

تحديات تصميم الإضاءة في أماكن العمل التي تواجه المصمم المصري Lighting design in the workplace a challenge for Egyptian designer

د/ محمد شهدي احمد

مدرس كلية الفنون التطبيقية، قسم المنتجات المعدنية، جامعة حلوان

كلمات دالة Keywords:

تصميم الإضاءة
Lighting design
مكان العمل
Workplace design
الإضاءة
Lighting
الإضاءة
Illumination

ملخص البحث Abstract:

مقدمة Introduction: يعتبر تصميم الإضاءة المناسب في مكان العمل أمر ضروري لخلق بيئة عمل مريحة، وفي الواقع، يعمل ذلك على زيادة الأداء وجودة إنتاج العمال، والتصميم لإضاءة مكان العمل مشروط بالاستجابات النفسية والفسيولوجية للبشر (ANSI Webstore 2014). ولا توجد في مصر تشريعات للصحة والسلامة تفرض أي واجب محدد على أصحاب العمل لضمان إضاءة جميع أجزاء أماكن العمل، داخليا وخارجيا على حد سواء. ولا تفرض المعايير الدولية إلا عند إضاءة مرفق دولي أو مبنى دولي. وقد أدى ذلك إلى توفير الإضاءة المحيطة أو الخلفية على حد سواء دون أي شرط للحفاظ على مناطق عمل آمنة أو إضاءة محددة في أماكن الآلات ومحطات العمل حيث قد تكون هناك حاجة إلى مستوى أعلى من الإضاءة بسبب المخاطر الناجمة عن أنشطة العمل المختلفة. تختلف خصائص القوى العاملة المصرية بشكل ملحوظ عن نظيراتها في جميع أنحاء العالم من حيث الأداء البصري ومتطلبات أماكن العمل. لذا يجب النظر في تصميم الإضاءة مع مراعاة الاعتبارات الصحية والمناسبة التي تتطلب تطبيق المتطلبات ذات الصلة بناء على دراسة الأداء المرئي للإنسان المصري وأنشطة العمل في أماكن العمل المصرية. مشكلة البحث **Statement of the problem:** ويمكن تلخيص مشكلة هذه الدراسة في سؤالين؛ هل مواصفات الإضاءة وقواعد التصميم المستخدمة والمطبقة في مصر كافية للقوى العاملة المصرية؟ هل المعدات والمصابيح المتوفرة المصممة للمستخدمين مناسبة للقوى العاملة المصرية؟ واهداف الدراسة تحديد متطلبات تصميم الإضاءة في أماكن العمل المصرية وبالتالي توفير الأدوات والمواصفات لتصميم الإضاءة في مكان العمل لتوفير مستويات كافية من الإضاءة ومنهج البحث **Methodology:** هو المنهج الوصفي التحليلي Analytical Descriptive الأهداف: **Objectives:** وقد تمثلت اهداف الدراسة في تحديد متطلبات تصميم الإضاءة في أماكن العمل المصرية وتزويد المصمم بأدوات ومواصفات لتصميم الإضاءة في مكان العمل لتوفير مستوى كافي ومناسب من الإضاءة الفروض **Hypothesis** تختلف القوى العاملة المصرية عن مثيلتها في كافة البلدان الأخرى من حيث القوى البصرية المطلوبة لاداء المهام المختلفة. وان الاستجابة لمتطلبات الأنشطة المختلفة اليومية يتعزز عند وضع مواصفات ومتطلبات الإضاءة لتلك الأنشطة. **Results:** وجاءت النتائج لتؤكد ان تصميم الإضاءة المناسبة والتخطيط المسبق لها كجزء من نظام بيئة العمل أمر ضروري لخلق بيئة عمل مريحة وامنه وان تقييم للإضاءة في مكان العمل يجب أن يأخذ في الاعتبار ترتيبات صيانة وتنظيف الإضاءة وكفاءة توزيع الضوء وترتيبات الإضاءة في حالات الطوارئ وكذلك فإن الإضاءة الطارئة ضرورية وبخاصة في أماكن العمل وأكدت الدراسة كذلك ضرورة تجنب العمل تحت الوهج المباشر من المصابيح. ووضحت الدراسة ضرورة الدمج بين الإضاءة الطبيعية والإضاءة الصناعية عند تصميم الإضاءة لامكان العمل وكذلك ضرورة أن تكون الإضاءة في مكان العمل مرنة وموفرة للطاقة وأشارت النتائج الى أن مستوى الضوء الصحيح في مكان العمل يساعد علي تجنب التعب وعدم التركيز.

Published 15st of October 2016 , Accepted 6th September 2016 Paper received 19th July 2016,

التي نفذت في قسم المنتجات المعدنية والحلى في كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان بالقاهرة. ومع وجود أكثر من 6 ملايين موظف حكومي وحوالي 10 ملايين آخرين من العاملين في القطاع العام أو القطاع الخاص، فإن المشكلة بارزة إلى حد ما وينبغي أن تحظى بالاهتمام الواجب. ومن المؤكد أن خصائص القوى العاملة المصرية من الذكور والإناث يمكن تمييزها عن غيرها من السكان في جميع أنحاء العالم، وخاصة بالنسبة لأدائهم البصري. لذلك يجب النظر في تصميم الإضاءة مع وضع المعايير وتطبيق مجموعة من المتطلبات الدولية ذات الصلة حتى يتم التوصل إلى معايير مصرية صالحة استنادا إلى دراسة علمية حول المتطلبات المحلية ووفقا للأداء المرئي للقوى العاملة المصرية وأنشطة العمل المختلفة.

الأهداف: Objectives :

- تحديد متطلبات تصميم الإضاءة في أماكن العمل المصرية
- تزويد المصمم بأدوات ومواصفات لتصميم الإضاءة في مكان العمل لتوفير مستوى كافي ومناسب من الإضاءة.

الفروض Hypothesis

- تختلف القوى العاملة المصرية عن مثيلتها في كافة البلدان الأخرى من حيث القوى البصرية المطلوبة لاداء المهام المختلفة.

المقدمة Introduction

يعتبر تصميم الإضاءة المناسب في مكان العمل أمر ضروري لخلق بيئة عمل مريحة، وفي الواقع، يعمل ذلك على زيادة الأداء وجودة إنتاج العمال، والتصميم لإضاءة مكان العمل مشروط بالاستجابات النفسية والفسيولوجية للبشر (ANSI Webstore 2014). ولا توجد في مصر تشريعات للصحة والسلامة تفرض أي واجب محدد على أصحاب العمل لضمان إضاءة جميع أجزاء أماكن العمل، داخليا وخارجيا على حد سواء. ولا تفرض المعايير الدولية إلا عند إضاءة مرفق دولي أو مبنى دولي. وقد أدى ذلك إلى توفير الإضاءة المحيطة أو الخلفية على حد سواء دون أي شرط للحفاظ على مناطق عمل آمنة أو إضاءة محددة في أماكن الآلات ومحطات العمل حيث قد تكون هناك حاجة إلى مستوى أعلى من الإضاءة بسبب المخاطر الناجمة عن أنشطة العمل المختلفة.

