

# تجهيزات مباني (2)

الدكتور المهندس  
علاء الدين أحمد حسام الدين

4

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

## 2. مصطلحات عامة.

- a. التجانس **Uniformity**.
- b. التباين **Contrast**.
- c. الوهج **Glare**.
- d. عامل الوهج الموحد **UGR**.

## a. تجانس الإنارة Uniformity:

هو مدى تقارب قيم مستويات الإنارة على سطح معين. فمثلاً غرفة سوية الإنارة فيها **200 lux** فهذا يعني أن القيمة الوسطية التي نريد الحصول عليها هي **200 lux**. ولكن سنحصل في الغرفة على قيم مختلفة منها ما هو أقل من **200 lux** ومنها ما هو أعلى ويصل إلى **257 lux**. لذلك يتم حساب القيمة الوسطية  $E_{av}$ ، وهي قيمة متوسط جميع مستويات الإنارة على ذلك السطح، كما يتم تحديد القيمتين الصغرى والعظمى وعامل التجانس كما في الجدول:

قيمة الإنارة الوسطية	قيمة الإنارة الصغرى	قيمة الإنارة العظمى	عامل التجانس	نسبة القيمة الصغرى إلى القيمة العظمى
$E_{av}$ [lux]	$E_{min}$ [lux]	$E_{max}$ [lux]	$\eta_0 = E_{min}/E_{av}$	$E_{min}/E_{max}$
227	164	257	0.722	0.638

نلاحظ أن قيمة عامل التجانس عالية جداً لأنها أكبر من 0.5 والعين لا تلاحظ أي فرق في مستويات الإنارة عند قيمة تجانس 0.5 وما فوق.

## ملاحظات...

✓ يجب أن تكون الإنارة متجانسة دائماً، ولكن تجانس الإنارة قد يكون مرغوب به أكثر في المكاتب والأماكن الوظيفية مثل المصانع والمطارات والمستشفيات وفي أي مكان نحتاج فيه إلى تجنب الظلال، عندها يفضل ألا يقل تجانس الإنارة في المكان عن 0.5 وربما نحتاج إلى قيمة تجانس لا تقل عن 0.7 على نفس سطح العمل (طاولة المكتب)، والتي عادةً ما تكون صغيرة ولا تتجاوز متر مربع واحد.

✓ في تطبيقات أخرى قد لا نحتاج إلى تجانس الإنارة بل على العكس تماماً يمكن أن يشوه تجانس الإنارة المكان إذا كان المطلوب التركيز على عناصر أكثر من عناصر أخرى كالمتاحف والمعارض.

✓ في الأماكن التي لا تحتاج إلى عامل تجانس عالي (الممرات، المطاعم، الفنادق، المحلات، المعارض...) ليس هناك أية مشكلة في أن تصل نسبة التجانس إلى 0.2 أو حتى أقل، ولكن عندها يجب ألا تكون نسبة التباين عالية جداً بحيث تؤثر على الأداء البصري.



تجانس قليل للإضاءة في هذا الممر



تجانس عالي للإضاءة في هذه الصالة

## b. التباين Contrast:

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



**مثال:** الصورة المبينة هي لحمام له جدران وأرضية سوداء، أما المغاسل فهي بيضاء. كما نلاحظ جزء من الجدار ناصع وجزء آخر مظلم. بفرض أن سوية الإنارة هي **200 lux** على القطع البيضاء و **200 lux** على جزء الجدار الناصع و **50 lux** على جزء الجدار المظلم فستكون القيم التقريبية للنصوع كما يلي:





سوية الإنارة × عامل الانعكاس

= النصوع

$\pi$

المغاسل المضاءة  $80 \text{ cd/m}^2$

الجزء الناصع من الجدار  $8 \text{ cd/m}^2$

الجزء المظلم من الجدار  $2 \text{ cd/m}^2$

التباين بين القطع البيضاء والجزء الناصع  $8/80=1/10$

التباين بين القطع البيضاء والجزء المظلم  $2/80=1/40$

نلاحظ ان التباين بين القطع البيضاء والجزء المظلم عالية جداً  $1/40$  وهذا مجهد للعين إذا كان النشاط يتطلب أن تبقى في هذا المكان لفترات طويلة. ففي المكاتب مثلاً من غير المرغوب وجود تباين أعلى من  $1/10$  لأنه يؤثر جداً على النشاط ويجهد العين.



