

جمهورية العراق

وزارة التخطيط

وزارة الإعمار والإسكان

الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية

الهيئة العامة للمباني

مدونة الإنارة الداخلية

مدونة بناء عراقية

م.ب.ع ٢/٤٠٢



الطبعة الاولى

٢٠١٣م-١٤٣٤هـ

جمهورية العراق

وزارة التخطيط

الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية

وزارة الإعمار والإسكان

الهيئة العامة للمباني

مدونة الإنارة الداخلية

مدونة بناء عراقية

م.ب.ع ٢/٤٠٢



الطبعة الاولى
٢٠١٣م-١٤٣٤هـ



اللجنة العليا لمشروع المواصفات الفنية والمدونات العراقية

محمد صاحب الدراجي / وزير الاعمار والاسكان / رئيس اللجنة

استبقرق ابراهيم الشوك / الوكيل الاقدم لوزارة الاعمار والاسكان

د.حميد علي عمران الانباري / عضو هيئة المستشارين / الامانة العامة لمجلس الوزراء

سعد عبد الوهاب / رئيس الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية / رئيس اللجنة الفنية

حسين مجيد حسين / مدير عام الهيئة العامة للمباني / وزارة الإعمار والإسكان / مدير المشروع

رياض حمودي الوزيري / مدير عام التخطيط والمتابعة / وزارة البلديات والأشغال العامة

جلال حسين حسن / مدير عام شركة الرشيد / وزارة الصناعة والمعادن

لواء كريم العبيدي / وزارة البيئ

د.نمير خورشيد سعيد / قسم هندسة البناء والانشاءات / الجامعة التكنولوجية

رعد عبد الجليل عبد الامير / مدير عام دائرة التصميم الهندسية / وزارة الموارد المائية

صادق محمود الشمري / مدير عام شركة ابن الرشيد / أمانة بغداد

خضير عباس داود / مدير عام دائرة شؤون المحافظات غير المنتظمة في اقليم / وزارة العلوم والتكنولوجيا

الفريق العامل على اعداد

مدونة الانارة الداخلية

الاستاذ الدكتـور/ إيهاب عبد الرزاق حسين

الاستاذ الدكتـور/ سعد سفاح حسون

الاستاذ / هلال عبد الحسين عبود

الفريق العامل على تدقيق

مدونة الانارة الداخلية

الاستاذ الدكتـور/ رشيد حميد الربيعي

الاستاذ الدكتـور/ ضاري يوسف محمود

الاستاذ الدكتـور/ كنعان علي جلال

اللجنة الفنية للمشروع

الخبير المهندس سعد عبد الوهاب / رئيس اللجنة
الدكتور المهندس علي عبد الحسين مجبل
الدكتور الجيولوجي فراس فيصل عبد الحميد
ر.مهندسين أقدم حسين محمد علي
الدكتور المهندس خالد احمد جودي
الدكتور المهندس خالد كامد ل داود
الدكتور المهندس رائد رمزي العمري
الدكتور المهندس محمد مصلح سلمان
ر.مهندسين أقدم داود عواد حمود
الدكتور المهندس ليث خالد كامد ل
ر.مهندسين أقدم نيران حسين علوان
ر.مهندسين جنان رضا محمد

اللجنة الادارية للمشروع

الخبير المهندس حسين مجيد حسين / مدير المشروع
الدكتور المهندس رائد حسين عبود
م.مهندسين الهام ابراهيم عبد الرزاق

لجنة متابعة المدونة

الخبير المهندس جبار حمزة لطيف / رئيس اللجنة
ر.مهندسين أقدم داود عواد حمود

تقديم
بسم الله الرحمن الرحيم

لَئِنْ كَانَ يَحِقُّ لِلأُمَمِ والأفْرادِ أَنْ تَفْتَخَرَ بِنتَاجِهَا الفِكرِيِّ والعِلْمِيِّ مِمَّا يُجَلِّي مَنَقِبَهُ ظَاهِرَةً،
أَوْ مَزِيَّةً يَصْغُبُ مَرَامُهَا، فلوزارة الاعمار والإسكان السَّبقُ والقُدْحُ المُعْلَى في أَنْ تَكُونَ قد
اضْطَلَعَتْ بأعباءِ قيادةٍ مهمةٍ مشروعِ إصدارِ مُدَوَّنَاتٍ ومواصفاتِ البناءِ في العراق.
فانْبَرَتْ لَهُ بعزيمةٍ ماضيةٍ وغايةٍ شَمَاءَ لا تَقْفُ دُونَهَا غَايَةً، بِأَنْ كَلَّفَتْ أُولِي العِرْفَانِ وأهلِ
التَّحْصِيلِ في كُلِّ عِلْمٍ (من عُلُومِ مُدَوَّنَاتٍ ومواصفاتِ البناءِ) مِمَّنْ هُمْ أَهْلٌ للأعدادِ، أَعَانَهُمْ في
ذلك نُظَرَاءُ لَهُم بِالرَّأْيِ والمَشُورَةِ مُدَقِّقِينَ عَمَلِ أَقْرَانِهِمْ، مُؤَاذِرِينَ لَهُمْ بِرَأْيٍ حَصِيفٍ وَمَشُورَةٍ
صَوَابٍ .

فَسَارَتْ عَمَلِيَّةُ إِعْدَادِ كُلِّ مُدَوَّنَةٍ عَلَى رَوِيَّةٍ يَحْدُوهَا عَقْدٌ مُوثَّقٌ، مُيَمَّمَةٌ سَمَتْ غَايَتَهَا
مُقْتَصَصَةً أَثَرُ تَجَارِبِ الأَخْرَيْنَ في مُدَوَّنَاتِهِمْ، تَنْحُو نَهْجاً مُسَدَّداً. فَجَاءَتْ حَسَنَةُ الدِّيْبَاجَةِ، مُحْكَمَةً
التَّبْوِيغِ، مُطَرَّدَةً الفُصُولِ، جَزِيلَةً المَبْحَثِ، مَبْسُوطَةً العِبَارَةِ، مُسْتَوْعِبَةً لأَطْرَافِ غَايَاتِهَا، عَلَى
النَّحْوِ الَّذِي يَبَيِّنُ يَدَيَّ قَارِئِهَا.

وما بَقِيَ عَلَى عَاتِقِ الغَيْرِ إِلَّا الانتفاعُ من عَصَاةِ الفِكرِ هذهِ بِجَلِيلِ المَنْفَعَةِ وَأَرْجَاهَا، وَأَنْ
تَتَضَافَرَ الجُهُودُ نَحْوَ جَعْلِهَا مَوْضِعَ التَّطْبِيقِ والإلْزامِ، بِنِيَّةٍ جَازِمَةٍ حَازِمَةٍ. وَعِنْدَ ذَلِكَ لَنْ يَغْدُو
المَطْلَبُ صَعْباً في أَنْ يَأْتِيَ البناءُ في العراقِ مُحْكَمَ السَّمَاتِ والأَشْرَاطِ تَخْطِيطاً وتنفيذاً وإشرافاً
واستعمالاً .

ووزارةُ الإعمار والإسكانِ تَضَعُ هذهَ المُدَوَّنَةَ لِبِنَةِ تَرْصُفِهَا لِإِعْلَاءِ صَرْحِ رَايَةِ العِلْمِ والبناءِ في
عِرَاقِنَا العَزِيزِ، وَاللَّهُ المَوْفِقُ لِسَوَاءِ السَّبِيلِ. إِنَّهُ نِعَمُ الهَادِي ونِعَمُ النَصِيرِ.

المهندس
محمد صاحب الدراجي
وزير الإعمار والإسكان
رئيس اللجنة العليا
لمشروع المدونات والمواصفات العراقية

تقديم فريق الاعداد بسم الله الرحمن الرحيم

بتوفيق من الله وفضل وقع الاختيار على فريقنا لإعداد مدونة الإنارة الداخلية من قبل الجهات ذات العلاقة. لا يخفى على احد اهمية اعداد مدونات البناء عموما وخاصة مدونة الإنارة الداخلية بما يتلاءم والظروف البيئية العراقية، اذ ان وجود المدونات يساهم في تطوير قطاع التشييد والعمل على وفق المواصفات المحلية والاقليمية والعالمية بما يؤمن اداءً جيداً وفعال حيث تم في هذه المدونة تحديد متطلبات الإنارة لأماكن العمل الداخلية والأشخاص وتمكينهم من المهمات البصرية بفعالية وراحة خلال جميع أوقات العمل. كما تؤكد المدونة على ضرورة المحافظة على متطلبات الإنارة الداخلية القياسية لضمان العمل الفعال والسلامة والمصلحة العامة.

لقد حرص فريق الاعداد على تضمين هذه المدونة كافة المعلومات المطلوبة في اعمال الإنارة الداخلية للمباني، حيث تكونت المدونة من ستة ابواب واعتمدت في توصيف العمل على احدث المواصفات العالمية في حالة عدم وجود مواصفة عراقية مختصة. ويسر فريق الاعداد، وهو يضع بين ايدي المختصين هذه المدونة، ان يقدم شكره وتقديره الى اللجنة العليا لمشروع المدونات وإدارة مشروع اعداد وتطوير وتحسين مواصفات وتشريعات ومدونات البناء واللجنة الفنية لمشروع اعداد المدونات وكافة الجهات التي ساهمت في اظهار هذه المدونة كما ويسرنا ان نستقبل اي اراء او ملاحظات من شأنها تحسين المدونة مستقبلاً.

ومن الله التوفيق.

د. إيهاب عبد الرزاق حسين الحياي
رئيس فريق الاعداد

المحتوى

الباب لأول توطئة عامة (Generality)		
1/1	مقدمة	1-1
1/1	المجال	2-1
2/1	الهدف	3-1
2/1	تعاريف	4-1
2/1	وحدات القياس	1/4-1
3/1	تعاريف الإنارة والاستتارة	2/4-1
6/1	تعاريف الإبهار	3/4-1
7/1	تعاريف الانعكاس	4/4-1
9/1	تعاريف اللون والمرئيات	5/4-1
10/1	تعاريف تراكيب الإنارة والمصابيح	6/4-1
12/1	تعاريف تصميمية	7/4-1
الباب الثاني اعتبارات عامة (General Considerations)		
1/2	معطيات تصميم الإنارة	1-2
1/2	البيئة المضئية	1/1-2
2/2	توزيع السطوع	2/1-2
2/2	الاستتارة	3/1-2
3/2	قيم الاستتارة الموصى بها للمساحات المستهدفة	1/3/1-2
3/2	مقياس الاستتارة	2/3/1-2
4/2	قيم الاستتارة للمناطق المجاورة	3/3/1-2
4/2	التجانس (الانتظامية)	4/3/1-2
4/2	الإبهار	2-2
5/2	حجب الإبهار	1/2-2

6/2	الإبهار المزعج (غير المريح)	2/2-2
6/2	الانعكاسات الحاجبة أو الإبهار المنعكس	3/2-2
7/2	الاتجاهية	3-2
7/2	التشكيل	4-2
7/2	الإنارة الموجهة للمهام البصرية	5-2
7/2	مظاهر اللون	6-2
7/2	مظهر (شكل) اللون	1/6-2
8/2	إظهار الألوان (مصادقية الألوان)	2/6-2
8/2	ضوء النهار	7-2
9/2	الترجرج والتأثيرات التذبذبية	8-2
10/2	الاعتبارات الحرارية	9-2
11/2	المصادر الكهربائية لبدء الإشعال	10-2
11/2	التراكيب الكهربائية في الأماكن المعرضة للانفجار	11-2
12/2	أقسام الأجهزة الكهربائية تبعاً لنوعية الحماية ضد الانفجار	12-2
الباب الثالث أنظمة ومعدات الإنارة الداخلية (Systems and Equipment of Interior Lighting)		
1/3	أنواع أنظمة الإنارة الداخلية	1-3
1/3	التصنيف بحسب طريقة التوزيع	1/1-3
1/3	التصنيف بحسب التوجيه	2/1-3
4/3	التصنيف بحسب نوع المصدر الضوئي	3/1-3
5/3	معدات الإنارة الداخلية	2-3
5/3	المصابيح	1/2-3
8/3	تراكيب التحكم لمصابيح التفرغ	2/2-3
9/3	رؤوس ومواسك المصابيح	1/2/2-3
10/3	الكوابح	2/2/2-3
11/3	بادئات التشغيل	3/2/2-3
11/3	المكثفات	4/2/2-3

11/3	أجهزة الإنارة	5/2/2-3
11/3	توصيات	3/2-3
12/3	الصيانة	3-3
13/3	صيانة المصابيح وتركيب الإنارة	1/3-3
13/3	تردي أداء المصابيح وحسابات الاستتارة	2/3-3
13/3	وحدات الإنارة المستعملة في حالة الطوارئ وعلامات الخروج	4-3
الباب الرابع التوصيات العامة للإنارة الداخلية (General Recommendations for Internal Lighting)		
1/4	توصيات للإنارة الكهربائية	1-4
29/4	جداول مهمة	2-4
الباب الخامس طرائق حساب وتصميم الإنارة الداخلية (Design and Calculation Methods for Interior Lighting)		
1/5	طرائق حساب الإنارة	1-5
1/5	الاستتارة المتوسطة على مستوى أفقي	2-5
2/5	تصميم الإنارة الداخلية باستعمال طريقة اللومن	1/2-5
2/5	العوامل المؤثرة في تصميم الإنارة الداخلية	1/1/2-5
2/5	مستوى الاستتارة	2/1/2-5
2/5	خطوات تصميم الإنارة الداخلية	3/1/2-5
5/5	الاستتارة على نقطة	3-5
5/5	الاستتارة الكلية	1/3-5
5/5	الاستتارة المباشرة الناتجة من مصدر نقطي للضوء	2/3-5
6/5	الاستتارة المباشرة الناتجة من مصدر خطي للضوء	3/3-5
7/5	الاستتارة غير الاتجاهية	4-5
8/5	الاستتارة المتوسطة على مستوى رأسي	5-5
9/5	الانارية واستتارة سطوح الغرفة	6-5
9/5	حسابات الإبهار	7-5
9/5	التصنيف النطاقي بحسب التصنيف النطاقي البريطاني	8-5

9/5	مقدمة	1/8-5
10/5	أساس التصنيف النطاقي (BZ)	2/8-5
10/5	قياس الاستنارة	9-5
11/5	طريقة القياس	1/9-5
12/5	قياس الاستنارة المستوية	2/9-5
13/5	قياس الاستنارة غير الاتجاهية	3/9-5
الباب السادس شروط ومعايير الإنارة الداخلية الفعالة (Conditions and Criteria of Efficient Interior Lighting)		
1/6	مقدمة	1-6
2/6	القدرة والوقت	2-6
2/6	الأجهزة المرشدة للطاقة	3-6
3/6	أهداف طاقة الإنارة	4-6
3/6	كثافة القدرة المتوسطة المركبة على المساحة	1/4-6
3/6	إدارة الطاقة	5-6
3/6	اختيار معدات التحكم	1/5-6
5/6	الربط بالإنارة الطبيعية	2/5-6
5/6	الإستنارة الثابتة (المصانة)	3/5-6
5/6	الإشغال	4/5-6
5/6	التحكم الآلي	5/5-6
6/6	التحكم بالصيانة	6/5-6
6/6	العوامل الإنسانية	7/5-6
7/6	التكاليف واستعمال الطاقة	8/5-6
7/6	الطاقة والاحتياج (الطلب)	9/5-6
7/6	معدات التحكم بالإنارة	6-6
8/6	الإطفاء	1/6-6
8/6	خفت الإنارة / التنظيم	2/6-6
9/6	الخفت للتأثيرات الضوئية	3/6-6

9/6	مصابيح اشباه الموصلات الثنائية المشعة	7-6
10/6	العمر التشغيلي	1/7-6
10/6	الفعالية المنيرية	2/7-6
10/6	الانارة الباردة	3/7-6
10/6	التكلفة الاقتصادية الاولى	4/7-6
10/7	المصداقية اللونية	5/7-6
الملاحق		
أمثلة توضيحية في تصميم الإنارة الداخلية		الملحق (أ)
المصطلحات الفنية		الملحق (ب)

الباب الأول

توطئة عامة (Generality)

1-1 المقدمة (Introduction):

الإضاءة الجيدة تخلق بيئة بصرية تمكن الناس من النظر والتحرك بأمان، ومن أداء المهام البصرية بفعالية ودقة من دون التسبب بأي إجهاد بصري أو عدم ارتياح. وتكون الإضاءة إما طبيعية أو صناعية أو كليهما.

تتطلب الإضاءة الجيدة الحصول على إضاءة كافية وجيدة على سطح العمل، ولكن في الكثير من الحالات تعتمد الرؤية على الطريقة التي يصل بها الضوء وعلى خصائص الألوان للمنبع الضوئي والأسطح مع مستوى الازدحام من النظام.

لم تقتصر هذه المدونة (الكود) لتوصيف الإضاءة فحسب بل تضمنت أيضاً الحدود القصوى للإضاءة المزعج والحد الأدنى لمعامل إظهار الألوان للمنبع الضوئي، وذلك للعديد من أماكن العمل وأنواع المهام. كما تم عرض جميع المعطيات التي تخلق ظروفاً بصرية مريحة.

جميع القيم الموصى بها تأخذ بعين الاعتبار التوازن المعقول بين متطلبات الأداء الوظيفي الفعال والصحي والأمان، ويمكن تحقيق هذه القيم مع حلول عملية مرشدة للطاقة.

وهناك أيضاً معطيات بصرية مريحة للإنسان مثل القدرة على الإدراك البصري وخصائص وصفات المهمة البصرية التي منها يتم الحصول على جودة المهارات البصرية للشخص ومن ثم مستوى الأداء. إن تعزيز تلك العوامل المؤثرة في بعض الحالات يمكن أن يحسن الأداء بدون الحاجة لرفع قيمة الإضاءة.

2-1 المجال (Scope):

إن هذه المدونة تحدد متطلبات الإضاءة لأماكن العمل الداخلية والأشخاص وتمكينهم من المهمات البصرية بفعالية وراحة خلال جميع أوقات العمل. كما تؤكد على ضرورة المحافظة على متطلبات الإضاءة الداخلية القياسية لضمان العمل الفعال والسلامة والمصلحة العامة.

كما توضح طرائق تصميم أنظمة الإضاءة والتقنيات المتبعة لأماكن العمل المختلفة. كما تشمل تعاريف ومصطلحات للإضاءة ومبادئ عامة للإضاءة الداخلية وحساباتها.

كما إنها متماشية مع إرشادات هيئة الإضاءة الدولية (CIE) إلى حد كبير، ومطابقة لمدونات الإضاءة الداخلية لبعض الدول المجاورة التي تمتلك نفس الظروف المناخية.

3-1 الهدف (Goal):

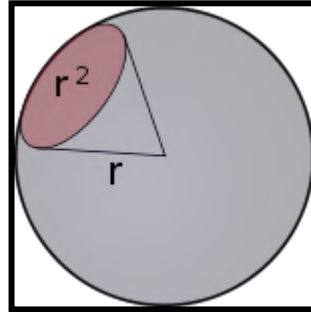
إن الهدف الأساسي من هذه المدونة هو توضيح الأسس والمبادئ الصحية والسليمة في تصميم الإنارة الداخلية للمباني على وفق المعايير التالية:

1. الحصول على الحد الأدنى والمناسب من الإنارة لغرض تحقيق الاستقرار النفسي للإنسان في عمله وفي أوقات راحته إلى جانب الإسهام في المحافظة على صحة الإنسان وسلامته.
2. الحصول على درجة الدقة العالية في تنفيذ العمل المطلوب من حيث تباين الأشياء عن خلفياتها وضرورة تمييز القطع سريعة الحركة أو البعيدة.
3. اختيار الطيف الضوئي المناسب والمريح للعين وتوجيه سقوطه توجيهاً صحيحاً.
4. ضرورة تجنب الإبهار وتوزيع الضوء توزيعاً متساوياً فوق السطوح وفي المحيط المجاور لمكان العمل.

4-1 تعاريف (Definitions):

1/4-1 وحدات القياس:

أ) (وحدة الزاوية المجسمة) ستراديان (Steradian): تعرف بأنها الزاوية المجسمة التي تقابل مساحة من سطح كرة مقدارها مربع نصف قطر هذه الكرة، ويرمز لها بالرمز (Sr). كما مبين في الشكل (1/4-1).



الشكل (1/4-1) يبين الزاوية المجسمة.

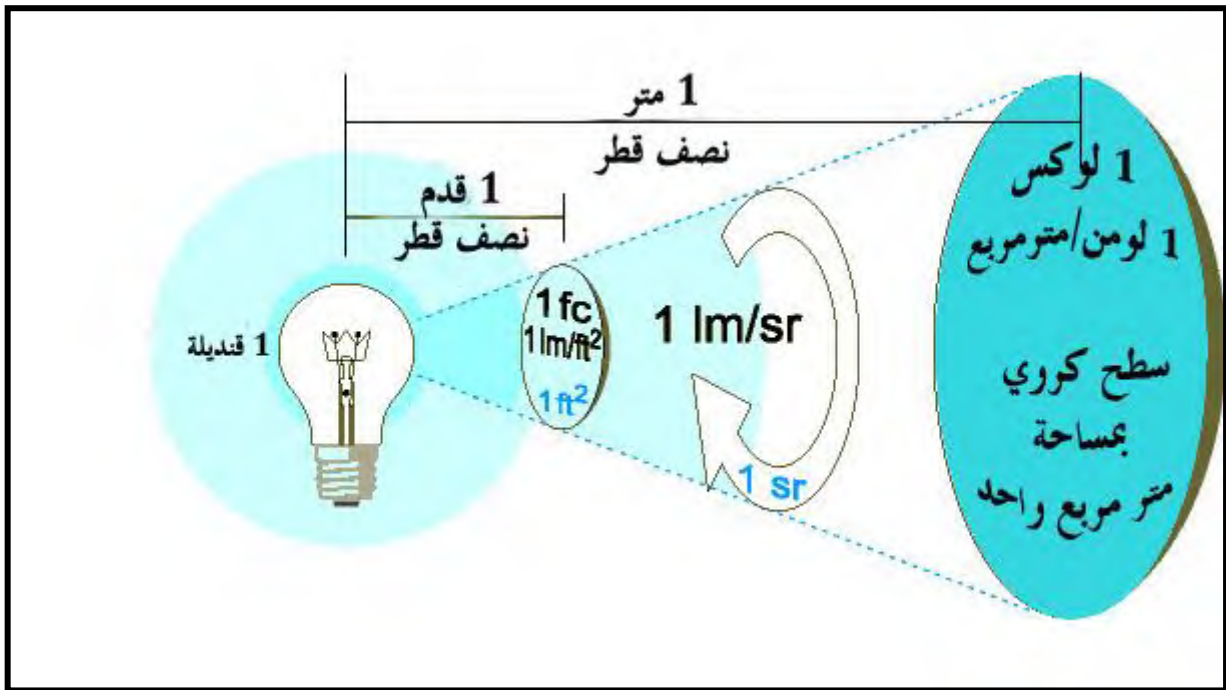
ب) قنديل (Candela): تعرف بأنها وحدة قياس الشدة المنيرة بالنظام الدولي (SI)، وتساوي لومن واحد لكل زاوية مجسمة (ستراديان واحد) ويرمز لها بالرمز (cd) أو (Lm/Sr).

ج) لومن (Lumen): هو وحدة قياس الدفق المنير بالنظام الدولي (SI) ويعرف بأنه الدفق المنير المنبعث من مصدر ضوء نقطي خلال زاوية مجسمة تساوي ستراديان واحد (1 Steradian) وذو شدة منيرة تساوي واحد قنديل (1 Candela) ويرمز له بالرمز (Lm).

(د) **لوكس (Lux):** هو وحدة قياس الاستتارة بالنظام الدولي (SI)، ويساوي لومن واحد لكل متر مربع، ويرمز له بالرمز (Lux).

(هـ) **قدم - شمعة (Foot - Candle):** هي وحدة قياس الاستتارة وتساوي لومن/قدم مربع وتساوي (10.764) لوكس، ويرمز لها بالرمز (fc) أو (Ft-cd).

(و) **قنديل لكل متر مربع (Candela Per Square Meter):** هي وحدة الانارية بالنظام الدولي (SI)، وهي انارية ناشر منتظم ومنبسط (Flat Uniform Diffuser) يصدر (ط) لومن لكل متر مربع. حيث (ط) النسبة الثابتة و وحداتها (cd/m^2). الشكل (2/4-1) يبين مخططاً توضيحياً لتعاريف وحدات الإنارة.



الشكل (2/4-1) مخطط توضيحي لتعاريف وحدات الإنارة.

2/4-1 تعاريف الإنارة والاستتارة (Luminous and Illuminance):

(أ) **الدفق المنير (Luminous Flux):** يعرف بأنه كمية الضوء الخارج من مصدر الضوء ويرمز له بالرمز (Φ) و وحدة قياسه لومن.

(ب) **الدفق المنير التصميمي (Lighting Design Lumens):** هو معدل خرج الضوء لكل نوع من المصابيح خلال عمره التشغيلي. ويرمز له بالرمز (LDL) و وحدة قياسه لومن (Lm).

ج) **الشدة المنيرية (Luminous Intensity):** تعرف الشدة المنيرية لمصدر ضوء نقطي باتجاه معلوم بأنها الدفع المنير لوحدة الزاوية المجسمة في ذلك الاتجاه، وهي الدفع المنير على سطح صغير مركز في الاتجاه المعلوم وعمودي عليه مقسوماً على الزاوية المجسمة (مقاسة بالستراديان) التي يقابلها ذلك السطح الصغير ورأسها في مركز مصدر الضوء.

يرمز للشدة المنيرية بالرمز (I) وتحسب من المعادلة التالية:-

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega} \cdot (1/4-1)$$

حيث:-

I = الشدة المنيرية لومن/ستراديان (Lm/Sr) أو قنديل (cd).

ω = الزاوية المجسمة ستراديان.

Φ = الدفع المنير لومن.

د) **الفعالية المنيرية (Luminous Efficacy):** هو نسبة الدفع المنير الصادر عن المصباح الى القدرة المقررة لذلك المصباح.

هـ) **المنيرية (Luminosity):** هو الإحساس الابصاري (الإحساس بالرؤية) المرتبط بكمية الضوء المنبعث من مساحة معينة. يستعمل أحياناً مصطلح "السطوع" (Brightness) للغرض ذاته.

و) **الاستنارة (Illuminance):** وهي كثافة الدفع المنير الساقط على سطح ما، وتساوي الدفع المنير مقسوماً على مساحة السطح نفسه عندما يكون مناراً بانتظام. تحسب الاستنارة من المعادلة التالية:-

$$E = \frac{d\Phi}{dA} \cdot (2/4-1)$$

حيث:-

E = الاستنارة باللوكس.

A = مساحة السطح بالمتري المربع.

Φ = الدفع المنير باللومن.

و وحدة قياس الاستنارة لومن/ متر مربع (Lm/m^2) أو لوكس (Lux).

ز) **الاستنارة العملية (Service Illuminance):** هي متوسط الاستنارة خلال دورة الصيانة لتراكيب الإنارة على مساحة معينة. وتكون تلك المساحة إما المساحة الكلية لمستوى العمل في الداخل أو مساحة سطح الجسم (Visual Task) والسطح المحيط به و وحدة قياسها لوكس (Lux).

(ح) الاستنارة العملية القياسية (Standard Service Illuminance): هي الاستنارة العملية الموصى بها للظروف القياسية وتخضع للتعديل بحسب ظروف خاصة و وحدة قياسها لوكس (Lux).

(ط) استنارة غير اتجاهية (Scalar Illuminance): هي متوسط الاستنارة على سطح كرة صغيرة جدا بأكمله موضوعة في نقطة معينة. ويرمز لها بالرمز (E_s) و وحدة قياسها لوكس وتسمى الاستنارة الكروية المتوسطة (Mean Spherical Illuminance).

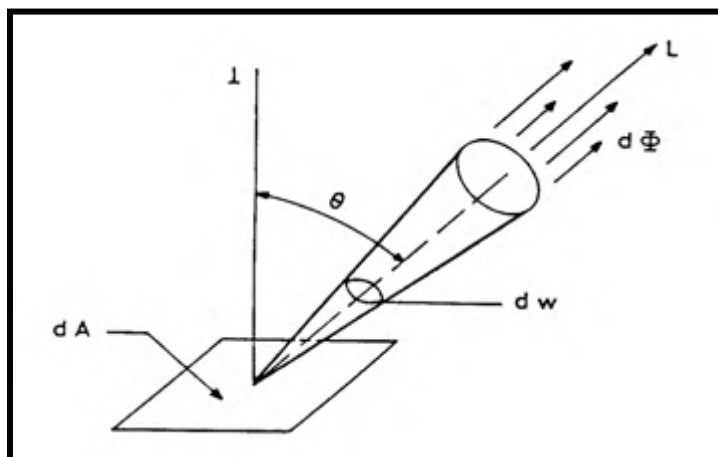
(ي) معدل الاستنارة (Average Illuminance): هي ناتج قسمة التدفق المنير الكلي الواصل الى سطح ما على مساحة ذلك السطح و وحدة قياسها لوكس. ويرمز لها بالرمز (E).

(ك) الإنارة (Illumination): هي عملية إنارة جسم ما.

(ل) الانارية (Luminance): تعرف الانارية باتجاه معين وعلى نقطة من سطح حقيقي أو خيالي بأنها ناتج قسمة التدفق، الواقع على عنصر من السطح المشتمل على النقطة والمنتشر باتجاهات محصورة ضمن مخروط يحتوي الاتجاه المعين، على حاصل ضرب زاوية المخروط المجسمة في مساحة المسقط العمودي لعنصر السطح على مستو عمودي على الاتجاه المعين. ويكون التدفق المنير إما خارجا من سطح مصدر أو مارا به أو واصلا إليه وكما هو موضح في الشكل (3/4-1).
يرمز للانارية بالرمز (L) وتحسب من المعادلة التالية:-

$$L = d^2\Phi / (d\omega dA \cos\theta) \quad (3/4-1)$$

و وحدة قياسها قنديل/متر مربع (cd/m^2).



الشكل (3/4-1) أشكال التدفق المنير.

م) معدل الإنارية (Average Luminance):

يمكن أن يعرف معدل الانارية بأحد التعريفين التاليين:

أولاً: هو كمية الدفق المنير الذي يصدر عن السطح لكل وحدة زاوية مجسمة ولكل وحدة مساحة.
ثانياً: هو مقدار الشدة المنيرية عند زاوية معينة مقسومة على مسقط مساحة تركيب الإنارة عند تلك الزاوية.

ن) معامل الانارية (Luminance Factor):

هو نسبة انارية سطح عاكس منظور إليه باتجاه معين الى انارية سطح ناشر منتظم أبيض مثالي منار بطريقة مطابقة. ويمكن أن يكون معامل الانارية لسطح غير مطفاً أكبر أو أقل من الانعكاسية. ويعبر عنه بالعلاقة التالية:-

$$\text{معامل الانارية} = \frac{\text{الانارية (قنديل/متر مربع)}}{\text{الاستتارة (لوكس)}} \times \text{ط} \cdot (4/4-1)$$

حيث:-
ط = النسبة الثابتة.

س) متوسط الاستتارة الاسطوانية (Mean Cylindrical Illuminance):

هو متوسط الاستتارة على السطح المنحني لاسطوانة صغيرة جداً موضوعة في نقطة ما. وما لم يحدد محور الاسطوانة يكون ذلك المحور رأسياً، ويرمز لمتوسط الاستتارة الاسطوانية بالرمز (E_c) و وحدة قياسه لوكس (Lux).

3/4-1 تعاريف الإبهار (Glare):

أ) الإبهار (Glare):

هو الإحساس البصري الذي ينتج من المناطق الناصعة ضمن حدود الرؤية ويصاحبه عدم ارتياح او انخفاض في القدرة على رؤية التفاصيل بسبب توزيع الانارة غير المناسب او التفاوت الكبير في السطوع.

ب) الإبهار المزعج غير المريح (Discomfort Glare):

هو الإبهار الذي يتسبب في عدم ارتياح في الرؤية، من دون الضرورة في التسبب في امكانية الرؤية الكاملة للجسام.

ج) الإبهار المعيق (Disability Glare):

هو الإبهار الذي يضعف القدرة على الابصار ورؤية التفاصيل الدقيقة وليس بالضرورة ان يكون الإبهار المعيق مصاحباً للإبهار المزعج، ويحدث الإبهار المعيق عادةً في انارة الشوارع ومصابيح السيارات.

د) دليل الإبهار (Glare Index):

هو دليل كمي يساعد على تحديد مرتبة الإبهار المزعج الناتج عن تراكيب إنارة معينة بحسب درجة الازعاج، والحد المسموح به للإبهار المزعج من تراكيب الإنارة.

هـ) دليل إبهار ضوء النهار (Daylight Glare Index):

هو دليل إبهار يساعد على تقييم الإبهار المزعج عن طريق النوافذ، والحدود المسموح بها.

4/4-1 تعاريف الانعكاس (Reflection):

أ) الانعكاسية (Reflectance):

هي نسبة الدفع المنير المنعكس من سطح ما الى الدفع المنير الساقط على ذلك السطح، ويرمز لها بالرمز (ρ) .

وتحسب من المعادلة التالية:-

$$\rho = \frac{\Phi_r}{\Phi_i} \times 100\% \quad (5/4-1)$$

حيث:-

ρ = الانعكاسية كنسبة مئوية.

Φ_r = الدفع المنير المنعكس باللومن.

Φ_i = الدفع المنير الواصل الى السطح باللومن.

ب) الانعكاس الحاجب (Veiling Reflection):

هو مصطلح يطلق عادة على الانعكاس الذي يؤدي الى الإبهار المزعج المصاحب للقراءة ويحجب تفاصيل قراءة كتاب او مجلة بسبب سطوع اوراق الكتاب.

ج) الانعكاس المختلط (Mixed Reflection):

هو انعكاس جزء منه منتظم والجزء الآخر ناشر مثل الانعكاس من طلاء غير لامع أملس.

(د) الانعكاس المرآوي (Specular Reflection, Regular Reflectance):

هو انعكاس من دون انتشار طبقاً لقوانين الانعكاس كما في المرآة.

(هـ) الانعكاس المنتشر (Diffuse Reflection):

هو انعكاس ينتشر فيه الضوء المنعكس بحيث يكون الانعكاس المنتظم ضئيلاً مثل الانعكاس من طلاء مطفاً غير أملس مثل انعكاس الجدران المكسوة (بالبورك).

(و) انعكاسية تجويف الأرضية (Floor Cavity Reflectance):

هي الانعكاسية المكافئة لحجم الجزء الواقع تحت مستوى العمل من الغرفة، ويرمز لها بالرمز (ρ_{fc}) .

(ز) انعكاسية تجويف السقف (Ceiling Cavity Reflectance):

هي الانعكاسية المكافئة لحجم الجزء الواقع فوق مستوى تراكيب الإنارة من الغرفة، ويرمز لها بالرمز (ρ_{cc}) .

(ح) انعكاسية تجويف الغرفة (Room Cavity Reflectance):

هي الانعكاسية المكافئة لحجم الجزء الواقع بين مستوى العمل ومستوى تراكيب الإنارة من الغرفة ويرمز لها بالرمز (ρ_{rc}) .

(ط) الانعكاسية الفعالة (Effective Reflectance):

هي الانعكاسية التقديرية لسطح ما مبنية على المساحات النسبية وانعكاسيات المواد المكونة لسطوحها. تكون انعكاسية الجدار الفعالة شاملة انعكاسيات سطح الجدار والشبابيك والخزائن وغيرها من الأشياء التي تشكل جوانب الغرفة، ويرمز لها بالرمز (ρ_{eff}) .

(ي) التباين (Contrast):

يستعمل مصطلح التباين بمفهومين أساسيين هما:-

الذاتي: يدل على الفرق بين مظهري جزئين في الحقل المرئي ينظر إليهما معا او على التتابع، وقد يكون الفرق ناتجا من اختلاف السطوع أو اللون أو كليهما.

الموضوعي: يدل على النسبة العددية المطلقة لفرق الانارية بين جزئين ينظر إليهما معا. ويرمز

للتباين بالرمز (C) وبحسب من المعادلة التالية:-

$$C = \frac{|L_2 - L_1|}{L_1} \cdot (6/4-1)$$

حيث:-

$C =$ التباين

$L_1 =$ إنارية الخلفية المباشرة للجسم.

$L_2 =$ إنارية الجسم.

1-5/ تعاريف اللون والمرئيات:

(أ) اللونية (Chromaticity):

هي طول الموجة السائدة او المتممة ومظاهر نقاء اللون مأخوذة معا.

(ب) مصداقية اللون (Colour Rendering):

هي تعبير عام لمظهر لون الأجسام عند إنارتها بضوء من مصدر معلوم بالمقارنة مع مظهر تلك الأجسام عند إنارتها من المصدر الطبيعي (ضوء النهار). ان المصداقية الجيدة للون تعني تشابه المظهر اللوني للشيء مع مظهره اللوني بتأثير ضوء معين يكون ضوء النهار غالباً. وبالتالي فإن خصائص مصداقية اللون لمصباح معين تتناول المظهر اللوني للأشياء المنارة بذلك المصباح تحت ظروف معينة.

(ج) التوزيع الطيفي (Spectral Distribution):

هو خاصية التكوين الطيفي للضوء، أو خاصية التغير الطيفي لبعض خصائص مادة ما (مثل الانعكاسية) عند أطوال موجات ضمن الطيف المرئي معبرا عنه بقيم نسبية أو مطلقة.

(د) حدة إنارة الجسم المرئي (Acuity of Visual Task):

هي المقدرة على التمييز بين تفاصيل جسم قريب جدا بعضها من بعض.

(هـ) طبيعة المهمة البصرية (Visual Task):

وتعرف بأنها العناصر المرئية للمهمة المراد انارتها.

(و) الحقل المرئي (Visual Field):

هو المحل الهندسي (Locus) في الفراغ للأجسام أو النقاط التي تمكن رؤيتها باتجاه معين.

ز) درجة حرارة اللون (Colour Temperature):

هي درجة حرارة (بمقياس كلفن) تحدد اللون المطلوب تحديدا دقيقا. وتمثل درجة حرارة جسم مشع اسود (Black Body Radiator) يصدر إشعاعا ذا خصائص لونية متطابقة مع المصدر الضوئي المعني. ويعرف الجسم الأسود بأنه مشع حراري ذو درجة حرارة منتظمة يكون الإشعاع الصادر عنه في جميع أجزاء الطيف هو الحد الأقصى الممكن الحصول عليه من أي مشع حراري عند درجة الحرارة نفسها.