مشكلة البحث Statement of the problem:

تصميم الإضاءة لمناطق العمل المصرية عادة ما يكون على أساس الحس العام والمعدات وأجهزة الإضاءة المتاحة لدى من يقوم بتصميم المكان. وعادة ما تحاول مستويات الإضاءة أن تبقى في نطاق آمن، ومع ذلك، فإن تصميم وحدات الإضاءة لا تؤخذ أبدا في الاعتبار، باستثناء جهد محدود في عدد من مشاريع التصميم

• **Lighting should be sufficient** يجب أن تكون الإضاءة ملائمة لتتمكن من العمل، واستخدام المرافق، والتحرك من مكان إلى آخر بأمان ودون التعرض للإجهاد في المكان. يجب أن تكون السلاسل مضاءة جيدا حتى لا يكون الجزء الرئيسي منها مظلمًا أو عليه ظل الإضاءة. وينبغي، عند الضرورة، توفير الإضاءة المحلية (الاماكن التي لا يصل إليها الإضاءة العامة) في أماكن العمل المطلوبة وإيضاً وفي الأماكن التي تنطوي على مخاطر خاصة مثل نقاط عبور المشاة على طرق مرور المركبات. وينبغي أن تكون طرق المرور في الهواء الطلق التي يستخدمها المشاة مضاءة بشكل كاف بعد حلول الظلام.

• **Dazzling lights and annoying glare should be avoided** يجب أن تكون الأضواء والتجهيزات المخفية من النوع المعتدل، ومن ثم لا تسبب خطراً بما في ذلك المخاطر الكهربائية أو الحرائق أو الإشعاعات. يجب وضع مفاتيح الإضاءة بحيث يمكن العثور عليها واستخدامها بسهولة ودون مخاطر.

• **Lights should not be allowed to become obscured** يجب عدم السماح للضوء ان يكون محجوب ومشوش على سبيل المثال اثناء عبور البضائع المدكسة، بحيث يصبح مستوى الضوء غير كاف. وينبغي استبدال الأضواء أو إصلاحها أو تنظيفها، حسب الضرورة، قبل أن يصبح مستوى الإضاءة غير كاف. وينبغي استبدال التركيبات أو المصابيح فوراً إذا أصبحت خطرة أو تحدث ماساً كهربائياً أو غير ذلك. (Jaschinski-Kruza, W. 1990).

• **Apply normal workplace precautions** تطبيق الاحتياطات العادي في مكان العمل الذي تحدده اللوائح المثال بشأن الوقاية من السقوط والحوادث للأجزاء الخطرة من الآلات، حتى لا يتعرض العمال في معظم الحالات للمخاطر إذا انطعت الإضاءة العادية فجأة. وللعلم فإن الإضاءة في حالات الطوارئ ليست ضرورية في معظم الحالات. ومع ذلك، ينبغي توفير إضاءة الطوارئ في غرف العمل حيث أن فقدان الضوء المفاجئ سيشكل خطراً كبيراً

• **Emergency lighting** يجب أن تكون إضاءة الطوارئ مدعومة بمصدر مستقل عن مصدر الإضاءة العادية. وينبغي لها أن توفر ما يكفي من الضوء لتمكين الأشخاص في العمل من اتخاذ أي إجراء ضروري لضمان سلامتهم وسلامة الآخرين. وبالإضافة إلى ذلك، ينبغي تنظيف النوافذ والمصادر الأخرى للأضواء الطبيعية، كلما أمكن، بانتظام وإبقائها خالية من العوائق غير الضرورية.

• **The quantity of light** كمية الضوء إن المعايير الحالية لتحديد ما يكفي من الإضاءة هي المتوسط الموصى به والحد الأدنى من الإضاءة المقاسة والمنشورة في الملاحظات الإرشادية للصحة والسلامة والبيئة HSE Guidance Notes HS(G)38 وان الإضاءة في العمل هي تدفق الضوء أو "الإضاءة" أي كمية الضوء المنبعثة من مصدر الضوء مثل الشريط الفلورسنت أو المبات العادية. ويتم قياس الإضاءة كميًا بوحدة Lux لوكس. والقياس هنا ليس لأقصى مستوى إضاءة وإنما لمتوسط الإضاءة الناتجة عن كافة المصابيح المستخدمة والتي تضيء. انظر الجدولين (2&1) (Ankrum, D.R. and Nemeth, K.J. 2005)

• الاستجابة لمتطلبات الأنشطة المختلفة اليومية يتعزز عند مواصفات ومتطلبات الإضاءة لتلك الأنشطة

Methodology البحث

Analytical Descriptive المنهج الوصفي التحليلي

Theoretical Framework الإطار النظري

Providing convenient light توفير الإضاءة المناسبة

تفرض منظمة الصحة العالمية والهيئات الدولية الأخرى التزاماً من أصحاب العمل بضمان أن يكون لكل مكان عمل إنارة مناسبة وكافية. وأن تكون الإضاءة عملية بشكل معقول، مثل الضوء الطبيعي. وينبغي أيضاً توفير الإضاءة المناسبة والكافية في حالات الطوارئ وذلك في أي حيز عمل وبخاصة حالة تعرض الأشخاص في العمل بشكل خاص للخطر إذا حدث فشل في الإضاءة الاصطناعية المتاحة.

ومن الثابت تماماً أن تصميم الإضاءة يجب أن يتجنب أشكالاً مختلفة من انعكاسات الإنارة ويجب أيضاً توزيعها والحفاظ عليها على نحو كاف ومرضى وملائم لطبيعة العمل. ومن ناحية أخرى، تعتبر الإضاءة الكافية هي كمية الضوء اللازمة لضمان العمل الآمن بشكل عام وتمكين الناس من القيام بمهام محددة دون أن يعانون من التعب البصري أو إجهاد العين أو عدم ادراك التفاصيل بالشكل المطلوب. كما تفرض اللوائح واجباً على مسؤولي الصيانة من حيث صيانة وحدات الإضاءة. وتقع على عاتق صاحب العمل مسؤولية ضمان الحفاظ على مكان العمل والمعدات والنظم والأجهزة المستخدمة في الإضاءة (بما في ذلك تنظيفها حسب الحاجة) وجعلها دائماً في حالة تتسم بالكفاءة وبأسلوب عمل فعال وفي حالة جيدة. وعلاوة على ذلك، ينبغي أن تخضع الأجهزة والنظم المستخدمة لقواعد النظام الخاصة بصيانتها المناسبة والتي يوفرها صانعي وحدات الإضاءة من خلال القوائم المرجعية التي تكون مع وحدات الإضاءة المختلفة

