متغيرات الاضاءة واثرها في الإدراك والراحة البصرية في التصميم الداخلي

د. فوزي إبراهيم المشهداني
م.م. علاء الدين كاظم الإمام

متغيرات الاضاءة واثرها في الإدراك والراحة البصرية في التصميم الداخلي

الفصل الأول

١-١مشكلة البحث :

يمكن صياغة مشكلة البحث الحالي بشكل سؤال وكما يأتي:

س/ ما مدى امكانية السيطرة على متغيرات الاضاءة في الفضاءات الداخلية للمؤسسات العامة والخاصة والمتمثلة بـ (التباين ونسبة الاضاءة والسطوع ووقت الرؤية ودرجة الانعكاس) وتأثير ذلك في عملية الادراك البصري المقترن بالراحة البصرية.

١-٢ أهمية البحث والحاجة إليه :

١. تتجلى أهمية البحث بوصفه عاملاً مساعداً لطلبة فرعي التصميم الداخلي والصناعي في كلية الفنون الجميلة من خلال تأمين مصدراً يناقش هذه المشكلة ويجد حلولاً لها.

١-٣ هدف البحث:

يهدف البحث الى:-

*تغطية الافاق الهندسية لمتغيرات الاضاءة في المؤسسات العامة والخاصة والمتمثلة بـ (التباين ونسبة الاضاءة والسطوع ووقت الرؤية ودرجة الانعكاس) وتأثيرها في عملية الادراك البصري المقترن براحة الرؤية للمستخدمين.

١-٤ حدود البحث:

يتحدد البحث الحالي بما ياتي:

- الحد الموضوعي:

دراسة متغيرات الاضاءة المؤثرة في الادراك البصري من خلال التباين ونسبة الاضاءة والسطوع والانعكاس الضوئي في الفضاءات الداخلية للمؤسسات العامة والخاصة.

- الحد المكاني:

يشتمل هذا الحد جميع الفضاءات الداخلية للمؤسسات العامة والخاصة بوصفها تشترك في توافر وحدات الاضاءة ضمن مفرداتها التكوينية.

- الحد الزماني: ٢٠٠٥ – ٢٠٠٦م.

الفصل الثاني

الاطار النظري

٢-١ كمية الاضاءة:

ربما يكون المتغير الاكثر اهمية والمرتبط بعلاقة مباشرة بأفاق الاضاءة هو كمية الاضاءة التي يحتاج اليها الانسان للقيام بمختلف الفعاليات والنشاطات الحركية. ومن هنا يتبادر الى الذهن سؤال ذو اهمية له علاقة بتحديد نسب الاضاءة الملائمة لجهد معيّن للرؤيا اذ على اي اساس او مستوى يمكن قياس او اجراء اختيار لتحديد الاضاءة؟

٢-٢ مقياس مستويات الاضاءة الكامنة:

بذلت في السنين الماضية جهود واسعة ملحوظة في دراسة مستويات الاضاءة من قبل مجموعة مختصين امثال Luckiesh و Tinker Blackwell[١] إذ قدم هؤلاء بحوثا علمية لمستويات الاضاءة استعملت فيها مقاييس مختلفة وعلى مستويات عدة نذكر منها:

٢-٣ المستوى الحرج:

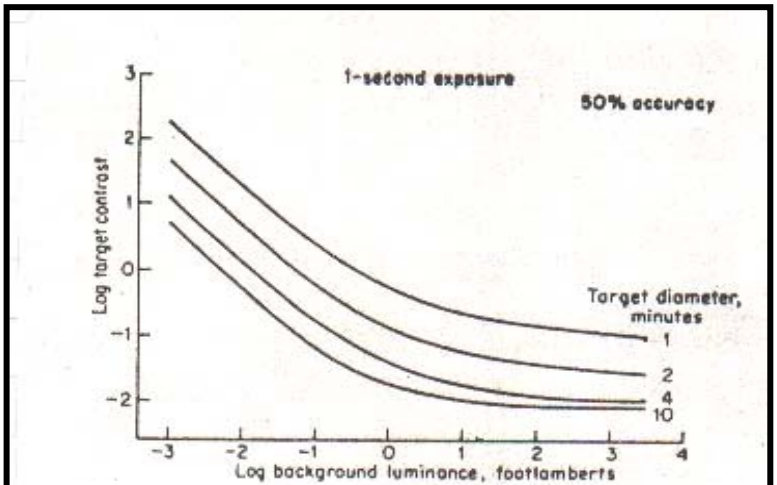
كما وصفه Tinker هو مستوى الاضاءة الذي بدونه لا نستطيع رؤية الاشياء، كما داب Tinker وBlackwell على وضع نظام رؤية معين لقياس الوضوح يدعى بنظام مقياس الجهد المرئي (V.T.E)[٢] كما تنبغي الاشارة الى ملاحظة تاريخية مفادها ان هناك خلافات واضحة حول ابحاث الاضاءة بصورة خاصة حول المقياس الدقيق لمستويات الاضاءة، وهذه الخلافات قد سويت في السنين اللاحقة من قبل جمعية مهندسي الاضاءة (I.E.S)[٣] التي تبنت تاسيس مستويات الاضاءة على وفق طريقة طورها Black Well تضمنت استخدام الـ(V.T.E) .

٢-٤ أبحاث Black Well المتعلقة بالرؤية:

بالنظرة لاعتماد جمعية (I.E.S) لأبحاث Black Well أساساً لتحديد مستويات الاضاءة الداخلية لذا ينبغي الوقوف على هذه الابحاث ومعرفة مدى نجاح نتائجها وفق التجارب التي أجريت بهذا الخصوص.

