التقنيـــــــات الحديثة للإضاءة الخارجية

دراسة في الفراغات العمرانية العامة

إعداد

م/ ســـارة عبد المنعم العريـــان

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة، جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة الماجستير

في التخطيط العمراني

كلية الهندسة، جامعة القاهرة

الجيزة- جمهورية مصر العربية

٢٠٠٧

التقنيـــــــات الحديثة للإضاءة الخارجية

دراسة في الفراغات العمرانية العامة

إعداد

م/ ســـارة عبد المنعم العريـــان

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة، جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة الماجستير

في التخطيط العمراني

تحت إشراف

الدكتور/ أحمد فهيم

أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية

كلية هندسة – جامعة القاهرة

الدكتور/ أيمن حسان أحمد

أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية

كلية هندسة – جامعة القاهرة

كلية الهندسة، جامعة القاهرة

الجيزة- جمهورية مصر العربية

٢٠٠٧

التقنيـــــات الحديثة للإضاءة الخارجية

دراسة في الفراغات العمرانية العامة

إعداد

م/ سـارة عبد المنعم العريـان

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة، جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة الماجستير

في التخطيط العمراني

يعتمد من لجنة الممتحنين:

الأستاذ المساعد الدكتور: أحمد فهيم

الأستاذ المساعد بقسم الهندسة المعمارية كلية هندسة – جامعة القاهرة — المشرف الرئيسي

الأستاذ المساعد الدكتور: أيمن حسان أحمد

الأستاذ المساعد بقسم الهندسة المعمارية كلية هندسة – جامعة القاهرة — المشرف الثاني

الأستاذ المساعد الدكتور: أحمد أحمد فكري

الأستاذ المساعد بقسم الهندسة المعمارية كلية هندسة – جامعة القاهرة — عضو

الأستاذ المساعد الدكتور: محسن عزيز بطرس

الأستاذ المساعد بقسم الهندسة المعمارية هندسة شبرا – جامعة بنها — عضو

كلية الهندسة، جامعة القاهرة

الجيزة- جمهورية مصر العربية

٢٠٠٧

فهـــــــرس المحـــتويات:

فهرس الأشكال ..... ر
فهرس الجداول ..... ف
شكر و تقديـــر ..... ق
ملخص البحث ..... ك

الفصل التمهيدي

١ تقديم البحث ١
٢ المشكلة البحثية ٢
٣ هدف البحث ٤
٤ التساؤلات البحثية ٤
٥ هيكل البحث ٥
٦ محتويات البحث ٦

الباب الأول: التعرف على مجال تصميم الإضاءة

الفصل الأول: مهنة تصميم الإضاءة

١ من هو مصمم الإضاءة ٩
١-١ مقاول الكهرباء ٩
١-٢ مهندس الكهرباء ٩
١-٣ مصمم الإضاءة ١٠
١-٤ مصمم الإضاءة و هندسة تنسيق الموقع..... ١٢
٢ معايير نجاح مصمم الإضاءة ١٣
٢-١ علم تصميم الإضاءة ١٣
٢-١-١ المعلومات التي يحتاجها طالب تصميم الإضاءة ١٣
٢-١-٢ أماكن التدريب ١٦
٢-١-٣ الكتب و المراجع ١٦
٢-١-٤ التعليم المستمر ١٦
٣ أهم المجالات المرتبطة بتصميم الإضاءة ١٦
٣-١ الصناعة ١٧
٣-٢ المنظمات ١٧
٣-٣ قانون و معايير و إجراءات تشريعية ١٨
٣-٤ الشهادة ١٨
٣-٥ المنشورات ١٩
٣-٦ الانترنت ١٩
٤ خطوات تصميم الإضاءة للفراغ الخارجي ليلا ١٩
٤-١ خصائص المشروع ١٩
٤-٢ برنامج المشروع ٢٢

٤-٢-١ مرحلة جمع المعلومات ٢٢
٤-٢-٢ وضع الأهداف التصميمية ٢٩
٤-٣ الفكرة التصميمية ٣٠
٤-٤ مرحلة تطوير التصميم ٣١
٤-٥ كراسة الشروط ٣١
٤-٦ طرح المناقصة ٣١
٤-٧ مرحلة التنفيذ ٣١
٤-٨ ضبط وتعديل نظام الإضاءة ٣١
٤-٩ أعمال المتابعة ٣٢
٥ خلاصة الفصل الأول..... ٣٢

الفصل الثاني: تعريف الضوء و خواصه الفيزيقية

١ الضوء ٣٣
١-١ طبيعة الضوء ٣٤
١-٢ خواص الضوء ٣٥
٢ وحدات قياس الإضاءة الصناعية ٣٦
٢-١ الفيض الضوئي ٣٦
٢-٢ كمية الضوء ٣٧
٢-٣ الفاعلية الضيائية ٣٧
٢-٤ الاستضاءة ٣٧
٢-٥ الشدة الضيائية أو شدة الإضاءة ٣٨
٢-٦ النصوع ٣٨
٢-٧ الانعكاسية ٣٩
٢-٨ قانون التربيع العكسي و قانون لامبرت للاستضاءة ٣٩
٣ اللون ٣٩
٣-١ ألوان الأجسام ٤٠
٣-٢ لون الضوء و اللونية ٤٠
٣-٣ درجة حرارة اللوان و دليل أمانة نقل اللون ٤٢

الفصل الثالث: الضوء و تأثيره على الأجسام و الإنسان و النبات

١ تأثير الضوء على الأجسام و الأسطح ٤٥
١-١ الانعكاس ٤٦
١-٢ انتقال الضوء داخل المواد الشفافة (النفاذية) ٤٩
١-٣ الظلال ٥٠
١-٣-١ تعريف الظلال ٥٠
١-٣-٢ أنواع الظلال ٥٠

١-٣-١ حدة و نعومة الظلال ٥١
١-٣-٤ شكل و حجم الظل ٥١
٢ تأثير الضوء على الإنسان ٥٢
٢-١ التأثير الفسيولوجي للضوء ٥٣
٢-١-١ عين الإنسان ٥٣
٢-١-٢ عملية الرؤية ٥٤
٢-١-٣ رؤية الألوان ٥٤
٢-١-٤ المجال البصري ٥٦
٢-١-٥ حدة الإبصار ٥٦
٢-١-٦ سرعة الإدراك ٥٨
٢-١-٧ سرعة الموافقة ٥٨
٢-١-٨ تكييف العين ٦٠
٢-١-٩ الإبهار ٦٠
٢-١-١٠ تأثير تقدم السن على أداء العين ٦١
٢-١-١١ بعض تأثيرات لا بصرية للضوء ٦٢
٢-٢ التأثير السيكولوجي للضوء ٦٢
٢-٢-١ إدراك السطوع ٦٣
٢-٢-٢ الموافقة و إدراك السطوع ٦٤
٢-٢-٣ السطوع نسبة النصوع ٦٤
٢-٢-٤ إدراك اللون ٦٥
٢-٢-٥ الاستجابة الفسيولوجية للون ٦٦
٢-٢-٦ الاستجابات الحسية للضوء ٦٧
٢-٢-٧ الجذب البصري ٦٧
٢-٢-٨ الاحتياج لتعريف و تحديد الفراغ ٦٨
٢-٢-٩ الرؤية المركزية و المحيطة ٦٨
٢-٢-١٠ احتياج النشاطات للمعلومة البصرية ٦٩
٢-٢-١١ المكون العاطفي للإدراك ٦٩
٣ تأثير الضوء على الأشجار و النباتات ٧١

الباب الثاني: تقنيات الإضاءة الصناعية الخاصة بالفراغات الخارجية

الفصل الرابع: مصادر الإضاءة الصناعية (المصابيح الكهربية)

١ مكونات المصباح الكهربي ٧٣
١-١ البصيلة أو الغلاف ٧٣
١-٢ الفتيلة و الالكترودات و أنبوبة التفريغ ٧٥
١-٣ القاعدة ٧٥

٢ أنواع المصابيح ٧٦
٢-١ المصابيح الفتيلية ٧٦
٢-١-١ المصباح المتوهج ٧٦
٢-١-٢ مصباح التنجستن-هالوجين ٧٧
٢-٢ مصابيح التفريغ الغازي ٨٠
٢-٢-١ مصابيح التفريغ ذات شدة ضيائية عالية ٨٠
أ) مصباح بخار الزئبق ٨١
ب) مصباح الهاليد المعدني ٨٢
ت) مصباح الصوديوم ضغط منخفض ٨٣
ث) مصباح الصوديوم ضغط عالي..... ٨٣
جـ) مصباح الزينون ٨٥
حـ) المصباح ذو الضوء المولف ٨٥
٢-٢-٢ مصابيح التفريغ ذات الضغط المنخفض ٨٦
أ) المصباح الفلوري ٨٦
ب) المصباح الفلوري المدمج ٨٧
ت) مصباح النيون و مصباح الالكترودات الباردة ٨٨
ث) مصباح التفريغ بدون إلكترودات ٨٩
جـ) مصباح مايكرويف كبريت ٩٠
٢-٣ المقومات المبتعثة للضوء ٩٠
٣ الخصائص التصميمية و التشغيلية للمصابيح الكهربية ٩٤
٣-١ حجم و شكل المصباح ٩٤
٣-٢ موضع تشغيل المصباح ٩٤
٣-٣ حرارة التشغيل لجدار البصيلة و القاعدة ٩٤
٣-٤ الجهد ٩٤
٣-٥ انتقاص التدفق الضيائي للمصباح ٩٤
٣-٦ عمر الاستعمال المتوسط للمبة ٩٥
٣-٧ لون الضوء المنتج ٩٥
٣-٨ المنحنى القطبي لتوزيع قوة الإضاءة بالنسبة للاتجاهات المختلفة ٩٥
٣-٩ التسخين و بداية التشغيل ٩٥
٣-١٠ التحكم و الأجهزة المساعدة ٩٦
٣-١١ الاقتصاديات ٩٦
الفصل الخامس: تركيبة الإنارة
١ أنواع و أصناف تركيبات الإنارة ٩٨
١-١ تركيبات إنارة للزينة ٩٨
١-١-١ الفوانيس ٩٨

١-٢-١ تركيبات إنارة خاصة بإضاءة مسارات الحركة ٩٩
١-٣-١ تركيبات الإنارة المثبتة على أعمدة أو على الحائط أو المعلقة ٩٩
١-٢ تركيبات الإنارة الوظيفية ١٠٠
١-٢-١ تركيبات الإنارة المثبتة على الأرض ١٠١
١-٢-٢ تركيبات إنارة معلقة ١٠١
١-٢-٣ تركيبات إنارة مثبتة على الأسطح ١٠١
١-٢-٤ تركيبات إنارة مدمجة في درج السلم ١٠٢
١-٢-٥ تركيبات إنارة مرتدة داخل الأرض ١٠٢
١-٢-٦ تركيبات إنارة توكيدية مثبتة تحت سطح الماء ١٠٢
١-٢-٧ تركيبات إنارة مدمجة في الجدار تحت سطح الماء ١٠٣
١-٣ الأحبال الضوئية ١٠٤
١-٣-١ تركيبات الإنارة الشريطية ١٠٤
١-٣-٢ الألياف الضوئية..... ١٠٥
١-٤ تركيبات الإنارة المصممة ١٠٦
٢ معايير اختيار تركيبة الإنارة المناسبة ١٠٦
٢-١ المظهر ١٠٧
٢-٢ الوظيفة..... ١٠٧
٢-٣ الخصائص الميكانيكية..... ١٠٨
٢-٤ توزيع الإضاءة..... ١٠٩
٢-٥ الأمان ١١٠
٢-٦ الصيانة..... ١١٠
٣ الملحقات ١١٠
٣-١ ملف كبح التيار ١١٠
٣-٢ صندوق التركيب ١١٠
٣-٣ خازوق التثبيت ١١٠
٣-٤ الغطاء ١١١
٣-٥ شبكة توجيه الضوء ١١١
٣-٦ العدسات ١١١
٣-٧ فلتر اللون ١١١
٣-٨ المحول ١١٢
٤ الاختبارات التي تمر بها تركيبات الإنارة ١١٢
الفصل السادس: الأجهزة و التقنيات الحديثة المستخدمة لإضاءة الفراغات الخارجية
١ نظم التحكم في الإضاءة ١١٣
١-١ تصميم وسائل التحكم ١١٣
١-٢ أنواع أجهزة التحكم ١١٥

١-٢-١ المفاتيح اليدوية ١١٥
١-٢-٢ مفاتيح خفت الضوء ١١٥
١-٢-٣ جهاز التحكم الكهروضوئي ١١٥
١-٢-٤ المفتاح الوقتي ١١٥
١-٢-٥ فترة زمنية ١١٥
١-٢-٦ مكتشفات الحركة ١١٥
٢ التوصيلات ١١٦
٢-١ الطاقة الشمسية ١١٧
٢-٢ التخطيط المستقبلي ١١٧
٣ الليزر ١١٧
٤ الهولوجراف ١١٩
الفصل السابع: أدوات تقييم تصميم الإضاءة الصناعية الخارجية
١ أدوات التقييم النوعي ١٢٠
١-١ صور مزاجية ١٢٠
١-٢ الزيارات الميدانية ١٢٠
١-٣ إظهار الإضاءة باليد ١٢١
١-٤ إظهار الإضاءة باستخدام الحاسب الآلي ١٢٢
١-٥ النماذج ١٢٢
١-٦ نماذج بالحجم الطبيعي ١٢٢
٢ أدوات التقييم الكمي ١٢٣
٢-١ المطبوعات ١٢٣
٢-٢ لومن ١٢٣
٢-٣ شدة الإضاءة ١٢٥
٢-٤ الحاسب الآلي ١٢٦
٢-٥ برامج الجدولة ١٢٦
٣ الصورة التخيلية ١٢٦
الباب الثالث: إضاءة الفراغات الخارجية
الفصل الثامن: فن توزيع المؤثرات الضوئية بالفراغات الخارجية ليلا
١ بناء و تشكيل الفراغات الخارجية ١٢٨
١-١ مكونات الفراغ الخارجي ١٢٨
١-٢ عناصر الفراغ الخارجي ١٣٠
٢ تأثير الإضاءة على مظهر الفراغات الخارجية في فترة الليل ١٣٠
٢-١ حجم الفراغ ١٣٠
٢-٢ التوازن ١٣١