كما تفرض لوائح توفير واستخدام معدات العمل لعام 1998 واجبا مطلقاً على أصحاب العمل لضمان توفير إضاءة مناسبة وكافية، تأخذ في الحسبان العمليات التي يتعين العمل بها، في أي مكان يستخدم فيه الشخص معدات العمل. ويجب أن تؤخذ جميع هذه المتطلبات في الاعتبار في أي عملية تقييم مخاطر يقوم بها صاحب العمل (Hedge, A., Sims, W.R., and Becker, F.D. 1995)

Assessing workplace lighting تقييم الإضاءة في مكان العمل

ينبغي لأي تقييم للإضاءة في مكان العمل أن يأخذ في الاعتبار الجوانب التالية:

- كفاية الإضاءة الطبيعية والاصطناعية، خصوصاً في حالة استخدام معدات العمل.
- إجراءات قياس مستويات الإضاءة كل فترة زمنية لضمان المستوى المطلوب من الإضاءة الكاف.
- وجود الإضاءة في أشكال مختلفة.
- كفاءة توزيع الضوء.
- ترتيبات صيانة وتنظيف الإضاءة.
- ترتيبات الإضاءة في حالات الطوارئ (Ankrum, D.R. 2000)

Standard code of practice كود الممارسات القياسية

تتلخص معايير الإضاءة الدولية في مكان العمل في النقاط التالية.

الجدول (1) متوسط الإضاءة والحد الأدنى المقاس لأنواع مختلفة من العمل.

Average and minimum illumination measured for different types of work.

التشغيل العام	المواقع / أنواع العمل	متوسط الإضاءة Lux	الحد الأدنى Lux
حركة الناس والآلات والمركبات	مواقف اللوري والممرات وطرق التداول	20	5
حركة الناس والآلات والمركبات في المناطق الخطرة، والعمل لا يتطلب أي تصور للتفاصيل	مواقع الحفر والتخليص وأعمال التربة، أماكن التحميل، ومصانع التعبئة والتعليب	50	20

50	100	مطابخ، مصانع، تجميع الأجزاء الكبيرة، وصناعة الأواني الفخارية	العمل الذي يتطلب تصور محدود للتفاصيل
100	200	المكاتب، الأعمال المعدنية، تجليد الكتب	العمل المطلوب منه ادراك التفاصيل
200	500	مكاتب الرسم، مصانع تجميع المكونات الإلكترونية، إنتاج المنسوجات	العمل المطلوب منه ادراك التفاصيل الدقيقة

الجدول (2) نسب الإضاءة القصوى Maximum ratios of illumination for adjacent areas

نسبة إضاءة المنطقة المجاورة	نسبة إضاءة منطقة العمل	الموقع	حالات التطبيق الموصى بها
1	5	الإضاءة في مكتب	1. يتم إضاءة كل مهمة بشكل فردي وتضيء المنطقة المحيطة بالمهمة بالحد الأدنى للإضاءة
1	5	الإضاءة في مخزن الأعمال	2. مناطق العمل المتاخمة، ولكن إضاءة مكان تكون أقل إضاءة من الآخر
1	10	منطقة تخزين داخل مصنع وممر التحميل خارج المكان	3. إضاءة مناطق العمل إضاءة مختلفة، يفضلها حاجز ولكن هناك حركة متكررة بينهما

مستويات الإضاءة الموصى بها Recommended lighting levels
يبين الجدول (3) مستوى الإضاءة الموصى به وفقاً لمؤسسة مهندسي خدمات البناء المرخصة
Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE)

تعتبر إضاءة منطقة العمل والمناطق المجاورة مهمة. قد تؤدي الاختلافات الكبيرة بينهما إلى عدم الراحة البصرية أو حتى تؤثر على السلامة في الأماكن التي تحدث فيها حركة متكررة. وتتسبب هذه المشكلة في معظم الأحيان عندما يتعرض الشخص الموجود في حيز الإضاءة لفترة طويلة للضوء، أو حيث تكون هناك حركة بين المناطق الداخلية والخارجية في مكان العمل تعرض الشخص للتغيرات المفاجئة في الإضاءة. (Hedge, A., Sims, W.R., and Becker, F.D-1995).

جدول (3) مستويات الإضاءة الموصى بها (المقاسة بوحدة اللكس Lux)

المكاتب التجارية	
500	المكاتب العامة
500-300	محطات الكمبيوتر
500	غرف الاجتماعات، المكاتب التنفيذية
500	غرف الحاسوب وإعداد البيانات
300	غرفة الأيداع
500	مكاتب الإدارة
300	منطقة المكاتب والنوافذ
المناطق المشتركة العامة	
100	الفنادق
200-50	قاعات الدخول
300	مكتب الاستقبال والصرافين، والشياطين
100	المقاهي وغرف الطعام والمطاعم والصالات
100-50	غرف النوم، والأمتعة
150	غرف نوم
100	حمامات
محلات البيع بالتجزئة	
500	البيع بالتجزئة
500	منافذ البيع بالتجزئة الصغيرة
1000	محلات البقالة والخضروات
700-500	صالات العرض
300-50	الممرات المغطاة والمراكز التجارية

هذا الكود لأشترطات التصنيع والبيئة والمستخدم المصري. وهكذا يكون على المصمم المصري ان يحدد معايير الجودة اولا ثم يسعى لتحقيقها ثانيا وهو ما يختلف عن عمل المصمم في أماكن العالم الأخرى الأكثر تقدماً.

الجوانب التالية تشكل مجموعة من الاعتبارات الهامة في تصميم الإضاءة لأماكن العمل وهي تشكل بداية لوجود معايير قياسية يمكن الاستناد اليها عند مواجهة عملية تصميم نظم اضاءة أماكن العمل.

(Kroemer, K.H.E. 2004)

الوهج Glare

وينتج من تأثير الضوء الذي يسبب ضعف الرؤية أو الانزعاج، ويظهر عندما تكون أجزاء من المجال البصري مشرقة بشكل مفرط

جودة الإضاءة The quality of lighting
من البديهي والمتعارف عليه أن يؤخذ في الاعتبار اثناء تصميم الإضاءة ووحدات الإضاءة المستخدمة ان تكون الإضاءة ملائمة ولا تقل عن الحد الأدنى المناسب للمهمة المصممة من أجلها. لكنه ايضا من المهم جدا امام المصمم ان يسعى لتوفير جودة الإضاءة Lighting quality وهذه ترتبط تماما بوجود معايير تحكم عناصر الإضاءة وقياسيات يستند اليها في تحديد ما هو مطلوب وما هو غير مطلوب. ولأنه لا يتوفر كود مصرى للتصميم في هذا المجال فإن المصمم المصرى ينبغي ان يحدد لنفسه ووفقا لما هو مطلوب في عملية التصميم واشترطات الموضوعه كودا خاصا يستند بالضرورة الى كود دولى مثل الأيزو او ما شابه وأن يؤقلم

ومن الضروري وضع برنامج للصيانة الوقائية، بما في ذلك الاحتفاظ بسجلات التقييم والصيانة، لضمان الامتثال لشروط الامن والسلامة للعاملين . وعلى هذا الأساس، يجب أن تكون صيانة الإنارة في برنامج منظم للصيانة الوقائية. وينبغي أن يشمل ذلك التنظيف المنتظم واستبدال المصابيح، وصيانة الأنظمة ووحدات الإضاءة إلى جانب التقييم المنتظم للإضاءة باستخدام مقياس ضوئي قياسي (مقياس الضوء) لضمان الحفاظ على مستوى الإضاءة.

