1) تعريف الضوء:

هو ذلك الشعاع المرئى من مجموعة الطيف الكهربى المغناطيسى ,ينتشر فى حركة موجية تختلف فى ذبذبتها ,وبالتالى فى أطوال موجاتها ما بين 4000 وحدة انجستروم الذى يعطينا الاحساس باللون البنفسجى حتى الاشعاع الضوئى ذو الذبذبة بطول الموجة 7600 وحدة انجستروم الذى يعطينا الاحساس باللون الاحمر وبين هاتين القيمتين تتدرج قيم اطوال أمواج الاشعة الضوئية الملونة .

2) وحدات قياس الإضاءة الصناعية:

نهدف من افضاءة الصناعية عامة بخلاف الناحية التشكيلية لها تحقيق مجالا بصريا صحيا و ذلك بتحقيق شدة استضاءة كافية على السطح المراد إضاءته مع مراقبة درجات الضياء المختلفة للاسطح المكونة للمجال البصرى امام العين.

وعليه يكون قياس الطاقة الضوئية لمصدر ضوئى بكمية الفيض الضوئى الخارج منها ووحدة قياسه هى الليومن و تتوقف كمية هذا الفيض تبعا لقوة إضاءة هذا المصدر التى تقدر بوحدة الشمعة و التى تنتج شدة استضاءة على السطح المراد اضاءته تقدر بوحدة اللوكس.

ونتناول بالتفصيل كل من التعاريف ووحدات القياس السابقة:

أ- الفيض الضوئى :

و يرمز له بالرمز ف ,يعرف الفيض الضوئى المار خلال هذا السطح فى وحدة الزمن و هى الثانية.

ف = 4ط ليومن

ب- قوة الاضاءة :

و يرمز لها بالرمز ق ,اذا كان لمصدر ضوئى فيضا ضوئيا فى الثانية الواحدة يساوى ليومن واحد فى الزاوية المجسمة الواحدة فتكون قوة إضاءة هذا المصدر تساوى شمعة واحدة و يكون الفيض الضوئى الكلى لهذا المصدر مساوى 4ط ليومن .

فاذا كانت قوة الاضاءة المتوسطة لمصدر ضوئى ما ق شمعة فان الفيض الضوئى الكلى ف لهذا المصدر الضوئى ف = 4 ط ق ليومن

ق = ف/4ط

ت- شدة الاستضاءة :

و يرمز لها بالحرف ش ,تعرف شدة الاستضاءة بسطح ما انها مقدار الفيض الضوئى الواقع عموديا على وحدة مساحات السطح.

ش = ف / س

ش = ق / نق^2

حيث س هى وحدة مساحات السطح

ووحدة قياس شدة الاستضاءة هى اللوكس.

تتوقف شدة استضاءة سطح ما على:

1- قوة اضاءة المنبع الضوئى.
2- المسافة بين السطح و المنبع الضوئى.
3- زاوية ميل الاشعة الساقطة على السطح.

ث- الضياء :

و يرمز له بالحرف ى ,وهو قوة الاضاءة المنبعثة من وحدة مساحة السطح المرئى سواء أكان للمصدر الضوئى او من السطح المضاء.

ى = ق / س /

ى = (ش / ط) * م

حيث س / هى مساحة السطح المرئى

ووحدة قياس الضياء هى شمعة / سم^2 أو شمعة / متر^2

3) لمبات الإضاءة:

يتم الحصول على الطاقة الكهربائية وذلك باستعمال لمبات كهربائية يطلق عليه مصادر أصليه للضوء و يمكن إن تصنف لمبات الإضاءة الكهربائية إلى ثلاثة أنواع :

1- لمبات التوهج
2- لمبات التفريغ الكهربي
3- لمبات الفلوريسنت

ولكل من هذه النوعيات المختلفة إشكالها المتعددة والتي سيتم عرضها كالتالي :

1- **لمبات التوهج :** يرجع الفضل فى اختراعها الى العالم توماس إديسون التاسع عشر, و لقد صممت قديما هذه اللمبات بسلك الموصل من الكربون , كما وإنها كانت فارغة الهواء لتجنب احتراق سلك الموصل بالإضافة إلى عدم حدوث فقدان للحرارة الناتجة , إلا انه بعد وقت طويل من الاستعمال كان يغطى الجدار الداخلي لزجاجه اللمبة بغلاله غامقة و هذه الغلالة

تشتد عتمه شيئا فشيئا , هذا ما حدي حاليا بملء فراغ اللمبة بغاز خامل الذي يشكل غلاف على سلك النجستين , و بذلك يطول عمر التشغيل . غير إن للغاز أثرا في تبريد سلك النجستين الشديد الحرارة , الأمر الذى أدى للبحث عن وسيله للتخلص من هذا الأثر التبريدي الضار للغاز فكان فك السلك ولفه حلزونيا بدلا الذي كان مستعملا من قبل .

وهكذا فان اللمبات ذات القدرة الصغيرة تصنع بهذا الحلزون المفرد , وإما اللمبات ذات القدرات عاليه فتصنع بالحلزون المزدوج.

2- لمبات التفريغ الكهربي : اتجهت التحسينات في السنين الأخيرة إلى الاستعانة بلمبات التفريغ الكهربي في الغازات و الأبخرة المعدنية ,وذلك بإمرار تيار كهربي بين قطبين مثبتين في كلتا طرقي أنبوبه ملتوية من الزجاج و بداخلها غاز النيون و أهم أنواع هذه اللمبات كما يلي :

أ- لمبة بخار الصوديوم : تتكون اللمبة من غلاف خارجي من الزجاج يفصله عن أنبوبه التفريغ الملتوية فراغ وذلك للاحتفاظ لدرجه الحرارة بداخلها , كما تزود بأجهزة إضافية تشمل جهاز يحكم التيار و هو الملف الخانق و على مكثف لتصحيح معامل القدرة الكهربية .

و تعطى هذه اللمبة ضوءا اصفرا أحادى اللون مما يزيد من حده الإبصار و حساسية العين لفروق التباينات كما يوضح الرؤية خلال الشبورة :لذلك يفضل استعمالها لأضاءه الطرق العامة و الميادين .

