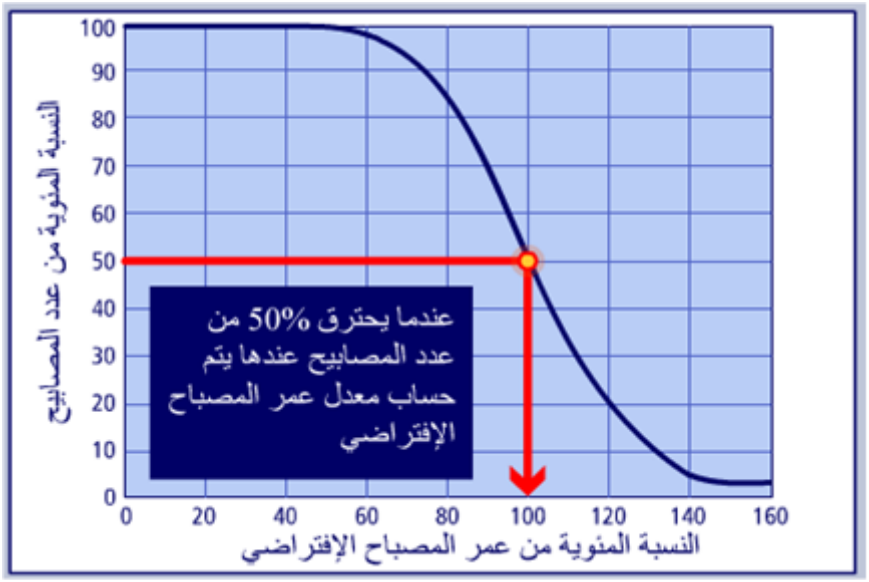
خاصية الإنارة المركزة Accent

عند استخدام إنارة مركزة يجب اختيار مصابيح تكون مناسبة لهذا النوع من الانارة وهي المصابيح الصغيرة مثل الهالوجين والميتل هالايد اما المصابيح الكبيرة مثل الكومباكت فلورسنت والفلورسنت فهي غير مناسبة إطلاقا للإنارة المركزة

المصابيح صغيرة الحجم او مايسمى بالمنابع النقطية Point Source مناسبة للإنارة المركزة

عمر المصباح Average Life

هو العمر الافتراضي بالساعات الذي يعطي فيه المصباح الضوء قبل ان يحترق, ويتم حساب هذا المر الافتراضي من قبل الشركات المصنعة للمصابيح عند اختبار عينة من المصابيح فإذا احترق نصفها فعنئذ يتم تحديد عمر المصباح بعدد الساعات.



تحديد العمر الإفتراضي للمصابيح

إن معرفة العمر الإفتراضي للمصابيح مهم جدا وذلك للتقليل من الصيانة وخصوصا في الارتفاعات العالية والجدول التالي يبين العمر الإفتراضي بشكل تقريبي لبعض أنواع المصابيح

نوع المصباح	العمر الإفتراضي
هالوجين	2000 ساعة
هالوجين بتقنية الأشعة تحت الحمراء	5000 ساعة
مصباح فلورسنت T5	20000 ساعة
مصباح ميتل هالايد	12000 ساعة
مصباح ليد LED	50000 ساعة

خاصية الإعتام Dimmable

هي القدرة على إعتام المصباح وتخفيف ضوءة بإستخدام ادوات تحكم وهي خاصية تتمتع بها أغلب المصابيح التي تستخدم للإنارة الداخلية بإستثناء مصباح الميتل هالايد لذلك إذا كان لدينا تطبيق مثل قاعة حفلات وكنا نريد التحكم بشدة الإنارة عن طريق إعتامها فيجب تجنب المصابيح التي لايمكن إعتامها مثل مصباح الميتل هالايد.

أنواع مصابيح الإنارة

مع أنواع المصابيح كثيرة إلا انه تم ذكر أحدث هذه المصابيح و أكثرها إستخداما مع ذكر أهم محاسنها وأهم مساوئها ومن يريد الإطلاع على كافة المعلومات الفنية فعليه مراجعة كاتالوجات الشركات المصنعة للمصابيح وأشهر هذه الشركات هي الشركات التالية:

شركة اوسرام الالمانية Osram

شركة فيليبس الهولندية Philips

شركة جي إي الامريكية GE

تتيح هذه الشركات على مواقعها على الانترنت كاملة ومفصلة عن المصابيح لذا يمكن الإطلاع عليها لمعرفة المزيد من التفاصيل.

تم شرح المصابيح التالية

مصباح الهالوجين	Halogen lamp
مصباح الميتل هالايد	Metal halide lamp
مصباح الفلورسنت	Fluorescent lamp
مصباح الفلورسنت المدمج	Compact Fluorescent Lamp
مصباح اليد	LED

مصباح الهالوجين Halogen lamp

تستخدم مصابيح الهالوجين في التطبيقات التالي

- إنارة تنسيق المواقع
- إنارة المعارض والمحلات
- إنارة الصور واللوحات الفنية
- إنارة المجسمات الفنية
- الإنارة المنزلية
- الإنارة الغاطسة تحت الماء

أما القدرة الكهربائية بالوات فلها تنوع كبير وأشهرها

500-300-150-100-75-50- 35- 20

أنواعها من حيث الجهد

لها نوعين رئيسيين نوع يعمل على الجهد الأساسي أو مايسمى جهد الشبكة 230 فولت (يختلف بإختلاف البلد) ونوع يعمل بالجهد فائق الإنخفاض ويسمى للسهولة الجهد المنخفض (12 V).

الميزة الرئيسية للنوع الأول (الذي يعمل على الجهد الأساسي)

1. لا يحتاج إلى محول
2. أن تنوع الوات فيه كبير فمثلا 300 وات و 500 وات و2000 وات تتواجد بجهد أساسي فقط ولا يمكن الحصول عليها بجهد منخفض.

الميزة الرئيسية للنوع الثاني (مصابيح الجهد المنخفض)

1. حجم المصباح صغير بالمقارنة مع النوع الأول وكذلك حجم جهاز الإنارة يكون صغير جدا قد يصل إلى 50 ملم أو حتى أصغر وقد تصل فتحة جهاز الإنارة إلى 30 ملم.
2. عمره أطول لذلك يكثر إستخدامه فقد يصل عمر مصابيح تقنية الـ IRC إلى 6000 ساعة عمل.

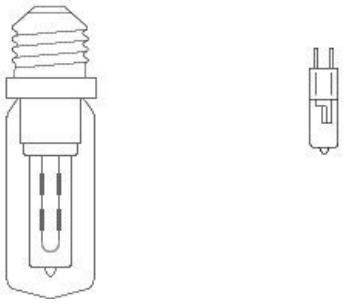
أنواعها من حيث وجود العاكس

هنالك نوعان رئيسيان وهما مصباح بدون عاكس ومصباح مع عاكس حسب الشكل التالي

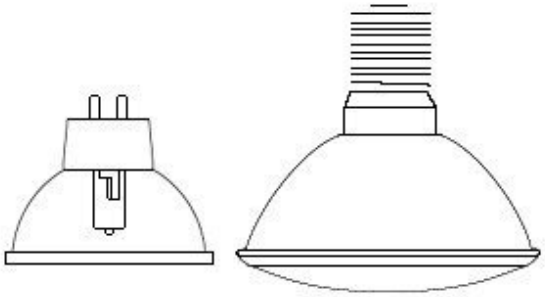
هنالك نوعين من المصابيح ,نوع ينتج ضوء بإتجاه محدد حيث يكون لها عاكس وآخر ينتج الضوء بكافة الاتجاهات

المصباح ذو العاكس ينشر الضوء للأسفل بزاوية معينة

المصباح العادي ينتج ضوء بكافة الاتجاهات



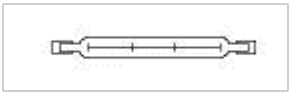
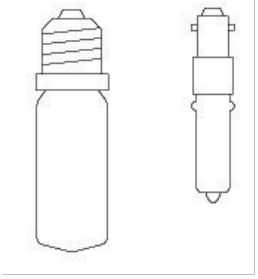
مصباح بدون عاكس الحجم الصغير للنوع ذو الجهد المنخفض



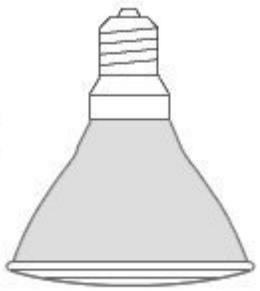
المصباح ذو العاكس الحجم الصغير للنوع ذو الجهد المنخفض

المصابيح الصغيرة في الشكل السابق هي من النوع ذو الجهد المنخفض اما المصابيح الكبيرة فهي من النوع ذو الجهد العادي لذلك فإن المصابيح ذو الجهد المنخفض(صغيرة الحجم) هي الاكثر إستخداما في الوقت الحالي لذلك تم التركيز عليها اكثر من المصابيح التي تعمل على الجهد العادي.

أنواع مصابيح الهالوجين العادية التي تعمل على الجهد الأساسي (جهد الشبكة)

الأسم	الرمز	الشكل
مصباح الهالوجين ذو النهايتين	QT-DE	
مصباح هالوجين بنهاية واحدة	QT-18 و QT-32	

مصباح هالوجين بعاكس QPAR30 و QPAR38



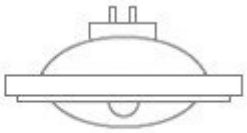
نظرا لان هذه المصابيح اصبحت قليلة الاستخدام فتم التركيز على المصابيح ذات الجهد المنخفض.

أنواع مصابيح الهالوجين ذات الجهد المنخفض

الأسم	الرمز	الشكل
مصباح هالوجين بنهاية واحدة	QT-9 و QT-12	

مصباح هالوجين ذات العاكس QR-111 و QR-CBC-51

QR-51



QR-111

أهم محاسن مصابيح الهالوجين

1. لها درجة إظهار لون (color rendering) عالية جدا أعلى من جميع المصابيح الأخرى وتصل إلى 100% مقارنة مع ضوء الشمس .
2. الطيف اللوني لها قريب من الطيف اللوني لضوء الشمس.
3. لونها أصفر دافيء Warm White .
4. تعتبر من المنابع النقطية Point source وهي ممتازة لإظهار البريق مثل بريق المجوهرات والمعادن.
5. ممتازة للإنارة المركزة حيث ان حجمها الصغير يجعل التحكم بالحزمة الضوئية سهل.
6. جهاز الإنارة لهذه المصابيح هو من اصغر اجهزة الإنارة.
7. يمكن إعتامها (dimming) بسهولة من 0- 100%.
8. سعرها رخيص بشكل عام مقارنة مع المصابيح الأخرى ويعتبر رخيص جدا مقارنة مع مصابيح الميتل هالايد التي تتساوى معها في إظهار البريق والحجم الصغير.

أهم مساويء مصابيح الهالوجين

1. لها مردود ضعيف أي أنها تستهلك طاقة كبيرة وكفاءتها تكون بمعدل 22 لومن/وات.
2. لايمكن إستخدامها في للإنارة العامة الإرتفاعات العالية لعدم توفر تدفق ضوئي عالي(لومن).
3. عمرها قصير لايتعدى 6000 ساعة مما يرفع من تكاليف الصيانة.

وبالرغم من المساويء إلا أن وجود محاسن فريدة مثل درجة إظهار لون عالية والقدة على إظهار البريق وإعتامها بأنظمة رخيصة جعلها منتشرة بشكل كبير جدا في العديد من التطبيقات.

كيفية قراءة رمز هذا المصباح

يوجد العديد من الإختصارات للمصابيح ولكن أكثرها إنتشارا هو الصادر عن الهيئة الفيدرالية الألمانية لصناعة الكهرباء والإلكترونيات ZVEI لذلك فإن إغلب كاتلوجات اجهزة الانارة تعتمد عليها.

شرح الرمز من اليسار لليمين

يكتب الرمز بقسمين مثل QR-51 القسم الاول هو QR والقسم الثاني هو الرقم واحيانا يكون مصحوبا بأحرف والجدول الاول يفسر معاني القسم الاول بينما الجدول الثاني يفسر القسم الثاني.

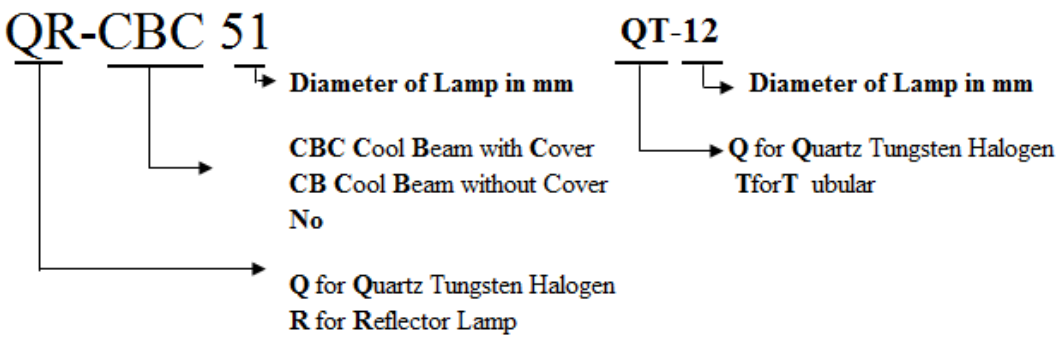
أحرف القسم الأول QR أو QT	**الرمز**
الحرف الأول Q	Q هي للكوارتز (Quartz Tungsten Halogen)
الحرف الثاني T أو R	T للمصابيح أنبوبية (Tubular) R للمصابيح ذو العاكس (Reflector)

أحرف وأرقام القسم الثاني	**الرمز**
يكون هنالك أرقام للقسم الثاني تعبر عن قطر المصباح بالـ ملم وقد يكون هنالك بعض الأحرف تعبر عن المصباح العاكس أو للأنبوب ذو النهايتين.	**DE** للمصابيح ذو النهايتين **CB** مصباح له ضوء بارد ويرسل الحرارة لأعلى المصباح. **CBC** مثل السابق ولكن العاكس مغطى من الأسفل بزجاج. **12** مصباح له قطر 12ملم **35** مصباح له قطر 35ملم **51** مصباح له قطر 51ملم **111** مصباح له قطر 111 ملم

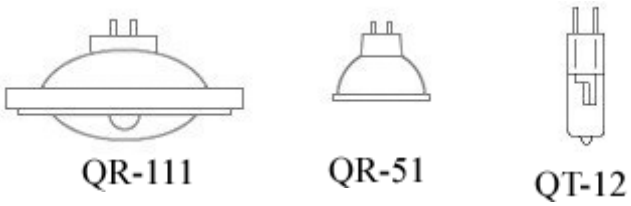
مثال عن كيفية قراءة الرموز

QR-CBC 51

QT-12



المصابيح الاكثر إستخداما هي المصابيح التالية



أكثر مصابيح الهالوجين إستخداما

تم شرح QR-51 و QR-111 وسأترك للقاريء بالرجوع إلى كاتالوجات الشركات المصنعة للمصابيح مثل كاتالوج شركة أوسرام.

مصباح QR-51

هذا المصباح هو الأكثر إنتشارا وهذا النوع من المصابيح يسمى حسب النظام الأمريكي بـ MR-16 وتعني Multifaceted Reflector أما الرقم 16 فهو يعبر عن عدد أثمان الإنش وهو 16 ثمن أي $\frac{16}{8}$ إنش وهو بالملم 51 ملم

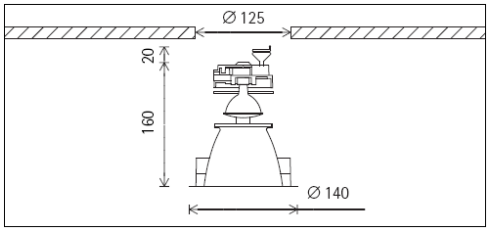
وكماذكرنا في النظام الألماني الأكثر إنتشارا فمن تسميته نستطيع أن نعرف انه هالوجين(Q) ذو عاكس(R) وقطره 51 ملم

يتوفر هذا المصباح بعدة قدرات أهمها 20 -35 -50 وات

ولكل قدرة من القدرات المذكورة سالفا هنالك تنوع في زاويةالشعاع (Beam Angle) وغالبا ماتكون الزوايا التالية.

نوع الزاوية		الرمز	قيمة الزاوية
حزمة ضيقة	Spot	S	10°
حزمة متوسطة	Flood	F	24°
حزمة عريضة	Wide Flood	WF	38°
حزمة عريضة جدا	Very Wide Flood	VWF	60°

وتسبب هذه المصابيح وهج شديد وغير مريح لذلك ينصح إستخدام عاكس إضافي لكي يمنع الوهج مثل الشكل التالي



عاكس جهاز الإنارة الإضافي لعاكس المصباح يمنع الوهج الصادر عن مصابيح QR-51

أنواع مصابيح QR-51 من حيث نوعية المادة المصنوعة منها العاكس

هنالك أنواع مختلفة من حيث العاكس لهذه المصابيح وأهمها التالي

QR–51 العادية Standard lamp

وهذه المصابيح مصنوعة من عاكس من الألمنيوم وترسل الحرارة بإتجاه الضوء مما يقلل من عمر هذا المصباح (العمر الإفتراضي 2000 ساعة)ويجعل الحرارة في الغرفة عالي.

QR–CB–51 ذات الحزمة الباردة Cool Beam

هي مصابيح مصمم العاكس فيها لأن يرسل الحرارة بعكس إتجاه الضوء مما يطيل من عمر هذه المصابيح (العمر الإفتراضي 4000 ساعة) ويجعل إنتشار الحرارة تنتشر أعلى الجهاز مما يجعلها في أغلب الحالات التي يكون فيها الجهاز غاطس بأن تنشر الحرارة في السقف المستعار بدلا من الغرفة.

QR–CB–51–RE ذات الحزمة الباردة Cool Beam وتقنية الأشعة تحت الحمراء IRC

تحتاج مصابيح الهالوجين إلى الحرارة لكي تضيء وتحصل على الحرارة اللازمة من الكهرباء وذلك بتسخين فتيلتها وفي تقنية هذه المصابيح التي تم طلاء عاكسها بالأشعة تحت الحمراء يقوم العاكس بإعادة الحرارة الناتجة من المصباح لتسخين سلك الفتيلة مما يوفر من كمية الكهرباء المستخدمة لتسخينه, أي أن المصباح يأخذ الحرارة اللازمة لتسخين فتيلته من الكهرباء ومن الحرارة الناتجه عنه التي ترتد من العاكس وتعود إلى الفتيلة.

توفر هذه العملية جزء من الكهرباء بحدود 30% وتجعل حزمة الضوء باردة فتطيل من عمر المصباح أكثر (العمر الإفتراضي لهذه المصابيح 6000 ساعة عمل) ولاترسل حرارة بإتجاه الضوء وتوفر في كمية الكهرباء فمصباح 35 وات يعطي نفس كمية الضوء لمصباح 50 وات من النوعين السابقين لذلك فهي تسمى أحياننا مصابيح الهالوجين الموفرة للطاقة.

تقنية IRC (Infra Red Coating) هي تقنية يجب على جميع المهندسين أن يوصفوها وأن يلتزموا بها لأنها توفر بالكهرباء وتطيل بعمر المصباح وتخفف من كمية الحرارة المنتشرة في الغرفة وتخفف من حمل الكييف.

مصباح QR-111

هي مصابيح هالوجي ذات العاكس لها غطاء من المعدن يغطي رأس المصباح وعاكس بقطر 111 ملم كما هو موضح بالصورة الجانبية

يتوفر هذا المصباح بعدة قدرات أهمها

35 وات

50 وات

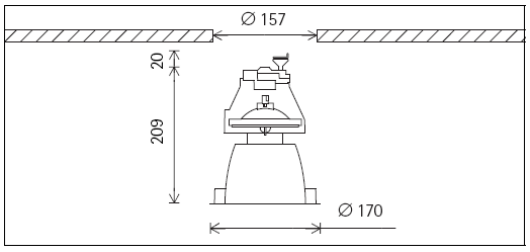
75 وات

100 وات

وجود غطاء للمعدن يخفف بشكل كبير من الوهج وللتخلص من الوهج بشكل كامل يتم إستخدام أجهزة إنارة عاكس تتخلص من كامل الوهج لهذا المصباح

نوع الزاوية		الرمز	قيمة الزاوية
حزمة ضيقة جدا	Narrow Spot	NS	4°
حزمة ضيقة جدا	Narrow Spot	NS	8°
حزمة متوسطة	Flood	F	24°
حزمة عريضة جدا	Very Wide Flood	VWF	45°

وتسبب هذه المصابيح وهج أخف من تلك التي تسببه مصابيح QR-51 وذلك بسبب وجود رأس معدني يغطي المصباح من الأسفل وللتخلص من كامل الوهج تستخدم أجهزة إنارة لها عاكس يمنع الوهج



عاكس جهاز الإنارة الإضافي لعاكس المصباح يمنع الوهج الصادر عن مصابيح QR-111

أيضا يوجد لهذا النوع تقنية الأشعة تحت الحمراء IRC مثلها مثل بقية أنواع مصابيح الهالوجين ذات الضغط المنخفض

مصباح الميتل هالايد Metal halide lamp

تستخدم مصابيح الميتل هالايد في تطبيقات كثيرة منها على سبيل المثال لا الحصر إنارة الشوارع

- إنارة تنسيق المواقع
- إنارة الملاعب
- إنارة الساحات العامة
- إنارة المطارات
- إنارة المعارض والمحلات
- إنارة الأماكن التي لها أسقف مرتفعة

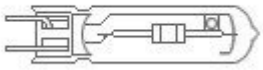
أما القدرة بالوات فلها تنوع كبير وأشهرها

2000-1000-400-250-150-70- 35- 20

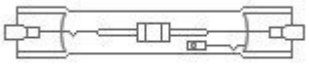
أنواعها

لها أنواع كثيرة فمنها

الأنبوبية الصغيرة



الأنبوبية بنهايتين



المصابيح التي لها عاكس

المصابيح الأنبوبية بقابس إيديسون

المصابيح ذو القطع الناقص

ملاحظة هنالك نوعان في تقنية التصنيع وهي تقنية الكوارتز وتقنية السيراميك فتقنية السيراميك لها خصائص أعلى وهي أغلى من تقنية الكوارتز وينصح دائما بتوصيف تقنية السراميك التي لها كفاءة أعلى وتمييز أعلى للألوان.

أهم محاسن مصابيح الميتل هالايد

1. كفاءة عالية تصل إلى أعلى من 90 لومن لكل وات.
2. عمر طويل يصل إلى 12000 ساعة.
3. قدرة عالية على تمييز الألوان تصل إلى 90% في نوع ذو تقنية السيراميك.
4. تعتبر من المنابع النقطية Point source وهي ممتازة لإظهار البريق مثل بريق المجوهرات والمعادن.
5. ممتازة للإنارة المركزة حيث ان حجمها الصغير يجعل التحكم بالحزمة الضوئية سهل.
6. مناسبة للإرتفاعات العالية جدا حيث يتوفر منها مصابيح بإستطاعات عالية تعطي لومن كاف لهذه الارتفاعات.
7. حجم صغير وخصوصا عند المقارنة مع مصابيح الفلورسنت والفلورسنت المدمجة.

أهم مساوىء مصابيح الميتل هالايد

1. تحتاج إلى وقت طويل للإشتعال وإعادة التشغيل إلا في أنواع خاصة مرتفعة الثمن
2. لا تصح للإعتام أو الخفت Dimming
3. سعرها مرتفع

كيفية قراءة كود هذا المصباح

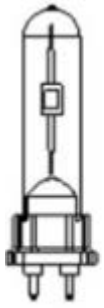
شرح الكود من اليسار لليمين

أحرف القسم الأول	
الحرف الأول H	يستخدم لمصابيح التفريغ عالية الضغط
الحرف الثاني قد يكون I أو S أو M	I ميتل هالايد S صوديوم M ميركوري
الحرف الثالث قد يكون T أو E أو R	T للمصابيح الأنبوبية E للمصابيح ذو شكل القطع الناقص R للمصابيح ذو العاكس

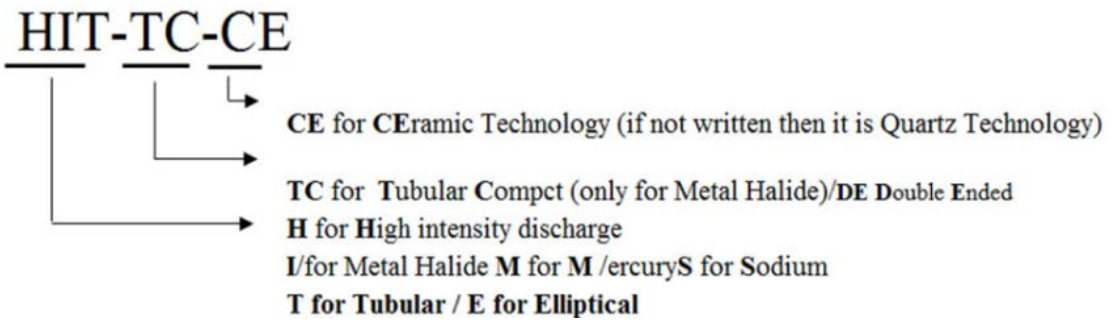
أحرف القسم الثاني	
TC أو DE أو لاشيء	TC للمصابيح الصغيرة DE للمصابيح التي لها نهايتين

أحرف القسم الثالث	
CE أو لاشيء	CE مصابيح تقنية السيراميك

مثال لقراءة رمز (كود) المصباح



HIT-TC-CE



مصباح الفلورسنت Fluorescent lamp

تستخدم مصابيح الفلورسنت في تطبيقات كثيرة منها على سبيل المثال لا الحصر

- إنارة المكاتب
- إنارة مواقف السيارات الداخلية
- إنارة الممرات
- إنارة المصانع
- إنارة المخازن الكبيرة مثل محلات السوبرماركت
- إنارة الورشات
- إنارة قاعات المدارس
- إنارة المكتبات
- إنارة ملاعب الرياضة الداخلية
- إنارة الصالات والغرف التي يقل إرتفاعها عن 7 أمتار

أنواعها من حيث قطر أنبوب الفلورسنت

تتواجد بأقطار مختلفة وأهمها

الرمز الأمريكي	الرمز الأوربي	قطر الأنبوب	أهم أنواع الإستطاعة المتوفرة بالوات
T12	T38	38	60-40- 20
T8	T26	26	58-36-18
T5	T16	16	80-54-39-35-28-24-21-14

مصابيح T12

هي مصابيح قديمة ولاينصح إستخدامها أبدا في التطبيقات الحديثة و لها أسوء خصائص من حيث الكفاءة وتمييز الألوان كما ينصح إستبدالها بمصابيح T8 ولها مردود ضعيف مقارنة مع T8 و T5 كما أن لها خاصية تمييز الوان سيئة بحدود 60% ولا تصلح مطلقا للمكاتب وتحتوي على نسبة عالية من الزئبق.

مصابيح T8

هنالك نوعان من هذه المصابيح نوع T8 أحادي الفسفور ونوع T8 ثلاثي الفسفور

النوع الأول

T8 أحادي الفوسفور (Halophosphor Fluorescent lamp) له خصائص مشابهة لـ T12 ولا ينصح بإستخدامه إطلاقا فمردودها ضعيف وخاصية تمييز الالوان أيضا ضعيفة.

النوع الثاني

T8 ثلاثي الفوسفور (Tri-phosphor Fluorescent lamp) له خصائص أحسن من النوع الأول مع فرق بسيط جدا بالسعر فمردوده أعلى وخاصية تمييز الالوان عالية تصل إلى 80% لذلك أصبح جميع مهندسي الإنارة يستخدمون هذا النوع فقط من الـ T8.