٢-٤-١ تجارب المختبر ونتائجها:

امتازت ابحاث Black Well بدراسة مقاييس الرؤية لدى الإنسان وتألفت أبحاثه المختبرية، من مكعبات بيضاء مضيئة من احد جوانبها، اذ تمرر على شاشة شفافة بمستويات اضاءة متغيرة من ٠.٠٠١ الى ٨٠٠ F.L (Footlamberts)[٤] الهدف المراد رؤيته يتألف من قرص ضوئي يمكن اظهاره على الشاشة، اذ يختلف حجم القرص وتباينه مع الخلفية ووقت العرض. وهناك قرص اخر يعرض على الشاشة خلال اربع فترات زمنية، كل فترة من الفترات الاربع تبدا بصوت منبه في بداية كل جولة ثم يشغل عداد زمني في بداية المرحلة. (2: p311, 1993) والمخطط (١) يبين مجموعة اهداف بحجوم مختلفة والعلاقة بين الاضاءة والخلفية، والتباين بين الخلفية وقرص الهدف اذ تحتاج الى ٥٠% من الدقة لتحديد القرص ولتحديد القيم التي تصل الى دقة ٩٠% من قيمة التباين وبضرب النتيجة 2x يمكن ان ندرك بدايات نظام توحيد بيانات تحدد احتياجات الاضاءة لمختلف الجهود .. وقبل متابعة تفاصيل اخرى فان هنالك افاقاً إضافية للبحث تتناول كيفية التعامل مع ظروف الرؤية المستقرة ضد ظروف رؤية متحركة (ديناميكية) ولدراسة الظروف المتحركة (الديناميكية) تم بناء حقل جهد اصطناعي يتالف من عجلة بقياس ٧ أقدام مزدوه بخمسين صحيفة دائرية قطرها ٤ انجات تحتوي بعض هذه الصفائح نواقص او عيوباً الغاية منها تحديد الاقراص التي فيها نقص في اثناء دوران العجلة، ومقدار الإضاءة يختلف بشكل منظم حسب نوع الاختبار بطريقة لا يمكن للبحث الحالي تغطيتها لاتساع شرحها. اذ كان من الممكن تزويد قيمة عامل الاضاءة بصورة تجعل من الممكن مساواة متطلبات الرؤية بالأهداف الثابتة والمتحركة. وعلى اساس البيانات الحديثة نجد ان عامل الاضاءة هنا مقداره ٦.٦٧ وهذا يعني رؤية مماثلة للأهداف المتحركة التي سوف تحتاج الى ضوء يساوي نفس حجم المادة المراد اختبارها بتباين ٦.٦٧/١ من الحالة المستقرة في المختبر.



Relationship between luminance of the background and contrast required for 50 percent accurate discriminability of targets of different sizes.

مخطط (١)

ومن الجدير بالذكر إن Black Well اكتشف قاعدة السعة المرئية المتقدمة. إذ قام بدراسات مختلفة لتثبيت العين. اشارت هذه الدراسات انه في ظروف اعتيادية يكون معدل التثبيت المرئي للعين البشرية ١/٤ -١/٥ ثانية تقريباً. ومثل هذه التثبيتات تعطي اهمية لفكرة الامتصاص الضوئي الذي يمكن ان يكون مرتبطاً بعامل الزمن فان ١/٤ – ١/٥ امتصاص ضوئي في الثانية في ظروف تثبيت الرؤية الضوئية الاعتيادية وزيادة الامتصاص بالثانية الواحدة اكثر من ذلك فان التباين يزداد وتحصل زيادة في الرؤية. (4: p252: 1967).

٢-٤-٢ مقارنة بين الرؤيا الحقيقية والرؤيا المختبرية

ان الفروق بين الرؤيا الحقيقية والرؤيا المختبرية تقودنا الى اشتقاق فروق مختبرية إذ يعني أن هناك علاقة (جسراً) بين بيانات المختبر المكثفة من ناحية واستخدام بيانات قياسية من الناحية الاخرى. وهذه الفروق كما هي مبينة في مخطط (٢) توضح العلاقة بين مصدر الاضاءة (المضيء) الخلفية والتباين، وبين الهدف المراد رؤيته والخلفية المطلوبة التي قد تصل الى قيمة وضوح ٩٩% من الدقة.

وهناك عامل ميداني قيمته ٦.٦٧ وبسعة رؤيوية لخمسة امتصاصات بالثانية والجسر في كل الأحوال يحتاج إلى عملية أخرى مساوية للجهد المرئي المرغوب في تحديد مستويات الاضاءة القياسية مع جهد الرؤية المختبرية وهذه البيانات موضحة في المخطط (٢).

Table 14-3 Illumination Standards Recommended by the IES for Several Selected Types of Situations and Tasks

Situation or task	*Recommended illumination, fc*
Assembly:	
Rough easy seeing	30
Rough difficult seeing	50
Medium	100
Fine	500
Extra fine	1000
Machine shops:	
Rough bench and machine work	50
Medium bench and machine work	100
Fine bench and machine work	500
Extra-fine bench and machine work, grinding—fine work	1000
Storage rooms or warehouses: Inactive	5
Offices:	
Cartography, designing, detailed drafting	200
Accounting, bookkeeping, etc.	150
Regular office work	100
Corridor, elevators, stairways	20
Residences:	
Kitchen, sink area	70
Kitchen, range and work surfaces	50

SOURCE: Examples selected from *Illuminating Engineering* [46, pp. 425–432].