٢-٣ التجانس ١٣١
٢-٤ حالة أو جو الفراغ ١٣٢
٢-٥ الإضاءة و حدود الفراغ ١٣٣
٢-٦ الإضاءة و توحيد أو اختلاف الفراغ ١٣٤
٢-٧ الإضاءة و التوجيه داخل الفراغ ١٣٤
٢-٧-١ الإضاءة لخلق نقطة مركزية ١٣٤
٢-٧-٢ الإضاءة لتأكيد التدرج ١٣٥
٢-٧-٣ الإضاءة و الحركة ١٣٦
٣ خلاصة الفصل الثامن ١٣٦
٤ مخرجات الدراسة ١٣٧
الفصل التاسع: تأثير الإضاءة على مظهر عناصر الفراغ ليلا
١ المنهج العلمي المتبع للإجابة على التساؤل الأول ١٣٨
٢ إضاءة عناصر الفراغ كأداة لتشكيل الفراغات الخارجية أثناء فترة الليل ١٣٨
٢-١ النباتات: إضاءة الأشجار و النباتات ١٤٠
٢-١-١ تأثير المتغيرات الخمسة على مظهر الأشجار و النباتات المضاءة ليلا .. ١٤٠
٢-١-١-١ اتجاه الضوء ١٤٠
٢-١-١-٢ موقع تركيبة الإنارة بالنسبة للنبات المضاء و زاوية الرؤية ١٤٢
٢-١-١-٣ نوعية الإضاءة ١٤٣
٢-١-١-٤ شدة الإضاءة ١٤٣
٢-١-١-٥ لون الضوء ١٤٤
٢-١-٢ تقنيات و تأثيرات الإضاءة المختلفة الخاصة بالنباتات و الأشجار ١٤٤
٢-١-٣ أسس عامة لإضاءة الأشجار و النباتات ١٥٠
٢-١-٣-١ إضاءة النبات بناء على نوعه و خصائصه ١٥٠
٢-١-٣-٢ إضاءة النبات بناء على دوره و وظيفته في التكوين الضوئي ١٥٥
٢-١-٤ أجهزة و مصابيح و تركيبة الإنارة الخاصة بإضاءة الأشجار و النباتات ١٥٦
٢-١-٥ أعمال الصيانة و المتابعة ١٥٧
٢-٢ المنشآت: إضاءة واجهات المباني ١٥٨
٢-٢-١ تأثير المتغيرات الخمسة على مظهر واجهات المباني المضاءة ليلا ١٦٢
٢-٢-١-١ اتجاه الضوء ١٦٢
٢-٢-١-٢ موقع تركيبة الإنارة بالنسبة للمبنى المضاء و بالنسبة لزاوية الرؤية ١٦٣
٢-٢-١-٣ نوعية الإضاءة ١٦٨
٢-٢-١-٤ شدة الإضاءة ١٦٨
٢-٢-١-٥ لون الضوء..... ١٧٠
٢-٢-٢ تقنيات و تأثيرات الإضاءة المختلفة الخاصة بالواجهات ١٧٢
٢-٢-٣ أسس عامة لإضاءة واجهات المباني ١٧٩

٢-٤-٢ أجهزة و مصابيح و تركيبات الإنارة الخاصة بإضاءة واجهات المباني .. ١٨١
٢-٥-٢ الصيانة و المتابعة ١٨٣
٢-٣ تابع المنشآت: إضاءة التماثيل ١٨٤
٢-٣-١ تأثير المتغيرات الخمسة على مظهر التماثيل المضاءة ليلا ١٨٥
٢-٣-١-١ اتجاه الضوء ١٨٥
٢-٣-١-٢ توجيه و تحديد موقع تركيبة الإنارة بالنسبة للتمثال ١٨٦
٢-٣-١-٣ نوعية الإضاءة ١٨٨
٢-٣-١-٤ شدة الإضاءة ١٨٨
٢-٣-١-٥ لون الضوء ١٨٩
٢-٣-٢ تقنيات و تأثيرات الإضاءة المختلفة ١٨٩
٢-٤ تابع المنشآت: إضاءة التعريشات و الأكشاك الخشبية و المظلات و الشرفات ١٩١
٢-٤-١ تأثير المتغيرات الخمسة على مظهر الهياكل المعمارية المضاءة ليلا ١٩١
٢-٤-١-١ اتجاه الضوء ١٩١
٢-٤-١-٢ موقع تركيبة الإنارة بالنسبة للهيكل ١٩١
٢-٤-١-٣ نوعية الإضاءة ١٩١
٢-٤-١-٤ شدة الإضاءة ١٩٢
٢-٤-١-٥ لون الضوء ١٩٢
٢-٤-٢ تقنيات و أسس الإضاءة المختلفة الخاصة بالهياكل المعمارية ١٩٢
٢-٤-٣ أسس عامة لإضاءة الهياكل المعمارية ١٩٣
٢-٥ تابع المنشآت: إضاءة العلامات الإرشادية ١٩٤
٢-٦ تابع المنشآت: إضاءة مسارات الحركة و الساحات ١٩٦
إضاءة مسارات الحركة ١٩٧
٢-٦-١ تأثير المتغيرات الخمسة على مظهر مسارات المشاة المضاءة ليلا ١٩٨
٢-٦-١-١ اتجاه الضوء و موقع تركيبة الإنارة ١٩٨
٢-٦-١-٢ نوعية الإضاءة ١٩٨
٢-٦-١-٣ شدة الإضاءة ١٩٩
٢-٦-١-٤ لون الضوء ٢٠٠
٢-٦-٢ تقنيات و تأثيرات الإضاءة المختلفة الخاصة بمسارات المشاة ٢٠٠
٢-٦-٣ تركيبات الإنارة الخاصة بإضاءة مسارات الحركة ٢٠٢
إضاءة الساحات ٢٠٣
٢-٧ إضاءة الاختلاف في مستويات الأرض: إضاءة السلالم و الدراجات ٢٠٤
٢-٧-١ تأثير المتغيرات الخمسة على مظهر السلالم و الدرجات المضاءة ٢٠٤
٢-٧-١-١ اتجاه الضوء و موقع تركيبة الإنارة ٢٠٤
٢-٧-١-٢ نوعية الإضاءة ٢٠٦
٢-٧-١-٣ شدة الإضاءة ٢٠٦

٤-١-٧-٢ لون الضوء ٢٠٦
٢-٨ المسطحات المائية: إضاءة المسطحات المائية و النفورات ٢٠٧
١-٨-٢ تأثير المتغيرات الخمس على مظهر المسطحات المائية المضاءة ليلا ٢٠٧
١-١-٨-٢ اتجاه الضوء و موقع تركيبة الإنارة ٢٠٧
٢-١-٨-٢ نوعية الإضاءة ٢٠٩
٣-١-٨-٢ شدة الإضاءة ٢٠٩
٤-١-٨-٢ لون الضوء ٢١٠
٢-٨-٢ تقنيات و تأثيرات الإضاءة المختلفة الخاصة بالعناصر المائية ٢١٠
٣-٨-٢ أجهزة و مصابيح و تركيبة الإنارة الخاصة بإضاءة المسطحات المائية ٢١٤
٤-٨-٢ أعمال الصيانة و المتابعة ٢١٤
٣ خلاصة و نتائج الفصل التاسع ٢١٥
الفصل العاشر: تأثير الإضاءة على التغيير في مكونات الفراغ ليلا دراسة ميدانية
١ الهدف من الدراسة الميدانية..... ٢١٨
٢ المنهج العلمي المتبع لتحقيق الهدف من الدراسة الميدانية ٢١٩
٣ المجال المكاني أو الجغرافي لإجراء الدراسة الميدانية ٢١٩
٤ أدوات جمع البيانات ٢٢٣
١-٤ الاستبيان ٢٢٤
١-١-٤ طريقة عرض المشاهد على المبحوث ٢٢٤
٢-١-٤ اختيار العينة البحثية ٢٢٧
٣-١-٤ اختبار الصدق و الثبات لأداة جمع البيانات ٢٢٨
٤-١-٤ شرح تفصيلي لاستمارة الاستبيان ٢٢٨
٥-١-٤ استمارة الاستبيان ٢٢٩
٥ تفريغ و عرض و تحليل البيانات ٢٣٨
٦ النتائج ٢٤٦
٧ خلاصة النتائج ٢٥٢
التوصيات ٢٥٣
الأبحاث المستقبلية ٢٥٧
المراجع ٢٥٨
الملاحق ٢٦٣
ملخص البحث باللغة الانجليزية ..... a

فهـــــرس الأشكـــــــال

الفصل التمهيدي

شكل (أ) محدودية الأفكار التصميمية و سوء الصيانة ٢
شكل (ب) فقدان الطابع و هوية المكان أثناء فترة الليل ٢
شكل (جـ) سوء استخدام معدات و تقنيات الإضاءة ٣
شكل (د) مظاهر التلوث الضوئي ٣

الباب الأول: التعرف على مجال تصميم الإضاءة

الفصل الأول: مهنة تصميم الإضاءة

شكل (١-١) مراحل مشروع تصميم الإضاءة للفراغات الخارجية ٢١
شكل (١-٢) مصمم الإضاءة و علاقته بباقي فريق العمل ٢٢
شكل (١-٣) مسقط أفقي و واجهة توضح شكل و موقع الفرش و Hardscape بالفراغ الخارجي ٢٧
شكل (١-٤) مسقط أفقي يوضح أماكن و أنواع النباتات المستخدمة بالموقع ٢٧
شكل (١-٥) قطاع يوضح اختلاف المناسيب بالفراغ ٢٧
شكل (١-٦) صورة للفراغ قبل التصميم ٢٨
شكل (١-٧) منظور يوضح الفكرة التصميمية ٢٨
شكل (١-٨) صورة للفراغ بعد التنفيذ ٢٨

الفصل الثاني: تعريف الضوء و خواصه الفيزيقية

شكل (٢-١) الطيف الكهرومغنطيسي ٣٣
شكل (٢-٢) تعريف الاستضاءة ٣٨
شكل (٢-٣) وحدة الزاوية الفراغية (المجسمة) و تعريف الشدة الضيائية ٣٨
شكل (٢-٤) تعريف نصوع سطح عند نقطة عليه P ٣٩
شكل (٢-٥) نصوع سطح مضاء كما يراه مشاهد في اتجاه يصنع زاوية θ مع العمودي على السطح ٣٩
شكل (٢-٦) قانون التربيع العكسي ٣٩
شكل (٢-٧) طريقة مونسل لتصنيف الألوان ٤١
شكل (٢-٨) الطيف الترددي لضوء النهار الطبيعي ٤٢
شكل (٢-٩) الطيف الترددي لضوء صادر من مصباح متوهج ٤٢
شكل (٢-١٠) الطيف الترددي لضوء صادر من مصباح الصوديوم ضغط مرتفع ٤٢
شكل (٢-١١) اختلاف درجات حرارة اللون لمصادر الإضاءة المختلفة ٤٣
شكل (٢-١٢) دليل أمانة نقل الألوان ٤٤
شكل (٢-١٣) تأثير لون الضوء على مظهر العناصر المختلفة ٤٤

الفصل الثالث: الضوء و تأثيره على الأجسام و الإنسان و النبات

شكل (٣-١) تأثير ارتطام الضوء بسطح مادة فيزيقية ٤٥
شكل (٣-٢) الانعكاس المنتظم ٤٧
شكل (٣-٣) الانعكاس غير المنتظم ٤٧
شكل (٣-٤) الفرق بين الانعكاس المنتظم و الانعكاس غير المنتظم ٤٧
شكل (٣-٥) الانعكاس المنتشر ٤٧
شكل (٣-٦) الانعكاس المختلط ٤٨
شكل (٣-٧) الانعكاس الكلي ٤٨
شكل (٣-٨) انعكاسية الأسطح المختلفة ٤٨
شكل (٣-٩) انكسار الضوء خلال الوسط ٤٩

شكل (٣-١٠) الانتقال المنتشر ٥٠
شكل (٣-١١) الانتقال المتشعب ٥٠
شكل (٣-١٢) الانتقال المخطلت ٥٠
شكل (٣-١٣) الظل الملقى و الظل المرافق ٥١
شكل (٣-١٤) نماذج لزاوية سقوط الضوء و نوعية و نماذج الظلال الناتجة ٥٢
شكل (٣-١٥) عين الإنسان ٥٤
شكل (٣-١٦) حساسية العين في المدى الطيف المرئي ٥٦
شكل (٣-١٧) مجال الرؤية في الوضع الرأسي ٥٧
شكل (٣-١٨) مجال الرؤية في الوضع الأفقي ٥٧
شكل (٣-١٩) حدة الإبصار ٥٨
شكل (٣-٢٠) سرعة الإدراك ٥٨
شكل (٣-٢١) توافق العين في الظلام ٥٩
شكل (٣-٢٢) مجال تمييز السطوع ٦١
شكل (٣-٢٣) أنواع الإبهار ٦١
شكل (٣-٢٤) تأثر أداء العين بعمر الإنسان ٦٢
شكل (٣-٢٥) السطوع كنتيجة للخلفية ٦٣
شكل (٣-٢٦) التباين و نسبة النصوع ٦٤
شكل (٣-٢٧) النصوع و الاستضاءة ٦٤
شكل (٣-٢٨) مسار نهايته مظلمة لا يشجع المشاهد بالدخول و السير داخل الفراغ ٦٨
شكل (٣-٢٩) مسار نهايته مضاءة يشجع المشاهد بالدخول و السير داخل الفراغ ٦٨

الباب الثاني: تقنيات الإضاءة الصناعية الخاصة بالفراغات الخارجية

الفصل الرابع: مصادر الإضاءة الصناعية (المصابيح الكهربية)