ح) درجة حرارة اللون المناظرة (Correlated Colour Temperature):

هي درجة حرارة مشع كامل (Full Radiator) يصدر إشعاعا ذا لونية أقرب ما تكون لمصدر الضوء المعني. مثال: يكون لون المشع الكامل عند درجة حرارة لون مقدارها 3400 K° أقرب ما يكون لمصباح فلوري أبيض.

ط) دليل مصداقية اللون (Colour Rendering Index):

يمثل هذا الدليل بالنسبة للمصادر الضوئية، مقياسا لدرجة تطابق الألوان المراد قياسها الصادرة عن أجسام معينة، مع تلك الألوان الصادرة عن الأجسام المرئية نفسها إذا كانت في ظروف إنارة مرجعية معلومة.

ي) مظهر اللون (Colour Appearance):

مظهر اللون لمصدر ضوء هو اللون الناتج لسطح أبيض عند إنارته بذلك المصدر، وهو درجة الدفء المرافقة للون المصدر. وتوصف المصابيح ذات درجة حرارة اللون المنخفضة بأنها ذات مظهر لون دافئ، كما توصف المصابيح ذات درجة حرارة اللون العالية بأنها ذات مظهر لون بارد.

1-6/ تعريف تراكيب الانارة والمصابيح:

أ) تركيب الإنارة (Luminaire):

يقصد بتركيب الإنارة كل من المصباح أو المصابيح وتركيب التحكم وماسكات المصابيح والاجزاء التي تتحكم بتوزيع الضوء وجميع التوصيلات الكهربائية الداخلية الملحقة بها والملاحق اللازمة للتثبيت.

(ب) تركيب إنارة محكم (Proof Luminaire):

هو بشكل عام تركيب إنارة قادر على تحمل أخطار معينة مثل الامطار والغبار. يتضمن هذا المصطلح تركيب الإنارة المحكمة والكتومة، كما يتضمن كذلك تركيب الإنارة المقاومة للتآكل.

(ج) مصباح توهجي (Incandescent Lamp):

هو مصباح ضوءه ناتج من فتيلة مسخنة الى درجة التوهج بتمرير تيار كهربائي فيها. وتستخدم فتيلة التتغستون في معظم المصابيح التوهجية ولذلك تسمى مصابيح تتغستون. ان مصباح هالوجين تتغستون مصباح توهجي مملوء بغاز يحتوي نسبة معينة من الهالوجين.

(د) مصباح تفريغي (Discharge Lamp):

هو مصباح ضوءه ناتج بطريقة التفريغ الكهربائي (إما مباشرة أو بإثارة الفوسفور) خلال غاز او بخار فلز أو خليط من غازات أو أبخرة متعددة. ومن انواعه:

1) مصباح بخار معدني (Metal Vapor Lamp):

هو مصباح تفريغي ضوءه ناتج بشكل رئيس من بخار عنصر معدني، وتعتبر مصابيح (بخار) الزئبق ومصابيح (بخار) الصوديوم كمثالين على ذلك. ان مصباح التفريغ الزئبقي الفلوري (Fluorescent Mercury Discharge Lamp) ذا الضغط العالي هو مصباح زئبقي ذو ضغط عال ينتج ضوءه جزئيا بواسطة تفريغ كهربائي خلال بخار الزئبق وجزئيا بإثارة طبقة مادة فلورية (مطلية على السطح الداخلي لبصيلة المصباح الخارجية) بواسطة الإشعاع فوق البنفسجي الناتج من التفريغ.

2) مصباح فلوري (Fluorescent Lamp):

هو مصباح تفريغي انبوبي ينبعث معظم ضوءه بإثارة طبقة من مادة فلورية مرسبة على جدار الأنبوب الزجاجي، تثار بإشعاع فوق بنفسجي ناتج من التفريغ، ويساهم الطلاء الفلوري في تحسين خصائص ترجيع اللون للمصباح.

3) مصباح هاليدي، مصباح هاليدي زئبقي، مصباح هاليدي معدني:

(Halide Lamp; Mercury Halide Lamp; Metal Halide Lamp)

هو مصباح تفريغي ضوءه ناتج من إشعاع من خليط بخار معدني (عادة هو زئبق ومنتجات تفكك الهاليدات مثل هاليدات الثاليوم وهاليدات الانديوم وهاليدات الصوديوم). ويمكن أن تعطي هذه المصابيح مصداقية لونية أفضل أو فعالية منيرية أعلى من تلك التي يتم الحصول عليها من مصابيح البخار النقي.

ه) مصابيح اشباه الموصلات الثنائية المشعة (Light Emitting Diode (LED) Lamps):
هي مصابيح تنتج ضوءاً مرئياً من مرور التيار باتجاه واحد في مكون الكتروني شبه موصل ثنائي (Diode).

1-7/4 تعاريف تصميمية:

أ) فعالية الدائرة المنيرية (Circuit Efficacy):

تعرف فعالية الدائرة بأنها كمية الدفع المنير باللومن الصادر عن المصباح لكل واط من القدرة المقررة لذلك المصباح وجهاز التحكم التابع له. و وحدة قياسها لومن/واط (Lm/W).

ب) نسبة التجانس (Uniformity Ratio):

هي نسبة الاستتارة الدنيا الى الاستتارة المتوسطة، وتعتبر أحياناً أنها نسبة الاستتارة الدنيا الى الاستتارة القصوى. وتطبق هذه النسبة على قيم الاستتارة فوق مستوى العمل وفوق أماكن العمل.

ج) ارتفاع التثبيت (Mounting Height):

هو المسافة المقاسة بين مستوى تراكيب الانارة ومستوى العمل المطلوب إنارته. ويرمز له بالرمز (h_m) .

د) نسبة التباعد الى الارتفاع (Spacing/Height Ratio):

هي نسبة المسافة بين مركزي تركيبى إنارة متجاورين الى ارتفاع التثبيت، وعند توزيع تراكيب الإنارة بشكل تربيعي فإن هذه النسبة تساوي التباعد مقسوماً على ارتفاع التثبيت، وتحسب هذه النسبة من المعادلة التالية:-

$$S/h_m = \frac{1}{h_m} \sqrt{A/N} \cdot (7/4-1)$$

حيث:-

S = التباعد بالمتر.

A = المساحة الكلية للأرضية بالمتر المربع.

N = عدد تراكيب الإنارة.

h_m = ارتفاع التثبيت بالمتر.

ه) معامل الغرفة (Room Index):

ويرتبط بأبعاد الغرفة ويستعمل عند حساب معامل الاستفادة وخصائص أخرى لتراكيب الإنارة. يُرمز لمعامل الغرفة بالرمز (RI) وتحسب من المعادلة التالية:-

$$RI = \frac{L \times W}{h_m (L + W)} \cdot (8/4-1)$$

حيث :-

L = طول الغرفة بالمتر.

W = عرض الغرفة بالمتر.

h_m = ارتفاع مركز مصدر الضوء فوق مستوى العمل بالمتر.

و) نسبة جزء الدفق (Flux Fraction Ratio):

هي نسبة الدفق الصاعد الى الدفق الهابط من تركيب إنارة. وتدل هذه النسبة كذلك على نسبة جزء الدفق العلوي إلى جزء الدفق السفلي، ويرمز لها بالرمز (FFR).

ز) نسبة الخرج البصري (Optical Output Ratio):

هي نسبة خرج الضوء لتركيب إنارة، مقاسا تحت ظروف عملية محددة الى خرج الضوء للمصباح أو المصابيح عندما تعمل ضمن تركيب الإنارة منفردة.

ح) نسبة خرج الضوء (العامل) (Working Light Output Ratio):

هي نسبة الضوء الكلي الخارج من تركيب الإنارة في ظروف عملية معينة الى الضوء الخارج من المصباح أو المصابيح في ظروف مرجعية. ويرمز لها بالرمز (WLOR).

ط) نسبة خرج الضوء الصاعد (Upward Light Output Ratio):

هي نسبة خرج الضوء الكلي لتركيب الإنارة فوق المستوى الافقي في ظروف عملية معلومة الى خرج الضوء من المصباح أو المصابيح في ظروف مرجعية. ويرمز لها بالرمز (ULOR).

ي) نسبة خرج الضوء الهابط (Downward Light Output Ratio):

هي نسبة الضوء الكلي الخارج من تركيب الإنارة تحت المستوى الافقي في ظروف عملية معلومة الى خرج الضوء للمصباح أو المصابيح في ظروف مرجعية. ويرمز لها بالرمز (DLOR).

ك) النسبة المباشرة (Direct Ratio):

هي جزء الدفق الهابط الكلي الذي يسقط مباشرة الى مستوى العمل من تراكيب الانارة ويرمز لها بالرمز (DR).

ل) معامل الاستفادة (Utilization Factor):

يعرف بأنه نسبة ما يصل مستوى سطح العمل من الدفق المنير مقسوما على الدفق الكلي للمصباح. وتعتمد قيمة هذه النسبة جزئيا على أبعاد الغرفة وعلى انعكاسيات سطوحها وعلى العواكس في تراكيب الانارة . ويرمز له بالرمز (UF).

م) معامل مصداقية التباين (Contrast Rendering Factor):

هو نسبة التباين المقاس عند أداء مهمة معينة في ظروف نظام إنارة معين، الى التباين في ظروف الإنارة المرجعية.

ن) معامل الصيانة (Maintenance Factor):

هو نسبة الاستتارة التي تقدمها تراكيب إنارة معينة في ظروف الاتساخ المتوسطة (Average Condition of Dirtiness) المتوقعة أثناء الاستعمال الى الاستتارة المقدمة من التراكيب نفسها عندما تكون نظيفة. يكون معامل الصيانة دائما أقل من (1) ويرمز له بالرمز (MF).

س) معامل ضوء النهار (Daylight Factor):

هو نسبة الاستتارة على نقطة في مستوٍ معلوم في حيز ما نتيجة الضوء الواصل اليها بطريقة مباشرة وغير مباشرة من سماء ذات انارية معلومة ومفترضة، الى الاستتارة على مستوٍ أفقي الناتجة من نصف كرة غير محجوبة من تلك السماء. يستثنى ضوء الشمس المباشر من كل من قيمتي الاستتارة.

ع) معامل نقصان الضوء (Light Loss Factor):

هو نسبة الاستتارة التي تقدمها تراكيب إنارة معينة عند زمن محدد، الى الاستتارة الأولية (Initial Illuminance) عندما تكون التراكيب حديثة. ويرمز له بالرمز (LLF).

ف) مستوى العمل (Working Plane):

يعرف بأنه السطح المرجعي الذي تتم به المهمة البصرية (Visual task) وهو المستوى الذي يتم به العمل عادة.

ص) النظام النطاقي البريطاني (BZ)(British Zonal System):

هو نظام تصنيف لتراكيب الإنارة (Luminaires) بحسب توزيعها للضوء الهابط. وذلك طبقا لما هو وارد في التقرير الفني المرقم (2) لجمعية مهندسي الإنارة البريطانية (IES).

المراجع

- [1] كودات البناء الوطني الأردني - المجلد الثالث والعشرون - الجزء الثاني - كودة الإنارة الداخلية.
- [2] الدليل الإرشادي لتطبيق الكود المصري لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية في المباني " المجلد الأول: أعمال التصميم ".
- [3] المواصفة القياسية السعودية "كود الاضاءة لاماكن العمل الداخلية ".
- [4] CIE S 008/E-2001standard "Lighting of Indoor Work Places", ISO 8995:2002(E).
- [5] IES Lighting Handbook, Application Volume, Illuminating Engineering Society of North America, 1981.
- [6] CIE Guide to Interior Lighting Commission International, L'Eclairage, 1975.
- [7] IES Technical Report No.10, Evaluation of Discomfort Glare, The Illumination Engineering Society, London, 1972.
- [8] IES Technical Report No.4, Daytime Lighting in Buildings, The Illuminating Engineering Society, London, 1972.
- [9] IES Technical Report No.11, The Calculation of Direct Illumination from Linear Sources, The Illuminating Engineering Society, London, 1968.
- [10] IES Technical Report No.2, The Calculation of Utilization Factors – The BZ Method, The Illuminating Engineering Society, London, 1961.

الباب الثاني اعتبارات عامة (General Considerations)

1-2 معطيات تصميم الإنارة:

1/1-2 البيئة المضيئة:

الإنارة الجيدة المتداولة في أماكن العمل هي أكثر من توفير الرؤية الجيدة للمهمة. من الضروري أن تؤدي المهام بسهولة وراحة. ولذلك فإن الإنارة يجب أن تفي بجميع النواحي الكمية والنوعية التي تتطلبها البيئة. وبصفة عامة يجب أن تحقق الإنارة الأمور التالية:

- الراحة البصرية، بحيث يجب أن يكون هنالك إحساس بالراحة لدى العاملين.
- الأداء البصري، حيث يتمكن العاملون من أداء مهامهم البصرية بسرعة ودقة حتى تحت أي ظروف صعبة وعلى فترات طويلة.
- السلامة البصرية، أي أن يرى الأشخاص طريقهم بوضوح ويتجنبون المخاطر.

ولتحقيق ذلك، يجب أن يلتفت لجميع المعطيات المؤثرة في البيئة المضيئة. والمعطيات الرئيسة هي:

- توزيع السطوع.
- الاستتارة.
- الابهار.
- اتجاهية الضوء.
- النواحي اللونية للمنبع الضوئي والسطوح.
- الوميض.
- ضوء النهار.
- الصيانة.

ملاحظة: بالإضافة إلى الإنارة هناك معطيات بصرية مؤدية للراحة وتؤثر على الأداء البصري للشخص مثل:

- أ- خصائص المهمة المشددة (الحجم والشكل والوضوح واللون ومعامل الانعكاس للخلفية).
 - ب- القدرة البصرية لعين الشخص (حدة البصر وإدراك العمق وإدراك الألوان).
- الالتفات لهذه العوامل يمكن أن يعزز الأداء البصري من دون الحاجة إلى قيمة استتارة أعلى.

2-1/2 توزيع السطوح:

ينتشر توزيع السطوح في المجال البصري بمستوى التكيف للعين بما يؤثر على رؤية المهمة. إن تكيف العين لمستوى متوازن من السطوح مطلوب لزيادة:

- حدة البصر.
- حساسية التباين (التميز بين الفروقات الصغيرة نسبياً بين قيم السطوح).
- فعالية عمل عدسة العين (مثل التكيف والتحدب أو التقعر أو تغيير حجم عدسة العين أو حركة العين).

ويؤثر توزيع السطوح غير المتوازن في مجال الرؤية على الراحة البصرية ويجب تجنبه للأسباب التالية:

- مستويات السطوح المرتفعة جداً يمكن أن تزيد الإجهاد.
- تباين السطوح المرتفع جداً يتسبب في إجهاد بصري نتيجة التكيف المستمر للعيون.
- مستويات السطوح المنخفضة وكذلك تباين السطوح المنخفض يتسبب في بيئة عمل معتم غير مشجعة.
- يجب أن يلفت الانتباه للتكيف عند التحرك من منطقة لمنطقة في نفس المبنى.

مستويات السطوح للسطوح مهمة ويمكن الحصول عليها من معاملات الانعكاس للسطوح وقيم الاستتارة على تلك السطوح.

وفيما يلي ندرج نطاق معاملات الانعكاس لأغلب السطوح الداخلية:

- السقف (0.6-0.9).
- الجدران (0.3-0.8).
- سطوح العمل (0.2-0.6).
- الأرضية (0.1-0.5).

2-3/1 الاستتارة:

قيم الاستتارة وتوزيعها على المساحات المستهدفة والمناطق المحيطة بها، لها دور كبير في كيفية إدراك الشخص ومدى تحقيقه للمهام البصرية بسرعة وأمان وراحة. بالنسبة للفراغات التي لا تعرف فيها المساحات المستهدفة وطبيعة العمل فإن المساحة الكلية تؤخذ كمساحة مستهدفة. إن جميع قيم الاستتارة في هذه المدونة هي قيم قياسية وتوفر السلامة البصرية في العمل واحتياجات الأداء البصري.

2-1/3 قيم الاستتارة الموصى بها للمساحات المستهدفة:

قيم الاستتارة هي قيم قياسية على المساحات المستهدفة فوق السطوح المرجعية الأفقية أو العمودية أو المائلة. ويجب أن لا تقل قيم الاستتارة القياسية على المساحات المستهدفة عن القيم المعطاة في الجدول (4-1/2) بدون النظر إلى العمر وظروف الرؤية العادية مع الأخذ بعين الاعتبار العوامل التالية:

- متطلبات المهام البصرية.
- السلامة.
- النواحي الفسيولوجية والنفسية مثل الراحة البصرية.
- النواحي الاقتصادية.
- الخبرات العملية.

يمكن تعديل قيمة الاستتارة بالانتقال بخطوة واحدة على الأقل على قياس الاستتارة. إذا اختلفت الظروف البصرية من الفرضيات المعتادة، يجب زيادة قيم الاستتارة عندما يكون:

- التباين المنخفض غير معتاد في المهام البصرية.
- العمل البصري حرجاً.
- تصحيح الأخطاء مكلفاً.
- الدقة والإنتاجية العالية ذات أهمية كبرى.
- القدرة البصرية للعامل أقل من المعتاد.

يمكن تقليل قيمة الاستتارة القياسية عندما:

- تكون التفاصيل ذات حجم كبير والتباين مرتفعاً.
- تجرى المهمة البصرية بوقت قصير.

يجب أن لا تقل قيمة الاستتارة القياسية عن (200) لوكس عندما يكون العمل مستمرا.

2-2/3 مقياس الاستتارة:

يمثل معامل الضرب (1.5) أصغر فرق ممكن مؤثر على قيمة الاستتارة. في ظروف الاستتارة المعتادة، مثل قيمة الاستتارة الأفقية (20) لوكس الحد الأدنى المطلوب لتمييز ملامح الإنسان وهي أقل قيمة في مقياس الاستتارة وهو كالتالي: (20-30-50-75-100-150-200-300-500-750-1000-1500-2000-3000-5000).

2-3/3 قيم الاستئارة للمناطق المجاورة:

يجب أن تكون قيمة الاستئارة في المنطقة المجاورة مرتبطة بقيمة الاستئارة في منطقة العمل (المساحة المستهدفة) ويجب أن يكون هناك توزيع سطوح متوازن بشكل جيد ضمن مجال الرؤية. يمكن أن تسبب التغيرات المفاجئة في قيم الاستئارة حول المساحات المستهدفة إجهاداً بصرياً وعدم ارتياح. يمكن أن تقل قيم الاستئارة في المنطقة المجاورة وفي الخلفية عن قيمة الاستئارة في المساحة المستهدفة ولكن يجب أن لا تقل عن القيم المعطاة في الجدول (2-1/1).

الجدول (2-1/1) قيم الاستئارة على المساحة المستهدفة والمجاورة وفي الخلفية.

الاستئارة على المساحة المستهدفة (لوكس)	الاستئارة على المساحة المجاورة (لوكس)	الاستئارة في الخلفية (لوكس)
1000	750	500
750	500	300
500	300	200
300	200	200
أقل من أو تساوي 200	نفس القيمة على المساحة المستهدفة	نفس القيمة على المساحة المستهدفة

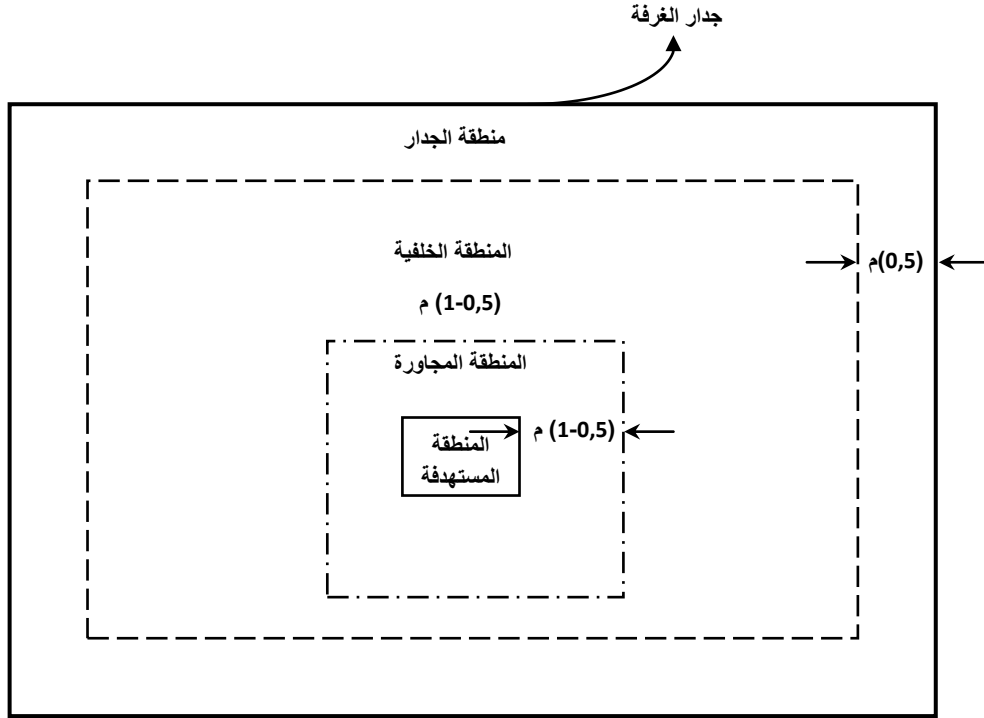
2-4/3 التجانس (الانتظامية):

تجانس الاستئارة هو نسبة أقل قيمة إلى القيمة المتوسطة. يجب أن تتغير قيم الاستئارة تدريجياً، كما ويجب أن تكون الاستئارة على المساحات المستهدفة منتظمة قدر الإمكان، حيث يجب أن لا تقل عن (0.7). ويجب أن لا يقل التجانس في المنطقة المجاورة عن (0.5) وكذلك تجانس الإنارة في الخلفية يجب أن لا يقل عن (0.5) ولكن بعد حذف مسافة (0.5) متر من الجدار حول كل غرفة كما في الشكل (2-1/1).

2-2 الإبهار:

الابهار هو الإحساس البصري الناتج من المناطق الساطعة ضمن مجال الرؤية. وهذا الإحساس إما يكون ابهاراً مزعجاً أو ابهاراً معيقاً. ويمكن أن يكون الابهار نتيجة السطوح اللامعة وهذا يعرف بالابهار المنعكس. من الضروري أن نضع حداً للإبهار لتقادي الأخطاء والإجهاد البصري والحوادث. نجد الإبهار المعيق في الإنارة الخارجية عادة ولكن يمكن أن يحدث في المناطق الداخلية عند استعمال كشافات موجهة أو مصادر ضوئية ساطعة كبيرة الحجم مثل النوافذ في المناطق ضعيفة الإنارة.

في أماكن العمل الداخلية تظهر مشكلة الابهار المزعج من المصابيح الساطعة أو النوافذ، ولو وضعنا حداً لقيم الابهار المزعج ولم تتعد القيم القصوى، فلن تكون هناك مشكلة في الابهار.



الشكل (1/1-2) مخطط توضيحي لتوزيع الاستنارة بشكل متجانس.

1/2-2 حجب الابهار:

يحدث الإبهار نتيجة قيم السطوع المرتفعة أو التباين المرتفع ضمن مجال الرؤية ويمكن أن يعيق رؤية الأجسام. يجب تجنب الابهار عن طريق حجب المصابيح أو تظليل النوافذ بواسطة ستائر. كما يجب أن لا تقل زوايا الحجب بالنسبة لقيم سطوع المصابيح عن القيم المعطاة في الجدول (2-1/2).

الجدول (1/2-2) قيم زاوية الحجب لسطوع المصباح.

زاوية الحجب	سطوع المصباح (كيلو قنديل / م ²) (kcd/m ²)
°10	من 1 إلى 20
°15	من 20 إلى 50
°20	من 50 إلى 500
°30	أكبر من 500

لا يجب أن تطبق زوايا الحجب على المصابيح التي لا تظهر في مجال رؤية العامل خلال فترة العمل المعتاد أو عندما لا يسبب المصباح أي إبهار ملحوظ للعامل.

2-2 الإبهار المزعج (غير المريح):

يجب الحصول على تقييم الإبهار المزعج لأي تركيبة إنارة بواسطة الطريقة المجدولة لتقييم الإبهار الموحد من الهيئة الدولية للإنارة اعتمادا على المعادلة التالية:

$$UGR = 0.8 \cdot \log \left(\frac{0.25}{L_b} \cdot \sum \frac{L^2 \cdot \omega}{\rho^2} \right) \cdot (1/2-2)$$

حيث:

L_b : سطوع الخلفية (cd/m^2).

L : سطوع الأجزاء المضيئة من المصباح في اتجاه عين المشاهد (cd/m^2).

ω : الزاوية الصلبة للأجزاء المضيئة لكل مصباح باتجاه عين المشاهد (Steradian).

ρ : معامل الوضع لكل مصباح والذي يرتبط بإزاحتها من خط الرؤية.

إذا كانت تركيبة الإنارة مكونة من عدة أنواع مختلفة من المصابيح بتوزيع إنارة مختلف أو أنواع مختلفة من المصابيح، فيجب أن تحسب قيمة الإبهار لجميع أنواع المصابيح وتؤخذ أعلى قيمة للإبهار وتكون هي القيمة التي تؤخذ للتركيبة ويجب أن لا تتعدى القيم القصوى الموصى بها. كما يجب أن توثق جميع الفرضيات عند حساب قيم الإبهار.

2-3 الانعكاسات الحادة أو الإبهار المنعكس:

الانعكاسات الناتجة من السطوح المصقولة ضمن المهمة البصرية (تسمى أحيانا الانعكاسات الحادة أو الإبهار المنعكس) يمكن أن تؤثر سلبا على الرؤية والإبصار. ويمكن تفاديها أو تقليلها من خلال الطرائق التالية:

- ترتيب المصابيح وأماكن العمل (تجنب وضع المصابيح في المنطقة الحرجة).
- إنهاء السطوح (تستعمل مواد غير لامعة للسطوح).
- تقليل سطوع المصابيح.
- تكبير أو زيادة المساحة المضيئة للمصابيح.
- استعمال سطوح جدران وسقوف بألوان فاتحة (تجنب البقع الساطعة).

3-2 الاتجاهية:

تستعمل الإنارة الموجهة لإظهار وإبراز الأجسام، ولإظهار النسيج ولتحسن مظهر الأشخاص في الفراغ. وهذا يوصف بمصطلح "التشكيل". ويمكن للإنارة الموجهة أن تحسن من رؤية المهام البصرية.

4-2 التشكيل:

يشير التشكيل إلى التوازن بين الضوء الموجه والمتناثر. وهو من خواص جودة الإنارة لكل أنماط الأماكن الداخلية افتراضاً. يتحسن المظهر العام لأي مكان داخلي عندما تضاء الملامح التركيبية والأشخاص والأجسام بحيث يظهر الشكل والنسيج بوضوح وارتياح. يحدث هذا عندما يأتي الضوء من اتجاه واحد بشكل واضح، والظلال الناتجة ضرورية للتشكيل الجيد بدون أي التباس. ولكن لا يجب أن تكون الإنارة موجهة بشكل كبير حيث أن هذا يسبب ظلال قوية، ولا أن تكون متناثرة بشكل كبير لكي لا يختفي تأثير التشكيل تماماً وتنتج من ذلك بيئة ضوئية معتمة.

5-2 الإنارة الموجهة للمهام البصرية:

يمكن للإنارة من اتجاه محدد أن تظهر التفاصيل ضمن المهمة البصرية وأن تزيد الرؤية وتجعل المهمة أسهل للأداء وهي ضرورية بشكل خاص للمهام التي فيها تفاصيل دقيقة.

6-2 مظاهر اللون:

تصنف جودة اللون للمصابيح ذات الضوء الأبيض بواسطة عاملين مؤثرين:

- مظهر اللون للمصباح نفسه.
- خاصية إظهار اللون للمصباح الذي يؤثر على مظهر ألوان الأجسام والأشخاص المضاعين بالمصباح نفسه.

يجب أن يتم التعامل مع هذين العاملين المؤثرين بشكل منفصل.

1/6-2 مظهر (شكل) اللون:

يرجع مظهر الألوان لمصباح معين إلى اللون الظاهر (لونية المصباح) للضوء المنبعث من المصباح. يمكن وصفه بواسطة درجة حرارة الألوان المرتبطة. وتقسم المصابيح عادة إلى ثلاث مجموعات بحسب درجة حرارة اللون المرتبطة كما هو موضح في الجدول (1/6-2).

الجدول (2-6/1) قيم درجة حرارة اللون المرتبطة بمظهر اللون.

مظهر اللون	درجة حرارة اللون المرتبطة
أبيض دافئ (Warm white)	أقل من 3300 كلفن
أبيض طبيعي (Natural white)	بين (3300 و 5300) كلفن
أبيض بارد (Cool white)	أكبر من 5300 كلفن

اختيار مظهر اللون يعتمد على النواحي النفسية وعلى اعتبارات جمالية لما يمكن اعتباره طبيعياً. يعتمد الاختيار على قيمة الاستنارة واللون الغرفة والأثاث والجو المحيط والتطبيق. وبصفة عامة يفضل استعمال الضوء الأبيض البارد في الأجواء الحارة ويفضل استعمال الأبيض الدافئ في الأجواء الباردة.

2-6/2 إظهار الألوان (مصادقية الألوان):

من الضروري للأداء البصري والإحساس بالارتياح والصحة أن تظهر ألوان الأجسام وبشرة الإنسان، في أي بيئة بشكل طبيعي وصحيح وبطريقة تظهر الأشخاص أكثر جاذبية وصحة. لإعطاء إشارة لخصائص مصادقية الألوان لأي مصدر ضوئي، تم تقديم دليل مصادقية الألوان وبقيمة قصوى (100) (هذا يعني أن جميع ألوان الأجسام ترى بشكل حقيقي بدون تغيير) وينقص هذا الرقم بتناقص جودة مصادقية الألوان. يجب أن لا تستعمل المصابيح التي لها دليل مصادقية الألوان الأقل من (80) في الأماكن الداخلية حيث يعمل الأشخاص لفترات طويلة، باستثناء إنارة الأماكن ذات الأسقف المرتفعة (الأماكن الصناعية بسقوف أعلى من 6 متر) والإنارة الخارجية، ولكن يجب تأمين الطرائق المناسبة لضمان استعمال المصابيح ذات الدليل المرتفع لمصادقية اللون حتى في الأماكن الصناعية المأهولة بشكل دائم وعندما يجب تمييز ألوان السلامة.

2-7 ضوء النهار:

يمكن أن يزود ضوء النهار كل الإنارة أو جزء منها للمهام البصرية. يتغير ضوء النهار بمستواه وطيفه مع الوقت ولذلك فهو يعطي تغييراً داخل المكان. يمكن أن يخلق ضوء النهار تشكيلاً محدداً بسبب طبيعة تدفقه أفقياً من النوافذ الجانبية.

يمكن الحصول على ضوء النهار عن طريق فتحات بالسقف أو أي منافذ أخرى. تزود النوافذ ميزة الاتصال بالعالم الخارجي وهذا يفضلته أغلب الأشخاص ولكن يجب تجنب التباين الزائد وعدم الارتياح الحراري الناتج من دخول ضوء الشمس المباشر الى أماكن العمل.

يجب استعمال طريقة مناسبة لحجب أشعة الشمس المباشرة، مثل المظلات والستائر بحيث لا تضرب أشعة الشمس الأشخاص أو السطوح الواقعة ضمن مجال الرؤية. في الأماكن الداخلية التي بها نوافذ جانبية يتناقص ضوء النهار بشكل سريع عند البعد من النوافذ. يجب أن لا يقل معامل ضوء النهار عن (1%) على سطح العمل على بعد 3 متر من الجدار الذي به النافذة وعلى بعد متر واحد من الجدران الجانبية.

يجب أن تكون هناك إنارة صناعية إضافية لضمان الحصول على الاستتارة المطلوبة على سطح العمل ولتوازن توزيع السطوع داخل الغرفة.

يمكن استعمال مفاتيح تشغيل يدوية أو آلية أو مفاتيح خفت الإنارة لضمان التكامل بين الإنارة الصناعية والطبيعية. لتقليل الإجهاد من النوافذ يجب استعمال ستائر.

8-2 الترجرج والتأثيرات التذبذبية (Flickering and Stroboscopic Effect):

إن خرج الضوء لجميع المصابيح العاملة بفولتية متناوبة (AC) يتغير بشكل دوري. ويكون ذلك التغير صغيرا للمصابيح ذات الفتيلة وملحوظا لمصابيح التفريغ بما في ذلك المصابيح الفلورية. ويسبب هذا التغير في خرج الضوء ما يسمى بالتجرجج أو التأثيرات التذبذبية.

(أ) التجرجج:

يحدث التغير الدوري الأساسي الذي يساوي (50) هيرتز في الضوء المنبعث من المصابيح التي تعمل عادة على مصدر طاقة متناوب الفولتية تردده (50) هيرتز. وهذا التغير سريع جدا ولا يمكن كشفه بصريا بسهولة. وفي بعض مصابيح التفريغ يحدث التغير ذو التردد (50) هيرتز، ويشعر بعض الأشخاص به. ويوجد لدى بعض الأشخاص حساسية خاصة للتأثير الذي قد يسبب إزعاجا بصريا. كذلك قد يكون التجرجج ظاهرا إذا كان الحقل البصري يتضمن مساحات كبيرة ذات انعكاسيات عالية مثل أرضية قاعة رياضية ذات لون فاتح.

ويحدث التجرجج الذي يساوي (50) هيرتز في المصابيح الفلورية قرب الأقطاب الكهربائية بشكل رئيس عند نهايتي المصباح، ويكون ملحوظا أكثر في المصابيح ذات التيار المقنن العالي. ويمكن تخفيض ذلك مثلا باستعمال أغلفة داخلية حول القطب الكهربائي، أو بحجب طرفي المصباح. ويزداد التجرجج عادة كلما تقادمت المصابيح الفلورية.

يحدث التجرجج في مصابيح التفريغ عالية الشدة الزئبقية والهاليدية والصوديوم بشكل جزئي بسبب حركة القوس حول رؤوس القطب الكهربائي. ويكون التجرجج ملحوظا في المصابيح ذات

الأغلفة الشفافة أكثر منه في المصابيح ذات الكسوة الفلورية الداخلية للبصيلة الخارجية. ولا يسبب التخرج في مصابيح التفريغ عالي الشدة مشكلات في الإنارة العامة عادةً إذا ركبت المصابيح على ارتفاع عال، كما في المصانع ذات القاعات المرتفعة. وإذا استعملت المصابيح على ارتفاعات أقل لاماكن عمل داخلية، فإن التخرج في بعض الحالات يكون مزعجا. ويمكن استعمال دوائر خاصة لإنقاص أو إزالة ذلك التأثير.

(ب) التأثيرات التذبذبية:

تكون الأنماط التذبذبية الناتجة من المكائن الدوارة والأجسام المتحركة الأخرى بسبب التغيرات في خرج الضوء مزعجة إذا ما تم ملاحظة النمط التذبذي على جسم يختبر عن قرب. وقد يكون ذلك خطرا إذا كان مرئيا على المكائن المتحركة، مما يستدعي اتخاذ إجراءات لإنقاص ذلك التأثير.

(ج) توصيات:

1. يمكن تخفيض التخرج الناتج عن تغيير خرج الضوء للمصابيح الفلورية ذات التيار المقنن العالي، حيث يكون ذلك ضروريا، وذلك باستعمال مصابيح ذات أقطاب كهربائية محمية بحجاب أو بحماية أطراف تلك المصابيح بستار أو باستعمال دوائر تشغيل كهربائية خاصة. ويفضل تغيير المصابيح الفلورية فور ملاحظة التخرج فيها.
2. في حالات خاصة يمكن إنقاص شدة الأنماط التذبذبية الناتجة من المصابيح الفلورية أو مصابيح التفريغ عالي الشدة عن طريق تركيب مصابيح توهجية قريبة من السطح لتكمل إنارة المساحة الحرجة.
3. يمكن إنقاص التخرج والتأثيرات التذبذبية باستعمال إحدى الدوائر الكهربائية التالية:-
 - مصدر طاقة ثلاثي الطور، مع توزيع المصابيح على الأطوار الثلاثة والتخطيط لتراكب الضوء بشكل يفي بالغرض من مصابيح مربوطة بطورين على الأقل.
 - دوائر كهربائية سابق - لاحق (Lead-Lag) للمصابيح الفلورية، ودوائر تقويم (Rectifying) لبعض أنواع مصابيح التفريغ عالي الشدة.
 - مصدر طاقة ذي تردد أكثر من (50) هيرتز، إذا كان ذلك اقتصاديا.

9-2 الاعتبارات الحرارية:

تعتبر المصابيح الكهربائية وسيلة فعالة لتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية. وتكون الطاقة الحرارية الناتجة أما طاقة منقولة بالحمل أو التوصيل أو الإشعاع. أما الضوء نفسه فيولد حرارة لا

تسخن الهواء مباشرة بل ترفع درجة حرارة السطح الذي يمتصه. لذا فإن المعلومات المتوفرة عن كمية كل نوع من أنواع الطاقة التي تصدر عن المصابيح الكهربائية تكون ذات فائدة كبيرة في تحليل أداء ذلك المصباح وتأثيره على الاعتبارات الحرارية للمبنى.

10-2 المصادر الكهربائية لبدء الاشعال:

مصدر الاشعال هو ببساطة الطاقة اللازمة لبدء اشعال المحيط المتفجر في المناطق الخطرة. إن الأجهزة والمعدات الكهربائية يمكن ان تكون مصادر اشعال، ومنها على سبيل المثال المفاتيح الكهربائية، معدات بدء الحركة في المحركات، قواطع الدورة، المأخذ الكهربائي، حيث ممكن ان تكون هذه الطاقة على شكل شرارة كهربائية تتولد عند فتح القاطع او المفتاح الكهربائي او عند غلقه. المعدات الكهربائية مثل تراكيب الانارة او المحركات الكهربائية تصنف كمنتجات للحرارة وستصبح هذه المعدات مصادر للإشعال اذا تجاوزت حرارة سطحها نقطة الالتقاد للخليط او الغاز او الابخرة والغبار الموجود قريبا. كما يمكن ان يكون مصدر الاشعال الفشل غير الطبيعي للأنظمة الكهربائية او الاتصال السيء للنهائيات الكهربائية او قواعد الانارة حيث تتولد الشرارة الكهربائية وكذلك عند تلف العوازل بسبب التقادم او القطع.

11-2 التراكيب الكهربائية في الأماكن المعرضة للانفجار:

عند تواجد خليط من الغازات القابلة للاشتعال مع الهواء، فإن الاشعال يحدث بمجرد تكون شرارة في الخليط، وكذلك يحدث الانفجار عند تعرض الهواء المحمل بذرات من مواد مشتعلة لشرارة مثل: ذرات التبن في الأماكن الزراعية. وحيث إن الشرارة قد تحدث من التراكيب الكهربائية إذا لم يراع في تركيبها مثل هذه الظروف، لذلك في التراكيب المثبتة في الأماكن المعرضة للانفجار يجب أخذ كل الاحتياطات اللازمة لمثل هذه الظروف.