مخطط (٢)

إذ يمكن الحصول عليه بوساطة مقياس الجهد المرئي (V.T.E) وبهذا الجهاز يمكن فحص المادة بالجهد المرئي اذ تعرض على جهاز مسيطر في ظروف اضاءة معينة، والتباين في هذا الجهد يقلل بوضعه تحت ضوء براق وكلما ازدادت التفاصيل بدأت بالاختفاء، وتتلاشى الرؤية بعملية تعويضية بجهاز رؤية آخر فان رؤية الجهد تتم مساواتها بالظروف القياسية بوساطة قرص هدف لمدة ٤ دقائق . والخطوة التالية في تحديد الاضاءة المطلوبة لرؤية القرص تحت ظروف الرؤية الميدانية وباستعمال المصدر الضوئي المطلوب لرؤية المادة المراد رؤيتها سابقا. (1: p. 372: 1980)

٢-٤-٣ تحديد مستوى الاضاءة المطلوبة:

ان التجربة المذكورة انفا واستخدام مقياس الجهد المرئي(V.T.E) يزودانا بقاعدة تحديد مستويات الاضاءة لمختلف الجهود ولكن لا ترفدنا بخطوات ملائمة لذلك بوصف النظام يحتاج الى عدد من المعالجات . وربما يتساءل البعض هل هناك تحديد عند الاستخدام العام في عدد من الدراسات المرادفة التي فحصها Blackwell ؟. هنالك أدلة أخرى تشير إلى تقويم الجهد المرئي في تحديد المصاعب التي تنحرف مع ظروف الرؤية في الحياة الواقعية في مقارنة اجراها Blackwell اذ ان هنالك درجة عالية من التطابق سجلت بين حساسية المختبر والجهد الميداني الصناعي كما هو مبين في المخطط (٣).

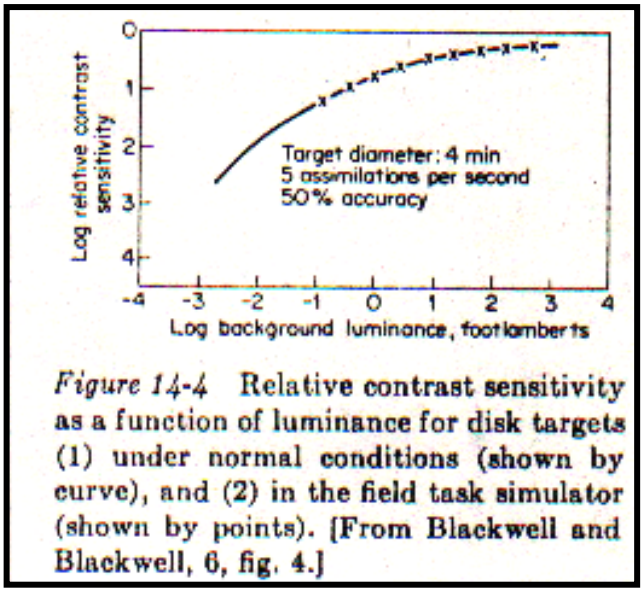


Figure 14-4 **Relative contrast sensitivity as a function of luminance for disk targets (1) under normal conditions (shown by curve), and (2) in the field task simulator (shown by points). [From Blackwell and Blackwell, 6, fig. 4.]**

مخطط (٣)

إذ تتناسب حساسية التباين النسبية عكسيا مع اقل كمية من التباين المطلوب لتحديد البداية ، وعلى هذا الاساس ويمكن تلخيص كمية الاضاءة على الرؤية لعدة جهود رؤية بمنحني مفرد يرتبط بحساسية التباين وخلفية الجهد المرئي. ولتحديد هذه النهاية فان مجموعة فقرات من مصاعب الرؤية أسست بوساطة معهد أبحاث الإضاءة الهندسي (3: p.422:1967) وكما هو مبين في جدول (٤) وهذه تعبر عن شكل دليل الوضوح في (Footlamberts) ، وعلى اية حال فهي تعبر عن الوضوح لمعدل انعكاس المادة المراد رؤيتها .

وتحدد متطلبات الاضاءة بالخطوات الاتية:

١. اختبار اكثر جهد رؤيا صعوبة ومقياس معدل انعكاسها.

٢. اختبار جهد مميز للوحدة التي هي اكثر مقارنة للجهد المطلوب وتحديد المضيء المطابق (Footlamberts) من الجدول (٤).

٣. تقسيم مستوى الجسم المضيء بمعدل الانعكاس للجهد المطلوب لتحديد معدل الجسم المضيء المطابق.(3:p.380:1967)

Category of seeing task	Guide brightness, fL	Footcandles for specified reflectance conditions		
		90%	50%	10%
A. Easy	Below 18	Below 20	Below 36	Below 180
B. Ordinary	18–42	20–45	36–84	180–420
C. Difficult	42–120	45–133	84–240	420–1200
D. Very difficult	120–420	133–455	240–840	1200–4200
E. Most difficult	420 up	455	840	4200

SOURCE: Adapted from *Illuminating Engineering* [46, p. 422].

جدول (٤)

460 Environment

have been many laboratory studies of visual performance, oddly enough there have been relatively few documented studies of actual work performance under various levels of illumination. The results of a few such surveys are given in Table 14-4. In each case the change in ill· ination

Table 14-4 Results of Surveys Showing the Change in Work Output Following Improvement of Illumination of Work Areas