شكل (٤-١) أشكال مختلفة للمصباح المتوهج ٧٤
شكل (٤-٢) مقاييس المصباح ٧٤
شكل (٤-٣) أشكال مختلفة للمصباح الفلوري ٧٤
شكل (٤-٤) أشكال مختلفة لمصابيح التفريغ الغازي..... ٧٤
شكل (٤-٥) أشكال مختلفة لفتيلة المصباح المتوهج ٧٥
شكل (٤-٦) أشكال لأنواع مختلفة من قواعد المصابيح المتنوعة ٧٥
شكل (٤-٧) تطبيقات للمصباح المتوهج ٧٩
شكل (٤-٨) الإضاءة المماسية لصور قصير ٧٩
شكل (٤-٩) مصابيح فتيلية ذات حجم صغير ٨٠
شكل (٤-١٠) تطبيقات لمصباح بخار الزئبق ٨٢
شكل (٤-١١) يوضح لون الضوء الصادر من مصباح الصوديوم ٨٤
شكل (٤-١٢) إنارة برج إيفل باستخدام مصباح الصوديوم ضغط مرتفع ٨٥
شكل (٤-١٣) تطبيقات لمصباح الصوديوم ضغط مرتفع ٨٥
شكل (٤-١٤) إضاءة الفراغ باستخدام مصباح النيون ٨٧
شكل (٤-١٥) أنواع المصابيح الفلورية ٨٧
شكل (٤-١٦) صورة توضح هيكلين من النيون ٨٩
شكل (٤-١٧) أنواع مصابيح التفريغ بدون الكترودات ٨٩
شكل (٤-١٨) تطبيقات لمصباح تفريغ بدون الكترودات ٩٠

شكل (٤-١٩) مصباح المقومات المبتعثة للضوء ٩١
شكل (٤-٢٠) مقوم يشع خليط من ثلاث ألوان ٩١
شكل (٤-٢١) تطبيقات لمصباح LED ٩١
شكل (٤-٢٢) منحنى الطاقة الطيفية للضوء الخارج من مصباح الهاليد المعدني ٩٥
شكل (٤-٢٣) نموذج لمنحنى قطبي للشدة الضيائية ٩٥

الفصل الخامس: تركيبة الإنارة

شكل (٥-١) المكونات الأساسية لتركيبة إنارة خاصة بالمصباح المتوهج ٩٧
شكل (٥-٢) أشكال مختلفة للفوانيس ٩٨
شكل (٥-٣) أشكال مختلفة لتركيبات الإنارة الخاصة بمسارات الحركة ٩٩
شكل (٥-٤) تركيبة الإنارة المثبتة على أعمدة ١٠٠
شكل (٥-٥) تركيبة إنارة مثبتة على الحائط ١٠٠
شكل (٥-٦) تركيبة إنارة معلقة ١٠٠
شكل (٥-٧) تركيبة إنارة مثبتة بالأرض ١٠٣
شكل (٥-٨) تركيبة إنارة معلقة ١٠٣
شكل (٥-٩) تركيبة إنارة مثبتة على سطح غصن الشجرة ١٠٣
شكل (٥-١٠) تركيبة إنارة مثبتة تحت بروز سطح مبنى ١٠٣
شكل (٥-١١) تركيبة إنارة مدمجة بدرج السلم ١٠٣
شكل (٥-١٢) تركيبات إنارة مرتدة داخل الأرض ١٠٣
شكل (٥-١٣) تركيبات إنارة توكيدية مثبتة تحت الماء ١٠٤
شكل (٥-١٤) تخبئة تركيبات الإنارة داخل حوض موجود بأرضية المسطح المائي ١٠٤
شكل (٥-١٥) تثبيت تركيبة الإنارة تحت عنصر ما بالمسطح المائي ١٠٤
شكل (٥-١٦) تركيبة إنارة مدمجة بجدار تحت سطح الماء ١٠٤
شكل (٥-١٧) تركيبة إنارة مدمجة بجدار تحت سطح الماء قابلة لتعديل توجيهها بعد التثبيت ١٠٤
شكل (٥-١٨) أشكال و أنواع مختلفة لتركيبات الإنارة الشريطية ١٠٥
شكل (٥-١٩) إضاءة حمام سباحة مستخدما الألياف الضوئية ١٠٥
شكل (٥-٢٠) الألياف الضوئية ١٠٦
شكل (٥-٢١) تركيبة إنارة مصممة ١٠٦
شكل (٥-٢٢) أعمدة إنارة تعطي مظهرا جماليا خاصا يوحي بالقدم و التاريخ ١٠٧
شكل (٥-٢٣) أعمدة إنارة ذات طراز حديث تعطي مظهرا جماليا ١٠٧
شكل (٥-٢٤) تركيبة الإنارة المفتوحة مقابل تركيبة الإنارة المغلقة ١٠٧
شكل (٥-٢٥) تركيبات إنارة قابلة لتعديل توجيهها ١٠٨
شكل (٥-٢٦) تغير شكل الضوء الصادر من تركيبة الإنارة ١٠٨
شكل (٥-٢٧) الرسم البياني للفتومتري: توزيع الاستضاءة على المستوى الأفقي ١٠٩
شكل (٥-٢٨) الرسم البياني للفوتومتري: توزيع الاستضاءة على المستوى الرأسي ١٠٩
شكل (٥-٢٩) الرسم البياني للفوتومتري: توزيع الشدة الضيائية ١٠٩
شكل (٥-٣٠) أشكال متنوعة للخازوق ١١١
شكل (٥-٣١) أشكال متنوعة للغطاء ١١١
شكل (٥-٣٢) إضاءة حمام السباحة باستخدام المصباح المتوهج بدون استخدام فلتر للون ١١٢
شكل (٥-٣٣) إضاءة حمام السباحة باستخدام فلتر أزرق اللون ١١٢

الفصل السادس: الأجهزة و التقنيات الحديثة المستخدمة لإضاءة الفراغات الخارجية

شكل (١-٦) التحكم في مجموعة من تركيبات الإنارة الموجودة بالفراغ ١١٤
شكل (٢-٦) المفتاح اليدوي ١١٦
شكل (٣-٦) جهاز التحكم الكهروضوئي ١١٦
شكل (٤-٦) المفتاح الوقتي ١١٦
شكل (٥-٦) الفترة الزمنية ١١٦
شكل (٦-٦) مكتشفات الحركة ١١٦
شكل (٧-٦) الطاقة الشمسية ١١٧
شكل (٨-٦) التخطيط المستقبلي للتوصيلات ١١٧
شكل (٩-٦) استخدام الليزر في عمل الإعلانات على جدران المباني ١١٨
شكل (١٠-٦) مؤثرات ضوئية ذات ألوان و أشكال و أنماط مختلفة باستخدام الليزر ١١٨
شكل (١١-٦) إضاءة النوافير بالليزر ١١٨
شكل (١٢-٦) تسليط شعاع أليزر على السحب ١١٨
شكل (١٣-٦) تسليط شعاع الليزر على شاشات من رزاز الماء Water Screen..... ١١٩

الفصل السابع: أدوات تقييم تصميم الإضاءة الصناعية الخارجية

شكل (١-٧) تظليله المنظور لتقييم الفكرة التصميمية..... ١٢١
شكل (٢-٧) the tissue overlay presentation technique ١٢١
شكل (٣-٧) تقييم التصميم عن طريق استخدام الألوان ١٢١
شكل (٤-٧) صورة لإضاءة المبنى عن طريق برنامج الكمبيوتر ١٢٢
شكل (٥-٧) تمثال الحرية، صورة لإضاءته عن طريق الكمبيوتر ١٢٢
شكل (٦-٧) Mockup بمقياس ١:٢ لتركيبة إنارة مصممة ١٢٣
شكل (٧-٧) المطبوعات (التقييم الكمي) ١٢٤
شكل (٨-٧) شدة الإضاءة (التقييم الكمي)..... ١٢٥
شكل (٩-٧) نموذج لقاعة عرض خاصة بتقنية الصورة التخيلية ١٢٦

الباب الثالث: إضاءة الفراغات الخارجية

الفصل الثامن: فن توزيع المؤثرات الضوئية بالفراغات الخارجية ليلا

شكل (١-٨) المكونات الأساسية الخمس التي تشكل الفراغ ١٢٩
شكل (٢-٨) الإضاءة و عمق الفراغ ١٣٠
شكل (٣-٨) تابع الإضاءة و عمق الفراغ ١٣٠
شكل (٤-٨) الإضاءة و ارتفاع الفراغ ١٣١
شكل (٥-٨) تابع الإضاءة و ارتفاع الفراغ ١٣١
شكل (٦-٨) استخدام الإضاءة فالتأكيد على تماثل ١٣١
شكل (٧-٨) استخدام الإضاءة في التأكيد على الإيقاع ١٣١
شكل (٨-٨) الإضاءة و تجانس الفراغ ١٣٢
شكل (٩-٨) حالة أو جو الفراغ ١٣٣
شكل (١٠-٨) ربط الفراغ الداخلي بالفراغ الخارجي ١٣٤
شكل (١١-٨) التوازن بين الإضاءة الداخلية و الإضاءة الخارجية ١٣٤
شكل (١٢-٨) رؤية الفراغ الخارجي من خلال الفراغ الداخلي ١٣٤
شكل (١٣-٨) حجب رؤية الفراغ الداخلي ١٣٤
شكل (١٤-٨) الإضاءة توحد الفراغ ١٣٤

شكل (٨-١٥) الإضاءة جعلت الفراغ ينقسم إلى عدة غرف صغيرة ١٣٤
شكل (٨-١٦) أنواع النقط المركزية ١٣٥
شكل (٨-١٧) قامت الإضاءة بالتأكيد على التدرج الهرمي للفراغات ١٣٦
شكل (٨-١٨) الإضاءة و الحركة ١٣٦

الفصل التاسع: تأثير الإضاءة على مظهر عناصر الفراغ ليلا

شكل (٩-١) تركيبة إنارة مثبتة بالأرض ١٤١
شكل (٩-٢) اتجاه الإضاءة إلى أعلى ١٤١
شكل (٩-٣) اتجاه الإضاءة إلى أعلى ١٤١
شكل (٩-٤) اتجاه الإضاءة إلى أسفل ١٤١
شكل (٩-٥) اتجاه الإضاءة إلى أسفل ١٤١
شكل (٩-٦) استخدام تركيبة إنارة واحدة لإضاءة شجرة كبيرة ١٤٢
شكل (٩-٧) استخدام أكثر من تركيبة إنارة لإنارة الشجر الضخم ١٤٢
شكل (٩-٨) الإضاءة الخلفية بالنسبة للنباتات ١٤٣
شكل (٩-٩) الإضاءة الجانبية بالنسبة للنباتات ١٤٣
شكل (٩-١٠) الإضاءة الأمامية بالنسبة للنباتات ١٤٣
شكل (٩-١١) استخدام الإضاءة التوكيدية و الإضاءة الغامرة بالنسبة للنبات ١٤٣
شكل (٩-١٢) استخدام مصدر إضاءة ذي دليل أمانة ألوان مترفعة لإضاءة النبات ١٤٤
شكل (٩-١٣) استخدام لون الضوء الأخضر المائل للزرقة لإضاءة النبات ١٤٤
شكل (٩-١٤) استخدام ألوان مختلفة للإضاءة في إنارة النباتات ١٤٤
شكل (٩-١٥) الإضاءة الغامرة ١٤٥
شكل (٩-١٦) الإضاءة المماسية ١٤٥
شكل (٩-١٧) تقنية الملمس ١٤٦
شكل (٩-١٨) تقنية الهالة ١٤٦
شكل (٩-١٩) استخدام أكثر من تقنية لإضاءة جذع الشجرة ١٤٦
شكل (٩-٢٠) تقنية الصورة الظلية ١٤٧
شكل (٩-٢١) استخدام تقنية الصورة الظلية للتأكيد على نمط هيكل النبات ١٤٧
شكل (٩-٢٢) تأثير الظلال ١٤٧
شكل (٩-٢٣) الإضاءة القمرية ١٤٨
شكل (٩-٢٤) يحاكي مصباح الزئبق ذا لون ضوء بارد لون ضوء القمر ١٤٨
شكل (٩-٢٥) الإضاءة المنتشرة ١٤٨
شكل (٩-٢٦) الإضاءة المشتتة ١٤٨
شكل (٩-٢٧) تقنية الوهج تؤكد و تظهر لون و شكل أوراق الشجر ١٤٩
شكل (٩-٢٨) تقنية إظهار التفاصيل و الألوان ١٤٩
شكل (٩-٢٩) الإضاءة غير المباشرة ١٥٠
شكل (٩-٣٠) التحديد الضوئي للأشجار يضفي جو احتفالي للفراغ ١٥٠
شكل (٩-٣١) نباتان لهما نفس الفصيلة و النوع و لكن الصنف مختلف ١٥٠
شكل (٩-٣٢) تقوم الخصائص الفزيائية للنبات بتحديد التقنية المناسبة لإضاءته ١٥٠
شكل (٩-٣٣) الإضاءة الخلفية و نوع ورق الشجر ١٥١
شكل (٩-٣٤) شكل يوضح كيف تتفاعل أوراق النبات مع اتجاه الضوء ١٥١
شكل (٩-٣٥) بعض النباتات متساقطة الأوراق ١٥١