ترتيبات الإضاءة في حالات الطوارئ Emergency lighting arrangements

قد تكون الإضاءة الطارئة ضرورية في أي جزء من مكان العمل حيث يمكن أن ينشأ خطر من انقطاع نظام الإضاءة. لذا يجب تشغيل ترتيبات الإضاءة في حالات الطوارئ. وهذا يكون في شكلين:

• الإضاءة الاحتياطية Standby lighting

التي تمكن من الاستمرار في العمل الأساسي وتكون ما بين 5 % و 100 % من مستوى الإضاءة. (Paul, R.D.1997).

• إضاءة الهروب Escape lighting

التي تمكن من إخلاء المبنى بأمان في حالة الطوارئ ويتضمن التشريع الحالي للسلامة من الحرائق إضاءة طرق الهروب. ويجب اتاحتها وتوافرها في غضون 5 ثوان من انقاع نظام الإضاءة الرئيسية وقد تستمر إضاءة الهروب في بعض المنشآت التي تعمل بالبطارية لمدة تراوح بين ساعة وثلاثة ساعات وفقا لحجم المباني والمشاكل التي قد تنتج أثناء عملية الإخلاء. وهناك أنظمة أخرى تعمل بواسطة المولدات (Paul, R.D. 1997).

الإضاءة المرضية في المكتب Satisfactory Office Lighting

يعمل حوالي ثلثي العاملين في أماكن فيها مكاتب. ولذلك ينبغي النظر بعناية في إضاءة هذه المنطقة المحددة في مكان العمل. والإضاءة المناسبة يمكن أن تجعل منطقة العمل أكثر إنتاجية ومريحة. وإن طابع ونوعية الإضاءة في مساحة العمل الخاصة بك يمكن أن تجعلك أكثر إنتاجية . وإن الإضاءة الضعيفة يمكن أن تضعف الروح المعنوية، وتجهد العين وتسبب الصداع، وتضعف في نهاية المطاف قدرتك على العمل بفعالية. وباختصار، فإنه يدفع دائما إلى الاهتمام بإضاءة مساحة العمل. والتالي خمسة أشياء يجب مراعاتها عند اتخاذ قرارات إضاءة مكتبك في المنزل والعناصر التي ينبغي اضاانتها في مكان عمل المكتب تتضح في شكل (1) (Sommerich, C.M., Joines, M.B., and Psihogios, J.P. 1998)

مقارنة مع المحيط العام. الوهج، في أشكاله المختلفة، يمكن أن يكون عاملا مساهما في الحوادث

يمكن تحديد الوهج في ثلاثة أشكال:

- **وهج الإعاقة Disability glare** – يؤدي إلى تعطيل الرؤية الناجمة عن مصابيح عارية دون عواكس متوهجة مباشرة في اتجاه البصر. (Rea, M.S. 1991).
- **الوهج الغير مناسب Discomfort glare** – يؤدي عدم الراحة البصرية الناجمة أساسا عن الكثير من التباين بين السطوح بين الأشياء وخلفيتها.
- **وهج الانعكاس Reflected glare**، حيث انعكاس مصادر الضوء الساطع على الأسطح الرطبة أو اللامعة، مثل المعدن المطلي أو الزجاج، والذي يمكن أن يخفي التفاصيل (Mackinnon, S.E., Novak, C.B. 1994)

التوزيع (توزيع الضوء) Distribution

تعتبر الطريقة التي يتم توزيع الضوء أو تحديد انتشاره سمة هامة من سمات تصميم نظم الإضاءة. وتصنف المعايير القياسية البريطانية وحدات الضوء وفقا لطريقة توزيع الضوء حيث يكون الكود BZ1 (معبرا عن أن كل الضوء موجها لأسفل في عمود ضيق) إلى الكود BZ10 (وفيه يكون الضوء مشتتا في كل الاتجاهات).. يكتسب ذلك أهمية خاصة حيث قد يكون من الضروري توجيه الضوء على مناطق الخطر ومواضع يمكن ان ينجم فيها مخاطر من الآلات والمعدات.

درجة لون الإضاءة Colour rendition

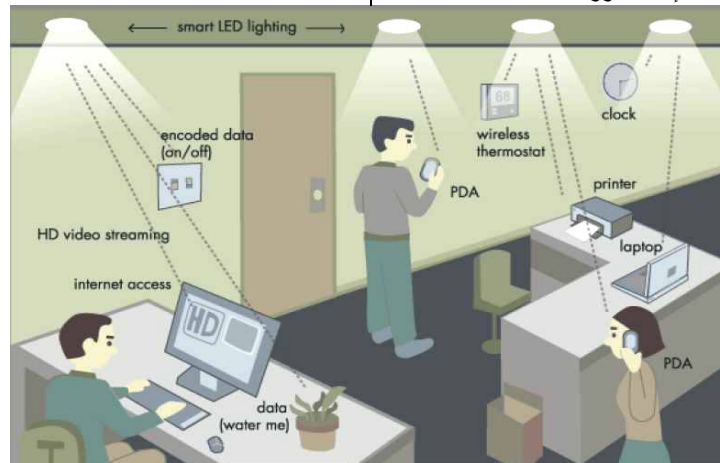
ويشير درجة لون الإضاءة إلى مظهر الشيء تحت مصدر ضوء معين مقارنة مع لونه تحت إشارة مرجعية على سبيل المثال الضوء الطبيعي. وتساعد درجة اللون في التصور الصحيح لمعرفة حقيقة الشيء فان عدم المعرفة الحقيقية يمكن أن يكون عاملا مساهما في الحوادث (Snyder, H.L., Decker, H.H., Lloyd, C.J.C., and Due, C. 1990).

الانتشار Diffusion

هو إسقاط الضوء في العديد من الاتجاهات دون تركيز علي اتجاه بعينه. والإضاءة المنتشرة، في كثير من الحالات، سوف تقلل أو تخفف الناتج من تأثير مصدر معين، وبالتالي تحد من كمية الوهج التي يمكن مواجهتها من الإضاءة التي ليس لها عواكس . ولكي يكون الانتشار فعال، يجب تنظيف المصادر المضيئة بشكل دائم ومنظم

اعتبارات الصيانة Maintenance consideration

هناك واجب مطلق على اصحاب العمل للحفاظ على مكان العمل والمعدات والنظم والأجهزة "في حالة فعالة، من اجل كفاءة العمل. وامن العمال وهذا يشمل أنظمة الإضاءة ووحدات الإضاءة.