Type of work activity	Illumination, fc		Change in work output, %	Source
	Original	New		
Metal-bearing manufacturing	4.6	12.7	15	Luckiesh and Moss [26]
Steel machining	3.0	11.5	10	Luckiesh and Moss [26]
Carburetor assembly	2.1	12.3	12	Luckiesh and Moss [26]
Iron manufacturing	0.7	13.5	12	Luckiesh and Moss [26]
Buffing shell sockets	3.8	11.4	9	Luckiesh and Moss [26]
Letter sorting	3.6	8.0	4	Luckiesh and Moss [26]
Piston-ring manufacturing	1.2	6.5	13.0	Magee, as described by Luckiesh [22]
	1.2	9.0	17.9	
	1.2	14.0	25.8	
Inspecting roller bearings	2.0	6.0	4	Hess and Harrison [16]
	2.0	13.0	8	
	2.0	20.0	12.5	
Iron-pulley finishing	0.2	4.8	35	Viteles [38, p. 301]
Spinning	1.5	9.0	17	Viteles [38, p. 301]
Weaving worsted cloth	13.3	29.0	5.3	Weston [39]
Spinning wool yarn	11	42	9.6	[44]
Weaving automobile cloth	14–17	32	4.7	[44]
Card punching	28	49	6.7	[43]
Mail handling (Richmond Post Office)	10	45–50	8.0	[40]

وقد قدمت جمعية مهندسي الاضاءة (I.E.S) مجموعة توصيات على مستوى النوعية والكمية تعتمد على تطبيق الخطوات المذكورة انفا، حيث طبقت في مجال التصميم الداخلي والصناعي وكما هو مبين في الجدول (٥).

جدول (٥)

وبالرغم من خطوات جمعية مهندسي الاضاءة(I.E.S) واعتمادها التوصيات النوعية والكمية لاشتقاق الإضاءة القياسية

لمختلف الاغراض والنشاطات التي درست بشكل مكثف ابحاث العالم Blackwell ، لا تزال هنالك بعض المواصفات وبعض الفحوص في هذا المجال غير متفق عليها، على سبيل المثال بعض التوصيات الحديثة هي اعلى من التسويات القياسية السابقة وربما تتناقض مع بعض البحوث العلمية كبحوث (Tinker) على افتراض ان الاضاءة تضعف بتقليل او كتم الانحدار المرئي للكثافة المادية المراد رؤيتها. وبتعبير آخر المستويات العالية من الاضاءة ربما تميل إلى تقليل الفروق بمواصفات المادة وذلك بتقليل الظل (Shadow) لتشخيص مواصفات الشيء وهنا يمكن القول بان شكل دليل الوضوح (Footlamberts) يظهر بصورة اقل.

فضلا عن ذلك فان الأشخاص ذوي القدرة الرؤيوية الضعيفة كالمسنين، تكون درجة الرؤية عندهم اقل من الاشخاص الاعتياديين، ولتقليل هذا الفرق في الرؤية ينبغي زيادة الاضاءة ووضع معادلة لحساب كمية الضوء بالنسبة للمسنين.

٢-٥ مستويات الاضاءة في النشاطات العملية:-

هنالك بعض التطبيقات في مستويات الاضاءة تتباين حسب جهد العمل المراد القيام به وبعض المعايير الشخصية للمتلقين من ناحية الجهد والصعوبة في تفريق هذه المادة (كالحجم، والتباين والحركة.. الخ) وبالرغم من ان هناك دراسات مختبرية على انجاز الرؤية فان هناك دراسات قليلة نسبيا في انجاز الرؤية تحت ظروف مختلفة في الاضاءة. ونتائج بعض هذه الدراسات في جدول (٥).

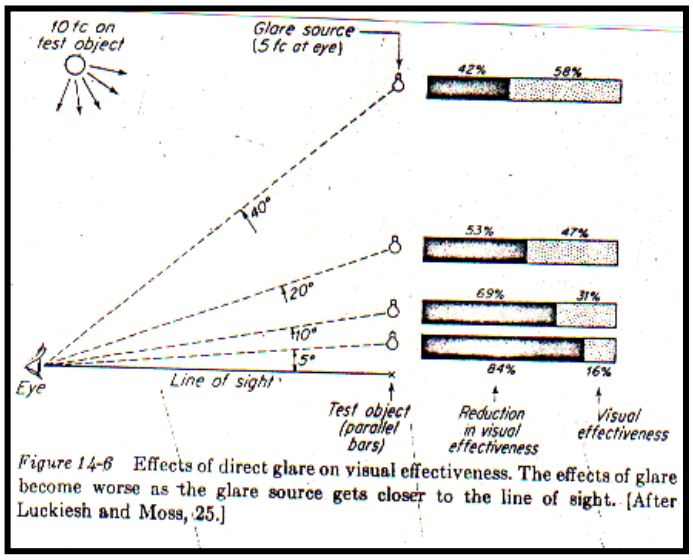
اذ تتباين النتائج بحسب طبيعة المتغيرات فان الاضاءة في مخزن البناء قد زيدت من (F.L 20-5) باستخدام التوليفة من مصباح زئبقي ومصباح حراري ومن ثم جرى طلاء الجدران الداخلية للمخزن لغرض الحصول على اضاءة افضل ونسبة إضاءة أعلى إذ نقصت الحوادث بهذا المخزن من ٣٢%- ٢١% اي مجموع انخفاض مقداره ٤٣% من الحوادث .(4: P. 435:1967).

٢- ٦ السطوع Glare :-

يمكن الحصول على السطوع بواسطة البريق في مجال الرؤية. والذي يكون اكبر قيمة من الاضاءة التي تعتاد عليها العين لدرجة ان ينتج عنها الازعاج وعدم الراحة او ان يتم فقدان الرؤية . والسطوع المباشر يتسبب بوساطة مصدر الضوء المتقاطع مباشرة مع مجال الرؤية إذ ينعكس عن الاشياء اللماعة او البراقة التي تعكس الضوء الى العين. وأكثر البحوث التي لها علاقة بالسطوع تهتم بالسطوع المباشر، وبالأخص إيجاد ظروف ترفد المتلقي بمستويات اضاءة باقل سطوع ممكن.