شكل (٩-٣٦) نبات Magnolia grandiflora ١٥٢
شكل (٩-٣٧) نبات Acer saccharinum ١٥٢
شكل (٩-٣٨) نبات Tapestry Vine أوراقه ذات ألوان متعددة ١٥٢
شكل (٩-٣٩) شكل يوضح مناظر متنوعة لجذع و أغصان النباتات ١٥٢
شكل (٩-٤٠) اظهار خصائص جذع النباتات عن طريق الإضاءة ١٥٢
شكل (٩-٤١) إضاءة النخل ١٥٢
شكل (٩-٤٢) إضاءة النبات بما يتناسب مع شكله في فترتي الصيف و الشتاء ١٥٣
شكل (٩-٤٣) استخدام ثلاث تركيبات إنارة لإظهار شكل النبات ذي الحجم الصغير ١٥٥
شكل (٩-٤٤) استخدام سبع تركيبات إنارة لإظهار شكل النبات ذي الحجم الكبير ١٥٥
شكل (٩-٤٥) إضاءة النباتات التي تمثل خلفية التكوين الضوئي ١٥٦
شكل (٩-٤٦) أشكال كثيرة و متنوعة لتركيبات الإنارة الخاصة بإضاءة الشجيرات ١٥٦
شكل (٩-٤٧) تركيبات إنارة خاصة بإضاءة الأشجار ١٥٧
شكل (٩-٤٨) Wall washer fixtures ١٥٧
شكل (٩-٤٩) تركيبة إنارة مثبتة على جذع شجرة ١٥٧
شكل (٩-٥٠) تكامل الواجهة مع عناصر الفراغ الخارجي ١٥٨
شكل (٩-٥١) إضاءة الأمن ١٥٩
شكل (٩-٥٢) تحول شكل الواجهة بتغير نوع الإضاءة الواقعة عليها ١٥٩
شكل (٩-٥٣) اختلاف مظهر الفراغ بين الليل و الظلام ١٥٩
شكل (٩-٥٤) سهولة الوصول إلى كنيسة Sacree-Coeur بفرنسا ليلا أو نهارا ١٦٠
شكل (٩-٥٥) قوس النصر بباريس. عدم فقدان أهميته أثناء فترة الليل ١٦٠
شكل (٩-٥٦) عناصر المبنى المختلفة و تحديدها و تعريفها عن طريق الإضاءة ١٦١
شكل (٩-٥٧) إضاءة فندق MGM Grand بالولايات المتحدة الأمريكية ١٦١
شكل (٩-٥٨) الجامع الأزرق بتركيا ١٦٢
شكل (٩-٥٩) الأهرامات بمصر ١٦٢
شكل (٩-٦٠) الإضاءة من أسفل إلى أعلى بالنسبة للمباني و الارتفاع ١٦٢
شكل (٩-٦١) الإضاءة من أسفل إلى أعلى بالنسبة للمباني و الارتفاع ١٦٢
شكل (٩-٦٢) الإضاءة من أسفل إلى أعلى بالنسبة للمباني و التأثير الدرامي ١٦٢
شكل (٩-٦٣) الإضاءة من أعلى إلى أسفل بالنسبة للمباني ١٦٣
شكل (٩-٦٤) الإضاءة من أعلى إلى أسفل بالنسبة للمباني ١٦٣
شكل (٩-٦٥) موقع تركيبة إنارة بالنسبة للمباني ١٦٤
شكل (٩-٦٦) موقع تركيبة إنارة بالنسبة للمباني ١٦٤
شكل (٩-٦٧) الإضاءة الخلفية بالنسبة للمباني ١٦٤
شكل (٩-٦٨) الإضاءة الجانبية بالنسبة للمباني ١٦٤
شكل (٩-٦٩) الإضاءة الأمامية بالنسبة للمباني ١٦٤
شكل (٩-٧٠) موقع تركيبة الإنارة ١٦٥
شكل (٩-٧١) الأماكن المختلفة لتثبيت تركيبات الإنارة ١٦٥
شكل (٩-٧٢) أماكن لتركيبات إنارة غير مثبتة بالمبنى ١٦٥
شكل (٩-٧٣) إضاءة فندق برج العرب عن طريق تركيبات إنارة مثبتة في الكوبري ١٦٧
شكل (٩-٧٤) تثبيت تركيبة الإنارة على الأرض ١٦٧
شكل (٩-٧٥) إضاءة برج إيفل عن طريق تركيبات إنارة مثبتة به ١٦٧

شكل (٩-٧٦) إضاءة الواجهة عن طريق فانوس مثبت عليها ١٦٧
شكل (٩-٧٧) إضاءة الواجهة عن طريق تركيبة إنارة مثبتة على عمود بجانب المبنى ١٦٧
شكل (٩-٧٨) إضاءة الواجهة عن طريق تركيبات إنارة مثبتة على أعمدة ١٦٧
شكل (٩-٧٩) تركيبات إنارة مثبتة على سطح مبنى مجاور ١٦٧
شكل (٩-٨٠) إضاءة واجهة دير Our Lady بألمانيا مستخدما الإضاءة الغامرة ١٦٨
شكل (٩-٨١) إضاءة تفاصيل واجهة متحف Louvre بفرنسا مستخدما الإضاءة التوكيدية .. ١٦٨
شكل (٩-٨٢) عمل تدرج بصري للمشهد عن طريق الاختلاف في مستوى الإضاءة ١٦٩
شكل (٩-٨٣) اختلاف مستوى إضاءة كل سطح يؤكد و يجسد شكل المبنى ١٦٩
شكل (٩-٨٤) اختلاف مستوى الإضاءة بين الأعمدة و خلفيتها تعطي عمقا للمدخل ١٦٩
شكل (٩-٨٥) التأكيد على عمق العقود عن طريق الاختلاف في درجة السطوع ١٦٩
شكل (٩-٨٦) The Acropolis ١٧١
شكل (٩-٨٧) استخدام الألوان بالواجهة لجذب الانتباه ١٧١
شكل (٩-٨٨) استخدام الألوان لتحقيق الجو المسرحي للفراغ ١٧١
شكل (٩-٨٩) الحصول على أفضل النتائج عندما يكون لون الضوء مقاربا للون السطح ١٧١
شكل (٩-٩٠) الإضاءة الغامرة ١٧٢
شكل (٩-٩١) الإضاءة الغامرة تعمل على تأكيد شكل المبنى ١٧٢
شكل (٩-٩٢) المسافة بين تركيبة الإنارة و السطح المضاء ١٧٢
شكل (٩-٩٣) شكل يوضح نمط scallop ١٧٣
شكل (٩-٩٤) قامت الإضاءة المماسية بتأكيد الملمس و عمل نمط scallop على قمة البرج ١٧٣
شكل (٩-٩٥) تقوم الإضاءة المماسية للصرحين بمعبد الأقصر بتأكيد ملمس السطح ١٧٣
شكل (٩-٩٦) تقوم الإضاءة المماسية بتأكيد الكتابات الموجودة على سطح المسلة ١٧٣
شكل (٩-٩٧) الاستعانة بإضاءة السقف الداخلي لإضاءة الواجهة ١٧٤
شكل (٩-٩٨) لمعان الضوء من وراء الطوب الزجاجي ١٧٤
شكل (٩-٩٩) إضاءة واجهة المبنى ١٧٤
شكل (٩-١٠٠) استخدام الإضاءة الداخلية ١٧٤
شكل (٩-١٠١) حركة الضوء ١٧٥
شكل (٩-١٠٢) حركة الضوء ١٧٥
شكل (٩-١٠٣) حركة الضوء ١٧٥
شكل (٩-١٠٤) خطوط من المصابيح المتوهجة تقوم بتحديد المبنى ١٧٥
شكل (٩-١٠٥) تأكيد البروزات الأفقية ١٧٦
شكل (٩-١٠٦) تأكيد البروزات الرأسية ١٧٦
شكل (٩-١٠٧) إضاءة القبة ١٧٦
شكل (٩-١٠٨) إضاءة العمود ١٧٦
شكل (٩-١٠٩) إضاءة الكمرات المنفصلة في الواجهة ١٧٧
شكل (٩-١١٠) إضاءة النتوءات المنفصلة بطريقة silhouette effect ١٧٧
شكل (٩-١١١) رسم شكل ورق الشجر و الأغصان على الواجهة مستخدما الظل و النور ١٧٧
شكل (٩-١١٢) ظهور ظل التماثيل على سطح الواجهة مما يضيف شكل جذاب للواجهة ١٧٧
شكل (٩-١١٣) الإضاءة المباشرة و الإضاءة غير المباشرة ١٧٧
شكل (٩-١١٤) عرض للصوت و الضوء ١٧٨
شكل (٩-١١٥) إنارة المآذن ١٧٩

شكل (٩-١١٦) إنارة المآذن ١٧٩
شكل (٩-١١٧) استغلال السور في إخفاء تركيبات الإنارة ١٨٠
شكل (٩-١١٨) يقوم حمام السباحة بعكس صورة المبنى المضاء ليلا ١٨٠
شكل (٩-١١٩) انعكاس الواجهة على سطح المياة يعطي الشعور باتساع الفراغ ١٨٠
شكل (٩-١٢٠) تثبيت تركيبتين إنارة أمام المدخل لتأكيده ١٨١
شكل (٩-١٢١) إضاءة المدخل بطريقة ترحب بالزائرين ١٨١
شكل (٩-١٢٢) إضاءة المسار كله المؤدي لمدخل الفيلا ١٨١
شكل (٩-١٢٣) شدة إضاءة المدخل مرتفعة نسبيا لجذب الانتباه ١٨١
شكل (٩-١٢٤) ارتفاع تركيبات الإنارة أمام المدخل ١٨١
شكل (٩-١٢٥) أماكن مختلفة لتثبيت تركيبات الإنارة لإضاءة المداخل ١٨١
شكل (٩-١٢٦) تمثال ثلاثي الأبعاد واقف بمفرده ١٨٤
شكل (٩-١٢٧) تمثال مثبت على جدار ١٨٤
شكل (٩-١٢٨) تغير مظهر التمثال بتغير شكل الإضاءة ١٨٤
شكل (٩-١٢٩) طريقة إضاءة التمثال، يمكن أن يمثل معلومة مهمة للمشاهد ١٨٤
شكل (٩-١٣٠) الإضاءة من أسفل إلى أعلى بالنسبة للتمثال ١٨٥
شكل (٩-١٣١) الإضاءة إلى أعلى تعطي تأثير دراميا للتمثال ١٨٥
شكل (٩-١٣٢) الإضاءة من أعلى إلى أسفل بالنسبة للتمثال ١٨٥
شكل (٩-١٣٣) الإضاءة إلى أسفل بالنسبة لتمثال ١٨٥
شكل (٩-١٣٤) إضاءة التمثال الواقف أمام حائط ١٨٦
شكل (٩-١٣٥) إضاءة العلم ١٨٦
شكل (٩-١٣٦) إضاءة التمثال المرئي من زاوية واحدة ١٨٧
شكل (٩-١٣٧) إضاءة خلفية التمثال مما يعطي عمق للمشهد ١٨٧
شكل (٩-١٣٨) إضاءة التمثال من جميع الجهات يعطي مظهرا سطحيا له ١٨٨
شكل (٩-١٣٩) إضاءة التمثال المرئي من أكثر من زاوية ١٨٨
شكل (٩-١٤٠) إضاءة التمثال من الجهتين اليمنى و اليسرى باستخدام الإضاءة التوكيدية ١٨٩
شكل (٩-١٤١) إضاءة التمثال باستخدام الإضاءة التوكيدية و الإضاءة الغامرة ١٨٩
شكل (٩-١٤٢) دور التمثال و شدة الإضاءة ١٨٩
شكل (٩-١٤٣) اختلاف مظهر التمثال أثناء فترة الليل ١٨٩
شكل (٩-١٤٤) لوحة جدارية، تستخدم الإضاءة الغامرة لإظهارها ١٨٩
شكل (٩-١٤٥) لوحة جدارية تستخدم الإضاءة المماسية في تأكيدها ١٨٩
شكل (٩-١٤٦) التأكيد على حركة التمثال و شكله عن طريق رسم ظله على حائط مجاور له ١٩٠
شكل (٩-١٤٧) تقنية الإضاءة المتقاطعة ١٩٠
شكل (٩-١٤٨) تحديد هذا الهيكل أو التمثال بالإضاءة للتأكيد على الشكل ١٩٠
شكل (٩-١٤٩) إضاءة التمثلين بطريقة تظهر التفاصيل و الأبعاد ١٩٠
شكل (٩-١٥٠) استخدام عدد كبير من تركيبات الإنارة التوكيدية لإضاءة التماثيل ١٩٠
شكل (٩-١٥١) اتجاه الإضاءة إلى أعلى بالنسبة للهيكل المعماري ١٩١
شكل (٩-١٥٢) اتجاه الإضاءة إلى أسفل بالنسبة للهيكل المعماري ١٩١
شكل (٩-١٥٣) وضع تركيبة الإنارة حول الهيكل أو داخل الهيكل أو الاثنان معا ١٩١
شكل (٩-١٥٤) تستخدم في إضاءة الهياكل المعمارية الإضاءة التوكيدية أو الإضاءة الغامرة ١٩١
شكل (٩-١٥٥) يتحدد مستوى شدة الإضاءة بناء على مستخدمي الفراغ ١٩٢

شكل (٩-١٥٦) لون الضوء بالنسبة للهياكل المعمارية ١٩٢
شكل (٩-١٥٧) إضاءة عناصر مميزة بالهيكل مثل الأزهار أو التفاصيل المعمارية ١٩٢
شكل (٩-١٥٨) استخدام تركيبات الإنارة ذات الشكل المميز في إضاءة الهياكل المعمارية ١٩٢
شكل (٩-١٥٩) استخدام الإضاءة غير المباشرة في إنارة الأكشاك ١٩٣
شكل (٩-١٦٠) إضاءة الهياكل الزجاجية تظهر التفاصيل الإنشائية الخاصة به ١٩٣
شكل (٩-١٦١) استغلال التعريشات في تثبيت تركيبات الإنارة الخاصة بإضاءة مسار الحركة ١٩٣
شكل (٩-١٦٢) استغلال إضاءة العناصر المحيطة بالهيكل في إضاءة الهيكل ١٩٣
شكل (٩-١٦٣) الحروف الضوئية ١٩٤
شكل (٩-١٦٤) اللوحة المضاءة ١٩٤
شكل (٩-١٦٥) العلامات الإرشادية المضاءة من الخارج ١٩٤
شكل (٩-١٦٦) أنواع مسارات المشاة ١٩٧
شكل (٩-١٦٧) اتجاه الإضاءة إلى أعلى بالنسبة لمسارات الحركة ١٩٨
شكل (٩-١٦٨) الإضاءة إلى أسفل بالنسبة لمسارات الحركة ١٩٨
شكل (٩-١٦٩) الإضاءة الجانبية، تثبت بحائط بجانب المسار ١٩٨
شكل (٩-١٧٠) استخدام الإضاءة الغامرة في إنارة مسارات الحركة ١٩٨
شكل (٩-١٧١) استخدام الإضاءة التوكيدية في إنارة مسارات الحركة ١٩٩
شكل (٩-١٧٢) إضاءة مسار مشاة غير منتظم بشدة إضاءة مرتفعة ٢٠٠
شكل (٩-١٧٣) اختلاف لون الضوء باختلاف النشاط أو الاستخدام ٢٠٠
شكل (٩-١٧٤) اختلاف مظهر الفراغ باختلاف لون الضوء ٢٠٠
شكل (٩-١٧٥) وضع تركيبات الإنارة على ناحية واحدة للمسار ٢٠١
شكل (٩-١٧٦) وضع تركيبات الإنارة على جانبي المسار بالتبادل ٢٠١
شكل (٩-١٧٧) شدة التباين في السطوع في إضاءة مسارات الحركة ٢٠١
شكل (٩-١٧٨) وضع تركيبات الإنارة على جانبي المسار بانتظام ٢٠١
شكل (٩-١٧٩) تأثير الإضاءة القمرية على مسارات الحركة ٢٠٢
شكل (٩-١٨٠) تركيبة إنارة طويلة، تقوم بإنارة الشارع و مسار المشاة و أماكن الجلوس ٢٠٣
شكل (٩-١٨١) تركيبة إنارة متوسطة الارتفاع ذات طابع مناسب لطابع الفراغ ٢٠٣
شكل (٩-١٨٢) تركيبة إنارة مخصصة لإضاءة المسارات بجانب المسطحات المائية ٢٠٣
شكل (٩-١٨٣) استخدام الإضاءة الغامرة ذات اللون الدافئ لإنارة الساحات ٢٠٣
شكل (٩-١٨٤) استخدام الإضاءة التوكيدية لإنارة الساحات ٢٠٣
شكل (٩-١٨٥) استخدام تركيبات إنارة للزينة لإنارة الساحات ٢٠٣
شكل (٩-١٨٦) اتجاه الإضاءة إلى أسفل بالنسبة للسلالم ٢٠٤
شكل (٩-١٨٧) السلم و ما حوله من عناصر ٢٠٤
شكل (٩-١٨٨) أماكن لتثبيت تركيبة الإنارة بالحائط لإضاءة السلالم ٢٠٤
شكل (٩-١٨٩) موقع تركيبة الإنارة و علاقته بقائمة ونائمة درجة السلم ٢٠٥
شكل (٩-١٩٠) مواضع تركيبات الإنارة المختلفة بالنسبة للسلم ٢٠٥
شكل (٩-١٩١) الإضاءة الجانبية للسلالم ٢٠٥
شكل (٩-١٩٢) صور مختلفة لدمج الإضاءة بدرجة السلم ٢٠٥
شكل (٩-١٩٣) الإضاءة الغامرة بالنسبة للسلالم ٢٠٦
شكل (٩-١٩٤) الإضاءة التوكيدية بالنسبة للسلالم ٢٠٦
شكل (٩-١٩٥) اختلاف لون الضوء بالنسبة للسلالم ٢٠٦