شكل (1) العناصر التي ينبغي اضاانتها جيدا في المكتب

ويجب تخفيف ظلال المصباح في حين أن المصباح يسطع ويعكس الضوء في الجدران والأسقف. والهدف هو إلقاء الضوء على المساحة بأكملها دون خلق وهج لا مبرر له والتباين، مع تجنب الظلال شكل (2) يوضح استخدام الإضاءة غير المباشرة

استخدام الإضاءة غير المباشرة. Use of Indirect lighting تجنب العمل تحت الوهج المباشر من المصابيح الأمامية. بدلا من ذلك، ابحث عن طرق لنشر الضوء المحيط الذي سوف يضيء مساحة مكتبك (Tsubota, K., Nakamori, K. 1993)



شكل 2 استخدام الإضاءة غير المباشرة

تزيين المساحة المكتبية المصممة فقط وإنما يسعى دائما الى تحقيق الإضاءة المناسبة والتي تؤدي الوظيفة المطلوبة وايضا ان تكون ذات شكل جميل والشكل (3) بعض من امثلة عواكس وحدات الإضاءة (Turville, K.L., Psihogios, J.P., Ulmer, T.R. and Mirka, G.A. 1998)

اختيار العواكس Selecting Fixtures

قد تكون العواكس الجميلة أول شيء يجذبنا لوحدات الإضاءة ولكنها غالبا ما تسبب تشتت الضوء وإذا كنا نرغب في الحصول على عواكس الإضاءة الجيدة علينا الاختيار بحيث يكون العاكس متزن مابيت التصميم الجيد والمناسب للوظيفة . المصمم لا يريد



الشكل (3) بعض من امثلة عواكس وحدات الإضاءة

الأرجح أنه من المفيد أن يكون لديك العديد منهم. إذا كنت تفعل العديد من الأشياء في المكتب وإنه من المفيد أن يكون لديك مصباح لكل مهمة. كما أن وضع المصباح بالقرب من كل منطقة حسب المهمة أمر واجب، لأنك لن تكون مرتبط بالإنارة المركزية. إذا لم يكن هناك الكثير من المساحة للتحرك في مكتبك وليس لديك العديد من المناطق المخصصة لأغراض محددة، فإن اختيار المصابيح قابل للتعديل سيكون أفضل حيث يسمح لك بنقلها من مكان مهم الى مكان اخر أينما كنت في حاجة إليها بكل سهولة. ويتضح ذلك في الشكل رقم (4) (Michael Desmond 2013)

إضاءة مهمة Taken to Task

بالنسبة لأعمال الكمبيوتر، والكتابة وغيرها من المهام كثيفة التركيز، يحتاج المستخدم مصدر ضوء محدد جيدا مخصص لما يقوم به. وهناك مصباح مكتب قابل للتعديل أو النقل ويمكن وضع وتحديد لاتجاه الضوء بالضبط حيث الحاجة إليه وتحقيق مجموعة متنوعة من المهام. إذا كان المكتب يوجد فيه أماكن عمل متعددة مثل مكان للعمل بالكمبيوتر واستخدام الهاتف، ومنطقة للكتابة، ومكان لمراجعة الصور والتصاميم - فإن هذا يتطلب إضاءة مهمة مخصصة لكل مكان ومصابيح المهام غير مكلفة، وستجد على



الشكل (4) اضاءة مهمة معينة لكل موقف

Utilizing Natural Light الاستفادة من الضوء الطبيعي

لا تغفل الفائدة من الضوء الطبيعي القادم من نافذة، أو مصدر آخر. ضوء الشمس يمكن أن ينتج الإضاءة الدافئة التي حقا تحسن بيئة العمل. ولكن من ناحية أخرى، قد تحتاج إلى حساب أشعة الشمس المباشرة التي تخلق وهج قوي خلال أوقات معينة من اليوم. راجع

شكل (5) (Lighting deluxe 2014)

Decide on the Location. اختيار الموقع.

انظر دائما في المكان الذي يأتيك منه الضوء الخاص بك. ومصدر الضوء يأتي من خلفك وأنت تعمل في جهاز الكمبيوتر الخاص بك من المؤكد تقريبا بسبب وهج مزعج على الشاشة. وبالمثل، ابحث عن الظلال غير المقصودة التي تلقىها المصابيح التي تم تركيبها للإضاءة المهمة. على سبيل المثال، إذا كنت تكتب بيدك اليمنى، قد تلقي ظلال يدك وذراعك حل تركيب ضوء المهمة أيضا على اليمين.



الشكل (5) الاستفادة من الضوء الطبيعي

كل البعد عن الخيار الأمثل للمكاتب. بديل لأنابيب الفلورسنت، هو الليد LED ويجب علينا استخدامه في تصميماتنا وغالبا ما ينظر إلى المصابيح على أنها خيار غالي التكلفة للمكاتب، ولكن على المدى الطويل فهي أكثر فعالية من حيث التكلفة من الإضاءة الفلورسنت وافر في استهلاك الطاقة والعمر الافتراضي لها.

المصابيح LED هي أكثر كفاءة وفائدة ببنية أخرى فهي لا تحتوي على الزئبق والمواد الكيميائية الأخرى الموجودة في الفلورسنت، والتي يمكن أن تكون ضارة على البيئة راجع شكل (6)

تركيب نظام التحكم في الإضاءة Install a lighting control system

يتم تصميم أنظمة التحكم في الإضاءة لتوفير الطاقة في المباني والمكاتب عن طريق الاستجابة لاستخدام كل مجال من مجالات المكاتب على حدة. تعني إضافة نظام التحكم في الإضاءة بإعادة تصميم المكاتب بحيث يمكنك الحصول على أقصى استفادة من أي إضاءة جديدة تم تركيبها من حيث الأداء وتوفير الطاقة.

الإضاءة المميزة Accent Lighting

كما هو مبين أعلاه، ينبغي أن تتميز معظم المكاتب المنزلية بالإضاءة المحيطة التي تنتشر في جميع أنحاء الغرفة وإضاءة المهمة التي تركز على أماكن عمل محددة. وبالإضافة إلى هذين النوعين من الإضاءة الوظيفية، هناك الإضاءة المميزة التي يمكن أن تضاف للمساعدة في تحسين الطابع البصري للمكتب الإضاءة المميزة مثل إضاءة رف أو إضاءة الصورة لجذب الانتباه إلى الأشياء أو عناصر الأخرى في الغرفة، مع الإضاءة الزخرفية مثل الإضاءة على الجدران بهدف لفت الاهتمام البصري (ANSI Webstore 2013)

استخدام مصابيح الليد من أجل اضاءة افضل LEDs for a better quality of light

كانت أنابيب الفلورسنت الطويلة هي لمبة الاختيار للمكاتب لأنها رخيصة ومناسبة، ومناسبة لأنه يتم تثبيتها في الأسقف المعلقة ويمكن أن تضيء مساحات كبيرة. واما المشاكل الناتجة من استخدام الفلورسنت فهي تصبح باهتة مع فترة التشغيل الكبيرة، يعني أن نوعية الضوء يمكن أن تكون غير متناسقة ومتناقصة بمرور الزمن. هذا، جنبا إلى جنب مع مشاكل أخرى كثيرة، وهذا يعني أنها بعيدة