٢- ٦-١ تاثير السطوع على عملية الرؤيا:-

كما مبين في نتيجة الدراسة التي عرض فيها الهدف المراد رؤيته على مصدر سطوع ١٠٠ واط داخل مصباح تنكستن في مختلف الواجهات وبمجال الرؤية. ويتكون الهدف المرئي من قضبان متوازية وباحجام مختلفة اذ تتباين هذه القضبان ويكون مصدر السطوع مختلفاً بالموقع من خلال خط الرؤية المباشرة وتقع تلك الاماكن على درجة ٥ ، ١٠، ٢٠ ، ٤٠ مع خط الرؤية كما في شكل (٦) اذ يكون تاثير السطوع على عملية الرؤية فيه كنتيجة على تاثير الرؤية الممكنة بدون مقدار سطوع ، حيث انه يمكن رؤيتها فيه بمصدر سطوع بمقدار زاوية ٤٠ والتأثير المرئي ٥٨% وقد امكن تقليله الى ١٦% عند زاوية ٥.(1:p.319:1980)



جدول (٦)

Figure 14-6 Effects of direct glare on visual effectiveness. The effects of glare become worse as the glare source gets closer to the line of sight. [After Luckiesh and Moss, 25.]

٢- ٦-٢ السطوع وراحة الرؤية :-

إن عملية السطوع تؤدي الى عدم الراحة في الرؤية وهي سببا مهما في الازعاج البصري. وفي هذا الاتجاه هناك عدد من البحوث قدمت في العقود الماضية ترتبط بعملية السطوع ومدى تاثيرها على الحساسية للمواد وعدم الراحة البصرية واكثر هذه البحوث تم أجراؤها في قسم الانارة في الشركة العامة للكهرباء في مدينة (كالتلاند – ولاية اوهايو).

وكنتيجة لهذه البحوث فان مهمة جمعية التوصيات للنوعية والكمية (I.E.S) قد تبنت مقياسا لتحديد عدم الراحة في السطوع (D.G.R)[٥] لمواد الإضاءة واستنتاج تقريبي لحظة مواقع الانارة الداخلية ويتضمن في هذا المجال ملاحظة الحد الفاصل بين الراحة الرؤيوية وعدمها. (3:p.17:1967)

٢-٦-٣ اشتقاق معدلات عدم الراحة للسطوع (D.G.R):-

إن حساب معدلات عدم الراحة للسطوع (D.G.R) تعد في حد ذاتها متعددة الأغراض والنتائج المتباينة لتهيئة جداول السطوع لنوع معين من المواد المضيئة او لاشتقاق معدلات استنتاجية في تصميم الإنارة (وعلى الرغم من اننا سوف لن نتطرق إلى التفاصيل الدقيقة للعملية الاشتقاقية) الا انه من المفيد ان نعرف المتغيرات المؤثرة على راحة الرؤية كحساب علائقية وحدات الانارة باجهزتها الموقعية والتي يمكن ان تؤثر على راحة الرؤية وكالاتي:

١. شكل الغرفة وحجمها.
٢. السطوح الانعكاسية للغرفة.
٣. مستوى الاضاءة.
٤. نوع المضيء (مصدر الاضاءة) والحجم والتنويع.
٥. عدد مصادر الاضاءة ومواقعها.
٦. مواد الاضاءة للمكان المراد اضاءته
٧. موقع الرائي وخط الرؤية
٨. الأجهزة والأثاث.

٢-٦-٤ كيفية حساب معدلات عدم الراحة للسطوع (D.G.R):-

إن حساب معدلات عدم الراحة للسطوع (D.G.R) لاي اضاءة معينة تعتمد بشكل رئيس على اشتقاق دليل الحساب لكل مصدر (M) كما في المعادلة :

$$M = lsq / pf$$

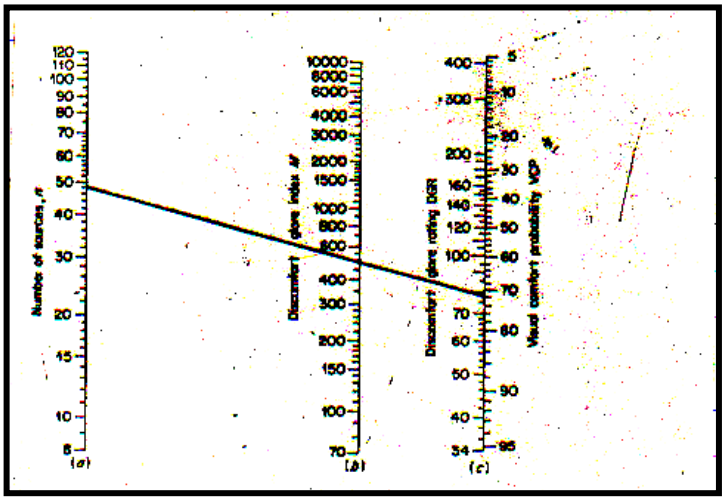
حيث الإضاءة لكل مصدر =L

وظيفة الزاوية =Q

موقع المصدر =P

معدل المصدر المضيء لكل مكان =F

واشتقاق هذه العلاقة لكل مجموعة وحدات انارة تتم من خلال تمرير تداخلات متنوعة فان (D.G.R) تستخرج من مجموع الأس الرياضي M لمجموعة مصادر الاضاءة وعدد هذه المصادر المضيئة كما مبين في الشكل (٧) وكذلك من الممكن الاخذ بالحساب الاختلافات بين الاشخاص بتحويل (D.G.R) إلى معدل الأشخاص الذين من المتوقع أن يروا براحة. بالاضافة الى ما ذكر فان العالم (Guthllz) حدد الخطوات بشكل خاص في الانارة الداخلية .