شكل (٩-١٩٦) الأماكن المختلفة لإضاءة المسطحات المائية من الداخل ٢٠٨
شكل (٩-١٩٧) إضاءة النفورة من الأسفل يجعلها تبدو متوهجة ٢٠٨
شكل (٩-١٩٨) إضاءة حمام السباحة عن طريق تركيبات إنارة مثبتة على جوانبه ٢٠٨
شكل (٩-١٩٩) إضاءة البحيرة عن طريق تركيبة إنارة توكيدية مثبتة خارجها ٢٠٨
شكل (٩-٢٠٠) حمام السباحة يبدو معتما و يعكس العناصر المضاءة الموجودة من حوله ٢٠٨
شكل (٩-٢٠١) الأماكن المثلى لإضاءة المسطحات المائية من الخارج ٢٠٨
شكل (٩-٢٠٢) الإضاءة الغامرة لإنارة النفورات ٢٠٩
شكل (٩-٢٠٣) الإضاءة الغامرة لإنارة الشلالات ٢٠٩
شكل (٩-٢٠٤) الإضاءة التوكيدية لإنارة المسطحات المائية ٢٠٩
شكل (٩-٢٠٥) شدة التباين بين النقطة المركزية المتمثلة في العنصر الضوئي و العناصر الأخرى ٢٠٩
شكل (٩-٢٠٦) إضاءة العنصر المائي بطريقة تتناسب مع ما حوله من عناصر ٢٠٩
شكل (٩-٢٠٧) استخدام ألوان كثيرة و متنوعة لإضاءة النفورات ٢١٠
شكل (٩-٢٠٨) انكسار الضوء الذي ينتقل من الهواء إلى الماء أو العكس ٢١١
شكل (٩-٢٠٩) استخدام فلاتر في إضاءة المسطحات المائية ٢١١
شكل (٩-٢١٠) إضاءة شلال مياه هائجة ٢١١
شكل (٩-٢١١) إضاءة شلال مياه هادئ ٢١١
شكل (٩-٢١٢) إضاءة التماثيل عن طريق تركيبات إنارة مثبتة داخل و خارج المياه ٢١١
شكل (٩-٢١٣) أمثلة لأنواع النفورات ٢١٢
شكل (٩-٢١٤) إضاءة كل مخرج مياه في النافورة ٢١٣
شكل (٩-٢١٥) إضاءة المياه الخشنة المتدفقة ٢١٣
شكل (٩-٢١٦) إضاءة أكثر من مخرج للمياه ٢١٣
شكل (٩-٢١٧) إضاءة حلقة بها أكثر من مخرج للمياه ٢١٣
شكل (٩-٢١٨) وضع مصدر الضوء عند مخرج المياه مستخدما الألياف الزجاجية ٢١٣
شكل (٩-٢١٩) إضاءة حمام السباحة من الداخل ٢١٤
شكل (٩-٢٢٠) استخدام تركيبات الإنارة الشريطية في تحديد شكل العنصر المائي ٢١٤
الفصل العاشر: تأثير الإضاءة على التغيير في مكونات الفراغ ليلا دراسة ميدانية
شكل (١٠-١) صور توضح المواقع التي تم زيارتها قبل تحديد موقع الدراسة ٢٢٠
شكل (١٠-٢) مجموعة من الصور داخل حديقة الأزهر ٢٢٢
شكل (١٠-٣) موقع عام لحديقة الأزهر ٢٢٢
شكل (١٠-٤) صور توضح المشاهد الستة التي تم اختيارهم للدراسة ٢٢٣

فهـــــرس الجـــــداول

الباب الأول: التعرف على مجال تصميم الإضاءة

الفصل الثاني: تعريف الضوء و خواصه الفيزيقية

جدول(١-٢) دليل نقل الألوان ٤٤

الفصل الثالث: الضوء و تأثيره على الأجسام و الإنسان و النبات

جدول (١-٣) الانعكاسية لبعض مواد البناء و الأسطح الخارجية ٤٩

جدول (٢-٣) فرق في شدة الإستضاءة بين النهار و الليل ٥٦

جدول (٣-٣) تأثير الإضاءة الصناعية على ألوان عناصر الحديقة ٧٢

الباب الثاني: تقنيات الإضاءة الصناعية الخاصة بالفراغات الخارجية

الفصل الرابع: مصادر الإضاءة الصناعية (المصابيح الكهربية)

جدول (١-٤) جدول مقارنة لأنواع المصابيح المختلفة ٩٢

الفصل السادس: الأجهزة و التقنيات الحديثة المستخدمة لإضاءة الفراغات الخارجية

جدول (١-٦) مقارنة بين الجهد القياسي و الجهد المنخفض..... ١١٦

الفصل السابع: أدوات تقييم تصميم الإضاءة الصناعية الخارجية

جدول (١-٧) مقارنة أدوات التقييم الكمي المختلفة ١٢٧

الباب الثالث: إضاءة الفراغات الخارجية

الفصل التاسع: تأثير الإضاءة على مظهر عناصر الفراغ ليلا

جدول (١-٩) إضاءة النبات بناء على نوعه ١٥٤

جدول (٢-٩) مستوى الإستضاءة المقترح بالنسبة للواجهات..... ١٧٠

الفصل العاشر: تأثير الإضاءة على مظهر الفراغ الخارجي ليلا دراسة ميدانية

جدول (١-١٠) صور للمشاهد الستة و الموقع العام التي تم عرضهم على المبحوث ٢٢٥

شكر و تقدير

أتوجه بالشكر إلى كل من ساعدني حتى أتمكن من إخراج هذا البحث في الصورة الحالية، و أخص بالشكر،

والدي و والدتي و أخي طه العريان

و جميع أساتذتي في جامعة القاهرة الذين شرفت بخبرتهم أثناء فترة الدراسات العليا.

كما أخص بالشكر و التقدير لأستاذي الجليل:

الأستاذ الدكتور/ أحمد فهيم

أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية

كلية هندسة – جامعة القاهرة

و أستاذي العزيز:

الدكتور/ أيمن حسان أحمد

أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية

كلية هندسة – جامعة القاهرة

و أستاذتي العزيزة:

الدكتور/ دينا شهيب

الأستاذ بقسم العمارة

مركز بحوث الإسكان و البناء

و لا أستطيع أن أنسى زملائي الأعزاء:

الأستاذة/ هند نصرت حسين و المهندسة/ شيماء سمير

و أصدقائي بالعمل و الذين لم يبخلوا علي بالمساعدة.

ملخص البحث:

منذ الزمن البعيد و الإنسان القديم يبحث عن الضوء و يستخدم النار ليس فقط للتدفئة و لكن ليبدد الظلمات مما يشجع الناس و يجعلها أكثر نشاط و إنتاجا في فترة الليل علاوة على فترة النهار، و منذ ذلك الوقت و الإنسان يحاول جاهدا التحكم و إطالة فترة الإضاءة الطبيعة عن طريق استخدام الإضاءة الصناعية. كما يتأثر أيضا الإنسان عاطفيا و فنيا بالمؤثرات الضوئية التي توجد من حوله فكان يرهب وميض البرق و منظر العواصف الشديدة و يهدأ عندما يرى نور السماء الصافية المليئة بالسحب البيضاء الهشة و يكتئب من منظر السماء الملبدة بالغيوم و يدهش من منظر غروب و شروق الشمس، فالمؤثرات الضوئية المختلفة لها تأثير كبير على حالة و إحساس و أداء الإنسان و مدى تكيفه مع البيئة المحيطة به و بالتالي فإننا لا نعتمد على الإضاءة لكونها أداة تساعدنا على الرؤية فقط بل إننا نعتمد عليها نفسيا كما نعتمد عليها فسيولوجيا. فالإضاءة أداه مبدعة و خلاقة تغير مظهر الفراغ و تجعله أكثر جمالا و جاذبية. و لكن قد تشهد الفراغات الخارجية بعض المشاكل نتيجة لسوء إضاءتها ليلا. فيمكن القول بأن الإضاءة هي أداة أو "سلاح ذو حدين" فالفراغ الخارجي المضاء ليلا يمكن أن يكون أكثر إبداعا و جذبا للانتباه و ترحيبا بالزائرين و من ناحية أخرى يمكن أن يكون سيئا و منفرا مما استدعى الأمر لطرق باب هذا المجال – مجال تصميم الإضاءة و خاصة إضاءة الفراغات الخارجية ليلا. بما أن تخصص مصمم الإضاءة تخصص حديث نسبيا في مجال العمارة و عمران و نتيجة لأهمية هذا المجال بالرغم من أنه لا يلقي دائما القدر الكافي من الاهتمام الجدير به في مناهج الهندسية أو عند تنفيذ نظم الإضاءة عموما، فكان من المهم البدء بإلقاء الضوء على هذا التخصص و التعرف على أهم المعلومات و التدريبات التي يحتاجها مصمم الإضاءة لتؤهله لهذا التخصص و معرفة مهامه و دوره في عملية التصميم و علاقته بباقي فريق العمل. و من ضمن المعلومات المهمة بالنسبة لمصمم الإضاءة و التي تم تناولها في هذا البحث، هي معلومات عن طبيعة الضوء و خصائصه و تأثير الضوء على كل من الأجسام و الإنسان (فسيولوجيا و نفسيا) و النباتات. و من بين المعلومات أيضا و المهمة بالنسبة لمصمم الإضاءة و حتى يتمكن من الإبداع و تحقيق أفكاره التصميمية - معلومات عن تقنيات الإضاءة الصناعية و التي تتمثل في أنواع المصابيح المختلفة الحديثة و المتطورة و أنواع تركيبات الإنارة و ملحقاتها بالإضافة إلى معلومات أخرى عن طرق التحكم المختلفة للإضاءة، اليدوي منها و الآلي، و النظم المختلفة للتوصيلات (نظام الجهد القياسي و نظام الجهد المنخفض) و الطاقة الشمسية، و معلومات عن تقنية الليزر و الهولوجراف و تطبيقاتها في إضاءة الفراغات الخارجية. و قد انتهى هذا الجزء بذكر أهم طرق التقييم الكمي و النوعي و التي يستخدمها مصمم الإضاءة للتأكد من نجاح المشروع و تحقيق للفكرة التصميمية.

و بذلك يكون مصمم الإضاءة قد تزود بالمعلومات الكافية و التي يقدر على أساسها التعامل مع أي فراغ خارجي و إضاءته بصورة مبدعة و ناجحة محققا أفكاره التصميمية. و لكن القضية الآن هي كيفية الاستعانة بكم هذه المعلومات عن الإضاءة و تقنياتها الحديثة لخلق المؤثرات الضوئية المختلفة بالفراغات الخارجية. و من هنا تم دراسة بناء و تشكيل الفراغات الخارجية، حيث يتشكل الفراغ عن طريق خمس أجزاء أو مكونات أساسية (الفراغات و المسارات و الحدود و العناصر المهمة و المداخل) و تقوم عناصر الفراغ (الطبوغرافية و النباتات و المسطحات المائية و المنشآت) بتشكيل هذه المكونات. ثم تم دراسة تأثير الإضاءة على مظهر الفراغ الخارجي ليلا و كيف يتغير و يتحور من حيث الحجم و الارتفاع و الاتزان و الجو أثناء فترة الليل. فجاء السؤال كيف يتغير مظهر الفراغ ليلا. ما العوامل المسئولة عن تغير مظهر الفراغ ليلا، هل هي المكونات أو الأجزاء التي تشكل

الفراغ أم العناصر التي تشكل أجزاء الفراغ و من هنا بدأ البحث أولا في دراسة تأثير الإضاءة على مظهر عناصر الفراغ المختلفة و ثانيا تأثير الإضاءة على مكونات الفراغ (ترتيب مكونات الفراغ).

و بعد القراءة و الإطلاع تم استنباط خمسة متغيرات أساسية و هي اتجاه الضوء و موقع تركيبات الإنارة بالنسبة لزاوية الرؤية و نوعية الإضاءة و شدة الضوء و لون الضوء. و تعتبر هذه العوامل هي المسئولة عن تغير مظهر عناصر الفراغ المختلفة (النباتات و العناصر المبنية و الطبوغرافية و عناصر مائية) و خلق المؤثرات الضوئية المختلفة.