ب- لمبة بخار الصوديوم : تتكون اللمبة من أمبولة زجاجيه و بداخلها أنبوبه أخرى ويزود رأس اللمبة بقطب خاص لبدء التشغيل و من المعتاد تفضيض هذه الأنبوبة الداخلية من طرفيها بالقرب من القطبين للاحتفاظ بالحرارة , كما تزود أيضا هزه اللمبة بأجهزة إضافية خاصة تشتمل على الملف الخانق و المكثف , وان لون الضوء الخارج من هذه اللمبة ابيض ضارب إلى الزرقة المخضرة مما يغير من مظهر الأشياء .

ج - لمبة بخار الزئبقي ذات الغط العالي : وهى عبارة عن أمبولة داخلها أنبوبه تفريغ زجاجيه بطرفيها قطبين كهربيين , و لكن الفرق بينها و سابقتها تبديل الزجاج العادي للمبة الأولى بزجاج خاص يسمى وود , وهو زجاج عادى مغطى بطبقه من أكسيد النيكل لذلك تسمى (بلمبات الضوء الأسود) و تستعمل هذه اللمبات في إعمال الديكور و خاصة الديكور المسرحي .

3- لمبات الفلوريسنت : يمثل ظهور لمبة الفلوريسنت مرحله هامه في الإضاءة , وتتكون اللمبة من أنبوبه من الزجاج ينتهي كل من طرفيها بغطاء ذي مسمارين و بكل غطاء قطب كهربي يركب داخل الأنبوبة ويكون بداخل الأنبوبة خليطا من غاز زئبقي و ارجون زو ضغط منخفض و تتكون من :

1- مفتاح بدء التشغيل الحراري :

وهو الذى يقفل دائرة القطبين الكهربائيين اى يقوم بتسخين هذين القطبين لمده يجب ان لا تزيد عن ثانيتين

2- ملف خانق: و فائدته ضبط قيمه ضغط التيار وقت التشغيل .

3- قد يستعمل مكثف لتحسين القدرة .

4) الخواص المميزة لمختلف أنواع اللمبات :

1- منحنى الطاقة الطيفية للضوء الخارج من اللمبة : وهو يمثل أطوال أمواج و نسب مركبات الضوء المنبعثة منها.

2- المنحنى القطبي لتوزيع قوه الإضاءة بالنسبة للاتجاهات المختلفة : و تمثل بإشكال قطاعات رأسيه لمجسمات توزيع الفيض الضوئي للمبات الكهربائية .

3- الفعالية الاضائية للمبة : ونعنى بها مقدار الفيض الضوئي الذى تتجه اللمبة من استهلاك كل وحده وات من الكهرباء و تعتبر من العوامل الهامة التي تؤخذ في الحسبان عند دراسة اقتصاديات مشروعات الإضاءة .

4- لكل لمبة مده استعمال تحدها الشركة الصانعة لها فمثلا تقدر مده الاستعمال المتوسطة للمبات التوهج 1000 ساعة إذا ما استعملت بالجهد الكهربي و قد تصل إلى 4000 ساعة تشغيل إذا ما قل الجهد 10 % , كما تقل إلى 350 ساعة إذا ما ارتفع جهد التشغيل بمقدار 10 % , وإما اللمبات بخار الزئبق 2000 ساعة في المتوسط , اما اللمبات الفلوريسنت مده بحوالي 7500 ساعة .

5- الانبعاث الحراري للمبة : جزءا من الطاقة الكهربية يتحول الى طاقه حرارية تختلف نسبها باختلاف قوه و نوعية اللمبة المستعملة .

5) المنابع الثانوية للضوء :

بخلاف لمبات الكهرباء التي تضئ مختلف الحيزات فتزيد شده استضاءة الأسطح المحيطة من أسطح العمل,إذ أنها تعكس جزءا من الفيض الاضائى الواقع عليها .

فأضاءه سطح ما تتوقف اذن على كل من الضوء الساقط عليه المنبعث مباشره من المصدر الضوئي , و كذلك على الضوء المنعكس من المنابع الثانوية.

6) أساليب الاضاءة :

الإضاءة المباشرة:
كما فى حاله استعمال لمبه توهج مركب فوقها عاكس معدني , حيث نجد كل الفيض الضوئي للمبه موجه إلى أسفل ويقع فوق سطح منضده العمل.
عمومًا يخشى من هذه الاضاءة المباشرة من الظلال الشديدة فوق سطح العمل بالنسبة للاعمال العادية : ولو أن دقيقة : مثل أعمال الحفر أو تصنيف الحروف بالمطابع حيث يساعد الظل على إظهار الحروف وبالتإلى تلافي الخطاء.

الإضاءة الشبه مباشرة:
كما في استعمال لمبه توهج مركب فوقها غطاء نصف شفاف , حيث نجد الجزء الأكبر من الفيض الضوئي للمبة يتجه إلى أسفل فى حين نجد من 15 % إلى 40% من الفيض الضوئي للمبه ينفذ من خلال الغطاء العلوى النصف شفاف وينبعث إلى اعلى , فى هذه الحاله تكون الظلال أقل شده عما فى الحاله السابقة . يصلح هذا الاسلوب من الإضاءة للحيزات الداخليه بوجه عام , حيث نجد تبانيات الضياء بين الاسطح المضاءة والاسطح الواقعة فى مناطق الظل لا تتعدى السبب المسموح بها الحوائط والأسقف بألوان فاتحة.

الإضاءة المزدوجة أو المختلطة :
كما فى حالة استعمال لمبة توهج مركب عليها جلوب من الزجاج المصنفر , حيث نجد من 40% إلى 60% من الفيض الضوئي موجه لأسفل , في حين نجد الباقي منه موجه لأعلى , تتطلب هذه الحاله _ مثل سابقتها _ أن تكون الحوائط والأسقف فاتحة اللون.

الإضاءة شبه غير المباشره :
كما فى حالة استعمال لمبه توهج مركب اسفلها غطاء نصف شفاف , حيث نجد الجزء الاكبر من الفيض الضوئى يتجه إلى اعلى , فى حين نجد الجزء الباقى الذى يمثل حوإلى نصف الشفاف اسفل اليله , هذا الاسلوب من الاضاءة ليس اقتصاديا فى حاله الحجرات ذات الارتفاع الكبير, اذ يضيع تأثير انعكاس الضوء فى الاسقف ليصل إلى سطح العمل , كما يستلزم هذا اللاسلوب من الاضاءة ان يكون سقف وحوائط الحجره فاتحة اللون حتى ينعكس الضوء عليها . واننا نجد فى هذا الاسلوب عامه ان الظلال قد تضعف , كما تقل تباينات قيم الضياء بين الاسطح المضاءه مما يريح العين.