شكل (6) مصابيح الليد من اجل اضاءة افضل

والمراحيض وقاعات الاجتماعات، من نظام التحكم في الإضاءة كما أن هذا سوف يضمن أن تكون هذه المناطق مضاءة فقط عندما تكون تحت الاستخدام. وتضمن أجهزة استشعار التحكم في الإضاءة أن تكون المناطق مضاءة عند الاستخدام وأن يتم إيقاف الإضاءة عندما لا تكون هناك حاجة إليها. تضيف أنظمة التحكم في الإضاءة مستوى من المرونة للإضاءة وهو أمر حيوي في المكاتب الحديثة. يمكن تثبيت مفاتيح إضعاف الإضاءة للسيطرة على مستويات الضوء في غرف الاجتماعات حينما نريد استخدام أجهزة العرض. راجع شكل (7) (Work Health and Safety Regulation 2011)

الصمام الثنائي الباعث للضوء (LED) Light Emitting Diode

تستخدم المصابيح الليد شبه الموصلات لتحويل الطاقة الكهربائية مباشرة إلى الضوء. فقد أصبحت في الأونة الأخيرة متاحة كمصدر للضوء لأغراض الإضاءة، والكفاءة العالية وطويلة الأمد. وأصبحت المصابيح الليدوية الليد معروفة جدا، لأنها توفر عمر أطول بكثير للبطارية عن أنواع أخرى من مصدر الضوء. فضلا عن الاستفادة القصوى من ضوء النهار الطبيعي، وأنظمة التحكم في الإضاءة تساعدك على توفير المال عن طريق تنظيم الإضاءة في مناطق مختلفة من مكتبك. وسوف تستفيد المناطق التي ليست في الاستخدام بصفة مباشرة ودائمة، مثل الممرات



شكل (7) التحكم في الإضاءة

بسبب الضوء من المصابيح المستخدمه دون العواكس. وفيما يلي بعض الاقتراحات لتقليل الظلال والوهج:

- تغيير وضع مصادر الضوء.
- تغيير وضع مكان العمل.
- استخدام مصادر الضوء المتعددة عن طريق خلط الضوء المباشر والمنعكس.

القضاء على الظلال والوهج Eliminate Shadows and Glare

الظلال والوهج المباشر أو غير المباشر يقلل من الإضاءة ويجعل من الصعب العمل ويتسبب في تقليل الإنتاجية. عادة ما يكون الوهج

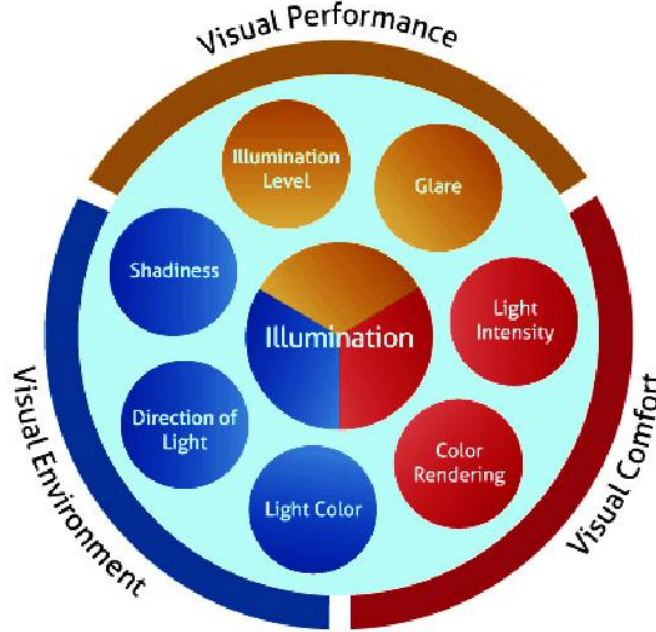
الإضاءة المثلى. (Kroemer, K.H.E. 2004)

الاستنتاج Conclusion

وفيما يلي توصيات الإضاءة في مكان العمل

- يوجد ثلاثة إجراءات مقترحة لتحسين الإضاءة في مكان العمل:
- يجب أن تكون الإضاءة في مكان العمل مرنة وموفرة للطاقة. وتعتمد الإضاءة المثلى على المهمة البصرية المطلوبة وتتطلب كلا من توازن مصادر الضوء غير المباشر والمباشر، فضلا عن التوازن بين ضوء النهار والضوء الاصطناعي.
- الاستخدام المرن، توفير الطاقة ومتطلبات بيئة العمل الارجنومية هي المتطلبات التي يجب أن تلبىها تقنيات الإضاءة الحديثة.
- من أهم معايير الإضاءة في مكان العمل هي خصائص العمل والرؤية. هذا العياران يحددان اختيار المصابيح شكل (8)

- استخدام عاكس المصباح الذي يعكس الضوء ، نظرا لأن الضوء المنعكس من الأسقف يوفر الرؤية الأفضل؛
- توفير أغطية المصباح ذات لون أبيض من الداخل والأسود عند الحواف.
- استخدام مصابيح يمكن نقلها أو يكون بها ذراع مرنة لتغيير اتجاه الضوء بسهولة.
- تعليق مصابيح عالية واستخدام مصادر الضوء مع مساحة كبيرة نسبيا مثل مصابيح الفلوريسنت للحصول حتى الإضاءة العامة مع أقل وهج.
- بناء مناوئ ونوافذ على الجانب غير الشمس للحصول على إضاءة موازية .
- توفير الستائر، والأشجار والكروم لتظليل المبنى؛
- استخدام الطلاء غير اللامع أو الألوان الداكنة لجميع الأسطح (على سبيل المثال، الجداول والآلات والأدوات).
- تثبيت شاشات، لتدريج الضوء القوي الذي ينتج الوهج.
- الجمع بين ضوء النهار من النوافذ والمناوئ مع السقف والأضواء المحلية للحد من الظلال الحادة ولتحقيق ظروف



شكل (8) معايير الإضاءة من Lighting deluxe 2016

تدعم فقط الإدراك البصري وبالتالي التعامل مع المعلومات، ولكنه أيضا يؤثر على النواحي العاطفية والنفسية والبيولوجية. ويتم تحقيق الإدراك البصري في غرفة في البداية من خلال الإضاءة. ولذلك، يجب اختيار تركيبات السقف بشكل فردي وفقا لحالة الغرفة كما بشكل رقم (9)

والاستخدام المناسب من ضوء النهار والضوء الاصطناعي يمكن أن يكون له تأثير قوي على العوامل النفسية والعاطفية للإضاءة. ومن العوامل الأخرى التي تتأثر بالضوء هي الصحة والأداء. إن الإضاءة المصممة هندسيا يمكن أن تكون داعمة جدا وكما أثبتت الدراسات، إضاءة جيدة في مكان العمل له أيضا تأثير على الدافع. على العمل والنشاط، وان ارجنومية الإضاءة هامة للغاية حيث ان تنظيم الضوء بشكل ملائم يدعم الاستخدام الامان للمكان والانشطة التي تدار داخله وان تنظيم العمل داخل المكان يؤكد عليه الضوء ويجعل البيئة صالحة وامنه وغير ضارة فضعف الضوء يؤدي الى مشاكل عضوية ونفسية للعامل بشكل عام شكل (10)