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



نسبة تباين عالية تجعل  
التفاصيل غير واضحة  
وتجهد العين

توصي المواصفات القياسية العالمية بتقليل نسب التباين للإضاءة العامة وخصوصاً للمكاتب، حيث توصي بما يلي:

- أن يكون مستوى الإضاءة على الجدران **50-60 %** من إضاءة سطح العمل.
- أن يكون مستوى الإضاءة على السقف **30-90 %** من إضاءة سطح العمل.

فمثلاً لو كان على سطح العمل **500 lux** فإن مستوى الإضاءة على الجدران يجب أن يكون بحدود **250-300 lux**.

## c. الوهج (Glare).

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

هو تباين عالي جداً بين سطحين مختلفين في النصوص مثل وجود ضوء شديد النصوص مع خلفية مظلمة. للتبسيط نقدم المثال التالي:

إذا قام شخص بتشغيل أضواء السيارة الأمامية على العالي في النهار فإن المارة لن يتضايقوا من الضوء لعدم وجود تباين كبير، فخلفية هذا الضوء وما حوله أماكن مضيئة عن طريق ضوء النهار. بينما إذا تم تشغيل هذه الأضواء ليلاً فإنها ستكون مزعجة جداً لوجود تباين كبير جداً حيث أن خلفية هذه الأضواء وما حولها ظلام وسيقود الأمر سوءاً إذا كان الإنسان في خارج المدن حيث لا توجد إنارة للشوارع، ويكون الظلام دامس فيكون الفرق بين الضوء وما حوله كبيراً جداً



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



في النهار التباين قليل لذلك  
ضوء السيارة لا يسبب وهج

إذاً: الوهج هو تباين عال في مستويات النصوص (ضوء ساطع مع خلفية مظلمة). وللوهج نوعان:

1. الوهج المعيق Disability Glare.

2. الوهج غير المريح Discomfort Glare.

**الوهج المعيق:** هو الوهج الشديد الذي يعيق الشخص عن الرؤية، ويكون في الأماكن الخارجية فمثلاً لا نستطيع أن نرى الأشياء عند وجوده.

**أما الوهج غير المريح:** فهو وهج أخف من النوع الأول وقد يتواجد في الأماكن الداخلية، ويقسم إلى نوعان:

1. وهج مباشر.

2. وهج منعكس.

## كيف يتم حجب الوهج المباشر الناتج عن أجهزة الإنارة؟

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

1. استخدام الشرائح المعدنية **Louvers**.
2. استخدام المواد شبه الشفافة الناعمة.
3. استخدام عاكس يحجب الجزء العلوي من الضوء.
4. استخدام الإنارة غير المباشرة.