الإضاءه غير المباشره:
كما فى حاله استعمال لمبه توهج مركب اسفلها عاكس معدنى, حيث يوجه الفيض الضوئى للمبه بالكامل لإعلى.
نجد فى هذه الحاله ان الضوء ينعكس على الاسقف والجزء العلوى من الحوائط ويستطير , فتضعف الظلال إلى حدها الادنى . يناسب هذا الاسلوب للإضاءة مكاتب العمل والفصول الدراسيه وصالات القراءه بالمكتبات للاشكال : مما يسبب الملل . لذلك فلا يفضل استعمال هذا الاسلوب وحده فى المتاحف وخاصه متاحف الفت التشكيلى المجسم, وكذا صالات الطعام ومحلات بيع المجوهرات والكريستال , مما يجعلنى نوصى باستعمال بعض اجهزه إضاءه مباشره مركزه لاعطاء الحيويه للحيزات , خاصة فى المساكن وبعض الحالات العامه .

7) تحديد المسافات بين إجهزة الإضاءة:

بالاضافه إلى الناحيه التشكيليه الناتجه والتى تحدد الذوق العام داخل الحيزات , فان وضع اجهزه الإضاءه وتحديد المسافات فيما بينها يخضع عمليا وفى المقام الاول لاستيفاء تجانس شدة الإستضاءة الواجبة على سطح العمل . تحصل هذه النتيجة إذا ما كانت المسافة بين كل لمبة وأخرى (سواء أكانت لمبة توهج أو فلورسنت) لا تتعدى بعدا يتغير تبعا لأسلوب الإضاءة المتبع . وتقدر المسافة بين كل لمبة والتي تليها كالأتي :

أولاً : في حالة استعمال أسلوب الإضاءة المباشر أو الشبه مباشرة:

– باستعمال لمبات التوهج مركبة داخل أجهزة عاكسة .

$$\frac{\text{ارتفاع اللمبة عن سطح العمل}}{\text{المسافة بين لمبتين متتاليتين}}$$

أي $\frac{ع}{م}$ عن $\frac{1}{0.7}$

- وباستعمال أجهزة إضاءة مغطاة من اسفل بلوح زجاجي مستطير للضوء .

$$\frac{1}{1.5 \leftarrow 1}$$

- وباستعمال لمبات فلورسنت مركبة داخل أجهزة عاكسة .

$$\frac{1}{1.5 \leftarrow 1}$$

ثانيًا : في حالة استعمال أسلوب الإضاءة المزدوجة:

باستعمال أجهزة إضاءة معلقة قريبة من السقف حيث يستطير ضوئها عليه ، حيث يجب ألا تزيد النسبة عن

$$\frac{1}{1.5 \leftarrow 1}$$

وباستعمال أجهزة إضاءة معلقة ليست على مقربة من السقف

$$\frac{\text{المسافة بين اللمبة والسقف}}{\text{المسافة بين جهازي إضاءة متتاليين}}$$

$\frac{ع}{م}$ عن $\frac{1}{2}$

ثالثًا : في حالة استعمال أسلوب الإضاءة الغير مباشرأو الشبه مباشرة :

باستعمال أجهزة إضاءة حيث يجب ألا تزيد هذه النسبة الأخيرة عن:

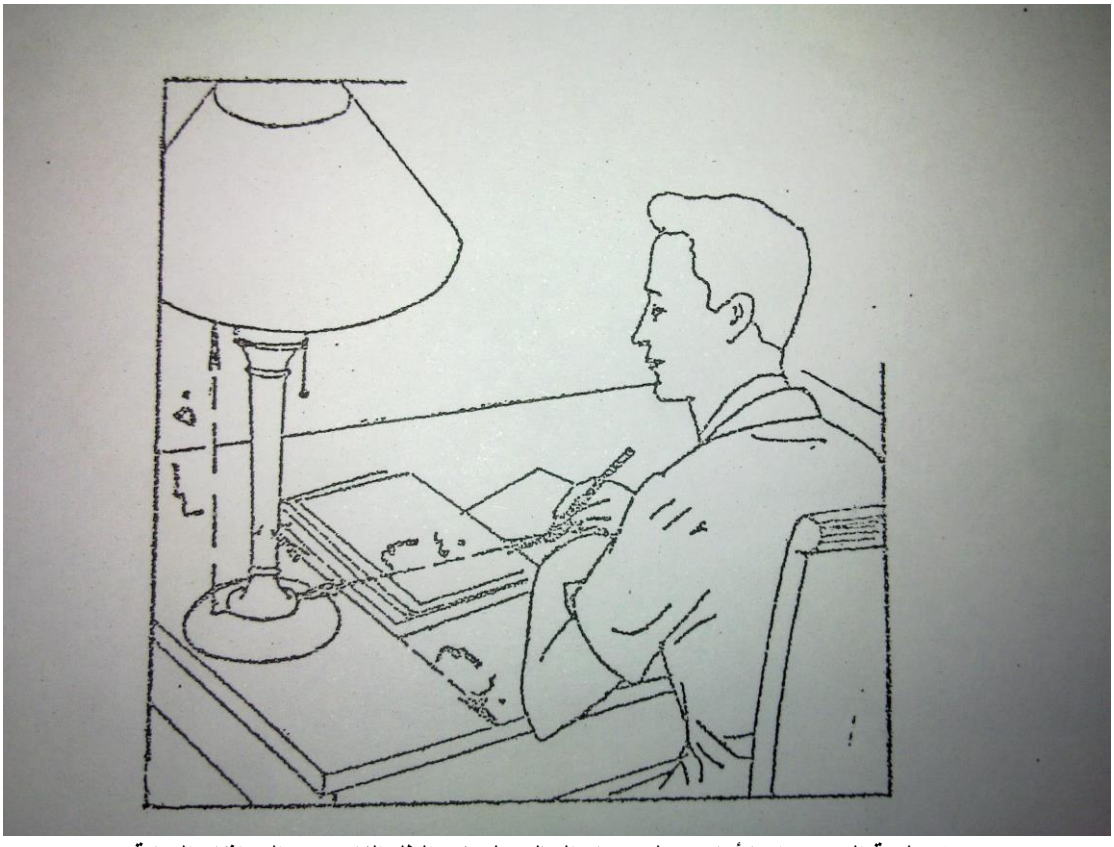
$$\frac{1}{3}$$

7) النظريات العامة لاضاءة مختلف الحيزات الداخلية:

اولا : اضاءة المسكن :-

- حجر المعيشة : يلزمها شدة استضاءة تتراوح من 200 الى 400 لوكس حيث يتنوع فيها النشاط من جلوس و سماع موسيقى أو مناقشة الى اعمال دقيقة مثل القراءة و اشغال الابرة للسيدات.
- حجرة النوم : يلزمها شدة استضاءة تتراوح من 60 الى 80 لوكس للاضاءة العامة بخلاف اضاءات محلية خاصة.
- المطبخ : يلزمه شدة استضاءة تتراوح من 20 الى 50 لوكس للاضاءة العامة بخلاف اضاءة محلية تتراوح بين 50 الى 100 لوكس فوق المنضدة التحضير و البوتاجاز و الحوض.
- الحمام : يلزمه شدة استضاءة تتراوح من 50 الى 100 لوكس للاضاءة العامة كما توجد اضاءة خاصة على جانبى المراة.
- الطرقات : يلزمها شدة استضاءة تتراوح بين 20 الى 40 لوكس لاضاءة عامة.

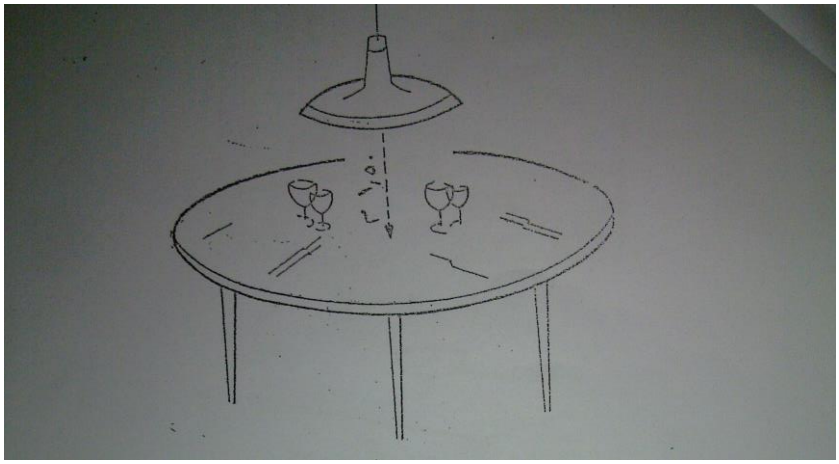
و تكون اضاءة مختلف وحدات المسكن باضاءة عامة غير مباشرة أو شبه غير مباشرة مما يعطى ضوءا هادئا و متجانسا ثم نستعين بمنابع الاضاءة المباشرة لتوفير ضوءا محلى كاف فى الاماكن حيث يقوم الانسان بمجهود بصرى دقيق.



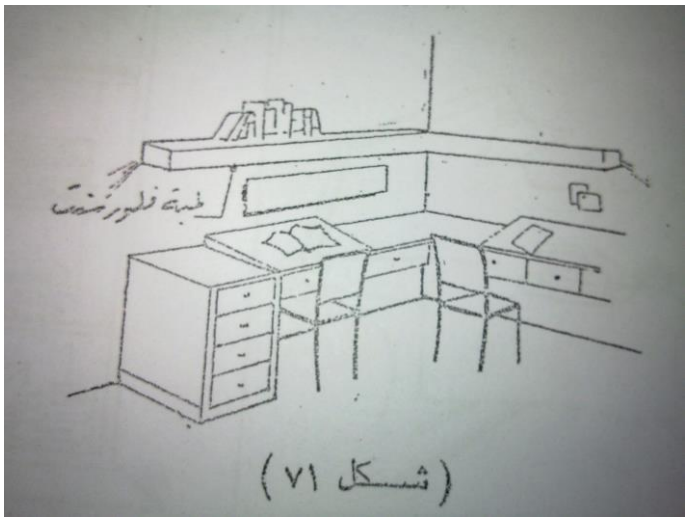
توضع لمبة المكتب دائما أمام و على يسار الجالس لتجنب الظل الناتج عن اليد اثناء الكتابة

ركن اشغال الابرة و الحياكة يكون الضوء مباشر من خلف المقعد و الى اليسار

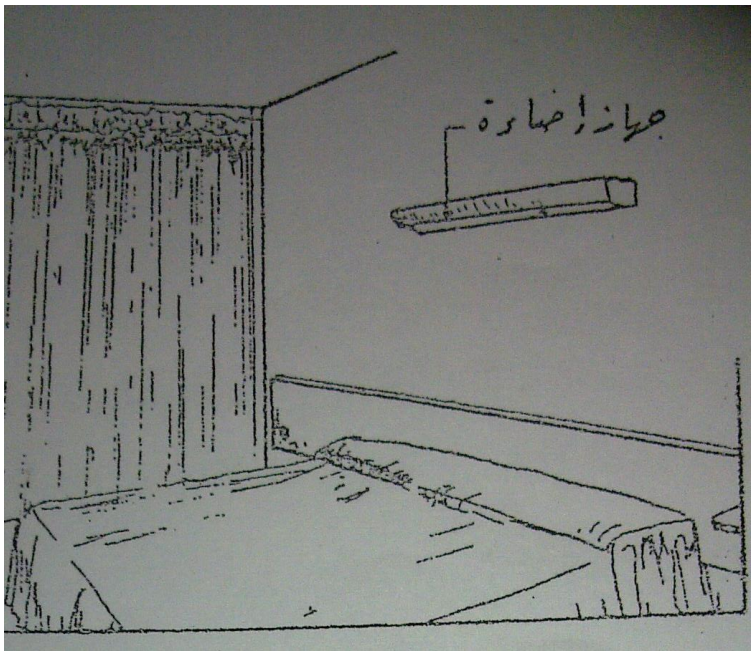
ركن القراءة يكون الضوء مباشر من خلف المقعد و الى اليسار