مصابيح T5

هي مصابيح تم إنتاجها في التسعينات من القرن الماضي 1996 وميزتها بصغر قطر إنبوبها وكفائتها العالية والقدرة على تمييز الألوان بشكل مقبول في معظم التطبيقات (خاصية تمييز الألوان تصل إلى 80%) وهي لاتعمل إلا بكوابح إلكترونية (Electronic Ballast)

ولها نوعان رئيسيان منتشران

النوع الأول

مصابيح T5 عالية الكفائة وتسمى T5 HE (T5 High Efficiency) وهي مصابيح لها أعلى كفائة ضوئية فمثلا مصباح 14 وات (طوله 549) كمية الفيض الضوئي له 1350 لومن تصل كفاءته حتى (96 لومن لكل وات) .

النوع الثاني

مصابيح T5 عالية الفيض وتسمى T5 HO (T5 High output) وهي مصابيح لها أعلى فيض ضوئي لنفس الطول فمثلا مصباح 24 وات (طوله 549) كمية الفيض الضوئي له 2000 لومن أي أننا بطول 549 نحصل على أعلى لومن أي بحدود 3600 لومن للمتر ولكن الكفاءة هي أقل حيث تكون 2000/24 أي 83 لومن لكل وات وهي أقل من النوع الأول ولكنها حتما أعلى من T12 .

مقارنة بين الفيض الضوئي والكفاءة لمختلف أنواع مصابيح الفورسنت

سأقارن مصباح فلورسنت يستخدم في الأجهزة التي لها طول 1200 ملم من أنواع مختلفة.

مع العلم بأن الفيض الضوئي (لومن) يختلف إختلاف طفيف بإختلاف درجة حرارة اللون (كالفن) ومعظم القيم الموجودة في الجدول لدرجة حرارة 4000 كالفن أبيض طبيعي (Natural white)

معظم المعلومات مأخوذة من كاتالوج شركة أوسرام التالبعة لشركة سيمنز الألمانية, أتمنى الرجوع للكاتالوج لأخذ آخر القيم.

	T12	T8 Halo phosphor	T8 Tri-phosphor	T5 HE	T5 HO
خاصية المصباح		أحادي الفوسفور	ثلاثي الفوسفور	كفاءة عالية	فيض عالي
الإستطاعة (وات)	40	36	36	28	54
الطول بالـ (ملم)	1200	1200	1200	1149	1149
الفيض الضوئي (لومن)	2800	2800	3350	2900	5000
الكفاءة (Lumen/Watt)	70	79	93	103	93
الفيض لكل متر Lumen/ meter	2333	2375	2791	2523	4351
عمر المصباح	10,000	13,000	18,000	18,000	18,000
خاصية تمييز الألوان Color rendering	60-69%	60-69%	80-89%	80-89%	80-89%

من الجدول السابق نلاحظ التالي

- أكثر مصباح كفائة هو مصباح T5 HE 28 وات
- أكثر مصباح يعطي لومن لكل متر هو مصباح T5 HO 54 وات وبكفاءة مقبولة
- المصابيح من كلا النوعين T12 و Halo phosphor T8 لها خصائص رديئة جدا من حيث الكفاءة والعمر وتمييز الألوان لذلك لاينصح إستخدامها مطلقا.
- مصابيح الـ T5 هي أقصر قليلا من المصابيح الأخرى والسبب حتى تكون ضمن جهاز الإنارة (حيث أن المصباح الذي طوله 1200 ويستخدم في جهاز غاطس طوله 1200 سيكون جزء منه مغطى بالجهاز مما يقلل من كفائة الجهاز)

بإختصار إذا أردت إستخدام أكثر مصباح كفائة فعليك إختيار مصباح T5 HE وإذا أردت إستخدام أكثر مصباح يعضي ضوء (لومن) فعليك إختيار T5 HO.

مصابيح الفلورسنت الخاصة

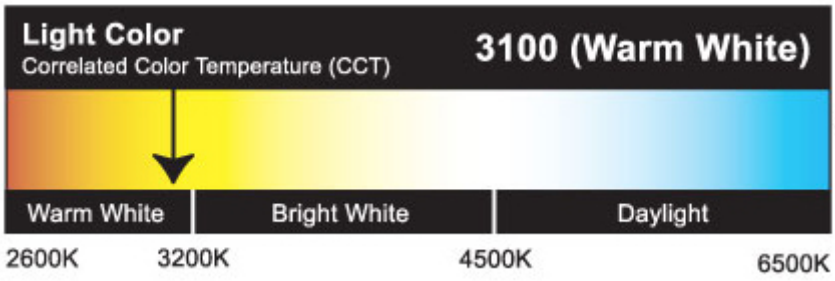
في عام 2008 قامت شركة أوسرام بإنتاج مصابيح T5 تعطي ضوء عالي مساو لمصابيح T5 HO بكفائة مصابيح T5 HE وأسمتها مصابيح عالية الفيض عالية الكفاءة.

كما يوجد مصابيح على شكل حرف U أو مصابيح دائرية الشكل وهنالك مصباح التحريضي الذي يصل عمره إلى 100000 ساعة الإ أنه قليل الاستخدام وخصوصا بعد ظهور مصابيح اليد LED.

وهنالك بالطبع مصابيح كثيرة خاصة ذات عمر طويل أو ألوان مختلفة أو مصابيح خاصة لتطبيقات مختلفة يمكن الرجوع إليها بالإطلاع على كاتالوجات الشركات المصنعة.

درجات حرارة اللون لمصابيح الفلورسنت

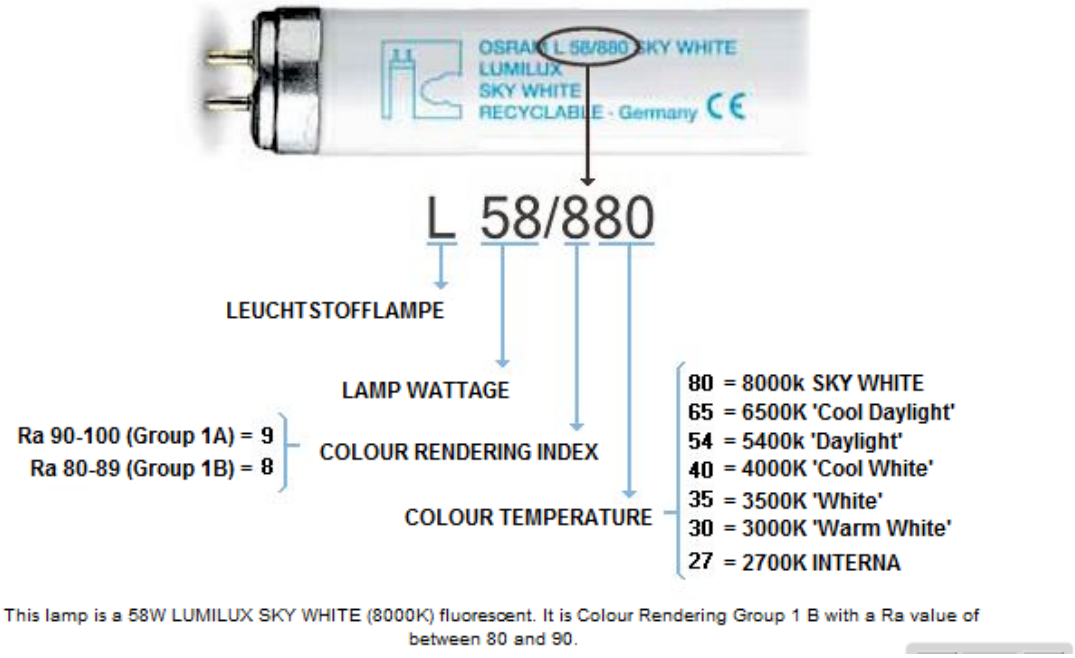
مصابيح الفلورسنت لها أعلى مجال لدرجات حرارة اللون مقارنة بمصباحي الهالوجين والميتل هالايد وهي حسب الجدول التالي



درجة حرارة اللون المكافئة	إسم اللون حسب كاتالوج أوسرام	اللون (مائل للأصفر)
2700	Inertia	أبيض دافيء جدا (مائل للأحمر)
3000	Warm white	أبيض دافيء
4000	Natural White	أبيض عادي
6500	Cool white (Day Light)	أبيض بارد (مائل للأزرق)
8000	Sky white	أبيض بارد جدا (مائل للأزرق بدرجة كبيرة)

درجة حرارة اللون (Color temperature) تعبر عن لون الضوء الصادر عن المصباح .أما ميزة إظهار اللون (Color Rendering) فتعبر عن مدى ميزة إظهار ألوان الأجسام تحت ضوء المصباح مقارنة مع لون الشمس.

قراءة رمز اللون الموجود على المصباح



تضع الشركات الصانعة للمصابيح رمز(كود) متعارف عليه دوليا على المصباح نجد هذا الرمز على جميع مصابيح الفلورسنت المصنعة في الشركات الكبيرة مثل Osram, Philips, GE

L58/880

إستطاعة المصباح 58 وات

في الشكل المقابل نجد أن الرمز هو 880

يضرب الرقم الأول بـ 10

ويضرب الرقم الثاني والثالث بـ 100

فخاصية إظهار اللون لهذا المصباح هي 80

ودرجة حرارة اللون هي 8000 (أبيض بارد) Sky White

يجب أن لاتكون خاصية إظهار الألوان أقل من 80 في معظم تطبيقات الإنارة الداخلية.

أهم محاسن مصابيح الفلورسنت

1. لها كفاءة عالية تصل إلى 95% في مصابيح T5 HE.
2. عمر طويل يصل إلى 20000 ساعة في بعض انواع هذه المصابيح.
3. قدرة جيدة على تمييز الألوان تصل إلى 89%.
4. لها مجال واسع من درجات الحرارة (مجال واسع من درجات لون الضوء الأبيض) من 2700 حتى 8000
5. نصوع المصباح خفيف مقارنة مع المصابيح الأخرى لذلك يمكن إستخدام بعض أنواعها بشكل مباشر بدون عاكس أو ناشر في بعض التطبيقات التي لاتحتاج إلى حدود منخفضة من الوهج.
6. يمكن إعتامها بوجود كوابح إلكترونية خاصة للإعتام (Dimming).
7. حجمها الكبير يساعد على إنتشار الضوء بشكل متجانس وهي جيدة للإنارة المخفية.
8. سعر ها رخيص جدا مقارنة مع أغلب أنواع المصابيح الأخرى.

أهم مساؤي مصابيح الفلورسنت

1. لا تصلح للإظهار بريق أو لمعان المجوهرات والأجسام المعدنية.
2. لايمكن إستخدامها للإنارة المركزة.
3. حتى مع وجود ميزة إظهار عالية إلا أنها لا تصل إلى المئة مثل مصابيح الهالوجين.
4. غير مثالية لإظهار الألوان الدافئة مثل اللون الأحمر وللإظهار أنواع الطعام التي لها اللون الدافيء مثل اللحم.
5. حجم أجهزتها كبير مما يجعلها غير مثالية للإستخدام في الفراغات المعمارية المهمة.

مقارنة النصوع لمختلف أنواع مصابيح الفلورسنت

لوقارنا بين أنبوب ماء له قطر كبير وآخر صغير القطر ولدى كلاهما له كمية الماء المتدفقة أيهما تكون شدة تدفق الماء أعلى من الآخر.

حتما سيكون الأنبوب ذو القطر الصغير له شدة تدفق أعلى من الأخر وكذلك الأمر في هذه المصابيح حيث كلما صغر قطر الأنبوب تكون ذات نصوع أشد وذلك بسبب أن كمية اللومن تكون أعلى لسطح أصغر.

وأكثر هذه المصابيح نصوعا هي مصابيح T5 HO التي لها فيض عالي ولذلك لاينصح أبدا إستخدامها بدون عاكس أو ناشر يخفف من نصوعها (يخفف الوهج) ويستثنى من ذلك المصابيح التي تستخدم للإنارة المخفية.

وبشكل عام يمكن إستخدام بقية المصابيح بدون أي أجهزة(عاكس أو ناشر) لمنع الوهج في المستودعات والمصانع ولكن في المكاتب لايمكن ذلك لأن المواصفات تتطلب أن لاتزيد قيمة عامل الوهج الموحد UGR عن 19. لذلك عند إستخدام مصابيح الفلورسنت للمكاتب يجب أن تكون ضمن أجهزة لها عواكس تمنع النصوع العالي (الوهج) ضمن زوايا معينة.

الخلاصة

يفضل إستخدام مصابيح فلورسنت T8 متعدة طبقات الفوسفور (Tri phosphor) أو مصابيح الـ T5 في التطبيقات الحديثة.

مصباح الفلورسنت المدمج Compact Fluorescent Lamp

تستخدم مصابيح الفلورسنت المدمجة في التطبيقات التالية

- إنارة الممرات
- إنارة المكاتب
- إنارة الغرف العامة
- إنارة دورات المياه
- إلإنارة العامة للاماكن الداخلية
- تطبيقات محدودة للإنارة الخارجية

أما القدرة بالوات فلها تنوع لابأس به وأشهرها

13 -14-17-18 -26-32-42-57(للنوع الغير متضمن الكابح)

أنواعه من حيث إحتواء الكابح الإلكتروني

النوع الأول (متضمن الكابح) الذي يتضمن الكابح ويكون رأسه رأس إديسون E27,E14 ومن محاسن هذا المصباح أنه يمكن إستخدامه بدل المصابيح المتوهجة (Incandescent lamp) أما مساوئه فحجمه كبير لأنه يحتوي على الكابح ولايمكن إعتامه (Non-dimmable) وهو أقل كفائة من النوع الثاني, لذلك فإن معظم شركات الإنارة لاتصنع أجهزة له وهذا النوع غالبا ما يستخدم للتمديدات القديمة حيث يتم إستبدال المصابيح المتوهجة بهذا النوع من المصابيح, أما للتمديدات الحديثة فيتم إستخدام النوع الثاني.

النوع الثاني (غير متضمن الكابح) يكون الكابح الإلكتروني غير متضمن بالمصباح وإنما يكون مفصولا عنه وفي هذه الحالة فإن المصباح يكون أصغر حجما ويكون أكثر كفائة لذلك فإن مهندسي تصميم الإنارة غاليا ما يقومون بتوصيف هذا النوع من المصابيح ويوجد نوع منه يمكن إعتامه (dimmable) لذلك سوف يتم التوسع في شرح هذا النوع من المصابيح

النوع المتضمن الكابح

النوع غير متضمن الكابح

أنواعه من حيث عدد الأنابيب المنحنية

قد يكون مصباح الفلورسنت المدمج ذو أنبوب واحد منحني أو إنبوبين أو ثلاثة أنابيب أو على أشكال اخرى

مصابيح لها أنبوب منحني واحد	مصابيح لها ثلاثة أنابيب منجنية

ملاحظة هامة جدا

يطلق على هذه المصابيح بالمصابيح الموفرة للطاقة **Energy saving lamps** وذلك بالمقارنة مع المصباح التوهجي وقد وجدت ان العديد من المهندسين يعتقدون بأن هذه المصابيح توفر الطاقة أكثر من الفلورسنت أو الميتل هالايد وهذا إعتقاد خاطيء فكما ذكرت هي موفرة للطاقة مقارنة بالمصابيح التوهجية فقط وغالبا ما يكون إستخدام مصباح الفورسنت موفر أكثر للطاقة من إستخدام هذه المصابيح (وذلك حسب كفاءة الجهاز)

أهم محاسن مصباح الفلورسنت المدمج (Compact Fluorescent Lamp)

1. كفاءة عالية 73 لومن لكل وات.
2. عمر طويل يصل إلى 13000 ساعة.
3. قدرة جيدة على تمييز الألوان تصل إلى 82%.
4. حجم صغير بالمقارنة مع مصابيح الفلورسنت الطويلة T5, T8

أهم مساويء مصباح الفلورسنت المدمج (Compact Fluorescent Lamp)

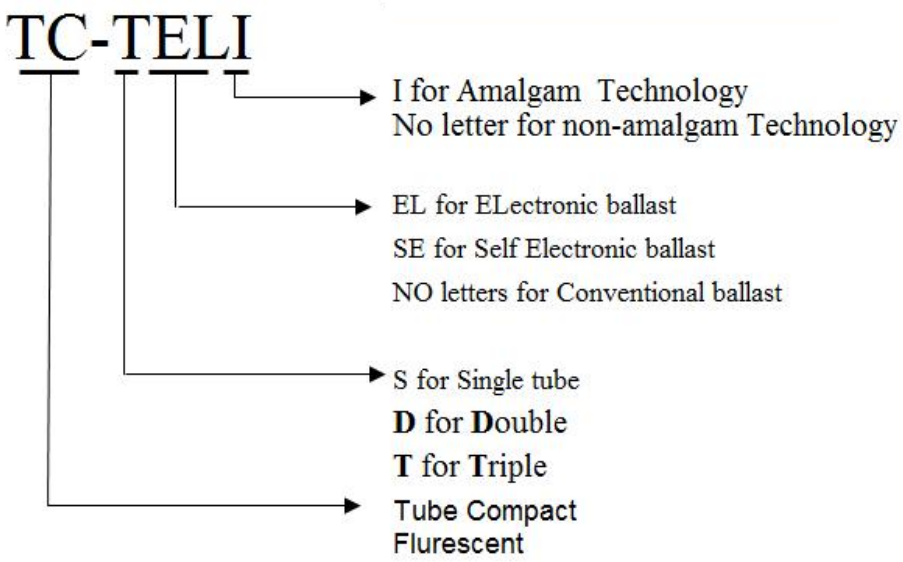
1. لا تصلح للإظهار بريق أو لمعان المجوهرات والأجسام المعدنية.
2. لايمكن إستخدامها للإنارة المركزة.
3. حتى مع وجود ميزة إظهار عالية إلا أنها لا تصل إلى المئة مثل مصابيح الهالوجين.
4. غير مثالية لإظهار الألوان الدافئة مثل اللون الأحمر وللإظهار أنواع الطعام التي لها اللون الدافيء مثل اللحم.
5. حجم أجهزتها كبير أكبر من أجهزة مصابيح الميتل هالايد والهالوجين.

كيفية قراءة كود هذا المصباح

شرح الكود من اليسار لليمين

أحرف القسم الأول	
TC	وتعني الانبوبي المدمج (Tubular compact)

أحرف القسم الثاني	
الحرف الأول قد يكون S,D,T,L	S أنبوب واحد منحني (Single) D أنبوبان منحنيان (Double) T ثلاثة أنابيب منحنية (Triple) L ألأنبوبي الطويل (Long)
الحرف الثاني قد يكون EL أوSE أو لاشيء	EL تعني أنه يعمل بكابح إلكتروني فقط SE يعني أنه يتضمن الكابح إذا لم يوجد فتعني أنه يعمل بكابح مغناطيسي فقط
الحرف الثالث I	ويشترك في تكوينه مادة الأمالغم وهو مصباح متطور عن غيره

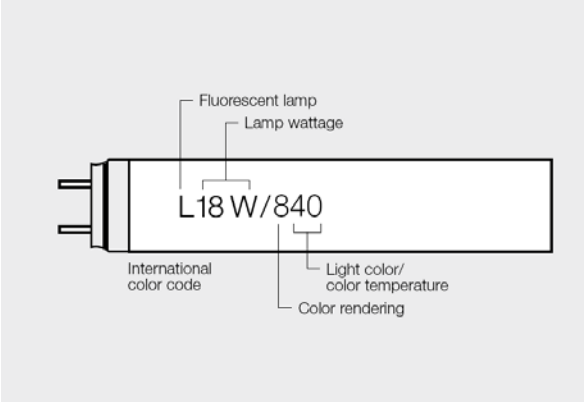


قراءة رمز الألوان

يتم وضع كود لهذه المصابيح بنفس الطريقة التي يوضع بها كود على مصابيح الفلورسنت

فمثلا 827 تعني أن المصباح له خاصية إظهار ألوان 80

ودرجة حرارة اللون هي 2700



تضع الشركات الصانعة للمصابيح رمز(كود)

متعارف عليه دوليا على المصباح نجد هذا الرمز على

جميع مصابيح الفلورسنت وففي الشكل المقابل الرمز

هو

840

يضرب الرقم الأول بـ 10

ويضرب الرقم الثاني والثالث بـ 100

فخاصية إظهار اللون لهذا المصباح هي 80

ودرجة حرارة اللون هي 4000 (أبيض عادي)

مصباح اليد LED

هي مصابيح حديثة وتتطور بسرعة كبيرة حيث انه من المتوقع ان تحل هذه المصابيح محل معظم أنواع المصابيح الاخرى وذلك لمزايها العديدة ومنها

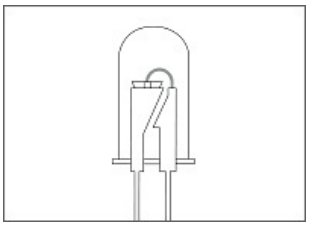
أهم محاسن مصابيح اليد LED

1. كفاءة عاليه تصل إلى 90% وهي تتحسن بإستمرار.
2. حجم صغير جدا.
3. مناسبة للإنارة العامة والإنارة المركزة.
4. عمر طويل يصل إلى 50000 ساعة مما يجعل فنرة صيانتها كبير كل 15 عام أو اكثر.
5. لاتولد حرارة.
6. يمكن إعتامها Dimmable.
7. لها درجات حرارة متنوعة بين الابيض الدافيء إلى الابيض البارد.
8. درجة تتميز الالوان فيها تصل إلى 95%.

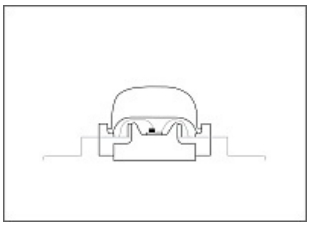
أهم مساويء مصابيح اليد LED

1. سعرها مرتفع جدا فهي أغلى انواع المصابيح.
2. لاتتوفر منها اجهزة بكميات تدفق ضوئي عالي(لومن) لذلك فهي مقصورة على الارتفاعات المنخفضة ولايمكن استخدامها في الارتفاعات العالية جدا ولكن من المتوقع خلال السنوات القادمة ان تتوفر أجهزة تغطي الارتفاعات العالية مع تطور هذه التقنية.

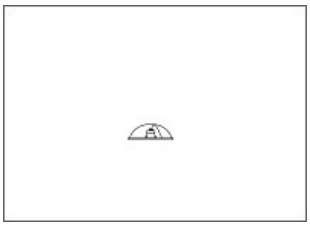
بعض أنواع مصابيح اليد LED



T-type LED



SMD LED



COB LED

طبعا في اجهزة الإنارة فإن الجهاز يحتوي على عدد من هذه المصابيح وذلك يختلف بإختلاف نوع الجهاز عمر هذه المصابيح كبير يصل إلى 50000 الف ساعة أي بحدود 16 عاما اذا كان متوسط إستهلاكها يوميا 8 ساعات.

الشكل التالي يبين مثال لعدد من مصابيح اليد المستخدمة على شريحة الكترونية مع وجود عاكس أوناشر مناسب لإنتاج الضوء بطريقة مناسبة:

شريحة إلكترونية تحتوي على عدد من مصابيح اليد LED

الضوء الناتج عن شريحة اليد LED بعد إستخدام الناشر المناسب في اجهزة الانارة

عند استخدام هذا النوع من الصابيح فمن المهم جدا اختيار الجهاز المناسب بغض النظر عن عدد المصابيح داخل الجهاز.

إختيار المصباح المناسب

جدول يبين أهم خصائص المصابيح

الخاصية		هالوجين	ميتل هالايد	فلورسنت	فلورسنت المدمج	اليد LED
كفاءة المصباح	Efficacy	22	90	95	77	90
بريق الإنارة	Brilliance	مناسب	مناسب	**غير مناسب**	**غير مناسب**	مناسب
الإنارة المركزة	Accent	مناسب	مناسب	**غير مناسب**	**غير مناسب**	مناسب
الإعتام	Dimmable	مناسب	**غير مناسب**	مناسب	مناسب	مناسب
عمر المصباح	Average Life	3000	12000	18000	12000	50000
درجة تمييز الالوان	Color rendering	%100	%90	%88	%82	%95
درجة حرارة اللون	Color Temperature	3000	3000-4000	2700-8000	2700-8000	2700-12000

الفصل الخامس

أجهزة الإنارة

تعريف جهاز الإنارة

جهاز الإنارة هو عبارة عن جهاز كهربائي يحوي بداخله على عناصر كهربائية ومكانيكية وأنظمة ضوئية ومصباح أو أكثر لانتاج ضوء كهربائي بتوزيع ضوئي معين.

العناصر الكهربائية

قد تكون عبارة عن كابح أو محول لتغذية المصباح بالتيار الكهربائي اللازم بالإضافة إلى اداة لحمل المصباح .

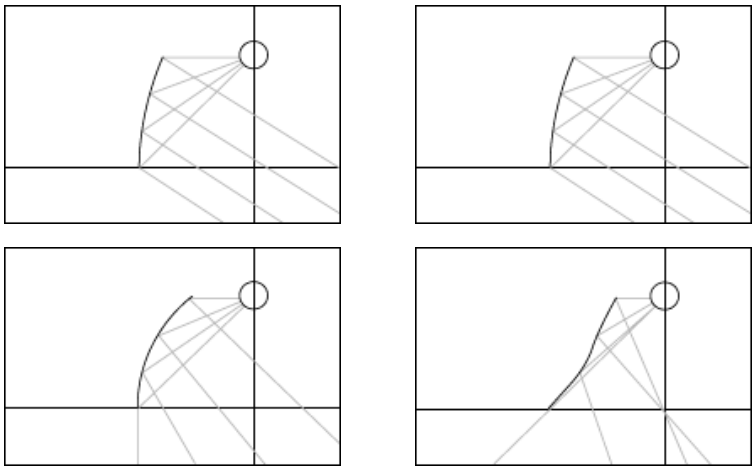
العناصر المكانيكية

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

الأنظمة الضوئية

تكون عبارة عناصر تتحكم بالضوء الصادر من المصباح وطريقة إنتشارة 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 ونوع العاكس يحدد طريقة توزيع الإنارة

المصابيح

هي محرك جهاز الإنارة فبدونها لاتعمل هذه الأجهزة.

ملحقات أخرى

قد يكون هنالك ملحقات أخرى مثل فلتر ليحد من الأشعة تحت الحمراء أو الأشعة فوق البنفسجية أو فلتر يغير لون الضوء أو ملحقات لمنع الوهج.

أنواع أجهزة الإنارة

هنالك عدد لايحصى من أجهزة الإنارة وتم شرح اهم انواع أجهزة الإنارة الاكثر إستخداما حسب التالي

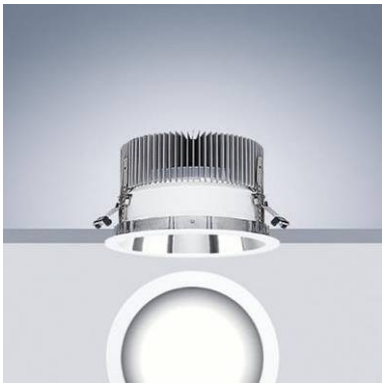
1. أجهزة الأنارة العامة
   - الأجهزة الغاطسة في السقف (الداون لايت)
   - الأجهزة المعلقة على السقف.
   - الأجهزة المعلقة على الجدران.
2. أجهزة الإنارة المركزة.
3. الإنارة المخفية في الديكور.
4. أجهزة الإنارة الديكورية.

أجهزة الأنارة العامة– الأجهزة الغاطسة في السقف

هي اجهزة غاطسة في السقف وتسمى داون لايت Downlight وتعني بالعربية أجهزة الضوء النازل وتكون هذه الاجهزة بأحجام مختلفة ولها حجم صغير وحجم كبير فالحجم الصغير يتوفر للمصابيح التالية

1. الهالوجين.
2. الميتل هالايد.
3. فلورسنت المدمج.
4. مصابيح الليد LED.