شكل (٧)

كما وضعت جمعية التوصيات الكمية والنوعية (I.E.S) نسب معينة تحدد السطوع الرئيسي للانارة (4:P.643:1967)

٢-٦-٥ تقليل السطوع :-

ان طريقة تقليل السطوع تعتمد بالطبع على طبيعة السطوع وتقليل السطوع المباشر يعتمد على:

١. اختيار مصدر الإضاءة ذو معدلات عدم الراحة للسطوع واطيء أو قليل.
٢. تقليل الإضاءة للمصدر المضيء.
٣. موقع المصدر المضيء وبعده عن خط الرؤية.
٤. زيادة مصدر الإضاءة في المنطقة حول مصدر السطوع وبذلك تقل نسبة السطوع.
٥. تستخدم مضلات الضوء والأغطية.

ولتقليل السطوع المنعكس يتم اعتماد الآتي :-

١. اعتماد مستوى جيد من الإضاءة العامة وذلك بوضع إضاءة صغيرة واستخدامها بأسلوب غير مباشر.
٢. استخدام مظلات الإنارة والمواد الزجاجية التي ينفذ الضوء من خلالها.
٣. أن لا يؤثر الضوء المنعكس مباشرة على العين.
٤. استخدام خامات تحيط بوحدات الإنارة كالورق غير الصقيل وتجنب المعادن ذات اللمعان الشديد.

٢-٧ نسبة مصدر الإضاءة:-

بالاعتماد على أدلة البحوث المتقدمة انفا أصبح من الواضح أن لتزويد إضاءة كافية للعمل ينبغي أن تكون مستويات الإضاءة عالية وفي موقع جهد الرؤية. وهذه النسب التي توصي بها جمعية التوصيات الكمية والنوعية (I.e.s) لمختلف المناطق والتي تختلف نسبيا بحسب الجهد للدوائر أو المكاتب والمناطق الصناعية كما في جدول (٨) ، إلا إن بعض التوصيات على أية حال تختلف عن هذه النسب على سبيل المثال فان بعض نسب الإضاءة تصل إلى حوالي ضعف ما توصي به جمعية التوصيات الكمية والنوعية (I.E.S) وفي هذا المجال هناك على الأقل فكرة عن بعض جهود الرؤية تتجسد في استخدام تراكيز عالية من الإضاءة في مراكز العمل وأحيانا تستخدم مستويات أدنى من الإضاءة ربما تحقق

الغاية وان (Hop. Hinson) و (Long More) على سبيل المثال قدموا دليل في بعض العمليات ذات التراكيز العالية من الإضاءة المحلية التي تميل إلى تركيز اهتمام الرؤية على مناطق العمل المهمة.

وهذا يعني أن مصادر الإضاءة ينبغي أن توضع في أماكن صحيحة لكي نحصل على تركيز ضوئي يحقق رؤيا أكثر . (4: p. 632 , 1967).

مخطط (٨)

Recommended maximum luminance ratio	
Office	Industrial
3 : 1	3 : 1
	1 : 3
10 : 1	10 : 1
1 : 10	1 : 10
20 : 1	20 : 1
40 : 1	40 : 1

٢ – ٨ الانعكاس:–

إن توزيع الضوء في الفضاء الداخلي لا يعني حساب نسبة كمية الضوء وموقع مصادر الإضاءة فحسب بل أيضا يعني دراسة نسب انعكاس الجدران والسقوف والسطوح في الفضاء وهو ما يدعى نسبة الضوء المنعكس من الأسطح (ويدعى أحيانا عامل الانعكاس) مع العلم إن السطوح الكروية المتساوية بالانعكاس سوف تنتج إضاءة أكثر نتيجة الانعكاس الذاتي للضوء بسبب ارتداد الضوء داخل الفضاء من سطح إلى آخر والتيار الآخر مع الانعكاس هو معامل الاستفادة وهو نسبة مئوية للضوء المنعكس الكلي عن الأسطح في غرفة أو منطقة معينة وجدول (٩) يبين معامل الاستفادة لكل توليفات الانعكاس عن الأسقف والأرضية والأثاث . وعند اخذ ثلاثة تركيبات أو توليفات يبلغ حوالي ضعف معامل الاستفادة بالنسبة للأول ، ولغرض الإسهام في التنويع الفعال وللاستفادة من الصور في الغرفة بصورة عامة يفضل استخدام أضواء الجدران والسقوف والسطوح الأخرى. وعلى أية حال فالمناطق ذات الانعكاس العالي في مجال الرؤية يمكن أن تكون مصدرا للسطوع المنعكس. لهذا فان الانعكاس للأسطح في الغرفة

يزداد من الأرض إلى السقف كما في الشكل (١٠) إذ تشير جمعية التوصيات الكمية والنوعية (I.E.S) في هذا الشكل لكل نوع لمعرفة مدى السطوع والانعكاس المقبول على الرغم من إن هذا الشكل ينطبق على المكاتب وأساسا فان نفس نسب الانعكاس يمكن أن تطبق على مواقع عمل أخرى كما في المعامل (2, P. 466, 19).

Table 14-6 Effect on Illumination of Various Ceiling, Wall, Floor, and Furniture Combinations

Ceiling		*Walls*		*Floor*		*Furniture*		*Utilization coefficient, %*
Color	*RF**	*Color*	*RF*	*Color*	*RF*	*Color*	*RF*	
Cream	65	White and gray	40	Dark red	12	Dark oak	20	29
Cream	85	White and gray	40	Dark red	12	Dark oak	20	33
Cream	85	Green	72	Dark red	12	Dark oak	20	45
Cream	85	Green	72	White	85	Dark oak	20	56
Cream	85	Green	72	White	85	Blond	50	57
Cream	85	Green	72	White and russet	70	Blond	50	55

* RF = reflectance factor (percentage of light reflected).
SOURCE: A. A. Brainard and R. A. Massey, Salvaging waste light for victory, *Edison Electric Institute Bulletin*, 1942, vol. 10, pp. 341–343, 355.