## 1. استخدام الشرائح المعدنية **Louvers**:



الشرائح المعدنية لحجب  
وهج المصابيح الكهربائية



الشرائح المعدنية لحجب وهج الشمس  
تستخدم في بعض الأماكن الداخلية



## 2. استخدام المواد شبه الشفافة الناشرة:



ناشر من الأوبال Opal diffuser  
للتخفيف من وهج المصابيح الكهربائية



المواد شبه الشفافة (الستائر) للتخفيف  
من شدة وهج الشمس في الأماكن الداخلية

### 3. استخدام عاكس يحجب الجزء العلوي من الضوء:

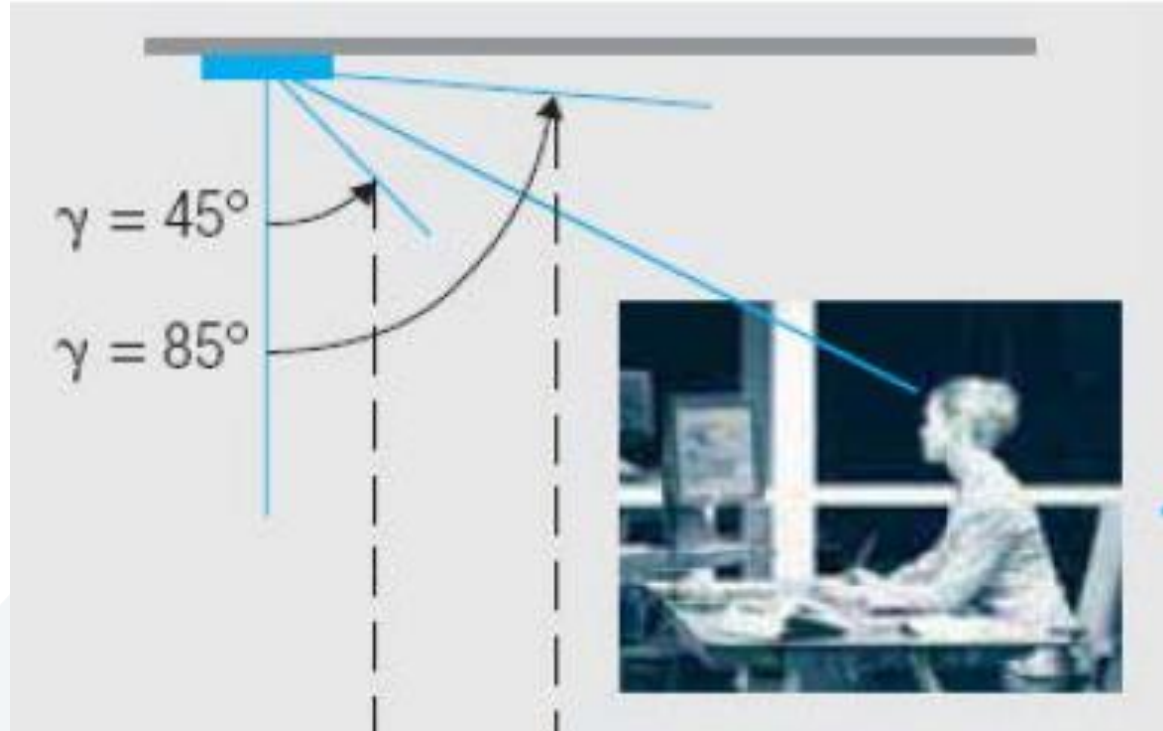


أجهزة تحجب الوهج المباشر

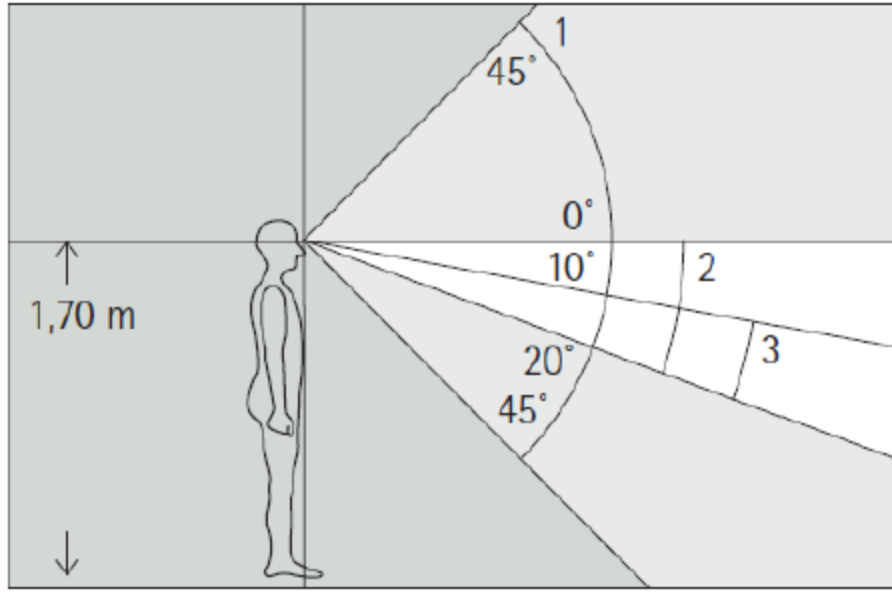


أجهزة تسبب الوهج المباشر

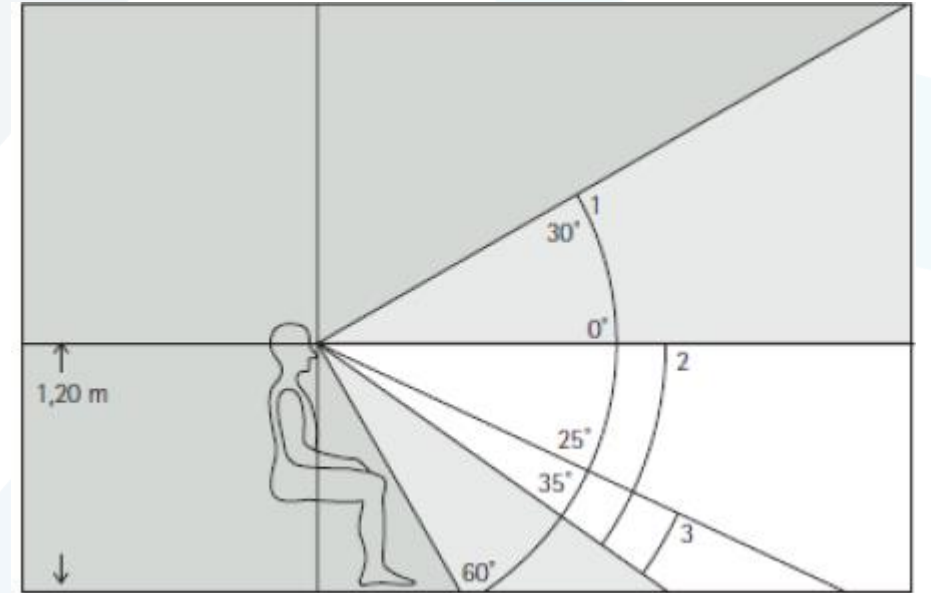
يتم الحد من الوهج في أجهزة الإنارة بحجب الجزء العلوي من الضوء عن طريق العاكس كما هو مبين بالشكل. الضوء الذي ينتج بين الزاوية  $45^\circ$  والزاوية  $85^\circ$  هو الذي يزعج الأشخاص في الأماكن الداخلية، وإذا تم حجب الضوء أو تقليله في هذا الجزء من أجهزة الإنارة فإن نصوص أجهزة الإنارة ستكون قليلة.



وقد تم تحديد هذه الزوايا لأن مجال الرؤيا للإنسان في الحالة الطبيعية هي  $30^\circ$  لإنسان جالس، و  $45^\circ$  للإنسان الواقف، كما في الشكل:



مجال الرؤيا الطبيعي للإنسان الواقف



مجال الرؤيا الطبيعي للإنسان الجالس



لذلك إذا تم حجب الضوء في الزوايا المذكورة سابقاً فإن الجهاز يصبح مريح ويكون التباين بين الأجهزة والسقف قليل.

منطقة حجب الضوء ومنطقة انتشاره

## d. عامل الوهج الموحد UGR Unified Glare Rating

من الطبيعي أن تخفيض الوهج في الأماكن الداخلية يجعل الرؤيا مريحة ويحسن من أداء الأشخاص في المكان. ولا يعتمد الوهج على أجهزة الإنارة فقط بل أيضاً على ألوان الجدران والسقف، فالتباين العالي بين مستويات النصوص يسبب وهج، فمثلاً إذا استخدمنا أجهزة إنارة عادية في غرفة لها سقف أسود سيكون التباين أعلى مما لو كان السقف أبيض، كما في الشكل.