جهاز داون لايت لمصباح فلورسنت المدمج



جهاز داون لايت لمصباح اليد LED

أما الحجم الكبير فغالبا مايقتصر على مصباح الفلورسنت ومصباح الليد LED

جهاز 600 mm x 600 mm فلورسنت

جهاز 600 mm x 600 mm ليد LED

تم شرح كلا النوعين وكيفية إختيار الجهاز المناسب للتطبيق المناسب.

أجهزة داون لايت الحجم الصغير

أهم ميزة لها هي حجمها الصغير مقارنة بالأجهزة الكبيرة لمصابح الفلورسنت وقد يكون هذا السبب هو احد الاسباب المهمة التي جعلها تنتشر في الفراغات المعمارية المهمة وكما تم ذكره سابقا فهي تستخدم للمصابيح صغيرة الحجم (الهالوجين- الميتل هالايد- الكومباك فلورسنت-LED) و هنالك مصطلح خاطيء وهو شائع بين العديد من المهندسين حيث يطلق عليها إسم سبوت لايت Spotlight وكلمة سبوت لايت تطلق على أجهزة الإنارة المركزة كما تم شرحه لاحقا.

تستخدم هذه الاجهزة للإنارة العامة في معظم الفراغات المعمارية ولها نوعان رئيسيان من حيث توزيع الضوء وهما

1. ضوء متماثل Symmetrical
2. ضوء غير متماثل Asymmetrical

ضوء متماثل

Symmetrical

ضوء غير متماثل

Asymmetrical

أجهزة الضوء المتماثل Symmetrical

تستخدم أجهزة الضوء المتماثل لانارة الاسطح الافقية مثل الارض واماكن العمل وهنالك نوعان منها أنواع من حيث نوع الضوء وهما

1. ضوء مباشر موجه عن طريق عاكس.
2. ضوء مباشر منتشر عن طريق ناشر للضوء.

داون لايت ذو عاكس

داون لايت له ناشر

طبعا هنالك فرق كبير جدا بين إستخدام جهاز داون لايت له ناشر وجهاز داون لايت له عاكس يمنع الوهج وتكون الفروقات كثيرة منها:

الفرق الاول

نصوع داون لايت العاكس قليل بينما نصوع دوان لايت الناشر عالي.

في المثال التالي نجد تطبيقين مختلفين تماما

العاكس ينتج ضوء مباشر وله زاوية تحجب الوهج وتجعل الجهاز له نصوع خفيف جدا

الناشر يجعل الضوء ينتشر في كل الإتجاهات ويكون حهاز الإنارة هو اكثر عنصر له نصوع بالمكان

التطبيق الاول

يمكن ملاحظة أجهزة الإنارة التي لها عاكس حيث ان لها زاوية حجب عالية ونصوع منخفض بشكل يجعلها تبدو مطفأة لاتعمل وتسمى هذه العواكس بعواكس الضوء المظلم Darklight Reflector وذلك لانها تنتج الضوء بدون ان تكون ظاهرة في المكان وهي مريحة للعين بشكل كبير كما انها تجعل الضوء مركز على العناصر.

التطبيق الثاني

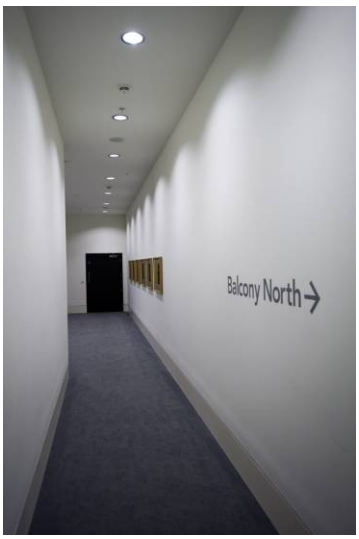
أجهزة الإنارة تنتج الضوء بكل الإتجاهات ولا يوجد لها زوايا لحجب الضوء وفي هذه الحالة تكون أجهزة الإنارة هي الاكثر نصوعا بالمكان.

ملاحظة:

العناصر الاكثر نصوعا دوما تلفت انتباه عين الإنسان أولا بحيث تراها العين كاول عنصر بالمكان لذلك في التطبيق الاول نلاحظ أن قطع الذهب هي الاكثر نصوعا في ذلك المكان فهي التي تجذب عين الانسان في ذلك المكان أما في التطبيق الثاني فإن أجهزة الإنارة هي الاكثر نصوعا في المكان لذلك فإنها تبدو واضحة لأي شخص يدخل ذلك المكان وهي تجعل بقية العناصر في ذلك المكان غير ذي أهمية.

الفرق الثاني

اجهز داون لايت العاكس لها زاوية حجب عالية تقلل الإنارة العمودية (على الجدار) بينما جهاز داون لايت الناشر ينشر الضوء بشكل متساو مما يجعل الإنارة العمودية جيدة.



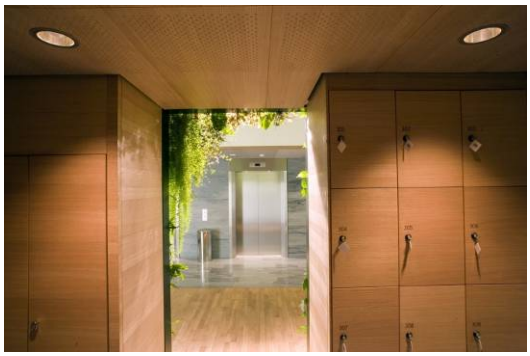
داون لايت العاكس له زاوية تحجب الضوء وتمنعة من الإنتشار في الإتجاه العمودي

داون لايت الناشر ينشر الضوء في الإتجاه العمودي

القسم العلوي من السطح العامودي (الجدار) مظلم

كامل الجدار مضاء بطريقة متساوية

نلاحظ بأن القسم العلوي للأسطح العمودية تكون مظلمة عندما يتم إنارتها بداون لايت العاكس وذلك يعتمد على زاوية حجب الضوء وعلى بعد الجهاز عن الجدار وتعطي انطباع بأن الغرفة مظلمة.



الإنارة العمودية على الجدران ضعيفة بحيث تجعل الغرفة مظلمة والخزائن في القسم العلوي تبقى مظلمة

الإنارة العمودية على الجدران تجعل المكان يبدو مضي ونلاحظ توازن بين الإنارة العمودية على الجدران والإنارة الأفقية على الطاولة

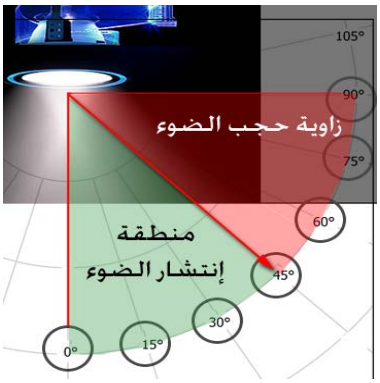
هنالك تطبيقات كثيرة يجب أن تكون الإنارة العمودية جدية مثل المطابخ والمستودعات بحيث يجب على مصمم الإنارة إختيار الجهاز المناسب لهذه الأماكن.

أنواع العواكس لجهاز داون لايت العاكس

يحجب العاكس الضوء في زوايا غاما التي تم شرحها مسبقا وذلك يعتمد على حجم العاكس فمثلا العاكس الاكثر إرتفاعا يحجب الضوء بطريقة افضل

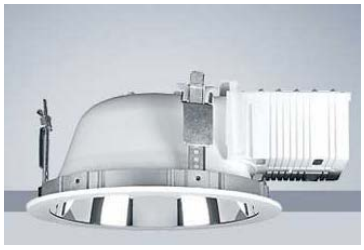
زاوية الحجب Cut-off Angle

تقع في المنطقة الحمراء المبينة في الشكل التالي

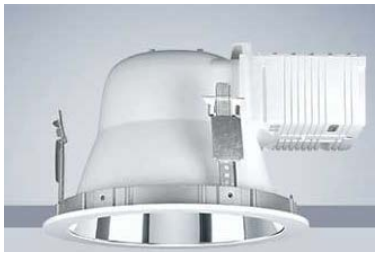


زاوية الحجب 30° هي زاوية تحجب الضوء بين زاويتي غاما 60° و90°

زاوية الحجب 40° هي زاوية تحجب الضوء بين زاويتي غاما 50° و90°



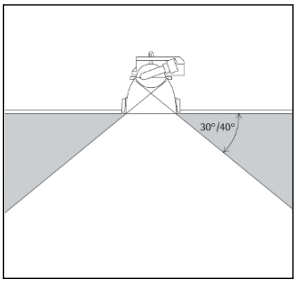
عاكس له إرتفاع 100 ملم

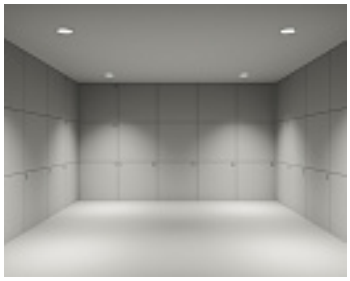


عاكس له إرتفاع 200 ملم له زاوية حجب أعلى من العاكس الاقل إرتفاعا

طبعا كلما كانت زاوية حجب الضوء أعلى كلما قلت الإنارة العمودية على الجدران والشكل التالي يبن الفرق بين زاوية الحجب 30° وزاية الحجب 40°

أجهزة لها زاوية حجب 30°





أجهزة لها زاوية حجب 40°

ليس جميع أجهزة داون لايت العاكس تحجب الوهج بطريقة جيدة أو تجعل نصوع الأجهزة قليل فهنالك العديد من أنواع العواكس الرديئة الممنتشرة في السوق التي لاتحجب الوهج بشكل مناسب ونرى ذلك واضح من خلال الثال التالي

أجهزة ليس لها زاوية حجب

أجهزة لها زاوية حجب 30°

تحجب الضوء بين زاويتي غاما 60° -90°

المعلومات المهمة لجهاز الداون لايت

عند إختيار جهاز داون لايت فإن مصمم الإنارة يحتاج إلى بعض المعلومات الهامة لإختيار الجهاز المناسب وأهم هذه المعلومات.

1. المصباح.
2. الإستطاعة.
3. كفاءة الجهاز.
4. زاوية الحجب ونصوع الجهاز وعامل الحد من الوهج UGR.
5. نوع الكابح/المحول.
6. الشكل والتناسق المعماري مع المكان.
7. إختيار درجة الحماية IP.

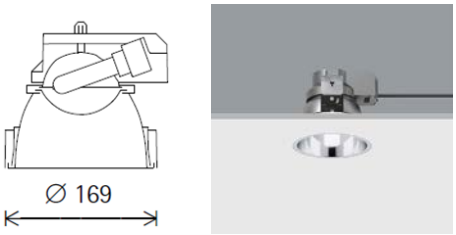
المصباح

في الفصل الرابع تم ذكر أهم المصابيح وخصائصها وكيفية إختيار المصباح المناسب ويعد إختيار المصباح هو العامل الاول عند إختيار جهاز الداون لايت حيث ان نوع المصباح يؤثر في حجم الجهاز فمصابيح الهالوجين لها قطر صغير ب بينما مصابيح الكومباكت فلورسنت لها حجم كبير جدا .

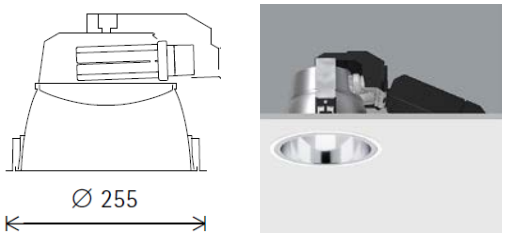
بشكل عام تكون الاحجام الصغيرة هي لمصابيح الليد LED والهالوجين والاستطاعات الصغيرة من مصابيح الميتل هالايد (20-35 وات) حيث يتراوح قطر الجهاز من 75-150 ملم بينما تكون الأحجام الكبيرة هي لمصابيح الليد والكومباكت فلورسنت (فلورسنت المدمج) والاستطاعات الكبيرة من مصابيح الميتل هالايد(70-150 وات) حيث يتراوح قطر الجهاز من 150- 275 ملم.

أجهزة مصابيح الليد تتواجد بأحجام كبيرة واحجام صغيرة والسبب هو ان الجهاز يحتوي على عدد من هذه المصابيح على شريحة الكترونية فكلما كان العدد اكبر كلما كان الحجم اكبر.

جهاز لمصباح هالوجين له قطر 105 ملم



جهاز لمصباح ميتل هالايد له قطر 169 ملم



جهاز لمصباح كومبات فلورسنت (فلورسنت المدمج) له قطر 255 ملم

الاجهزة السابقة لمصابيح مختلفة من أحد شركات الإنارة وهذه الابعاد تختلف من شركة لأخرى ولكنها بشكل عام تكون متقاربة للأبعاد السابقة.

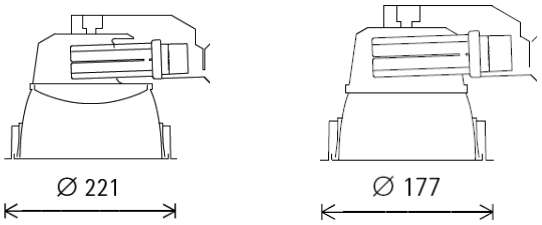
الإستطاعة

إستخدام الإستطاعة المناسبة يعتمد على كمية اللومن المطلوبة من الجهاز فمصباح 50 وات هالوجين يعطي 1250 لومن بينما مصباح هالوجين له إستطاعة 100 وات فإنه يعطي 2200 وبشكل عام فإن كمية اللومن المطلوبة تعتمد على إرتفاع الجهاز عن سطح العمل وعلى كمية الإنارة المطلوبة والجدول التالي يوضح القيم التقريبة لإختيار كمية اللومن المناسبة حسب الإرتفاع وكمية الإنارة المطلوبة ولذلك لإستطاعات مختلفة لمصابيح مختلفة وهي قيم تقريبة وليست دقيقة.

إرتفاع الغرفة 2.7 – 4 متر		
نوع المصباح	مستوى الإنارة 100- 300 لكس	مستوى الإنارة 300- 500 لكس
كمية اللومن المناسبة	1500 لومن	3000 لومن
هالوجين	50 وات	100 وات
ميتل هالايد	20 وات	35 وات
كومباكت فلورسنت	26 وات	2x26 وات
إرتفاع الغرفة 4 –6متر		
	مستوى الإنارة 100- 300 لكس	مستوى الإنارة 300- 500 لكس
كمية اللومن المناسبة	3000 لومن	6000 لومن
هالوجين	100 وات	غير مناسب
ميتل هالايد	35 وات	70 وات
كومباكت فلورسنت	2x26 وات	2x32 وات
إرتفاع الغرفة 6–10متر		
	مستوى الإنارة 100- 300 لكس	مستوى الإنارة 300- 500 لكس
كمية اللومن المناسبة	6000 لومن	12000 لومن
هالوجين	غير مناسب	غير مناسب
ميتل هالايد	70 وات	150 وات
كومباكت فلورسنت	لاينصح بإستخدامه	لاينصح بإستخدامه

في الجدول السابق عندما يتم ذكر 2x26 وات فهذا يعني مصباحين في جهاز واحد و غالبا ماتكون فقط لمصباح الكومباكت فلورسنت وطبعا مصباح الليد الذي يعتمد على عدد من النقط الصغيرة لكن جهاز الهالوجين او الميتل هالايد يحتوي في الغالب على مصباح واحد فقط.

كلما كانت إستطاعة المصباح اكبر كلما كان جهاز الإنارة أكبر فمثلا مصباح كومباكت فلورسنت له إستطاعة 14 وات (1050 لومن) يكون قطره أصغر من جهاز له مصباحين كومباكت فلورسنت 2x26 وات (3600=2x1800 لومن)

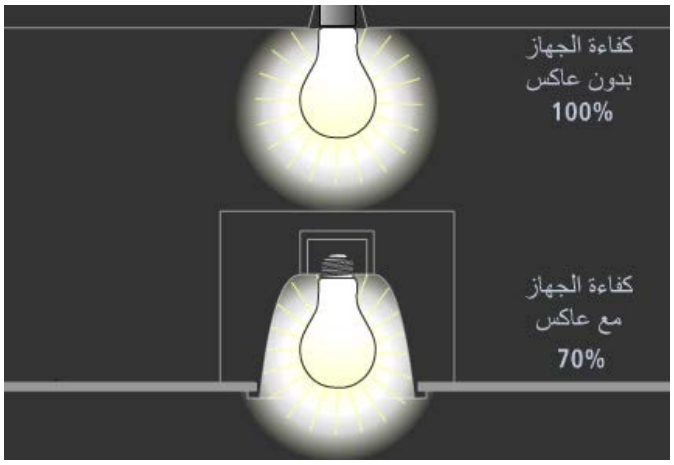


14 وات (1050 لومن) **2x26 وات 3600 لومن**

كفاءة جهاز الإنارة L.O.R (Light Output Ratio)

كفاءة الجهاز هي مقدار اللومن الخارج من الجهاز كنسبة مئوية من لومن المصابيح المستخدمة في الجهاز فمثلا لو كان لدينا جهاز إنارة يحتوي بداخله على مصباح ميتل هالايد 35 وات 3300 لومن وكان الجهاز يصدر ضوء بمقدار 1650 لومن فتكون كفاءة الجهاز هي 50% وهذه القيمة يمكن الحصول عليها من كاتالوجات شركات الإنارة أو بإستخدام الملفات الضوئية لجهاز الإنارة في أحد برامج الكومبيوتر لحسابات الإنارة.

إن معرفة كفاءة الجهاز هي مهمة جدا عند إختيار أجهزة الإنارة حيث ان هنالك حالات يمكن استخدام جهاز واحد له كفاءة عالية بدل من جهازين لهما نصف كفاءة الجهاز الاول.



كفاءة الجهاز تقل عند وجود عاكس لتحديد إنتشار الضوء أوللحد من الوهج

طبعا كلما زادت زاوية حجب الإنارة كلما قلت كفاءة جهاز الإنارة وتختلف هذه القيمة حسب جودة جهاز الإنارة وعادة تضع كاتالوجات شركات الإنارة الكفاءة لأجهزة الإنارة فمثلا الإختصارات التالية تعني أن جهاز له كفاءة 62%

LOR 0.62 $\eta = 62\%$

زاوية الحجب ونصوع الجهاز وعامل الحد من الوهج UGR

تفرض المواصفات العالمية بأن تكون حدود نصوع أجهزة الإنارة محدودة ضمن منطقة معينة في المكاتب التي بها شاشات كومبيوتر فمثلا توصي جمعية النور والإنارة البريطانية SLL وكذلك المواصفة العالمية-ISO-CIE-8995 2002 والمواصفات السعودية بأن يكون النصوع أقل أو 1000 كانديلا للمتر المربع وهذا حسب نوعية شاشة الكومبيوتر ونوع البرامج المستخدمة .

معرفة نصوع جهاز الإنارة لتجنب الوهج المنعكس

عند إستخدام برامج لها خلفية سوداء أو غامقة مثل الأوتوكاد فيكون النصوع المسموح 1000. وعند إستخدام برامج لها خلفية بيضاء أو فاتحة (positive polarity software) فقط فيمكن أن يكون النصوع حتى 1500.

لذا يجب معرفة زاوية الحجب واذا لم يتم ذكرها في الكاتالوج فيجب معرفة نصوع الجهاز عند زاوية 65° او زاوية المنطقة التي يجب أن يكون فيها النصوع الأجهزة أقل من 1000 كانديلا/متر مربع (cd/m^2) بين الزاويتين 65° -90° كما هو مبين في الشكل الجانبي

وفي الحالات التي يتطلب فيها الحد من الوهج بشكل كبير تكون منطقة النصوع المنخفض بين الزاويتين 55° -90°

55° وكذلك معرفة قيمة عامل الوهج الموحد UGR ويتم وضع هذه القيم في بعض كاتالوجات شركات الإنارة كام يمكن قراءة هذه القيم بإستخدام أحد برامج الكومبيوتر لحسابات الإنارة.

الجدول التالي يبين بعض القيم الفنية لبعض اجهزة الإنارة من احد الشركات

كفاءة الجهاز 60%	LOR 0.60
عامل الوهج الموحد 17.5	UGR 17.5
نصوع بين الزاويتين 55° -90° أقل من 200 كانديلا/م^2	55° < 200 cd/m^2

طبعا قيم عام الوهج الموحد UGR تكون تقريبية ولدقة الحساب تستخدم برامج الكومبيوتر.

نوع الكابح/المحول

تحتاج المصابيح إلى أدة كهربائية لتشغيها فثلا مصابيح الهالوجين ذو الجهد المنخفض تحتاج إلى محول(Transformer) بينما تحتاج مصابيح الميتل هالايد والكومباكت فلورسنت إلى كابح (Ballast) أما مصابيح الليد LED تحتاج الى درايفر Driver وهنالك أنواع متعددة من اهذه الادوات وهي

1. كابح /محول مغناطيسي.
2. كابح /محول مع تحسين معامل القدرة لزيادة كفاءة إستخدام الطاقة الكهربائية.
3. كابح إلكتروني.
4. كابح إلكتروني معتم للإنارة بنظام 1-10 فولت (1-10 volt Dimmable)
5. كابح إلكتروني معتم للإنارة بنظام دالي (DALI Dimmable)

ويعتبر أحسنها للإستخدام بدون إعتام الكابح أو المحول الإلكتروني لأنه يصرف كهرباء بشكل اقل وله وزن اخف كما يعتبر أحسنها للإستخدام مع الإعتام (Dimming) هو النوع الأخير كابح إلكتروني معتم للإنارة بنظام دالي (DALI Dimmable) وهو النظام الحديث للإعتام.

الشكل والتناسق المعماري مع المكان

إختيار الجهاز المناسب يجب ان يتناسق مع الشكل المعماري للمكان ومن اهم هذه الخصائص هي الشكل والحواف فالشكل قد يكون دائري اومستدير كما في الشكل التالي

جهاز داون لايت مربع

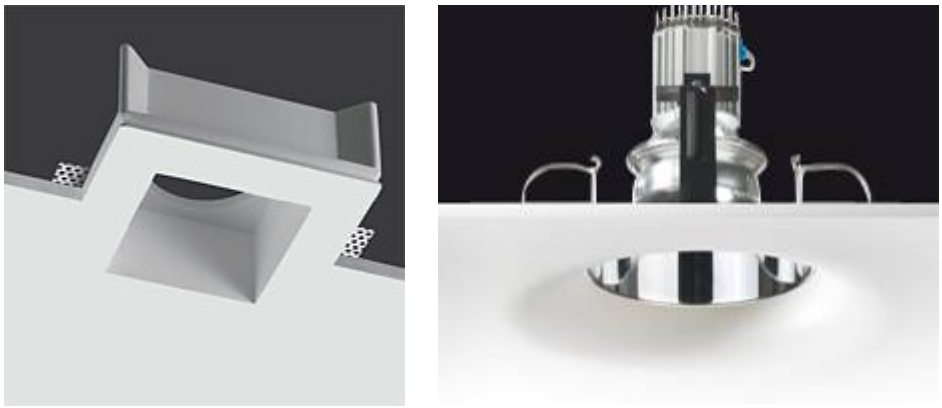
جهاز داون لايت دائري

يكون إختيار الشكل حسب التفاصيل المعمارية التي يضعها المصمم الداخلي للمكان وهنالك خاصية وجود الحواف فحواف جهاز الإنارة مهمتها تغطية عيوب الفتحة التي تكون في الغالب غير مشذبة وهنالك أجهزة إنارة بدون حواف (بدون إطار) (Trimless) وهي تكون متناسقة بشكل اكبر مع السقف ولكن مشكلتها في التركيب حيث انها تتطلب مهارة ووقت كبير للتركيب ويمكن إستخدامها في المشاريع الصغيرة التي لايوجد بها عدد كبير من اجهزة الداون لايت ويشترط لتركيبها وجود عمالة ماهرة لتركيب مثل هذه الأجهزة التي تتطلب فتحات مشذبة ومناسبة تماما لفتحة جهاز الداون لايت والشكل التالي يبين جهازين إنارة أحدهما بدون حواف والاخر بوجود حواف بيضاء.

جهاز عديم الحواف (Trimless) يجب أن تكون فتحته مشذبة ونظيفة

جهاز له حواف بيضاء لتغطي عيوب الفتحة الغير مشذبة

وهنالك أجهزة داون لايت لها حواف من الجبس بحيث يبدو الجهاز وكأنه مندمج بالسقف تماما ولكن يتطلب تركيبها جهد كبير جدا ومهارة عالية وسعرها يكون مرتفعا جدا وبشكل عام يكون محصور إستخدامها للأماكن الصغيرة التي يوجد بها عدد قليل من أجهزة الداون لايت.



أجهزة داون لايت لها حواف من الجبس

إختيار درجة الحماية IP

يضع العديد من المهندسين أجهزة إنارة في الحمام بدرجة حماية IP 44 فماذا تعني درجة الحماية هذه وماهي المناطق التي يجب وضع فيها مثل هذه الأجهزة.

درجة الحماية (IP) Ingress Protection تعبر عن مدى مقاومة الجهاز للأجزاء الصلبة والماء ويحتوي هذا العامل على رقمين فالرقم الأول من اليسار يعبر عند مدى مقاومة الجهاز للأجزاء الصلبة والرقم الثاني يعبر عن مدى مقاومة الجهاز للماء والجدول التالي يبين درجة الحماية لكل من هذين الرقمين.

الرقم الأول من اليسار	تعريف درجة الرقم الأول	الرقم الثاني من اليسار	تعريف درجة الرقم الثاني
0	لاتوجد حماية	0	لاتوجد حماية
1	حماية من الأجسام الصلبة الأكبر من 50 ملم (مثل حماية ضد تعرض اليد لملامسة الأجزاء الكهربائية)	1	حماية ضد سقوط قطرات الماء عموديا (التكثيف على سبيل المثال)
2	حماية من الأجسام الصلبة الأكبر من 12 ملم (مثل أصابع اليد)	2	حماية ضد الرش مباشرة من الماء تصل إلى 15 درجة عموديا.
3	حماية من الأجسام الصلبة الأكبر من 2.5 ملم (مثل الادوات والاسلاك)	3	حماية ضد الرش مباشرة من الماء تصل إلى 60 درجة عموديا.
4	حماية من الأجسام الصلبة الأكبر من 1 ملم (مثل الادوات والاسلاك الصغيرة)	4	حماية ضد رش المياه من جميع الاتجاهات – دخول محدود مسموح به
5	حماية محدودة لدخول الغبار–لاتشمل الترسبات القوية للغبار	5	محمي ضد تدفق المياه تحت ضغط قليل من كل الاتجاهات – دخول محدود مسموح به
6	حماية كاملة ضد دخول الغبار	6	محمي ضد تدفق المياه تحت ضغط عالي من كل الاتجاهات – دخول محدود مسموح به
		7	حماية ضد آثار غمر الجهاز بالماء بين 15سم ومتر واحد
		8	حماية ضد آثار غمر الجهاز بالماء تحت الضغط لفترات طويلة

والدرجات التالية هي الاكثر إستخداما في الاماكن الداخلية

IP20 هي درجة الحماية العادية لأغلب أجهزة الإنارة الداخلية.

IP44 هي درجة حماية اعلى وفيها مقاومة بسيطة للماء وتستخدم في الأماكن التي تتعرض فيها اجهزة الإنارة لرذاذ الماء مثل دورات المياة.

IP65 هي درجة حماية عالية بحيث يمكن رش أجهزة الإنارة بالماء وتسخدم في الاماكن التي يمكن ان تتعرض فيها أجهزة الإنارة إلى الماء بكميات كبيرة مثل غرف الساونا وطبعا أجهزة الإنارة الخارجية التي تتعرض للمطر.