جدول (٩)

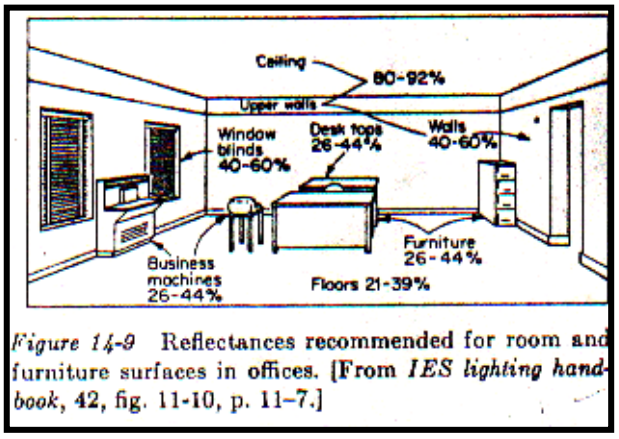


Figure 14-9 Reflectances recommended for room and furniture surfaces in offices. [From *IES lighting handbook*, 42, fig. 11-10, p. 11–7.]

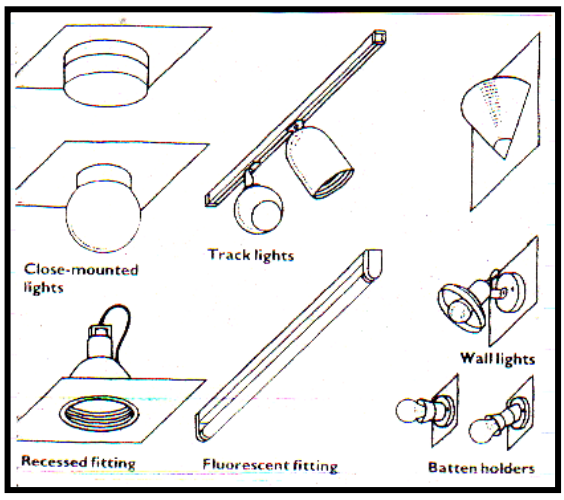
شكل (١٠)

٢ – ٩ نوع مصادر الإضاءة:–

تـأتي مصـادر الإضـاءة في أنـواع متعـددة وأكثرهـا شـيوعا المصـابيح الضـوئية والفلوريسنت ولأغراض خاصة تستخدم أنواع أخرى من مصادر الإضاءة كمصابيح الزئبق والصوديوم. وهناك عدة أنواع للإنارة تذكر منها الآتي:

١. إنارة الركن.
٢. إنارة الستارة .
٣. الإنارة القوسية .
٤. إنارة المقصورة (المظلة) Canopy .
٥. الإنارة القاعدية .

وشكل (١١) يمثل عدة أنواع من الإنارة.



شكل (١١)

٢-١٠ عملية الرؤية بمصادر إضاءة مختلفة:-

في أعمـال الإنـارة الداخليـة لـيس هنـاك أفضـلية لنظـام متطـابق ولنـوع معـين مـن مصادر الإنارة على عملية الرؤية . وفي دراسة مقارنة على سبيل المثال أجريت بين تأثير مصـابيح الصـوديوم والزئبـق الصـافي، ومصـابيح زئبـق ملونـة فـان النتيجـة لم يكـن هنـاك فروقـات ضـوئية بـين هـذه الأنـواع سـوى في بدايـة التبـاين المطلـوب لـنفس الرؤيـة أو في السطوع،. وينبغي الملاحظة على انه بالرغم من عدم وجود فروقات معنوية إحصائية إن جهد الرؤية بمصابيح الزئبق الصافي كانت اقل بثلث عن الاثنان الاخريان وهذه المصابيح الزئبقية ربما تكون أكثر سطوعا. وهناك على أية حال بعض جهد الرؤية التي يكون

لمصدر الإضاءة فيها تأثيرا على سبيل المثال في مقارنة أجريت على جهود رؤيا تتمثل في رقيقة التنكستن ومصابيح الفلوريسنت، ففي الاختيارات الرئيسة كانت العينة تعمل أسرع بكثير تحت ضوء الفلوريسنت بدون أي أخطاء محتسبة مع تكرار تنفيذ التجربة. من الممكن إن تكون نتيجة لانخفاض وهج الفلوريسنت بالمقارنة مع وهج مصباح التنكستن.

وفي البحوث اللاحقة وجد في مراقبة الحلقات (وهي قرص اسود بلاستيكي مع حلقات بيضاء منقوشة على جهة واحدة) بان حلقات قليلة فقط قد فقدت تحت ضوء الفلوريسنت (٢٢.٧) مقارنة بضوء التنكستن (٢٦.٣) وباستعمال شمعتين مزدوجة للفورسنت (بطور متعاكس) فيما استعملت عدة اضاءات في غرفة محددة . وجد بان التأثير المضطرب هو ليس تتابع رئيسي عام على الرغم من انه من الممكن أن يكون مناسب في حالة الاختبارات المرئية المعينة المطلوبة.(2:p.216-220:1993)

٢-١١ الخط الطيفي النوعي للإضاءة:-

الخصائص الطيفية لأنواع المصابيح المختلفة جديرة بالاعتبار كمثال: أكثر المصابيح تميل إلى تعزيز الأحمر والبرتقالي والأصفر وتخفف أو تكبت الأخضر والأزرق. بينما المصباح الفورسنتي مهم في الطيف الخطي النوعي، فهو يعزز ويؤكد بروز اللون الأزرق واللون الأخضر وأحيانا يعزز اللون الأصفر كذلك.