ويمكن تقسيم الأماكن المعرضة للانفجار بحسب احتمالية تشكل الغازات المنفجرة إلى ثلاث مناطق:

1. المنطقة صفر (Zone 0): وتشمل المناطق التي توجد فيها الغازات القابلة للانفجار لمدة طويلة.
2. المنطقة 1 (Zone 1): وتشمل على المناطق التي توجد فيها الغازات القابلة للانفجار أحيانا.
3. المنطقة 2 (Zone 2): وتشمل على المناطق التي يتوقع فيها تواجد الغازات القابلة للانفجار نادراً لمدة قصيرة.

ويمكن تقسيم الأماكن المعرضة للانفجار تبعاً لتكون الأتربة المشتعلة في الهواء إلى:

1. المنطقة 10 (Zone 10): وتشمل على المناطق التي يتواجد فيها مخلوط من الهواء مع الاتربة المشتعلة لمدة طويلة.

2. المنطقة 11 (Zone 11): وتشمل على المناطق التي يتواجد فيها مخلوط من الهواء مع الاتربة المشتعلة لمدة قصيرة.

وفيما يلي الرموز المستعملة مع الأجهزة الكهربائية المستخدمة في الأماكن المعرضة للانفجار تبعاً للمواصفات القياسية العالمية IEC:

EX	أو	EEX	P	IIB	T2
↓		↓	↓	↓	↓
الرمز المعتمد للأجهزة المعتمدة في EEC	الرمز المعتمد تبعاً للمواصفات الأوروبية	نوع الحماية	مجموع الغازات المنفجرة	قسم درجة الحرارة	
والرمز التالي هو الرمز المعتمد والذي يستعمل مع المعدات المعتمدة من قبل وحدة اختبارات EEC:					



2-12 أقسام الأجهزة الكهربائية تبعاً لنوعية الحماية ضد الانفجار:

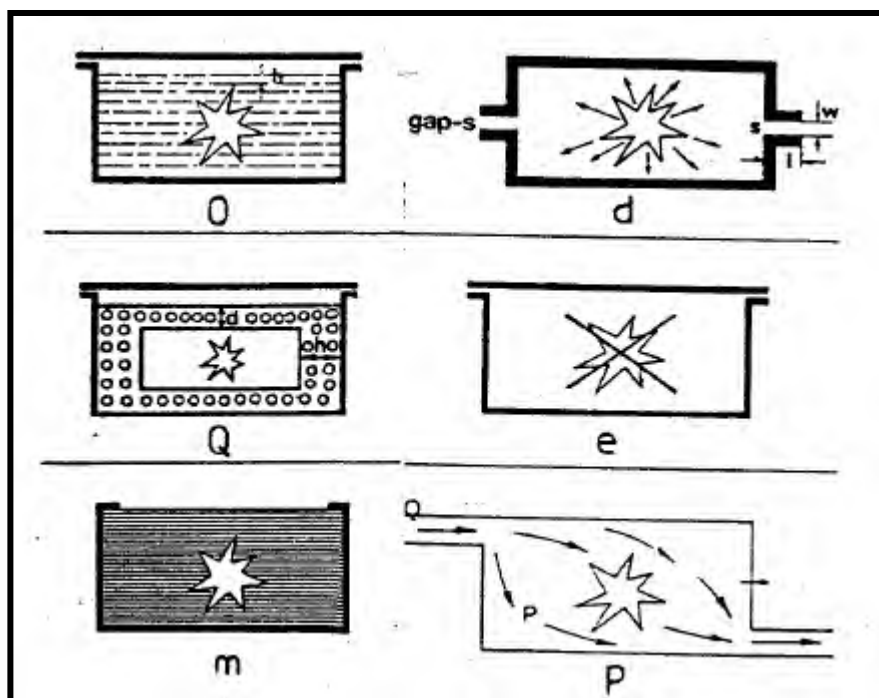
لقد قامت المواصفة العالمية القياسية IEC بتقسيم الأجهزة الكهربائية تبعاً لنوعية الحماية ضد الانفجار إلى:

1. أجهزة ذات أغلفة بحماية ضد اللهب (d): فعند حدوث انفجار بداخل أغلفة هذه الأجهزة فإن هذه الأغلفة تتحمل الضغط الناتج عن الانفجار، وتمنع انتقال هذا الانفجار إلى الحيز المحيط الذي يحتوي على غازات قابلة للاشتعال، ومنها على سبيل المثال: القواطع وأجهزة التحكم والمحركات والمحولات.

2. أجهزة ذات أمان زائد (e): وهذا النوع من الحماية يمنع ارتفاع درجة الحرارة وحدوث شرر في داخل هذه الأجهزة قد ينتقل للخارج، ويستعمل هذا النوع من الحماية في علب التوصيل ولوحات التحكم والمحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابي ووحدات الإضاءة.

3. أجهزة مضغوطة (P): وفي هذا النوع من الحماية يسمح بإمرار غازات خاملة بصفة مستديمة داخل أغلفة هذه الأجهزة بضغط أعلى من ضغط الحيز المحيط، والذي يحتوي على خليط من الغازات المتفجرة، وهذا النوع من الحماية يستعمل في الأجهزة الكبيرة والغرف الكبيرة.
4. أجهزة ذات أمان ذاتي (I): وهذا النوع من الحماية خاص بالأجهزة التي لا تولد شرارة كافية لإحداث انفجار في الحيز المحيط، الذي يحتوي على خليط من الغازات المتفجرة، ويستعمل هذا النوع من الحماية مع أجهزة القياس.
5. غمر في الزيت (O): وهذا النوع من الحماية خاص بالمعدات المغمورة كلياً أو جزئياً في الزيت، وبالتالي فإن الشرارة لا يمكن أن تصل إلى الحيز المحيط والقابل للانفجار الموجود فوق مستوى الزيت، ومنها على سبيل المثال المحولات.
6. أجهزة ممتلئة بمسحوق (Q): وهذا النوع من الحماية خاص بالمعدات الممتلئة بمسحوق يمنع انتقال الشرر إلى الحيز القابل للانفجار، ومنها على سبيل المثال: المكثفات والمصهرات والدوائر الإلكترونية.
7. أجهزة ذات قالب (m): وهذا النوع من الحماية خاص بالمعدات التي توضع العناصر المصدرة لشرار داخل قالب من مادة لا تسمح بانتقال الشرارة أو الحرارة إلى الحيز القابل للانفجار مثل: القواطع الصغيرة وأجهزة البيان وأجهزة الاستشعار.

والشكل (1/12-2) يمثل المخططات الوصفية لأقسام حماية الأجهزة.



الشكل (1/12-2) المخططات الوصفية لأقسام حماية الأجهزة.

المراجع

- [1] الدليل الإرشادي لتطبيق الكود المصري لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية في المباني "المجلد الأول: أعمال التصميم".
- [2] المواصفة القياسية السعودية "كود الاضاءة لاماكن العمل الداخلية".
- [3] CIE S 008/E-2001standard, "Lighting of Indoor Work Places", ISO 8995:2002(E).
- [4] IES Lighting Handbook, Application Volume, Illuminating Engineering Society of North America, 1981.
- [5] CIE Guide to Interior Lighting Commission International, L'Eclairage, 1975.
- [6] IES Technical Report No.10, Evaluation of Discomfort Glare, The Illumination Engineering Society, London, 1972.
- [7] IES Technical Report No.4, Daytime Lighting in Buildings, The Illuminating Engineering Society, London, 1972.
- [8] CIBSE – TM 10, Technical Memoranda, The Calculation of Glare Indices, 1985, The Chartered Institution of Building Services Engineers, London.

الباب الثالث

أنظمة ومعدات الإنارة الداخلية

(Systems and Equipment of Interior Lighting)

1-3 أنواع أنظمة الإنارة الداخلية (Types of Interior Lighting Systems):

1-1/3 التصنيف بحسب طريقة التوزيع :

تصنف أنظمة الإنارة، بحسب طريقة توزيعها للضوء ومواقع تراكيب الإنارة، الى الأنواع التالية:-

• الإنارة العامة (General Lighting):

يكون نظام الإنارة الذي يعطي إنارة منتظمة تقريبا على مساحة مستوى العمل كلها نظام إنارة عام. وفي هذا الصنف من أنظمة الإنارة تكون تراكيب الإنارة مرتبة في مخطط متماثل وملائم للخصائص الإنشائية والمعمارية للمكان.

• الإنارة العامة المحددة الموضع (Localized General Lighting):

تكون تراكيب الإنارة في هذا النوع من أنظمة الإنارة مرتبة ترتيبا وظيفيا بالنسبة للجسم المرئي ومكان العمل.

• الإنارة الموضعية (Local Lighting):

تكون تراكيب الإنارة في هذا النوع من أنظمة الإنارة مرتبة لتتير مساحة صغيرة نسبيا تحتوي على الجسم المرئي والأشياء المحيطة به مباشرة.

• الإنارة المحيطة بالجسم المرئي (Task-Ambient Lighting):

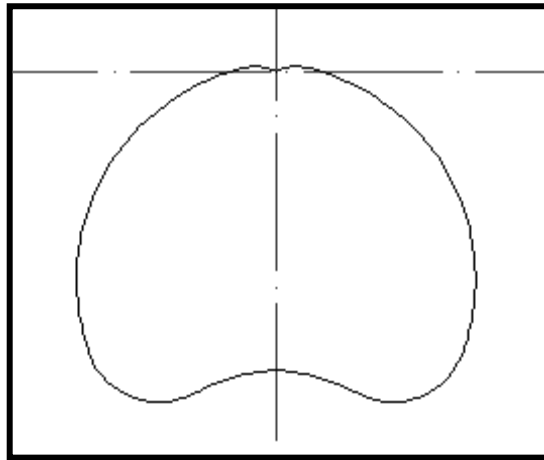
في هذا النوع من نظام الإنارة تكون تراكيب الإنارة مركبة في الأثاث أو الأرضية وموجهة إلى أماكن مختلفة لتتير الأجسام المرئية.

2-1/3 التصنيف بحسب التوجيه:

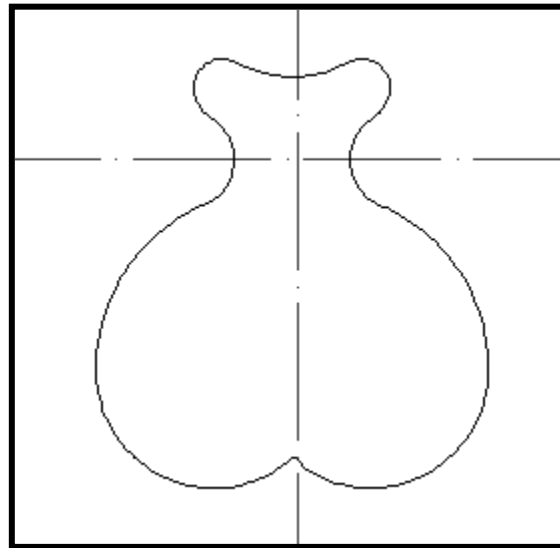
تصنف نظم الانارة على حسب كمية الاستنارة الموجهة الى اسفل تراكيب الانارة في اتجاه مستوى التشغيل وكمية الاستنارة الموجهة الى الاعلى. ويعطي الجدول (1-1/3) تبياناً لنظم الانارة الموصى بها عمليا. وتبين الاشكال (1-1/3)-(5/1-3) نماذج توزيع الشدة المنيرة المبينة في الجدول (1-1/3).

الجدول (1/1-3) نظم الإنارة الموصى بها عمليا.

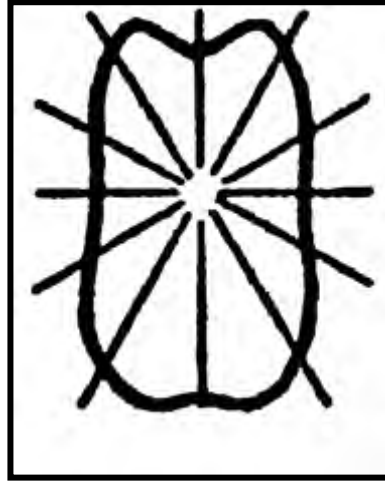
ت	نوع النظام	توزيع الاستنارة الناشئة من تركيب الانارة	
		الى الاعلى %	الى الاسفل %
1	مباشر	0-10	100-90
2	شبه مباشر	10-40	90-60
3	تتاثري	40-60	60-40
4	شبه غير مباشر	60-90	40-10
5	غير مباشر	90-100	10-0



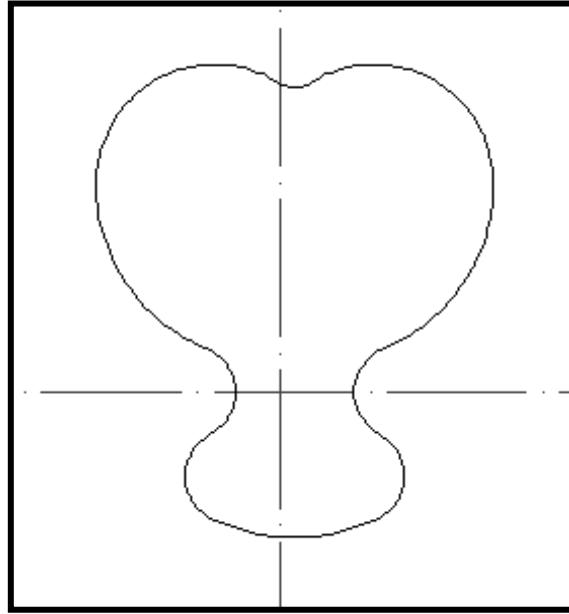
الشكل (1/1-3) نموذج توزيع الشدة المنيرية لتركيب انارة مباشرة.



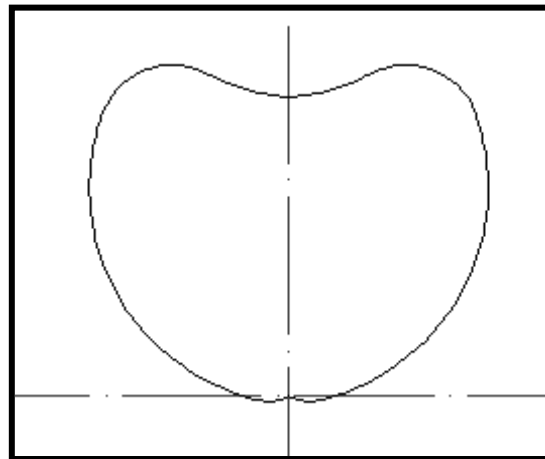
الشكل (2/1-3) نموذج توزيع الشدة المنيرية لتركيب انارة شبه مباشر.



الشكل (3-1/3) نموذج توزيع الشدة المنيرية لتركيب نمطي للإنارة المتناثرة.



الشكل (3-1/4) نموذج توزيع الشدة المنيرية لتركيب انارة شبه غير المباشر.



الشكل (3-1/5) نموذج توزيع الشدة المنيرية لتركيب للإنارة غير المباشر.

3-1/3 التصنيف بحسب نوع المصدر الضوئي:

كما ويمكن أن تصنف أنظمة الإنارة حسب نوع مصدر الضوء الى:

1- نظام الإنارة الكهربائية:

- (أ) تتطلب مواصفات معظم أنظمة الإنارة العامة تقديم استتارة معينة على مستوى عمل معلوم، يكون أفقياً غالباً. وتتطلب كذلك انتظامية مقبولة فوق ذلك المستوى، وربما تتطلب أيضاً مطابقة توصيات دليل الإبهار. فعند التصميم يتم اختيار مصابيح وتراكيب إنارة مناسبة، ومن ثم يتم تحديد عدد التراكيب التي تحقق متطلبات انتظامية الاستتارة بطريقة اللومن للتصميم الواردة في الباب الخامس. كما يجب أن تكون المعلومات المستعملة في الحسابات دقيقة لتقليل استهلاك الطاقة.
- (ب) يتم حساب دليل الإبهار لتراكيب الإنارة بطريقة مناسبة. فإذا كانت القيمة المحسوبة أكبر من القيمة الحدية الموصى بها للاستعمال فيمكن حينئذ إنقاص تلك القيمة بتعديل نظام الإنارة أو تعديل انعكاسيات السطوح أو تعديل كليهما.

2- نظام الإنارة باستخدام ضوء النهار الطبيعي:

تهتم الإنارة باستعمال ضوء النهار الطبيعي بشكل رئيس بمنسوب وتوزيع ضوء النهار في الأماكن الداخلية، وتحديد الإبهار الناتج من ضوء النهار والتأثيرات الحرارية والتأثيرات الاتجاهية والمناطق المرئية المقابلة للشبابيك.

3- نظام الإنارة المشترك من الإنارة الكهربائية وضوء النهار الطبيعي:

يعتمد هذا النوع من أنظمة الإنارة على الاستفادة من ضوء النهار الطبيعي إضافة الى الإنارة الكهربائية.

4- نظام الإنارة في حالة الطوارئ:

تستعمل أنظمة الإنارة للطوارئ في الحالات التالية:-

- الإنارة من أجل الهروب وتستعمل في حالة حدوث إخفاق في مصدر الطاقة الرئيس لإنارة ممرات الهروب في المبنى عند الخطر واستعمالها بطريقة آمنة وفعالة في جميع الأوقات.
 - الإنارة الاحتياطية وتستعمل لتأمين استمرار بعض النشاطات المهمة في المبنى عند حدوث إخفاق في مصدر الطاقة الرئيس.
- وسياتي في نهاية هذا الباب تفصيل أكثر لانارة الطوارئ.

2-3 معدات الإنارة الداخلية:

1/2-3 المصابيح:

أياً كان نوع المصباح فهو ليس الا اداة لتحويل الطاقة الكهربائية الى طاقة ضوئية عن طريق مرور التيار عبر وسط قد يكون صلبا (المصباح التوهجي) او غازيا (مصابيح التفريغ الغازي). وتوجد اصناف عديدة تختلف من حيث التصميم والاداء فمنها ما هو للإنارة وبعضها للاستعمالات الطبية واخرى لأغراض الاشارة ومصابيح قاتلة للجراثيم وغيرها. وما يهمنا هنا هي تلك المستعملة للإنارة. يجب ان تكون البيانات المبينة على المصابيح وأغلفتها بخط واضح ومقروء وثابت وقوي التحمل. وتضم هذه البيانات، بالإضافة إلى اسم المنتج والعلامة التجارية وبلد المنشأ، البيانات الفنية الضرورية مثل الجهد المقرر والتردد والقدرة ولون الإنارة وتصنيف المصباح. يتم اتباع تعليمات الشركة الصانعة عند التركيب، وخاصة فيما يتعلق بالمكان المسموح تركيب المصباح فيه.

وفيما يلي أنواع المصابيح شائعة الاستعمال في الإنارة الداخلية:-

1- المصابيح الفتيلية (Filament Lamps) وتتضمن:

أ- المصابيح التوهجية (Incandescent Lamps).

ب- مصابيح التنغستون-هالوجين (Tungsten-Halogen Lamps).

2- مصابيح التفريغ (Discharge Lamps) وتتضمن:

أ- المصابيح الفلورية الأنبوبية (fluorescent lamps).

ب- مصابيح بخار الصوديوم ذات الضغط المنخفض ((low pressure sodium lamp(SOX))

ج- مصابيح بخار الصوديوم ذات الضغط العالي ((high pressure sodium lamp (HPS))

د- مصابيح بخار الزئبق ذات الضغط العالي ((high pressure mercury lamp (HPM))

هـ- مصابيح الهاليد المعدنية (metal halide lamp).

3- مصابيح اشباه الموصلات الثنائية المشعة (Light Emitting Diode (LED) Lamps)

هي مصابيح تنتج ضوءاً مرئياً عند مرور التيار باتجاه واحد في مكون الكتروني شبه موصل ثنائي وعادة ما يكون الضوء الناتج منها احادي الحزمة (monochrome) ولكن في الآونة الاخيرة تم انتاج مصابيح تستطيع اصدار طيف اكبر بحيث يغطي الطيف البصري (اللون الابيض). ويمكن لهذه المصابيح ان تبعث اشعة ضمن الحزمة تحت الحمراء او فوق البنفسجية. أما الخصائص الرئيسة للمصابيح فيجب ان تكون مطابقة لما هو مبين في الجدول (1/2-3).

الجدول (3-1/2) الخصائص الرئيسية للمصابيح.

نوع المصباح	رمز المصباح	تسمية المصباح	الخصائص التكوينية والتشغيلية للمصباح	الفعالية المنيرية للمصباح (لومن/واط)
فلوري أنبوبي Mini Compact Fluorescent (MCF)	A	نورث لايت (North Light)	المصابيح الفلورية الأنبوبية مصادر ضوء خطية ذات تقريب ذي ضغط منخفض وذات فروق في مظاهر اللون وترجيع اللون نظرا لكون جدارها الداخلي مطلبا بمواد فسفورية مختلفة. تنقص فعالية هذه المصابيح بشكل عام كلما تحسن ترجيع اللون. تعطي هذه المصابيح حال تشغيلها على الحامي أو على البارد خرج ضوء يتأثر بدرجة الحرارة المحيطة. يمكن تعتميم هذه المصابيح إذا استعملت مع تركيب تحكم خاص. جميع هذه المصابيح لها أوضاع تشغيل عالمية. يمكن الحصول على مصابيح ذات قدرة أقل مما هي مسجلة في هذا الجدول.	(40-20)
	B	ضوء نهار صناعي (Artificial Daylight)		(40-20)
	C	ضوء النهار (Daylight)		(65-45)
	D	طبيعي (Natural)		(50-30)
	E	لون حقيقي-37 True color-37		(45-20)
	F	لون-84 Colour-84		(65-45)
		ابيض زيادة (Plus-white)		(65-45)
	G	ديلوكس طبيعي		(35-15)
	H	أبيض (White)		(125-2)
	I	أبيض دافئ (Warm White)		(65-45)
	J	ديلوكس، أبيض دافئ (40) Deluxe , Warm White		(40-20)
مصباح تقريغ ذات ضغط عال	K	زئبقي هاليدى Mercury Halide (Metal Bulb (MBI))	مصباح تقريغ عالي الضغط زئبقي ذو أنبوب من السليكا المصهورة داخلها هاليدات الفلز بها بصيلة نقية يمكن الحصول على بعضها ذات عواكس. زمن التشغيل للحصول على خرج ضوء كامل يساوي (5) دقائق وتتطلب إعادة التشغيل (10) دقائق أو أقل من ذلك إذا استعملت معها دوائر خاصة.	(70-45)
		زئبقي هاليدى Mercury Halide (Linear Metal Bulb (MBIL))	هو مصباح (MBI) ولكن بشكل خطي ويكون عادة ذا بصلة خارجية. وهو ذو تشغيل أفقي فقط.	(70-40)
		فلوري زئبقي هاليدى Mercury Halide Fluorescent Metal Bulb (MB)	هو مصباح (MBI) ولكن ذو كسوة فلورية على الجدار الداخلي للبصلة الخارجية.	(70-45)
	L	فلوري زئبقي Mercury Fluorescent Metal Bulb (MBF)	مصباح زئبقي ذو ضغط عال وذو أنبوب نفوس كهربائي من السليكا المصهورة. بصلته الخارجية مطلية بمادة فلورية لزيادة نسبة الضوء الأحمر كما ان زمن التشغيل وزمن إعادة التشغيل مثل مصباح (MBI).	(50-35)

نوع المصباح	رمز المصباح	تسمية المصباح	الخصائص التكوينية والتشغيلية للمصباح	الفعالية المنيرية للمصباح (لومن/واط)
مصابيح تفريغ ذات ضغط منخفض (باستثناء المصابيح الفلورية الأنبوبية)		فلوري زئبقي عاكس Fluorescent Metal Bulb with Reflector (MBFR)	مثل (MBF) إلا أن له عاكساً داخلياً.	(45-40)
		زئبقي تنغستن فلوري Tungsten-Fluorescent Metal Bulb (MBTF)	مثل (MBF) وله فتيلة من التنغستن مع أنبوب تقوس كهربائي لتعمل كخائق و تزيد من الضوء الأحمر المنبعث. أوضاع تشغيله كما يصفها الصانع.	(20-12)
	M	صوديوم ذو ضغط عال SODium Neon (SON)	مصابيح صوديوم ذات ضغط عال مع أنبوبة تقوس كهربائي ضمن بصلة ناشرة خارجية. زمن تشغيلها (2) دقيقة حتى تصل الى خرجها من الضوء كاملاً. وزمن إعادة تشغيلها يساوي (1) دقيقة إذا استعمل معها حارق خارجي. أوضاع تشغيلها كما يصفها الصانع.	(110-60)
		صوديوم ذو ضغط عال Tubular-SON (SON-T)	هو مصباح (SON) ذو مغلف أنبوبي خارجي نقي. أوضاع تشغيله كما يصفها الصانع.	(110-55)
		صوديوم ذو ضغط عال Linear-SON (SON-L)	هو مصباح خطي (SON) ذو مغلف خارجي أنبوبي نحيف ونقي. يساعد على درجة عالية من التحكم بالضوء اذا ما أريد الحصول على ذلك. أوضاع تشغيله كما يصفها الصانع.	(110-55)
		صوديوم ذو ضغط عال Reflector-SON (SON-R)	هو مصباح (SON) ذو بصلة داخلية عاكسة. أوضاع تشغيله كما يصفها الصانع.	(80-75)
مصابيح تفريغ ذات ضغط منخفض (باستثناء المصابيح الفلورية الأنبوبية)	N	صوديوم ذو ضغط منخفض Sodium OXide (SOX)	هي مصابيح صوديوم ذات تفريغ ضغط منخفض لها أنبوب زجاجي للتقوس الكهربائي بشكل (U) ضمن بصلة خارجية. البصلة الخارجية وأنبوب التقوس متحدتان معا كوحدة واحدة. زمن التشغيل للوصول الى خرج الضوء الكامل حوالي (20) دقيقة، وزمن اعادة التشغيل (3) دقائق. اوضاع التشغيل كما يصفها الصانع.	(135-70)
		صوديوم ذو ضغط منخفض Linear Sodium lamp (SLI)	مثل (SOX) الا ان له أنبوب تقوس كهربائي خطي. أوضاع تشغيله كما يصفها الصانع.	(110-65)
توهجي	P	تنغستن هالوجين (T/H)	مصابيح صغيرة المقاسات ذات فتيلة تنغستن ولها أنبوب نقي أو ناشر من السليكا أو لها بصلة تحتوي على هاليدات أو هالوجينات تمنع من اسودادها وتزيد من عمرها أو فاعليتها التي تكون منخفضة نسبياً. الأنواع الخطية منها مخصصة للتشغيل الأفقي فقط.	(25-17)
	Q	تنغستن للإضاءة	لها فتيلة تنغستن ضمن بصلة نقية ناشرة من الزجاج داخلها غاز خامل. ذات مفعولية منخفضة نسبياً ذات خرج ضوء مباشرة للتشغيل الكامل. خرج ضوئها حساس للتغير في الفولتية تشغل وتخفف شدة إنارتها بسهولة.	(18-8)

يبين الجدول (2/2-3) مقارنة بين اهم خاصيتين لجميع انواع المصابيح الا وهما الفعالية المنيرية ومصادقية اللون علما ان الارقام المذكورة في تغير مستمر وذلك للتطور التكنولوجي المستمر .

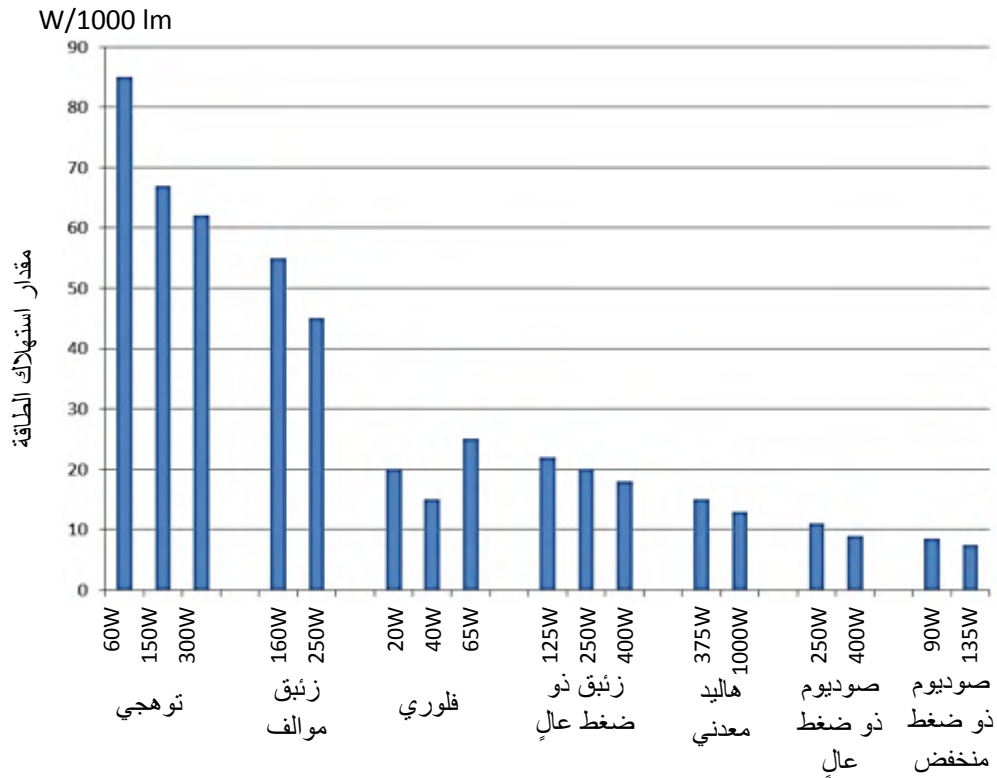
الجدول (2/2-3) الفعالية المنيرية ومصادقية الالوان لمصابيح مختلفة.

ت	نوع المصباح	الاستعمال النموذجي	الفعالية المنيرية (لومن/واط)	دليل الالوان %
1	متوهج عادي	الانارة المنزلية	13	100
2	متوهج عالي القدرة	انارة داخلية على ارتفاعات كبيرة	18	100
3	تتكستن-هالوجين	الإنارة الغامرة	21	100
4	زئبق ذو ضوء موالف	بديل للمصباح المتوهج	20	70
5	زئبق ذو ضغط عالٍ	انارة الشوارع والانارة الداخلية في المصانع	55	40
6	هاليد معدني	الانارة الداخلية في المصانع	75-100	70-90
7	فلوري	إنارة عامة	80-90	55-85
8	صوديوم ذو ضغط عالٍ	انارة الشوارع والمناطق التجارية	115	20
9	صوديوم ذو ضغط منخفض	انارة الشوارع	185	45

أما المخطط المبين في الشكل (1/2-3) فيبين مقارنة بين مجموعة من المصابيح من جهة استهلاكها للطاقة الكهربائية على اساس الواط لكل الف لومن .

2/2-3 تراكيب التحكم لمصابيح التفريغ (Control Gear):

- (أ) يشمل تركيب التحكم مجموعة الكوابح والمكثفات وأجهزة البدء المستعملة في دوائر مصابيح التفريغ. هذا، ويتحكم الخانق بتيار القوس الكهربائي (Arc Current) كما تستعمل المكثفات لتعديل معامل القدرة ولمنع التداخل مع موجات الإرسال الإذاعي، كما تقوم أجهزة البدء بتزويد نبضات فولتية عالية لبدء التفريغ من خلال البخار أو الغاز الموجود داخل بصيلة المصباح.
- (ب) تستهلك جميع الكوابح طاقة كهربائية، لذا تكون فعالية دائرة المصباح معتمدة على الطاقة الكلية التي يستهلكها المصباح وتركيب التحكم التابع له.



الشكل (3-1/2) مخطط يبين مقارنة بين مقدار القدرة الكهربائية المستهلكة (واط/1000 لومن) لأنواع مختلفة من المصابيح.

3-2/2-1 رؤوس ومواسك المصابيح:

تكون رؤوس ومواسك المصابيح من مادة مناسبة مقاومة للتآكل ومن النوع محكم التثبيت بغلاف المصباح الزجاجي ومقاوم لحرارة التشغيل المعتادة، كما تكون مطابقة للمواصفة IEC-60061-4.

أ- رؤوس المصابيح:

تكون رؤوس المصابيح مطابقة للمواصفة IEC-60061-1.

ب- مواسك المصابيح:

- ❖ تكون مواسك المصابيح بصفة عامة مطابقة للمواصفتين IEC 60061-2, IEC 60838-1.
- ❖ تكون مواسك المصابيح الكهربائية ذات المسمارين مطابقة للمواصفة IEC-61184.
- ❖ تتطابق مواسك مصابيح التوهج الخطية مع المواصفة IEC 60838-2.
- ❖ تطابق مواسك المصابيح اللولبية المواصفتين IEC 60238 , IEC 60399.
- ❖ تطابق مواسك المصابيح الفلورية الأنبوبية المواصفة IEC 60400.

تكون جميع الكوابح من النوع المتكامل المؤلف من وحدة تصحيح معامل القدرة وحماية من ارتفاع درجة الحرارة. ومعامل قدرتها 95% كحد أدنى، ودرجة حرارتها المقررة تكون (130/55/125) درجة مئوية، أي ان الارتفاع في درجة حرارة الملف في الحالات غير العادية هو 125 درجة مئوية وأن 55 درجة مئوية هي الارتفاع في درجة حرارة الملف عند التشغيل العادي اما أعلى درجة حرارة للملف فهي 130 درجة مئوية، كما تكون تلك الكوابح من النوع الذي يمنع ارتعاش الضوء المرئي للمصباح.

أ- كوابح المصابيح الفلورية:

- تكون كوابح المصابيح الفلورية مطابقة للمواصفتين IEC 60920 و IEC 60921 وغلافها من ألواح معدنية درجة حمايتها IP 20 (انظر الجدول (3-2/3))، كما تكون ملفاتها معزولة ومضغوطة بمادة صمغية عازلة.
- تكون الكوابح الإلكترونية التي تعمل على تيار متناوب مطابقة للمواصفتين IEC 60928 و IEC60929 .
- تكون الكوابح الإلكترونية التي تعمل على تيار مستمر مطابقة للمواصفتين IEC 60924 و IEC 60925.
- تكون الكوابح الإلكترونية القابلة للتحكم في مستوى الإنارة للمصابيح الفلورية قادرة على تخفيض مستوى الإنارة حتى نسبة 10% من مستوى الإنارة الكامل.
- تكون قادرة على إطلاق الإنارة عند أي نسبة بدون إحداث وميض حتى الوصول إلى مستوى الإنارة الكامل.

ب- كوابح مصابيح التفريغ:

- تطابق كوابح مصابيح التفريغ المواصفات IEC 60704 و IEC 60922 و IEC60923.
- يمكن أن تستعمل كوابح مصابيح التفريغ بالتوافق مع مشعل خارجي.
- يمكن استعمال مشعل خارجي مع مصابيح التفريغ، يوضع مع ملف الكابح في غلاف واحد، بالإضافة إلى مكثف تحسين معامل القدرة. ويكون الغلاف من صفائح معدنية ذات درجة حماية IP 53 (انظر الجدول (3-2/3)).
- تكون ملفاتها معزولة ومشربة ومضغوطة بمادة صمغية عازلة وتخرج منها 3 أطراف توصيل لموافقة جهد التغذية الكهربائية.

3-2/2-3 بادئات التشغيل:

- تكون بادئات التشغيل الخاصة بالمصابيح الفلورية الأنبوبية ذات باعث مسبق التسخين كما تكون من النوعية التي تقوم بإشعال المصابيح بدون حدوث ارتعاش.
- أجهزة البدء (غير البادئات المتوهجة) تكون مطابقة للمواصفتين IEC 60926، IEC 60927.
- تكون بادئات تشغيل المصابيح الفلورية ذات مدى من 18 واط حتى 65 واط ويكون مدى حرارة الإشعال من 20 إلى 80 درجة مئوية.
- يفضل استعمال بادئات التشغيل الإلكترونية للمصابيح الفلورية الأنبوبية.

3-2/2-4 المكثفات:

- تكون مكثفات المصابيح الفلورية الأنبوبية ودوائر مصابيح التفريغ الأخرى مطابقة للمواصفتين IEC 61048 و IEC 61049.
- تكون ذات نهايات ذاتية الربط مناسبة لعملية التوصيل السريع.

3-2/2-5 أجهزة الإنارة:

- تكون أجهزة الإنارة مطابقة للمواصفتين IEC 60598-1، IEC 60598-2. ويتعين على المقاتل اختيار أجهزة الإنارة بحيث تكون درجة حماية غلافها من حيث مقاومتها لدخول الغبار والماء مناسبة لموقع التركيب، ويتحدد ذلك بحسب المواصفة IEC 60598، انظر الجدول (3-2/3).

3-2-3 توصيات:

- أ- يتم اختيار المصابيح بحسب متطلبات الإنارة واستعمالاتها وبحسب متطلبات توفير الطاقة. ولمعظم التمديدات فإنه يمكن اختيار المصابيح المناسبة من الجدول (3-2/1)، كما أنه يمكن الحصول على المعلومات الفنية عن تلك المصابيح من الشركات الصانعة.
- ب- يكون تشغيل المصابيح بحسب الظروف التي صممت من أجلها وعلى الفولتية المقررة لها وفي حدود درجات الحرارة المحيطة المناسبة. كما تكون تلك المصابيح محمية من الصدمة الحرارية والصدمة الميكانيكية.
- ت- تحتاج مصابيح التفريغ إلى تركيب تحكم يضمن بدء اشتغالها بطريقة صحيحة. كما يجب ألا يركب تركيب التحكم في مكان ترتفع درجة الحرارة فيه عن الدرجة المقررة للمصباح.
- ث- تكون قدرة كل من القابلات والمصاهر والمبدلات المستعملة في دوائر مصابيح التفريغ مناسبة لتيار البدء ولتيار التشغيل الكامل للدائرة الكهربائية وللتيارات العابرة (Transient Currents).

الجدول (3-2/3) درجة الحماية الدولية من حيث المقاومة للماء والغبار.

ت	نوع الحماية	الرموز الدالة على الحماية الدولية (IP)
1	IP 20	0
		2
2	IP 40	0
		4
3	IP 53	3
		5
4	IP 55	5
		5
5	IP65	5
		6
6	IP66	6
		6
7	IP68	8
		6

3-3 الصيانة (Maintenance):

تحافظ الصيانة الجيدة لنظام الإنارة على أداء الأجهزة والمكان الداخلي وتزيد من درجة السلامة. كما تبقى على الأداء الجيد ضمن حدود التصميم. وتساعد على إبقاء الحمل الكهربائي والتكاليف في الحد الأدنى. هذا، وتشمل الصيانة استبدال المصابيح المعطوبة وإصلاح الاجزاء التالفة من تراكيب الإنارة أو استبدالها وتنظيف تلك التراكيب والشبابيك الزجاجية والسطوح الداخلية للغرفة ضمن برنامج زمني منتظم.