أما عن مكونات الفراغ فقد تم استخلاصها من الدراسة الميدانية و التي تم إجرائها بحديقة الأزهر و عمل مقارنة بين إدراك المشاهد لمكونات الفراغ بين فترتي الليل و النهار و مدى الاختلاف بين الفترتين و انطباع المشاهد نحو كل مشهد.

و قد انتهى البحث ببعض النتائج و التي تتلخص في أهمية مكونات الفراغ و المتغيرات الخمسة المؤثرة على مظهر عناصر الفراغ في تشكيل و تغير انطباع المشاهد نحو الفراغ أو المشهد ليلا. ثم يقوم البحث بطرح بعض التوصيات التي تتعلق بدور الإضاءة في نجاح المشروع و أهم المعايير المراد وضعها في الاعتبار عند تصميم إضاءة فراغ خارجي ما.

كما يقترح البحث مجموعه من الموضوعات المستقبلية مثل دراسة لتحديد اشتراطات بخصوص إضاءة عناصر الفراغ الخارجي بالمدن.

التمهيدي

١- تقديم البحث:

العمارة هي التي توفر الإطار الطبيعي لنشاط الإنسان و تفسر للإنسان مكانه في الطبيعة و المجتمع و قد تمثل الإضاءة أهمية كبيرة في مجال العمارة فهي تعتبر بعد من أبعاد العمارة و هي الجزء الأساسي الذي لا يمكن الاستغناء عنه في أي فراغ معماري أو عمراني، و يقول Karsten Harries[1] :"ان الجمال يجب أن يرى، و هذا يتطلب إضاءة ....." فالإضاءة هي التي تظهر جمال العمارة و هي التي تخلق التباين بين الأشياء و الإنسان يرى من خلال التباين و يدرك جودة الأشياء عن طريق رؤية المضاد له. يوجد دائما نور يتضاد مع الظلام و العكس صحيح فالاختلاف والتضاد في بيئتنا هو الذي يحفزنا و يثير انتباهنا.

و ترجع أهمية الإضاءة و بالأخص الصناعية منذ قديم الزمان عند اكتشاف النار فالإنسان القديم لم يكن يستخدم النار للتدفئة أو لطهي الطعام فقط ولكن " ليبدد الظلمات" و يشجع الناس و يجعلهم أكثر نشاطا و إنتاجا في فترة الليل علاوة على فترة النهار، و منذ ذلك الوقت و الإنسان يحاول جاهدا في التحكم و إطالة فترة الإضاءة الطبيعية عن طريق استخدام الإضاءة الصناعية و التي تدرجت عبر الزمن من المشعل و الشمعة حتى اللمبة الكيروسين و لمبة الجاز و صولا إلى مصادر الإضاءة الكهربائية العجيبة و المبهرة التي يحاول الإنسان استخدامها لخلق حياة جديدة أثناء الليل حيث أن ٤٠% من حياة الناس تقضى في فترة الليل و متوسط عدد ساعات الظلام في السنة ٤١٠٠ ساعة.

وقد نلاحظ أيضا أن الإنسان منذ القدم متأثر عاطفيا و فنيا بالمؤثرات الضوئية التي توجد من حوله فكان يرهب من وميض البرق و منظر العواصف الشديدة و يهدأ عندما يرى نور السماء الصافية المليئة بالسحب البيضاء الهشة و يكتئب من منظر السماء الملبدة بالغيوم ويدهش من منظر غروب و شروق الشمس فالمؤثرات الضوئية المختلفة لها تأثير كبير على حالة و إحساس و أداء الإنسان و مدى تكيفه مع البيئة المحيطة به و بالتالي فإننا لا نعتمد على الإضاءة لكونها أداه تساعدنا على الرؤية فقط بل إننا نعتمد عليها نفسيا كما نعتمد عليها عضويا (Psychologically, Physiologically) .

فالغدة الصنبورية (Pineal Gland) توجد في أعلى المخ و هي حساسة للضوء الذي يتم استقباله عن طريق المخ شأنها كشأن العين، فهي تتحكم في الهرمونات و تحدد تفاعلنا في استجابة الضوء، فكم من مؤثرات ضوئية لها تأثير قوى في أحاسيسنا و خلقنا و حياتنا الروحية و مازالت تكتشف حتى الآن ؟؟؟.....

ظلت عملية تحسين الإضاءة لفترة طويلة تتم عن طريق زيادة عدد وحدات الإضاءة ولكن منذ أكثر من مائة عام وبعد اختراع الإضاءة الكهربائية بدأ الإنسان يتمكن من استخدام تكنولوجية الإبداع و تصميم الإضاءة أكثر من كونها مجرد أداه يستعان بها لإنارة الفراغات المعمارية والعمرانية.

[1] Harries , Karsten. 1989. The Broken Frame (Washington, D.C. :The Catholic University of America Press), P.4

و أصبحت عملية تصميم الإضاءة لأي فراغ خارجي هي العنصر الأساسي في تصميم هذا الفراغ، فلا يمكن تصميم أي فراغ خارجي دون مراعاة هذا العنصر من بداية مراحل التصميم.

و يقول [2] William Dombroski " أن الإضاءة تتحكم في سمات كثيرة في الفراغ لذا فلا يمكن تصميم الفراغ بطريقة صحيحة و ناجحة دون أن نقوم بتصميم الإضاءة أيضا."

و مما لا شك فيه أن الإضاءة الصناعية لها دور هام في الفراغات الخارجية فهي تحقق الرؤية اللازمة لحركة الحياة ليلا و تضفى إحساسا أو حالة معينة لمستخدمي الفراغ، تحسن من الفراغ و تميزه عن غيره من الفراغات و تجعله أكثر جاذبية، كما تحقق الاحتياجات المختلفة للأمن و الأمان وتجعل الفراغ مؤهلا لأن تقوم فيه نشاطات مختلفة أثناء فترة الليل. فالإضاءة الصناعية والمؤثرات الضوئية تضفى قيمة جمالية و وظيفية للفراغ سواء أكان فراغا صغيرا أو كبيرا، عاما أو خاصا، بالإضافة إلى القيمة الاقتصادية.

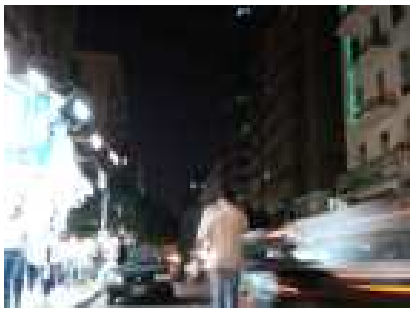
٢- المشكلة البحثية:

ما هو حال الفراغات الخارجية ليلا؟ تواجه الفراغات الخارجية ليلا مشاكل عديدة. فقد تتعرض لفقد هويتها و طابعها و جاذبيتها بل تصبح مصدرا لتلوث البيئة.

و فيما يلي أمثلة من واقع البيئة المبنية المصرية، توضح بعض المشاكل التي تواجهه الفراغات الخارجية ليلا:

شكل رقم (أ): محدودية الأفكار التصميمية و سوء الصيانة (المصدر: الباحثة)

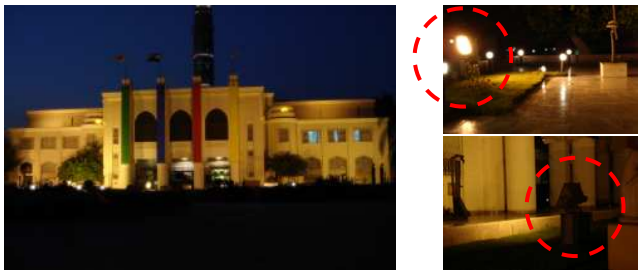
١) محدودية الأفكار التصميمية و سوء الصيانة: مجمع سكني بطريق مصر إسكندرية الصحراوي. نلاحظ كيف يفقد هذا الفراغ جماله و جاذبيته أثناء فترة الليل لعدم توفير الإضاءة له بطريقة مدروسة و مناسبة بالإضافة لعدم صيانته، مما يجعله فراغا منفرا أثناء فترة الليل أو فراغا موسميا يستخدم في فترة النهار فقط و لا يشجع الناس على استخدامه في فترة الليل. فنجد أنه في فترة الصباح يقوم الناس بالتجول و التنزه بالحدائق أما في فترة الليل فيكتفوا بالجلوس أمام منزلهم، مما قد يؤثر على العائد الاقتصادي للمشروع.



شكل رقم (ب): فقدان الطابع و هوية المكان أثناء فترة الليل (المصدر: الباحثة)

[2] William Dombroski, "Lighting Education: An Overview, " Lighting Design + Application, vol. 15, no. 3 (Feb. 1985), p.32 Professor Dombroski is from the Obio University Interior Design Department.

٢) فقدان طابع و هوية المكان: شارع طلعت حرب بوسط المدينة بالقاهرة. و يحتوي هذا الشارع بل و هذه المنطقة على كم من المباني التاريخية (قد يصل عمر بعضها إلى مئة عام) ذات طابع مميز و قيمة فنية و معمارية عظيمة. فقد يتطلب التعامل مع مثل هذه المناطق و إضاءتها ليلا بطريقة مدروسة تناسب قيمتها و أهميتها التاريخية و لكن ما يحدث هو العكس، فقد ترك هذا الشارع بل و هذه المنطقة لتضاء بطريقة عشوائية تجعلها تفقد هويتها و طابعها أثناء فترة الليل. فنتج عن هذا وجود تباين شديد بين ضوء المحلات التجارية الساطع و ذات الألوان المتعددة و واجهات المباني (أعلى المحلات التجارية) التي تختفي وسط الظلام.



شكل رقم (جـ): سوء استخدام معدات و تقنيات الإضاءة (المصدر: الباحثة)

٣) سوء استخدام معدات و تقنيات الإضاءة: متحف الفن المصري الحديث بدار الأوبرا المصرية. يكتفي بأن نسأل سؤالا بسيطا، هل تحتاج واجهة هذا المبنى هذا الكم و هذا الحجم من تركيبات الإنارة لإضاءتها؟ فمنظر هذه التركيبات الضخمة يشوه المنظر أثناء فترتي الليل و النهار.

٤) التلوث الضوئي: و المشكلة أن إضاءة الفراغات الخارجية ليلا بطريقة غير مدروسة، لا يقتصر نتيجته على فقدان الفراغ لهويته أو طابعه أو شخصيته و لا لهجرة الناس له و عدم استخدامه في فترة الليل بل يكون له تأثير سلبي على البيئة. فسوء استخدام الإضاءة يؤدي إلى حدوث التلوث الضوئي و الذي يتلخص فيما يلي:

	إهدار الطاقة الكهربية حيث أن ٤٠% من الإضاءة الكهربية المولدة من المصابيح تتسرب في السماء أو خارج الحيز المراد إضاءته دون فائدة.
Glare	الإبهار الضوئي الذي يسبب العمى الوقتي أو هبوط في مستوى الرؤية
Sky Glow	عدم رؤية النجوم بالسماء، حيث تغطي المدينة قبة من الضوء تحجب رؤية النجوم
Light Trespass	تعدي الضوء المنطقة المراد إضاءتها و دخوله منطقة الجار أو داخل المنزل.

شكل رقم (د): مظاهر التلوث الضوئي.

بعد عرض بعض من المشاكل التي تواجهه الفراغات الخارجية المضاءة ليلا، وجد أنه من المهم إلقاء الضوء على مجال تصميم الإضاءة، بما أنه مجال حديث نسبيا، يجب الاهتمام به و تنميته بهدف الحد من هذه المشاكل.
قد نجد في كثير من الأحيان أن الإنارة الصناعية لا تأخذ ما تستحقه من اهتمام في المشاريع المعمارية و العمرانية حيث أنه يتم الاكتفاء بتوفير كميات كبيره من وحدات الإضاءة و النظر إلى تكلفتها على أنها جزء لابد منه من جمله تكاليف المشروع، كما يكون عادة من يقوم بعملية التصميم غير متخصص في مجال الإضاءة الصناعية و غير ملم بإمكانيات الإضاءة مما يجعله يهتم بالناحية الوظيفية دون الناحية الجمالية و الاقتصادية.
فعملية تصميم الإضاءة لا يعنى الهدف منها كما يظن مهندسو الكهرباء هو تحقيق القيمة الوظيفية فقط للإضاءة أى الاهتمام بقياسات شدة الإضاءة و تحقيق مستوى الإضاءة اللازم للرؤية و القيام بالوظائف المختلفة.....الخ و لكن الهدف منها هو التحكم و السيطرة و تحقيق التوازن بين القيمة الوظيفية و الجمالية و الاقتصادية للإضاءة وهو ما يحاول تحقيقه مصمم الإضاءة و هو ما سيتم مناقشته في هذا البحث.

و تتلخص فوائد تصميم الإضاءة فيما يلي:

١) الفوائد الوظيفية: تحسن من أداء الإنسان في الفراغ.
٢) الفوائد الجمالية: فهي تؤدى إلى الراحة النفسية فلا أحد يسعد بالظلام بل أن الضوء و بالأخص الضوء الجيد و المعقول يوحى بالفرحة و الابتهاج.
٣) الفوائد الاقتصادية: تنتج من تقليل تكاليف الإنارة الصناعية عن طريق تقليل الطاقة المستخدمة و نفقات الصيانة. و تساعد على استغلال الفراغ في فترة الليل مما يزيد من العائد الاقتصادي.
٤) الفوائد الصحية: فتتمثل في منع حالات الإرهاق البصري و أخطار الحوادث بسبب سوء الإنارة.
٥) الفوائد البيئة: و تأتى من خلال تقليل الطاقة المستهلكة و الحد من التلوث الضوئي.

٣- هدف البحث:

يعتبر مجال تصميم الإضاءة مجالا حديثا نسبيا و قلما ما نجد متخصصين في هذا المجال، يقومون بعملية التصميم على دراسة و دراية بإمكانية الأداة التي يتعاملون معها و هي الإضاءة. **و يعد الهدف الرئيسي من البحث هو إلقاء الضوء على مجال تصميم الإضاءة و التعريف بمصمم الإضاءة و ما هي مهامه و دوره و ما هي المعلومات التي تهمه و تؤهله لأن يصبح متخصصا في هذا المجال**. كما يهدف هذا البحث أيضا إلى دراسة إمكانيات الإضاءة الصناعية و كيفية استغلال هذه الإمكانيات في إضاءة الفراغات الخارجية ليلا بطريقة مدروسة و مبدعة و جذابة محققا القيمة الوظيفية و الجمالية و الاقتصادية للإضاءة.