الممارسات في تصميم الإضاءة المكتبية

Office Lighting Design

في الوقت الحاضر في مكان العمل يتم معالجة ما يصل إلى 80% من المعلومات بصريا. وهذا يؤدي إلى حقيقة أن اختيار الإضاءة له تأثير متزايد وأكثر أهمية على المعالجة الكافية والسليمة والدقيقة الشخصية والصحة، بل له أيضا تأثير إيجابي على الدافع والأداء. للمعلومات. ، والإضاءة هي أساسا جزء من المبادئ الموجهة والمرشدة للعمل. إلى جانب حقيقة أن الضوء لا يؤثر على الرفاهية وتستند الإضاءة في مكان العمل على مبادئ مريحة ويجب أن تلبى متطلبات السلامة في إطار معنى للصحة والسلامة المهنية. ما الذي يجب أن يؤخذ في الاعتبار عندما يتعلق الأمر بإضاءة المكاتب؟

(Review of emergency lighting 2013)

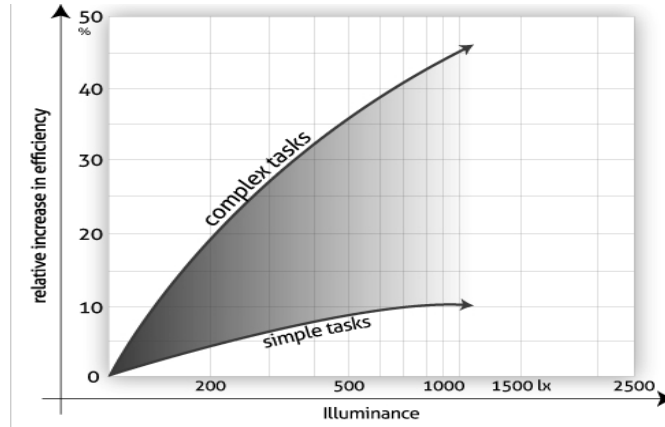
ارجنومية الإضاءة في اماكن العمل

Ergonomics of Lighting in the Workplace

لتقييم مفهوم الإضاءة في غرفة يجب الأخذ في الاعتبار ان يكون التقييم شامل حيث ان الضوء لديه وظائف مختلفة. للإضاءة لا



شكل (9) يوضح اختيار اضاءة السقف حسب حالة



الشكل (9) العلاقة بين الضوء وزيادة كفاءة العمل

مباشرة من مصادر الضوء بإضاءة عالية جدا في المجال البصري، يشير خبراء الإضاءة إلى الوهج كمحدد للإضاءة. والانعكاس هو الظاهرة الثانية التي تؤثر سلبا على جودة الإضاءة راجع شكل (9) (Hedge, A., Sims, W.R., and Becker, F.D. 1995).

ضوء النهار والضوء الصناعي - الإضاءة المباشرة وغير المباشرة

Daylight and Artificial Light - Direct and Indirect Lighting

تساهم مجموعة من مصادر الضوء المختلفة في مفهوم الإضاءة التي يمكن تكييفها لمتطلبات الإضاءة المختلفة. كما أن استخدام الإضاءة المباشرة وغير المباشرة بالإضافة إلى ضوء النهار والإضاءة الصناعية المتوازنة، مهم جدا. ومن ناحية أخرى، في المكاتب ومراكز العمل على الحاسوب ننصح بمستوى عال جدا من الإضاءة غير المباشرة لتجنب الوهج. من ناحية أخرى، الإضاءة المباشرة توفر الشكل الأساسي للإضاءة الجيدة. هذا هو السبب في أن الجمع بين تقنيات الإضاءة يعتبر أمر حيوي.

فمن الضروري استخدام المصابيح المناسبة للإضاءة الصحيحة (الإضاءة العامة)، لأنها تدعم الإضاءة المهمة في الغرفة تخص الإضاءة المعايير الرئيسية في مكان العمل. ويستمد مصطلح بيئة العمل من التعبيرات اليونانية. ويهدف هذا المنهج

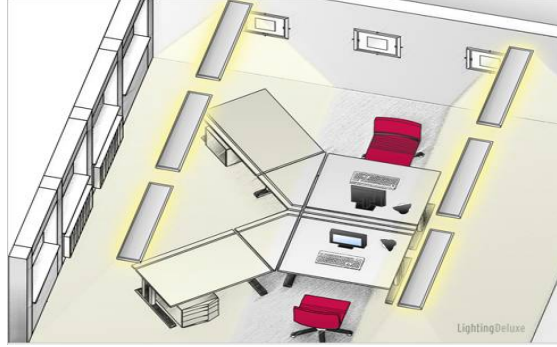
مستوى الإضاءة والضوء - لون الضوء واتجاه الضوء
Lighting Level & Illuminance - Light Color & Direction of Light

يساعد مستوى الضوء الصحيح في مكان العمل علي تجنب التعب وعدم التركيز. ويمكن تنظيم ذلك بواسطة الإنارة التي تقاس بوحدة الإضاءة. يتم تحديد 500 وحدة إضاءة كحد أدنى للسطوح في مراكز العمل علي اجهزة الحاسب الالى. وبصفة عامة، فإن زيادة الإنارة تعزز الأداء البصري وتؤثر إيجابيا على معالجة المعلومات المرئية المفصلة والسريعة. ويمكن أيضا أن ينظر إلى الإنارة بين 500 و1000 وحدة إضاءة علي أنها لا تسبب الإجهاد. كلما كانت المهمة البصرية أكثر تعقيدا، كلما زادت درجة الإضاءة المطلوبة. بالإضافة إلى ذلك، تعتبر المتغيرات الشخصية مثل العمر حاسمة للتقييم النهائي الشامل لمفهوم الإضاءة المختار. ويقال إن الإنارة ما بين 750 و1.000 وحدة إضاءة تعزز أداء العمال المسنين بشكل مستدام.