ركن الطعام تكون الاضاءة مباشرة فوق مركز المائدة

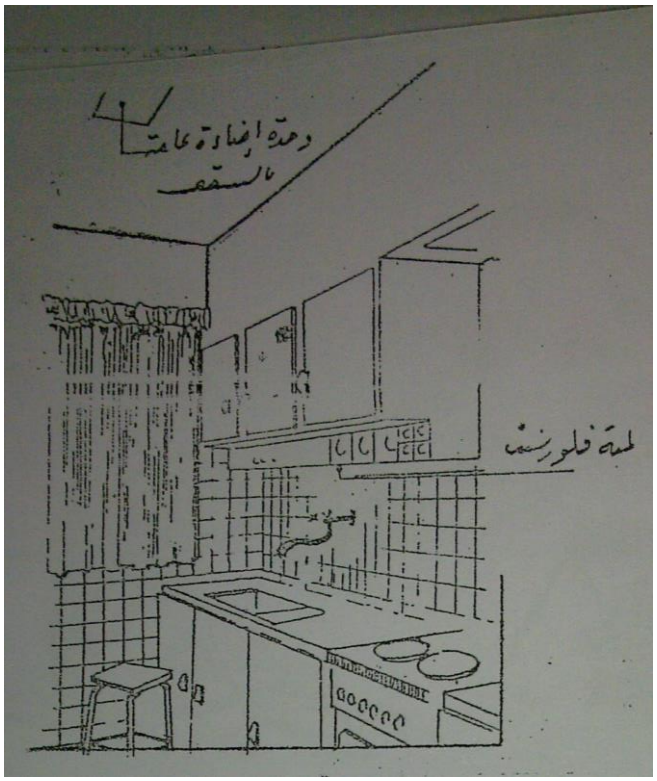


ركن مذاكرة الاطفال يفضل الوضع الثابت تجنبا لوقوع لحوادث الوقوع و التهشم

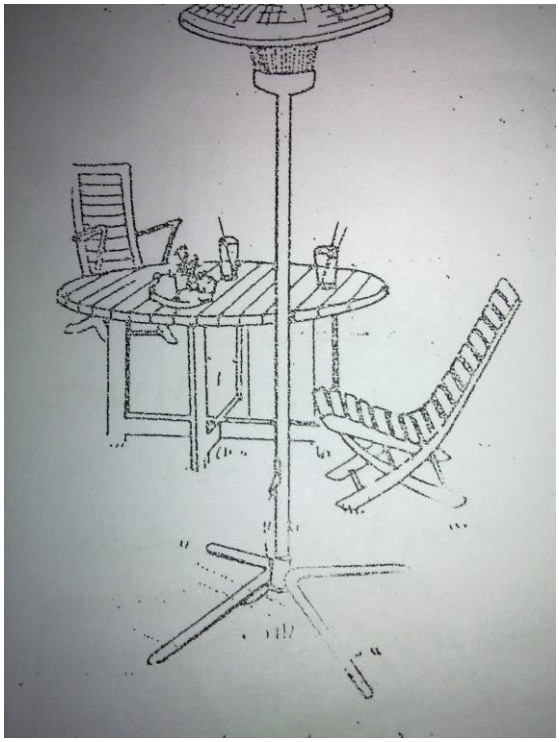


حجرة النوم تتطلب اضاءة عامة تكمل باضاءة محلية

حجرة الحمام يجب تجهيز اضاءة مباشرة على جانبى المراة فوق الحوض



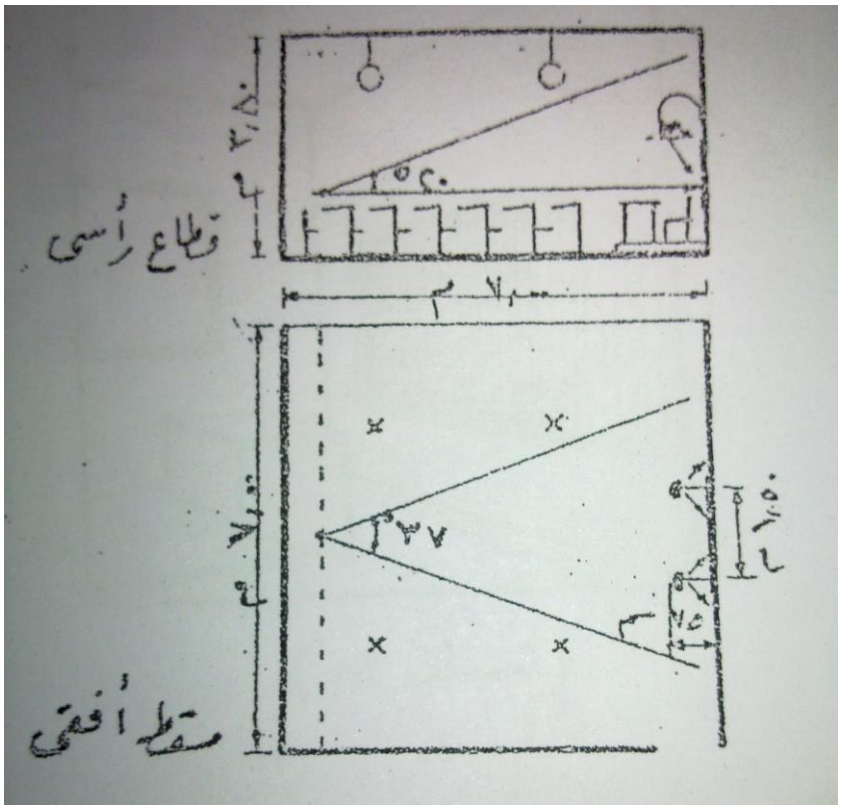
المطبخ يجب ان توجه اضاءة محلية ناحية اماكن العمل



حديقة المسكن فيوضع جهاز اضاءة متنقلة لاضاءة اماكن الجلوس ليلا

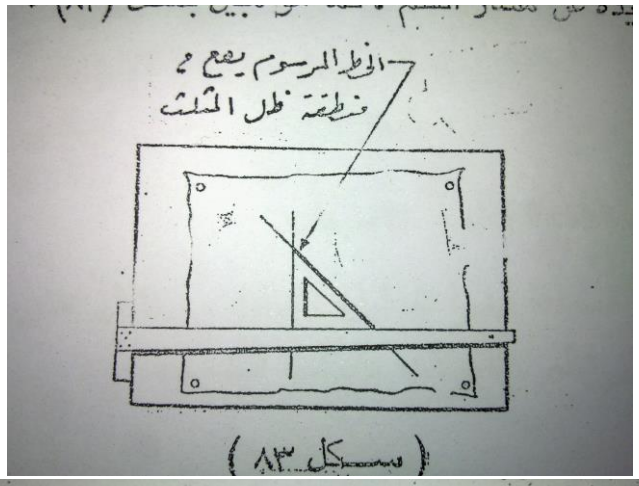
ثانيا : الاضاءة بالفصول الدراسية :-

يمكن استعمال أجهزة الاضاءة المستطيرة الضوء على ان تعلق الاجهزة خارج مخروط الرؤية .