3-1/3 صيانة المصابيح وتراكيب الإنارة (Lamps and Luminaries Servicing):

(أ) استبدال المصابيح (Lamp Replacement):

تكون دورة الاستبدال لنوع معين من المصابيح طبقاً لتوصيات الشركة الصانعة. وتتعين تلك الدورة جزئياً من المعلومات المتوفرة عن معدل الأعطال في ذلك النوع، وجزئياً من المعلومات المتوفرة عن انخفاض خرج الضوء من المصابيح مع مرور الزمن على تشغيلها.

(ب) تنظيف المصابيح وتراكيب الإنارة (Cleaning of Lamps and Luminaries):

يعتمد كل من معدل تراكم الأوساخ فوق المصابيح وتراكيب الإنارة وفترة دورة التنظيف الاقتصادية على درجة تلوث الجو الذي تعمل فيه، وعلى تصميمها. ويؤدي تراكم الأوساخ على تراكيب الإنارة والمصابيح إلى تخفيض الاستنارة الناتجة عنها بنسبة كبيرة.

3-2/3 تردي أداء المصابيح وحسابات الاستنارة:

يجب اعتبار تردي أداء المصابيح وتراكيب الإنارة وسطوح الغرفة عند حسابات الإنارة، وذلك بأخذ معامل الصيانة في الاعتبار، وهو نسبة الاستنارة التي يقدمها نظام إنارة معين في ظروف متوقعة متوسطة الاتساخ عملياً إلى الاستنارة الناتجة عن النظام نفسه عندما يكون نظيفاً، وذلك لمستوى العمل الواحد.

3-4 وحدات الإنارة المستعملة في حالة الطوارئ وعلامات الخروج:

(Emergency lighting and exit fixtures)

- 1- يكون تركيب انارة الطوارئ معداً للتثبيت على قاعدته أو جانبه.
- 2- يزود التركيب بغطاء من الألمنيوم ذي عدسة منشورية من الأكرليك أو من زجاج الأوبال الأبيض لتوجيه الضوء أسفل التركيب مباشرة.
- 3- يزود التركيب بمصباحين على الأقل شديدي التوهج ويعملان على جهد منخفض ولا يقل العمر الافتراضي لكل منهما عن خمس سنوات من التشغيل المستمر.
- 4- جميع الأسلاك المستعملة داخل الوحدة يجب أن لا تقل مساحة مقطعها عن 1 مم² وتكون قادرة على تحمل درجة حرارة لا تقل عن 150 درجة مئوية، كما تكون تلك الأسلاك مخفية داخل مجرى خاص بها في جسم الوحدة.
- 5- يصنع جسم تركيب علامات الخروج بنفس مواصفات جسم تركيب الإنارة في حالة الطوارئ ويزود بغطاء من الزجاج الحراري (Ceramic Fired Glass) أو الأكرليك أو الألياف الزجاجية ويكتب عليها بحروف بيضاء على خلفية حمراء أو خضراء كلمة "خروج" باللغة العربية

أو "EXIT" بالإنجليزية مع رسم سهم أو بدونه ويكون مقاس الكتابة 150 × 20 مم² على الأقل أو طبقاً للوارد في المواصفات الفنية للمشروع.

6- تركيب العلامات على هيئة شرائح زجاجية مقاومة للضوء تدخل في جسم الوحدة التي تحتوي على مصدر الانارة.

7- يجب أن تكون كل الأجزاء المعدنية في كل من تركيبي إنارة الطوارئ وعلامات الخروج معالجة بمانع للصدأ بعد التصنيع وقبل الطلاء بالطبقة النهائية، مع إمكان تزويد التركيب بشبكة واقية مصنوعة من سلك بقطر 5 مم مع طلائها بطلاء نهائى متجانس مع لون غطاء الوحدة، أو تكون الشبكة من الحديد غير القابل للصدأ.

8- تكون التغذية الكهربائية لكل من التركيبين طبقاً للمدون في الشروط والمواصفات الفنية، إما بصفة دائمة من شبكة تغذية المبنى في حالات التشغيل العادية أو من مصدر تيار مستمر مركزي في المبنى، وتكون التراكيب في هذه الحالة معتمدة على المصدر الخارجى وتبقى مضيئة سواء كان مصدر التيار العادى موجوداً أو لا، أو تضىء هذه التراكيب وقت الطوارئ فقط، حيث تغذى حينئذ من مصدر التيار المستمر المركزى بالمبنى عن طريق مفتاح يعمل على توصيل الوحدة تلقائياً عندما يفصل المصدر (Automatic Switch). كما يمكن تزويد كل وحدة إنارة ببطارية من النيكل كادميوم القابلة للشحن مع دائرة الشاحن توضع داخل التركيب. وتقوم البطارية بتغذية وحدة الإنارة فقط عند انقطاع مصدر التغذية العادى، وذلك باستعمال مفتاح قلاب آلى، على أن تكون سعة البطارية كافية للتشغيل المستمر لمدة ساعة أو ساعتين أو ثلاث ساعات طبقاً للمحددات الموضوعية في الشروط والمواصفات للعملية.

المراجع

- [1] كودات البناء الوطني الأردني - المجلد الثالث والعشرون - الجزء الثاني - كودة الإنارة الداخلية.
- [2] الدليل الإرشادي لتطبيق الكود المصري لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية في المباني "المجلد الأول: أعمال التصميم".
- [3] المواصفة القياسية السعودية "كود الاضاءة لاماكن العمل الداخلية".
- [4] CIE S 008/E-2001standard, "Lighting of Indoor Work Places", ISO 8995:2002(E).
- [5] IES Lighting Handbook, Application Volume, Illuminating Engineering Society of North America, 1981.
- [6] CIE Guide to Interior Lighting Commission International, L'Eclairage, 1975.
- [7] IES Technical Report No.10, Evaluation of Discomfort Glare, The Illumination Engineering Society, London, 1972.

- [8] IES Technical Report No.4, Daytime Lighting in Buildings, The Illuminating Engineering Society, London, 1972.
- [9] CIBSE – TM 10, Technical Memoranda, The Calculation of Glare Indices, 1985, The Chartered Institution of Building Services Engineers, London.
- [10] IES Technical Report No.9, Depreciation and Maintenance of Interior Lighting, The Illuminating Engineering Society, London, 1967.
- [11] IES Technical Report No.11, The Calculation of Direct Illumination from Linear Sources, The Illuminating Engineering Society, London, 1968.
- [12] IES Technical Report No.2, The Calculation of Utilization Factors – The BZ Method, The Illuminating Engineering Society, London, 1961.

الباب الرابع

التوصيات العامة للإنارة الداخلية

(General Recommendations for Internal Lighting)

الكائنات الحية بصورة عامة تعدل سلوكها وتصرفاتها طبقاً للضوء الطبيعي. لكن الإنسان اخترع الضوء الصناعي لتحسين البيئة الليلية، مما أدى إلى ظهور مشاكل بيئية وفسلجية جدية (يطلق عليها عادة التلوث الضوئي) إن لم تكن هذه الإنارة مسيطراً عليها بشكل جيد. ومن المشاكل التي قد تكون واضحة للعيان عدم التمكن من النوم بسبب الإنارة الداخلة من خلال الشبائيك إلى الغرفة القريبة من الإنارة الخارجية عادةً أو قد تعرقل رؤية السماء والنجوم ليلاً للذين يرغبون بذلك متعةً أو دراسةً. لذا فإن الاكثار من الإنارة الصناعية يكون سبباً رئيساً للتلوث البيئي بالإضافة إلى الضياع الكبير للطاقة. هنالك معايير كثيرة للإنارة الجيدة والتوجيه الجيد للمصابيح تجب مراعاتها والتي يمكن ادراجها ضمن هذا الباب.

1-4 توصيات للإنارة الكهربائية (Recommendations for Electric Lighting):

يشمل الجدول (1-4/1) توصيات للإنارة الكهربائية لعدد كبير من الأماكن الداخلية والأجسام المرئية من حيث القيم القياسية الموصى بها للاستئارة العملية المتوسطة، وموقع مستوى القياس، والمصابيح المناسبة وميزاتها. يجب مراعاة الملاحظات التالية عند التعامل مع الجدول (1-4/1):

(أ) يجب تعيين الموقع الدقيق للسطح المرئي إذا أمكن ذلك ليساعد على تخفيض تكاليف الطاقة. كما أنه يجب عدم الافتراض بأن الجسم المرئي يقع على مستوى أفقي يرتفع 0.85 متر فوق منسوب الأرضية. وإذا لم يكن موقع الجسم المرئي على المستوى الرأسي محدداً عند التصميم، فإنه يكون من الضروري الافتراض بأن متوسط الاستئارة الأسطوانية يكون مساوياً للاستئارة القياسية العملية الموصى بها.

(ب) تم اختيار الاستئارات القياسية الواردة في الجدول (1-4/1) من القيم التالية الواردة في النشرة الفنية المرقمة (29) (Guide on Interior Lighting) الصادرة عن هيئة الإنارة الدولية (CIE):

(5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000)(Lux).

حيث تمثل كل قيمة من قيم الاستنارة القياسية هذه زيادة ملموسة في التأثير الذاتي. بعض القيم غير الواردة ضمن هذه القيم تمت التوصية بها لبعض الاستعمالات الخاصة مثل مواقع معينة في المستشفيات حيث يتطلب الأمر استنارة ضمن حدود حرجة.

(ج) ان قيم الاستنارة غير الاتجاهية (Scalar) الواردة في الجدول (1/1-4) موصى بها للمواقع التي ليس فيها جسم مرئي محدد وهي متوسط قيم الاستنارة للمكان الداخلي ككل وعلى ارتفاع 1.2 متر فوق سطح الأرضية.

(د) أينما يرد مصطلح تركيب الإنارة المضمون (Proof Luminary)، في الجدول (1/1-4) فإنه يشير الى أن ذلك التركيب يجب أن يتحمل أخطارا معينة صمم لمقاومتها.

(هـ) لمعرفة معاني الرموز الدالة على المصابيح المناسبة راجع الجدول (1/2-3).

الجدول (1/1-4) قيم الاستنارة القياسية المطلوبة

بحسب نوع المبنى والمكان والسطح المرئي وموضع القياس

(أ) البيوت السكنية والفنادق (Homes and Hotels)

الجدول (1/1-4) (أ) البيوت السكنية والفنادق (Homes and Hotels)				
المكان والسطح المرئي	الاستنارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
أولاً: - المنازل السكنية				
غرف المعيشة				
عام	50	مستوى العمل	D,E,F,G,I,J,Q	يجب ان تكون تراكيب الإنارة وموضعها قادرة على توفير جو خالٍ من الإبهار غير المرغوب فيه للشاكرين. من الجيد توفر إمكانية التحكم بشدة الإنارة باستعمال معتمات لتنويع الإنارة.
الاعمال اليدوية كالخياطة وغيرها	500	السطح المرئي	D,E,F,G,I,J,Q	
غرف الدراسة				
غرفة المكتب	300	سطح الطاولة	D,E,F,G,I,J,Q	
غرفة المذاكرة	500	سطح الطاولة	D,E,F,G,I,J,Q	

الجدول (1/1-4) (أ) البيوت السكنية والفنادق (Homes and Hotels)				
المكان والسطح المرئي	الاستئارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
غرف النوم				
في اثناء النوم	10	رأس السرير	D,E,F,G,I,J,Q	يمكن استعمال إنارة إضافية لأغراض خاصة.
في اوقات اليقظة	150	رأس السرير	D,E,F,G,I,J,Q	
المطابخ				
أماكن تحضير الطعام	500	سطح مكان العمل	D,E,F,G,I,J,Q	يمكن استعمال إنارة إضافية للطباخات
الحمامات				
الحمامات	100	أرضية الحمام	D,E,F,G,I,J,Q	يجب استعمال تراكيب إنارة مقاومة للرطوبة ومضمونة.
أماكن أخرى				
غرفة كي الملابس	500	منضدة العمل	H,I,Q	يجب حجب الأماكن ذات الانارة العالية عن النظر عند صعود الدرج أو نزوله.
صالات الدخول	200	أرضية المكان	D,E,F,G,I,J,Q	
صحن الدرج	150	أرضية المكان	D,E,F,G,I,J,Q	
السلام	100	الدرجات	D,E,F,G,I,J,Q	
الممرات وممرات الخروج	100	أرضية المكان	D,E,F,G,I,J,Q	
المشاغل	300	منضدة العمل	H,I,Q	
المرآب	50	أرضية المرآب	H,I,Q	
ثانياً:- دور المسنين والعجزة (Old People's Homes)				
تزداد الاستئارة بمعدل 50 بالمائة الى 100 بالمائة عما هو موصى به للبيوت السكنية أعلاه ويجب تقادي الإبهار . كما يجب إبراز الدرجات والعوارض الأخرى وكذلك يجب تركيب مفاتيح إنارة ذات طريقين (Tow way switches) للممرات والسلام.				
ثالثاً:- الفنادق (Hotels)				
قاعات الدخول				
عام	غير اتجاهية	120 سم فوق أرضية القاعة.	D,E,F,G,J,K,L,Q	

الجدول (1/1-4) (أ) البيوت السكنية والفنادق (Homes and Hotels)				
المكان والسطح المرئي	الاستئارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
الاستقبال ومكاتب الحجز والمحاسبة والإيداع	300	سطح المكتب	D,E,F,G,J,K,L, Q	
غرف النوم والحمامات				كما ورد في غرف النوم والحمامات في البيوت السكنية.
اماكن الخدمة والمطاعم				
عام	100	سطح الطاولة	D,E,F,G,J,Q	
قاعات الاستراحة	100 غير اتجاهية	120 سم فوق الأرضية	D,E,F,G,J	
أماكن خدمة الزبائن والخدمة السريعة	150	سطح الطاولة	D,E,F,G,I,J,Q	
المطابخ				كما هو وارد في مطابخ المباني العامة
المخازن والأقبية	150	أرضية الغرفة	H,I,Q	قد يتطلب الأمر استعمال تراكيب إنارة مضمونة.
غرف غسيل الملابس	300	مستوى العمل	C,H,I,Q	

تتمة الجدول (1/1-4)

(ب) المباني العامة (Public Buildings)

تتمة الجدول (1/1-4) (ب) المباني العامة (Public Buildings)				
المكان والسطح المرئي	الاستئارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
أولاً: - المكاتب (Offices)				
الاستعلامات	300	سطح مكتب العمل	C,D,E,F,H,I,K,L	
غرف استراحة	150	اماكن الجلوس	C,D,E,F,H,I,K,L	

تتمة الجدول (4-1/1) (ب) المباني العامة (Public Buildings)				
المكان والسطح المرئي	الاستئارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
مكاتب عامة	500	سطح مكتب العمل	C,D,E,F,H,I,K,L	يجب تخفيض الانعكاسات الحاجبة للحد الأدنى.
مكاتب عامة ذات حيز عميق	750	سطح مكتب العمل	C,D,E,F,H,I,K,L	
غرف الأضابير	300	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I,K,L	يتطلب الأمر استعمال تراكيب إنارة مضمونة
غرف الاجتماعات	750	سطح الطاولة	D,E,F,J,Q	يجب مراعاة الأعمال المختلفة للقاعة
مكاتب المدراء	500	سطح مكتب العمل	D,E,F,J,Q	كالاجتماعات والمحاضرات
قاعات العمليات المصرفية				
الأماكن العامة	300	الأرضية	D,E,F,H,I,K,L, M,P,Q	يجب تخفيض الانعكاسات الحاجبة للحد الأدنى باستعمال الموضع المناسب لتراكيب الإنارة.
أماكن العمل وغرف الحاسبات الإلكترونية	500	سطح المكتب او مستوى العمل	D,E,F,H,I,K,L	
مكاتب الرسم				
طاوولات الرسم	750	سطح الطاولة	A,C,D,E,F,H,I, K,L	حيث يكون مصداقية اللون مهما تستعمل المصابيح (A) أو (D) أو (E). يجب استعمال إنارة موضعية.
غرف تصوير المخططات	300	سطح الطاولة	A,C,D,E,F,H,I, K,L	
الرسم بالحاسبة CAD	500	سطح المكتب	A,C,D,E,F,H,I, K,L	
ثانياً: - المحلات والمكاتب التجارية (Shops)				
دكاكين تقليدية ذات مناظير و معروضات على الجدران	500	أفقيا على سطح المنضدة	A,D,E,F,G,H,I,J, K,L,P,Q	يملي نوع البضاعة مقدار مصداقية اللون المطلوب، كما أن الإنارة الموضعية أو المحددة الموضع تكون مطلوبة لتعزيز إنارة معروضات معينة.
محلات تجارية ذات خدمة ذاتية (المولات الصغيرة).	500	رأسيا على البضاعة المعروضة	D,E,F,G,H,I,K,L, P,Q	
الأسواق الكبيرة جدا (المولات)	1000	أفقيا على مستوى العمل	D,E,F,G,H,I,K,L, M,P,Q	

تتمة الجدول (1-4/1) (ب) المباني العامة (Public Buildings)				
المكان والسطح المرئي	الاستئارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
المعارض التجارية				
معارض السيارات	500	رأسياً على السيارة	A,C,D,F,H,I,L,P,Q	قد تكون السطوح الرأسية مهمة. تستعمل المصابيح (A) أو (D) أو (E) حيث تكون مصداقية اللون ذات أهمية.
المعارض العامة	500	رأسياً على البضاعة	A,C,D,F,H,I,L,P,Q	
الأسواق المسقفة				
أماكن الحركة أو الممرات	-100 200 أو (100) غير اتجاهية	الأرضية	D,E,F,H,I,K,L,M,Q	
ثالثاً: - قاعات الاجتماعات العامة وقاعات العروض السينمائية والمسارح (Assembly Halls, Cinemas and Theatres)				
قاعات المشاهدة والاستماع				
المسارح والسينمات	100	أفقياً على سطح المقعد	D,E,F,J,P,Q	وسائل التعقيم مطلوبة.
متعددة الأغراض	-100 500	أفقياً على سطح المقعد	D,E,F,H,I,J,K,L,M,P,Q	يجب توفر إمكانية تغيير الانارة لتلائم الغرض.
مكاتب الحجز	300	سطح المكتب	D,E,F,J,Q	
غرف تغيير الملابس	300	سطح الطاولة	J,Q	يتطلب الأمر إنارة إضافية للمرايا
صالات الدخول	75 (متجهة)	1.2 متر فوق الأرضية	D,E,F,J,P,Q	
المنصات وأماكن التمثيل				إنارة خاصة
غرفة معدات العرض السينمائي	150	الجهة العاملة من جهة الإسقاط	H,I,Q	
رابعاً: - أماكن العبادة				
الصالة	150	الأرضية	D,E,F,H,I,J,K,L,M,P,Q	

تتمة الجدول (1/1-4) (ب) المباني العامة (Public Buildings)				
المكان والسطح المرئي	الاستنارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
المنبر أو المحراب	150	مستوى المنبر أو المحراب	D,E,F,H,I,J,K,L, M,P,Q	
خامساً: - المعاهد والكليات والجامعات				
قاعة المحاضرات (Further Education Establishments)				
عام	300	سطح المكتب	D,E,F,H,I,K,L	
السبورات	500	المستوى الرأسي	D,E,F,H,I,K,L	
طاوولات الإيضاح	500	سطح الطاولة	D,E,F,H,I,K,L	
قاعات المناقشات	500	سطح الطاولة	D,E,F,H,I,K,L	
قاعات الرسم و الفن	500	حامل اللوحة	A,B,D,E	قد يملئ نوع المختبر مصداقية لون معين، كما أن الإنارة الموضعية قد تكون مطلوبة
المختبرات	500	سطح الطاولة	A,C,D,E,F,H,I, Q	
المشاغل (Workshops)				
بحسب نوع العمل في المشغل وكما هو وارد في المشاغل في المباني الصناعية الجدول (1/1-4)				
كما هو وارد في المباني العامة الجدول (1/1-4)				غرف الهيئة التدريسية ومساكن وغرف للطلبة.
كما هو وارد في مباني الرياضة الداخلية وقاعات الرياضة متعددة الأغراض الجدول (1/1-4)				الملاعب الرياضية الداخلية
سادساً: - المكتبات (Libraries)				
رفوف الكتب	150	مستوى الأرضية	C,D,E,F,H,I,K,L	
طاوولات المطالعة	300	سطح الطاولة	C,D,E,F,H,I,K,L	
غرف المطالعة				
صحف ومجلات	300	سطح المكتب	C,D,E,F,H,I,K,L	
مطالعة ومراجعة	500	سطح المكتب		
التصنيف والفهرسة	500	سطح المكتب	C,D,E,F,H,I,K,L	
مخازن الكتب	100	مستوى الأرضية	C,S,E,F,H,I,K,L	
سابعاً: - المتاحف والمعارض الفنية				
عام				

تتمة الجدول (4-1/1) (ب) المباني العامة (Public Buildings)				
المكان والسطح المرئي	الاستئارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
معروضات غير حساسة للضوء	300	المعروضات	A,B,D,E,F,H,I,J, K,P,Q	يوصى باستعمال الحد الأقصى للاستئارة
معروضات حساسة للضوء	150	المعروضات	A,D,J,Q	
				الاماكن التابعة لها كالمداخل والممرات وبيوت الدرج
				كما هو وارد لكل منها في المباني العامة الجدول (4-1/1)
ثامناً: - المدارس				
قاعات الاجتماعات				
عام	300	مستوى العمل	D,E,F,H,I,K,L,Q	يمكن استعمال وسائل تعتيم للمسرح ومكان عرض الأفلام.
المنصة ومكان التمثيل		إنارة خصوصية		
أماكن التدريس و قاعات المحاضرات				
عام	300	مستوى العمل	D,E,F,H,I,Q	يجب تجنب الانعكاسات من سطح السبورة وضمان انتظامية معقولة للاستئارة على سطحها.
السبورة	500	المستوى الرأسى	D,E,F,H,I,Q	
مقاعد الإيضاح والشرح	500	سطح المقعد	D,E,F,H,I,Q	
غرف التربية الفنية وأعمال الخياطة والموسيقى وغيرها	500	مستوى العمل	A,D,E,F,H,I,Q	يمكن استعمال إنارة موضعية.
المختبرات ومختبرات الحاسبات الالكترونية	500	سطح المنضدة	A,C,D,E,F,H,I, Q	
المشاغل	300	مستوى العمل	C,H,I,Q	يمكن استعمال إنارة موضعية
غرف الموظفين والمطابخ				كما هو وارد في المباني العامة الجدول (4-1/1)
قاعات الطعام	150	سطح الطاولة	D,E,F,H,I,Q	
قاعات الرياضة الداخلية	300	سطح الأرضية	C,H,I,K,L,M,Q	يتطلب الأمر استعمال إنارة مقاومة للصدمات.
تاسعاً: - محطات القطار				
مكاتب الحجز	500	سطح الطاولة	C,H,I,K,L,Q	
مكاتب الطرود والانتظار والمؤمن				
عام	150	الأرضية	C,H,I,K,L,Q	

تتمة الجدول (1/1-4) (ب) المباني العامة (Public Buildings)				
المكان والسطح المرئي	الاستنارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
أماكن التجمع والانتظار	-100 200 أو غير اتجاهية	1.2 متر فوق سطح الأرضية	C,D,E,F,H,I,J,K, L,M,P,Q	
المطاعم وأماكن الشرب				كما هو وارد لذلك في الفنادق.
عاشراً: - المستشفيات (Hospitals)				
غرف التخدير				
عام	300	المقعد/النقالة	E	
موضعي	1000	رأس النقالة	P,Q	
أماكن المعاينة				
عام	300	مستوى العمل	E,P,Q	
فحص	1000	طاولة الفحص	P,Q	
الممرات				
عام	150	الأرضية	D,E,H,I,K,L,P,Q	
ممرات الأجنحة				
نهاراً / ممرات داخلية	300	الأرضية	E,Q	يعرف الصباح بأنه من الوقت الذي يكون فيه المرضى يقظين حتى يكون في الجناح ضوء النهار كاف. ويعرف المساء بأنه الوقت الذي يكون فيه ضوء النهار في الجناح غير كاف حتى حلول الليل.
نهاراً / ممرات مفتوحة لضوء النهار	300	الأرضية	E,Q	
صباحاً او مساء	150	الأرضية	E,Q	
ليلاً	10-5	الأرضية	Q	
الردهات				
عام	300	مستوى العمل	E	
معالجة	1000	طاولة الفحص	P,Q	
الفحص				
عام	300	مستوى العمل	E	
الفحص الموضعي	1000	طاولة الفحص	P,Q	

تتمة الجدول (1-4/1) (ب) المباني العامة (Public Buildings)				
المكان والسطح المرئي	الاستئارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
المعالجة المكثفة				
رأس السرير	50-30	مستوى العمل	E	
الممرات بين الأسرة	100	مستوى العمل	E	
المراقبة	400	السرير	E	
المراقبة الموضعية	1000	السرير	P,Q	
مكان المشرف النهاري	300	سطح المقعد	E	
مكان المشرف الليلي	30	سطح المقعد	H,I,Q	
المختبرات				
عام	300	سطح الطاولة	E,Q	
فحص	500	طاولة الفحص	E,P,Q	
أماكن الممرضات				
صباحا / نهارا / مساء ليلا (الطاولات) ليلا (النقالات الطبية)	300	سطح الطاولة	E,Q	يعرف الصباح والمساء في الجناح كما ورد في عمود (ملاحظات) الصفحة السابقة
	30	سطح الطاولة	H,I,Q	
	100	سطح النقالة	H,I,Q	
قاعات العمليات				
عام موضعي	400 الى 500	مستوى العمل	E	مع استعمال إنارة خاصة
	10000 الى 50000	سطح الطاولة	P,Q	
(بين الأسرة)				
عام	100	الأرضية	E,Q	الإنارة في حدها الأدنى.
الردهات (رأس السرير)				
صباحا/مساء	50-30	رأس السرير (أفقيا)	E,Q	قد يتطلب الامر انارة اضافية لاغراض القراءة والمطالعة

تتمة الجدول (4-1/1) (ب) المباني العامة (Public Buildings)				
المكان والسطح المرئي	الاستنارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
لذوي الأمراض النفسية	5-1	راس السرير (أفقياً)	Q	
للمراقبة	5	راس السرير (أفقياً)	Q	
أماكن الأشعة السينية (x)				
عام	200	طاولة الأشعة	E,Q	
التشخيص	200	طاولة الأشعة	E,Q	
مكان العمل	400	طاولة الأشعة	E,Q	
الغرفة المظلمة لتظهير الأفلام	50	سطح الطاولة	Q	
حادي عشر:- أماكن الجراحة (Surgeries)				
عام	300	مستوى العمل	E	
غرف العمليات	1000	سطح السرير	D,E,F,H,I,J,Q	بالإضافة إلى متطلبات إنارة خاصة بين 10,000 إلى 100,000 لوكس
غرف الانتظار	150	سطح الطاولة	D,E,F,H,I,J,Q	
جراحة الأسنان (الكرسي)				
الإنارة العامة	500	سطح الطاولة	E	الإنارة يجب أن لا تحتوي على وهج
عند المريض	1000	سطح الكرسي	E	جهاز إنارة موضعي للفحص
مكان العمليات	5000	سطح الطاولة	E	قد يتطلب قيم أعلى من 5000 لوكس
مطابقة بياض الأسنان	5000	سطح الطاولة	E	درجة حرارة اللون على الأقل 5000
المختبرات	500	سطح الطاولة	E	كلفن
ثاني عشر:- العيادات الاستشارية (Consulting Rooms)				
عام	300	مستوى العمل	D,E,F,H,I,J,Q	
طاولة الفحص	500	سطح الطاولة	E,Q	يفضل استعمال إنارة موضعية
جدار فحص العين وخرائط الرؤية القريبة.	500	لوحة الرموز	D,E,F,H,I,J,Q	يتطلب الأمر إنارة منتظمة على الخرائط

تتمة الجدول (1-4/1)

(ج) المرافق المشتركة للمباني العامة (Public Buildings Common Areas)

تتمة الجدول (1-4/1) المرافق المشتركة للمباني العامة (Public Buildings Common Areas)				
المكان والسطح المرئي	الاستشارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
(1) أماكن الحركة (Circulation Areas)				
الممرات	100 غير اتجاهية	1.2 متر فوق منسوب الأرضية	C,D,E,F,H,I,J,L, M,Q	
مساعد الأشخاص	150	منسوب الأرضية	C,D,E,F,H,I	
السلام	150	الدرجة	C,D,E,F,H,I,J,L, M,Q	يجب تجنب الانعكاسات البراقة من الدرجات.
السلام الكهربائية	150	الدرجة	C,D,E,F,H,I,J,L, M,Q	
(2) المداخل (Entrances)				
قاعات الانتظار	150 غير اتجاهية	1.2 متر فوق منسوب الأرضية	C,D,E,F,H,I,J,K, L,M,P,Q	
مكاتب الاستعلامات	150	سطح المكتب	C,D,E,F,H,I,J,K, L,M,P,Q	
المدخل	200	سطح المكتب	C,D,E,F,H,I,Q	
(3) المطابخ (Kitchens)				
مخازن الطعام	150	منسوب الأرضية	D,E,F,H,I,Q	
أماكن تحضير الطعام	500	مستوى العمل	D,E,F,H,I,Q	
(4) المراكز الطبية والإسعافات الأولية				
غرف الاستشارة وأماكن المعالجة	500	المكتب أو السرير	D,E,P,Q	يجب توفر إنارة للفحص.
المخازن الطبية	100	راسيا على الرفوف	D,E,H,I,Q	
غرف الاستراحة	150	السرير	D,E,Q	
(5) الأماكن الخارجية (Outdoor)				

تتمة الجدول (1/1-4) المرافق المشتركة للمباني العامة (Public Buildings Common Areas)				
المكان والسطح المرئي	الاستئارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
المداخل الخاضعة للمراقبة وبوابات الخروج	150	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,N, P,Q	يتغير مستوى العمل بحسب المتطلبات.
المخازن وساحات تجميع البضائع	30	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,N, P,Q	يجب أخذ الحواجز بعين الاعتبار
(6) مطاعم الموظفين (Staff Restaurants)				
غرف وقاعات الطعام	200	سطح الطاولة	D,E,F,H,I,J,Q	
اماكن الخدمة الذاتية	300	سطح المنضدة	D,E,F,H,I,J,Q	
(7) غرف الموظفين (Staff Rooms)				
غرف تبديل الملابس ودورات المياه	150	الأرضيات	D,E,F,H,I,J,Q	
غرف الاستراحة	150	ارتفاع الطاولة	D,E,F,H,I,J,Q	
(8) المخازن وغرف البضائع				
عام	150	المستوى الرأسي	C,H,I,K,L,Q	
(9) الاتصالات (Telecommunications)				
غرف البدالات ذات الوصلات الكهربائية	500	أفقياً على لوحة المفاتيح	C,D,F,H,I,J,L,Q	يجب تجنب الانعكاسات البراقة من لوحة التحكم. ويجب تقليل الانارة على الإشارات المارة من الداخل.
غرف البدالات غير السلكية	300	لوحة المفاتيح	C,D,F,H,I,K,L, Q	
غرف الأجهزة	150	المستوى الرأسي عند منسوب الأرضية	C,D,F,H,I	يجب تجنب الانعكاسات البراقة من الأجهزة

تتمة الجدول (1-4/1)

(د) مباني الرياضة الداخلية والألعاب الرياضية والاستماتعية

(Indoor Sport, Games and Recreational Buildings)

تتمة الجدول (1-4/1) (د) مباني الرياضة الداخلية والألعاب الرياضية والاستماتعية (Indoor Sport, Games and Recreational Buildings)				
المكان والسطح المرئي	الاستنارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصاييح المناسبة	ملاحظات
(1) قاعات الرياضة متعددة الأغراض (Multi-Purpose Sports Halls)				
العاب ميدان، كرة السلة، كرة الطائرة، تنس الريشة، الجيمباز، الجودو، والمبارزة بالسيف، البليارد وغيرها.	300-700	الأرضية	C,D,E,F,H,I,K,L,M,P,Q	تتطلب بعض الألعاب إنارة جانبية موضعية (مثل الشبكة في لعبة تنس الريشة).
(2) تنس الريشة (Badminton)				
وطني و دولي	300	رأسيا بمواجهة الشبكة	C,D,E,F,H,I,Q	
نوادٍ	200	رأسيا بمواجهة الشبكة	C,D,E,F,H,I,Q	
استماتعي	200	الساعة	C,D,E,F,H,I,Q	
(3) الملاكمة (Boxing)				
وطني و دولي	2000	أرضية الحلبة	K,L,M,P,Q	
نوادٍ	1000	أرضية الحلبة	K,L,M,P,Q	
استماتعي	300	أرضية الحلبة	K,L,M,P,Q	
(4) قاعات الرياضة الداخلية (Gymnasia)				
عام	500	الأرضية	C,D,F,H,I,K,L,M,P,Q	يتطلب الأمر تراكيب إنارة مقاومة للصدم.
(5) هوكي الجليد والتزلج على الجليد (الجلبات الداخلية)				
وطني ودولي	750	الحلبة	C,D,F,H,I,K,L,M,P,Q	
نوادٍ	500	الحلبة	C,D,F,H,I,K,L,M,P,Q	

تتمة الجدول (1-4/1) (د) مباني الرياضة الداخلية والألعاب الرياضية والاستمتاعية (Indoor Sport, Games and Recreational Buildings)				
المكان والسطح المرئي	الاستنارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
استمتاعي	300	الحلبة	C,D,F,H,I,K,L, M,P,Q	
(6) التنس الأرضي (الساحات الداخلية)				
وطني ودولي	750	الساحة	C,D,G,H,I,K,L, M,P,Q	ضرورة تحديد الإبهار من تراكيب الإنارة.
نوادي	500	الساحة	C,D,E,F,H,I,K,L, M,P,Q	
استمتاعي	500	الساحة	C,D,F,H,I,K,L, M,P,Q	
(7) إصابة الهدف بالبندقية والمسدس (الرماية) (Rifle and Pistol Shooting)				
الهدف	1000	راسيا على الهدف	C,D,F,H,I,P,Q	
منطقة الرماية	300	الأرضية	C,D,F,H,I,P,Q	
المنطقة بين الهدف ومكان الرماية	150	الأرضية	C,D,F,H,I,P,Q	
(8) السباحة (Swimming)				
تلتزم تراكيب إنارة مضمونة وسهلة المنال من أجل الصيانة. يجب اختيار مواضع تراكيب الإنارة والشبابيك بحيث لا يحدث إبهار مزعج منها أو من الانعكاس من سطح الماء.	وطني ودولي			
	أحواض السباحة	500	سطح الماء	C,D,F,H,I,K,L, M,P,Q
	مكان المتفرجين	150	مستوى المقعد	C,D,F,H,I,K,L, M,P,Q
	نوادي واستمتاع			
	أحواض السباحة	300	سطح الماء	C,D,F,H,I,K,L, M,P,Q
	مكان المتفرجين	150	مستوى المقعد	C,D,F,H,I,K,L, M,P,Q
	أحواض تدريب السباحة	300	سطح الماء	C,D,F,H,I,K,L, M,P,Q
	(9) تنس الطاولة (Table Tennis)			
وطني ودولي				

تتمة الجدول (1-4/1) (د) مباني الرياضة الداخلية والألعاب الرياضية والاستجمالية (Indoor Sport, Games and Recreational Buildings)				
المكان والسطح المرئي	الاستشارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
منطقة اللعب	500	سطح الطاولة	C,D,F,H,I,P,Q	
مكان المتفرجين	150	مستوى المقعد	C,D,F,H,I,K,L,M,P,Q	
نوادٍ				
منطقة اللعب	300	سطح الطاولة	C,D,F,H,I,P,Q	
استمتاع				
منطقة اللعب	-150 300	سطح الطاولة	C,D,F,H,I,P,Q	

(هـ) المباني الصناعية وعمليات التصنيع (Industrial Buildings and Processes)

تتمة الجدول (1-4/1) (هـ) المباني الصناعية والعمليات الصناعية (Industrial Buildings and Processes)				
المكان والسطح المرئي	الاستشارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
(1) مصانع الطائرات و عتابر الصيانة				
مكان إنتاج القطع المخزنة	750	المكانن	C,H,I,K,L,M,Q	يتطلب الأمر تراكيب إنارة
التركيب والتفتيش	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,Q	منقولة. يجب اعتبار
فحص مكانن الطائرة	750	الماكينة	C,H,I,K,L,M,Q	تراكيب الإنارة الغاطسة
التصنيع والتفتيش	500	الطائرة / أفقيا أو رأسيا	C,D,E,F,K,L,M	في الأرضية قد يتطلب الأمر استعمال تراكيب إنارة مضمونة.
(2) أماكن تجميع الاليات				
عمل عارض	200	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,Q	
عمل غير دقيق مثل تجميع الهياكل والمكانن الثقيلة	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,Q	

تتمة الجدول (1-4/1) (هـ) المباني الصناعية والعمليات الصناعية (Industrial Buildings and Processes)				
المكان والسطح المرئي	الاستئارة القياسية (لوكنس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصاييح المناسبة	ملاحظات
عمل متوسط مثل تجميع المكانن وأجسام المركبات	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,Q	
(3) المخابز (Bakeries)				
عام	300	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I,K,L,Q	
الأعمال اليدوية	500	مستوى العمل	A,D,E,F,Q	
(4) ورش تجليد الكتب (Book Binderies)				
الطي واللصق والتخريم والخياطة	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,Q	
القص والتجميع والكبس	750	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,Q	
(5) مصانع الأحذية (Boot and shoe Factories)				
التصنيف والتدريج	1500	مستوى العمل	A,D,E	
القطع والكبس	1500	مستوى العمل	A,D,E	
(6) مصانع تعبئة الحليب والمشروبات				
أماكن العمليات الصناعية	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,Q	قد يتطلب الأمر تراكيب إنارة مضمونة
التفتيش على الزجاجات			إنارة خاصة	
(7) مصانع التعليب والحفظ (Canning and Preserving Factories)				
التحضير	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,Q	يجب استعمال تراكيب إنارة مغلقة
العملية الآلية الصناعية	200	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,Q	
التفتيش				
مواد أولية	750	مستوى العمل	A,D,E	
مواد منتهية			إنارة خاصة	
(8) مصانع السجاد (Carpet Factories)				
اللف على روافد	300	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I	