IP67 هي درجة حماية عالية جدا وتستخدم للإنارة التي توضع على الارض بحيث قد يغطيها الماء.

IP68 هي أعلى درجات الحماية وتستخدم للإنارة التي توضع تحت الماء في المسابح والنوافير.

ولقد حددت الهيئة الكهروتقنية الدولية IEC عددة مناطق للمناطق المبلولة والحمامات بحيث يكون لكل منطقة نوع محدد من الأجهزة المسموح بها و طبعا ما يهم مصمم الإنارة هي درجة الحماية للجهاز بغض النظر عن المتطلبات الاخرى التي هي من وظيفة مهندس الكهرباء ولقد تم ذكر تلك المتطلبات هنا فقط لمهندسي الكهرباء. وهذه المناطق هي كالتالي

المنطقة صفر Zone 0

تكون هذه المنطقة داخل حمام السباحة أو منطقة الاستحمام ويجب أن تكون جميع أجهزة الإنارة المستخدمة في هذه المنطقة خاصة من نوع الفصل بالجهد فائق الإنخفاض SELV بحد أقصى 12 فولت ويجب أن يكون الجهاز مقاوم لآثار غمر الجهاز بالماء IP67.

المنطقة واحد Zone 1

تكون هذه المنطقة فوق حمام السباحة أو منطقة الاستحمام حتى ارتفاع يصل إلى 2.25 متر فوق هذه المنطقة وتستخدم أجهزة إنارة لها درجة حماية IP44 كحد أدنى وإذا كان هنالك إحتمال إستخدام رش الماء للتنظيف فيجب أن لاتقل درجة حماية الجهاز عن IPX5 يمكن إستخدام أجهزة من نوع الفصل بالجهد فائق الإنخفاض SELV كما يمكن إستخدام الأجهزة التي تعمل بالجهد العادي (240 فولت) ويجب أن تزود الدارة الكهربائية المغذية للأجهزة بهذه المنطقة بقاطع تفاضلي لفصل التيار المتبقي RCD بحدود 30 ملي أمبير.

المنطقة إثنان Zone 2

تمتد هذه المنطقة إلى 60 سم خارج منطقة حمام السباحة او منطقة الإستحمام وكذلك فوق منطقة حمام السباحة او منطقة الإستحمام وعلى ارتفاع 2.25 متر من الأرضية ويجب أن تكون أجهزة الإنارة في هذه المنطقة بدرجة حماية

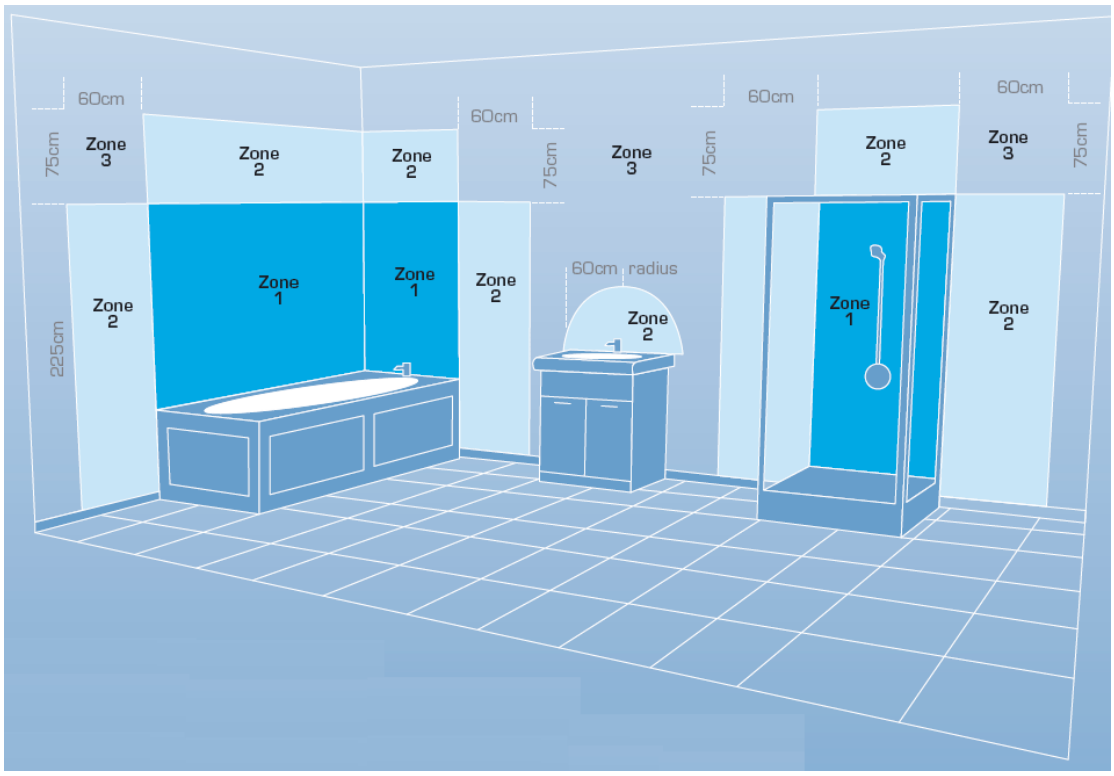
IP44 على الأقل وينصح بتصنيف اي منطقة تقع ضمن دائرة نصف قطرها 60 سم حول اي حوض غسيل او مغسلة بهذه المنطقة.

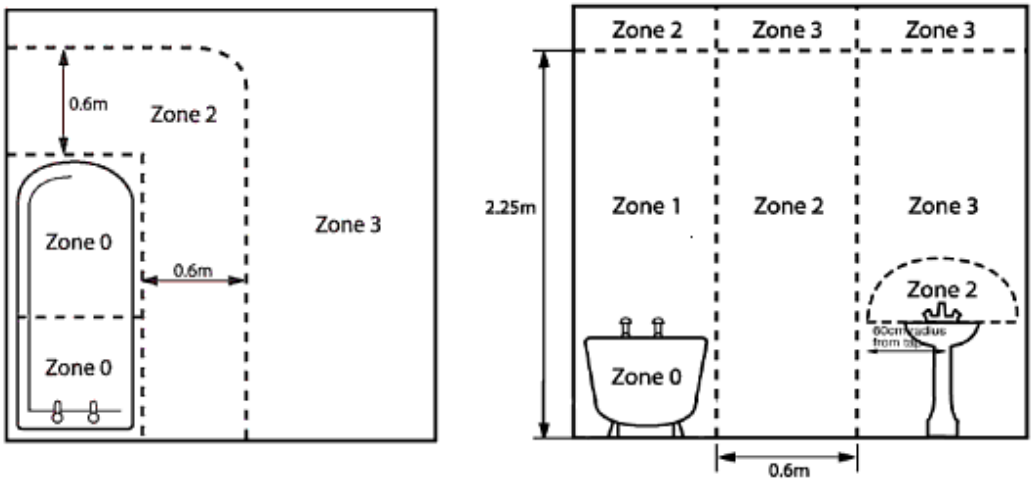
المنطقة ثلاثة Zone 3

هي أي منطقة تقع خارج حدود المناطق صفر وواحد وإثنان ومن غير المرجح رش الماء في هذه المناطق فعندها لايجب إستخدام أجهزة لها أي درجة حماية.

ملاحظة: إذا كان من المرجح استخدام رش الماء لتنظيف الاماكن فعندها يجب إستخدام أجهزة لها درجة حماية IP65 على الاقل.

والشكل التالي يبين هذه المناطق بالتفصيل





شكل يوضح مناطق درجة الحماية في الحمامات

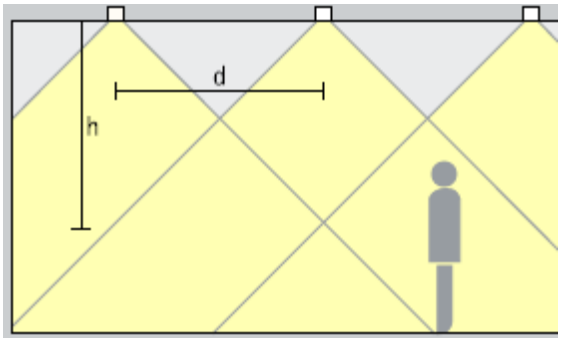
والجدول التالي يلخص هذه المناطق مع متطلباتها

المنطقة	تعريف المنطقة	درجة حماية الجهاز	متطلبات خاصة
0	تكون هذه المنطقة داخل حمام السباحة أو منطقة الاستحمام	IP67	جميع أجهزة الإنارة المستخدمة في هذه المنطقة خاصة من نوع الفصل بالجهد فائق الإنخفاض SELV بحد أقصى 12 فولت
1	تكون هذه المنطقة فوق حمام السباحة أو منطقة الاستحمام حتى ارتفاع يصل إلى 2.25 متر فوق هذه المنطقة.	IP44 إذا لم يكن هنالك رش للماء للتنظيف	أن تزود الدارة الكهربائية المغذية للأجهزة بهذه المنطقة RCD بحدود 30 ملي أمبير
2	تمتد هذه المنطقة إلى 60 سم خارج منطقة حمام السباحة او منطقة الإستحمام وكذلك فوق منطقة حمام السباحة او منطقة الإستحمام وعلى ارتفاع 2.25 متر من الأرضية.	IP44 إذا لم يكن هنالك رش للماء للتنظيف	
3	هي أي منطقة تقع خارج حدود المناطق السابقة	IP20	

ترتيب أجهزة الداون لايت وتباعدها للإنارة العامة

تباعد الأجهزة عن بعضها (Spacing)

لإنارة الغرفة بطريقة متجانسة تؤخذ الأبعاد المثالية لأجهزة الداون لايت كالتالي:



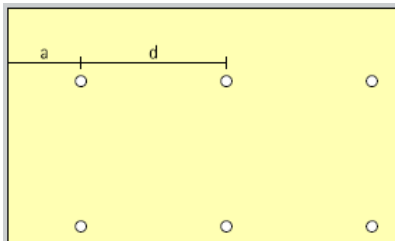
البعد d هو بعد منتصف الجهاز عن منتصف الجهاز الآخر ويكون مساوي لإرتفاع الجهاز عن سطح العمل (h)

مثلا لو كان إرتفاع الغرفة هو 3 أمتار وإرتفاع سطح العمل للمكاتب هو إرتفاع طاولة المكتب 0.8

فيكون h=3-0.8=2.2 m

ويكون التباعد الأقصى المسموح به بين الأجهزة هو d=h=2.2 m وبعدها يتم إختيار كمية الفيض الضوئي (الومن) المناسبة لتحقيق مستوى الإنارة المطلوب من اللكس

بعد الجهاز عن الجدار (Offset)



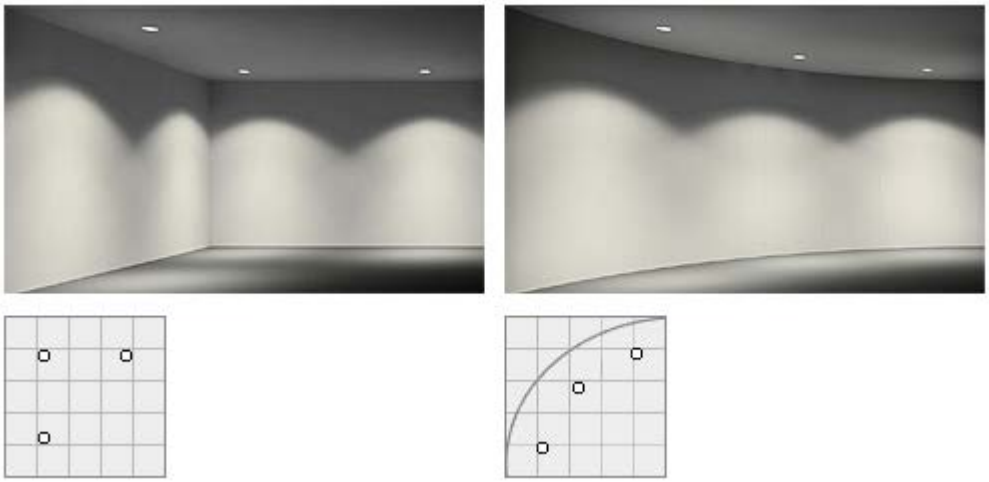
البعد a هو بعد منتصف الجهاز عن الجدار المراد إنارته ويكون مساوي لنصف المسافة d

فإذا كانت d=2.2 m فتكون a هي نصف المسافة d وهي a=1.1 m

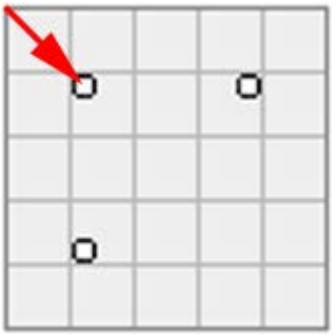
وتعد هذه المسافات هي مسافات إرشادية يمكن لمهندس الإنارة تعديلها حسب متطلبات المشروع ويجب دائما الإنتباه لبعد جهاز الإنارة عن الجدار حيث ينصح أن يكون تباعد الاجهزة عن جميع الجدران متساو حتى يكون الشكل الناتج من جهاز الإنارة عن الجدران متساو وإذا إختلف هذا التباعد فإن الشكل على الجدران سيكون مختلف كما في الشكل التالي

تباعد أجهزة الدوان لايت على الجدار الاول يختلف عن الجدار الثاني مما ينتج شكل مختلف على الجدارين

في المثال التالي نجد ان الشكل الناتج يكون متساو لتساو بعد الاجهزة عن الجدران



تباعد متساو لأجهزة الإنارة ينتج عنه شكل متساو ومتناسق على الجدران



طبعا عندما تتساوى الأبعاد عن الجدرا لأجهزة الداون لايت سيكون الجهاز الموجود في الزاوية موضوع على خط يشكل زاوية 45° مع الزاوية .

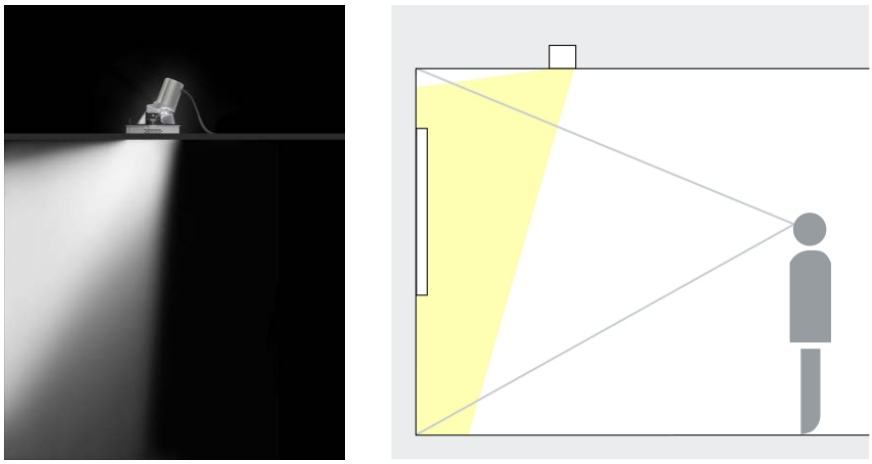
أجهزة الضوء غير المتماثل Asymmetrical

تستخدم هذه الأجهزة بشكل أساسي للتغلب على مشكلة داون لايت العاكس الذي لا ينير الجدران بشكل مناسب فعندما نريد التغلب على مشكلة الوهج واستخدام اجهزة لها زوايا حجب عالية تكون الجدران معتمة وللتغلب على هذه المشكلة تستخدم أجهزة لها ضوء غير متماثل تنير الجدار من طرف ومن الطرف الأخر لها زاوية حجب وهنالك عدة أنواع وهي

1. جهاز منير الجدار (وال واشر) Wallwasher
2. جهاز داون لايت منير الجدار (واش لايت) Washlight
3. جهاز منير الجدراين (دبل واش لايت) Double Washlight

جهاز منير الجدار Wallwasher

هذا الجهاز ينير الجدار بشكل متساو مما يعطي انطباع بإن الغرفة مضاءة بشكر كبير وهو يساعد في التخفيف من الوهج وذلك بتقليل نسبة التباين حيث أن عامل الوهج الموحد UGR يعتمد على نصوع السقف والجدران.



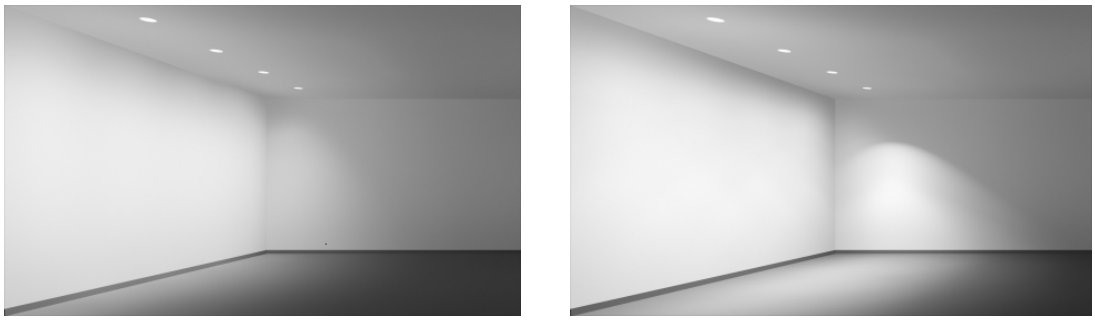
جهاز منير الجدار له ضوء غير متماثل لتركيز الإنارة على الجدار

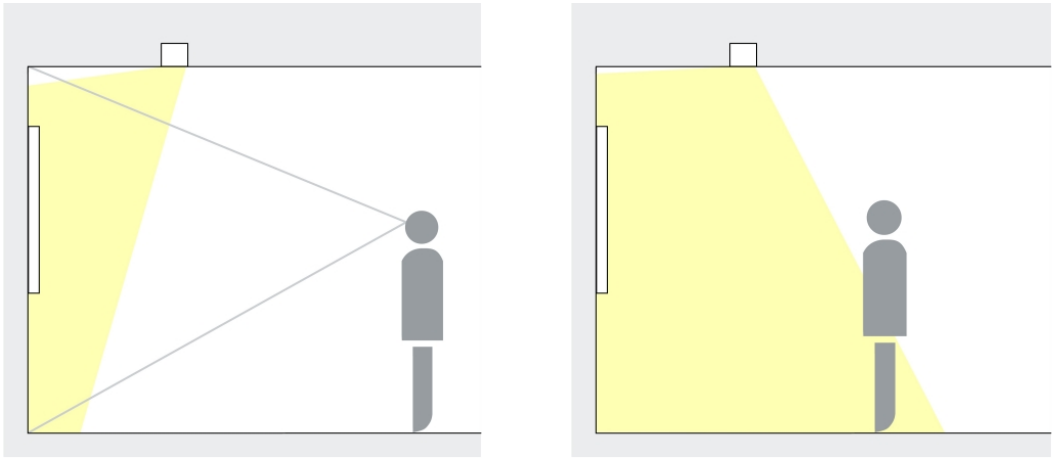
تبدو الغرفة مظلمة عند عدم إنارة جدرانها

تبدو الغرف ناصعة عند إنارة جدرانها

جهاز داون لايت منير الجدار Washlight

هو جهاز يجمع بين جهاز الداون لايت ومنير الجدار فهو ينير الأرض والجدار في نفس الوقت وفي الأشكال التالية نلاحظ الفرق بين جهاز داون لايت منير الجدار Washlight و جهاز منير الجدار Wallwasher





جهاز داون لايت منير الجدارWashlight **جهاز منير الجدار Wallwasher**

في التطبيقات التي يراد فيها تركيز الإنارة على الجدار اكثر من الارض يستخدم جهاز منير الجدار اما في التطبيقات التي يراد فيها إنارة الأرض والجدار يستخدم فيها جهاز داون لايت منير الجدار.

ترتيب أجهزة منير الجدار وتباعدها

بعد الجهاز عن الجدار (Offset)

يكون بعد منير الجدار Wallwasher أو داون لايت منير الجدار عن الجدار بمقدار ثلث إرتفاع الجدار فمثلا إذا كان إرتفاع الجدار 3 أمتار فيكون بعد الجهاز المثالي عن الجدار هو متر واحد وذلك لتجانس الإنارة على الجدار

البعد a هو بعد منتصف الجهاز عن الجدار المراد إنارته ويكون ثلث إرتفاع الجدار ويمكن تعديل هذا التباعد بشكل طفيف وعندها يفضل إستخدام برامج كومبيوتر لحسابات الإنارة للتأكد من مطابقة هذا التباعد للإنارة المطلوبة.

تباعد الأجهزة عن بعضها (Spacing)

يكون تباعد الأجهزة عن بعضها هو مساوي لبعد الجهاز عن الجدار فمثلا إذا كان بعد الجهاز عن الجدار هو متر فيكون بعد كل جهاز عن الآخر هو متر أيضا

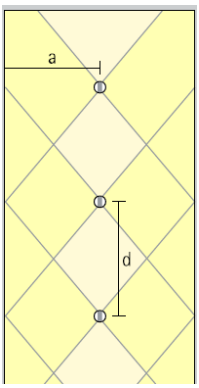
البعد d هو بعد منتصف الجهاز عن منتصف الجهاز الآخر ويكون مساوي لبعد منتصف الجهاز عن الجدار (a) أي ثلث إرتفاع الجدار

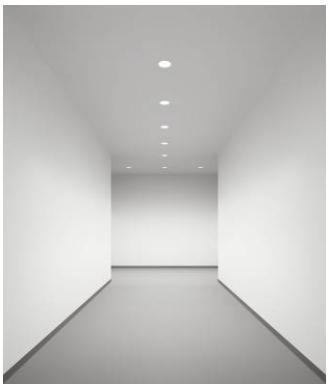
التباعد الصحيح لأجهزة منير الجدار يجعل الإنارة متجانسة على الجدران

يجب الإنتباه عند تركيب هذه الأجهزة فعند تركيبها بالعكس فإن الضوء الذي ينير الجدار سيصبح بإتجاه الغرفة و سيصدر وهج في غير مرغوب به.

جهاز منير الجدارين Double Washlight

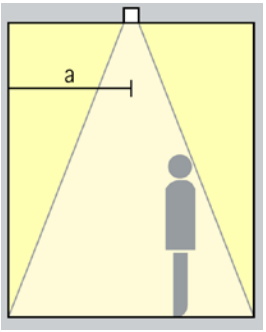
هو جهاز غير متناظر من الجهتين بحيث يغطي جداري الممرات وبنفس الوقت يحد من الوهج بإتجاه الممر وهو يستخدم حصرا للممرات التي لايزيد عرضها عن 3 أمتار وإلا فإنه سيكون مصدر للوهج.





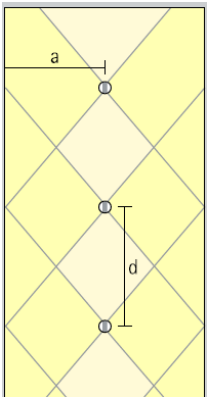
جهاز منير الجدارين ينير الجدارين و يحد الوهج بإتجاه الممر

ترتيب الأجهزة منير الجدارين وتباعدها



بعد الجهاز عن الجدار (Offset)

يوضع جهاز منير الجدارين Double Washlight في منتصف الممر (الكوريدور) بحيث يغطي الجدارين بشكل متساو ويجب أن يكون إتجاهه صحيح والا فإن جزء إنارة الجدار سيصبح وهج في عين المشاهد



تباعد الأجهزة عن بعضها (Spacing)

البعد d هو بعد منتصف الجهاز عن منتصف الجهاز الآخر ويكون مساوي لبعد منتصف الجهاز عن الجدار (a) ويمكن تعديل هذا التباعد بشكل طفيف وعندها ينصح التأكد من النتائج بإستخدام أحد برامج الكمبيوتر لحسابات الإنارة

أجهزة داون لايت الحجم الكبير

حجم هذه الأجهزة الكبير يجعلها مناسبة للاماكن الوظيفية مثل المكاتب والمستشفيات والمدارس حيث أن الظلال المتشكلة بإستخدامها تكون أقل وتجانس الإنارة أعلى مقارنة مع أجهزة داون لايت الحجم الصغير بشكل عام وتسمى في بعض المراجع بالداون لايت وفي مراجع أخرى بالأجهزة الغاطسة في السقف وفي المصطلح الأمريكي يطلق عليها إسم تروفر (Troffer) الإ أن المصطلح الأخير غير شائع في الدول العربية و كما تم ذكره سابقا تكون هذه الأجهزة في الغالب لمصابيح الفلورسنت أو مصابيح الليد LED ويكون اكثر هذه الأجهزة إستخداما التي لها الحجم 60x60 سم وتحتوي في الغالب على ثلاثة او أربعة مصابيح حيث تستخدم بشكل كبير في الأسقف المستعارة Acoustic Ceiling 60x60 سم حيث تستخدم أجهزة لها نفس الحجم وتوضع مكان هذه البلاطات وهنالك احجام مختلفة أخرى كثيرة وبشكل عام يعتمد طولها على طول المصباح المستخدم والصور التالية توضح بعض أمثلة أجهزة داون لايت الحجم الكبير.

أجهزة 600x600 ملم لمصابيح الفلورسنت

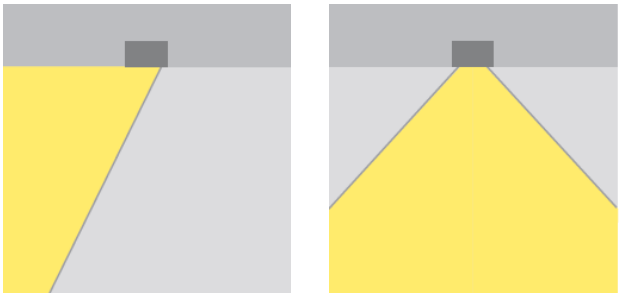
أجهزة 600x600 ملم لمصابيح ليد LED

جهاز 600x600 ملم يحتوي على ثلاثة مصابيح 3x14 w T5

جهاز 1200x600 ملم يحتوي على ثلاثة مصابيح 3x28 w T5

تستخدم هذه الاجهزة للإنارة العامة في معظم الأماكن الوظيفية ولها نوعان رئيسيان من حيث توزيع الضوء وهما

1. ضوء متماثل Symmetrical.
2. ضوء غير متماثل Asymmetrical.



ضوء متماثل ضوء غير متماثل

Symmetrical Asymmetrical

أجهزة الضوء المتماثل Symmetrical

تستخدم أجهزة الضوء المتماثل لانارة الاسطح الافقية مثل الارض واماكن العمل وهنالك نوعان منها أنواع من حيث نوع الضوء وهما

1. ضوء مباشر موجه عن طريق عاكس.
2. ضوء مباشر منتشر عن طريق ناشر للضوء.

جهاز فلورسنت ذو العاكس

جهاز فلورسنت ذو الناشر

الفرق بين الضوء الناتج عن أجهزة العاكس وأجهزة الناشر هو نفس الفرق الذي تم شرحه مسبقا في أجهزة داون لايت الحجم الصغير ويمكن تلخيصه كالتالي:

الفرق الاول

نصوع أجهزة العاكس قليل بينما نصوع أجهزة الناشر عالي.

الفرق الثاني

اجهز العاكس التي لها زاوية حجب عالية تقلل من الإنارة العمودية (على الجدار) بينما أجهزة الناشر تنشر الضوء بشكل متساو مما يجعل الإنارة العمودية جيدة.

1. نصوع أجهزة العاكس قليل.
2. اجهز العاكس التي لها زاوية حجب عالية تقلل من الإنارة العمودية وتخلق تباين على الجدار.