التباين أقل في الأسقف الفاتحة حتى بوجود  
أجهزة لا تحجب الوهج



التباين عال في الأسقف الداكنة إذا كانت  
الأجهزة لا تحجب الوهج

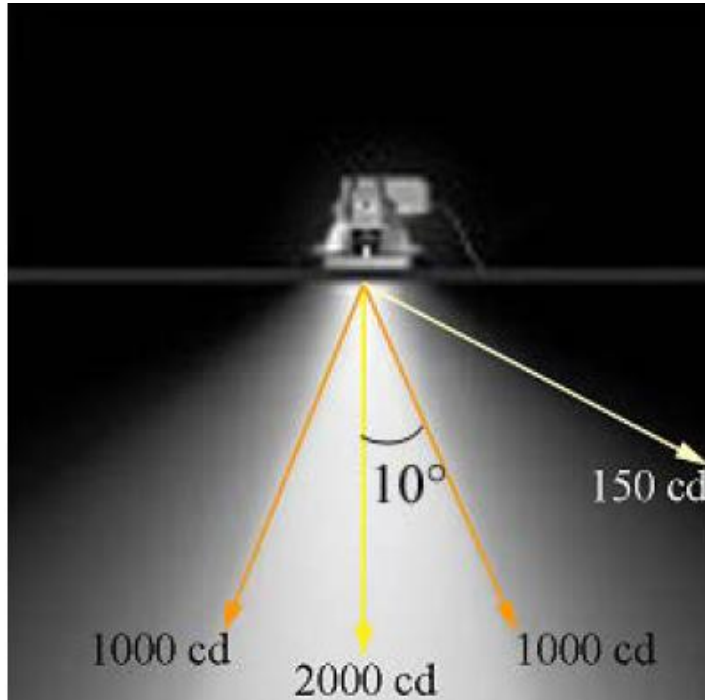
لذلك وضعت المواصفات العالمية معيار سمته عامل الوهج الموحد **UGR** لمعرفة حدود الوهج في الإنارة الداخلية. ويعتمد هذا العامل على لون السقف والجدران، وكذلك نصوع أجهزة الإنارة (**المصابيح**)، ومكان اتجاه الرؤيا للأشخاص في هذه الأماكن. ويأخذ هذا العامل القيم:

**28 , 25 , 22 , 19 , 16 , 13**

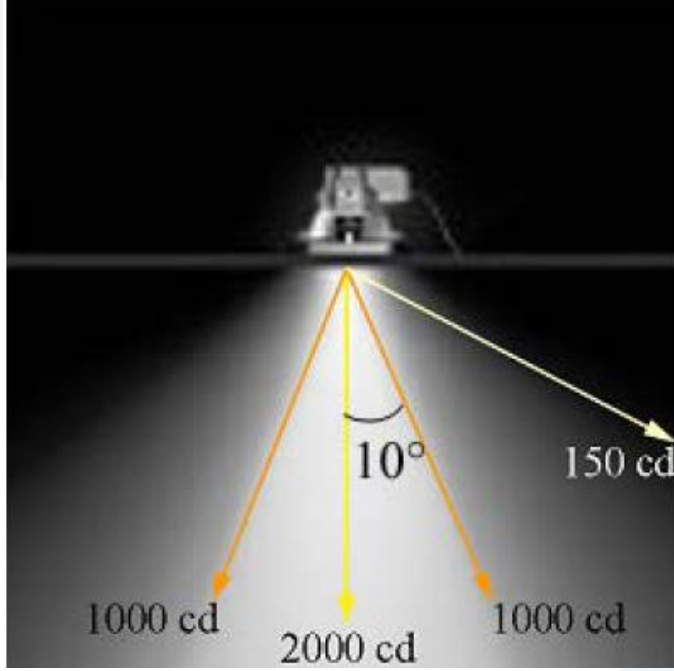
حيث يدل الرقم الأصغر على أن الوهج أقل. وكلما زادت قيمة هذا العامل زاد الوهج.

## زاوية الشعاع (الحزمة الضوئية) Beam Angle

هي الزاوية التي ينتشر فيها الضوء المركز بين الشدة الضوئية ونصف الشدة الضوئية العظمى لعواكس أجهزة الإنارة أو للمصابيح ذات العاكس.