كما تحدد آثار الضوء والظلال جودة الإضاءة. لتحقيق التوازن بين الضوء الطبيعي والصناعي وتجنب الظلال والوهج، من المستحسن وضع أضواء موازية للنافذة ومكان العمل. وقد أشارت بالفعل إحدى الدراسات الأولى لمعهد تصميم أماكن العمل في (1997) إلى هذه العلاقة. إذا كانت الراحة البصرية تتعرض للخطر

العمل ويجب تجنبها. هذه العوامل هي الانعكاس، الوهج والظلال. ولذلك ينبغي أن يركز مفهوم الإضاءة المتكامل على النقاط التالية:

العلمي إلى تصميم مكان العمل وبيئة العمل لكل منهما للتكيف مع احتياجات كل عامل. عوامل الإضاءة التالية لها تأثير سلبي على الإضاءة في مكان



الشكل (10) الارجنومية في مكان العمل

النتائج Results:

- تصميم الإضاءة المناسب في مكان العمل أمر ضروري لخلق بيئة عمل مريحة وآمنة
- ان تقييم للإضاءة في مكان العمل يجب أن يأخذ في الاعتبار ترتيبات صيانة وتنظيف الإضاءة وكفاءة توزيع الضوء وترتيبات الإضاءة في حالات الطوارئ
- الإضاءة الطارئة ضرورية وبخاصة في أماكن العمل
- تجنب العمل تحت الوهج المباشر من المصابيح
- من الضروري عند تصميم الإضاءة لأماكن العمل الدمج بين الإضاءة الطبيعية والإضاءة الصناعية
- يجب أن تكون الإضاءة في مكان العمل مرنة وموفرة للطاقة
- الاستخدام المرن، توفير الطاقة ومتطلبات بيئة العمل (الارجنومية) هي المتطلبات التي يجب أن تلبيها تقنيات الإضاءة الحديثة.
- يساعد مستوى الضوء الصحيح في مكان العمل علي تجنب التعب وعدم التركيز.
- الإضاءة السليمة تفي بمتطلبات الامن والسلامة

المراجع References :

1. Ankrum, D.R. (2000). Viewing Distance at Computer Workstations. Workplace Ergonomics, 2, 5, 10-13 .
2. Ankrum, D.R., Hansen, E.E., and Nemeth, K.J. (1995). The vertical horopter and the angle of view, In A. Grieco, G. Molteni, B. Piccoli and E. Occhipinti (eds.), Work With display Units '94 Elsevier: Amsterdam.
3. Ankrum, D.R. and Nemeth, K.J. (2005). Posture, Comfort and Monitor Placement. Ergonomics in Design, April, 7-9.
4. Hedge, A., Sims, W.R., and Becker, F.D. (1995). Effects of lensed-indirect and parabolic lighting on the satisfaction, visual health, and productivity of office workers. Ergonomics, 38, 2, 260-280.
5. ISO (1998). ISO 9241-5. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) Part 5: Workstation layout and postural requirements .

متطلبات الإضاءة العامة في أماكن العمل

General requirements for lighting in workplaces

يمكن أن تؤدي الإضاءة الضعيفة وعدم وجود إضاءة طوارئ ولافتات مضيئة أثناء انقطاع التيار الكهربائي أو حالات الطوارئ إلى حوادث خطيرة في مكان العمل. ويمكن أن تؤثر هذه الحوادث على العمال وغيرهم.

وينبغي النظر في أنظمة الإضاءة في مرحلتي التصميم والتركيب:

- لتكون قادرة على استيعاب التغيرات في أنشطة العمل والتقدم في البناء
 - لضمان سلامة المستخدمين بحيث ان تكون أماكن المخاطر مرئية ومضاءة جيدا
 - نوع العمل مهم أثناء اختيار الإضاءة للمكان
 - توفير بيئة عمل مناسبة
 - توفير بيئة مرئية آمنة ومريحة.
- وتنص الفقرة (40) (من لائحة الصحة والسلامة في العمل لعام 2011) علي تنظيم العمل وضمان أن يقوم الشخص المسئول عن الأعمال بصيانة وإصلاح الإضاءة :
- من حق كل عامل القيام بالعمل دون مخاطر على الصحة والسلامة
 - تهيئة مكان العمل للأشخاص للانتقال داخل مكان العمل دون التعرض لخطر على الصحة والسلامة
 - الإخلاء الآمن في حالات الطوارئ.

قائمة مرجعية لإضاءة مكان العمل

Checklist for Work Place Illumination

- التأكد من وجود ضوء طبيعي كاف في مكان العمل
- ملائمة الإضاءة للمهمة البصرية المطلوبة
- توازن الضوء المباشر وغير المباشر ومعرفة :
- هل هناك حاجة للتحسين في استخدام المصابيح الموفرة للطاقة؟
- هل تستخدم إضاءة بدون لمعان ووهج؟
- إذا كانت شدة الضوء في الغرفة قابلة للتعديل بشكل فردي؟
- هل تستخدم الألوان الفاتحة واللامعة الساطعة (أبيض دافئ، أبيض محايد)؟
- هل الإضاءة بدون وهج وانعكاسات التشتيت؟

13. Tsubota, K., Nakamori, K. (1993). Dry Eyes and Video Display Terminal. *New England Journal of Medicine*, 328, 8, 584.
 14. Turville, K.L., Psihogios, J.P., Ulmer, T.R. and Mirka, G.A. (1998). The effects of video display terminal height on the operator: a comparison of the 15° and 40° recommendations. *Applied Ergonomics*, 29, 4, 239-246.
- Web sites:**
15. Michael Desmond (2013) 5 Tips for Better Home Office Lighting retrieved from <https://www.thespruce.com/tips-for-better-home-office-lighting-1812436>
 16. Lighting deluxe (2014) retrieved from <http://www.lightingdeluxe.com/workplace-lighting-ergonomics.html>
 17. ANSI Webstore (2013) Workplace-lighting Standards <https://webstore.ansi.org/workplace-lighting/lighting-design.aspx>
 18. Work Health and Safety Regulation (2011) (WHS Regulation) retrieved from <https://www.legislation.qld.gov.au/LEGISLTN/CURRENT/W/WorkHSR11.pdf>
 19. Review of emergency lighting (2013) health and safety executive retrieved from <http://www.hse.gov.uk/research/othpdf/400-499/oth499.pdf>
6. Jaschinski-Kruza, W. (1990). On the preferred viewing distances to screen and document at VDU workplaces. *Ergonomics*, 33, 8, 1055-1063.
 7. Kroemer, K.H.E. (2004). Design of the Computer Workstation. In: *Handbook of Human-Computer Interaction*. Amsterdam: Elsevier Science, B.V.
 8. Mackinnon, S.E., Novak, C.B. (1994). Clinical commentary: Pathogenesis of Cumulative Trauma Disorder. *Journal of Hand Surgery*. 19A, 5, 873-883.
 9. Paul, R.D. (1997). Nurturing and Pampering Paradigm for Office Ergonomics. *Proceedings of the Human Factors Society 41st Annual Meeting*, p. 519-523.
 10. Rea, M.S. (1991). Solving the Problem of VDT Reflections, *Progressive Architecture*, Oct. p. 35-40.
 11. Snyder, H.L., Decker, H.H., Lloyd, C.J.C., and Due, C. (1990). Effect of Image Polarity on VDT Task Performance. *Proceedings of the Human Factors Society 34th Annual Meeting*, p. 1447-1451.
 12. Sommerich, C.M., Joines, M.B., and Psihogios, J.P. (1998). Effects of VDT Viewing on User Biomechanics, Comfort, and Preference. *Proceedings of the Human Factors Society 42nd Annual Meeting*, p. 861-865.