1. نصوع أجهزة الناشر عالي.
2. أجهزة الناشر تنشر الضوء بشكل متساو مما يجعل الإنارة العمودية جيدة.

المثال لأول

في الصورة اليمين نلاحظ بأن أجهزة الإنارة لها نصوع خفيف وهي لاتسبب الوهج كما نلاحظ بأن الجدار الأمامي (الجدار الذي أعلاه زجاج أزرق) تبعد أجهزة الإنارة عنه بمسافة كبيرة يكون مظلم أما الجدار الجانبي (الذي يتوسطه باب) تكون أجهزة الإنارة قريبة منه عليه تباين كبير فجزء منير وجزء مظلم وهذا التباين يكون غير مرغوب به فشكله يشوه المكان كما انه قد يكون مزعج.

المثال الثاني

في الصورة يسار نلاحظ بأن أجهزة الإنارة لها نصوع عالي ولاتصلح للمكاتب حيث أنها ستسبب وهج منعكس على أجهزة الكومبيوتر ولكن الجدران منارة بطريقة جيدة.

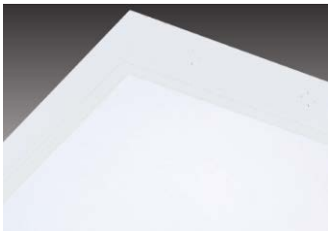
ملاحظة:

العناصر الاكثر نصوعا دوما تلفت انتباه عين الإنسان أولا بحيث تراها العين كاول عنصر بالمكان لذلك في التطبيق الاول نلاحظ أن أجهزة الإنارة غير واضحة بل أن القسم المنير من الجدار أكثر نصوعا منها لذلك هو أوضح أما في التطبيق الثاني فإن أجهزة الإنارة هي الاكثر نصوعا في المكان لذلك فإنها تبدو واضحة لأي شخص يدخل ذلك المكان وهي تجعل بقية العناصر في ذلك المكان غير ذي أهمية.

أنواع الناشر

هنالك أنواع عديدة من الناشر وأشهرها

1. ناشر الأوبال Opal diffuser
2. ناشر البريزماتيك Prismatic diffuser
3. ناشر المايكروبريزماتيك Micro-Prismatic diffuser



جهاز له ناشر من الأوبال

جهاز له ناشر محبب (بريزماتيك)

جهاز له ناشر مايكروبريزم

الجدول التالي يبين ميزات ومساويء كل نوع

نوع الناشر	الميزات	المساويء
أوبال Opal	منظر متجانس من النصوع بحيث يصعب تمييز المصابيح بداخله. ضوء جيد في المستوى العامودي وينير الجدران بشكل جيد	كفاءة الجهاز ضعيفة حيث تصل إلى أقل من LOR=%50 لايناسب المكاتب لان نصوعه أعلى من المطلوب في الزوايا بين 65°-90°.
بريزماتيك Prismatic	منظر شبه متجانس من النصوع. الكفاءة أعلى من ناشر الأوبال. ضوء مقبول في المستوى العامودي وينير الجدران بشكل مقبول.	يمكن تمييز المصابيح بداخله. لايناسب المكاتب لان نصوعه أعلى من المطلوب ما بين الزوايا 65°-90°.
مايكروبريزم Microprism	منظر متدرج من النصوع بحيث يصعب تمييز المصابيح بداخله. مناسب للإستخدام في المكاتب لأن النصوع يتدرج بشكل يكون مناسب للمكاتب ما بين الزوايا 65°-90°. كفاءة عالية جدا قد تصل إلى LOR =%70.	سعره مرتفع جدا نظرا لتطور المواد والتقنية المستخدمة فيه. غير متوفر إلا لدى الشركات العالمية. لاينير الجدران بشكل كاف ولكنه أحسن من الأجهزة التي لها عاكس في هذه الناحية.

يعتبر النوع الأخير مايكروبريزم هو أكثر الأنواع تطورا حيث يجمع بين الكفاءة العالية ومناسبته للمكاتب وهو متوفر لدى العديد الشركات العالمية.

أنواع العاكس

هنالك أنواع كثير للعاكس وربما تكون أكثر من أنواع الناشر فقد يختلف نوع العاكس بإختلاف نوع العاكس أو نوع المادة المصنوعة منه أو مدى عاكسيته للضوء ولعل أشهر العواكس من حيث الشكل هي المصنوعة على شكل القطع المكافيء أو مايسمى بالبرابوليك (Parabolic) ولكن هنالك عواكس أخرى كثيرة وتكون هذه العواكس مصنوعة بطرق مختلفة واهم أنواع العاكس من حيث اللون ودرجة اللمعان:

1. عاكس الألمنيوم المصقول أو الامع (Specular)
2. عاكس الألمنيوم المطفي Matt أو شبه المطفي
3. عاكس الألمنيوم المطلي باللون الأبيض

عاكس من الألمنيوم المصقول أو الامع

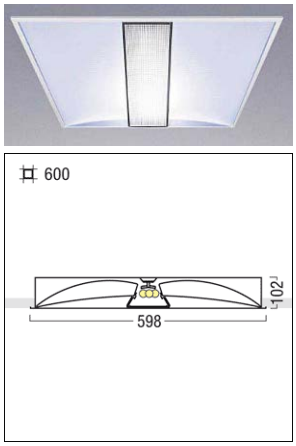
عاكس من الألمنيوم المطفي Matt

عاكس من الألمنيوم المطلي باللون الأبيض

والجدول التالي يبين المميزات والمساويء لكل نوع

نوع العاكس	الميزات	المساويء
المصقول أو الامع	له اعلى كفاءة ضوئية L.O.R=84%. غالبا ما يكون مقبول للإستخدام في المكاتب.	عند تجمع الغبار عليه وعدم الصيانة له فإن الغبار يظهر بوضوح عليه وكذلك بصمات الإصابع عند ملامسة العاكس. يقطع الضوء بزاوية حادة على الجدار.
المطفي أو شبه المطفي	له كفاءة عالية ولكن أقل بقليل من نوع الألمنيوم المصقول L.O.R=81%. يقطع الضوء بتدرج . عند تجمع الغبار عليه لا تظهر عليه مثل النوع المصقول. غالبا ما يكون مقبول للإستخدام في المكاتب.	له كفاءة أقل بقليل من النوع المصقول.
المطلي باللون الأبيض	عند النظر إلى الجهاز يكون الفرق بين نصوح المصباح والجهاز خفيف بعكس عواكس الألمنيوم ذات اللون الفضي مما يجعله مناسب للتطبيقات التي يكون فيها النظر للأعلى متكررا فمثلا في ملاعب كرة التنس الداخلية توضع مثل هذه الأجهزة على الأطراف للتخفيف من نصوعها عند النظر إلى الأعلى.	له كفاءة أقل من كفاءة العاكسين السابقين L.O.R=66%. لايناسب التطبيقات التي تطلب حد علي من الوهج مثل المكاتب.

ملاحظة جميع قيم الكفاءة (المردود)(LOR) تمت أخذها من كاتالوج شركة المانية لمصابيح T5 وهي تختلف من شركة لأخرى لذلك يفضل دائما الانتباة الى كفاءة الجهاز.



العاكس الثنائي

هو عاكس مكون من عاكسين واحد للإنارة المباشرة والأخر للإنارة الغير مباشرة ويسمى عند بعض الشركات بال Mellow light وتعتبر الشركات العالمية رائدة في هذا المجال

الميزات

يعتبر من أنسب أجهزة الفلورسنت للإنارة الداخلية فهو يجمع بين الشكل المناسب وتوزيع ضوئي مناسب مع حد للوهج والنصوع وهو ينير الجدران والسقف بشكل جيد.

تصل كفاءة الجهاز (L.O.R) حتى أكثر من 70%.

المساوئ

سعره عالي مقارنة مع الأجهزة الأخرى.

أجهزة فلورسنت من الأوبال بشكل متصل تشكل خط مستقيم

أجهزة الضوء غير المتماثل Asymmetrical

تستخدم هذه الأجهزة بشكل أساسي للإنارة العمودية على الجدران حيث لها ضوء غير متماثل ينير الجدار من طرف ومن الطرف الأخر لها زاوية حجب ويسمى جهاز منير الجدار (وال واشر) Wallwasher والأشكال التالية توضح طريقة إنتشار الضوء لجهاز فلورسنت منير الجدار.

خصائص أجهزة الفلورسنت

لها نفس خصائص الاجهزة الصغيرة للداون لايت التي تم شرحها مسبقا وكذلك لها نفس التباعد المذكور سالفا.

أجهزة الأنارة العامة –الأجهزة المعلقة على السقف

تعلق هذه الأجهزة على السقف ولها نوعان من التعليق

1. تعليق مباشر Surface mounted.
2. تعليق متدلي Pendant.

أجهزة التعليق المباشر على السقف

تشبه أجهزة التعليق المباشر أجهزة الداون لايت من حيث الخصائص فلها نوعين من الإنتشار الضوئي

3. ضوء متماثل Symmetrical
4. ضوء غير متماثل Asymmetrical

أجهزة معلقة تعليق مباشر وتنتج ضوء متماثل Symmetrical

أجهزة معلقة تعليق مباشر وتنتج ضوء غير متماثل Asymmetrical

وغالبا ماتستخدم هذه الأجهزة عندما لايكون هنالك أسقف مستعارة وبما أن الأجهزة ظاهرة فيكون إختيار شكل ولون الجهاز مهم بعكس الأجهزة الغاطسة التي لايظهر منها إلا الجزء السفلي.

أجهزة الضوء المتماثل Symmetrical

تستخدم أجهزة الضوء المتماثل لانارة الاسطح الافقية مثل الارض واماكن العمل وهنالك نوعان منها أنواع من حيث نوع الضوء وهما

3. ضوء مباشر موجه عن طريق عاكس.
4. ضوء مباشر منتشر عن طريق ناشر للضوء.

داون لايت العاكس ذو التعليق المباشر على السقف

داون لايت الناشر ذو التعليق المباشر على السقف

الفرق بين جهاز داون لايت العاكس والناشر هو نفس الذي تم شرحه للأجهزة الغاطسة وهنالك نوعان من أجهزة الناشر المعلقة على السقف بطريق مباشر وهما

1. جهاز الناشر السفلي
2. جهاز الناشر الملفوف

جهاز الناشر السفلي

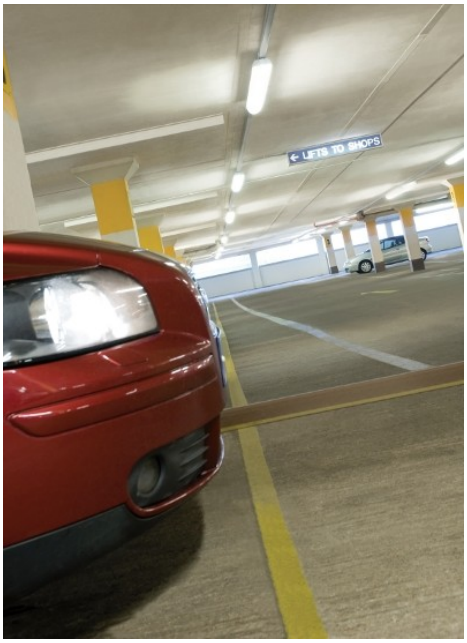
جهاز الناشر الملفوف

وتختلف الإنارة الناتجة بين جهاز الناشر السفلي وجهاز الناشر الملفوف وذلك بأن الإنارة الناتجة عن الاول لا تنير السقف بشكل مباشر بينما جهاز الناشر الملفوف ينير السقف وذلك لأن الناشر ملفوف وليس هنالك أسطح في الجهاز تحجب الضوء وتبين الصورة التالية الفروقات بين هذين النوعين.

جهاز الناشر السفلي لاينير السقف

جهاز الناشر الملفوف ينير السقف

نلاحظ بأن جهاز الناشر الملفوف ويطلق عليه Wrap-aroundDiffuser ينير السقف بشكل مباشر بينما جهاز الناشر السفلي ينير الأرض والجدران وتستخدم هذه الاجهزة بشكل عام في المواقف وبيت الدرج وممرات المناطق الوظيفية ونادرا ماتستخدم في الأماكن المعمارية الهامة وذلك لأن نصوعها عالي وكثير من مهندسي الإنارة يفضلون إنارة الاسطح المعمارية بأجهزة إنارة تخفي المنبع وتظهر السطح المعماري وهذه الأجهزة تظهر بوضوح لذلك هي غير مستخدمة في تلك الأماكن.



جهاز الناشر الملفوف لمصباح الفلورسنت يستخدم في تطبيقات مواقف السيارات

تستخدم أجهزة الضوء الغير متماثل لإنارة الجدران بنفس الطريقة التي تم شرحها مسبقا والاختلاف هو طريقة التعليق حيث تسخدم هذه الاجهزة عندما لايكون هنالك سقف مستعار.

الأجهزة ذات التعليق المتدلي للإنارة العامة

تعلق هذه الأجهزة على السقف بشكل متدلي ويكون سبب التعليق المتدلي إما لتقريب الجهاز من سطح العمل ب وذلك في الإرتفاعات العالية أو لإنتاج ضوء غير مباشر من القسم العلوي من الجهاز ولهذه الأجهزة توزيع ضوئي متنوع فبالإضافة إلى الأنواع التي ذكرت سابقا فلها توزيع ضوئي غير مباشر ويمكن تلخيص الأنواع كالتالي

نوع التوزيع الضوئي	الرمز
ضوء مباشر منتشر	
ضوء مباشر موجه ذو توزيع ضوئي متماثل	
ضوء مباشر موجه ذو توزيع ضوئي غير متماثل	
ضوء غير مباشر	
ضوء مباشر منتشر مع ضوء غير مباشر	
ضوء مباشر موجه مع ضوء غير مباشر	

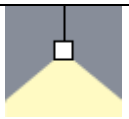
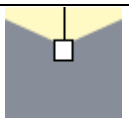
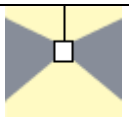
جهاز ينتج ضوء مباشر وضوء غير مباشر وله ناشر من المايكروبريزم

جهاز ينتج ضوء مباشر وضوء غير مباشر وله عاكس من الالمنيوم المصقول (اللامع)

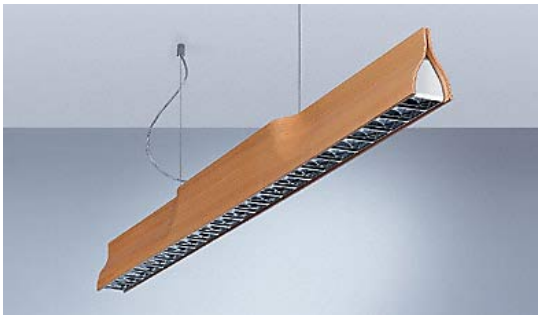
بشكل عام الأجهزة المتدلية من السقف لاتصلح للغرف ذات الإرتفاعات المنخفضة إلا إذا كانت من النوع ذو الحجم الصغير.

أجهزة متدلية من نوع داون لايت الحجم الصغير لمصابيح الهالوجين

الجدول التالي يبين بعض أنواع الأجهزة المتدلية وخصائصها

نوع إتجاه الضوء	الشكل المماثل	الميزات	المساويء	الحالة المشابهة لضوء النهار
أجهزة للإنارة المباشرة		لها إستخدام قليل للطاقة.	الظلال عالية إحتمال حدوث الوهج المنعكس عالي جدا	ضوء النهار ناتج عن سماء صافية (ضوء الشمس)
أجهزة للإنارة الغير مباشرة		إنعدام الوهج في حالة إختيار المسافات بشكل صحيح ضوء متجانس	إنعدام الظلال يجعل المنظر يبدو كئيب إستهلاك طاقة كبيرة قد تصل لضعف الحالة الأولى	ضوء النهار مع وجود غيوم (لايوجد ظلال والمنظر كئيب)
أجهزة الإنارة المختلطة مباشرة وغير مباشرة		يجمع بين مزايا الحالة الأولى والثانية ظل معتدل	إستخدام طاقة أعلى من الحالة الأولى ولكن أقل من الحالة الثانية	ضوء النهار مع وجود بعض الغيوم

إختيار شكل الأجهزة المعلقة مهم جدا حيث أنها تكون عنصر قوي داخل الأماكن الداخلية لأنها تكون متدلية من السقف وقد يكون من المناسب التنسيق مع مهندس التصميم الداخلي او مهندس الديكور حتى تتلائم مع التصميم الداخلي للمكان ونلاحظ في الصور التالية أجهزة إنارة شكلها مميز .



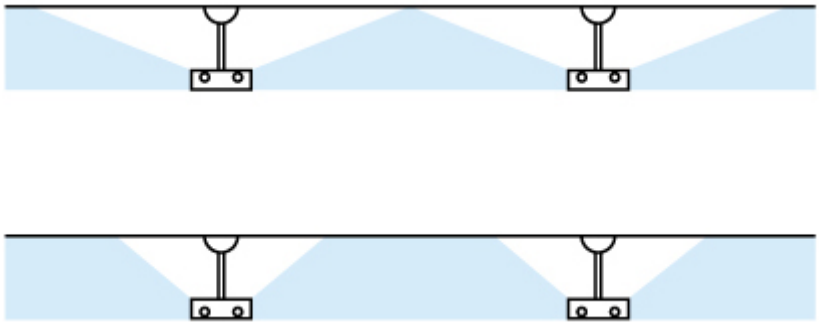
جهاز متدلي له جسم من الخشب للإنارة المباشرة

جهاز متدلي ذو الناشر الملفوف يعطي إنارة في كل الإتجاهات

عند إستخدام أجهزة التعليق المتدلي للإنارة الغير مباشرة في المكاتب يجب أن تكون الإنارة متجانسة على السقف ويجب أن لا يكون هنالك تباين عالي على السقف كما يجب أن لايزيد نصوع السقف عن 850 كانديلا/م^2 وإلافإنه سيؤدي ذلك إلى حدوث وهج منعكس على شاشات الكومبيوتر.

إذا زاد النصوع عن 1000 كانديلا/م^2 فهو يقابل الأجهزة المباشرة التي لها نصوع أعلى من 1000 كانديلا/م^2 ويمكن التحقق من هذه القيم بإستخدام أحد برامج الكومبيوتر لحسابات الإنارة.

كما يجب أن لاتزيد نسبة التباين على السقف من أعلى نقطة إنارة فوق الجهاز مباشرة إلى أقل قيمة إنارة على السقف عن 8:1 ويفضل أن لا تزيد 4:1 ويمكن بإستخدام الأجهزة الصحيحة والتصميم المدروس الوصول إلى نسبة تباين لاتزيد عن 2:1 ويستثنى من ذلك عندما لايزيد نصوع السقف عن 425 كانديلا/ م^2 ففي هذه الحالة تجانس الإنارة يصبح غير مهم لأنه عند هذه القيمة لن يحدث الوهج المنعكس على أي حال على شاشات الكومبيوتر.



أجهزة الإنارة الغير مباشرة يجب أن يكون لها إنتشار عريض حتى تخفف من تباين نصوع السقف وتزيد من تجانس الإنارة على السقف

يمكن الوصول إلى التوصيات السابقة المؤخوذة من المواصفات الامريكية وذلك بإختيار أجهزة مناسبة وإختيار إستطاعات مناسبة للمصابيح وكذلك إختيار مسافة تعليق كافية بحيث لاتخلق بقع ضوئية عالية النصوع على السقف.

النصوع العالي وعدم تجانس الإنارة على السقف لايكون مناسب للمكاتب

النصوع المناسب وتجانس الإنارة يمنع الوهج

المنعكس على شاشات الكومبيوتر

هنالك العديد من الأجهزة المعلقة الأخرى فمثلا هنالك أجهزة تدعى هاي بي High-Bay حيث تستخدم في الأماكن التي لها إرتفاعات عالية جدا مثلا المصانع وغالبا ماتكون هذه الأجهزة لمصابيح الميتل هالايد ونادرا ماتستخدم في الاماكن المعمارية الهامة.

جهاز الهاي بي يستخدم للإرتفاعات العالية

إستخدام أجهزة معلقة من نوع هاي بي High-Bay لإنارة مصنع له إرتفاع عالي وذلك للتقليل من إرتفاع الجهاز عن سطح العمل وبالتالي تخفيف الطاقة الكهربائية المستخدمة

أجهزة الإنارة العامة–الأجهزة المعلقة على الجدران

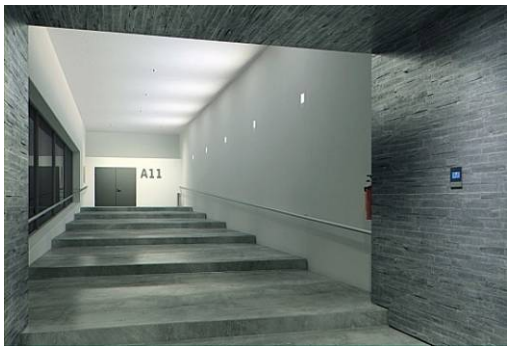
تستخدم العديد من أجهزة الإنارة المعلقة على الجدار فقد تكون غاطسة في الجدار أو معلقة بشكل مباشر على الجدار ويوجد نوعين من حيث طريقة إنتشار الضوء وهما.

1. نوع للإنارة الموجهة (المنبع محجوب عن الرؤيا المباشرة).
2. نوع للإنارة المنتشرة.

الأجهزة المعلقة على الجدار للإنارة الموجهة

تستخدم إما لإنارة السقف أولإنارة الأرضية والأمثلة التالية تبين بعض تطبيقات أجهزة الإنارة الموجهة.

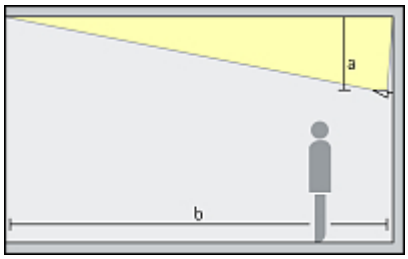
جهاز معلق على الجدار مباشرة للإنارة الغير مباشرة–ينير السقف



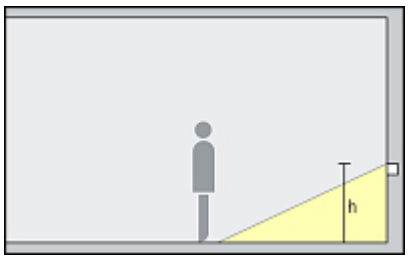
جهاز غاطس في الجدار للإنارة الغير مباشرة–ينير السقف

جهاز غاطس في الجدار لإنارة الأرضية

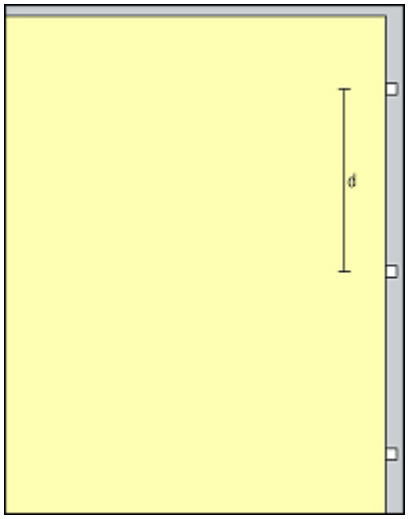
تباعد الأجهزة المعلقة على الجدار للإنارة الموجهة



الأجهزة التي تنير السقف يجب أن تكون أعلى من عين الإنسان بحيث لايشاهد اي شخص منبع الضوء كما يجب أن لاتكون قريبة جدا من السقف حتى لايحدث نصوع عالي على السقف ويفضل ان أن لايقل بعدها عن السقف على 80 سم بشكل عام.



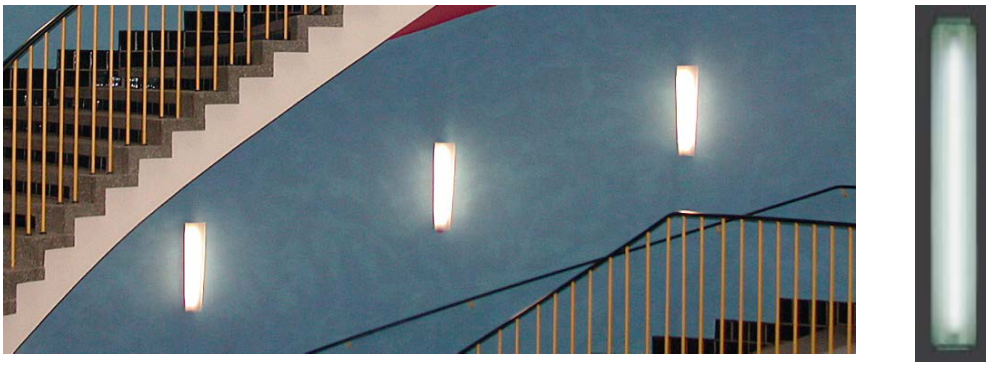
أما الأجهزة التي تنير الارض فيجب ان تكون على إرتفاع أقل من إرتفاع عين الإنسان حتى لايشاهد أي شخص منبع الضوء وعادة ما تكون بإرتفاعات تصل حتى 80 سم.



أما تباعد هذه الاجهزة عن بعضها البعض فهو يختلف بإختلاف المصنعين وبشكل عام ينصح أن لايزيد التباعد على ثلاثة اضعاف البعد عن سطح العمل لإنارة متجانسة على السقف أما للأرضية فينصح أن لايزيد التباعد على خمس أضعاف بعد الجهاز عن الأرضية ويفضل إستخدام برنامج كمبيوتر لحساب تجانس الإنارة وإختيار التباعد المطلوب .

الأجهزة المعلقة على الجدار اللإنارة المنتشرة

تختلف هذه الأجهزة عن أجهزة الإنارة الموجهة فهي ليست لإنارة الارضية او السقف وإنما لإنارة المكان بكامله بطريقة منتشرة وتكون باشكال مختلفة وتبين الأمثلة التالية بعض تطبيقات هذه الأجهزة.



أجهزة معلقة على الجدار بشكل مباشر لإنارة المكان بطريقة منتشرة

أجهزة غاطسة في الجدار لإنارة المكان بطريقة منتشرة

نلاحظ في التطبيق الأول بأن الإنارة تبدو وكأنها صادة عن ضوء الشمس وتدخل من النوافذ.

ليس هنالك تباعد محدد لهذه الأجهزة حيث أنها لإنارة المكان بكاملة وهي ظاهرة ولايمكن إخفائها ولكن يجب أختيار أجهزة لها نصوع يناسب المكان بحيث لايكون الجهاز مزعج او له نصوع عالي.

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

أجهزة الإنارة المركزة

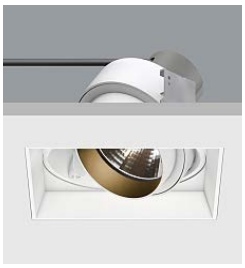
تم ذكر الاهمية الكبيرة للإنارة المركزة وكيف تؤثر في نشاط ومزاج الإنسان وجاذبية المكان، وعملية إختيار الجهاز المناسب هي عملية مهمة جدا لتصميم الإنارة المركزة بطريقة صحيحة حيث أن أختيار جهاز واحد فقط بطريقة خاطئة قد يغير التصميم بشكل جذري.

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

جهاز الإنارة المركز الإتجاهي Directional

يتميز هذا االنوع بأن شكله من الأسفل هو تماما مثل شكل الداون لايت وهو مناسب للتطبيقات المعمارية التي يكون فيها أجهزة أخرى مثل جهاز منير الجدار (الوال واشر) والداون لايت حيث تكون جميع الأجهزة لها نفس الشكل.

مناسب للتطبيقات المعمارية مثل المنازل والمطاعم والفنادق وجميع التطبيقات التي يكون فيها تحريك الأجسام المراد تركيز الإنارة عليها لايتم بشكل مستمر (مثل حوض زراعة في زاوية غرفة) ويتميز بأنه قابل للدوران من 0°-360° و قابل للإمالة من 0°-30° وتحريك الجهاز يتم بعد إزلة العاكس السفلي مؤقتا.