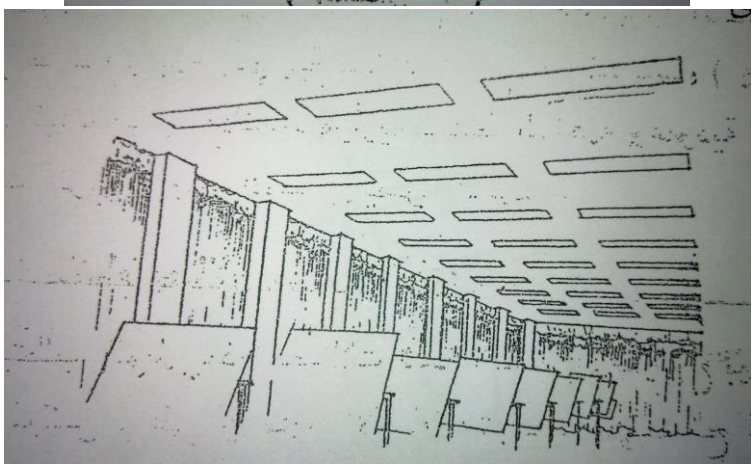


صالات الرسم :

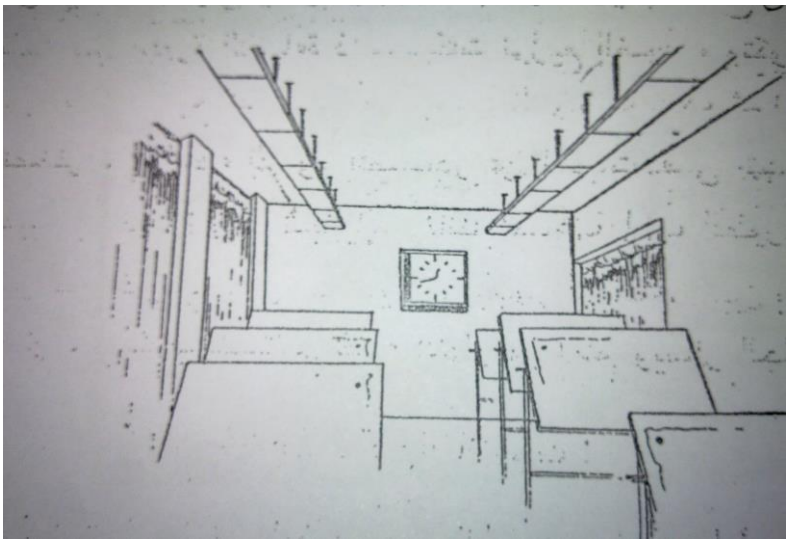
يتطلب العمل بداخلها شدة استضاءة تتراوح بين 350 الى 500 لوكس و يجب تجنب الظلال الساقطة الناتجة عن احرف المسطرة و المثلثات ولذلك يجب ان يصل الضوء من امام و يسار الجالس .



(شكل ٨٣)



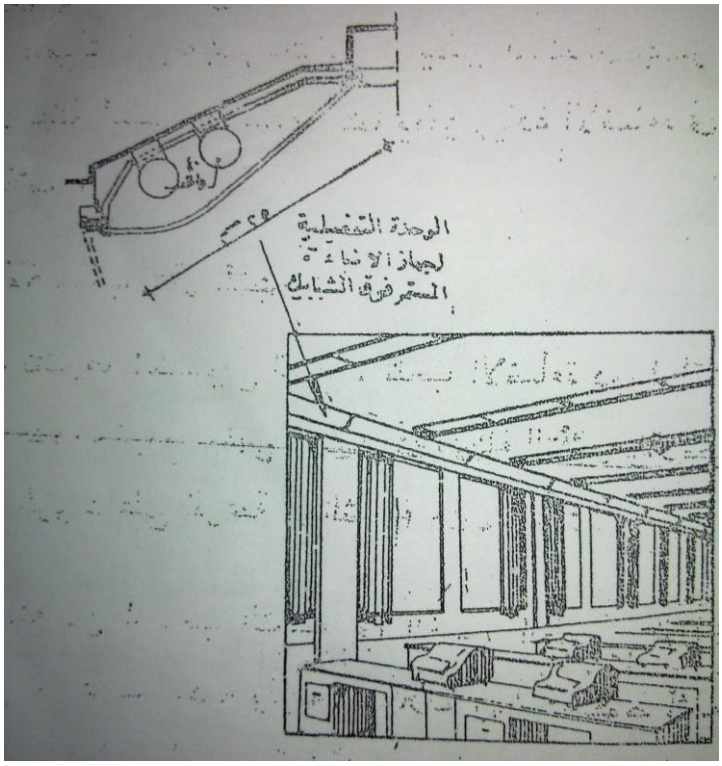
تثبت اجهزة الاضاءة عمودية على الحاءط الواجهة و موازية لمناضد الرسم



تثبت اجهزة الاضاءة موازية على الحاءط الواجهة و عمودية لمناضد الرسم

ثالثا : الاضاءة بصالات مكتب الادارة :

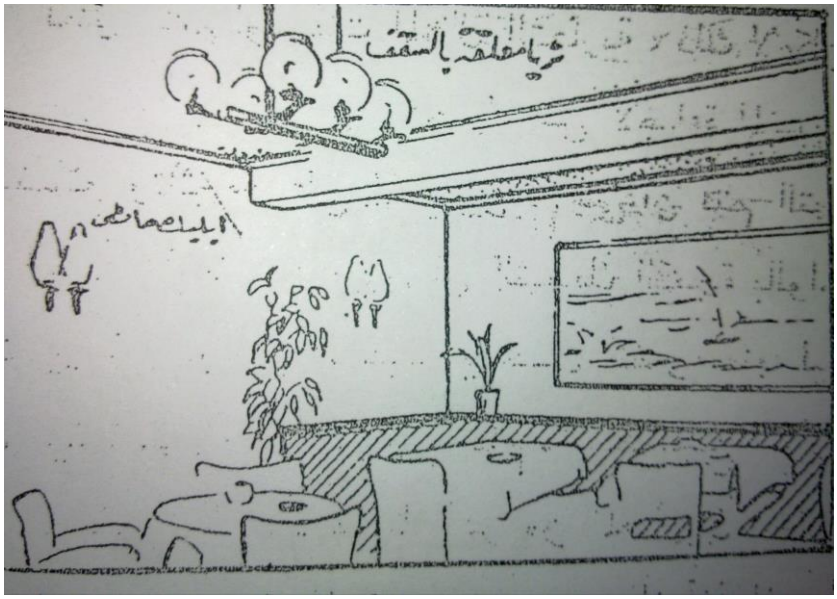
يتطلب العمل بهذه الصالات شدة استضاءة تتراوح بين 250 الى 350 لوكس و يجب مراعاة ان يكون ضوء النهار من امام و يسار الجالس.