تتمة الجدول (1-4/1) (هـ) المباني الصناعية والعمليات الصناعية (Industrial Buildings and Processes)				
المكان والسطح المرئي	الاستئارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصاييح المناسبة	ملاحظات
التصميم وقطع الألواح المزركشة وغيرها من العمليات التحضيرية	500	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I,K,L	
الغزل والتصليح	750	مستوى العمل	A,D,E	
يتطلب الأمر إنارة موضعية.	التفتيش			
	1000	سطح التفتيش	A,D,E	عام
	750	السجادة	A,D,E	الصباغة
(9) مصانع الشوكولاته والحلويات (Chocolate & Confectionery Factories)				
	300	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I,K,L	عام
	200	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I,K,L	عمليات آلية
	500	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I,K,L,Q	ديكور يدوي وتفتيش
(10) مصانع الملابس (Clothing Factories)				
	750	مستوى العمل	A,B	التفصيل
يجب توفير إنارة موضعية على المكائن.	1000	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I	الخطاطة
	500	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I	الكبس
	1500	مستوى العمل	A,D,E	التفتيش
	1500	مستوى العمل	A,D,E,Q	الخطاطة اليدوية
(11) مخازن التبريد (Cold Stores)				
	عام			
	300	الأرضية	C,H,I,K,L,M,P,Q	تشغيل ثابت
	150	الأرضية	C,H,I,K,L,M,P,Q	تشغيل قليل
	300	الأرضية	C,H,I,K,L,M,P,Q	التجزئة والتجميع والنقل
(12) مشاغل صب المعادن (Die Sinking Shops)				
	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	عام
	1500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	عمل دقيق
(13) مشاغل صباغة (Dye Works)				

تتمة الجدول (1-4/1) (هـ) المباني الصناعية والعمليات الصناعية (Industrial Buildings and Processes)				
المكان والسطح المرئي	الاستئارة القياسية (لوكنس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
أماكن عامة	300	مستوى العمل	A,C,D,E,F,H,K,L	
الغمس	1000	سطح التفتيش	A,B,Q	يمكن استعمال إنارة موضعية.
المختبرات ومكاتب الصباغين	1000	المناضد	A,B	
الاختبار النهائي	1500	سطح التفتيش	A,B,Q	
(14) محطات توليد الكهرباء (Electrical Generating Stations)				
غرف التوربينات والغلايات				
غرف الغلايات والمنصات	150	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,P,Q	قد يتطلب الأمر إنارة موضعية اضافية على أجهزة القياس.
غرف التحكم				
الطاوالات	300	على اللوحة	C,D,E,F,H,I,K,L	يجب تجنب الانعكاسات البراقة من زجاج الأجهزة واللوحات..
اللوحة الراسية	300	على اللوحة	C,D,E,F,H,I,K,L	
مؤخرة اللوحات	150	مستوى الأرضية.	C,D,E,F,H,I,K,L	
المحطات الفرعية وغرف الإبدال				
غرف مولدات الديزل	150	الأرضية	C,H,I,K,L,M,P,Q	إنارة موضعية على الأجهزة وأجهزة التحكم.
غرف الإبدال وتراكيب المبدلات	200	رأسي على تراكيب المبدلات.	C,H,I,K,L,M,P,Q	
(15) مشاغل النحت على المعادن والأخشاب (Engraving Shops)				
يدويا	1500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,Q	قد يتطلب الأمر مساعدات بصرية
آليا باستعمال ماكينات				
عام	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
دقيق	1500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	

تتمة الجدول (1-4/1) (هـ) المباني الصناعية والعمليات الصناعية (Industrial Buildings and Processes)				
المكان والسطح المرئي	الاستئارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصاييح المناسبة	ملاحظات
(16) المباني الزراعية (Farm Building)				
قد يتطلب الأمر إنارة موضعية	مشاغل المزارع			
	عام	100	الأرضية	C,H,I,L,M,P,Q
	المنضدة أو الماكينة	300	مستوى العمل	C,H,I,L,M,P,Q
	تفتيش الإنتاج	500	السطح المرئي	C,H,I,L,M,P,Q
	اماكن (الاستلام والتخزين)	100	الأرضية	C,H,I,L,M,P,Q
	حظائر الحيوانات المريضة والحاضنات	50	الأرضية	C,H,I,L,M,P,Q
	الساحات	20	الأرض	C,H,I,L,M,N,P,Q
(17) محطات مكافحة الحرائق (Fire Stations)				
	غرف الأجهزة	300	الأرض	C,H,I,K,L,M
	الساحات الخارجية	30	الأرض	C,H,I,K,L,M,P,Q
(18) مطاحن الحبوب (Flour Mills)				
قد يتطلب الأمر تراكيب إنارة مضمونة.	المدحلة، المصفاة والأكياس	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M
	طاوولات الترتيب	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M
(19) سباكة المعادن (Foundries)				
من المحتمل أن يكون معامل الصيانة منخفضا.	الصب والحقن والقولبة وصناعة القوالب الأولية	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M
	القولبة الدقيقة عمل القوالب	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M
(20) مصانع الأثاث				
قد يتطلب الأمر تراكيب إنارة مضمونة.	مخازن المواد الأولية	100	الأرضية	C,H,I,K,L,M,Q
	مخازن البضائع المشطوبة	150	الأرضية	C,H,I,K,L,M,Q
	مواعمة الخشب والتجميع			
	النشر غير الدقيق والقطع	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,Q
	المكننة وتجميع الأجزاء	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,Q
	صناعة الخزائن			

تتمة الجدول (1-4/1) (هـ) المباني الصناعية والعمليات الصناعية (Industrial Buildings and Processes)				
المكان والسطح المرئي	الاستئارة القياسية (لوكنس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصاييح المناسبة	ملاحظات
تصنيف القشرة وتحضيرها	1000	مستوى العمل	A,D,E	
كبس القشرة	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
مخازن القطع	150	الأرضية	C,H,I,K,L,M	
التجهيز والتفتيش النهائي	750	مستوى العمل	C,D,E,H,I,K,L	
التتجيد (الدوشمة)				
تفتيش القماش	1500	مستوى العمل	A,D,E	يتطلب الأمر تراكيب إنارة مضمونة.
الحشو والتغطية	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
الانزلاق (Slipping)	750	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
القص والخياطة	750	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
صناعة الحشوة (Mattress Making)				
التجميع	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
وضع الشريط على الحافات	1000	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
غرف الأدوات				
عام	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	يتطلب الأمر تراكيب إنارة مضمونة
المناضد	750	قمة المنضدة	C,H,I,K,L,M	
غرفة الرش والطلاء				
انهاء (تشطيب) اللون	500	مستوى العمل	A,B,D,E	قد يتطلب الأمر إنارة مضمونة.
الانتهاء النقي	300	مستوى العمل	C,H,I,L	
(21) الكراجات (Garages)				
المدرج الخارجي (External Apron)				
عام	50	الأرض	C,H,I,K,L,M,P,Q	تجنب الإبهار للساكنين بالقرب من الكراجات. تكون تراكيب الإنارة المضمونة في حفر التصليح ضرورية وقد تلزم في أماكن أخرى.
أماكن الوقوف (الداخلية)	30	الأرض	C,H,I,K,L,M,P,Q	
التصليح بشكل عام، حفر التشحيم، والتلميع.	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,P,Q	

تتمة الجدول (4-1/1) (هـ) المباني الصناعية والعمليات الصناعية (Industrial Buildings and Processes)				
المكان والسطح المرئي	الاستئارة القياسية (الوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
(22) معامل صناعة وتعبئة الغاز (Gas Stations)				
ممرات المشاة والمنصات	50	الممر	C,H,I,K,L,M,N,P,Q	
مصانع الغاز	100	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,P,Q	
اجهزة الضابط والقياس والمضخات.	150	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,P,Q	
(23) عمليات تصنيع الزجاج (Glass works and Processes)				
غرف الصهر والتثني والتلئين	150	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	يحتمل حدوث انعكاسات براقية من سطح الزجاج ويحتمل أن يكون معامل الصيانة منخفضا.
	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
غرف الخلط والتشكيل (النفخ والسحب واللف والقطع والتسوية والتلميع والتصليب)				
الانتهاء (أعمال الزخرفة والحك والحفر والتفضيض).				
القطع اللامع		يتطلب إنارة خصوصية		
التفتيش				
عام	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,Q	
دقيق		يتطلب إنارة خصوصية		
(24) مصانع الحياكة (Knitwear Factories)				
المكائن	500	الإبر	C,D,E,F,H,I	
مكائن الحياكة المستديرة	750	الإبر	C,D,E,F,H,I	يجب توفير إنارة موضعية اضافية على المكائن.
	100	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I	
مكائن الدرز والإغلاق	1000	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I	
الوصل والتوصيل	1500	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I	
التصليح	1500	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I	
الاختبار والانتهاء اليدوي	1500	مستوى العمل	A,D,E	قد يتطلب انارة اضافية لأغراض التفتيش
(25) أعمال الحديد والصلب (Iron and Steel Works)				

تتمة الجدول (4-1/1) (هـ) المباني الصناعية والعمليات الصناعية (Industrial Buildings and Processes)				
المكان والسطح المرئي	الاستئارة القياسية (لوكنس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
الأدراج، البوابات الصغيرة، اماكن التسوية، أماكن التحميل.	150	الأرضية	C,H,I,K,L,M,P,Q	
غرف المكانن والأجهزة والمحركات	150	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,P,Q	
غرف الصهر والأفران والعمليات الصناعية	150	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,P,Q	قد يتطلب الأمر تراكيب إنارة مضمونة.
التصنيع النهائي والانهاء.	150	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M,P,Q	
التفتيش على الصفائح	150	سطح التفتيش	C,H,I,K,L,M,P,Q	قد يتطلب الأمر تراكيب إنارة مضمونة.
التفتيش على القصدرة			إنارة خصوصية بحسب الحالة	
(26) مصانع المجوهرات وورش الاعمال الدقيقة				
عام	500	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I,K,L,P,Q	
عمليات صناعية دقيقة	1000	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I,K,L,P,Q	يتطلب الأمر عادة وسائل بصرية.
عمليات صناعية على الاجزاء الصغيرة.	3000	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I,K,L,P,Q	
القطع والتلميع	1500	مستوى العمل	A,D,E,P,Q	
(27) المكاوي وأعمال التنظيف الجافة (Laundries and Dry Cleaning Works)				
التسليم والتصنيف والغسيل والتجفيف والكي	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L	
الكي اليدوي والكبس والتفتيش والتصليح وإزالة البقع.	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,Q	
(28) مصانع الأعمال الجلدية				
عام	300	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I,K,L,M	
الكبس والتلميع	750	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I,K,L,M	
القطع والخياطة والترقيع	1000	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I,K,L,M	
التصنيف والمواعمة	1500	مستوى العمل	A,B	

تتمة الجدول (4-1/1) (هـ) المباني الصناعية والعمليات الصناعية (Industrial Buildings and Processes)				
المكان والسطح المرئي	الاستئارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصاييح المناسبة	ملاحظات
(29) مصانع الورق				
قد تلزم تراكيب إنارة مضمونة.	صناعة الورق والورق المقوى			
	عام	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M
	العمليات الصناعية الآلية	200	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M
	مطاحن لب الخشب والمصانع التحضيرية	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M
	التفتيش والتصنيف	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M
عمليات تحويل الورق				
	عام	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M
	الطباعة المرافقة للورق	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M
(30) الأعمال الصيدلانية والكيميائية الدقيقة				
الصناعات الصيدلانية				
	الخلط والتجفيف وعمل الأقراص والتعقيم والغسل وتحضير المحاليل وتعبئتها ووضع الملصقات والتعبئة.	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M
	التفتيش	750	مستوى العمل	A,D,E
الصناعات الكيميائية الدقيقة				
	عمليات التصنيع	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M
	الانتهاء الكيميائي الدقيق	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M
	مخازن المواد	200	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M
	التفتيش	750	مستوى العمل	A,D,E
(31) أعمال البلاستيك (Plastic Works)				
	الصقل والحقن والضغط والنفخ للقولبة و تصنيع الصفائح و التشكيل و قطع الحافات والتلميع والتلصيق	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M

تتمة الجدول (1-4/1) (هـ) المباني الصناعية والعمليات الصناعية (Industrial Buildings and Processes)				
المكان والسطح المرئي	الاستئارة القياسية (لوكنس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
(32) ورش الصفائح (Plating Shops)				
الأحواض والأحواض المائية	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	قد يتطلب الأمر تراكيب إنارة مضمونة. قد يتطلب الأمر إنارة موجهة.
الصقل والتلميع والجلي بالحك	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
الصقل والتلميع النهائي	750	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
(33) مصانع الفخار (Potteries)				
السحق، ضغط المرشح، غرفة الفرن، القوالب، التنظيف، التجفيف والتزجيج، والحرق	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
الطلاء والتلوين والزخرفة	750	مستوى العمل	A,D,E	
(34) أعمال الطباعة (Printing works)				
مسابك حروف الطباعة (Type Founders)				
أعمال التحضير، السبك اليدوي والآلي.	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
تجميع الحروف والتصنيف.	750	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
غرف صف الحروف (Composing Rooms)				
يجب الاهتمام باتجاهات الإنارة.	750	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	الصف اليدوي والإلزام والتوزيع
	750	النسخة	C,H,I,K,L,M	أجزاء الماكنة ولوحة المفاتيح
	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	أجزاء الماكنة والسكب
إذا كانت مصداقية اللون مهمة تستعمل المصابيح (A, D, E)	500	لوحة الأساس (Bed plate)	A,B,C,D,E,F,H,I,K,L,M	طباعة استدلاية (Proof Presses)
	750	المكتب	A,B,C,D,E,F,H,I,K,L,M	القراءة التصحيحية
	300	سطح الطاولة	C,H,I,K,L,M	الطاولات المضاءة
غرفة مكائن الطباعة				
	500	الدحارج	C,H,I,K,L,M	المكابس

تتمة الجدول (1-4/1) (هـ) المباني الصناعية والعمليات الصناعية (Industrial Buildings and Processes)				
المكان والسطح المرئي	الاستئارة القياسية (لوكس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
ما قبل التجهيز	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
التفتيش على الصفحات المطبوعة	1000	سطح التفتيش	A,B,D,E	
إعادة الإنتاج التخطيطي (Graphic Reproduction)				
عام	500	مستوى العمل	A,B,C,D,E,F,H,I,K,L,M	
فحص الدقة والتصحيح	1000	مستوى العمل	A,B,C,D,E,F,H,I,K,L,M	
الإنتاج الملون والتفتيش على الطباعة وتثبيت اللون.	1500	مستوى العمل	B	
(35) مصانع إنتاج المطاط (Rubber Processing Factories)				
إطار تحضير النسيج (Fabric Preparation Creels)				
الغمس والقولبة والتركيب والصقل	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
عمل الإطارات والأنايب الداخلية (التهوية)	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
(36) مصانع الصابون (Soap Factories)				
الأماكن العامة	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
العمليات الآلية	200	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	يجب تجنب الانعكاسات البراقة من اللوحات.
لوحات التحكم	300	اللوحات	C,H,I,K,L,M	
المكائن	300	المكائن	C,H,I,K,L,M	
(37) مصانع الفولاذ الإنشائي وتصنيعه (Structural Steel Fabrication Plants)				
عام	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
الانتهاء النهائي	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
(38) مصانع المنسوجات القطنية (Textile Mills Cotton or Linen)				
النفخ والغزل واللف على بكرات والمشط وعمل الخيوط	300	مستوى العمل (رأسيا)	C,D,E,F,H,I	يجب استعمال إنارة موضعية.

تتمة الجدول (1-4/1) (هـ) المباني الصناعية والعمليات الصناعية (Industrial Buildings and Processes)				
المكان والسطح المرئي	الاستنارة القياسية (لوكنس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصاييح المناسبة	ملاحظات
التصنيف والتقييس والصبغ والغزل لخيوط دقيقة	500	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I	
السحب		المستوى الرأسي		
النسيج				
القماش الأولي	750	مستوى العمل	AC,D,E,F,H,I	
أنماط الأقمشة الدقيقة	1000	مستوى العمل	AC,D,E,F,H,I	
التفتيش	1500	مستوى العمل	A	يفضل استعمال إنارة موضعية.
(39) مصانع المنسوجات الحريرية (صناعي أو طبيعي)				
النقع بالماء التلوين المؤقت، التكييف، عمل اللفة	300	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I	
اللف، اللي، الكبس، الخراط، الحشو الخياطة.	500	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I	
مكائن حياكة الفرشات المنبسطة	500	مستوى العمل	C,D,E,F,H,I	
السحب	1000	المستوى الرأسي	C,D,E,F,H,I	
التفتيش	1500	سطح التفتيش	A	يفضل استعمال إنارة موضعية.
(40) مصانع المنسوجات الصوفية				
النسيج				
الأصواف الثقيلة	500	مستوى العمل	AC,D,E,F,H,I	
الغزلات المتوسطة	750	مستوى العمل	AC,D,E,F,H,I	
الغزلات الدقيقة	1000	مستوى العمل	AC,D,E,F,H,I	
إزالة الشوائب من النسيج	1000	سطح التفتيش	AC,D,E,F,H,I	

تتمة الجدول (4-1/1) (هـ) المباني الصناعية والعمليات الصناعية (Industrial Buildings and Processes)				
المكان والسطح المرئي	الاستئارة القياسية (لوكنس)	موضع القياس	الرموز الدالة على المصابيح المناسبة	ملاحظات
التصليح	1500	سطح التفتيش	AC,D,E,F,H,I	قد يتطلب الأمر إنارة موضعية موجهة.
التفتيش الأولي	1000	سطح التفتيش	A,D,E	
الأعمال النهائية	3000	سطح التفتيش	A	
(41) مصانع التبغ (Tobacco Factories)				
العمليات الآلية	500	مستوى العمل	A,D,E	
عمليات يدوية	750	مستوى العمل	A,D,E	
(42) مشاغل اللحام الكهربائي واللحام بالقصدير (Welding and Soldering Shops)				
اللحام بالغاز أو القوس الكهربائي، اللحام الأولي.	300	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
لحام متوسط، لحام بالنحاس	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,M	
لحام دقيق، لحام بالنقطة	1000	مستوى العمل	C,H,I,K,L,Q	يمكن استعمال إنارة موضعية.
لحام دقيق جداً، لحام الأعمال الإلكترونية.	1500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,Q	قد يتطلب الأمر إنارة موضعية.
(43) مشاغل الأعمال الخشبية (Wood Working Shops)				
النشر الأولي والعمل على المنضدة	300	المناضد	C,H,I,K,L,MQ	قد تكون المكائن الدوارة غير المحمية مستعملة. يتطلب الأمر استعمال إنارة موضعية بمصابيح التتبع لتجنب التأثيرات التذبذبية ، كما أن إنارة المستويات الرأسية على المنضدة مهمة.
التقييس، التخطيط المسح الأولي، عمل الي متوسط وعلى المناضد، اللصق والتجميع.	500	مستوى العمل	C,H,I,K,L,MQ	
عمل دقيق على المناضد وعمل آلي، التنعيم الدقيق والانتهاء	750	مستوى العمل	C,H,I,K,L,MQ	

2-4 جداول مهمة:

في ما يلي ندرج بعض الجداول المهمة التي تستعمل في تصميم الانارة اذ يبين الجدول (1/2-4) القيمة العددية للرموز المعتمدة لحساب معامل الغرفة من المعادلة (1-8/4) في حين يبين الجدول (2/2-4) معامل الغرفة (RI) بالنسبة لأبعاد السقف والجدران ومستوى العمل اما الجدول (3/2-4) فيبين مقدار معامل الاستفادة (UF) لوحدة الاستنارة.

ان معامل الاستفادة للمصابيح والأجسام المنيرة الأخرى في الغرف المغلقة يعتمد على عدد من العوامل الرئيسية وهي كالتالي:

1. توزيع الانارة من المصباح (نشر، مباشر أو نصف مباشر).

2. عوامل انعكاس السقف، جدران والأرضية.

3. الشكل الهندسي للغرفة المنارة.

إن الشكل الهندسي للغرفة والعلاقة بين العرض، الطول والارتفاع للغرفة لهما الدور الأكثر أهمية في استعمال مصادر الضوء.

الجدول (1/2-4) القيم العددية للرموز المستعملة في معامل الغرفة.

معامل الغرفة رمزاً	معامل الغرفة رقماً
J	اقل من 0.7
I	0.7 – 0.9
H	0.9 – 1.12
G	1.12 – 1.38
F	1.38 – 1.75
E	1.75 – 2.25
D	2.25 – 2.75
C	2.75 – 3.5
B	3.5 – 4.5
A	اكثر من 4.5

الجدول (4-2/2) معامل الغرفة.

ارتفاع السقف (م)												
		11.5 to 15.0	9.25 to 11	7.5 to 9.0	6.25 to 7.25	5.25 to 6.0	4.25 to 5.0	3.5 to 4.0	3.0 to 3.25	2.5 to 2.75	اضاءة غير مباشرة او شبه غير مباشرة	
منسوب التعليق فوق سطح التشغيل (م)												
11.5 to 15.0	9.25 to 11	7.5 to 9.0	6.25 to 7.25	5.25 to 6.0	4.25 to 5.0	3.5 to 4.0	3.0 to 3.25	2.7 to 2.85	2.4 to 2.55	2 to 2.25	اضاءة مباشرة او شبه مباشرة	
رمز معامل الغرفة											عرض الغرفة (م)	طول الغرفة (م)
							J	J	I	H	2.4 to 3.0	2.5 to 2.75
							J	I	I	H	3.0 to 4.2	
						J	J	I	H	G	4.2 to 6.0	
					J	J	I	H	G	G	6.0 to 9.0	
				J	J	J	I	H	G	F	9.0 to 12.6	
				J	J	I	H	G	F	E	اكثر من 12.6	
ارتفاع السقف (م)												
		11.5 to 15.0	9.25 to 11	7.5 to 9.0	6.25 to 7.25	5.25 to 6.0	4.25 to 5.0	3.5 to 4.0	3.0 to 3.25	2.5 to 2.75	اضاءة غير مباشرة او شبه غير مباشرة	
منسوب التعليق فوق سطح التشغيل (م)												
11.5 to 15.0	9.25 to 11	7.5 to 9.0	6.25 to 7.25	5.25 to 6.0	4.25 to 5.0	3.5 to 4.0	3.0 to 3.25	2.7 to 2.85	2.4 to 2.55	2 to 2.25	اضاءة مباشرة او شبه مباشرة	
معامل الغرفة											عرض الغرفة (م)	طول الغرفة (م)
						J	J	I	H	G	3.0 to 4.2	2.8 to 3.2
					J	J	J	I	H	G	4.2 to 6.0	
					J	J	I	H	G	F	6.0 to 9.0	
				J	J	I	H	G	G	F	9.0 to 12.6	
				J	J	I	H	G	F	E	12.6 to 18.0	
				J	I	H	H	F	F	E	اكثر من 18.0	
					J	J	I	I	H	G	3.0 to 4.2	3.3 to 3.75
					J	J	I	H	G	F	4.2 to 6.0	
				J	J	I	H	G	G	F	6.0 to 9.0	
				J	J	I	H	G	F	E	9.0 to 12.6	
				J	I	H	G	F	F	E	12.6 to 18.0	
				J	I	H	G	F	E	E	اكثر من 18.0	
				J	J	I	H	H	G	F	4.2 to 6.0	3.8 to 4.5
				J	J	I	H	G	F	E	6.0 to 9.0	
			J	J	I	H	G	F	F	E	9.0 to 12.6	
		J	J	J	I	H	F	F	E	E	12.6 to 18.0	
		J	J	J	H	G	F	E	E	D	18.0 to 27.0	
		J	J	I	G	F	F	E	E	D	اكثر من 27.0	

تتمة الجدول (4-2/2) معامل الغرفة.

معامل الغرفة											عرض الغرفة (م)	طول الغرفة (م)
ارتفاع السقف (م)												
		11.5 to 15.0	9.25 to 11	7.5 to 9.0	6.25 to 7.25	5.25 to 6.0	4.25 to 5.0	3.5 to 4.0	3.0 to 3.25	2.5 to 2.75	اضاءة غير مباشرة او شبه غير مباشرة	
منسوب التعليق فوق سطح التشغيل (م)												
11.5 to 15.0	9.25 to 11	7.5 to 9.0	6.25 to 7.25	5.25 to 6.0	4.25 to 5.0	3.5 to 4.0	3.0 to 3.25	2.7 to 2.85	2.4 to 2.55	2 to 2.25	اضاءة مباشرة او شبه مباشرة	
رمز معامل الغرفة											عرض الغرفة (م)	طول الغرفة (م)
				J	J	I	H	G	F	E	4.8 to 5.5	4.2 to 6.0
				J	I	H	G	F	F	E	4.8 to 5.5	6.0 to 9.0
		J	J	J	H	H	G	F	E	D		9.0 to 12.6
	J	J	J	I	G	G	F	E	E	D		12.6 to18.0
	J	J	J	I	G	G	F	E	E	D		18.0-33.0
	J	J	I	H	G	F	E	E	D	C		اكثر من 33.0
			J	J	I	H	G	F	E	D		6.0 to 9.0
		J	J	I	H	G	F	E	E	D	5.6 to 6.5	9.0 to 12.6
	J	J	J	I	G	F	E	E	D	D		12.6 to 18.0
	J	J	J	H	G	F	E	E	D	C		18.0 to 27.0
J	J	I	I	H	F	F	E	D	D	C		27.0 to 42.0
J	J	I	H	H	F	F	E	D	D	C		اكثر من 42.0
		J	J	I	H	G	F	E	E	D		6.0 to 9.0
		J	J	I	G	G	F	E	D	C	6.7 to 7.9	9.0 to 12.6
	J	J	I	H	G	F	E	D	D	C		12.6 to 18.0
J	J	J	I	H	F	F	E	D	D	C		18.0 to 27.0
J	J	I	H	G	F	E	E	D	C	C		27.0 to 42.0
J	I	I	H	G	F	E	E	D	C	C		اكثر من 42.0
ارتفاع السقف (م)												
	2.5 to 2.75	11.5 to 15.0	9.25 to 11	7.5 to 9.0	6.25 to 7.25	5.25 to 6.0	4.25 to 5.0	3.5 to 4.0	3.0 to 3.25	2.5 to 2.75	اضاءة غير مباشرة او شبه غير مباشرة	
منسوب التعليق فوق سطح التشغيل (م)												
11.5 to 15.0	9.25 to 11	7.5 to 9.0	6.25 to 7.25	5.25 to 6.0	4.25 to 5.0	3.5 to 4.0	3.0 to 3.25	2.7 to 2.85	2.4 to 2.55	2 to 2.25	اضاءة مباشرة او شبه مباشرة	
رمز معامل الغرفة											عرض الغرفة (م)	طول الغرفة (م)
	J	J	I	H	G	F	E	D	D	C	8.1 to 10.0	9.0 to 12.6
	J	I	H	H	F	F	D	D	C	C	8.1 to 10.0	12.6 to 18.0
J	J	I	H	G	F	E	D	C	C	B		18.0 to 27.0
J	I	H	G	F	E	E	D	C	C	B		27.0 to 42.0
J	I	H	G	F	E	E	D	C	C	B		42.0 to 54.0
J	I	H	G	F	E	E	D	C	C	B		اكثر من 54.0

تتمة الجدول (4-2/2) معامل الغرفة.

معامل الغرفة (م)											عرض الغرفة (م)	
	J	I	I	H	F	F	E	D	C	B	9.0 to 12.6	10.2 to 11.7
J	J	I	H	G	F	E	D	C	C	B	12.6 to 18.0	
J	J	H	H	F	E	E	C	C	C	A	18.0 to 27.0	
J	I	H	G	F	E	D	C	C	B	A	27.0 to 42.0	
I	H	G	F	F	E	D	C	C	B	A	42.0 to 60.0	
I	H	G	F	F	E	D	C	C	B	A	60.0 من اكثر	
J	I	I	H	G	F	E	C	C	B	A	12.6 to 18.0	12.0 to 13.7
J	I	H	G	F	E	D	C	B	B	A	18.0 to 27.0	
J	H	G	F	E	D	D	C	B	B	A	27.0 to 42.0	
I	H	G	F	E	D	D	C	B	A	A	42.0 to 60.0	
I	G	F	F	E	D	D	C	B	A	A	60.0 من اكثر	
ارتفاع السقف (م)												
		11.5 to 15.0	9.25 to 11	7.5 to 9.0	6.25 to 7.25	5.25 to 6.0	4.25 to 5.0	3.5 to 4.0	3.0 to 3.25	2.5 to 2.75	اضاءة غير مباشرة او شبه غير مباشرة	
منسوب التعليق فوق سطح التشغيل (م)												
11.5 to 15.0	9.25 to 11	7.5 to 9.0	6.25 to 7.25	5.25 to 6.0	4.25 to 5.0	3.5 to 4.0	3.0 to 3.25	2.7 to 2.85	2.4 to 2.55	2 to 2.25	اضاءة مباشرة او شبه مباشرة	
رمز معامل الغرفة											عرض الغرفة (م)	طول الغرفة (م)
J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	A	12.6 to 18.0	14.0 to 16.7
J	H	G	F	F	D	C	C	A	A	A	18.0 to 27.0	
I	G	F	F	E	D	C	C	A	A	A	27.0 to 42.0	
I	G	F	E	E	D	C	C	A	A	A	42.0 to 60.0	
H	G	F	E	E	D	C	C	A	A	A	60.0 من اكثر	
I	H	G	F	E	D	C	B	A	A	A	18.0 to 27.0	17.0 to 20.4
H	G	F	E	D	C	C	B	A	A	A	27.0 to 42.0	
H	F	E	E	D	C	C	B	A	A	A	42.0 to 60.0	
H	F	E	E	D	C	C	B	A	A	A	60.0 من اكثر	
I	G	F	E	D	C	B	A	A	A	A	18.0 to 27.0	20.7 to 27.4
H	F	F	E	D	C	B	A	A	A	A	27.0 to 42.0	
G	F	E	D	C	B	B	A	A	A	A	42.0 to 60.0	
G	F	E	D	C	B	B	A	A	A	A	60.0 من اكثر	

الجدول (4-3): معامل الاستفادة (UF) لوحدة الإنارة.

No	TYPE OF DISTRIBUTION AND EFFICIENCY CLASSIFICATION	TYPICAL EQUIPMENT REPRESENTATIVE OF EACH GROUP	Ceiling	75 %			50 %			30 %	
			Walls	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
			Room Index	COEFFICIENT OF UTILIZATION							
1			J	40	38	36	39	38	36	39	36
			I	48	46	46	47	46	45	46	43
			H	51	51	50	50	50	49	50	48
			G	55	54	54	54	52	52	52	51
			F	58	56	55	55	55	54	55	53
			E	60	59	58	59	58	57	57	56
			D	64	61	60	62	60	60	60	59
			C	65	63	61	63	62	60	60	60
			B	65	64	63	64	62	62	62	61
			A	66	65	64	64	63	62	62	62
			J	29	27	26	28	27	26	28	26
2			I	34	33	32	34	32	32	32	31
			H	37	36	36	36	36	35	36	34
			G	39	39	38	38	38	37	38	36
			F	41	40	39	40	39	38	39	38
			E	43	42	42	42	42	40	41	40
			D	46	44	43	44	43	42	42	42
			C	46	45	44	45	44	43	43	42
			B	47	46	45	46	44	44	44	44
			A	47	46	46	46	45	44	44	44
			J	17	16	15	17	16	16	17	15
			I	21	20	20	20	20	19	20	19
3			H	22	22	21	22	21	21	21	21
			G	24	23	23	23	22	22	22	22
			F	25	24	24	24	23	23	23	23
			E	26	25	25	25	25	24	25	24
			D	27	26	26	26	26	26	26	25
			C	28	27	26	27	26	26	26	26
			B	28	27	27	27	27	26	26	26
			A	28	28	27	28	27	27	27	26
			J	34	29	24	34	29	24	28	24
			I	42	38	34	42	37	33	37	33
			H	46	43	39	45	42	39	42	39
4			G	50	47	43	49	46	43	45	42
			F	53	50	46	52	49	46	48	45
			E	58	55	51	57	54	51	53	51
			D	62	59	56	61	58	56	58	56
			C	64	61	58	63	60	58	60	58
			B	67	65	63	66	64	62	63	61
			A	69	67	65	67	66	64	65	63
			J	32	28	25	32	28	25	27	25
			I	40	36	34	39	35	33	35	33
			H	43	39	37	42	39	37	39	37
			G	46	43	41	45	43	41	43	41
5			F	48	45	43	47	45	43	45	43
			E	52	50	48	51	49	47	49	47
			D	56	54	52	55	53	51	53	51
			C	57	55	53	56	54	52	54	52
			B	60	58	56	59	57	55	57	55
			A	61	59	57	60	58	57	58	56
			J	29	24	21	28	24	21	23	21
			I	36	32	29	35	31	28	30	28
			H	39	36	33	38	35	33	34	32
			G	43	39	36	41	38	36	37	35
			F	45	42	39	43	40	38	39	38
6			E	49	46	44	47	45	43	43	42
			D	35	50	47	51	48	46	47	46
			C	54	52	49	52	50	48	48	47
			B	57	55	53	55	52	51	51	50
			A	59	56	54	56	54	52	52	51
			J	26	22	19	25	22	19	21	19
			I	32	29	26	31	28	26	28	26
			H	35	32	30	34	32	30	31	30
			G	38	35	33	37	35	32	34	32
			F	40	37	35	38	36	35	36	35
			E	43	41	39	42	40	38	40	38
7			D	46	44	42	45	43	42	43	42
			C	48	46	43	46	45	43	44	43
			B	50	48	46	48	47	46	46	45
			A	51	49	48	50	48	47	47	46

تتمة الجدول (3/2-4)

No	TYPE OF DISTRIBUTION AND EFFICIENCY CLASSIFICATION	TYPICAL EQUIPMENT REPRESENTATIVE OF EACH GROUP	Ceiling	75 %			50 %			30 %	
			Walls	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
			Room Index	COEFFICIENT OF UTILIZATION							
8			J	19	16	14	18	16	14	16	14
			I	23	21	19	23	20	19	20	19
			H	25	23	22	25	23	22	23	22
			G	27	25	24	27	25	24	24	24
			F	29	27	25	28	26	25	26	25
			E	31	30	28	31	29	28	29	28
			D	34	32	30	33	32	30	31	30
			C	35	33	32	34	32	32	32	31
			B	36	35	34	35	34	33	34	33
			A	37	36	35	36	35	34	34	34
9			J	12	10	09	12	10	09	10	09
			I	14	13	12	14	13	12	13	12
			H	16	15	14	16	14	14	14	14
			G	17	16	15	17	16	15	15	15
			F	18	17	16	18	16	16	16	16
			E	20	19	18	19	18	18	18	18
			D	21	20	19	20	20	19	20	19
			C	22	21	20	21	20	20	20	20
			B	23	22	21	22	21	21	21	20
			A	23	22	22	22	22	21	22	21
10			J	29	24	22	27	23	21	22	20
			I	35	31	29	33	29	27	28	26
			H	39	35	33	36	33	31	31	29
			G	43	39	36	39	36	34	34	32
			F	46	42	38	42	39	36	37	34
			E	50	46	43	46	43	40	40	37
			D	54	49	46	49	46	43	43	41
			C	56	52	48	51	48	45	45	42
			B	60	56	52	54	50	48	47	45
			A	62	58	55	56	52	50	49	47
11			J	24	20	17	22	18	16	16	14
			I	30	25	23	27	23	20	21	19
			H	34	29	26	30	26	24	24	22
			G	37	33	30	33	29	27	27	25
			F	41	36	32	36	32	29	29	27
			E	45	41	37	40	36	33	32	30
			D	49	44	40	43	39	36	35	33
			C	52	47	43	45	41	38	37	35
			B	55	51	47	48	44	42	40	38
			A	57	53	50	50	46	44	41	40
12			J	16	12	09	12	09	07	06	05
			I	20	16	13	16	12	10	09	07
			H	24	19	16	18	14	12	11	08
			G	27	23	19	21	17	14	12	10
			F	30	25	21	23	19	16	14	12
			E	35	30	26	27	22	20	17	14
			D	38	33	29	29	25	22	19	17
			C	41	36	32	31	27	24	21	19
			B	46	41	37	34	31	29	23	21
			A	48	44	40	37	33	31	25	23
13			J	17	14	12	13	10	09	07	06
			I	22	18	16	16	13	12	09	08
			H	25	21	19	18	15	14	11	09
			G	29	25	21	21	18	16	12	11
			F	31	27	24	23	20	18	13	12
			E	35	31	28	26	22	20	15	14
			D	39	34	31	28	25	23	17	16
			C	41	37	34	30	27	25	18	17
			B	45	42	39	32	30	28	20	19
			A	47	44	41	34	32	30	22	20
14			J	15	12	10	10	08	07	04	04
			I	19	15	14	13	10	09	06	05
			H	22	18	16	14	12	10	08	06
			G	25	21	18	17	14	13	08	08
			F	27	24	21	19	16	14	09	08
			E	31	27	25	21	18	16	10	10
			D	34	30	28	22	20	19	12	11
			C	36	33	30	24	22	20	13	12
			B	40	37	34	26	25	23	14	14
			A	42	39	37	28	26	25	16	14

تتمة الجدول (4-3/2)

No	TYPE OF DISTRIBUTION AND EFFICIENCY CLASSIFICATION	TYPICAL EQUIPMENT REPRESENTATIVE OF EACH GROUP	Ceiling	75 %			50 %			30 %	
			Walls	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
			Room Index	COEFFICIENT OF UTILIZATION							
15			J	.13	.10	.09	.08	.07	.06	.04	.03
			I	.16	.13	.12	.11	.09	.08	.05	.05
			H	.19	.16	.14	.12	.10	.09	.06	.05
			G	.22	.19	.16	.15	.12	.11	.07	.06
			F	.24	.20	.18	.16	.14	.12	.08	.07
			E	.27	.24	.21	.18	.16	.14	.09	.08
			D	.30	.26	.24	.20	.18	.16	.10	.10
			C	.32	.29	.26	.21	.19	.18	.11	.10
			B	.35	.32	.30	.23	.21	.20	.12	.12
			A	.36	.34	.32	.25	.23	.21	.14	.12
			J	.11	.09	.07	.07	.06	.05	.03	.03
			I	.14	.11	.10	.09	.08	.07	.04	.04
			H	.16	.13	.12	.10	.09	.08	.06	.04
16			G	.18	.16	.13	.13	.10	.09	.06	0.6
			F	.02	.17	.15	.14	.12	.10	.07	.06
			E	.23	.20	.18	.15	.13	.12	.08	.07
			D	.25	.22	.20	.16	.15	.14	.09	.08
			C	.27	.24	.22	.18	.16	.15	.09	.09
			B	.29	.27	.25	.19	.18	.17	.10	.10
			A	.31	.29	.27	.21	.19	.18	.12	.10
			J	.08	.06	.05	.05	.04	.04	.02	.02
			I	.10	.08	.07	.07	.06	.05	.03	.03
			H	.12	.10	.09	.08	.06	.06	.04	.03
			G	.13	.11	.10	.09	.08	.07	.04	.04
			F	.15	.13	.11	.10	.08	.08	.05	.04
			E	.17	.15	.13	.11	.10	.09	.06	.05
17			D	.18	.16	.15	.12	.11	.10	.06	.06
			C	.19	.18	.16	.13	.12	.11	.07	.06
			B	.21	0.20	.18	.14	.13	.12	.08	.07
			A	.22	.21	.20	.15	.14	.13	.08	.08
			J	.05	.04	.03	.03	.03	.02	.02	.01
			I	.06	.05	.04	.04	.04	.03	.02	.02
			H	.07	.06	.05	.05	.04	.04	.02	.02
			G	.08	.07	.06	.06	.05	.04	.03	.02
			F	.09	.08	.07	.06	.05	.05	.03	.03
			E	.10	.09	.08	.07	.06	.06	.04	.03
			D	.11	.10	.09	.08	.07	.06	.04	.04
			C	.12	.11	.10	.08	.07	.07	.04	.04
			B	.13	.12	.12	.09	.08	.08	.05	.04
18			A	.14	.13	.12	.10	.09	.08	.05	.05