جهاز الإنارة المركز سبوت لايت الغاطس بالسقف Spotlight

يتميز هذا النوع بأن له سهولة تحريك أسهل من الجهاز الإتجاهي وذلك لعدم وجود عاكس سفلي شبيه بأجهزة الإنارة العامة فتحريك الجهاز يتم بصورة أسرع.

مناسب للمعارض والمحلات والأمكان التي تتطلب تحريك الجهاز بشكل دوري.

قابل للدوران من 0°-360° وقابل للإمالة من 0°-40°

جهاز الإنارة المركز سبوت لايت المعلق على السكك Spotlight for Track

يمتميز هذا النوع بأن له مرونة كبيرة حيث يمكن تحريكه من مكان لآخر بسهولة على السكة.

مناسب للأماكن التي تتطلب مرونة عالية جدا وتتطلب تغير مكان الأجسام والمفروشات مثل المحلات والمتاحف والمعارض وصالات عرض السيارات.

قابل للدوران من 0°-360° وقابل للإمالة من 0°-90°

يجب ان يكون إختيار الشكل واللون لهذا الجهاز مطابقا للمتطلبات المعمارية للمكان.

أجهزة إتجاهيه غاطسة في السقف للإنارة المركزة

أجهزة سبوت لايت غاطسة في السقف للإنارة المركزة

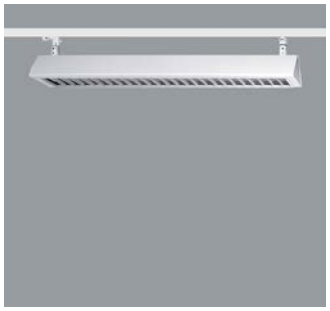
أجهزة سبوت لايت معلقة على السكك غاطسة في السقف للإنارة المركزة

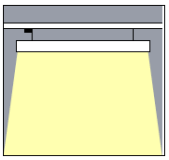
سكك الإنارة

تتميز السكك التي تستخدم للإنارة بإعطاء مرونة عالية حيث تقوم بتوصيل التيار الكهربائي للجهاز وتقوم بحمل الجهاز ولتغير مكان الجهاز يتطلب فقط إزالته من السكة بفتح القفل الذي يعلقه على السكلة ووضعه في أي مكان آخر ولاتأخذ هذه العملية سوى دقائق معدودة ويمكن إعادة تعليق الجهاز على السكة دون إطفاء التيار الكهربائي عن السكة.

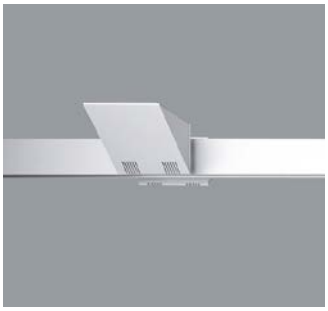
بعض أنواع السكك تستخدم للإنارة العامة والإنارة المركزة في نفس الوقت حيث تتيح مرونة عالية في الصالات التي تستخدم للأغراض المتعددة أو في اماكن يتم فيها تغيير متطلبات الإنارة من وقت لأخر مثل المعارض والمتاحف وصالات العرض.

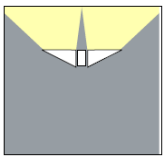
يمكن تعليق السكة بشكل غاطس في السقف او بشكل مباشر على السقف او بشكل متدلي من السقف حيث يتيح النوع الأخير بإستخدام الإنارة الغير مباشرة.



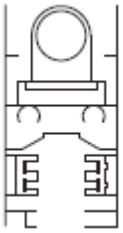


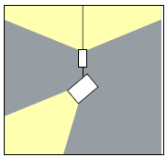
جهاز للإنارة المباشرة قابل للتحريك والإزالة على السكة





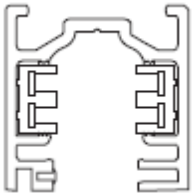
جهاز للإنارة الغيرالمباشرة قابل للتحريك والإزالة على السكة





سكة تحمل جهاز للإنارة الغير مباشرة في اعلاها ويمكن وضع جهاز سبوت لايت في اي مكان في القسم الأسفل

تحمل السكة أسلاك الكهرباء من فاز أو أكثر ومحايد (نيوترال) وأرضي على طول مسار السكة وتتم تغذية السكة في بدايتها، وفي بعض أنواع السكك الأخر تحمل السكة أسلاك التغذية الكهربائية وأسلاك أخرى للتحكم بالإنارة عن طريق انظمة تحكم ذكية مثل نظام دالي DALI بحيث يمكن التحكم بكل جهاز على حدة على مسار السكة.



مقطع يبين البارات الداخلية

للتغذية الكهربائية لسكة الإنارة

سكك لها إنارة غير مباشرة في الجزء العلوي من السكة وسبوت لايت

للإنارة المركزة في اسفل السكة

سكك غاطسة في السقف بحيث يمكن تحريك أجهزة السبوت لايت على مسار السكة أو

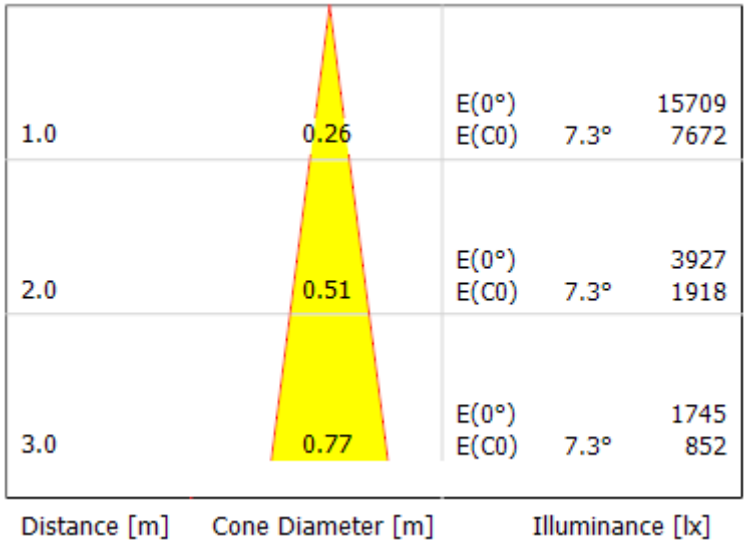
إزالتها ونقلها من سكة لسكة أخرى

أنواع الحزمة الضوئية لأجهزة الإنارة المركزة

تم شرح زاوية الشعاع مسبقا في الفصل الثالث وتم ذكر انواع الزوايا ومسمياتها وهي كالتالي

قيمة الزاوية	التسمية	رمز الحزمة
اقل من 10°	حزمة ضيقة جدا Narrow Spot	NS
بين 10°-20°	حزمة ضيقة Spot	S
بين 21°- 30°	حزمة متوسطة Flood	F
بين 31°- 40°	حزمة عريضة Wide Flood	WF
اكبر من 40°	حزمة عريضة جدا Very Wide Flood	VWF

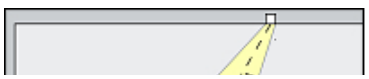
وعادة ماتضع الشركات الصانعة معلومات مفيدة في الكاتالوجات عن أجهزة الإنارة المركزة واهم هذه المعلومات هي مابسمى بمخطط القمع Cone Diagram وهي عبارة عن مخطط يوضح عرض البقعة الضوئية وشدة الإنارة الناتجة عن جهاز الإنارة المركزة على بعد معين والمخطط التالي هو مخطط القمع لأحد أجهزة الإنارة



يوضح الشكل السابق معلومات مهمة جدا في تصميم الإنارة المركزة حيث أنه في يسار الصورة نجد بعد الجهاز عن العنصر بالامتار أما في المنتصف نجد قطر بقعة الضوء على العنصر وذلك حسب بعد الجهاز عنه فمثلا عند مات يكون بعد الجهاز عن العنصر 3 متر نجد أن بقعة الضوء تشكل دائرة قطرها 0.77 متر.

وفي أقصى اليمين نجد قيمة مستوى الإنارة تحت الجهاز وعلى أطراف بقعة الضوء وذلك عند إرتفاع معين فمثلا عندما يكون بعد الجهاز 3 متر عن العنصر فإن كمية الإنارة في المنتصف هي 1745 لكس وعلى أطراف البقعة الضوئية تكون 852 لكس وتكون نصف زاوية الشعاع هي 7.3° (هي الزاوية بين الطرف والنقطة التي تقع تحت الجهاز مباشرة) اي أن زاوية الشعاع هي 14.6°.

كيفية تحديد زاوية الحزمة المناسبة للعنصر المناسب



أولا يتم تحديد حجم العنصر الموجود بالمكان والمراد تركيز الإنارة عليه.

ثانيا يتم تحديد بعد العنصر عن جهاز الإنارة.

ثالثا إختيار زاوية شعاع قريبة من الابعاد المطلوبة.

رابعا إختيار الإستطاعة المناسبة التي تحقق مستوى الإنارة المناسب.

مثال

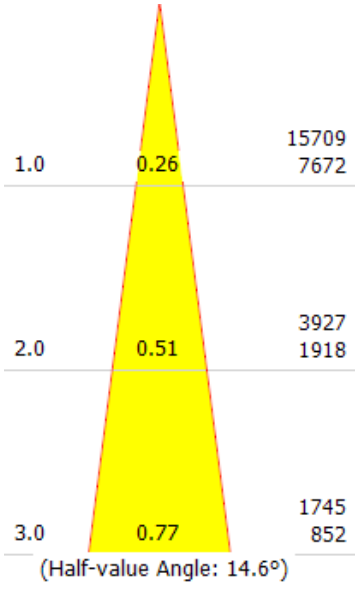
إذا كان لدينا مزهرية بقطر 45 سم وهي موضوعة على طاولة إرتفاعها 75 سم وإرتفاع السقف عن الأرض هو 2.75 أمتار ومستوى الإنارة العامة في هذا المكتب هو 500 لكس ماهو جهاز الإنارة المناسب لتركيز الضوء على هذه المزهرية بحيث تكون زاوية الشعاع لجهاز الإنارة هي الأقرب لهذا الحجم والإرتفاع؟

أولا تحديد حجم العنصر

المزهرية قطرها 45 سم

ثانيا بعد العنصر عن جهاز الإنارة

نحسب بعد المزهرية عن الجهاز والذي سيكون 2.25 متر حيث إرتفاع المزهرية عن الأرض هو 0.75 (إرتفاع الطاولة) وللسهولة سنعتبر بعد الجهاز عن المزهرية هو 2 متر



ثالثا إختيار زاوية شعاع قريبة من الابعاد المطلوبة

نختار جهاز إنارة يكون قطر ضوئه قريب من 45 سم عندما يكون بعيد عن العنصر بمقدار 2 متر. ومن كاتالوج أحد الشركات نجد أن الجهاز الذي له حزمة ضيقة بمقدار ° 14 درجة لمصباح هالوجين 100 وات تكون له الخصائص الموجودة في مخطط القمع الموجود في اليسار

عندما يكون بعد الجهاز عن العنصر 2 متر يكون قطر بقعة الضوء 51 سم وهي قريبة من حجم المزهرية إذن الزاوية المقبولة وهي ذو حزمة ضيقة.

رابعا إختيار الإستطاعة المناسبة التي تحقق مستوى الإنارة المناسب

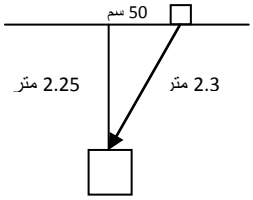
مستوى الإنارة في الغرفة هو 500 لكس ولكي تكون الإنارة المركزة ظاهرة يجب أن تكون خمس اضعاف مستوى الإنارة العامة على الأقل في هذه الحالة 2500 لكس وفي مخطط القمع نرى أنه عندما يكون بعد الجهاز 2 متر فإن مستوى الإنارة في المنتصف هو 3927 لكس أي 8 أضعاف مستوى الإنارة العامة وهي مقبولة ولو فرضنا أننا نريد قيمة أقرب لـ 2500 لكس فعندها يمكن إختيار جهاز له إستطاعة اقل (75 وات مثلا) أو إستخدام نظام التحكم بالإنارة لإعتام الجهاز بنسبة 25%.

في المثال السابق أخذنا قيم القرأة من جدول الخصائص الضوئية على بعد مترين وذلك للسهولة وإذا أردنا حساب هذه القيم عند البعد الحقيقي للمزهرية عن الجهاز.

إذا كان الجهاز يبعد 2.3 متر كما في الشكل يسار

فإن قطر بقعة الضوء تكون59 سم وتكون شدة الإنارة هي بحدود 3000 لكس وهي مناسبة إذا كانت شدة الإنارة العامة من 500

طبعا لاداعي للحساب الدقيق للبعد ولقطر بقعة الضوء وشدة الإنارة ونستطيع أن نكتفي بالقيم التقريبية ويمكن الإستعانة ببرامج الكومبيوتر لحساب شدة الإنارة بطريقة دقيقة وسريعة.



إذا كان الجهاز ليس فوق العنصر مباشرة كالمثال أعلاه عندما يكون بعيدا نصف متر افقيا فيكون البعد الحقيقي هو 2.3 متر

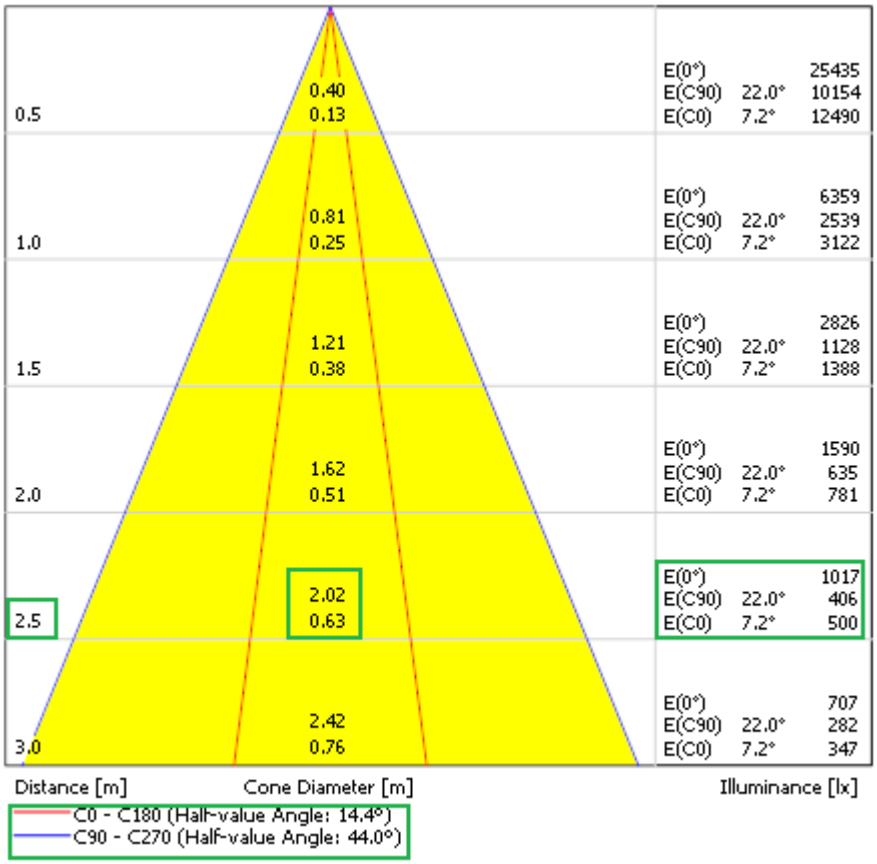
أنواع أخرى من الحزم الضوئية

تم ذكر زوايا الشعاع السابقة وهي زوايا لها بقع متناظر ة الشكل وهنالك نوع يعطي بقعة ضوئية بيضوية وتسمى الحزمة بالحزمة العريضة البيضوية Oval Flood وهي

هي حزمة ضيقة من طرف وعريضة جدا من الطرف الآخر وتستخدم لإنارة الأجسام الطولية أو العرضية كإنارة إسم مكتوب على الحائط بطريقة عرضية أو إنارة عمود

في المثال التالي تم إستخدام جهاز واحد له حزمة بيضوية لإنارة الطاولة حيث يلاحظ بأن التوزيع الضوئي لهذه الحزمة ضيقة من طرف وعريضة من طرف آخر وأن الإنارة خارج الطاولة ضعيفة.

مخطط القمع التالي هو لجهاز إنارة له حزمة ضوئية بيضوية حيث نلحظ أن هنالك قمع له لون أحمر للزاوية الضيقة وآخر لونه أزرق للزاوية العريضة.

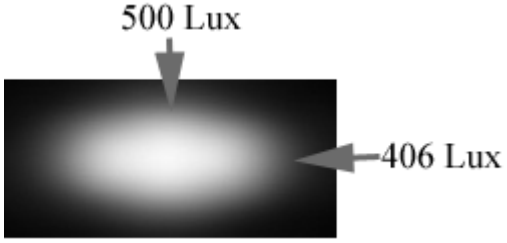


في مخطط القمع السابق نلاحظ أنه عن إرتفاع 2.5 متر يكون عرض الشكل البيضوي 0.63 متر وطوله 2.02 متر.

تكون الإنارة بالمنتصف 1017 (تم وضع مستطيلات خضراء على نتائج إرتفاع الجهاز بمقدار 2.5 م في المخطط السابق)

وعلى طرف الحزمة الضوئية الضيقة تكون شدة الإنارة 500 لكس

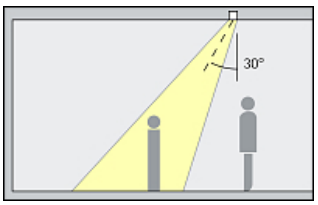
أما على طرف الحزة الضوئية العريضة تكون شدة الإنارة 406 لكس كما هو موضح بالشكل الجانبي



ملاحظات حول الإنارة المركزة

إختيار زاوية الميلان المناسبة

يجب أختيار زاوية ميلان مناسبة لاتسبب الوهج في إتجاه المشاهد ولذلك يجب أن لاتزيد زاوية الميلان بشكل عام للجهاز عن 30° درجة مع الخط العامودي كما في الشكل التالي



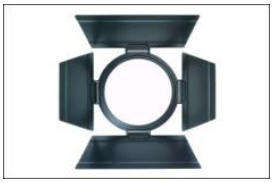
إمالة جهاز الإنارة بزاوية أعلى من 30° قد يحدث وهج

ويستثنى من ذلك الحالات التالية

1. أن يكون الجهاز له عناصر داخلية تمنع الوهج مثل غطاء للمصباح.
2. أن يكون الجهاز موجه بغير إتجاه المشاهد بحيث لن يشاهد أي شخص الضوء (الصورة يسار هي مثال لهذه الحالة).

إستخدام أدوات حجب الوهج عند الضرورة

عند الإضطرار لإمالة الجهاز بزوايا أعلى من 30° فعندها يجب أختيار أدوات حجب الوهج مثل أبواب حجب الوهج Barn Doors أو شرائح خلية النحل Honey comb louver أو الحاجز المتقاطع cross baffle



أبواب حجب الوهج

Barn Doors

الحاجز المتقاطع

cross baffle

شرائح خلية النحل

Honey comb louver

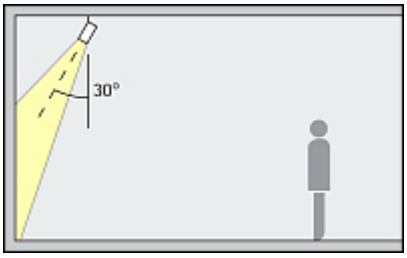
أجهزة مع ملحقات حجب الوهج لزيادة الراحة البصرية عند إمالة الأجهزة أكثر من الزاوية 30° مع الخط العامودي.

الزاوية المناسبة لإنارة الصور المعلقة على الجدران

يحدث وهج منعكس عند امالة السبوت لايت بزاوية أعلى من 30°

إن الزاوية المثالية لإمالة جهاز الإنارة تكون بين الزاوية 28°-32° لتجنب الوهج المنعكس حيث أنه في كثير من الحالات يكون هنالك لوح من الزجاج يغطي اللوحة وفي حالات أخرى تكون مواد اللوحة من مواد لامعة فعندها يحدث وهج منعكس من اللوحة إذا كان تمت إمالة جهاز الإنارة بزاوية أكثر من 32°.

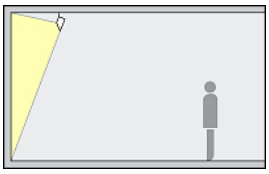
لذلك يتم إختيار زاوية ميلان بمقدار 30° ويتم بعدها حساب بعد جهاز الإنارة D المناسب عن اللوحة حسب قانون المثلثات حيث يكون القانون هو ظل الزاوية 30° مضروبا بالإرتفاع العمودي لمنتصف اللوحة عن السقف $D=A \times \tan 30°$ حيث A :الإرتفاع العمودي لمنتصف اللوحة عن السقف



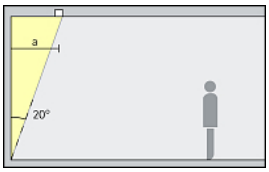
فمثلا لإرتفاع غرفة 3 امتار ويتم وضع منتصف الصورة في منتصف الجدار اي عند A=1.5m يكون بعد جهاز الإنارة المثالي تقريبا 86 سم وعندها يمكن إمالة الجهاز بزاوية 30° دون حدوث وهج منعكس.

إستخدام الوال واشر Wallwasher عند التركيز على لوحات متعددة على الجدار

عند وجود لوحات كثيرة في اي معرض فإن أحسن طريقة لتركيز الإنارة عليها هي بإستخدام إستخدام الوال واشر Wallwasher بدل من جهاز السبوت لايت.



استخدام أجهزة منير الجدار للسكك Wallwasher for Trak لإنارة صور متعددة



استخدام أجهزة منير الجدار الغاصسة بالسقف Wallwasher لإنارة صور متعددة فوق بعضها البعض على كامل الجدار

الإنارة المخفية في الديكور

تستخدم الإنارة المخفية في التفاصيل المعمارية لتزيين هذه التفاصيل مثل السقف ولإنتاج إنارة غير مباشرة وهنالك مصابيح عديدة تستخدم لهذا النوع ومن أهمها مصابيح الفورسنت والكولد كاثود cold cathode والليد LED ومصابيح الزينون Xenon ويتميز النوعان الأخيران بإمكانية إستخدامهما في التفاصيل المنحنية حيث يصعب إستخدام مصباح الفلورسنت في التفاصيل المنحنية مثل الدوائر.

ولتكون عملية التصميم ناجحة لابد من الإهتمام بأبعاد التفاصيل التي تخفي هذه الإنارة حتى يتم إنتاج إنارة بشكل مناسب وإلا فإن الضوء سينحصر في تزيين الكورنيش ولن يكون هنالك إنعكاس كاف للحصول على إنارة غير مباشرة.

وفي هذا الكتاب تم استخدام المصطلحات التالية

الكورنيش: هو الجزء الذي يخفي المنابع الضوئية لانتاج انارة غير مبارشرة بحيث تكون المصابيح واجهزة الإنارة مخفية بداخله.

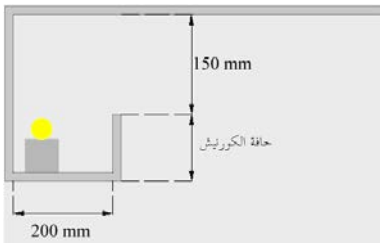
قاعدة الكورنيش: هي السطح الذي يحمل المصابيح او اجهزة الإنارة.

حافة الكورنيش: هي الجزء الذي يخفي المنبع الضوئي ويكون إرتفاعه مساو او اكبر بقليل من المنبع الضوئي.

السطح العاكس للضوء:هو السطح الذي يعكس الضوء من الكورنيش وقد يكون هذا السطح هو السقف او احد الجدران او الارضية ونلاحظ ان السطح العاكس في الصورة يسار هو الارضية.

الأبعاد المناسبة للكورنيش

تختلف الابعاد حسب رغبة المصمم بإنتشار الانارة في المكان ويمكن إستخدام برامج كومبيوتر لمعرفة كمية الإنارة المنتشرة عن طريق الكورنيش وينصح أن لاتقل الابعاد عن الابعاد التالية حتى يتم إنتشار الضوء وإنعاكسه بشكل كاف ليعطي انارة غير مباشرة اما اذا كانت الابعاد اقل من الابعاد المذكورة فتعبر الانارة ديكورية وليس انارة غير مباشرة حيث يكون انعكاس الضوء قليل جدا ولا يساهم في الانارة العامة.



الإرتفاع بين حافة الكورنيش والسطح العاكس يجب أن لايقل عن 150 ملم.

إرتفاع حافة الكورنيش يجب أن تكون اكبر بقليل من ارتفاع المصباح (100 ملم في حالة مصباح الفلورسنت)

عرض قاعدة الكورنيش ينصح ان لا تقل عن 200 ملم لمصابيح الفلورسنت.

الابعاد المذكورة سابقا هي الابعاد الدنيا للانارة الغير مباشرة لمصابيح الفلورسنت ويمكن ان تكون اقل من هذه الابعاد بقليل للمصابيح الصغيرة جدا مثل مصابيح الليد LED او الزينون.

عند وضع المنبع الضوئي او جهاز الإنارة بالقرب من حافة الكورنيش فإن إنتشار الضوء سيكون قليل والسبب هو ان حافة الكورنيش سوف تقلل من إنتشار الضوء.

ولإنتشار الضوء بطريقة افضل فإنه ينصح بوضح المنبع الضوئي بعيدا عن حافة الكورنيش حتى يتم انتشار الضوء بشكل كاف على سطح الإنعكاس كما في الشكل التالي.

عند وضع المنبع الضوئي او جهاز الإنارة بالقرب من حافة الكورنيش فإن إنتشار الضوء سيكون قليل والسبب هو ان حافة الكورنيش سوف تقلل من إنتشار الضوء.

ولإنتشار الضوء بطريقة افضل فإنه ينصح بوضح المنبع الضوئي بعيدا عن حافة الكورنيش حتى يتم انتشار الضوء بشكل كاف على سطح الإنعكاس كما في الشكل التالي.