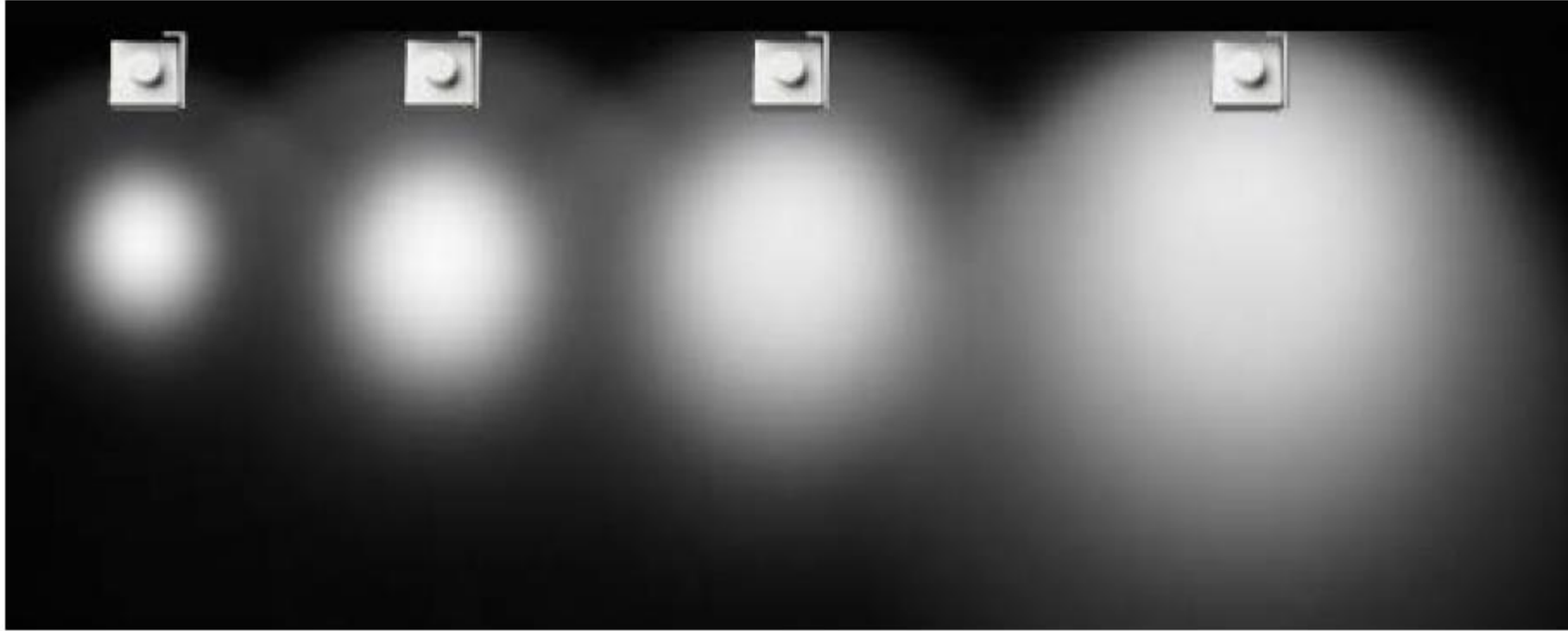






مثلاً لو كانت الشدة العظمى  $I_{max}=2000$  [cd] فزاوية الشعاع يكون عند  $50\%$  من قيمة الشدة العظمى وهي  $I_{max}=1000$  [cd].

نلاحظ من الشكل أن نصف زاوية الشعاع لجهاز الإنارة تقع بين خط الشدة العظمى وخط نصف قيمة الشدة العظمى وهي في هذه الحالة  $10^\circ$ ، وطبعاً زاوية الشعاع كاملة هي  $2 \times 10^\circ$  (يمين ويسار خط القيمة العظمى).