تتمة الجدول (3/2-4)

No	TYPE OF DISTRIBUTION AND EFFICIENCY CLASSIFICATION	TYPICAL EQUIPMENT REPRESENTATIVE OF EACH GROUP	Ceiling	75 %			50 %			30 %	
			Walls	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
			Room Index	COEFFICIENT OF UTILIZATION							
19			J	.37	.31	.27	.36	.31	.27	.31	.27
			I	.45	.41	.38	.45	.40	.37	.40	.37
			H	.49	.45	.42	.49	.45	.42	.45	.42
			G	.53	.49	.46	.53	.49	.46	.48	.46
			F	.56	.53	.49	.55	.52	.49	.51	.49
			E	.61	.58	.55	.60	.57	.55	.56	.55
			D	.66	.63	.60	.64	.62	.60	.61	.60
			C	.67	.65	.62	.66	.64	.62	.63	.61
			B	.71	.68	.66	.69	.67	.65	.66	.64
			A	.72	.70	.67	.71	.68	.67	.67	.66
			J	.35	.31	.28	.34	.31	.28	.30	.28
			I	.43	.39	.37	.42	.39	.37	.39	.37
			H	.46	.44	.42	.46	.44	.42	.43	.42
20			G	.50	.47	.45	.49	.47	.45	.46	.45
			F	.53	.50	.47	.51	.49	.47	.49	.47
			E	.56	.54	.51	.56	.54	.51	.53	.51
			D	.61	.58	.56	.59	.57	.56	.56	.56
			C	.62	.60	.57	.61	.58	.57	.58	.56
			B	.64	.62	.61	.63	.61	.60	.60	.59
			A	.65	.63	.61	.64	.62	.61	.61	.60
			J	.43	.40	.39	.42	.40	.39	.40	.38
			I	.51	.50	.49	.50	.49	.48	.49	.46
			H	.55	.54	.53	.54	.53	.52	.53	.52
			G	.59	.58	.57	.58	.56	.55	.56	.55
			F	.61	.60	.58	.59	.58	.58	.58	.57
			E	.61	.63	.62	.63	.62	.61	.61	.60
21			D	.68	.65	.64	.66	.65	.64	.64	.63
			C	.69	.67	.65	.67	.66	.61	.61	.61
			B	.70	.68	.67	.68	.67	.66	.66	.65
			A	.71	.70	.68	.69	.67	.67	.67	.66
			J	.40	.36	.34	.39	.36	.34	.36	.33
			I	.48	.45	.43	.47	.44	.43	.44	.42
			H	.52	.50	.48	.51	.49	.47	.47	.47
			G	.55	.53	.52	.55	.52	.51	.52	.51
			F	.58	.56	.53	.56	.55	.53	.55	.53
			E	.62	.60	.58	.61	.59	.57	.58	.57
			D	.66	.63	.64	.64	.62	.61	.62	.61
			C	.67	.65	.62	.66	.64	.62	.63	.62
			B	.69	.67	.66	.67	.65	.64	.65	.64
22			A	.70	.68	.67	.69	.67	.65	.66	.64
			J	.40	.38	.36	.39	.38	.36	.38	.36
			I	.48	.46	.45	.47	.46	.45	.43	.43
			H	.52	.51	.50	.51	.50	.49	.50	.48
			G	.55	.54	.53	.54	.53	.52	.53	.51
			F	.57	.56	.55	.56	.55	.54	.55	.53
			E	.60	.59	.58	.59	.58	.57	.57	.56
			D	.61	.61	.60	.62	.60	.59	.60	.59
			C	.64	.63	.61	.63	.62	.60	.60	.60
			B	.65	.64	.63	.64	.63	.62	.62	.61
			A	.66	.63	.64	.64	.63	.62	.62	.62
			J	.37	.34	.34	.36	.34	.31	.34	.31
			I	.45	.42	.41	.44	.41	.40	.41	.39
23			H	.48	.46	.45	.49	.45	.44	.45	.44
			G	.52	.50	.48	.51	.49	.48	.49	.48
			F	.55	.52	.51	.50	.51	.50	.51	.50
			E	.57	.56	.54	.57	.55	.53	.55	.53
			D	.62	.59	.57	.60	.58	.57	.57	.57
			C	.63	.61	.58	.62	.59	.58	.59	.57
			B	.64	.62	.61	.63	.61	.60	.60	.59
			A	.66	.64	.62	.64	.62	.61	.62	.60
			J	.27	.23	.20	.26	.23	.20	.22	.20
			I	.34	.30	.28	.33	.29	.27	.29	.27
			H	.37	.34	.31	.36	.33	.31	.32	.30
			G	.40	.37	.34	.39	.36	.34	.35	.33
			F	.42	.39	.37	.40	.38	.36	.37	.36
24			E	.46	.43	.41	.45	.42	.40	.41	.40
			D	.49	.47	.44	.48	.46	.44	.44	.43
			C	.51	.49	.46	.49	.47	.46	.46	.44
			B	.53	.51	.49	.51	.49	.48	.48	.47
			A	.54	.53	.51	.53	.51	.49	.49	.48
			J	.37	.34	.34	.36	.34	.31	.34	.31
			I	.45	.42	.41	.44	.41	.40	.41	.39
			H	.48	.46	.45	.49	.45	.44	.45	.44
			G	.52	.50	.48	.51	.49	.48	.49	.48
			F	.55	.52	.51	.50	.51	.50	.51	.50
			E	.57	.56	.54	.57	.55	.53	.55	.53
			D	.62	.59	.57	.60	.58	.57	.57	.57
			C	.63	.61	.58	.62	.59	.58	.59	.57
25			B	.64	.62	.61	.63	.61	.60	.60	.59
			A	.66	.64	.62	.64	.62	.61	.62	.60
			J	.27	.23	.20	.26	.23	.20	.22	.20
			I	.34	.30	.28	.33	.29	.27	.29	.27
			H	.37	.34	.31	.36	.33	.31	.32	.30
			G	.40	.37	.34	.39	.36	.34	.35	.33
			F	.42	.39	.37	.40	.38	.36	.37	.36
			E	.46	.43	.41	.45	.42	.40	.41	.40
			D	.49	.47	.44	.48	.46	.44	.44	.43
			C	.51	.49	.46	.49	.47	.46	.46	.44
			B	.53	.51	.49	.51	.49	.48	.48	.47
			A	.54	.53	.51	.53	.51	.49	.49	.48

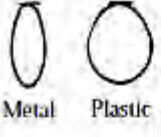
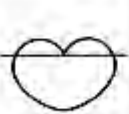
تتمة الجدول (4-3/2)

No	TYPE OF DISTRIBUTION AND EFFICIENCY CLASSIFICATION	TYPICAL EQUIPMENT REPRESENTATIVE OF EACH GROUP	Ceiling	75 %			50 %			30 %	
			Walls	50%	30%	10%	50%	30	10	30%	10%
			Room Index	COEFFICIENT OF UTILIZATION							
26			J	38	36	35	38	36	35	36	35
			I	46	45	44	45	44	43	44	42
			H	49	49	48	49	48	47	48	47
			G	53	52	51	52	51	50	51	49
			F	56	54	53	53	53	52	53	51
			E	57	57	56	57	56	55	56	54
			D	61	59	58	59	58	57	57	56
			C	62	61	59	60	59	58	58	57
			B	63	62	61	61	60	59	59	58
			A	64	63	62	62	61	60	60	59
27			J	31	26	23	30	26	23	26	23
			I	38	34	31	37	33	31	33	31
			H	41	38	34	41	38	34	37	34
			G	45	41	39	44	41	39	40	39
			F	47	44	41	46	43	41	43	41
			E	51	48	46	50	48	46	47	46
			D	55	52	50	54	52	50	51	50
			C	56	54	52	55	53	52	52	51
			B	59	57	55	58	56	54	55	54
			A	60	58	56	59	57	56	56	55
28			J	25	22	20	24	22	20	22	20
			I	31	28	26	29	28	26	28	26
			H	34	31	29	32	31	29	30	28
			G	36	33	32	34	33	31	32	30
			F	38	35	34	36	34	33	34	32
			E	40	39	38	39	37	36	37	35
			D	43	41	40	42	40	39	39	38
			C	45	43	42	44	41	40	40	40
			B	48	45	44	47	43	42	42	41
			A	50	47	46	48	46	45	45	44
29			J	52	49	47	51	49	47	48	47
			I	55	53	51	54	52	51	51	50
			H	57	55	53	56	54	53	53	53
			G	58	57	55	57	56	55	55	54
			F	59	58	57	58	57	56	56	56
			E	61	60	59	60	59	58	58	57
			D	63	62	61	61	61	60	60	59
			C	64	64	63	63	63	62	62	61
			B	65	65	64	64	64	63	63	62
			A	66	66	65	65	65	64	64	63
30			J	38	32	28	37	32	28	31	28
			I	47	42	39	46	41	38	40	37
			H	51	47	44	50	47	43	46	43
			G	55	51	48	54	51	47	50	47
			F	58	54	51	57	53	51	52	50
			E	63	60	57	62	59	56	58	53
			D	68	64	61	68	64	61	63	60
			C	70	67	63	68	65	64	64	62
			B	73	70	68	71	68	67	67	66
			A	74	72	70	72	70	68	69	67
31			J	34	29	25	33	29	25	28	25
			I	42	38	35	41	37	34	37	34
			H	46	42	39	44	42	39	41	39
			G	50	46	43	48	45	41	44	41
			F	53	49	46	51	47	44	47	44
			E	57	54	51	56	52	50	52	50
			D	61	58	55	59	56	54	56	54
			C	63	60	57	61	58	56	58	56
			B	66	64	61	64	60	59	60	59
			A	67	65	62	66	62	61	62	60
32			J	33	28	25	33	28	25	28	25
			I	41	37	34	40	36	33	36	33
			H	45	41	38	44	41	38	40	38
			G	48	45	42	48	45	42	43	42
			F	51	48	45	50	47	45	46	45
			E	55	53	50	55	52	50	51	50
			D	60	57	54	58	56	54	55	54
			C	61	59	56	60	57	56	57	55
			B	64	62	60	62	60	59	60	58
			A	65	63	61	64	62	60	61	60

تتمة الجدول (3/2-4)

No	TYPE OF DISTRIBUTION AND EFFICIENCY CLASSIFICATION	TYPICAL EQUIPMENT REPRESENTATIVE OF EACH GROUP	Ceiling	75 %			50 %			30 %	
			Walls	50%	30%	10%	50%	30	10	30%	10%
			Room Index	COEFFICIENT OF UTILIZATION							
33			J	.29	.26	.23	.28	.26	.23	.25	.23
			I	.35	.32	.31	.35	.32	.30	.32	.30
			H	.38	.36	.34	.38	.36	.34	.35	.34
			G	.41	.39	.37	.41	.39	.37	.38	.37
			F	.44	.41	.39	.42	.41	.39	.40	.39
			E	.46	.45	.42	.46	.44	.42	.44	.42
			D	.50	.48	.46	.49	.47	.46	.46	.46
			C	.51	.49	.47	.50	.48	.47	.48	.46
			B	.53	.51	.50	.52	.50	.49	.49	.49
			A	.54	.52	.50	.53	.51	.50	.50	.49
34			J	.38	.32	.28	.37	.32	.28	.31	.28
			I	.47	.42	.39	.46	.41	.38	.41	.38
			H	.51	.47	.43	.50	.47	.43	.46	.43
			G	.55	.51	.47	.54	.51	.47	.49	.47
			F	.58	.54	.51	.56	.53	.51	.52	.51
			E	.63	.59	.56	.62	.59	.56	.58	.56
			D	.67	.64	.61	.66	.63	.61	.63	.61
			C	.69	.67	.64	.67	.65	.63	.64	.63
			B	.72	.70	.67	.71	.68	.67	.67	.66
			A	.74	.71	.69	.72	.70	.68	.69	.67
35			J	.33	.28	.26	.32	.28	.26	.28	.26
			I	.39	.36	.34	.39	.35	.34	.35	.34
			H	.43	.40	.38	.42	.40	.38	.39	.38
			G	.46	.43	.41	.45	.43	.41	.42	.41
			F	.48	.46	.43	.47	.45	.43	.45	.43
			E	.52	.50	.47	.51	.49	.47	.48	.47
			D	.55	.53	.51	.54	.52	.51	.52	.51
			C	.57	.55	.52	.56	.53	.52	.53	.52
			B	.59	.57	.56	.57	.56	.55	.55	.54
			A	.60	.58	.56	.59	.57	.56	.56	.55
36			J	.27	.24	.23	.27	.24	.23	.24	.23
			I	.33	.32	.28	.33	.30	.28	.30	.28
			H	.36	.34	.32	.36	.34	.32	.34	.32
			G	.39	.36	.35	.38	.36	.35	.36	.34
			F	.41	.39	.37	.40	.38	.37	.38	.37
			E	.44	.42	.40	.43	.42	.40	.42	.40
			D	.47	.45	.43	.46	.44	.43	.43	.42
			C	.48	.46	.45	.47	.45	.45	.44	.43
			B	.50	.48	.47	.49	.47	.46	.46	.45
			A	.51	.49	.48	.50	.48	.47	.47	.46
37			J	.26	.23	.21	.26	.23	.21	.23	.21
			I	.32	.29	.24	.31	.28	.27	.28	.27
			H	.35	.32	.31	.34	.32	.31	.32	.30
			G	.37	.35	.33	.37	.35	.33	.34	.33
			F	.39	.37	.35	.38	.37	.35	.37	.33
			E	.42	.40	.38	.41	.40	.38	.40	.38
			D	.45	.43	.41	.44	.42	.41	.41	.40
			C	.46	.45	.42	.45	.43	.42	.42	.41
			B	.48	.46	.45	.47	.45	.44	.44	.43
			A	.49	.47	.46	.48	.46	.45	.45	.44
38			J	.33	.31	.30	.33	.34	.30	.30	.29
			I	.40	.38	.38	.39	.38	.37	.38	.36
			H	.43	.42	.41	.42	.41	.41	.41	.40
			G	.46	.45	.44	.46	.44	.43	.44	.43
			F	.49	.47	.46	.47	.46	.45	.46	.45
			E	.51	.50	.49	.50	.49	.48	.49	.47
			D	.55	.52	.51	.53	.52	.50	.51	.50
			C	.55	.54	.52	.54	.53	.52	.52	.51
			B	.56	.55	.54	.55	.53	.53	.53	.52
			A	.57	.56	.55	.56	.55	.53	.54	.53
39			J	.29	.27	.26	.29	.27	.26	.27	.26
			I	.35	.34	.33	.35	.33	.33	.33	.31
			H	.38	.37	.36	.37	.36	.36	.36	.35
			G	.40	.39	.39	.40	.39	.38	.38	.38
			F	.43	.42	.40	.41	.40	.39	.40	.39
			E	.45	.44	.43	.44	.43	.42	.43	.42
			D	.48	.46	.45	.46	.45	.44	.45	.44
			C	.48	.47	.45	.47	.46	.45	.45	.45
			B	.50	.48	.47	.48	.47	.46	.46	.46
			A	.50	.49	.48	.49	.48	.47	.48	.46

تتمة الجدول (4-3/2)

No	TYPE OF DISTRIBUTION AND EFFICIENCY CLASSIFICATION	TYPICAL EQUIPMENT REPRESENTATIVE OF EACH GROUP	Ceiling	75 %			50 %			30 %	
			Walls	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
			Room Index	COEFFICIENT OF UTILIZATION							
10	 Metal Plastic	 Metal Plastic	J	23	20	19	25	20	19		
			I	27	24	22	29	25	23		
			H	30	27	25	32	28	26		
			G	32	29	28	35	32	30		
			F	34	31	30	38	34	32		
			E	36	33	32	41	38	36		
			D	38	35	34	43	40	39		
			C	39	37	36	45	42	41		
			B	41	39	38	47	44	43		
			A	42	40	39	48	46	45		
			J	29	26	23	28	26	23	25	23
			I	35	32	34	35	32	30	32	30
			H	38	36	34	38	36	34	35	34
11			G	41	39	37	41	39	37	38	37
			F	44	44	39	42	41	39	40	39
			E	46	45	42	46	44	42	44	42
			D	50	48	46	49	47	46	46	46
			C	51	49	47	50	48	47	48	46
			B	53	51	50	52	50	49	49	49
			A	54	52	50	53	51	50	50	49
12			J	29	26	23	27	25	23	25	22
			I	35	32	34	33	31	30	30	28
			H	38	36	35	36	34	33	33	31
			G	41	39	38	39	37	35	35	34
			F	44	42	40	41	39	37	37	36
			E	47	45	43	44	42	41	39	38
			D	51	48	46	47	45	43	42	41
			C	52	50	47	48	46	45	43	42
			B	54	52	50	50	48	47	44	43
			A	55	53	51	51	49	48	46	44
43			J	21	17	14	20	16	14	16	14
			I	26	22	20	25	21	19	21	19
			H	29	25	23	28	25	22	24	22
			G	32	28	25	30	27	25	26	24
			F	34	30	27	33	30	27	29	27
			E	38	34	34	36	33	31	32	30
			D	41	37	34	39	36	34	35	33
			C	42	39	36	41	38	36	37	35
			B	45	42	39	42	40	39	39	38
			A	47	44	41	45	42	40	41	39
44			J	24	20	19	23	20	17	19	17
			I	30	26	23	29	25	23	25	23
			H	33	29	27	32	29	26	28	26
			G	36	32	30	34	32	29	30	29
			F	39	35	32	37	34	31	33	31
			E	42	39	35	41	38	33	36	34
			D	45	42	39	44	41	35	40	38
			C	47	44	41	45	42	40	41	39
			B	50	47	44	48	45	43	44	42
			A	52	49	46	50	47	45	45	44
45			J	23	19	17	23	18	16	17	16
			I	29	25	22	28	24	21	23	21
			H	32	28	23	31	28	25	26	24
			G	36	32	29	34	30	27	29	26
			F	40	35	34	37	33	30	31	29
			E	43	39	35	41	37	34	35	32
			D	47	42	39	44	40	37	38	36
			C	49	45	41	46	42	39	40	38
			B	52	48	45	49	45	43	43	41
			A	54	51	47	51	47	45	44	43
46			J	29	24	22	29	23	20	22	20
			I	37	32	28	36	30	27	29	27
			H	41	35	32	39	34	32	33	30
			G	46	41	37	43	38	34	37	33
			F	51	44	39	47	42	39	39	37
			E	55	49	44	52	47	43	44	41
			D	60	53	49	56	51	47	48	46
			C	62	57	52	58	53	50	51	48
			B	66	61	57	62	57	54	54	52
			A	68	64	60	65	60	57	56	55

تتمة الجدول (3/2-4)

No	TYPE OF DISTRIBUTION AND EFFICIENCY CLASSIFICATION	TYPICAL EQUIPMENT REPRESENTATIVE OF EACH GROUP	Ceiling	75 %			50 %			30 %	
			Walls	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
			Room Index	COEFFICIENT OF UTILIZATION							
47			J	.24	.20	.16	.22	.18	.16	.17	.15
			I	.30	.25	.23	.27	.23	.21	.22	.19
			H	.33	.29	.26	.31	.27	.24	.26	.22
			G	.37	.33	.30	.34	.30	.27	.27	.25
			F	.44	.38	.32	.36	.33	.31	.31	.27
			E	.45	.41	.37	.44	.37	.33	.33	.30
			D	.49	.44	.40	.44	.40	.37	.36	.33
			C	.51	.47	.43	.46	.42	.39	.38	.35
			B	.55	.51	.47	.49	.43	.43	.40	.38
			A	.57	.53	.50	.51	.47	.45	.42	.40
			J	.26	.22	.18	.25	.20	.17	.19	.15
48			I	.32	.28	.24	.30	.26	.23	.25	.22
			H	.35	.31	.29	.33	.30	.28	.29	.27
			G	.38	.34	.31	.36	.33	.30	.31	.29
			F	.42	.37	.34	.38	.35	.34	.33	.32
			E	.45	.42	.40	.43	.39	.37	.37	.35
			D	.49	.46	.43	.46	.43	.40	.40	.39
			C	.51	.48	.45	.47	.45	.43	.43	.41
			B	.54	.51	.48	.50	.48	.46	.45	.44
			A	.55	.53	.50	.52	.49	.48	.46	.45
			J	.28	.25	.23	.23	.21	.19	.18	.16
			I	.34	.31	.29	.28	.26	.25	.22	.21
49			H	.37	.34	.33	.31	.29	.28	.25	.24
			G	.41	.38	.36	.34	.32	.30	.27	.26
			F	.43	.41	.38	.35	.33	.32	.29	.27
			E	.46	.44	.42	.38	.37	.35	.31	.30
			D	.50	.47	.45	.41	.39	.37	.33	.32
			C	.52	.48	.46	.42	.40	.39	.34	.33
			B	.54	.51	.50	.44	.42	.41	.36	.35
			A	.56	.53	.51	.46	.43	.42	.37	.36
			J	.26	.23	.20	.23	.21	.19	.19	.17
			I	.31	.28	.27	.28	.26	.24	.23	.20
			H	.35	.32	.30	.31	.28	.27	.26	.24
50			G	.38	.35	.33	.34	.31	.30	.28	.27
			F	.41	.38	.35	.36	.34	.32	.30	.28
			E	.44	.42	.39	.39	.37	.35	.32	.31
			D	.48	.45	.42	.42	.39	.38	.34	.33
			C	.50	.48	.44	.43	.41	.39	.35	.34
			B	.53	.50	.48	.46	.43	.42	.37	.36
			A	.54	.52	.50	.47	.45	.43	.39	.37
			J	.28	.23	.21	.23	.20	.18	.17	.16
			I	.33	.30	.28	.28	.25	.23	.22	.20
			H	.36	.33	.31	.30	.28	.26	.24	.23
			G	.38	.36	.34	.33	.30	.29	.26	.25
51			F	.42	.39	.36	.35	.32	.31	.28	.26
			E	.45	.42	.40	.38	.36	.34	.30	.29
			D	.48	.45	.43	.40	.38	.36	.32	.31
			C	.50	.47	.44	.42	.39	.38	.33	.32
			B	.53	.50	.48	.43	.41	.40	.35	.34
			A	.54	.52	.49	.45	.43	.41	.36	.35
			J	.27	.24	.22	.24	.22	.21	.21	.19
			I	.33	.30	.29	.29	.27	.29	.25	.23
			H	.36	.34	.32	.32	.30	.26	.28	.26
			G	.38	.37	.35	.36	.33	.32	.30	.28
			F	.43	.40	.37	.38	.35	.34	.31	.30
52			E	.46	.43	.41	.41	.38	.37	.34	.32
			D	.50	.46	.44	.43	.41	.39	.36	.35
			C	.52	.49	.46	.45	.43	.41	.37	.36
			B	.55	.52	.50	.47	.45	.44	.38	.37
			A	.56	.54	.52	.49	.47	.45	.40	.38
			J	.18	.14	.13	.14	.12	.10	.09	.08
			I	.22	.19	.17	.18	.15	.14	.12	.11
			H	.25	.22	.20	.20	.18	.16	.14	.13
			G	.28	.25	.22	.22	.20	.18	.16	.15
			F	.30	.27	.24	.24	.22	.20	.17	.16
			E	.34	.30	.28	.27	.24	.22	.19	.18
53			D	.37	.33	.31	.29	.26	.25	.21	.20
			C	.39	.36	.33	.30	.28	.26	.22	.21
			B	.42	.39	.37	.32	.30	.28	.24	.23
			A	.44	.41	.39	.34	.32	.30	.25	.24

المراجع

- [1] كودات البناء الوطني الأردني - المجلد الثالث والعشرون - الجزء الثاني - كودة الإنارة الداخلية.
- [2] الدليل الإرشادي لتطبيق الكود المصري لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية في المباني "المجلد الأول: أعمال التصميم".
- [3] المواصفة القياسية السعودية "كود الاضاءة لاماكن العمل الداخلية".
- [4] CIE S 008/E-2001 standard, "Lighting of Indoor Work Places", ISO 8995:2002(E).
- [5] IES Lighting Handbook, Application Volume, Illuminating Engineering Society of North America, 1981.
- [6] CIE Guide to Interior Lighting Commission International, L'Eclairage, 1975.
- [7] IES Technical Report No.10, Evaluation of Discomfort Glare, The Illumination Engineering Society, London, 1972.
- [8] IES Technical Report No.4, Daytime Lighting in Buildings, The Illuminating Engineering Society, London, 1972.
- [9] CIBSE – TM 10, Technical Memoranda, The Calculation of Glare Indices, 1985, The Chartered Institution of Building Services Engineers, London.
- [10] IES Technical Report No.9, Depreciation and Maintenance of Interior Lighting, The Illuminating Engineering Society, London, 1967.
- [11] IES Technical Report No.11, The Calculation of Direct Illumination from Linear Sources, The Illuminating Engineering Society, London, 1968.
- [12] IES Technical Report No.2, The Calculation of Utilization Factors – The BZ Method, The Illuminating Engineering Society, London, 1961.

الباب الخامس

طرائق حساب وتصميم الإنارة الداخلية

(Design and Calculation Methods for Interior Lighting)

1-5 طرائق حساب الإنارة:

تحسب الإنارة الداخلية بالمباني على أحد النظامين الآتيين:

- (أ) إنارة عامة لكل المكان أو (أفقية).
(ب) إنارة عامة بالمكان بالإضافة إلى إنارة مركزة (نقطية) على أماكن العمل.

والنظام الأول هو المستعمل عموماً إذا كان مستوى الإنارة المطلوب مناسباً أي غير مرتفع جداً، حيث أن إنارة المكان كله بهذا المستوى ستكون باهظة التكاليف، وفي هذه الحالة يستعمل النظام الثاني حيث ينار المكان عند مستوى معين (محدد) وتنتار أماكن العمل بإنارة مركزة عند مستوى مرتفع مناسب للعمل الذي يؤدي في هذه الأماكن.
ويختار مستوى الإنارة (الاستتارة) في أي من النظامين بحسب الجدول (1-5/1).

الجدول (1-5/1) مستوى الإنارة للإنارة العامة والمركزة

مستوى الإنارة	إنارة عامة فقط لوكس (Lux)	إنارة عامة + إنارة مركزة	
		مركزة	عامة
ضعيف جدا	30	----	----
ضعيف	60	----	----
متوسط	120	250	20
عالٍ	250	500	40
عالٍ جدا	600	1000	80
فائق	----	4000	300

2-5 الاستتارة المتوسطة على مستوى أفقي:

(Average Illuminance on Horizontal Plane)

تعتمد الاستتارة العملية (Service Illuminance) التي يزود بها مستوى أفقي يقع في مكان داخلي ما بواسطة صفوف من تراكيب الإنارة مركبة فوق ذلك المستوى على كل مما يلي:-

- عدد المصابيح.
- الدفق المنير لتلك المصابيح.

- خصائص تراكيب الإنارة.
- أبعاد المكان الذي يقع فيه المستوى الأفقي.
- انعكاسيات سطوح ذلك المكان.
- مستوى الصيانة.

5-1/2 تصميم الإنارة الداخلية باستعمال طريقة اللومن:

تعتبر طريقة اللومن من أكثر الطرائق شيوعاً في حساب الاستتارة الناتجة عن عدد من المصابيح في حيز ما، والغرض منها إيجاد ترتيب ما لتراكيب الإنارة يعطي استتارة عملية محددة على مستوى العمل الأفقي بحيث تكون تلك التراكيب مركبة فوق مستوى العمل بترتيب منتظم.

5-1/2/1 العوامل المؤثرة في تصميم الإنارة الداخلية:

يجب عند التخطيط لتصميم تركيبات الإنارة الداخلية مراعاة العوامل التالية:

1. مستوى الاستتارة المطلوبة بحسب نوعية استعمال المكان.
2. أنظمة الإنارة المستعملة بحسب نوعية استعمال المكان.
3. طبيعة الموقع وألوان الجدران والسقوف ومساحة ونسب أبعاد السطح المراد انارته ومواد الانهاء.
4. اختيار أنواع المصابيح ومستوى تثبيت تراكيب الإنارة.
5. توزيع تراكيب الإنارة.
6. مستويات الإبهار.
7. مستويات تمييز ألوان الأجسام داخل المكان.

5-2/1/2 مستوى الاستتارة:

يعتمد مستوى الاستتارة المطلوب لأي هدف مرئي على العوامل التالية:

1. نوع العمل.
2. فترة العمل.
3. جودة الإنتاج المطلوب.
4. متوسط عمر مجموعة العمل أو الأشخاص الذين يتم تصميم مستوى الاستتارة لهم.
5. مستوى الاستتارة المطلوب في الفراغات.

5-3/1/2 خطوات تصميم الإنارة الداخلية:

(أ) مع مراعاة طبيعة استعمال المكان، يتم تحديد ما يلي:

1. مستوى الاستتارة المطلوب بالاستعانة بالجدول (4-1/1).
2. أنظمة توزيع الإنارة التي سيتم استعمالها.
3. نوع أو أنواع المصابيح وتراكيب الإنارة التي سيتم استعمالها.

- (ب) يتم تحديد معامل الغرفة (RI) طبقاً لأبعاد المكان: الطول (L) والعرض (W) ومنسوب تعليق تركيب الإنارة وكذلك طبقاً للأنظمة المستعملة في توزيع الإنارة وذلك من الجدول (4-2/2).
- (ج) يتم تحديد معامل الاستفادة (UF) لتركيب الإنارة طبقاً لنوعية التركيب ومعامل الغرفة ومعامل انعكاس الضوء على السقف والجدران، وذلك من الجدول (4-3/2).
- (د) يتم تحديد معامل الصيانة (MF) لتركيب الإنارة طبقاً لطبيعة الموقع. وتتراوح قيمة معامل الصيانة من (0.76 إلى 1) في حالة الصيانة الدورية المنتظمة، في حين تبلغ قيمته من (0.66 إلى 0.75) في حالة الصيانة غير المنتظمة لتراكيب الإنارة.
- (هـ) بعد تحديد قيمة الاستتارة ونوعية المصابيح وتراكيب الإنارة يتم حساب عدد تراكيب الإنارة (N) المطلوبة من المعادلة التالية:-

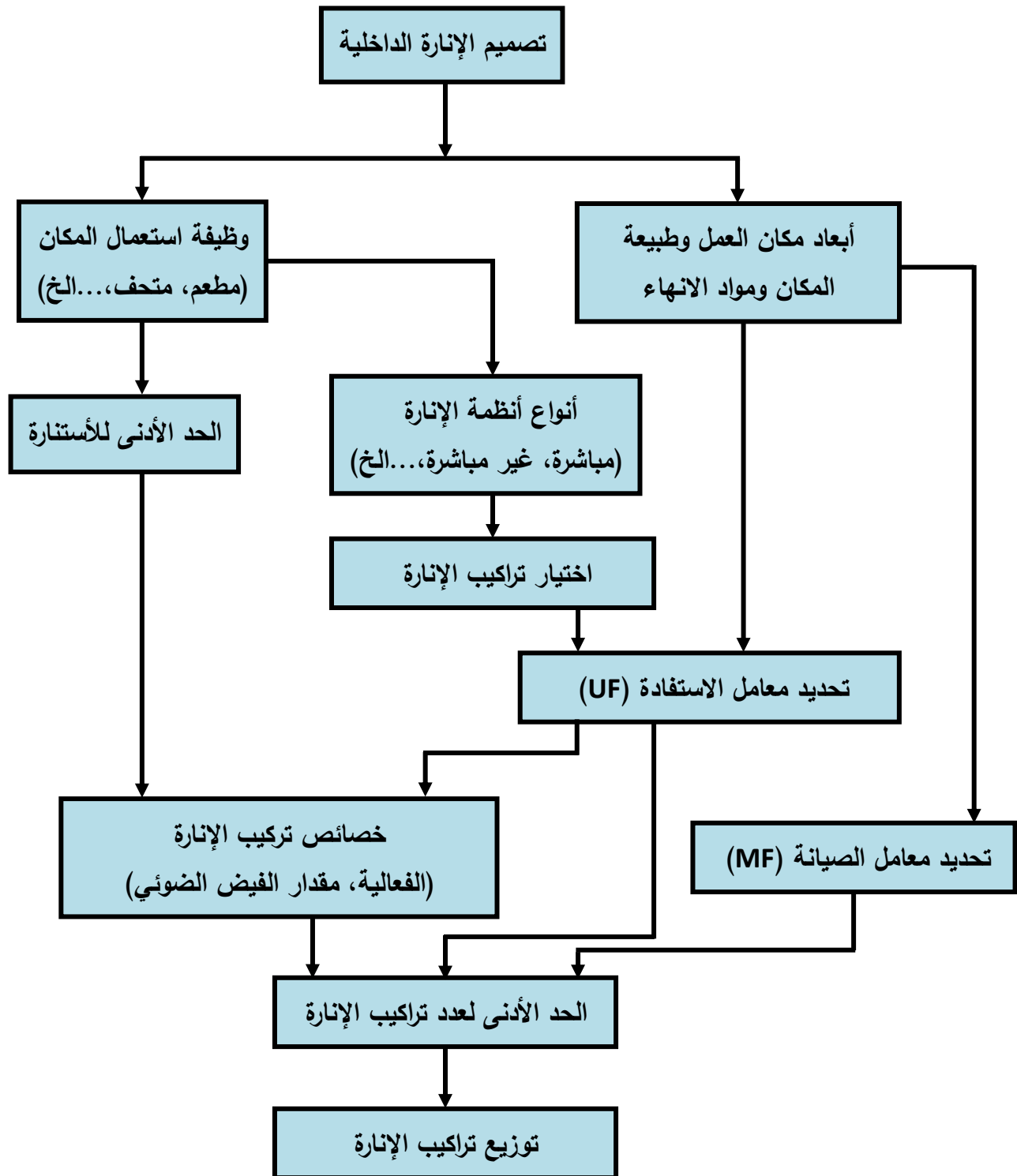
$$N = \frac{E_{(h)} \times A}{\Phi \times UF \times MF} \cdot (1/2-5)$$

حيث:-

- N = عدد تراكيب الإنارة.
- $E_{(h)}$ = الاستتارة المتوسطة على المستوى الأفقي (لوكس).
- A = مساحة أرضية المكان بالمتر المربع.
- Φ = الدفق المنير لكل مصباح ويحصل عليه من النشرات الفنية للشركة المصنعة (لومن).
- UF = معامل الاستفادة ويعين بحسب أبعاد المكان وانعكاسات سطوحه وترتيب التمديدات وتوزيع الدفق المنير ونسبة الاستفادة من خرج الضوء للمصابيح المستعملة (بالاعتماد على الجداول التي ترد في النشرات الفنية للشركات المصنعة لها).
- MF = معامل الصيانة ويكون وارداً في النشرات الفنية للشركات المصنعة.

- عندما تكون قيمة (N) المحسوبة من المعادلة (1/2-5) عدداً كسرياً، يتم تقريب القيمة المحسوبة إلى أقرب أكبر عدد الصحيح، (مثال: 5.3 تصبح 6 وهكذا).
- يمكن زيادة عدد تراكيب الإنارة إلى الرقم الذي يحقق عدة حلول لتوزيع هذه التراكيب، (فمثلاً 11 يمكن زيادتها إلى 12) والتي تعطي توزيعاً بشكل (2 صف $\times$ 6 تراكيب إنارة) أو (3 صفوف $\times$ 4 تراكيب).

ويبين الشكل (5-1/2) رسماً تخطيطياً للخطوات المتبعة في تصميم أعمال الإنارة الداخلية.



الشكل (5-1/2) رسم تخطيطي للخطوات المتبعة لتصميم الإنارة الداخلية.

3-5 الاستنارة على نقطة (Illuminance at a Point):

1/3-5 الاستنارة الكلية (Total Illuminance):

- أ- تتكون الاستنارة الكلية على نقطة ما في مكان داخلي من مركبتين هما:
- المركبة المباشرة: المركبة المباشرة للاستنارة على نقطة هي الناتجة من ضوء يصل لهذه النقطة مباشرة صادراً عن تراكيب الإنارة.
 - المركبة غير المباشرة: المركبة غير المباشرة للاستنارة على نقطة هي الناتجة من الضوء الواصل لهذه النقطة بعد الانعكاس والانعكاسات المتداخلة من سطوح المكان الداخلي فقط.
- والاستنارة الكلية على نقطة هي حاصل جمع المركبتين المباشرة وغير المباشرة عليها.
- ب- يتطلب تقدير الاستنارة الناتجة مباشرة من تراكيب الإنارة على نقطة في مستوى من مكان داخلي معرفة تفاصيل توزيع الضوء لتلك التراكيب. وقد تكون تفاصيل توزيع الضوء هذه على شكل منحنيات قطبية (Polar Curves) للشدة المنيرية في المستوى الذي يحوي مركز تركيب الإنارة والنقطة المراد حساب الاستنارة عليها، أو تكون على شكل خطوط كونتورية للاستنارات المتساوية القيم (Isolux Contours) في المستوى الذي تقع فيه تلك النقطة.