اجهزة الإنارة الديكورية (التزيينية)

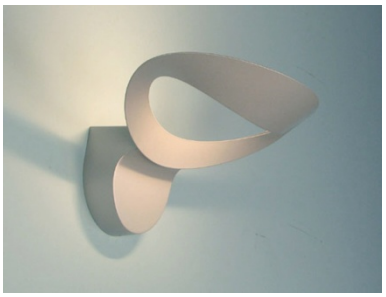
تستخدم هذه الاجهزة للانارة الديكورية (العنصر الثالث من اسس تصميم الانارة) وتنقسم هذه الاجهزة من حيث التعليق الى انواع اهمها

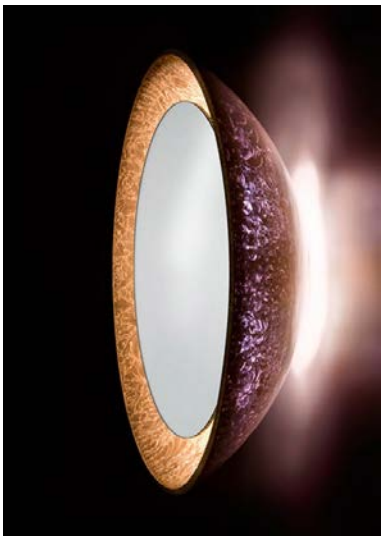
1. الاجهزة المعلقة في السقف /المتدلية من السقف
2. الاجهزة المعلقة على الحائط
3. الاجهزة حرة التعليق (موضوعة على الطاولة او الارضية)

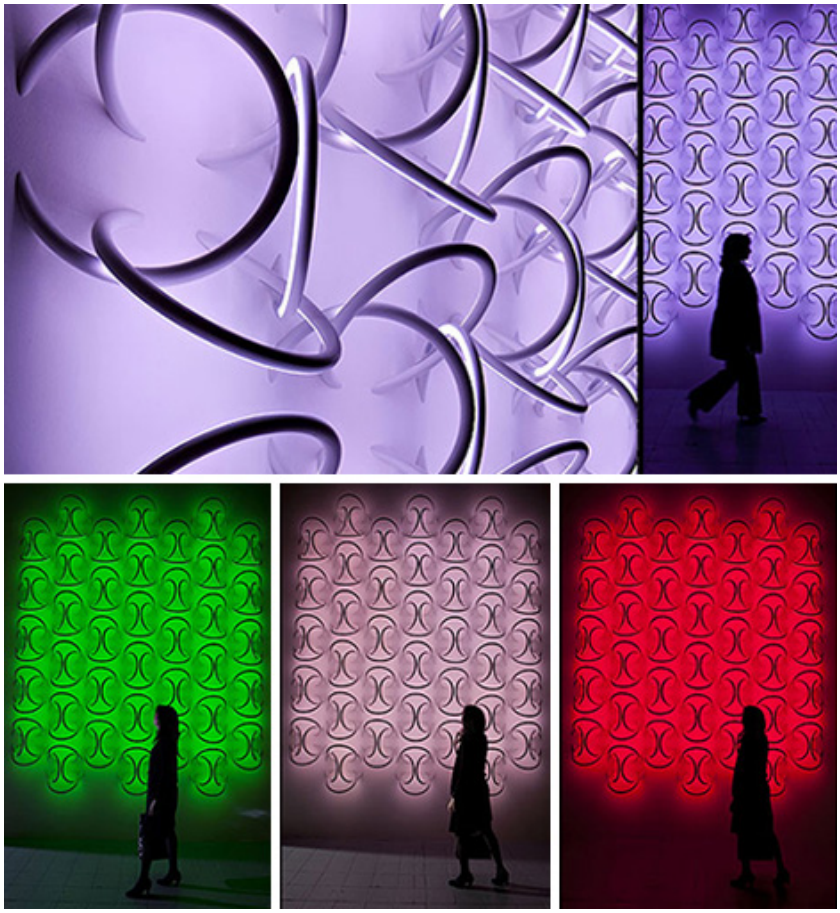
بعض امثلة الاجهزة المتدلية من السقف

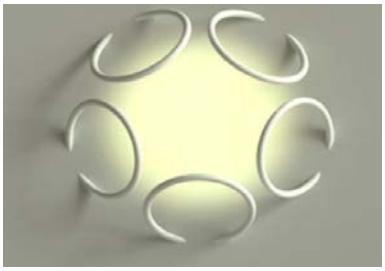
كثير من الامثلة في الصور التالية ماخوذة من شركة ارتميدي Artemide الايطالية وشركة لويس بولسن louis poulsen الدنماركية

بعض الاحهزة المعلقة على الحائط







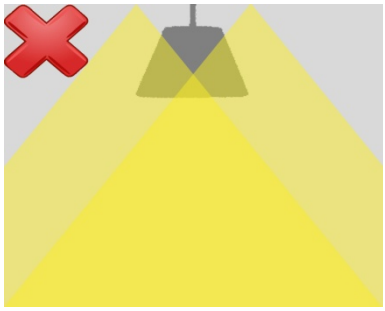


بعض الاجهزة حرة التعليق

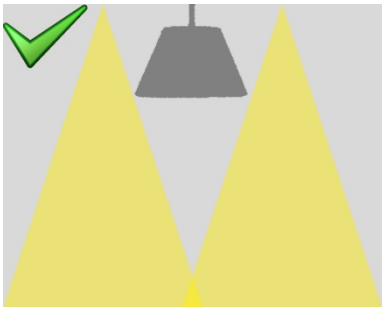
الانارة العامة والاجهزة الديكورية

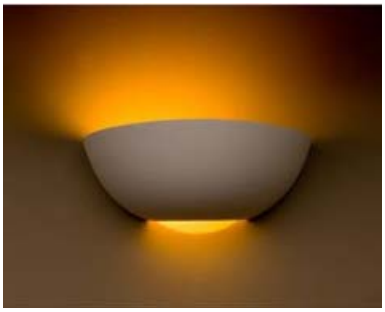
قد تستخدم بعض الاجهزة الديكورية في الانارة العامة والانارة الديكورية معا وذلك اذا كان الجهاز الديكوري يعطي كمية كافية من الضوء وفي هذه الحالة قد ينتج الجهاز الديكوري وهج زائد لذلك يجب اخذ الحيطة والحذر عند استخدام جهاز ديكوري للانارة العامة حتى لايكون مصدرا للوهج ولهذا السبب يفضل العديد من مصممي الانارة باختيار جهاز ديكوري له نصوع مناسب لايسبب الوهج ويتم وضع اجهزة اخرى للانارة العامة وفي هذه الحالة يجب ان يكون التباين ظاهر بين جهاز الانارة الديكوري ومحيطه كما في الامثلة التالية على يسار الصفحة.

الانارة العامة عالية ولايوجد تباين كاف لاظهار النور الصادر من جهاز الانارة وبالتالي تقل جاذبية الجهاز

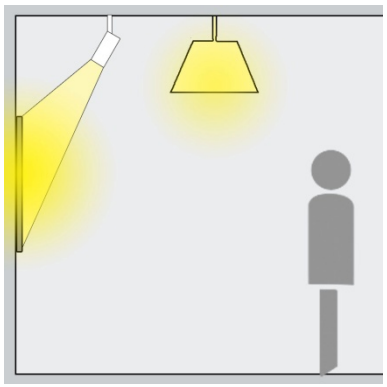


يوجد تباين كاف لاظهار النور الصادر من جهاز الانارة مما يجعله اكثر جاذبية





الانارة المركزة والاجهزة الديكورية



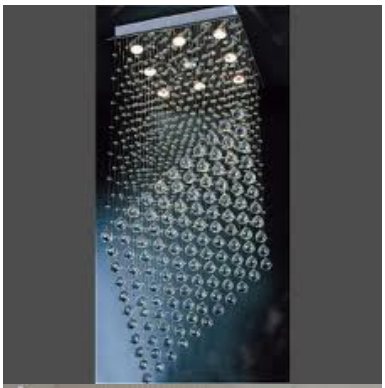
بعكس الانارة العامة فان الانارة المركزة تكون موجهة على عنصر محدد وبذلك فهي لاتنتشر في المكان مثل الانارة العامة لذلك اذا تم توجيه الانارة المركزة بعيدا عن الجهاز الديكوري فلن يؤثر على الجهاز بشكل عام و باعتبار ان عين الانسان تشاهد النصوع العالي اولاو، فيجب على المصمم ان يحدد توزيع سطوع الاجسام حسب اهميتها فاذا كان الجهاز الديكوري اهم من صورة حائطية عليها انارة مركزة فيجب ان يكون سطوع الجهاز الديكوري اعلى اما اذا كانت الصورة اهم فيجب ان يكون السطوع عليها اعلى مثل الصورة الجانبية

وبشكل عام فانه يجب توجيه اجهزة الانارة المركزة بعيدا عن الاجهزة الديكورية الا في حالة حاجة المصمم لزيادة بريق الضوء وهنا يجب ان نميز بين نوعين من اجهزة الانارة الديكورية وهما

1. اجهزة تصدر ضوء خافت او اثر ضوئي ديكوري (الجهاز الاعلى في الصورة الجانبية)
2. اجهزة تظهر بريق الضوء عن طريق مادتها (الكريستال) الجهاز الاسفل في الصورة الجانبية.

فاذا كان الجهاز الديكوري من النوع الذي يصدر ضوء خافت او اثر ضوئي فيجب عدم توجيه الانارة المركزة على على الجهاز الديكوري او بالقرب منه حتى لايختفي اثر هذا الجهاز.

اما اذا كان الجهاز من النور الذي له مادة تظهر بريق الضوء حيث تلمع المادة وتعكس اشعة الشمس بطريقة ملفته للانتباه مثل مادة الكريستال فانه يتم احياننا توجيه الانارة المركزة على احجار الكريستال وقد تكون الانارة المركزة بداخل الجهاز (من ضمن الجهاز) او خارجه حيث يتم تحريك الاجهزة باتجاه الاحجار



وتظهر الصورة الجانبية ثريا كبيرة (قطعة نحف) من ضمنها انارة مركزة لاظهار بريق الكريستال.

اما في الصورة الجانبية فقد تم توجيه الانارة المركزة من اجهزة من شركة ايركو ERCO مركبة خارج قطعة الكريستال الكبيرة من سواروفيزكي Swarovski في مشروع قصر المؤتمرات الدولية في طشقند (اوزبكستان) Palace of International Forums

في الصورة المقابلة مثال آخر على اجهزة انارة مركبة خارج قطعة الكريستال وموجهة على قطعة الكريستال لتظهر بريق الضوء ولمعانه من قطعة الكريستال.

اجهزة الانارة في اعلى يمين الصورة الجانبية.

إستخدام الجهاز الديكوري للانارة المركزة

في بعض الحالات يكون الجهاز الديكوري المستخدم ينتج انارة مركزة مع الانارة الديكورية في نفس الوقت وكثيرا ماتستخدم هذه الطريقة فوق طاولات الطعام في المطاعم والمنازل (شاهد الصور الجانبية).

من هو الشخص المناسب لاختيار الجهاز الديكوري؟

يعتبر جهاز الانارة الديكوري قسم من المفروشات في الاماكن الداخلية لذلك يجب ان يتم اختيار هذا الجهاز من قبل المصمم الداخلي او من قبل مصمم الانارة بالتنسيق مع المصمم الداخلي وعلى مصمم الانارة مراعاة نسب تباين السطوع حتى يظهر الجهاز الديكوري بشكل جذاب وملفت للنظر.

الفصل السادس

تطبيقات الانارة–تصميم المنازل والاماكن السكنية

هنالك العديد من الاخطاء المتبعة في اختار انواع الانارة للمنازل وسيتم ذكر اكثرها شيوعا ليتم تداركها عند عملية اختيار وتصميم الانارة.

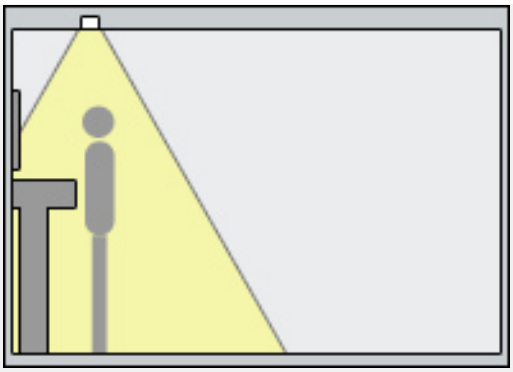
- **وضع اجهزة غاطسة في السقف (تسمى سبوت لايت) في كل مكان.**

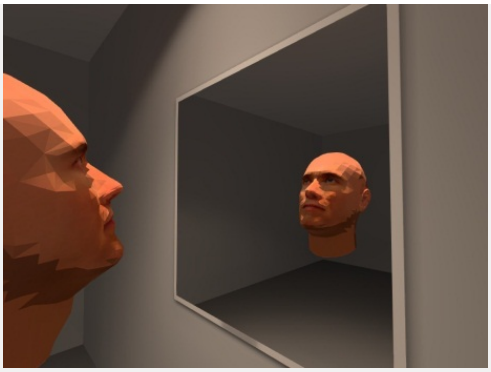
يعتبر هذا النوع هو اكثر الاخطاء شيوعا بحيث يعتقد الكثير من الناس بان اسهل طريقة للحصول على انارة هو وضع اجهزة الانارة بمسافات محددة في الغرفة للحصول على كمية كافية متساوية من الانارة في كل مكان مما يقلل من جودة الانارة ويجعل المكان يبدوا كئيبا والنتيجة استهلاك الكهرباء عالي مع جودة سيئة للانارة.

سقف مليء بالاجهزة الغاطسة

- **وضع جهاز انارة له حزمة ضيقة (سبوت لايت) في الحمام .**

يعتبر هذا ايضا من الاخطاء الشائعة المتكررة والذي يؤدي الى تشكل ظلال قوية ناتجة من جهاز الانارة مركب في السقف وتزيد شدة الظلال عند وضع اليد على الوجه للتنظيف او الحلاقة او لوضع المكياج بالنسبة للسيدات مما يعيق الرؤيا الجيدة .





تشكل الظلال تحت العين ناتجة من وضع جهاز بالسقف (سبوت لايت)

- **إستخدام إنارة متساوية في جميع الاماكن والغرف بغض النظر عن النشاط.**

إن إهمال النشاط له تاثيرات سلبية على كمية ونوعية الانارة فغرفة النوم مثلا تحتاج الى انارة قليلة بينما يحتاج المطبخ الى انارة عالية وكثير من المستخدمين يضع عدد كبير من اجهزة الانارة بجميع الغرف بغض النظر عن النشاط.

- **عدم استخدام انارة مركزة على الاشياء الثمينة لاظهارها بشكل جذاب.**

إستخدام انارة متساوية في جميع انحاء الغرفة يجعل الانارة كئيبة ومملة ، للتخلص من هذه الحالة يجب وضع اجهزة خاصة تركز الانارة على الاشياء الثمينة واللوحات الفنية والصور وسيتم الشرح في القسم الثاني.

الصور فوق الاسرة لايوجد عليها انارة مركزة مما يجعلها عديمة القيمة

- **استخدام اجهزة تسبب الوهج مما يجعل الانارة غير مريحة اطلاقا.**

ينتشر بالسوق بشكل كبير اجهزة انارة لها إطار وبداخله مصباح (لمبة) هلوجين وهي تسبب الوهج مما يجعلها مزعجة وغير مريحة.

جهاز إنارة يسبب الوهج

- **المبالغة في استخدام الاجهزة الإنارة الديكورية.**

يضع العديد من الاشخاص احجام كبيرة من الاجهزة الديكورية او اجهزة ديكورية باعداد كبيرة واحياننا اخرى اجهزة ديكورية لها انارة قوية جدا، ظنا منهم بان هذه الاجهزة تجعل الانارة جذابة وهي بالعكس تماما تكون مزعجة وتجعل الانارة كئيبة بالمكان.

نجفات كبيرة تجعل الانارة سيئة

نجفة شديدة الانارة تزيد من عدم الراحة وتجعل الانارة سيئة

طرق اختيار انواع الإنارة

عند عملية التصميم يجب اخذ جميع انواع الانارة بعين الاعتبار وهي تنقسم الى الانواع الرئيسية الثلاث التالية:

1. الإنارة العامة
2. الانارة المركزة
3. الانارة الديكورية

الانارة العامة

الغرض من هذا النوع هو وجود نور كاف لممارسة النشاط المطلوب في الغرفة ويمكن تحقيق هذا النوع بوجود اجهزة غاطسة في السقف او مركبة على الجدار او بوجود انارة مخفية.

الانارة المركزة

وهذا النوع مهم جدا لاظهار جمالية التحف الثمينة واللوحات الفنية والصور والنباتات حيث يجب ان تكون الانارة على هذه الاشياء اقوى بخمس اضعاف الانارة العامة حتى تظهر بشكل جذاب.

الانارة المركزة تجعل العناصر جذابة

الانارة الديكورية

الاجهزة الديكورية لها نوعين

1. أجهزة ديكورية لها منظر جميل مثل النجفات.
2. أجهزة ديكورية تعطي اثر ضوئي جميل.

ويعتبر هذا النوع مهم ولكن بجب عدم المبالغة فيه فالغرض من الانارة الديكورية هو اظهار جمالية الضوء مثل بريق الضوء او لمعان الضوء على قطع من الكريستال.

أجهزة ديكورية لها منظر جميل

أجهزة ديكورية تعطي اثر ضوئي جميل

ليس الغرض من الانارة الديكورية ان تعطي انارة عامة للمكان ولكن الغرض منها هو اظهار جمالية الجهاز او جمال الضوء او الاثنان معا

يجب الانتباه عند استخدام أجهزة ديكورية ذات اثر ضوئي جميل(مثل الصورة الثانية أعلاه) بان الانارة حول الجهاز يجب ان تكون ضعيفة والا فان الاثر الضوئي لن يكون ظاهرا.

غرفة الاستقبال

تعتبر صالات الاستقبال العنوان الرئيسي لجمال وجذابية البيت لذلك يجب الاهتمام بتصميم الانارة فيها بشكل كبير، ويعتبر النشاط الرئيسي في هذه الغرفة هو استقبال الزوار من الضيوف والاهل والاصدقاء وحسب نوعية الزيارة فقد تكون رسمية او غير رسمية لذلك يجب ان تحتوي هذه الغرفة على انواع عديدة من الانارة ونظام تحكم بالانارة بحيث يسهل عملية اختيار نوع الانارة المطلوبة وشدتها.

فعند وجود زيارة رسمية ستحتاج الى انارة هادئة ومعتدلة من حيث شدة الانارة وتكون الانارة الديكورية مضيئة.

اما اذا كان الزيارة غير رسمية فقد تحتاج الى انارة عالية وربما لاتكون هنالك حاجة لتشغيل الانارة الديكورية.

يجب ان تتوفر الانواع الثلاثة من الانارة في غرفة الاستقبال

1. الإنارة العامة
2. الانارة المركزة
3. الانارة الديكورية

الانارة العامة قد تكون مباشرة عن طريق وجود اجهزة تسمى داون لايت (معروفة باسم سبوت لايت) او انارة غير مباشرة مثل الأجهزة المخفية في الديكور.

انارة عامة باستخدام الدوان لايت

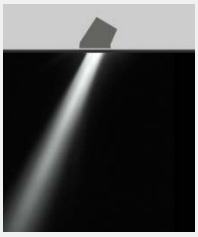
إنارة عامة مخفية بالسقف

الانارة المركزة تكون على الصور وعلى الاشياء الثمينة مثل التحف الثمينة واللوحات الفنية والصور والورود وبدون وجود هذه الانارة تبدو هذه الاشياء باهتة وغير ملفتة للنظر.

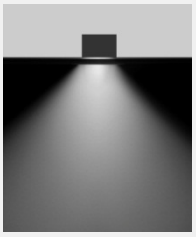
الصورة والمزهرية عليها نفس مستوى الانارة في كامل الغرفة

الصورة والمزهرية عليها مستوى انارة اكثر بخمس اضعاف من الانارة العامة بالغرفة مما يجعلها جذابة

يجب ان تكون الانارة المركزة خمس اضعاف الانارة العامة ويجب ان تستخدم اجهزة لها زاوية مناسبة لحجم القطقة كما سيتم شرحه لاحقا.الاجهزة المستخدمة في الانارة المركزة عادة تكون زاويتها ضيقة وتكون زاويتها بين 10 درجات و30 درجة بعكس اجهزة الانارة العامة التي تكون زاويتها عريضة ولها زاوية اكبر من 40 درجة



الضوء الناتج من جهاز انارة مركزة



الضوء الناتج من جهاز انارة عامة

الإنارة الديكورية يتم إختيارها في صالة الاستقبال بحيث تتناسب مع ارتفاع السقف لذلك يجب تجنب وضع احجام كبيرة جدا كما هو شائع في بعض الحالات ويمكن ان توضع بالسقف او تكون انارة جدارية.

يجب ان تتناسق الانارة الديكورية مع الاثاث والتصميم الداخلي للمكان ويفضل التنسيق مع المصمم الداخلي ان وجد.

الانارة الديكورية هي انارة تزيينية لذلك يجب ان لا تغطي شدتها او حجمها على العناصر المهمة من التحف والصور وغيرها في الغرفة.

انارة عامة ومركزة بدون انارة ديكورية

الانارة الديكورية يجب ان تتناسق مع حجم الغرفة ويجب ان لاتعيق رؤية العناصر المهمة بالغرفة

نظام التحكم بالانارة يفضل ان يكون ذكي وسهل الاستخدام ويفضل ان تتم برمجته بطريقة سهلة بحيث يمكن للمستخدم إستدعاء المشهد المناسب للجلسة المناسبة بضغطة زر واحدة.ويفضل ان تكون

جميع اجهزة الانارة بهذه الغرفة بما فيها الانارة المخفية ان وجدت قابلة للإعتام بحيث يستطيع المستخدم تخفيف شدتها حسب الحاجة.

لوحة مفاتيح الكترونية مرتبطة بنظام تحكم ذكي لاستدعاء المشهد المناسب بالضغط على الزر المناسب

لوحة تحكم الكترونية تعمل باللمس ويمكن استدعاء المشهد المناسب بالضغط على صورة مشهد الغرفة

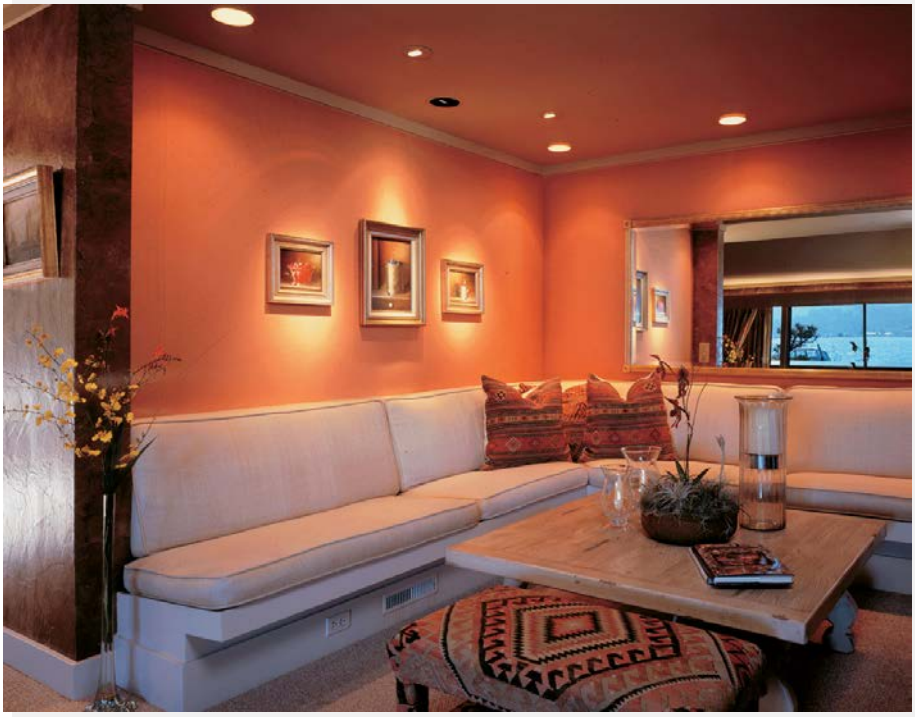
غرفة المعيشة

يتنوع النشاط بغرفة المعيشة من الجلوس مع الاهل الى القراءة والكتابة ومشاهدة التلفاز وغير ذلك من الانشطة اليومية للأسرة.

تختلف شدة الانارة المطلوبة في غرفة المعيشة حسب النشطا فبينما تتطلب القراءة الى شدة عالية فان مشاهدة التلفاز تتطلب شدة ضعيفة للانارة لذلك يفضل ان تكون جميع اجهزة الانارة قابلة للإعتمام بحيث يمكن للمستخدم تخييف شدة الانارة حسب الحاجة.

ينصح بان يكون هنالك انارة عامة للانشطة المختلفة في هذه الغرفة وانارة مركزة على التحف واللوحات الفنية وتبقى الانارة الديكورية اقل اهمية في هذه الغرفة من وجودها في صالة الاستقبال.

نظام التحكم بالانارة مهم جدا ولذلك لاختلاف متطلبات الانارة باختلاف النشاط في هذه الغرفة ويفضل بان يكون نظام تحكم ذكي.



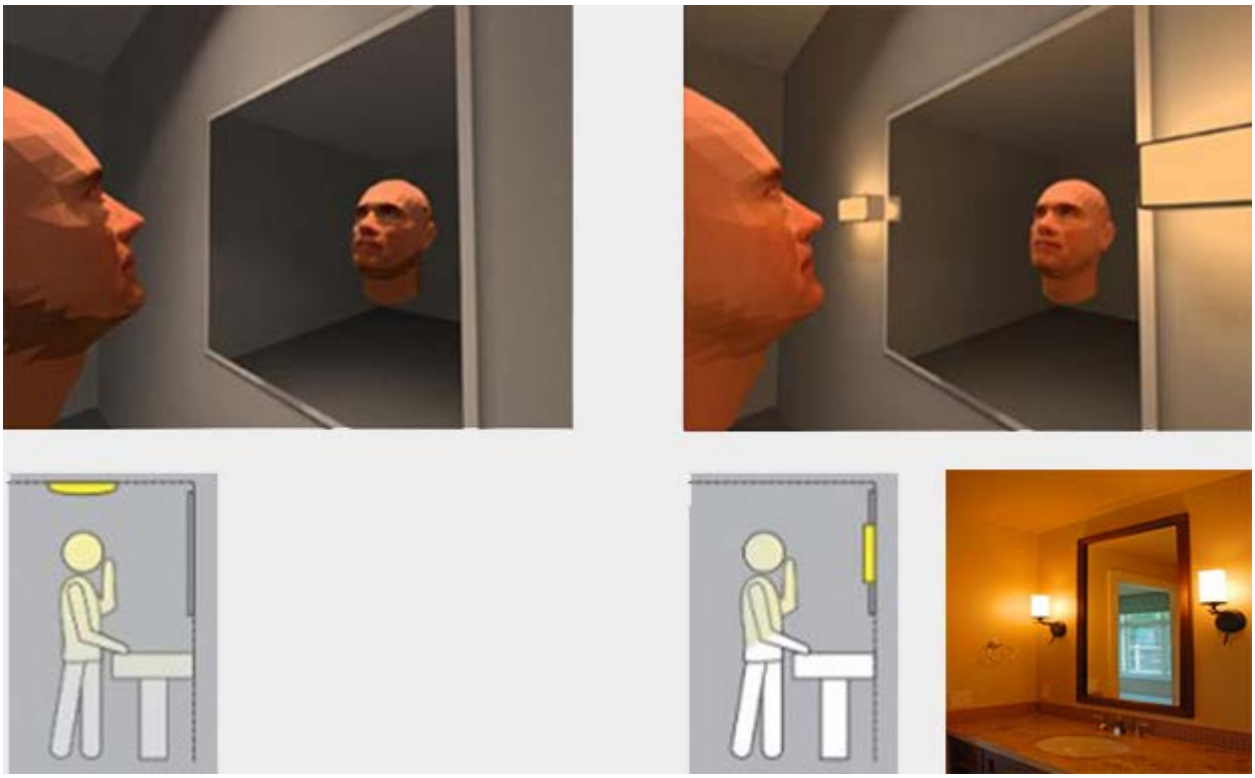
إنارة مركزة على الصور وانارة عامة في غرفة معيشة

الحمام– غرفة الملابس–المكياج

ان الخطاء الشائع في هذه الاماكن هو وجود انارة غاطسة بالسقف داون لايت وتعرف بالمصطلح الشائع (سبوت لايت) بجانب المرآة وهذا يسبب ظلال كبيرة وتزيد هذه الظلال عند وضع اليد على الوجه بحيث تعيق الرؤية الفعالة.

وتعتبر هذه المنطقة هي أكثر المناطق حاجة الى شدة انارة عالية بدون ظلال فهي التي يكون التركيز فيها على إيضاح الصورة بالمرآة ولتجنب الظلال ينصح وضع انارة جانبية على جانب المرآة او فوق المرآة بحيث ياتي الضوء من جميع الاتجاهات ويخفف الظلال تحت العيون والانف وعند وضع اليد على الوجه.