رابعا : الاضاءة بصالات المطاعم و الكافتريات :

تلعب الاضاءة دورا تشكيليا هاما بشرط ان تكون هذه الاضاءة بيضاء حتى تظهر الماكولات بالوانها الطبيعية.

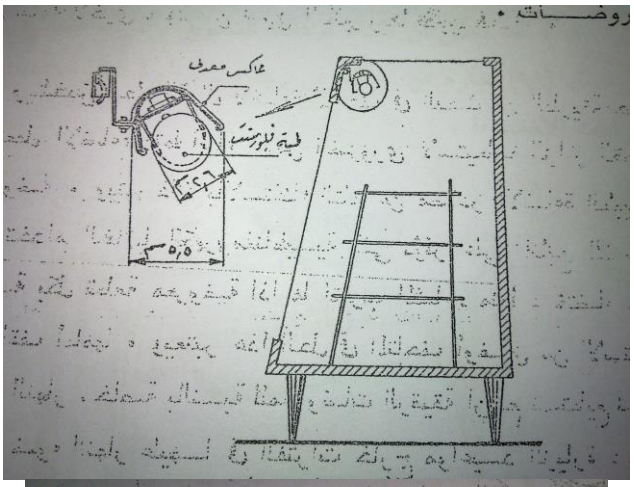
تتراوح شدة الاستضاءة من 75 الى 150 لوكس بالنسبة للاضاءة العامة التى يمكن الحصول عليها بالثريات المعلقة بالسقف بشدة استضاءة من 50 الى 100 لوكس.

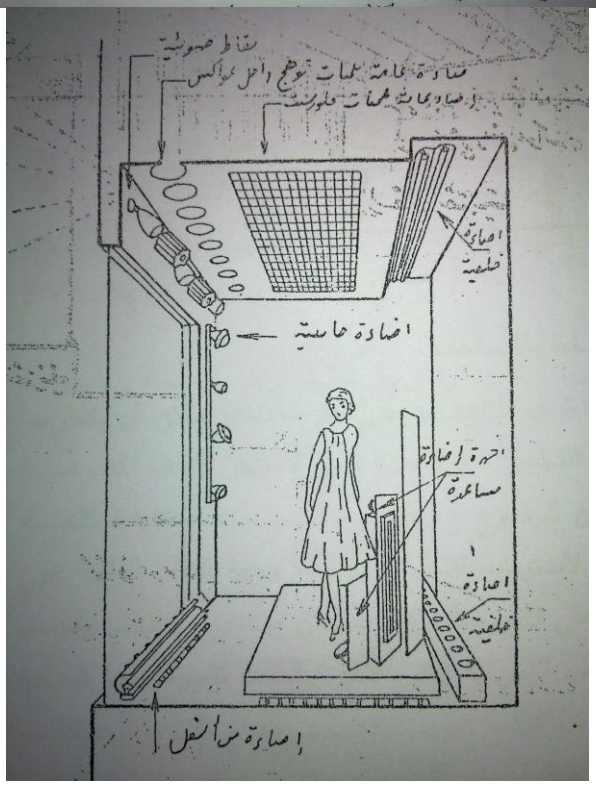


خامسا : الاضاءة بالمحال التجارية :

تلعب الاضاءة دورا هام فى تنشيط معدلات البيع فهى تساهم فى اعطاء التاثير و الانطباع الاول الذى يحث الرواد على الرغبة فى الشراء.
يجب اتباع الاتى لاضاءة المحال التجارية:

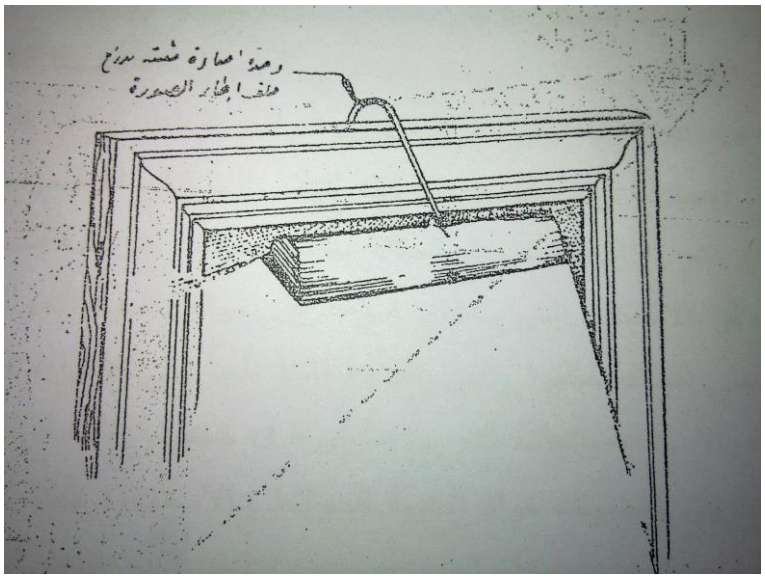
- مراعاة المرونة ما امكن فى الاضاءة حيث تتنوع مصادرها لتناسب التنوع و التغير الدائم للتقسيمات الداخلية للمحال.
- مراعاة التنوع فى اجهزة و اساليب الاضاءة خاصة للمحال الكبيرة.
- مراعاة عدم المبالغة فى اعمال التصميم الداخلى الديكور التى تجذب النظر اليها و تصرف الرواد عن استيعاب نوعية البضائع مما يقلل عندهم الرغبة بالشراء؟
- مراعاة عدم وصول اشعة الضوء الى اعين الجمهور حتى لا تسبب فى حدوث انبهار او زغللة للعين.
- الاهتمام باضاءة الفترينات الخارجية للمحال.