2/3-5 الاستنارة المباشرة الناتجة من مصدر نقطي للضوء:

(Direct Illuminance from Point Source)

- أ- يعتبر تركيب الإنارة مصدراً نقطياً للضوء إذا كان أي بعد من أبعاده لا يزيد عن (1/5) المسافة بين مركزه وبين النقطة المراد حساب الاستنارة عليها.
- ب- وبالاتعانة بما هو مبين في الشكل (2/3-5) تحسب مركبات الاستنارة المباشرة من مصدر نقطي للضوء شدته المنيرية ($I_{(0)}$) قنديل (cd) على النقطة (P) الواقعة على سطح بحيث تكون الزاوية المحصورة بين الخط العمودي على هذا السطح والخط الواصل بين مصدر الضوء والنقطة (P) مساوية (γ) من المعادلات التالية:-

1. تحسب مركبة الاستنارة المباشرة ($E_{(\gamma)}$) من المعادلة التالية:-

$$E_{(\gamma)} = \frac{I_{(0)} \cos^2 \theta \cos \gamma}{h^2} \cdot (\text{Lux}) (2/3-5)$$

2. تحسب مركبة الاستنارة المباشرة ($E_{(n)}$) على مستوى عمودي على اتجاه الضوء الوارد الى النقطة (P) من المعادلة التالية:-

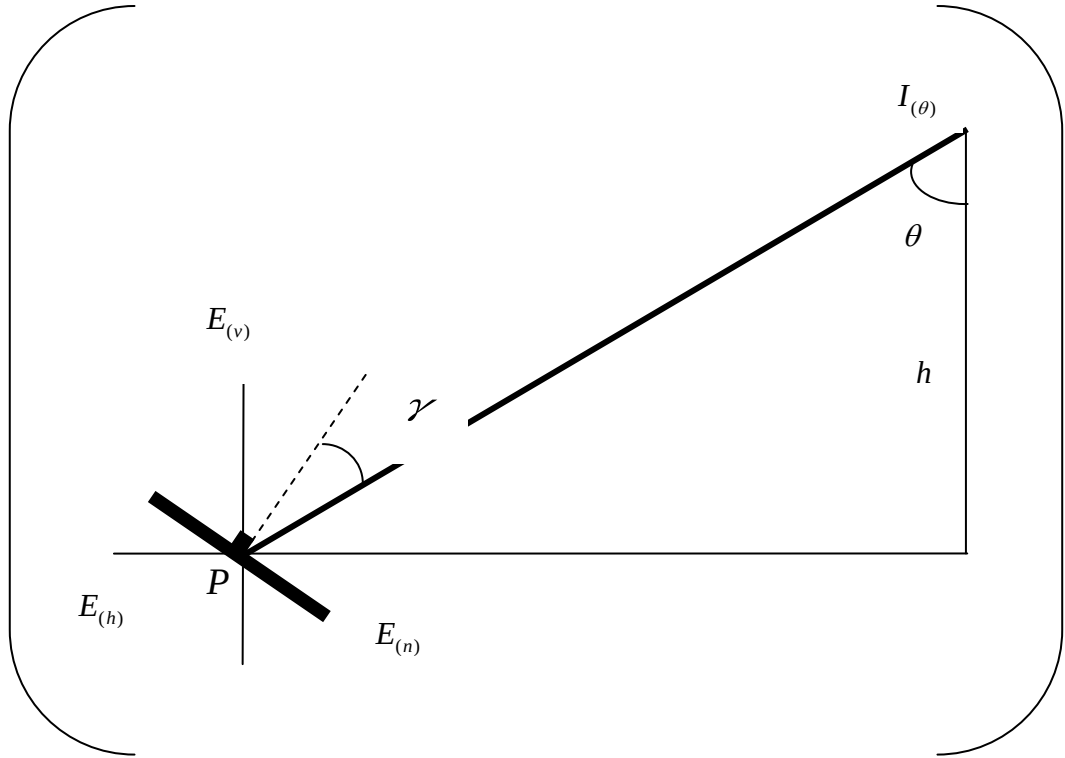
$$E_{(n)} = \frac{I_{(0)} \cos^2 \theta}{h^2} \cdot (\text{Lux}) (3/3-5)$$

3. تحسب مركبة الاستنارة المباشرة ($E_{(h)}$) على مستوى أفقي يمر من النقطة (P) من المعادلة التالية:-

$$E_{(h)} = \frac{I_{(\theta)} \cos^3 \theta}{h^2} \cdot (\text{Lux})(4/3-5)$$

4. تحسب مركبة الاستتارة على مستوي عمودي يمر من النقطة (P) من المعادلة التالية:-

$$E_{(v)} = \frac{I_{(\theta)} \cos^2 \theta \sin \theta}{h^2} \cdot (\text{Lux})(5/3-5)$$



الشكل (2/3-5) مركبات الاستتارة المباشرة من مصدر ضوء نقطي على نقطة من سطح.

3/3-5 الاستتارة المباشرة الناتجة من مصدر خطي للضوء:

(Direct Illuminance from Linear Source):

إذا كان بعد مركز تركيب الإنارة الخطي عن النقطة المعنية لا يزيد عن خمسة أضعاف أطول بعد ذلك التركيب فإن المعادلات الواردة في البند (2/3-5) تكون غير دقيقة النتائج لحساب مركبة الاستتارة المباشرة على نقطة. لذا تتبع طريقة معامل المظهر (Aspect Factor Method) لهذه الغاية. وهذه الطريقة موضحة بالتفصيل في التقرير الفني المرقم (11) لجمعية مهندسي الإنارة البريطانية (IES).

4-5 الاستتارة غير الاتجاهية (Scalar Illuminance):

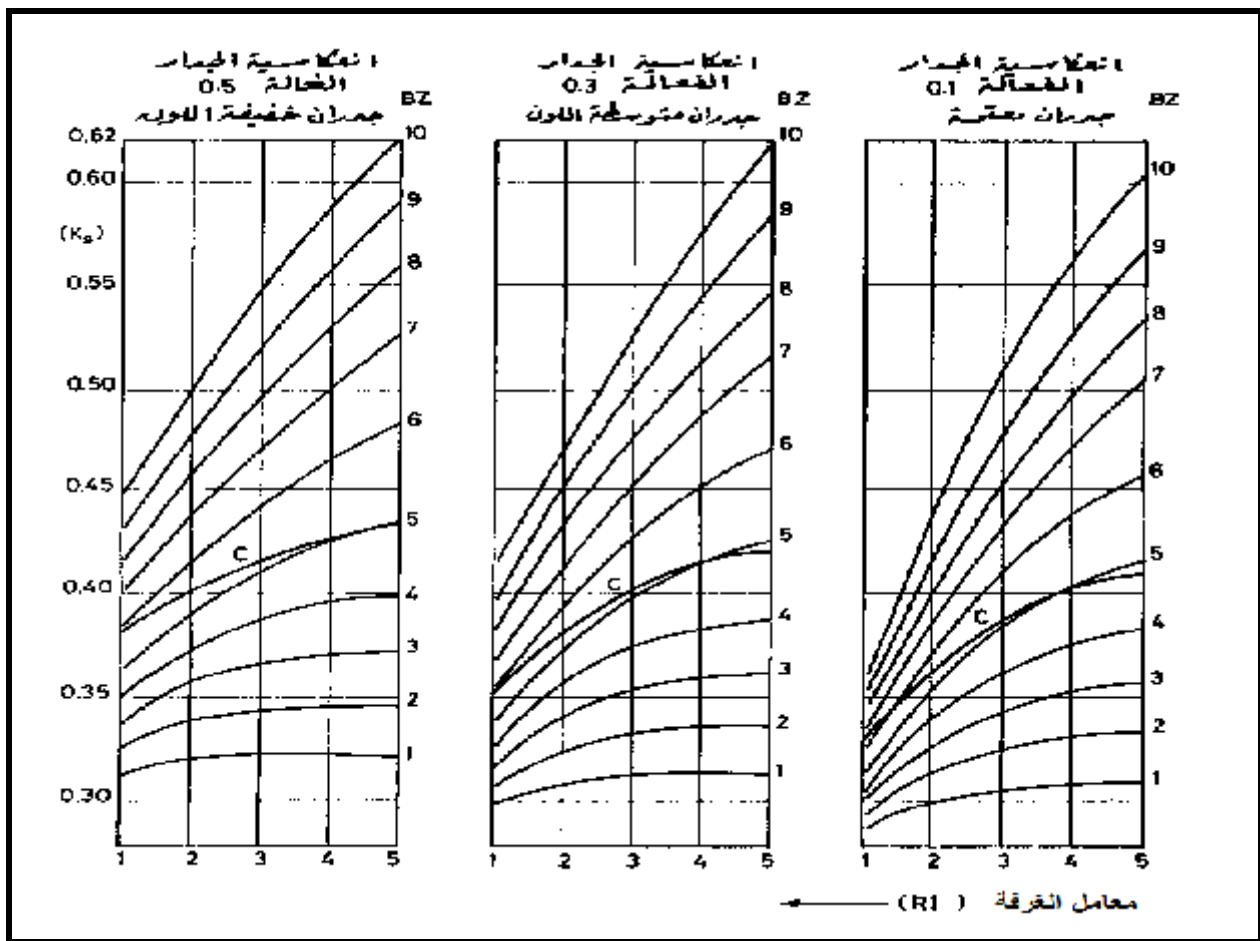
1/4-5 تتحدد العلاقة التقريبية بين الاستتارة غير الاتجاهية أو معدل الاستتارة الكروية E_s والاستتارة الأفقية E_h موضحة في المعادلة التالية:-

$$E_s = E_h (K_s + 0.5\rho_{fc}) \quad (6/4-5)$$

حيث:-

K_s = معامل يعتمد على توزيع تركيب الإنارة للضوء وعلى أبعاد الغرفة والانعكاسية الفعالة لجدرانها. ويمكن اشتقاقه من الشكل (3/4-5).

ρ_{fc} = الانعكاسية الفعالة لتجويف أرضية الغرفة.



الشكل (3/4-5) الرسوم البيانية لإيجاد قيم (K_s) .

تبين هذه المعادلة العلاقة التقريبية بين الاستتارة غير الاتجاهية والاستتارة الأفقية على نقطة معينة. كما تمثل العلاقة بين الاستتارة المتوسطة غير الاتجاهية والاستتارة المتوسطة الأفقية على مساحة معينة.

5-2/4 لمكان داخلي معين، يمكن إيجاد الدفق المنير الكلي اللازم لتوفير الاستنارة غير الاتجاهية المطلوبة بربط المعادلة الواردة في البند (5-1/4) مع المعادلة الواردة في العبارة (5-3/1/2).

5-3/4 يمكن ربط الاستنارة غير الاتجاهية مع الاستنارة الأفقية بواسطة المعلومات المعطاة في الجدول (5-1/4)، بشرط أن يكون المكان الداخلي ذا سقف وجدران ذات ألوان فاتحة. يعطي المنحنى البياني (B_z) المناسب قيمة (K_s) للدفق الهابط ويعطي المنحنى البياني (c) قيمة (K_s) للدفق الصاعد. ولإيجاد القيمة الحقيقية يجب الاستكمال (Interpolating) بين هاتين القيمتين طبقاً للمعاملات النسبية للدفق الهابط والدفق الصاعد للاستنارة الأفقية.

الجدول (5-1/4) تحويل الاستنارة غير الاتجاهية إلى استنارة على مستوى أفقي لمكان داخلي ذي سقف وجدران ذات ألوان فاتحة.

معامل الغرفة (RI)									إنارة مباشرة أو شبه مباشرة
4.0			2.5			1.6-1.0			ضوء صاعد BZ-3, 25 %
0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	انعكاسية تجويف الأرضية
2.5	2.2	2.0	2.6	2.3	2.05	2.6	2.4	2.1	$E_{(h)} / E_s$
									إنارة منتشرة عامة
									ضوء صاعد BZ-3 , 25 %
0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	انعكاسية تجويف الأرضية
2.1	1.9	1.7	2.2	2.0	1.8	2.3	2.2	1.9	$E_{(h)} / E_s$

5-5 الاستنارة المتوسطة على مستوى رأسي:

:(Average Illuminance on a Vertical Plane)

1. بعض قيم الاستنارة المعطاة في الجدول (4-1/1) الوارد في الفصل (4-1) تشير إلى قيم الاستنارة على مستوى رأسي وحيثما يشار إلى جسم مرئي معين باتجاه معين (مثل لوحات التحكم في محطة توليد الكهرباء) يمكن حساب الاستنارة بتحويل في الطريقة الواردة في الفصل (5-3).
2. يكون متوسط الاستنارة على مستوى رأسي بعض الأحيان مقاساً مفيداً للسطوح الظاهر في غرفة حيث تكون السطوح الكبرى فيها معتمدة قليلاً. ويعرف هذا في بعض الأحيان بمتوسط الاستنارة الاسطوانية (E_c) ويشق متوسط الاستنارة على مستوى رأسي من المعادلة التالية:-

$$E_c = E_{(h)}(K_c + 0.5\rho_{fc}).(7/5-5)$$

حيث:-

K_c = معامل يمكن حسابه بدقة كافية لأغراض عملية عديدة من المعادلة التالية:-

$$K_c = 1.5K_s - 0.25 \cdot (8/5 - 5)$$

حيث:-

K_s = ورد تعريفه في الفصل (4-5) ونجده من الشكل (3/4-5).

6-5 الانارية واستنارة سطوح الغرفة:

(Luminance and Illuminance of Room Surfaces)

1. تحسب الانارية لسطح غير لامع (Matt) معبرا عنها بالوحدات الدولية (SI Units) من المعادلة التالية:

$$L = (E \times \rho) / \pi \cdot (9/6 - 5)$$

حيث:-

L = الانارية بالقنديل / المتر المربع.

E = الاستنارة (لوكس).

ρ = الانعكاسية.

π = النسبة الثابتة.

2. تنتج الاستنارة الكلية لسطح معين من الضوء الواصل إليه مباشرة من تراكيب الإنارة والضوء المنعكس إليه من جميع سطوح المكان الداخلي.

7-5 حسابات الإبهار (Glare Calculations):

يحسب دليل الإبهار طبقا للطريقة الموضحة في التقرير الفني المرقم (10) لجمعية مهندسي الإنارة البريطانية (IES).

8-5 التصنيف النطاقي بحسب التصنيف النطاقي البريطاني

(British Zonal Classification):

1/8-5 مقدمة:

الغرض من التصنيف النطاقي بحسب التصنيف النطاقي البريطاني التعريف بخصائص الضوء الهابط لتراكيب الإنارة ولتبسيط حسابات معامل الاستفادة (UF) لتلك التراكيب وبالتالي لتبسيط

عمليات الحساب لتصميم الإنارة، وذلك بإيجاد تقدير حقيقي لمعامل الاستفادة (UF) قبل الاختيار النهائي لتراكيب الإنارة.

2/8-5 أساس التصنيف النطاقي (BZ):

يبنى التصنيف النطاقي لتراكيب الإنارة على حقيقة أنه في مكان داخلي معين فإن النسبة المباشرة (DR) لتلك التراكيب تحدد الاستفادة (Utterance) من التدفق الهابط. لذا فإن خصائص الاستفادة من تركيب الإنارة يمكن التعبير عنها بعلاقة بين النسبة المباشرة للتركيب وأبعاد المكان الداخلي وتوزيع التركيبات أي معامل الغرفة (RI). وهكذا فإن المنحنى الذي يمكن رسمه مثلاً للعلاقة بين النسبة المباشرة ودليل الغرفة لأي تركيب إنارة يعتبر أيضاً خاصية لأداء الإنارة بالاتجاه الهابط. وبذلك يمكن استنباط نظام للتصنيف بواسطة منحنيات بيانية تبين العلاقة بين النسبة المباشرة ودليل الغرفة لمجموعة أساسية من التوزيعات القطبية (Polar Curves) لها، وإعطاء رقم رمزي (Code Number) مع (BZ) لكل منحنى. عندئذ يمكن إعطاء أي تركيب إنارة رقماً مع (BZ) لأقرب منحنٍ أساسي يكون أقرب ما يمكن للمنحنى الفعلي للتركيب. و لمعرفة طريقة التصنيف هذه يمكن الرجوع للتقرير الفني المرقم (2) لجمعية مهندسي الإنارة البريطانية (IES).

9-5 قياس الاستنارة (Measurement of Illuminance):

تشمل معظم مواصفات الإنارة الاستنارة العملية. يتضمن تعريفها إن الاستنارة المقاسة تتغير مع الزمن من نقطة إلى أخرى في المكان الداخلي. يكون التغير ناتجاً عن انخفاض خرج الضوء من تراكيب الإنارة حسب انعكاسيات سطوح الغرفة. عندما تكون التراكيب جديدة فإن الاستنارة المقاسة قد تكون أعلى من الاستنارة العملية المطلوبة. أما قبل تنظيف التراكيب واستبدال المصابيح التالفة قد تكون تلك القيمة أقل من المطلوب وإن كانت ضمن حدود مقبولة. وبعد استبدال المصابيح التالفة وتنظيف التراكيب وسطوح الغرفة فإن الاستنارة المقاسة تكون ثانيةً قريبة من القيمة الأولى. أن مدى هذا التغير في الاستنارة يعتمد على نوع المصابيح المستعملة وتكرار استبدال التالف منها وعلى تنظيف التراكيب وسطوح الغرفة. ولهذه الأسباب يلزم الانتباه عند تفسير توصيات الاستنارة وعند مقارنة تلك القيم الموصى بها بالقيم المقاسة، ولذلك فمن الأنسب التحقق من تصميم نظام الإنارة عندما يكون جديداً وعندما يكون المكان الداخلي قد جهز حديثاً. لهذا تكون الاستنارة الأولية على السطح الأفقي مطلوبة، ويمكن اشتقاقها من القيمة العملية التصميمية باستعمال العلاقة التالية:-

$$E_{(hin)} = \frac{E_{(h)}}{MF} \times \Phi_{ro} \cdot (10/9-5)$$

حيث:-

$E_{(h)}$ = الاستتارة العملية على السطح الأفقي.

$E_{(hin)}$ = الاستتارة الأولية على السطح الأفقي.

MF = معامل الصيانة.

Φ_{ro} = نسبة الدفع الأولية للمصباح.

ويتم الحصول على نسبة الدفع الأولية للمصباح من النشرات الفنية للشركة الصانعة.

1/9-5 طريقة القياس:

يصعب الحصول عمليا على استتارة منتظمة على مساحة المكان الداخلي كاملة. فعندما تكون نسبة الاستتارة الدنيا إلى الاستتارة المتوسطة تساوي (0.8) فإن استتارة اعتم نقطة في أي وقت قد تكون أقل بمقدار 20% من المتوسط وتكون استتارة اسطح نقطة أعلى بمقدار 20% من المتوسط. ولقياس الاستتارة المتوسطة يجب قراءة الاستتارة في نقاط يتفق على عددها وموقعها. ولهذا الغرض يوصى بإتباع الخطوات التالية:-

1. يقسم المكان الداخلي إلى مساحات متساوية مربعة الشكل كما هو مبين في الشكل (3/4-5).

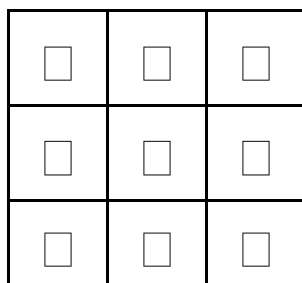
2. تقاس الاستتارة في مراكز هذه المربعات ويحسب معدلها. وهذا المعدل يعطي قيمة تقديرية للاستتارة المتوسطة.

تعتمد دقة التقدير على عدد نقاط القياس وانتظامية الاستتارة.

يبين الجدول (2/9-5) العلاقة بين معامل الغرفة وعدد نقاط القياس الضرورية ليكون الخطأ أقل من (10) بالمائة. وتنطبق القيم الواردة في هذا الجدول عندما لا تتجاوز نسبة تباعدات التراكيب إلى ارتفاع تركيبها (1/1.5). وللحصول على نسبة خطأ تقل عن (5) بالمائة فإنه يجب مضاعفة عدد نقاط القياس.

عند انطباق نقاط القياس مع مساقط تراكيب الإنارة تكون نسبة الخطأ في القياس عالية، لذا يجب زيادة عدد نقاط القياس عما هو وارد في الجدول، حيث يعطي الجدول الحد الأدنى لعدد نقاط القياس وقد تلزم زيادة عددها ليتم الحصول على نقاط قياس متماثلة تلائم شكل المكان الداخلي. يجب أن يتم القياس إما في الظلام أو بعد استبعاد ضوء النهار عن المكان الداخلي. و قبل إجراء القياس يجب تشغيل المصابيح لفترة حتى يستقر خرجها الضوئي. وإذا كانت المصابيح تفريغية بما في ذلك المصابيح الفلورية يجب انتظار (20) دقيقة على الأقل بعد تشغيلها حتى يستقر خرجها الضوئي. وإذا كانت المصابيح فلورية ضمن تراكيب إنارة مغلقة فإن فترة الانتظار بعد التشغيل قد تكون أطول.

يجب تعريف الخلية الضوئية لجهاز قياس الضوء لفترة زمنية مقدارها حوالي (5) دقائق قبل أخذ القراءة الأولى. كما يجب عدم تكوين ظلال على تلك الخلية في أثناء القياس. حينما يكون ممكناً، يجب التحقق من فولتية مصدر الطاقة لنظام الإنارة عند القياس وتعديل القيمة المقاسة للاستئارة بناء على ذلك.



الشكل (5-4) تقسيم المكان الداخلي إلى مربعات لقياس الاستئارة.

الجدول (5-2) العلاقة بين معامل الغرفة وعدد نقاط القياس.

معامل الغرفة (RI)	عدد النقاط
أقل من (1)	4
(1) إلى ما دون (2)	9
(2) إلى ما دون (3)	16
(3) فما فوق	25

2/9-5 قياس الاستئارة المستوية (Measurement of Planner Illuminance):

يجب أن يكون جهاز قياس الضوء (Photometer) المستعمل في قياس الاستئارة المستوية ذا مدى قراءة يغطي قيم الاستئارة المراد قياسها من دون الحاجة إلى أخذ القراءات عندما يكون المؤشر ضمن (1/5) المدى الكلي له. وللعمل الدقيق فإنه يجب أن يكون لجهاز قياس الضوء خلية ضوئية معدلة لتأخذ في الحسبان تأثيرات الضوء الساقط عليه باتجاه مائل، أي خلية ضوئية معدلة لجيب التمام (Cosine-corrected Photocell). وإذا كان مقياس الضوء يستعمل لقياس الاستئارة في أنظمة إنارة ذات أنواع مختلفة من المصابيح، أو لقياس ضوء النهار، فيفضل استعمال خلية ضوئية معدلة الألوان. وإذا كانت الخلية الضوئية غير معدلة الألوان فإنه يجب تطبيق معامل التعديل المناسب (الذي تزوده عادة الشركة المصنعة).

إن القياسات على المستوى الأفقي يجب أن تتم على ارتفاع (0.85) متر فوق الأرضية، ما لم يتم النص على غير ذلك ويمكن استعمال قاعدة خشبية لتثبيت الخلية على الارتفاع المناسب وفي وضع أفقي.

3/9-5 قياس الاستنارة غير الاتجاهية (Measurement of Scalar Illuminance):

يجب أن تستجيب الأجهزة المستعملة لقياس الاستنارة غير الاتجاهية بالتساوي للضوء القادم إليها من جميع الجهات. ويمكن تحويل خلية ضوئية عادية لتحقيق ذلك، بوضع كرة ناشرة صغيرة فوقها وبمحاولة حجب (Masking) تلك الكرة تدريجياً فيمكن الحصول على استجابة متساوية للضوء القادم من أي اتجاه.

كما يمكن التحقق من ذلك باستعمال حزمة ضوئية موجهة (Collimated). وإذا لم يتوفر جهاز قياس ضوء مناسب فإنه يمكن الحصول على تقريب جيد للاستنارة غير الاتجاهية بقياس الاستنارة المستوية باستعمال خلية ضوئية عادية على كل وجه من أوجه جسم له أربعة أوجه منتظمة كل منها مثلث متساوي الأضلاع (Regular Tetrahedron) وحساب متوسط القراءات على الأوجه الأربع.

يمكن قياس الاستنارة غير الاتجاهية بطرائق أخرى، وحيث يراد قياس متجه الإنارة (Illumination Vector)، يجب أن تتوفر لذلك ميزات معينة في استعمال جهاز قياس ضوء ذي نصف كرة ناشرة فوق الخلية الضوئية. فإذا أخذت قراءتان على خطين مستقيمين بينهما زاوية تساوي (180)° فإن معدل القراءتين يكون مساوياً للاستنارة غير الاتجاهية. وكبدل لذلك يمكن تركيب خليتين ظهراً لظهر (Back to Back)، كل منهما مغطى بنصف كرة ناشرة. ثم يؤخذ معدل القراءتين ويكون ذلك مساوياً للاستنارة غير الاتجاهية.

المراجع

- [1] كودات البناء الوطني الأردني - المجلد الثالث والعشرون - الجزء الثاني - كودة الإنارة الداخلية.
- [2] الدليل الإرشادي لتطبيق الكود المصري لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية في المباني "المجلد الأول: أعمال التصميم".
- [3] المواصفة القياسية السعودية "كود الاضاءة لاماكن العمل الداخلية".
- [4] CIE S 008/E-2001 standard, "Lighting of Indoor Work Places", ISO 8995:2002(E).
- [5] IES Lighting Handbook, Application Volume, Illuminating Engineering Society of North America, 1981.

- [6] CIE Guide to Interior Lighting Commission International, L'Eclairage, 1975.
- [7] IES Technical Report No.10, Evaluation of Discomfort Glare, The Illumination Engineering Society, London, 1972.
- [8] IES Technical Report No.4, Daytime Lighting in Buildings, The Illuminating Engineering Society, London, 1972.
- [9] IES Technical Report No.11, The Calculation of Direct Illumination from Linear Sources, The Illuminating Engineering Society, London, 1968.
- [10] IES Technical Report No.2, The Calculation of Utilization Factors – The BZ Method, The Illuminating Engineering Society, London, 1961.

الباب السادس

شروط ومعايير الانارة الداخلية الفعالة

(Conditions and Criteria of Efficient Interior Lighting)

1-6 مقدمة:

- يجب أن يتم توفير الإنارة البيئية البصرية المناسبة لأي مكان، وكذلك الإنارة المناسبة والكافية لأداء جملة من المهمات ولإعطاء الشكل المرغوب وذلك من خلال:
- استعمال المصباح المناسب ذي الفعالية العالية والذي يعطي أعلى إنارة بالنسبة للحرارة التشغيلية والطاقة الكهربائية المصروفة.
 - استعمال المصابيح ذات التوزيع الطيفي المناسب للغرض المصممة له.
 - توثيق تاريخ تركيب واستبدال المصابيح حيث أن هذا السجل البسيط سيساعد لتأسيس برنامج صيانة فعال.
 - عدم التقيد بتوصية بعض المجهزين في استعمال نوع من المصابيح بعينه، بل تتم مراجعة المواصفات المقترحة واختيار ما هو أكثر ملاءمة وتوفيراً من المصابيح المتوفرة في السوق ومن إنتاج جيد ومعتمد بنفس القدرة والحرارة التشغيلية المناسبة لتركيب الإنارة.
 - استعمال المصابيح الاقتصادية الموفرة للطاقة أينما أمكن ذلك بدلاً من المصابيح التقليدية غير الاقتصادية. يجب أن يتحقق هذا الهدف من دون إهدار الطاقة. مع أهمية عدم إغفال النواحي البصرية عند تقليل إستهلاك الطاقة.

بالرغم من أن تكلفة طاقة الإنارة تعتبر أساسية إلا أنها تمثل في معظم الجهات أو الهيئات جزءاً صغيراً من تكلفة جميع الأنشطة في أي مكان. فعلى سبيل المثال، تمثل تكلفة الأضرار (الناجمة من الظروف البصرية الرديئة) على جودة العمل والإنتاجية عدة أضعاف تكلفة الإنارة في مكتب أو مصنع (قد تصل تكلفة العمال إلى مئة ضعف تكلفة طاقة الإنارة) وبالتالي فإن ترشيد الطاقة على حساب صحة وفعالية الإنسان يعتبر إقتصاد خاطئاً ومزوراً.

التوصيات التي سترد فيما بعد تعطي توجيهاً لترشيد الطاقة في تراكيب الإنارة ويفترض أن تكون التصاميم الجيدة مدمجة مع استعمال الأجهزة والمعدات الحديثة. ويجب أن تحقق التصاميم الجديدة مستويات الاستئارة المطلوبة.

ويمكن استعمال تلك التوصيات لقياس فعالية الطاقة للتراكيب الموجودة (القديمة) ولتحديد ما إذا كانت تلك التراكيب تحتاج لبعض الإجراءات لتحقيق ترشيد مقبول للطاقة.

2-6 القدرة والوقت:

الطاقة المستهلكة لتركيب الإنارة (ك.و.س) (kWh) تعتمد على القدرة (كيلوواط) والوقت (ساعة) ويمكن تحقيق ترشيد الطاقة من خلال التالي:

1. إما باستعمال أجهزة إنارة عالية الفعالية لتحقيق أهداف تصميم الإنارة المطلوبة مع المحافظة على الحمل الكهربائي (القدرة الكهربائية) عند أقل مستوى.
2. أو باستعمال متحكمات فعالة بحيث لاتعمل الإنارة عند عدم الحاجة لها وبمعنى آخر تقليل الوقت لأقل مستوى.
3. أو باستعمال كلا المبدئين معاً.

يمكن لمصمم الإنارة أن يحد من القدرة الكهربائية وإستعمال الطاقة، ولكن المسؤولية الأخيرة تقع على المستعمل أو المشغل لتحقيق أعلى ترشيد ممكن للطاقة.

3-6 الأجهزة المرشدة للطاقة:

تعطى ضمن أجهزة الإنارة معلومات عن ترشيد وكفاءة الطاقة للمصابيح وتراكيب الانارة. في حين يمكن تحقيق متطلبات الإنارة للأماكن المختلفة في أي مبنى باستعمال مصابيح مختلفة، يجب تحقيق قيمة 65 لومن/واط وهي متوسط قيمة الفاعلية الفيزيائية الابتدائية للدوائر الكهربائية لأجهزة الإنارة. يستثنى من ذلك أنظمة الطوارئ والأجهزة غير الثابتة مثل تراكيب الانارة المثبتة على مسارات. ومن الممكن استعمال بعض الأجهزة غير المرشدة للطاقة مثل (وحدات تنغستن هالوجين) في بعض الأماكن مدمجة مع أجهزة مرشدة للطاقة (مثل المصابيح الفلورية مع كوابح إلكترونية عالية التردد) في أماكن أخرى.

ومن خلال الممارسة العملية، يلاحظ أن معظم الطاقة تهدر خارج ساعات العمل العادية عندما تترك الإنارة مضاءة مع عدم الحاجة لها. وبالرغم من أن بعض الإنارة ضروري لأغراض الأمن والنظافة، لذا يجب أن تتركب متحكمات لتشغيل الإنارة الكاملة عند الظروف الطارئة ليلاً.

ويمكن أيضاً أن لاتكون هناك حاجة للإنارة الصناعية خلال ساعات العمل عند توفر إنارة طبيعية كافية في المكان أو عندما تكون أماكن العمل غير مأهولة. لذا يجب تركيب متحكمات مناسبة للإنارة لتمكين مستعملي المبنى من تشغيل الإنارة التي يحتاجونها فعليا في أي وقت.

يجب أن يكون نظام التحكم مرنا بشكل كافٍ لتحقيق أي مستوى إنارة وإطفاء أي إنارة أخرى غير ضرورية. ويمكن تحقيق ذلك بواسطة:

1. استعمال مفاتيح تشغيل محلية موزعة في أماكن متفرقة في مكان العمل وليست مركزية عند نقطة الدخول.

2. مفاتيح تشغيل زمنية لتشغيل تراكيب الإنارة بحسب جدول زمني محدد.
3. تحكم تشغيل آلي بواسطة مستشعرات (متحسسات) حركة أو خفت للإنارة بواسطة متحسسات ضوئية لقياس مستوى الإنارة الطبيعية.

يجب أن يكون الهدف الأسمى تحقيق الإنارة المطلوبة بأقل استعمال ممكن للطاقة. من الممكن تركيب حمل كهربائي مرتفع مع أنظمة تحكم مناسبة لتخفيض ساعات الاستعمال فيتحقق إستهلاك أقل للطاقة، أو يمكن تركيب حمل كهربائي منخفض ولكن مع أنظمة تحكم خفيفة. لذلك من الضروري الاخذ بنظر الإعتبار كلا المبدئين.

4-6 أهداف الطاقة الكهربائية للإنارة:

1/4-6 كثافة القدرة المتوسطة المركبة على المساحة:

يعطي الجدول (1/4-6) أهداف كثافة القدرة المتوسطة لنطاق من التطبيقات لقيم معينة من الإستتارة المستهدفة القياسية، إستنادا على الممارسة الحالية الجيدة. يمكن تحقيق تلك القيم باستعمال مصابيح ذات فعالية ضوئية عالية في تركيبة مصممة بشكل جيد، وهي مبنية على المعايير التالية:

- غرفة فارغة متوسطة الحجم (معامل الغرفة، 2.5).
 - معاملات انعكاس لاجزاء الغرفة هي (السقف 0.7، الجدران 0.5، الأرضية 0.2).
 - درجة عالية من الصيانة (تراكيب الإنارة تنظف كل سنة، وسطوح الغرفة كل ثلاث سنوات وإستبدال جماعي للمصابيح كل 10000 ساعة).
- ويجب ملاحظة أن القيم يمكن أن تزيد أو تنقص إذا كانت هناك إختلافات في المعايير المتبعة.

5-6 إدارة الطاقة:

يجب أن يصمم ويدار أي نظام إنارة لتحقيق تحكم جيد في الطاقة المستهلكة. يكون هذا ضرورياً أثناء ساعات العمل وخارجها ويتم من خلال:

1/5-6 إختيار معدات التحكم:

العوامل التي تؤثر على مواصفات معدات التحكم تشمل الإشغال ونمطه وضوء النهار المتوفر طراز الإنارة (قابلية للخفت أم لا) والمستوى المرغوب التحكم عنده وأخيراً الكلفة.

الجدول (6-1/4) متوسط كثافة القدرة.

نوع المصباح	معامل مصداقية الالوان	الإستنارة المستهدفة لوكس	متوسط كثافة القدرة المركبة (واط /متر مربع)
تجاري والتطبيقات الاخرى المشابهة مثل المدارس والمحلات والمكاتب			
المصباح الفلوري ثلاثي الفسفور	90-80	300	7
		500	11
		750	17
المصباح الفلوري المدمج	90-80	300	8
		500	14
		750	21
الهاليد المعدني	90-60	300	11
		500	18
		750	27
التطبيقات الصناعية			
المصباح الفلوري ثلاثي الفسفور	90-80	300	6
		500	10
		750	14
		1000	19
الهاليد المعدني	90-60	300	7
		500	12
		750	17
		1000	23
صوديوم عالي الضغط	60-40	300	6
		500	11
		750	16
		1000	21

يجب أن تقارن كلفة نظام التحكم في أي تركيبة مع كلفة أي تركيبة تقليدية مع كلفة الفرق في إستهلاك الطاقة، وخاصة في حالة المباني الجديدة فإن الفرق يمكن أن يكون صغيراً. بالنسبة للتركيب القديمة يمكن أن تكون هناك عوائق عند إختيار المتحكمات حيث لا تعطي التوصيلات حرية التغيير.

إن استعمال شبكة منفصلة لإرسال إشارات أو دذببات لنقل المعلومات يمكن ان يقلل تلك العوائق ويعطى سماحية لتركيب نظام مركزي بدون التأثير على الأسلاك القائمة، ولكن من الضروري التأكد من التوافق مع الدوائر الكهربائية ودوائر الإشارات. يمكن تركيب مفاتيح إعادة ضبط بدون التأثير على الأسلاك القائمة. وكحل بديل، يمكن استعمال مصابيح محتواة ذاتيا كل له المستشعر الخاص به (كحل عملي واقتصادي أكثر من نظام التحكم المركزي).

2/5-6 الربط بالإشارة الطبيعية:

يمكن ربط صف أو أكثر من تراكيب الإشارة القريبة من النوافذ بخلايا ضوئية داخلية أو خارجية لمراقبة الإشارة الطبيعية وتعديل الإشارة الصناعية تبعا لذلك إما بالإطفاء أو خفت الإشارة.

3/5-6 الإستارة الثابتة (القياسية):

يتم تصميم الإستارة عند المستوى القياسي في البداية عندما تكون المصابيح جديدة وتراكيب الإشارة وأسطح الغرف نظيفة. وستكون قيمة الإستارة أعلى من مستوى التصميم بدرجة كبيرة، وهذا يعتمد على خصائص التركيب وبرنامج الصيانة الذي سيتبعه المستفيد. يمكن ربط أنظمة مصابيح الفلورية عالية التردد القابلة للضبط مع خلايا ضوئية تحافظ على بقاء مستوى الإشارة عند قيمة التصميم القياسية.

وعند تقادم النظام فإن أجهزة التحكم ستزيد آليا قدرة المصابيح، وسيعمل النظام عندها كحمل كامل للحصول على الإستارة القياسية. وعندها يكون قد حان الوقت لإجراء عملية الصيانة. يمكن لنظام التحكم نفسه أن يتلاءم مع تغيير الاستعمال. فإذا تغيرت وظيفة المساحة وتطلبت مستوى إشارة أقل يمكن ضبط النظام ليصل للمستوى المعدل.

4/5-6 الإشغال:

يمكن أن تحقق الإشارة المربوطة بالإشغال أو نمط الإشغال توفيراً ليس بالبسيط في استعمال الطاقة. وكمثال على رصد الاشغال عندما يستشعر الراصد إقتراب رافعة شوكية في ممرات مستودع ما يقوم بتشغيل الإشارة في تلك الممرات ومن ثم إعادة اطفائها عند عدم وجود شاغل للمكان وذلك من خلال ضبط وقت التأخير في نظام التحكم لتفادي التشغيل الزائد الذي قد يقصر عمر المصابيح. يمكن أن يطبق هذا الشكل من أشكال التحكم على نطاق أوسع من أنواع المصابيح على شرط أخذ خصائص التشغيل وإعادة التشغيل بالإعتبار.

5/5-6 التحكم الآلي:

يمكن أن يأخذ عدة أشكال، اذ يمكن لنظام التحكم بالوقت أن يطفىء أو يشغل جميع تراكيب الإنارة عند أوقات محددة. أو من الممكن أن يتم ضبطه ليرسل إشارات في أوقات محددة خلال اليوم (مثل فترة الغذاء) حيث يتم إطفاء بعض تراكيب الانارة (إذا كانت الإنارة الطبيعية كافية) أو إطفاء الإنارة في الأماكن غير المأهولة، لانتفاء الحاجة الى الإنارة.