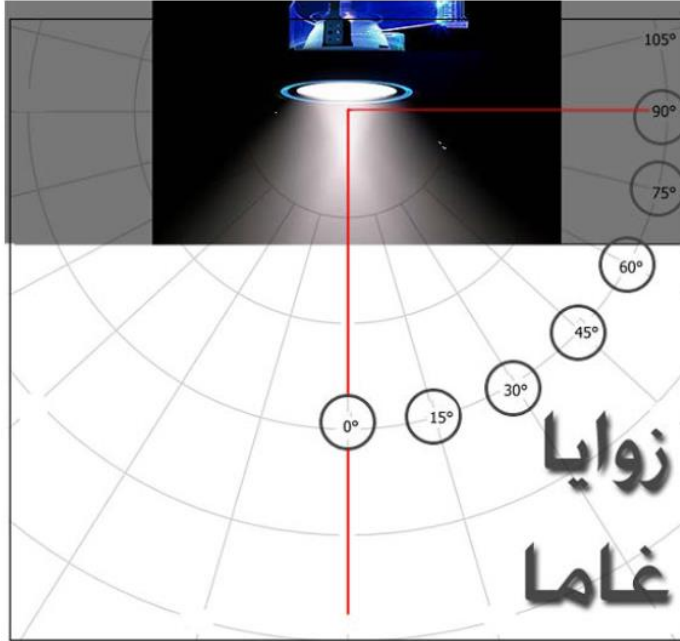
حزمة ضيقة جدا

حزمة ضيقة

حزمة متوسطة

حزمة عريضة جدا

## زاوية حجب الضوء (حجب النصبوع) Cut-off Angle



هي الزاوية التي تحجب الضوء لكي تخفف من نصبوع الأجهزة. فالمحافظة على نصبوع منخفض للأجهزة في زاويتي غاما  $45^\circ$  و  $90^\circ$  يجعل الجهاز مريح ويخفف الوهج بشكل كبير. وزوايا غاما هي الزوايا التي تستخدم لقياس الشدة الضوئية بحيث تكون الزاوية تحت الجهاز مباشرة هي الزاوية صفر.

يبين الشكل زوايا غاما- الزاوية صفر تحت الجهاز مباشرة، والزاوية  $90^\circ$  تكون متعامدة مع خط الزاوية صفر.

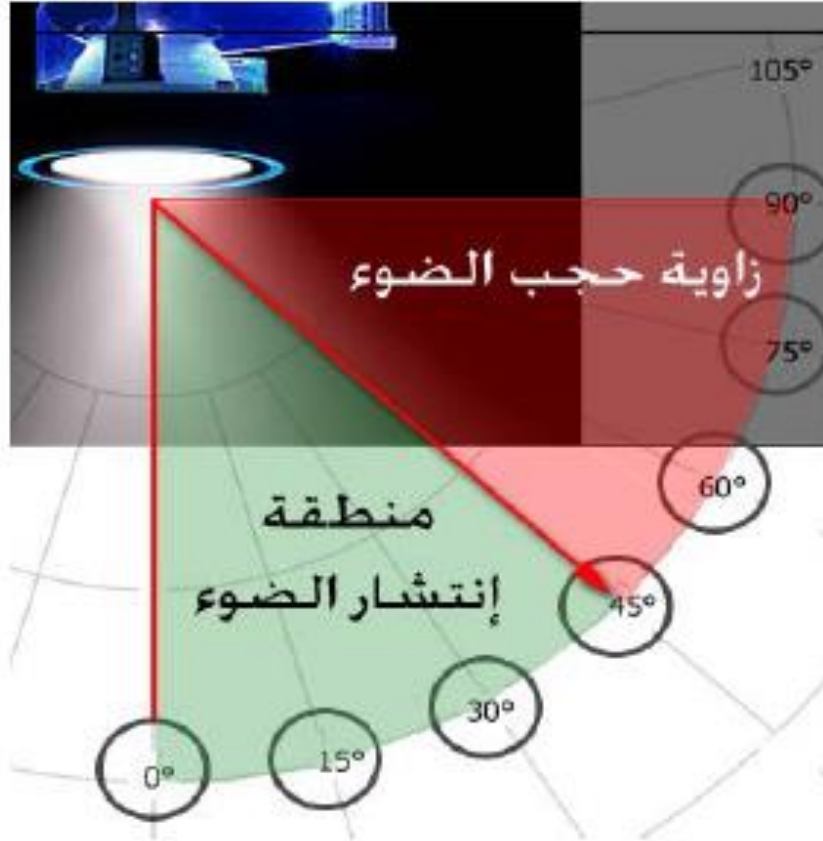
## زاوية الحجب Cut-off Angle

تقع في المنطقة الحمراء المبينة بالشكل.