إن الألوان المدركة في عملية التلقي تتأتى نتيجة للخواص الطيفية للمصباح وكذلك لخواص الامتصاص الطيفي لألوان الأجسام ، وبهذا فاللون الأزرق يبدو كما لو كان اخضرا تحت المصباح الأصفر.

الفصل الثالث

٣-١ نتائج البحث :

تمخضت الدراسة البحثية في الفصل الثاني عن مجموعة مؤشرات يمكن اعتمادها كنتائج للبحث وكما يأتي:

١. تتباين الأشكال فيما بينها من ناحية إمكانية إدراكها بمساعدة الضوء تبعا لطبيعة حالتها الثابتة (الستاتيكية) أو الحركية(الديناميكية) إذ ينبغي حساب درجة التباين الضوئي بين الشكل والخلفية من خلال زيادة عامل الإضاءة أو نقصانه بمعدل ٦.٦٧-١.٠٠ من قيمة الوضوح مع الإشارة إن زيادة التباين يؤدي بالنتيجة تحسن ملحوظ في الرؤية.

٢. إن تقليل أو حجب الانحدار المرئي للكثافة المادية يأتي نتيجة لضعف الإضاءة في حين إن مستويات الإضاءة العالية تؤدي إلى تقليل الفروقات في مواصفات المادة من خلال تأثيرها في تلاشي الظل .

٣. يتشكل السطوع في أجسام المفردات الشكلية نتيجة البريق في مجال الرؤية المتأتي من نسب إضاءة اكبر مما اعتادت عليه الحاسة البصرية وتقاطعها المباشر معه .ولشدة لمعان الخامات وعكسها للضوء اثر في ذلك.

٤.أثبتت الدراسات العالمية حول السطوع الضوئي وراحة الرؤية إن أفضل زاوية بصرية لتلافي السطوع الضوئي تكون بمقدار(٥ْ) إذ يبلغ مستوى السطوع إلى ١٦% في حين يبلغ ٥٨% في زاوية بصرية بمقدار(٤٠ْ) .

٥.هناك مجموعة متغيرات على مستوى البيئة والشكل وعلاقتهما بالإضاءة والتي لها تأثير مباشر على راحة الرؤية ومنها :

- شكل الفضاء الداخلي وحجمه .
- مستوى الانعكاس للسطوح .
- شدة ونوع وحجم الإضاءة .
- موقع الرائي وخط الرؤية.
- تنظيم المفردات الشكلية في الفضاء.

٦. تباينت الآراء حول ارتباط راحة الرؤية بمعدل أو نسبة الإنارة في الفضاءات العامة ، وعلى وجه الخصوص الفضاءات الصناعية .إذ أوصت جمعية التوصيات الكمية والنوعية (I.E.S) باستخدام تراكيز عالية من الإضاءة وبصورة إنتشارية ،فيما أوصت جهات أخرى باستخدام التراكيز نفسها ولكن بصورة موجَّهة إلى أماكن العمل المهمة التي يحتاج فيها العاملين إلى مستوى رؤية اكبر

٧. عن للألوان المستخدمة على سطوح الفضاءات الداخلية (السقوف ، الجدران ، الأرضيات ، والأثاث) أثرا في تحديد درجة الانعكاس الضوئي بنسبة تقترن بالدرجة

اللونية لتلك السطوح ، مع الإشارة إلى إن نسبة الانعكاس في الفضاء الواحد تزداد كلما انتقل البصر من الأرضية إلى السقف .

٣-٢ التوصيات

١.ينبغي تحديد كمية الإضاءة في الفضاء الداخلي وفق حسابات كمية(معيارية) وعدم اللجوء إلى زيادة الإضاءة لكونها تؤثر سلبا على الراحة البصرية .

٢.ينبغي إن يؤخذ بنظر الاعتبار تأثير اللون والطلاء على كمية الإضاءة وخاصة بالنسبة للألوان الفاتحة ،وتجنب استخدام الألوان الداكنة لتأثيرها المباشر على مجال الرؤية .

٣.اعتماد مهندسي الإنارة الكهربائية على نتائج البحث في تصميم وعمل الإنارة في الدور والمكاتب والمؤسسات .

٤.عدم استخدام الفضاءات الأرضية كوسيلة للإنارة إلى الفضاء العلوي لكونها تشتت الإضاءة وبالتالي تحتاج إلى كميات اكبر من الإضاءة .

المصادر الأجنبية

1- ERNST Neufert , “Architect’s Data” , Halsted , press , John Wiley and sond , INC, New York , 1980.
2- Hopkinson , R.G, “Architectural nPhysics: lighting” , HMSO, London , England , 1993.
3- Lynes , J.A, “Principles of natural lighting” , Elsevier , London , England , 1967.
4- Nackals , J.L. , “Interior lighting : for environmental designers , John Wiley and sond , New York, 1967.

---

(١) **Blackwell & Luckiesh مختصين بريطانيين قدموا مجموعة بحوث حول مستويات الإضاءة كدراسة للتأثيرات البصرية على المتلقي في العام ١٩٦٥ . (4: P.115: 1967)**

(٢) **(V. T . E) مقياس الجهد المرئي Visible Test Effort .**

(٣) **(I . E . S) جمعية مهندسي الإضاءة Illumination Engineering Society .**

(٤) **Footlamberts دليل وضوح الرؤية**

(٥) **D . G . R عدم الراحة للسطوع Direct Glare Reduction**