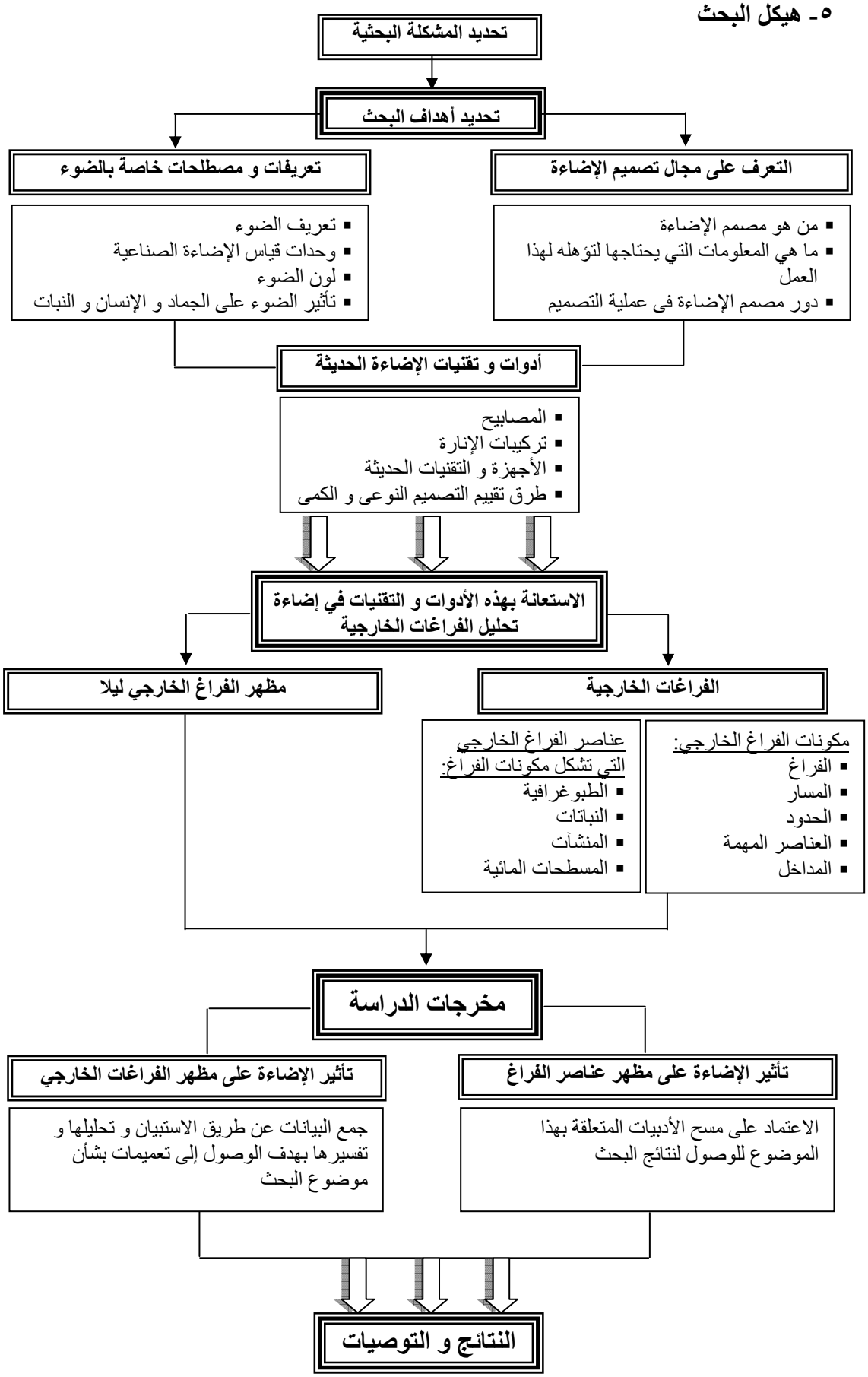
٤- التساؤلات البحثية:

يتم تحديد مشكلة البحث بشكل أدق بواسطة تحديد تساؤلات البحث. و هي عبارة عن مجموعة من الأسئلة تحاول الدراسة الإجابة عليها. و قد تم طرح تساؤل رئيسي و الذي تفرع بدوره إلى تساؤلات فرعية سيتم ذكرها بعد سرد الجزء النظري و هو:

كيف يتغير مظهر الفراغ ليلا و ما هي العوامل المسئولة عن تغير مظهر الفراغ ليلا؟

و الذي سيتم فيما يلي محاولة الإجابة عليه

٥- هيكل البحث


تحديد المشكلة البحثية
تحديد أهداف البحث
التعرف على مجال تصميم الإضاءة
تعريفات و مصطلحات خاصة بالضوء
من هو مصمم الإضاءة
ما هي المعلومات التي يحتاجها لتؤهله لهذا العمل
دور مصمم الإضاءة فى عملية التصميم
تعريف الضوء
وحدات قياس الإضاءة الصناعية
لون الضوء
تأثير الضوء على الجماد و الإنسان و النبات
أدوات و تقنيات الإضاءة الحديثة
المصابيح
تركيبات الإنارة
الأجهزة و التقنيات الحديثة
طرق تقييم التصميم النوعى و الكمى
الاستعانة بهذه الأدوات و التقنيات في إضاءة تحليل الفراغات الخارجية
الفراغات الخارجية
مظهر الفراغ الخارجي ليلا
مكونات الفراغ الخارجي:
الفراغ
المسار
الحدود
العناصر المهمة
المداخل
عناصر الفراغ الخارجي التي تشكل مكونات الفراغ:
الطبوغرافية
النباتات
المنشآت
المسطحات المائية
مخرجات الدراسة
تأثير الإضاءة على مظهر عناصر الفراغ
تأثير الإضاءة على مظهر الفراغات الخارجي
الاعتماد على مسح الأدبيات المتعلقة بهذا الموضوع للوصول لنتائج البحث
جمع البيانات عن طريق الاستبيان و تحليلها و تفسيرها بهدف الوصول إلى تعميمات بشأن موضوع البحث
النتائج و التوصيات

٦- محتويات البحث:

يتكون البحث من ثلاثة أبواب رئيسة تتفرع بدورها إلى عشرة فصول. يتحدث الباب الأول عن مجال تصميم الإضاءة و المعلومات المؤهلة للخوض في هذا المجال و الباب الثاني يتحدث عن التقنيات الحديثة و التي تعتبر أيضا من أهم المعلومات التي يحتاجها مصمم الإضاءة لتمكنه من معرفة إمكانية الإضاءة لاستغلالها بهدف تحقيق الأفكار التصميمية المختلفة، أما الباب الثالث فهو يناقش كيفية استغلال هذه المعلومات في فهم و تحليل إضاءة الفراغات الخارجية ليلا.

الباب الأول: التعرف على مجال تصميم الإضاءة.

الباب الأول: مهنة تصميم الإضاءة.

يقوم الفصل الأول بإلقاء الضوء على مجال تصميم الإضاءة و التعرف على مهنة مصمم الإضاءة و المعلومات و الدراسات التي تؤهل لهذا التخصص و الذي يعتبر تخصصا حديثا نسبيا في مجال العمارة و العمران. كما يتناول هذا الفصل أيضا أهم المجالات المرتبطة بهذا التخصص. ثم يتحدث عن مشروع تصميم إضاءة الفراغات الخارجية ليلا، ابتداء من التعرف على المشروع و خصائصه و تحديد أهدافه وصولا إلى متابعته و صيانته. و ينتهي هذا الفصل إلى أهمية دراسة المعلومات سابقة المؤهلة لتخصص تصميم الإضاءة لفهم و تحليل إضاءة الفراغات الخارجية ليلا. و هذا ما سيتم تناوله في الجزء القادم من البحث

الفصل الثاني: تعريف الضوء و خواصه الفيزيائية.

يقدم هذا الفصل نبذة عامة عن طبيعة الضوء و الوحدات المستخدمة لقياس الإضاءة الصناعية. و التعرف على نظريات اللون و الفرق بين لون الضوء و لون الأجسام و كيف يؤثر لون الضوء على لون الأجسام.

الفصل الثالث: الضوء و تأثيره على الأجسام و الإنسان و النباتات.

يتناول هذا الفصل- أولا تأثير الضوء على أسطح الأجسام و سلوك الضوء عند اصطدامه بها. و كيف يتغير مظهر الأجسام بتغير زاوية سقوط الضوء و بشكل الظلال الناتج عنه.

ثانيا تأثير الضوء على الإنسان فسيولوجيا أي تأثير الضوء على العين و عملية الرؤية، و سيكولوجيا حيث تؤثر الإضاءة على إدراك الإنسان للفراغ و ما يحتويه من عناصر.

ثالثا تأثير الضوء على النباتات و الأشجار حيث تأثر الإضاءة على نمو و صحة و مظهر و عملية الإزهار للنبات.

الباب الثاني: تقنيات الإضاءة الصناعية الخاصة بالفراغات الخارجية .

الفصل الرابع: مصادر الإضاءة الصناعية (المصابيح)

و يتناول هذا الفصل وصفا وافيا لأنواع المصابيح الكهربية المختلفة و خصائصها مع ذكر تطبيقات و مزايا و عيوب كل نوع كما ذكر هذا الجزء نبذة عن المقومات المبتعثة للضوء (LED) و هي وسيلة إضاءة حديثة و من المتوقع أن تحل محل كثير من المصابيح التقليدية في المستقبل غير البعيد، ثم عمل مقارنة لهذه الأنواع مع بعضها. و تحدث هذا الفصل أيضا عن بعض الخصائص و المعلومات الفنية الخاصة بالمصابيح الكهربية و التي

تقوم مصانع المصابيح بتوفيرها في كتالوجاتها حتى يتسنى لمصمم الإضاءة فهم دلالة هذه المعلومات و رموزها ليتمكن من اختيار المصباح المناسب لتحقيق الفكرة التصميمية.

الفصل الخامس: تركيبات الإنارة.

يتحدث هذا الفصل عن تركيبات الإنارة، أنواعها المختلفة و تطبيقات كل نوع. ثم تحدث عن معايير اختيار تركيبات الإنارة المناسبة للتصميم. ثم ألقى الضوء على أهم الملحقات التي تضاف لتركيبات الإنارة للتحسين من أدائها. و أخيرا تحدث عن الاختبارات التي تخضع لها تركيبات الإنارة و التي توضح مدى مقاومتها للعوامل الخارجية (الأتربة- الصدأ- أعمال العنف- .....الخ).

الفصل السادس: الأجهزة و التقنيات الحديثة المستخدمة بإضاءة الفراغات الخارجية

يتحدث هذا الفصل عن أهم الأجهزة و التقنيات الحديثة الخاصة بالإضاءة الصناعية و التي تتمثل في نظم التحكم المختلفة للإضاءة و التوصيلات الكهربية و أنواعها (نظام الجهد القياسي- نظام الجهد المنخفض – الطاقة الشمسية) كما تحدث هذا الفصل على أهمية عمل تخطيط مستقبلي لهذه التوصيلات الكهربية. ثم قام بإلقاء الضوء على بعض التقنيات الحديثة التي يمكن الاستعانة بها في إضاءة الفراغات الخارجية ليلا مثل الليزر و الهولوجراف.

الفصل السابع: أدوات تقييم تصميم الإضاءة الصناعية الخارجية.

يتحدث هذا الفصل عن أنواع التقييم المختلفة التي تمكن مصمم الإضاءة من تقييم التصميم قبل التنفيذ. تقييمه من الناحية الفنية و التي تتمثل في أدوات التقييم النوعي و تقييمه من الناحية الوظيفية و التي تتمثل في أدوات التقييم الكمي.

الباب الثالث: إضاءة الفراغات الخارجية

الفصل الثامن: فن توزيع المؤثرات الضوئية بالفراغات الخارجية

يتحدث هذا الفصل عن مكونات الفراغ الخارجية (الفراغات – المسارات – الحدود – العناصر المهمة – المدخل) و العناصر التي تشكل هذه المكونات (الطبوغرافية – النباتات – المنشآت – المسطحات المائية).

ثم تحدث عن الإضاءة و تأثيرها على مظهر الفراغ الخارجي. و ينتهي هذا الفصل بتساؤل و هو: ما هي العوامل التي تؤثر على مظهر الفراغ ليلا و بالتالي على انطباع المشاهد نحو الفراغ؟ و هل هي مكونات أو أجزاء الفراغ الخارجي أم مظهر عناصر الفراغ المختلف؟

الفصل التاسع: تأثير الإضاءة على مظهر عناصر الفراغ ليلا.

و يحاول هذا الفصل الإجابة على التساؤل الأول و الذي يخص مظهر عناصر الفراغ فقد تم من خلال القراءات و المراجع استنباط خمسة متغيرات (اتجاه الضوء – موقع تركيبة الإنارة بالنسبة لزاوية الرؤية – نوعية الضوء – شدة الإضاءة – لون الضوء) هي المسئولة عن تغير مظهر عناصر الفراغ ليلا. و من ثم قام هذا الفصل بدراسة تأثير كل متغير من هذه المتغيرات على مظهر العناصر المختلفة و كيف تقوم هذه المتغيرات بخلق المؤثرات الضوئية المتعددة و المتنوعة.

و يصل هذا الفصل إلى قدرة المتغيرات الخمسة على تغيير مظهر العنصر و بالتالي على دوره بالفراغ.

الفصل العاشر: تأثير الإضاءة على مظهر الفراغ الخارجي ليلا (دراسة ميدانية)

يتناول الفصل العاشر من البحث الدراسة التطبيقية الخاصة بدراسة اختلاف انطباع المشاهد نحو الفراغ بين الليل و النهار و قد اعتمدت هذه الدراسة على اختيار موقع معين (حديقة الأزهر) و تصوير بعض المشاهد أو الفراغات التي توجد به أثناء فترتي النهار و الليل و عرض هذه الصور على عينات البحث لمعرفة انطباعاتهم، هل هي ثابتة في الليل و النهار أم متغيرة و ما هي العوامل المؤثرة على هذا التغيير.