زاوية الحجب  $30^\circ$  هي زاوية تحجب الضوء بين زاويتي  
غاما  $60^\circ$  و  $90^\circ$ .

زاوية الحجب  $40^\circ$  هي زاوية تحجب الضوء بين زاويتي  
غاما  $50^\circ$  و  $90^\circ$ .

وتشترط المواصفات القياسية الدولية ألا يزيد  
نصوع الاجهزة عن  $1000 [cd/m^3]$  بين زاويتي  
غاما  $65^\circ$  و  $90^\circ$  في الحالة العادية.



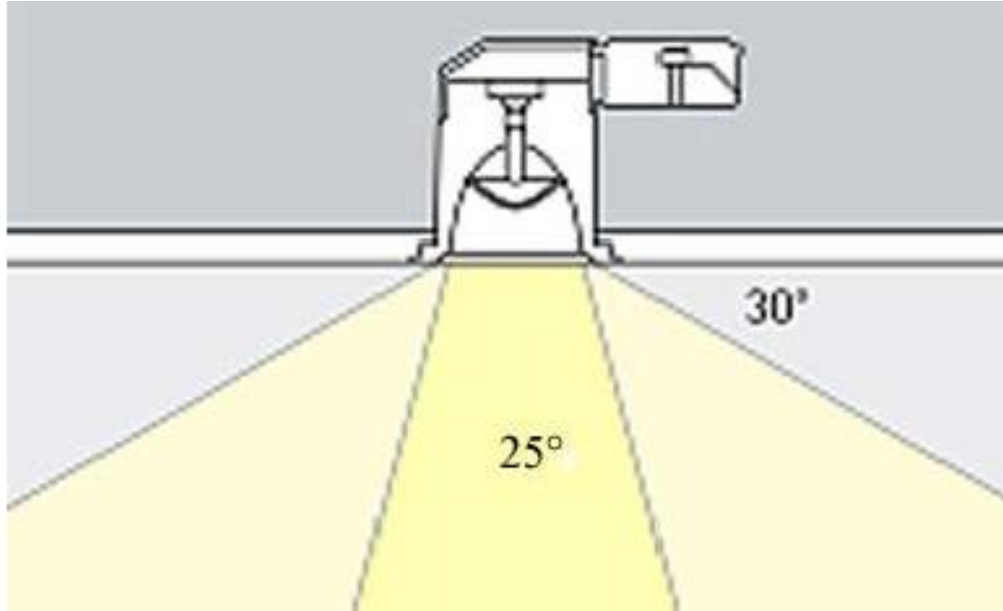


أجهزة لها زاوية حجب  $30^\circ$   
تحجب الضوء بين زاويتي غاما  $60^\circ$  و  $90^\circ$ .



أجهزة ليس لها زاوية حجب

يجب التفريق بين زاوية الشعاع وهي زاوية انتشار الضوء من القيمة العظمى إلى قيمة نصف الشدة الضوئية العظمى وبين زاوية حجب الضوء فقد يكون هناك ضوء ذو حزمة ضوئية ضيقة ومع ذلك لا يكون له زاوية تحجب بقية الضوء بين زاويتي غاما  $60^\circ$  و  $90^\circ$ .



يبين الشكل جهاز له زاوية شعاع  $25^\circ$  وزاوية حجب الضوء له  $30^\circ$ ، أي أنه يحجب الضوء بين زاويتي غاما  $60^\circ$  و  $90^\circ$ . اللون الأصفر الداكن هو ضوء زاوية الشعاع، أما اللون الأصفر الفاتح فيعبر عن الضوء المتسرب.



جامعة  
المنارة