بالنسبة لمنطقة مغاسل الضيوف يمكن وضع انارة ديكورية مناسبة لهذه المنطقة. وإذا وجدت لوحة فنية او عنصر مهم فيمكن وضع انارة مركزة عليه.

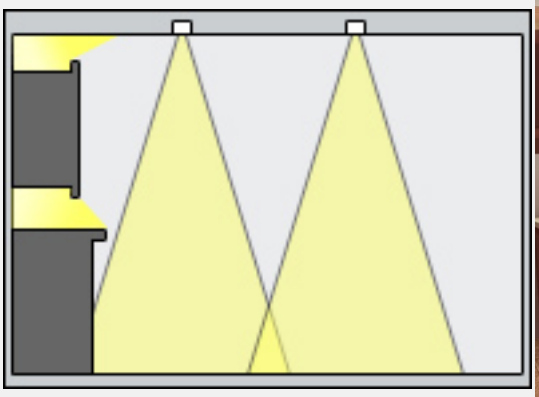


المطبخ

يتطلب النشاط بالمطبخ الى انارة عالية وذلك في حالات تحضير الطعام او تنظيف الصحون ويتم ذلك بوضع انارة عامة يمكن ان تكون غاطسة في السقف ويجب تركيز الانارة على مناطق العمل متل منطقة المنضدة (الكاونتر) لذلك ينصح بوضع انارة تحت الخزائن تضيء هذه المنطقة وينصح ايضا بوضع انارة مخفية فوق الخزائن فهي تزيد الانارة العامة وتقلل الظلال وتحسن من شكل الانارة بالمطبخ.

انارة عامة ومركزة بدون انارة إضافية تحت الخزائن

الانارة تحت الخزائن تزيل الظلال وتحسن من الرؤية



انارة فوق الخزائن تزيد الانارة العامة وتقلل من الظلال وتحسن من شكل الانارة بالمطبخ

إذا احتوى المطبخ على طاولة طعام فينصح بوضع إنارة مركزة عليها تكون متدلية من السقف او غاطسة فيه كذلك يمكن وضع انارة مركزة على اي عنصر اخر مهم في المطبخ.

إنارة مركزة على طاولة الطعام من إنارة غاطسة او متدلية

غرفة الطعام

ينصح بوضع انارة فوق طاولة الطعام قد تكون غاطسة او متدلية واذا تم اختيارها متدلية يجب ان يكون شكلها ديكوري مناسب لغرفة الطعام بحيث تكون انارة ديكورية ومركزة في نفس الوقت. ويمكن ان تحتوي غرفة الطعام على انارة عامة مخفية بالديكور اذا كان تصميم السقف يسمح بوضع انارة مخفية فيه كما ينصح ايضا بوضع انارة مركزة على اللوحات الفنية والتحف ان وجدت.

اذا كانت غرفة الطعام كبيرة يمكن وضع انارة ديكورية جدارية تكون متناسقة مع الاثاث.

إنارة متدلية على الطاولة وجدارية على الحائط

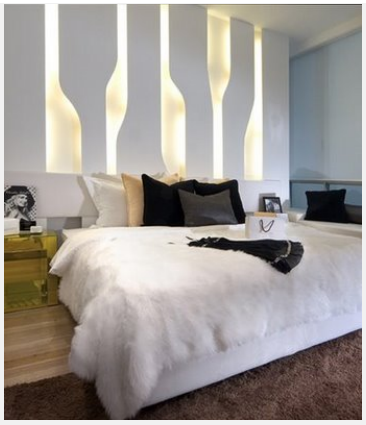
لكن عدم وجود انارة مركزة يجعل الزهور واللوحات الفنية تبدوا باهتة

إنارة متدلية مركزة على الطاولةس

غرفة النوم

تختلف متطلبات الانارة في غرف النوم من انارة هادئة وخفيفة قبل النوم الى انارة اعلى وذلك في حال القراءة لذلك ينصح بان يكون هنالك مستويات متعددة من الانارة العامة الهادئة التي يمكن الحصول عليها من انارة مخفية في السقف او انارة غير مباشرة من أجهزة إنارة ديكورية وتعطي نور هاديء تسمى لامب شيد وتعني بمظلة المصباح (lamp shade) وقد تكون على الطاولة او الجدار او على عامود.

توضع الانارة المركزة على اللوحات الفنية والتحف ويجب ان تكون جميع انواع الانارة قابلة للاعتام حتى يتمكن المستخدم من اختيار شدة الانارة المطلوبة



إنارة غير مباشرة مخفية في الجدار

إنارة اللامب شيد على طرفي السرير

اللوحات الفنية تحتاج الى انارة مركزة

الموزع والممرات والدرج

يكون النشاط في هذه الفراغات هو العبور من مكان لاخر لذلك لا تحتاج هذه الفراغات الى إنارة عالية وإنما إنارة قليلة تختلف تصميم الانارة لهذه الاماكن بحسب حجم الممر فاذا كان الممر كبير وله سقف مضاعف الارتفاع مثل مدخل بعض الفلل فينصح بوضع نجفة كبيرة ديكورية في منتصف السقف .

يمكن ان تتم انارة هذه الفراغات بانارة غير مباشرة بالسقف او عن طريق اجهزة جدارية تعطي انارة للسقف (كشافات) ويمكن ان تكون هذه الكشافات غاطسة بالجدار وتنير السقف.

إنارة غير مباشرة من كشافات توضع على الجدار

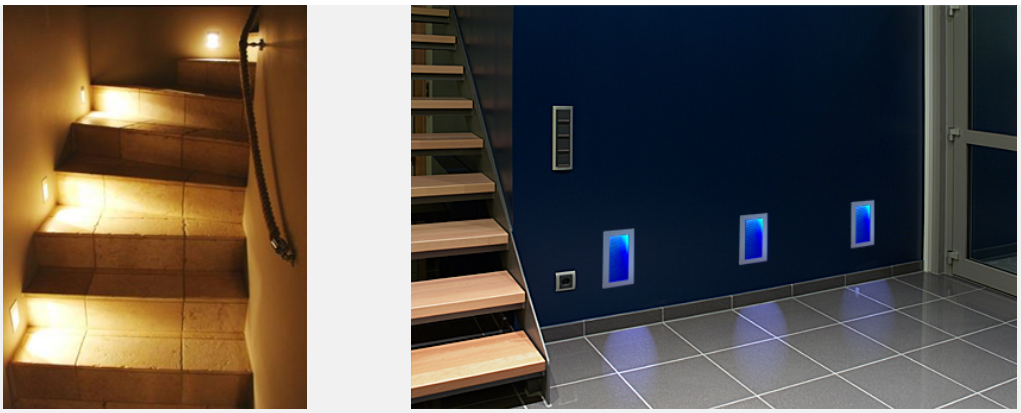
إنارة غير مباشرة من كشافات غاطسة بالجدار

جهاز انارة غاطس بالجدار لانارة السقف

بعض هذه الفراغات تحتوي على لوحات فنية لذلك ينصح بوضع انارة مركزة على هذه اللوحات الفنية او القطع الديكورية.

الانارة المركزة على اللوحات الفنية في الممرات ومدخل المنزل

يمكن ان تتم انارة الممرات والدرج بانارة توضع على الجدار لانارة الارضية وفي حال اختيار هذه الطريقة يجب ان يتم اختيار اجهزة انارة لاتعطي حرارة لكي لا تحرق يد الاطفال لانها تكون منخفضة جدا وقريبة من ايديهم.



إنارة غاطسة في الجدار تنير الارضية أو الدرج

أختيار أجهزة الانارة

لا تغني هذه النصائح عن استشارة مهندس متخصص في تصميم الانارة وتبقى نصائح عامة ولكنها مهمة جدا لتدارك بعض الاخطاء الشائعة.

اجهزة الانارة العامة– جهاز الداون لايت

يطلق اسم سبوت لايت وهو اسم شائع ولكنه غير دقيق والمصطح الصائب هو داون لايت لان له انتشار عريض للضوء وتعتير اجهزة الداون لايت التي تستخدم مصابيح الهالوجين والكومباكت فلورسنت (الفلورسنت المدمج) وفي الفترة الاخيرة انتشرت مصابيح جديدة اسمها ليد (LED).

إن اهم ميزة لاجهزة الداون لايت الجيدة هو وجود عاكس يمنع الوهج ويجعل منظر النور في الجهاز مخفي وغير ظاهر وبذلك تكون مريحة للعين وتجعل انارة المكان جيدة بالمقارنة مع الاجهزة الرديئة والتي ليس لها عاكس.

أهم ميزات العاكس انه يخفي المصباح (اللمبة) ويمنع الوهج

أجهز إنارة لها عاكس لتمنع الوهج

أجهزة إنارة بدون عاكس (غير مريحة للنظر لانها تسبب الوهج)

تنتشر الاجهزة التي ليس لها عاكس بشكل كبير في المحلات التي تبيع اجهزة انارة وذلك بسبب عدم معرفة اغلب الزبائن والباعة بمواصفات الاجهزة الجيدة للانارة.

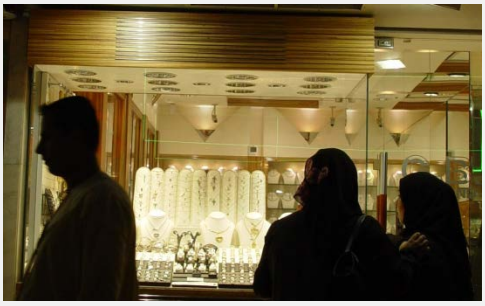
إن الاجهزة التي لها عاكس تقلل او تمنع الوهج وتجعل المكان مريحا بل واكثر من ذلك فهي تساهم بشكل كبير بمظهر انارة جذاب وبالمقابل فان الاجهزة التي ليس لها عاكس تسبب وهج وتسبب تشوه للانارة بالغرفة فهي تبدوا أكثر نصوعا من اللوحات الفنية والتحف وبالتالي فان رؤية هذه العناصر المهمة لن تكون واضحة بالشكل المطلوب.

أجهزة إنارة مريحة لها عاكس

(لا تسبب الوهج)

أجهز إنارة غير مريحة بدون عاكس

(تسبب الوهج)



أجهزة إنارة مريحة لها عاكس

(لا تسبب الوهج)

أجهز إنارة غير مريحة بدون عاكس

(تسبب الوهج)

اجهزة الانارة العامة – أجهزة لمبات الفلورسنت واليد (LED)

تتميز المصابيح (اللمبات) بميزة تسمى ميزة إظهار الالوان الحقيقية بالمقارنة مع ضوء الشمس الطبيعي فمصابيح الهالوحين لها ميزة إظهار الالوان 100 اي انها تظهر الالوان بنسبة 100% بالمقارنة مع ضوء الشمس ولكن المصابيح الاخرى لها قيم مختلفة تختلف باختلاف جودة الصناعة فمصابيح الفلورسنت متواجدة بقيم من 60-80 % لذلك لا ينصح باخذ النوع الرديء والذي يظهر الالوان بصورة رديئة بالمقارنة مع ضوء الشمس مثل 60% بل ينصح باخذ النوع الذي لا يقل عن 80%.

الالوان تظهر اكثر طبيعية باستخدام مصابيح لها معامل اظهار الوان 80%

الالوان لاتظهر طبيعية باستخدام مصابيح لها معامل اظهار الوان 60%

وهنالك خاصية اخرى وهي خاصية لون الضوء فقد يكون لون الضوء ابيض مصفر او ابيض عادي او ابيض مزرق ويتم اختيار اللون المناسب حسب الرغبة وهنالك رقم درجة حرارة اللون يعبر عنه بالكالفن ويعتبر الرقم اقل من 3200 هو لون ابيض مصفر بينما يكون اللون الابيض العادي 4000 كالفن واكبر من 4000 يكون ابيض مزرق والشكل التالي يبين فروقات الالوان مع قيمها.

لون ابيض مزرق له درجة 6500 كالفن

لون ابيض عادي له درجة 4000 كالفن

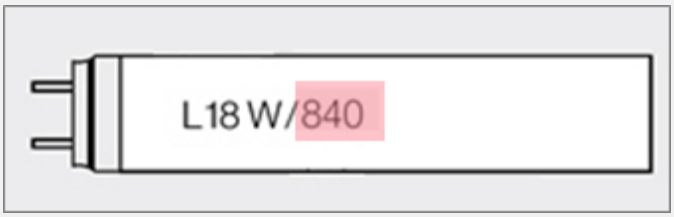
لون ابيض مصفر له درجة 3000 كالفن

هنالك رقم (كود) يكتب على لمبات الفلورسنت والفلورسنت المدمج ويوضح هذا الرقم معامل خاصية اظهار الالوان ولون الوضوء ويكون هذا الكود مكون من ثلاث ارقام XYY ويكتب بعد استطاعة الجهاز بالوات.

يعبر الحد الاول X عن معامل خاصية اظهار الالوان بعد ضربه بالرقم 10

بينما يعبر الحد الثاني والثالث YY عن لون الضوء بعد ضربه بالرقم 100

فلو فرضنا ان الكود هو 830 فيعني ان خاصية اظهار الالوان 80% وان لون الضوء هو 3000 كالفن وطبعا لاينصح باخذ اي مصباح يبدأ باقل من الرقم 8 لان معامل اظهار اللون مهم جدا بينما درجة حرارة اللون تعتير حسب الرغبة ويبين الشكل التالي هذا الكود واين يوجد على المصابيح.



الرقم هو 840
الرقم الاول هو 8 ويعني ان خاصية اظهار اللون هي 80%
الرقم الثاني هو 40 ويعني ان درجة حرارة اللون هي 4000
لون الضوء هو ابيض عادي

عند استخدام جهاز الفلورسنت في الانارة المخفية فيجب ان تكون ابعاد الكورنيش او الكوف على الاقل 15 سم او اكثر وإذا كانت اقل من 15 سم فان الانارة لن تنتشر بشكل يجعها تنير الغرفة ويمكن ان يكون هذا الارتفاع اقل في حال استخدام مصابيح اصغر مثل مصابيح الليد (LED).

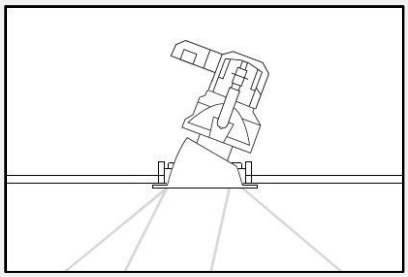
يجب مراعاة ابعاد الكوف للانارة المخفية

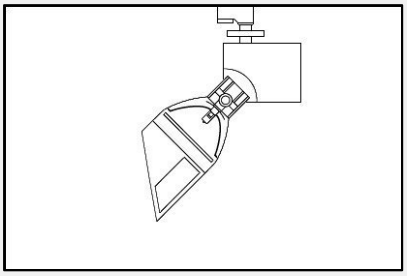
اجهزة الانارة المركزة–جهاز السبوت لايت

تسمى هذه الاجهزة سبوت لايت وذلك لان لها حزمة ضيقة وتستخدم للانارة المركزة بعكس احهزة الداون لايت التي تستخدم للانارة العامة.

هنالك انواع عديدة من هذه الاجهزة فمنها ما هو غاطس بالسقف مثل الداون لايت وميزته بانه مخفي بالسقف ولكن من مساؤه بانه محدد الحركه فهو يميل بزاوية 30 درجة فقط.

أما النوع الثاني فهو ظاهر وقد يكون متحرك على سكة تكون غاطسة بالسقف ويمكن امالته بردجات اكبر مما يجعل حر الحركة وهذا النوع يعتبر ملائم اكثر في حال تغيير مكان العنصر المراد تركيز الانارة عليه.





جهاز انارة مركزة غاطس بالسقف يمكن امالته بحد اقصى بمقدار 30 درجة

جهاز انارة مركزة حر الحركة

اذا تم اختيار النوع الاول فيجب التاكد بانه يمكن امالتها حتى 30 درجة وتدويرها بكافة الاتجاهات كما يجب ان يكون لها عاكس يمنع الوهج ويخفي النور بالسقف

جهاز انارة مركزة له عاكس يمنع الوهج

إختيار الحزمة المناسبة للانارة المركزة

أجهزة الانارة المركزة لها انواع مختلفة من الحزم الضوئية تقاس بالدرجات وهي كالتالي

الحزمة الضيقة جدا تكون اقل من 10°

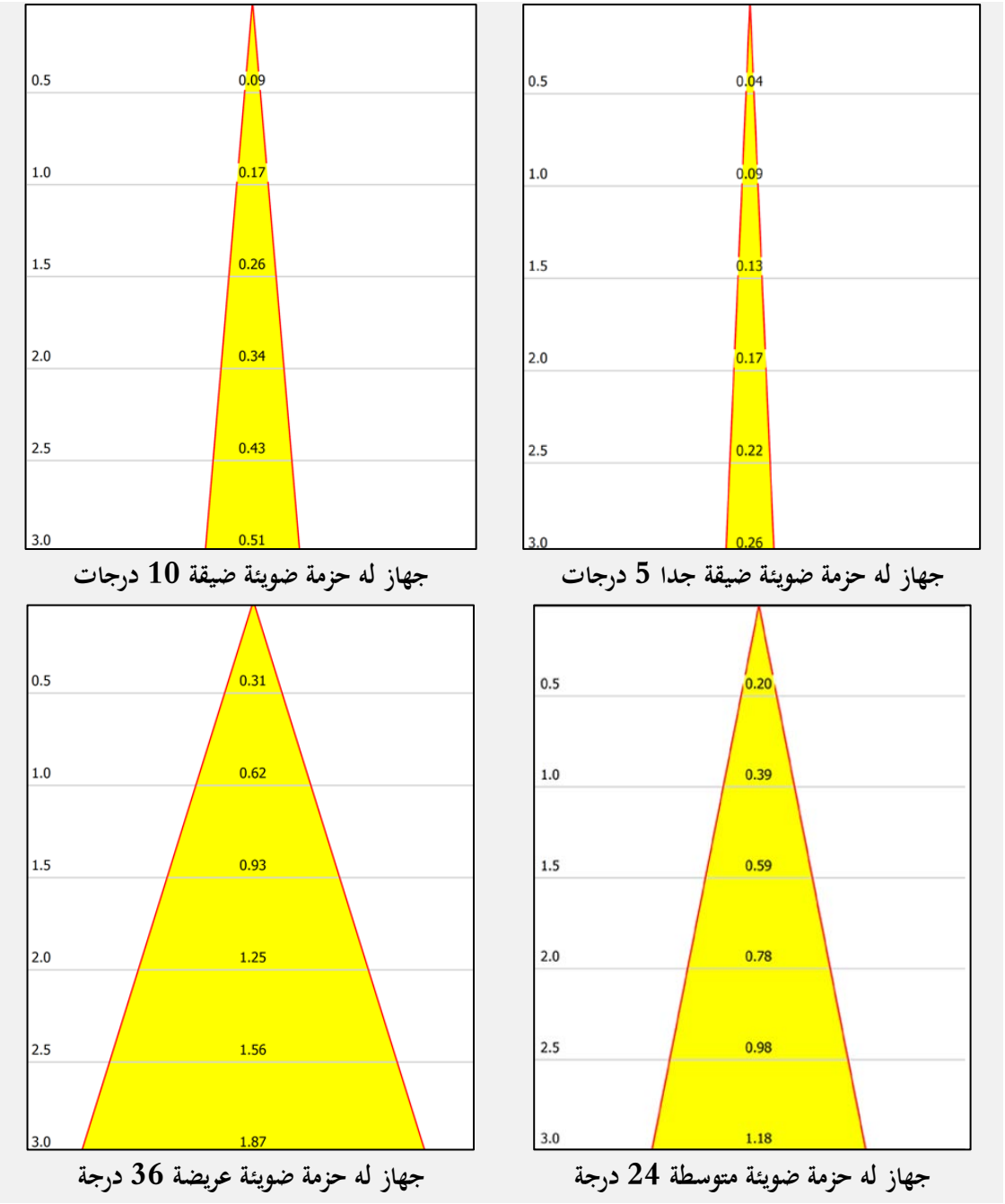
الحزمة الضيقة تكون بين 10° و 20°

الحزمة المتوسطة تكون بين 20° و 30°

والحزمة العريضة تكون بين 30° و 40°

ويتم اختيار الحزمة المناسبة حسب حجم العنصر المراد انارته وبعد هذا العنصر عن مصدر الضوء فمثلا لو كان العنصر صغير جدا فتكون الحزمة المناسبة هي الحزمة الضيقة جدا ولمعرفة التوزيع الضوئي يمكن الاستعانة بالجدول

التالي حيث يبين كل شكل على حجم الضوء عند بعد معين لكل حزمة



جهاز له حزمة ضويئة ضيقة جدا 5 درجات

جهاز له حزمة ضويئة ضيقة 10 درجات

جهاز له حزمة ضويئة متوسطة 24 درجة

جهاز له حزمة ضويئة عريضة 36 درجة

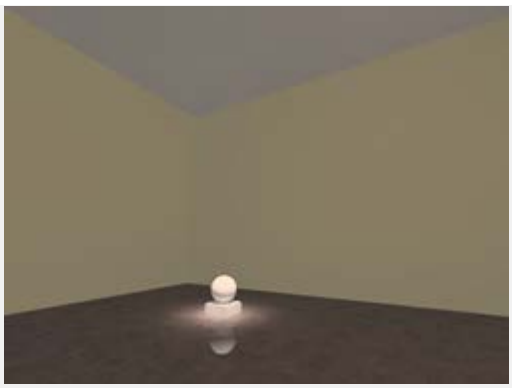
فمثلا من شكل الحزمة الضيقة جدا نشاهد ان حجم الضوء المنتشر على بعد ثلاثة امتار من مصدر الضوء هو 26 سم اما على بعد مترين فتكون هذه الحزمة 17 سم. ويكون حجم الحزمة المتوسطة التي لها زاوية 24 درجة على بعد مترين هو 78 سم .

ويلخص الجدول التالي اهم الابعاد للاشكال السابقة:

	بعد العنصر عن الضوء بالامتار				
الحزمة الضوئية	1	1.5	2	2.5	3
5 درجات	9 سم	13 سم	17 سم	22 سم	26 سم
10 درجات	17 سم	26 سم	34 سم	43 سم	51 سم
24 درجة	39 سم	59 سم	78 سم	98 سم	118 سم
36 درجة	62 سم	93 سم	125 سم	156 سم	187 سم

مثال على الانارة المركزة لجسم على الارض او على طاولة

إذا فرضنا ان هنالك عنصر صغير بحجم 25 سم موضوع على الارضية وجهاز الانارة موضوع بالسقف الذي له ارتفاع ثلاثة امتار فنلاحظ من الجدول السابق ان اقرب حزمة ضوئية هي التي له زاوية بمقدار 5 درجات فعندها يمكن اختيار جهاز له حزمة ضوئية بمقدرا خمس درجات او اقرب ما يكون لهذه الدرجة ويمكن وضع الجهاز فوق العنصر مباشرة او يبعد عنه بمقدار متر واحد لا اكثر.



عنصر صغير تمت انارته بحزمة ضيقة جدا 5°

ولو فرضنا ان هذا العنصر الصغير الذي حجمه 25 سم موضوع على طاولة ارتفاعها 75 سم وجهاز الانارة موضوع على سقف ارتفاعه 2.75م فيكون بعد الجهاز عن العنصر هو متران وذلك لسبب ان

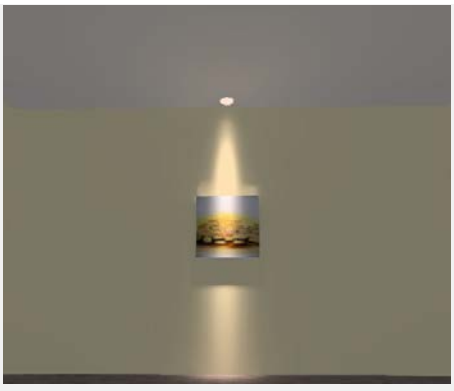
العنصر موضوع على الطاولة فنجد من الجدول التالي ان اقرب بين 5 و10 درجات طبعا هذه الحسابات تقريبية وليس بالضرورة ان تكون دقيقة وانما تكون اقرب ما يكون.

عنصر صغير على طاولة تمت انارته بحزمة ضيقة جدا $5°$

مثال على الانارة المركزة للوحة فنية او صورة على الحائط

عند وضع انارة مركزة على الحائط يجب الانتباه الى الملاحظات التالية

- يجب ان يكون بعد الجهاز عن الجدار هو نصف بعد منتصف الصورة عن السقف حتى يتم التوزيع الجيد للضوء والا فان الضوء لن يتوزع بشكل جيد.



توزيع غير جيد للضوء

توزيع جيد للضوء

يجب ان يكون بعد الجهاز عن الجدار هو نصف بعد ارتفاع الصورة عن السقف حتى يتم التوزيع الجيد للضوء

لوكان بعد منتصف الصورة عن الجدار هو 150 سم فيكون البعد المقترح لجهاز الانارة عن الجدار هو 75 سم وبشكل عام لارتفاعات الغرف بحدود 3 امتار ينصح ان يكون بعد الجهاز عن الجدار من 75 سم الى 85 سم.

- يجب ان يتم اختيار حزمة ضوئية مناسبة لحجم الصورة او اللوحة الفنية ويمكن الاستعانة بالجدول السابق.

حزمة متوسطة لصورة كبيرة 120 سم

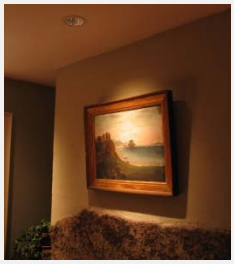
حزمة ضيقة جدا لصورة صغيرة جدا 30 سم

- يجب ان تكون شدة الانارة المركزة خمس اضعاف الانارة العامة وتعتبر احسن طريقة لاختيار اجهزة الانارة المناسبة هي استخدام برامج حسابات الانارة لذلك ينصح بالاستعانة بمصمم انارة او الاستعانة بخبرات شركات الانارة حتى تتم اختيار الحزمة المناسبة وشدة الانارة المناسبة مع اختيار استطاعة الجهاز (الوات) الذي يحقق انارة عامة وانارة مركزة جيدة ومناسبة للتطبيق المناسب.

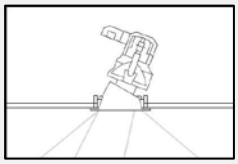
ملخص لاهم النصائح العامة

1. ينصح باستخدام انارة حسب النشاط فغرفة الاستقبال تحتاج انارة مختلفة عن المطبخ او غرفة المعيشة.
2. ينصح بالتقليل من الظلال بالحمام باستخدام الانارة المناسبة

3. ينصح باستخدام الانارة المركزة لاظهار العناصر المهمة من التحف واللوحات الفنية بطريقة جذابة.



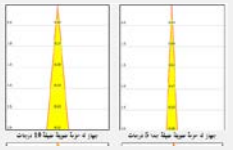
4. ينصح باستخدام اجهزة انارة لها عاكس لكي تمنع الوهج وتجعل الانارة مريحة.



5. ينصح باستخدام نظام تحكم ذكي حتى يتم التحكم بمشهد الانارة المناسب حسب الاستخدام.

6. ينصح باستخدام مصابيح الانارة التي تظهر الالوان بشكل جيد والابتعاد عن المصابيح التي لها معامل اظهار الوان اقل من 80%

7. إستخدام الحزمة الضوئية المناسبة للانارة المركزة حسب حجم العنصر المراد انارته وبعد العنصر عن جهاز الانارة



8. إستشارة شركات متخصصة او مصممي اضاءة فهم لديهم الخبرة ويستعنون بادوات كثير منها برامج الكومبيوتر الحديثة.

مع تمناتي لكم بالتوفيق

2012-7-25