يمكن أن يستعمل هذا النظام لتخفيض مستوى الإنارة في الصباح الباكر وقبل أن يصل معظم الموظفين أو في المساء لاجل عمليات التنظيف والأمن. من الضروري استعمال مفاتيح تشغيل مجاورة ومحلية ويدوية والأنظمة الآلية الأخرى. ويمكن للمتطلبات الامنية ان تستدعي وجود نظام تحكم مجاور لاجل الظروف الطارئة ليلاً.

تستعمل رواصد الإشغال لرصد تواجد الناس ومن ثم التحكم في الإنارة تبعاً. ويمكن أن تعتمد تلك الرواصد على الصوت أو الأشعة تحت الحمراء أو الميكرويف أو أي طرائق أخرى للرصد. يجب أن تدمج تقنية التأخير في وقت التشغيل مع نظام التحكم الآلي لتفادي الإطفاءات المبكرة والتشغيلات الزائدة. اعتماداً على مساحة المنطقة وعدد السكان، فإنه من المحبذ أن تكون هناك درجة من التحكم الفردي لتمكين الفرد من إختيار ظروف الإنارة المناسبة. ففي المكاتب المنفردة يمكن أن يكون ذلك عن طريق كوابح ذات تردد عالٍ يتم التحكم فيها بمفاتيح لخفض الإنارة أو بمرسلات مناسبة. وعند رفع أو خفض مستويات الإنارة، في المكاتب الكبيرة يجب أن لاتؤثر المتحكمات المحلية بشكل ملحوظ على ظروف الإنارة والرؤية للمناطق المجاورة.

يمكن لأنظمة الإدارة والتحكم أن تنظم انارة كل مصباح في المناطق المنفردة. إن الميزة الأساسية لهذا النظام هي عند ترتيب المكاتب بشكل جديد سيمكن تعديل الإنارة من خلال الحاسوب لتناسب الترتيب الجديد. ودمج متحكمات محلية مجاورة، فإنه يمكن عمل أي تغييرات في أماكن تراكيب الانارة وإعادة ترتيب مفاتيح التشغيل.

من الممكن ربط نظام إدارة الطاقة للمبنى مع نظام إدارة طاقة الإنارة لتنفيذ الأوامر الصادرة. وليس من العموم يستعمل نظام إدارة الطاقة للمبنى إقتصادياً للتحكم بمصابيح محددة، بل لتحقيق إراحة أحمال أو إطفاء مناطق أوعزلها.

6/5-6 التحكم بالصيانة:

من الممكن من خلال نظام إدارة طاقة الإنارة فحص حالة الإنارة الأساسية وإنارة الطواريء. إذ يمكن برمجة النظام ليقوم بذلك آلياً في أوقات محددة، ويتم فحص كل مصباح مع عمل سجل بذلك.

6-5/7 العوامل الإنسانية:

إن أنظمة التحكم المعرقة يمكن أن تعطل بواسطة الموظفين أو قد يتم تخريبها، لهذا السبب يفضل عادة استعمال خافقات الضوء. أما الخلايا الضوئية ودوائر الإستشعار الأخرى فيجب أن تحتوي على زمن تأخير كافٍ لتفادي الإطفاءات المتفرقة والمشتتة والمعتلة التي تحدث عند الإستجابة الفورية لحظة إشعال مفتاح التشغيل.

يجب على أي نظام تحكم أن يضمن إعطاء ظروف الإنارة المقبولة للمستفيدين ويعطي أفضلية للسلامة والإرتياح البصري والفاعلية البصرية على موضوع ترشيد الطاقة.

6-5/8 الكلف واستهلاك الطاقة:

من أقوى العراقيل لأي تصميم، الكلف المادية (ماهي كلفة تركيب وتشغيل نظام التحكم المقترح). من الضروري بداية تقديم ميزانية للطاقة منطقية إقتصادياً وتوضح فيها أهداف التصميم. وفي كل المراحل يجب أن تضبط وتدقق الكلف الأساسية وكلف التشغيل. كما يجب أن تحتسب كلف طاقة استعمال الإنارة ضمن الاستعمال الكلي للمبنى.

يجب أن تكون طرائق التقييم المالي التي يتبعها المصمم مقبولة من طرف المالك. تجرى عادة مقارنة مع نماذج قائمة أو بديلة، إذا كانت المقارنة معقولة ومفهومة. كما يجب أن يجري تصميم النماذج بحسب مواصفات معروفة ومعتمدة.

6-5/9 الطاقة والإحتياج (الطلب):

إن التحكم في ترتيب حمل الإنارة سواء بالإطفاء أو الخفت بحيث يمكن الاستغناء عن الإنارة غير الضرورية وهذا سيقول عدد الوحدات المستهلكة.

يحدث أقصى طلب على الطاقة بصورة عامة خلال النهار ووقتها تكون الإنارة الطبيعية كافية ويمكن بعد ذلك خفض كلف أقصى طلب إذا كان من الممكن إزاحة الأحمال في هذه الأوقات.

وبالعكس يمكن إضافة إنارة الأمن الليلية بدون زيادة الحد الأقصى للإنارة النهارية.

كما يجب أن يتأكد المصممون من عدم التبذير في تصاميم الطاقة. على كل حال فإن أهم إعتبار لترشيد الطاقة هو الإعتبار المادي. فالقليل من المستفيدين هم على إستعداد لدفع مبالغ مالية زيادة لتحقيق توفير بالطاقة إذا كان هذا التوفير له عائد إستثمار معقول.

إذا كانت أهداف التصميم تستدعي وجود شروط معينة فيجب تحقيق تلك الشروط. وإن لم يتم تزويد هذه الشروط فإن التصميم لن يعتبر مرضياً وفاعلاً بالرغم من إستهلاكه طاقة أقل.

6-6 معدات التحكم بالإضاءة:

تعتبر أنظمة التحكم جزءاً متلازماً لأي تركيب إضاءة. وتلك الأنظمة تأخذ عدة أشكال تبدأ من المفاتيح الجداري البسيط إلى أن تكون جزءاً من نظام معقد تتحكم به المعالجات الدقيقة وأنظمة إدارة المباني. وأياً كانت الطريقة فإن هدف نظام التحكم هو التأكد من أن الإضاءة تعمل عند الحاجة لها وتعمل وبالشكل الصحيح. وسيتحقق تقليل استهلاك الطاقة بتحكم هذه الأنظمة في خرج الضوء إما بالإطفاء أو بخفتها المصابيح.

وطرائق التحكم هي:

- الإطفاء.
- خفت الإضاءة / التنظيم.
- الخفت للتأثيرات الضوئية.

1/6-6 الإطفاء:

مبدئياً يمكن تشغيل جميع المصابيح ولكن كمية خرج الضوء المتوفر فور التشغيل والفترة اللازمة بين الإطفاء والتشغيل تختلف مع اختلاف طراز المصباح. يمكن تحقيق عملية الإطفاء والتشغيل بعدة طرائق مختلفة. الطريقة الأبسط هي المفتاح اليدوي. كما يمكن استعمال مفاتيح تحكم عن بعد داخل المصباح تحتوي على مرسل ومستقبل بالأشعة تحت الحمراء. كلا الطريقتين تتطلبان اشتراك المستفيد بشكل مباشر. والطرائق البديلة هي التحكم بالمصابيح بواسطة مفاتيح زمنية. أو عن طريق الإستجابة لتوفر الإضاءة الطبيعية أو لإشغال المكان.

تستعمل الخلايا الضوئية لإستشعار مستوى الإضاءة الطبيعية في المكان، في حين تستعمل مستشعرات الإشغال للكشف عن وجود الناس في المكان. تعمل هذه المستشعرات إما عن طرائق الصوت أو الحركة أو حرارة الجسم.

هناك إشكالية خاصة بالمفاتيح اليدوية والتي كانت تحد من مرونتها في السابق وهي صعوبة التحكم بالمصابيح منفردة أو المجموعات الصغيرة من تراكيب الإضاءة بدون إضافة تكاليف مادية للتمديد. من الممكن إرسال إشارات تشغيل بواسطة أسلاك جهد منخفض أو بواسطة نبضات ذات تردد عالٍ من خلال أسلاك مصدر التغذية الكهربائي. وفي كل حال فإن تراكيب الإضاءة التي تطفأ وتشغل من دون سبب واضح تعتبر مشوهة ومثبطة لرضا الموظفين. وبالمقابل تسمح الكوابح الإلكترونية ذات التردد العالي الخاصة بالمصابيح الفلورية المنفردة للإستجابة بعدة طرائق مختلفة مثل الخفت أو الإطفاء عند توفر الإضاءة الطبيعية وإشغال المكان.

تعطي هذه الأنظمة مرونة كبيرة في أي تركيب إضاءة للتحكم بدون أي عراقيل مركزياً أو بواسطة الأفراد من أماكن عملهم.

6-2 خفت الإنارة / التنظيم:

ليس بالامكان خفض الإنارة لجميع المصابيح. وبالنسبة للمصابيح الممكن خفتها مثل المصابيح الفلورية الأنبوبية فانها تحتاج لمحول تشغيل خاص، يقلل الخفت من الطاقة المستهلكة للمصباح وليس بالضرورة بنفس النسبة للخرج الضوئي .كما يمكن أن يسبب تغييراً في لون الضوء. يمكن التحكم بخافتات الضوء يدوياً أو آلياً كاستجابة لوجود الإنارة الطبيعية.

يفضل استعمال أنظمة التردد العالي في الممارسة العملية الحالية حيث تكون الكوابح المنفردة قادرة على التحكم وزيادة أو إنقاص الخرج الضوئي لتناسب التغير في أنماط العمل والإحتياجات البصرية وهذا يجنب الحاجة إلى أنظمة تحكم مركزية.

إن طريقة إختيار وتصميم أنظمة التحكم بالإنارة وإدارة الطاقة موضحة بتفصيل أكثر في الفصل (5-6) إدارة الطاقة.

6-3 الخفت للتأثيرات الضوئية:

هناك مساحات خاصة في المباني التجارية وغير التجارية مثل ردهات المداخل وغرف الإجتماعات والمسارح والمطاعم والمتاحف ومساحات العرض تستدعي الحاجة الى انارتها بأسلوب متميز، لأسباب عديدة منها: القاء كلمة أو عرض صورة أو لفت الإنتباه أو لإظهار الشكل المعماري بدلاً من تزويدها بانارة وظيفية مبسطة.

إن استعمال أنظمة خفت الانارة في هذه الاماكن سيجعل انارتها ذات ميزتين رئيسيتين، هما:

أولاً: إمكانية التحكم في شدة الدوائر المنفردة. وهذا يعطي إمكانية تغيير انارة المكان وإضافة تفاوتات دراماتيكية ودقيقة. ويمكن حفظ هذه المشاهد في أنظمة التحكم بحيث يسهل إسترجاعها أو إستدعائها بكبسة مفتاح بسيطة.

ثانياً: إمكانية الاستفادة المثلى من المكان، إذ لو كانت إنارة الغرفة مصممة لنشاط واحد فلن يكون من المناسب استعمالها لأغراض أخرى. وباستعمال أنظمة خفت الإنارة سيتمكن المستفيد من تعديل الإنارة لتحقيق الحاجات المتغيرة مثل العروض المرئية والإجتماعات والمؤتمرات.

يجب أن تكون أنظمة خفت الإنارة سهلة التشغيل. فهي بأشكال متنوعة من مفاتيح التحكم البسيط لدائرة أو لعدة دوائر مع القدرة على إستدعاء مشاهد إنارة معدة مسبقاً حتى الأنظمة المعقدة لشبكة من الدوائر مع تغييرات إنارة آلية محددة في أوقات معينة.

6-7 مصابيح اشباه الموصلات الثنائية المشعة (Light Emitting Diode (LED) Lamps)

تعتبر مصابيح اشباه الموصلات الثنائية من احدث المصابيح ضمن قائمة الانارة الفعالة، وعلى الرغم ان الطيف المرئي لهذه المصابيح يقع ضمن حزمة ضيقة الا انه يمكن انتاج ضوء ابيض ضمن مواصفات معينة.

ولهذه المصابيح خصائص معينة ترشحها ان تكون مفضلة ضمن تطبيقات معينة او تتكامل مع بقية المصابيح الاخرى ومن هذه الخصائص:-

6-7/1 العمر التشغيلي:

تتميز هذه المصابيح بعمر تشغيلي طويل جداً، حيث ان التركيب ذات التصميم الجيد يمكن ان تعطي حوالي 70 بالمئة من الفيض المصان بعد 50000 الف ساعة تشغيل وهذه الميزة تفوق مصباح التوهجية بعدة مرات وتفوق المصابيح الفلورية بمرتين او اكثر.

6-7/2 الفعالية المنيرية:

تعتبر هذه المصابيح من المصابيح التي لها فعالية منيرية عالية اذا ماقورنت بالمصابيح التوهجية ويمكن ان تصل بعض مصابيح اشباه الموصلات ذات اللون الابيض الى فعالية منيرية مقدارها 50 لومن/ واط في ظروف التشغيل الطبيعية.

6-7/3 الانارة الباردة:

لا تنتج هذه المصابيح حزمة ضوئية ضمن الترددات تحت الحمراء لذلك تصدر ضوءاً بارداً. لكن تنتج هذه المصابيح حرارة داخلية من عملية توليد الضوء نفسه ويمكن التخلص من هذه الحرارة بالتصميم الجيد للتركيب.

6-7/4 التكلفة الاقتصادية الاولى:

ان التكلفة الاقتصادية الاولى لتركيب مصابيح اشباه الموصلات تعتبر عالية اذا ما قورنت بتركيب المصابيح التوهجية ولكن اذا ماتمت المقارنة مع العمر التشغيلي الطويل لمصابيح اشباه الموصلات تكون الكلفة على المدى الطويل اقل.

تطورت صناعة مصابيح اشباه الموصلات في الالونة الاخيرة واستطاعت بعض الشركات انتاج مصابيح تصل مصداقيتها اللونية الى 80-90 وهذا الرقم يفوق المصابيح الفلورية ولكنها بالتأكيد اقل من المصابيح التوهجية.

المراجع

- [1] كودات البناء الوطني الأردني- المجلد الثالث والعشرون- الجزء الثاني- كودة الإنارة الداخلية.
- [2] الدليل الإرشادي لتطبيق الكود المصري لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية في المباني "المجلد الأول: أعمال التصميم".
- [3] المواصفة القياسية السعودية "كود الاضاءة لاماكن العمل الداخلية".
- [4] CIE S 008/E-2001standard, "Lighting of Indoor Work Places", ISO 8995:2002(E).
- [5] IES Lighting Handbook, Application Volume, Illuminating Engineering Society of North America, 1981.
- [6] IES Technical Report No.4, Daytime Lighting in Buildings, The Illuminating Engineering Society, London, 1972.
- [7] IES Technical Report No.9, Depreciation and Maintenance of Interior Lighting, The Illuminating Engineering Society, London, 1967.
- [8] IES Technical Report No.11, The Calculation of Direct Illumination from Linear Sources, The Illuminating Engineering Society, London, 1968.
- [9] IES Technical Report No.2, The Calculation of Utilization Factors – The BZ Method, The Illuminating Engineering Society, London, 1961.

الملحق (أ)

أمثلة توضيحية في تصميم الإنارة الداخلية

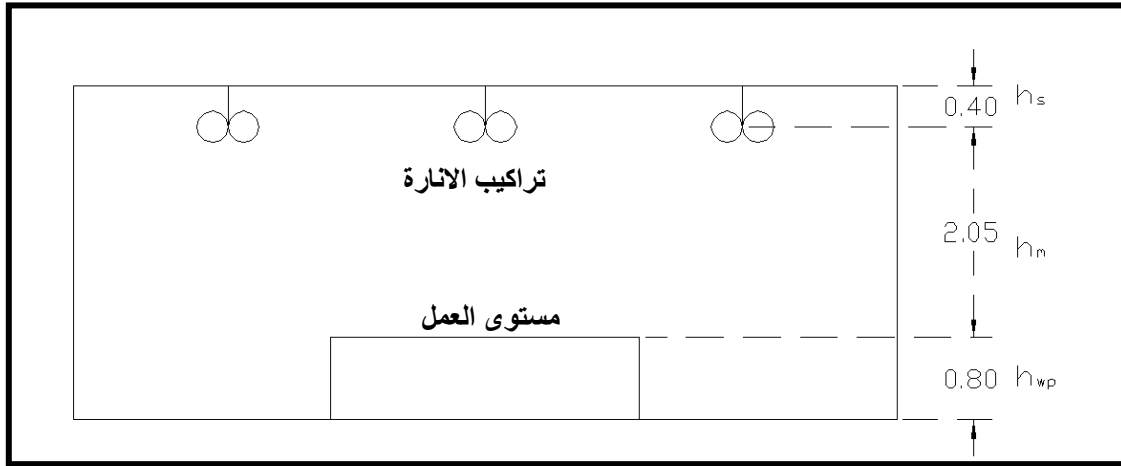
المثال (1):

قاعة للمحاضرات والامتحانات مطلية بطلاء ابيض ذي أبعاد (3.25×8×14) م المطلوب انارتها باستعمال مجموعة تراكيب انارة ثنائية المصابيح طول كل واحد منها (120) سم وذات تصنيف نطاقي بريطاني (BZ6) وذات ناشر موزع للضوء خصائصه كما يلي (DLOR = 0.45، ULOR = 0.4)

الحل:

من جدول رقم (4-1/1) (ب) خامسا "المعاهد والكليات والجامعات" يمكن أن نجد كلاً من الاستتارة العملية ($E_{(h)}$) وتساوي (500 لوكس)، والرمز الدال على المصباح وهو (E)، كما تكون الانعكاسات الحاجبة في حدها الأدنى.

ومن الشكل (1) الذي يوضح ابعاد الغرفة نستطيع أن نجد الآتي:



الشكل (1) ارتفاع مستوى العمل وارتفاع التثبيت.

$h = 3.25 \text{ m}$ $h_s = 0.4 \text{ m}$ $h_{wp} = 0.8 \text{ m}$ $L = 14 \text{ m}$ $W = 8 \text{ m}$ $h_m = 2.05 \text{ m}$
كما نقوم بإيجاد معامل الغرفة من المعادلة التالية:

$$RI = \frac{L \times W}{h_m (L + W)} \approx 2.5. \quad (1)$$

يتم ايجاد معامل الاستفادة (UF) المقابل لانعكاسية تجويف السقف وانعكاسية تجويف الأرضية والانعكاسيات الفعالة للجدران الواردة في النشرات الفنية للشركة الصانعة لتراكيب الانارة. وإذا لم تتوفر المعلومات الكافية يتم الرجوع الى التقرير الفني المرقم (2) لجمعية مهندسي الإنارة (IES) البريطانية أو ما يعادله.

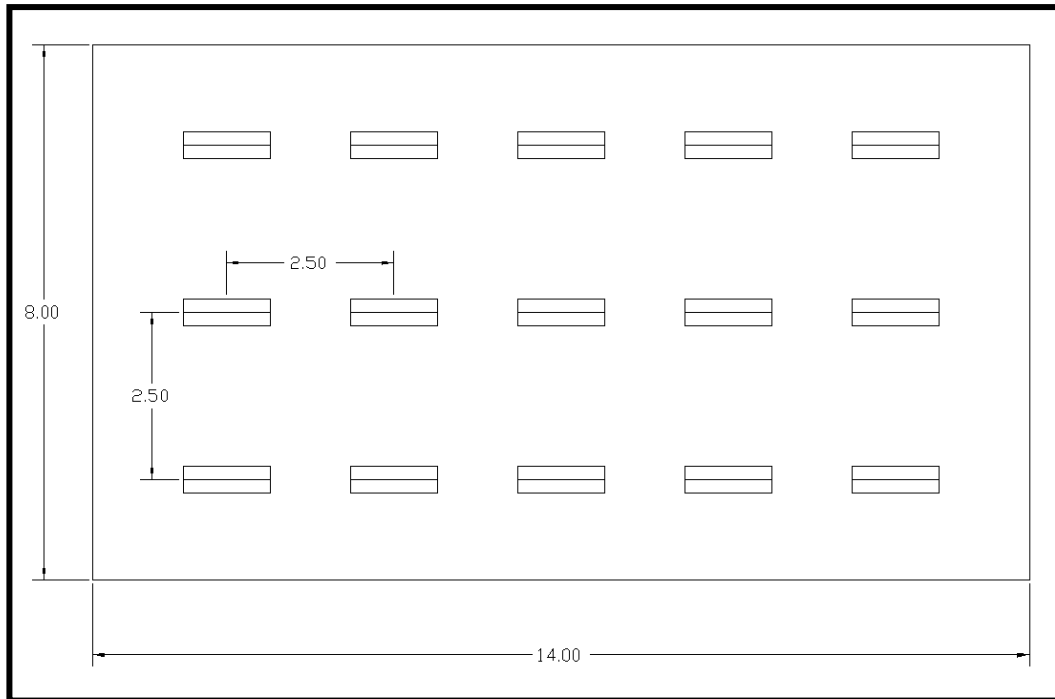
حيث وجد ان معامل الاستفادة لهذه الغرفة بالطلاء الابيض هو (0.72).
ومن المعلومات الفنية عن المصابيح المستعملة الصادرة عن الشركة المصنعة نجد أن الدفق المنير للمصباح الواحد (ϕ_i) يساوي (3200 لومن). وبذلك يكون الدفق المنير لتراكيب الانارة ($n_i \times \phi_i$) ويساوي ($6400=3200 \times 2$) لومن).

يتم تحديد قيمة معامل الصيانة (MF) وذلك حسب التقرير الفني رقم (9) لجمعية مهندسي الإنارة (IES) البريطانية وهو (0.9) باعتبار إن المنطقة نظيفة.

نقوم بحساب عدد تراكيب الانارة (N) اللازمة من خلال المعادلة التالية:

$$N = \frac{E_{(h)} \times W \times L}{n_i \times \phi_i \times UF \times MF} = 13.5 \approx 15. \quad (2)$$

ثم يتم تعيين التوزيع العملي لتراكيب الانارة مع الأخذ في الحسبان ترتيب الصفوف وعدد تراكيب الانارة في كل صف، حيث تستعمل (5) صفوف في كل صف (3) تراكيب انارة كما في الشكل (2). كما يتم التحقق من المسافات بين تراكيب الانارة والصفوف والتي تساوي (2.5×2.5 م). فإذا كان عدد تراكيب الانارة غير عملي فإنه يجب عندئذ تغيير نوع المصباح أو مقاسه أو تغيير نوع تراكيب الانارة.
ومن خلال المعادلة (2) يتم احتساب الاستتارة النهائية والتي تساوي تقريبا (556 لوكس) وكما يلاحظ فهي قريبة من الاستتارة العملية الموصى بها والتي تساوي (500 لوكس).



الشكل (2) رسم تخطيطي لتوزيع تراكيب الانارة.

المثال (2):

صالة رسم ذات أبعاد $(13 \times 8 \times 3.25)$ م مطلوب إنارتها باستعمال مجموعة من المصابيح الفلورية بأبعاد 120 سم^2 مصباح 40 واط. إحسب عدد المصابيح المطلوبة وتوزيعها وقيمة التيار المغذي لدوائر الإنارة؟

الحل:

من الجدول (4-1/1) نجد أن الاستتارة المطلوبة لصالة الرسم تساوي 500 لوكس. وحيث أن المصابيح الفلورية من نوع الإنارة المباشرة وباعتبار أن ارتفاع بوردرات الرسم (1م) فإن منسوب تعليق المصابيح فوق سطح التشغيل يكون 2.25 م. وبذلك يمكن إيجاد معامل الغرفة (RI) من الجدول (4-2/2) بدلالة طول وعرض الصالة ونجد أن معامل الغرفة هو (C). بفرض أن معامل انعكاس الضوء من الجدران (0.5) ومن السقف (0.75)، يمكن إيجاد معامل الاستفادة من الجدول (4-3/2) لتركيب الإنارة مع العاكس والناشر وهو يساوي (0.57). ومن حيث أن فعالية المصابيح هي (80 لومن/واط)، لذا يكون الدفع المنير من تركيب الإنارة الفلوري 2 مصباح بقدرة 40 واط هو 3200 لومن.

وبفرض أن معامل الصيانة (0.8) يمكن إيجاد عدد تراكيب الإنارة من المعادلة التالية:

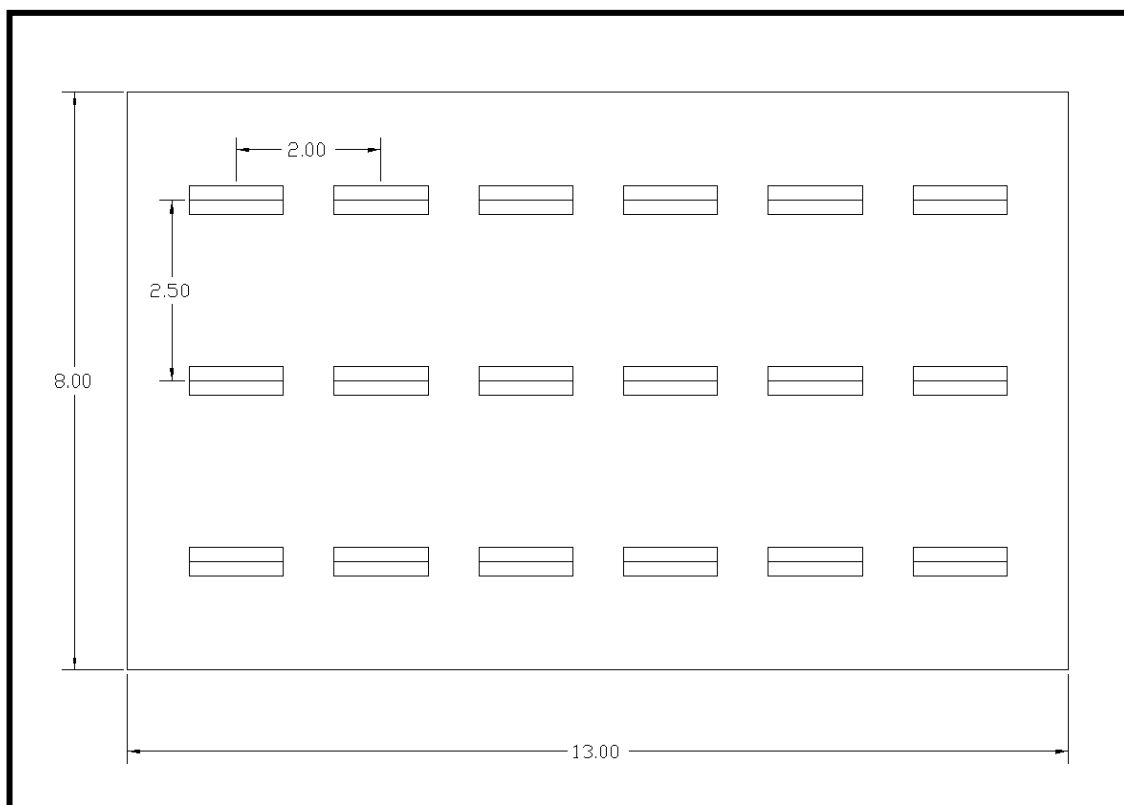
$$N = \frac{500 \times (13 \times 8)}{0.57 \times 0.8 \times 40 \times 80} = 17.82 \approx 18.$$

ويمكن توزيعها على أساس 6 صفوف، بواقع 3 تراكيب إنارة في الصف، لتكون نسبة عدد تراكيب الإنارة في الاتجاه الطولي : عدد تراكيب الإنارة في الاتجاه العرضي 1:2. وهي تساوي تقريباً نسبة الطول : العرض (13:8). ويوضح الشكل (3) رسماً تخطيطياً لتوزيع تراكيب الإنارة. وباعتبار أن القدرة المفقودة في الملفين الكابحين لكل تركيب إنارة هي (11 واط)، تصبح القدرة المستهلكة لكل تركيب إنارة هي 91 واط.

وبتوصيل كل 6 تراكيب إنارة على طور واحد يكون التيار المغذي لهذه الدائرة:

$$I = \frac{6 \times 91}{0.7 \times 220} = 3.54 \text{ A.}$$

وذلك باعتبار أن معامل القدرة لتركيب الإنارة بمكثف هو (0.7).



الشكل (3) رسم تخطيطي لتوزيع تراكيب الانارة.

الملحق (ب)
(معجم المصطلحات الفنية)

(أ)	
Glare	إبهار
Direct Glare	إبهار مباشر
Discomfort Glare	إبهار مزعج
Disability Glare	إبهار معيق
Reflected Glare	إبهار منعكس
Plus-white	ابيض زيادة
Coherence	اتساق
Telecommunication	اتصالات
Sensation	إحساس
Vats and Baths	أحواض وحمامات مائية
Mounting Height	ارتفاع التثبيت
Finished Floor	ارضية مكتملة الأنهاء
Thousand Lumen Basis	أساس الألف لومن
Recreational	استجمامي
Interpolation	الاستكمال
Illuminance	الاستنارة
Task Illuminance	استنارة السطح
Service Illuminance	الاستنارة العملية
Standard Service Illuminance	الاستنارة العملية القياسية
Scalar Illuminance	استنارة غير اتجاهية
Mean Spherical Illuminance	استنارة كروية متوسطة
Total Illuminance	استنارة كلية
Fabric Preparation Creel	إطار تحضير النسيج
Thermal Considerations	اعتبارات حرارية
Iron and Steel Works	اعمال الحديد والصلب (الفولاذ)
Sheet Metal Works	أعمال الصفائح المعدنية

Gas Works	أعمال الغاز
Plastic Works	أعمال بلاستيك
Assembly Works	اعمال تجميع
Glass Works	اعمال زجاجية
Dye Works	اعمال صباغة
Pharmaceutical Works	أعمال صيدلانية
Casual Works	أعمال عرضية
Fine Chemical Works	أعمال كيميائية دقيقة
Shields	أغلفة
Electrodes	أقطاب كهربائية
Games	ألعاب
Circulation Areas	أماكن الحركة
Spray Booths	أماكن الرش بالدهان
Outdoors	أماكن خارجية
Illumination (Lighting)	إنارة
Standby Lighting	إنارة احتياطية
Display Lighting	إنارة معروضات
Escape Lighting	إنارة من أجل النجاة
Luminance	إنارية
Average Luminance	إنارية متوسطة
Mixed Reflection	انعكاس مختلط
Specular Reflection	انعكاس منتظم
Diffuse Reflection	انعكاس ناشر
Veiling Reflections	انعكاسات حاجبة
Reflectance	انعكاسية
Floor Cavity Reflectance	انعكاسية تجويف الأرضية
Ceiling Cavity Reflectance	انعكاسية تجويف السقف
Room Cavity Reflectance	انعكاسية تجويف الغرفة
Light Patterns	أنماط الضوء
Stroboscopic Patterns	أنماط تذبذبية

Finishes	إنهاءات
Acoustic Tiles	بلاطات عزل الصوت
General Considerations	توطئة عامة
Decorating	زخرفة (ديكور)
Air-handling	المعالجة الجوية
Average Illuminance	معدل الاستنارة
(ب)	
Rollers	بكرات
Rifle	بندقية
Between Comfort and Discomfort	بين الراحة والإزعاج
Old People Homes	بيوت المسنين
(ت)	
Directional Effects	تأثيرات اتجاهية
Stroboscopic Effects	تأثيرات تذبذبية
Contrast	تباين
Icing	نتليج
Modeling	تجسيم
Retouching	تحسين
Overlap	تراكب
Luminaries	تراكيب إنارة
Flicker	ترجرج
Colour Rendering	ترجيع اللون
Proof Luminaire	تركيب إنارة مضمون
Skating	تزلج على الجليد
Spinning	تشكيل
Fabrication	تصنيع
Rubber Processing	تصنيع المطاط
Classification	تصنيف
Veneer Sorting	تصنيف القشرة
British Zonal Classification (BZ)	تصنيف نطاقي بريطاني

Canning	تعليب
Cyclic Variation	تغيير دوري
Details	تفاصيل
Tinplate Inspection	تفتيش على القصدير
Rectification	تقويم
Adaptation	تكيف
Polishing	تلميع
Upholstery	تتجيد
Table Tennis	تنس الطاولة
Tungsten Halogen	تنغستون هالوجين
(ج)	
Flux Fraction	جزء الدفق
Regular Tetrahedron	جسم رباعي الأوجه منتظم
Visual Task	جسم مرئي
Blackbody Radiator	جسم مشع اسود
Burnishing	جلي بالحك
(ح)	
Cubicles	حجيرات
Acuity of Visual Task	حدة السطح المرئي
Preserving	حفظ
Visual Field	حقل إبصاري (مرئي)
Rink	حلبة
(خ)	
Boarder Line	خط الفصل
Isolux Contours	خطوط كونتورية للاستتارة المتساوية
Cosine-Corrected Photocell	خلية ضوئية معدلة لجيب التمام
Image	خيال
Jute	خيش
(د)	
Warm	دافئ

Degree of Glare	درجة الإبهار
Lightness	درجة اللون
Colour Temperature	درجة حرارة اللون
Correlated Colour Temperature	درجة حرارة لون مناظرة
Luminous Flux	دفق منير
Glare Index	دليل الإبهار
Colour Rendering Index	دليل ترجيع اللون
Emulsion	دهان مستحلب
(ر)	
Code Number	رقم رمزي
Shooting	رمي
Indoor Sports	رياضة داخلية
(ز)	
Solid Angle	زاوية مجسمة
(س)	
Lead-lag	سابق - لاحق
Teak	ساج
External Aprons	ساحات خارجية
Indoor Courts	ساحات داخلية
Steradian	ستريديان
Hauling	سحب
Brightness	سطوع
General Brightness	سطوع عام
(ش)	
Luminous Intensity	الشدة المنيرية
(ص)	
Buffing	صقل
Mattress Making	صناعة الحشوة
Watch Making	صناعة الساعات
Wood Wool	صوف خشبي

(ض)	
Daylight	ضوء نهار
Artificial Daylight	ضوء نهار اصطناعي
(ط)	
Wetting Tables	طاوولات الترطيب
Proof-press	طباعة استدلالية
Modeling of People	طبيعة الأشخاص
Lumen Design Method	طريقة اللون للتصميم
Aspect Factor Method	طريقة معامل المظهر
Fletton	طوب فلاتون
(ع)	
Luminance Factor	عامل الانارية
Maintenance Factor	عامل الصيانة
Ballast Factor	عامل الكابح
Colour Rendering Factor	عامل ترجيع اللون
Daylight Factor	عامل ضوء النهار
Light Loss Factor	عامل نقصان الضوء
Casual Work	عمل عارض
Processes	عمليات صناعية
(غ)	
Recessed	غائرة
Gauge and Tool Rooms	غرف أجهزة المعايرة والأدوات
Consulting Rooms	غرف الاستشارات الطبية
Dining Rooms	غرف الأكل
Stock Rooms	غرف البضائع
Composing Rooms	غرف التشكيل
Surgeries	غرف الجراحة
Boiler Houses	غرف الغلايات (المراجل)
Projection Room	غرفة الإسقاط
Scalar	غير اتجاهي

Matt	غير لامع
(ق)	
Visibility	قابلية الرؤية
Assembly Halls	قاعات الاجتماعات
Auditoria	قاعات الاستماع
Concert Halls	قاعات الاستماع للموسيقى
Etching	قالب
Foot-candle	قدم- شمعة
Proof Reading	قراءة تصحيحية
Cotton	قطن
Candela	قنديل
Lighting Criteria	قواعد الإنارة
(ك)	
Cafeteria	كافتيريا
Cricket	كريكيت (لعبة)
Quantity of Light	كمية الضوء
(ل)	
Glossy	لامعة
Soldering	لحام عادي (بالقصدير)
Welding	لحام كهربائي
Squash	لعبة الاسكواش
Bed Plate	لوحة
Lux	لوكس
Lumen	لومن
Chromaticity	لونية
(م)	
Industrial Building	مبانٍ صناعية
Transport Terminal Building	مباني محطات نقل
Illumination Vector	متجه الإنارة
Museum	متحف

Back to Back	متعاكسين ومتراصين
Multipurpose	متعدد الأغراض
Intermediate	متوسط
Mean cylindrical Illuminance	متوسط الاستنارة الاسطوانية
Flow Chart	مخطط انسيابي
Entrances	مداخل
Garages	مرائب
Forges	مسابك
Type Foundries	مسابك حروف الطباعة
Theatres	مسارح
Hospitals	مستشفيات
Ware Houses	مستودعات السلع
Working Plane	مستوى العمل
Pistol	مسدس
Slaughter House	مسلخ
Fall Radiator	مشع كامل
Workshop	مشغل
Plating Shop	مشغل تصفيح
Paint Shop	مشغل دهان
Die Sinking Shop	مشغل صب المعادن
Engraving Shop	مشغل نحت
Factories	مصانع
Lamp	مصباح
Low Pressure Sodium Lamp	مصباح بخار الصوديوم ذي الضغط المنخفض
Metal Vapour Lamp	مصباح بخار فلزي
High Intensity Discharge Lamp	مصباح تفريغ عالي الشدة
Discharge Lamp	مصباح تفريغي
Incandescent Lamp	مصباح توهجي
Fluorescent Lamp	مصباح فلوري
Tubular Fluorescent Lamp	مصباح فلورية أنبوبية

Halide Lamp	مصباح هاليدى
Metal Halide Lamp	مصباح هاليدى فلزي
Racket	مضرب
Kitchens	مطابخ
Canteen	مطعم
Utilization Factor	معامل الاستفادة
Room Index	معامل الغرفة
Dimmer	معتام
Equipment	معدات
Standard Average of Eye Sight	المعدل القياسي للنظر
Retorts	معوجات
Two Way Switch	مفتاح ذو طريقين
Circuit Efficacy	مفعولية الدائرة
Luminous Efficacy	المفعولية المنيرة
Offices	مكاتب
Server	مكان الحصول على الخدمة
Libraries	مكتبات
Gymnasia	ملاعب مسقفة
Lighting Systems	منظومات إنارة
Emergency Lighting systems	منظومات إنارة في حالة الطوارئ
Matching	مواءمة
Car Parks	مواقف السيارات
(ن)	
Flat Uniform	ناشر منتظم ومنبسط
Uniformity Ratio	نسبة الانتظامية
Spacing/Height Ratio	نسبة التباعد الى الارتفاع
Optical Output Ratio	نسبة الخرج البصري
Direct Ratio	النسبة المباشرة
Flux Fraction Ratio	نسبة جزء الدفع
Upward Light Output Ratio	نسبة خرج الضوء الصاعد

Working Light Output Ratio	نسبة خرج الضوء العامل
Weaving	نسج
Day lighting System	نظام الإنارة باستعمال ضوء النهار
Combined System	نظام مشترك
British Zonal System	نظام نطاقي بريطاني



الهيئة العامة للمباني

مشروع المدونات و المواصفات العراقية

www.codat.imariskhan.gov.iq

E.mail:moch.codat@codat.imariskhan.gov.iq

moch.codat@yahoo.com

moch.codat@gmail.com