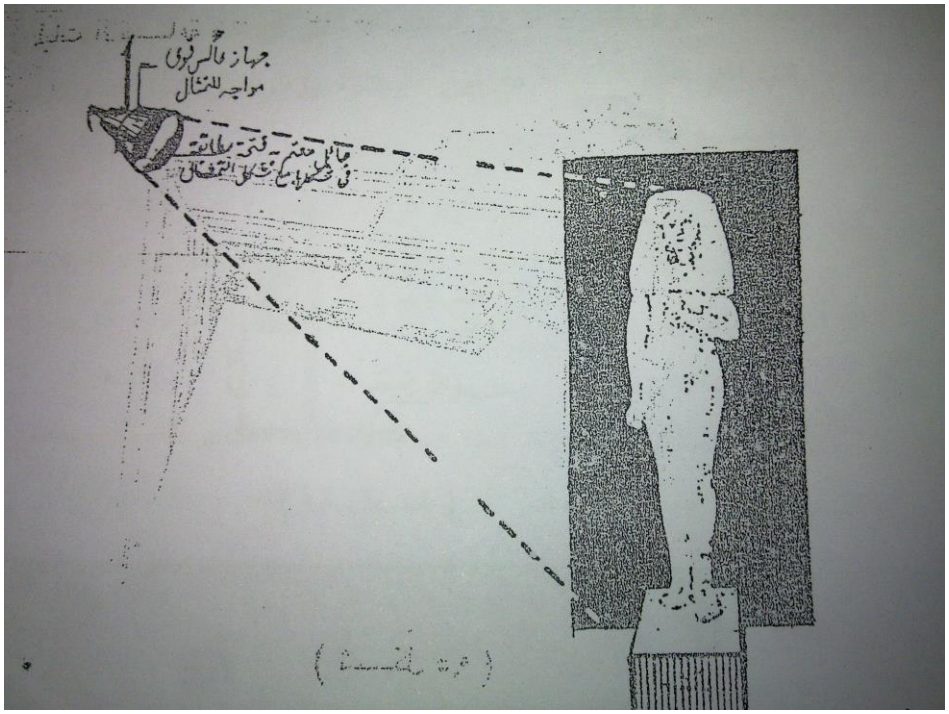




سادسا : الاضاءة بالمتاحف :

تشكل الاضاءة فى المتاحف وجهتى نظر مختلفتين يمكن ان تتعارضا بعض الشىء فى التطبيق أولاهما ضرورة اظهار التحف المعروضة باكثر ما يمكن من الوضوح و بالتالى توفير شدة استضاءة كافية على المعروضات لاستيعاب التفاصيل ,و اما وجهة النظر الاخرى فهى ضرورة الحفاظ على المعروضات التى سرعان ما تتلف بفعل الضوء.





سابعا : الاضأءه في المستشفيات :

لنتناول بالدراسه كيفيه اضاه اهم وحدات المبني : وهي حجره نوم المريض ثم صالات الفحص واخيرا صاله العمليات .

فبالنسبه لعنابر نوم المرضي يشترط عدم وضع اجهزه اضاءه داخل مجال بصر المرضي اثناء رقودهم وتكون شده الاستضأه بالنسبه للاضاءه العامه 60 لوكس وبالاضافه الي اضأءه محليه فوق سرير المريض بشرط الا تضايق هذه الاجهزه المرضي الاخرين بالحجره كما تصميم اجهزه الاضاءه اللمبات داخلها لامكان الاستغناء عن بعضها جهاز اضأءه يثبت علي الحائط فوق كل سرير علي ارتفاع 1.80 متر من ارضيه الحجره بداخلها لمبتان فلورسنت (800ليومن – 20 وات) احداهما علي الاضأءه الغير مباشره واما السفليه فللاضاءه المباشره .

كما يمكن استعمال الجلو ب الزجاجي المخروطي القائم بدلا من الجلوب الكروي الذي يخشي من تراكم الاتربه فوقه كما يظهر من نفس الشكل كيفيه دويله اللمبه السهاره الذي يفضل استبدالها بجهاز كالميبين سابقا و لاضضاءه صالات الفحص تلزم شده استضأءه علي منضده الفحص تتراوح من 250 الي 500 لوكس حسب درجه الاهميه .

واما بالنسبه لصالة العمليات فتلزم شدة استضاءه تتراوح من 250 الى 500 لوكس للاضاءه العامه مع تجنب الاشعاع الحراري وللعمليات تستعمل اللمبه المركزيه جيث يتراوح قطرها من 8. الى 1.5 متر وهي عباره عن مجموعه من اللمبات القويه ذات المرايا العاكسه التي توفرمجتمعه شدة استضاءه تتراوح من 2000 الي 5000 لوكس فوق سطح المنضده وتتمير هذه اللمبهالمركزية بامكانية توجيهها كما انها لا تسبب ظلال ناتجه من يد الجراح اثناء اجراء العمليات كما انها لا تسبب اي اشعاع حراري

ثامنا : الاضاءه بالورش والمصانع :

تتم الاضاءه الصناعيه داخل عنابر الورش والمصانع تبعا لظروف العمل مع مراعاه ظروف العمل مع مراعاه تاثيرها الفسيولوجي والسيكلوجي علي العامل الذي ربما ينجز عمله في ظروف غير عاديه

وعامه تتم الاضاءه داخل العنابر والمصانع باضاءه عامه بشده استضأءه تتراوح من 200 الي 300 لوكس علي ان تكمل باضاءه محليه مباشره وموجهه تبعا لحاجه العمل .

بالنسبه للعنابر حيث الجو محملا بالاتربه او الدخان او مشبعا بالبخار يجب الوضع في الحسبان امتصاص الفيض الضوئي الناتج عنها وبالتالي الاخذ في الاعتبار نسبه الانخفاض في شده الاستضاءه علي سطح العمل مما يجب عمل التجارب اللازمه لتحديد نسبه زياده شده الاستضاءه التي قد تصل الي الضعف.

كما يجب زياده شده استضاءه في الحالات الاتيه :

داخل العنابر حيث يتطلب الانتاج سرعه العمل او رؤيه اجزاء من الماكينات دائمه الحركه اذا ما استلزم العمل انتياه وتعمق زائدين مما يتطلب معه الغاء اي تعب او اجهاد وفي جميع الحالات يجب تجنب حدوث ظلال الساقطه علي اماكن العمل وخاصه نتيجه حركه اجزاء الاله مما يجهد بصر العامل وربما يسبب له حدوث مخاطر.