و ينتهي هذا الفصل إلى أنه يوجد عاملان أساسيان هما المسئولان على تغير انطباع المشاهد نحو المشهد و هما:

- التغير في المكونات التي تشكل الفراغ بين الليل و النهار.
- المتغيرات الخمس و تأثيرها على مظهر عناصر الفراغ المختلفة.

التوصيات

و أخيرا يقوم البحث بوضع التوصيات الخاصة بأهمية تخصص مصمم الإضاءة في نجاح المشروع بالإضافة إلى بعض النقاط أو المعايير التي يجب مراعاتها عند القيام بإضاءة الفراغات الخارجية ليلا.

الفصل الأول

مهنة تصميم الإضاءة

١ - من هو مصمم الإضاءة:

سيقوم هذا الجزء من البحث بتوضيح و تعريف من هو مصمم الإضاءة و ما هي المعلومات و المهارات التي يجب أن يكتسبها و ما هي اهتماماته و أهدافه. إن مهنة مصمم الإضاءة تعتبر مهنة حديثة الظهور نسبيا في مجال العمارة و العمران و هي مازالت متداخلة مع مهن كثيرة إذ انه من الممكن أن يقوم مهندس الكهرباء أو المهندس المعماري أو مهندس تنسيق الموقع أو مقاول الكهرباء و غيرهم، بمهام مصمم الإضاءة بالرغم من وجود فرق كبير بين اهتمامات و أهداف كل منهم. يقول James Jewell[1] في جمعية هندسة الإضاءة IES[2] : "تتم نسبة قليلة لا تذكر من عملية تصميم الإضاءة على يد مصممي إضاءة، و الذي يقوم بعملية التصميم هو عادة المهندس المعماري أو مهندس الكهرباء أو المقاول أو مندوبي مبيعات شركات تركيبات الإنارة و المصابيح".

1-1 مقاول الكهرباء/ و نظرا لأن مقاول الكهرباء على دراية قوية بأنواع وتكاليف و مواد و صيانة أجهزة الإضاءة المختلفة، فهو يعمل كمصمم للإضاءة في المشاريع الصغيرة (مثال: مشروع إضاءة حديقة منزل) و يكون له اتصال مباشر بالعميل و عنده خبرة قوية بما يعجب العميل و ما لا يعجبه، على أية حال فان مقاول الكهرباء غير ملائم لأن يكون عنده معرفه عميقة بعملية التصميم، و في أغلب الأحيان يتعاون المقاول مع المصمم المعماري الذي يساهم في تطوير الناحية الفنية و إضافة الأفكار الإبداعية. كما يقوم أيضا بالتعاون مع الشركات أجهزة الإضاءة التي تساعده في تحديد وحدات و أجهزة الإضاءة المناسبة للمشروع، أما في حالة المشروعات الكبيرة ذات تكلفة الضخمة فهذا يتطلب متخصصين في تصميم الإضاءة.

١-٢ مهندس الكهرباء/ في الماضي كانت إضاءة واجهات المباني و المتنزهات و الملاعب و الطرق و الشوارع يتم تصميمها على يد مهندسي الكهرباء وليس مصممي الإضاءة. بالرغم من أن مهمة مهندس الكهرباء من المفترض أن تقتصر على توفير الرؤية اللازمة لمزاولة المهام المختلفة إلا أنه له دور كبير في توفير معلومات كثيرة و مهمة لمصمم الإضاءة فهو يعتبر العمود الفقري لهذه الصناعة بما يقدمه من أبحاث و دراسات للتطوير المستمر للتكنولوجية المستخدمة في هذا المجال. إن مهندس الإضاءة هو الذي يقوم بالدراسات التي تمكنه من افتراض المستوى الأدنى لشدة الإضاءة اللازمة للقيام بالمهام المختلفة. و كان و مزال في المقدمة في مجال تطوير المصابيح و مصادر الإضاءة (مثلا إن مهندس الإضاءة مهتم بكيفية تطوير المصباح المتوهج (Incandescent Lamp)). يتعامل مهندس الإضاءة مع الضوء و كأنه أداة و لكن مصمم الإضاءة يتعامل مع الإضاءة على إنها أداه تعبيرية، فقد يوجد فرق كبير بين حل مشاكل الإضاءة و بين التصميم بالإضاءة.

إن مهندس الإضاءة معنى بالأتي:

---

[1] Watson, 1990

[2] المرجع السابق

- معرفة تقنيات توزيع و تحكم في التيار الكهربائي.
- متطلبات المهمة البصرية (مستوى الإضاءة المناسب للرؤية و إنجاز المهمة المطلوبة).
- تكلفة التركيب و متطلبات التشغيل و الصيانة و المتابعة لاستهلاك الطاقة.

إن المدخل التصميمي لمهندسي الإضاءة هو كيفية إيجاد حلول للإضاءة التي تقود إلى تحديد وحدات الإضاءة التي يمكن استخدامها و كيفية توزيعها بالفراغ فهي محاولة لتحقيق معايير الإنارة فقط، فمهندس الإضاءة يهتم بـ Hard (Science) Issues (هي سمة تصميم الإضاءة التي تركز على الأبحاث العلمية حيث تتم عملية التصميم عن طريق الحسابات، و هي تساهم في نجاح أو فشل المشروع).

٣-١ مصمم الإضاءة/ من هو مصمم الإضاءة المعمارية؟ هو الشخص الذي يكون دراسته و تجاربه مركزة على استعمالات الضوء و ردود الأفعال تجاه الضوء. إن مصمم الإضاءة الموهوب يعتمد على مهارته الفنية و معلوماته الأساسية في مجال تقنية الإضاءة و القدرة على حسابات شدة الإضاءة و قبل كل شيء مهارته في التعامل مع المصمم المعماري و مقاول الكهرباء و العميل. و قد قام kohler and luckhardt[3] بتلخيص صفات مصمم الإضاءة فيما يلي: *"نحن نكافح من أجل التعاون بين فنان مبدع في الهندسة و مهندس مبدع فنيا."*

إن مصمم الإضاءة تخصص جديد نسبيا (جيل جديد) فهو ليس مقاولا، إنه يقوم بتحديد أجهزة الإضاءة المستخدمة و لكن لا يقوم بتركيبها، هو ليس مهندسا و لكنه على دراية قوية بمعلومات و أبحاث المهندس. انه يتعامل مع تصميم الفراغ و يقول Leslie Larson[4] "*إن قوة تكوين الصورة الذهنية هي التي تميز المصمم عن المهندس.*" *." الإضاءة يجب أن تصمم قبل أن تهندس."* و كتب Howard Brandston[5] : *"في أيدي مصمم ماهر، تخلق الإضاءة سلسلة من الاكتشافات البصرية، تظهر نية المصمم الفنية بشكل واضح و تسمح بالفهم البصري للعناصر الوظيفية للفراغ المعماري. يمكن للإضاءة إذا استغلت صفتها المثيرة و النفسية المتأصلة بها بحساسية و خيال أن تضيف أبعاد بصرية و عاطفية جديدة إلى الحل المعماري. من هو مصمم الإضاءة؟ ليس هو بمهندس ميكانيكي أو مهندس كهرباء أو مهندس إضاءة، و مع ذلك فان مصمم الإضاءة يجب أن يكون على دراية قوية بجميع اختصاصاتهم. و هو ليس بمحاسب لشدة الإستضاءة، ومع ذلك فتحقيق شدة الإستضاءة الكافية للوظائف المختلفة تعتبر بالتأكيد أحد مخاوفه. و هو ليس ببائع لوحدات الإضاءة مع ذلك فاختيار أو تصميم الوحدات المناسبة للفراغ هي أحد الخدمات التي يجب أن يقوم بتوفيرها. أي أن مصمم الإضاءة كما تقول العبارة ــ هو المصمم الذي يكون مجال اختصاصه الضوء، وهو المهني الذي يكسب معيشته بتوفير الاستشارات في مجال التصميم ــ إن مصمم الإضاءة الجيد لا يحدد تفكيره في الأجهزة والقدرة الكهربية و مستوى الإضاءة و لكن يفكر في الفراغ. إن ممارس الإضاءة ليس بالضروري أن يكون مصمم إضاءة فهي مهنة منفصلة و مميزة. و لقد تطور علم تصميم الإضاءة خلال العقود الأربعة الماضية من مجرد تخصص بسيط يقوم به مندوبي المبيعات إلى منزلتها الحالية كتخصص مستقل مشابه لهندسة تنسيق الموقع و هندسة السمعيات و تخصصات أخرى."*

Jules G. Horton[6] president of Jules G. Horton Lighting Design, Inc., and himself an engineer, كتب هذه الأفكار التي تعتبر خلاصة لمحضرته في مايو ١٩٧٤ :Lighting Design & Application

[3] Watson, 1990
[4] Watson, 1990
[5] Watson, 1990
[6] Watson, 1990

" هل كلنا نتفق على تعريف من هو مصمم الإضاءة؟

مصمم الإضاءة هو فرد (ليس مجموعة أو شركة) يقوم بتصميم نظم الإضاءة lighting systems و(ليس مجرد مكونات النظام) و لا يقوم بصناعة أو توزيع أو بيع أي منتج ملموس (مصابيح، أجهزة إضاءة، قطع غيار) أو غير ملموس (الطاقة الكهربية).

قد يأتي بعض الزملاء الناجحون. و أكن لهم فائق الاحترام - من مجالات العمارة و التصميم الداخلي و المسرح و هندسة الكهرباء و تصميم أجهزة الإضاءة، كل صاحب مهنة يقوم بتقديم معلومة أو تجربة ثمينة يصعب على البعض أن يكتسبها و ينالها.

هذا هو الذي يجلبني إلي قائمة الشروط الأساسية و المتطلبات في رأيي التي يجب أن تتحقق لمن يريد أن يكون مصمم للإضاءة:

- *الاهتمام بعلم النفس، القدرة على تحليل و توقع السلوك البشرى في مختلف البيئات البصرية.*
- *الاهتمام بالفن و المعمار، دراسة تاريخهم و الطرز المختلفة لهم.*
- *الاهتمام بالنشاطات الإنسانية المختلفة و ظروفها، القدرة على تحليل و توقع تأثير البيئة البصرية علي أداء النشاط.*
- *القدرة علي الرؤية و التنبؤ بتأثير المحيط البصري علي مظهر الفراغ و الناس.*
- *القدرة علي الاتصال مع المصمم المعماري و المصمم الداخلي و مهندس تنسيق الموقع و ترجمة تصميمهم الناجح إلى صورة ذهنية حيث يصبح الضوء المتغير الرئيسي.*
- *القدرة على الاتصال مع هذا الفريق مرة أخرى لعرض الفكرة التصميمية الأنسب للإضاءة.*
- *القدرة على ربط الفكر التصميمي بالتقنية الاقتصادية و سمات الصيانة للمشروع.*
- *معرفة مواد البناء و طرق صناعتها.*
- *معرفة دائمة لأجهزة الإضاءة الحديثة و المستحدثة (مصابيح، تركيبات إنارة، قطع غيار، تشطيبات).*
- *معلومات عن عملية التصنيع و المشاكل التي تؤثر على مواصفات الإضاءة.*
- *القدرة على تحليل الاشتراطات المحلية و ترجمة تأثيراتها المحتملة بشكل صحيح علي التصميم و تحديد القرارات.*
- *القدرة على تطبيق كل أدوات و طرق هندسة الإضاءة الملائمة لعملية التصميم بشكل صحيح.*
- *القدرة على إنتاج التصميم المثالي من خلال المحددات المعطاة و الخاصة بالتكلفة الأولية و تكلفة التشغيل بالإضافة إلى معايير الحفاظ على الطاقة.*
- *القدرة على عمل مجموعة من العقود الموثقة التي تعرف المالك ما الذي تم دفعة في المشروع و تحميه من الزيادة غير المبررة. و في نفس الوقت هذه الوثائق تساعد المقاول لتخطيط عمله بدون حدوث مفاجآت لا داعي لها و بدون الاحتياج إلى توضيحات لا نهائية.*
- *القدرة على توفير مجموعة مصغره من المعلومات لمستعملي الفراغ بعد إكمال المشروع."*

فان مصمم الإضاءة هو الذي يوازن بين Soft (Art) Issue (هي سمة تصميم الإضاءة التي لا تركز على الأبحاث العلمية و لكن تكون نتيجة للخبرات السابقة، و هي تساهم في نجاح أو فشل المشروع) و Hard (Science) Issues.

٤-١ مصمم الإضاءة و هندسة تنسيق الموقع/ إن إضاءة الفراغات الخارجية تعتبر واحدة من أهم التحديات التي تواجه المتخصصين في مجال الإضاءة في الوقت الحالي. سواء كانت حدائق، ساحات، ملاعب. إنها مسألة معقدة. ولكن العائد من مجال التصميم و الشعور بالرضا يكون كبيرا. إن تصميم الإضاءة بالفراغات الخارجية هو تخصص جديد نسبا في مجال تصميم الإضاءة و ممكن أن يقوم به مهندس تنسيق الموقع الذي سبق له أن درس في مجال تصميم الإضاءة، فإذا تخصص في هذا المجال يصبح مهتما بـ:

- ممرات المشاه و الممشى و اختلاف المناسيب و السلالم.
- الطرق و أماكن انتظار السيارات (و لكن ليس الشوارع).
- الحدائق: الأشجار و الشجيرات و الزهور و الأسوار و الحوائط.
- الماء: حمامات السباحة و النافورات و الشلالات.
- المداخل و الشرفات و الساحات و مواقع العمل الخارجية و الملاعب الرياضية المنزلية.
- المتنزهات و الملاعب الرياضية المتخصصة.
- واجهات المباني و الكباري و الأنفاق و المطارات و مراكز التسوق و العلامات الإرشادية و أماكن العبور.

أقدم حديقة قد تم إضاءتها باستخدام فوانيس يابانية و كشافات مثبتة بالمبنى أما أول فراغ خارجي متسع أستخدم فيه الإضاءة الصناعية هو معرض Chicago Columbia Exposition في عام ١٨٩٣، خلال عام ١٩١٦ قد نفذت بإتقان الإضاءة الليلية لعقار James L. Breese in Southampton, Long Island, New York, و الذي يعتبر أقدم مثال لإضاءة الفراغات الخارجية السكنية في الولايات المتحدة. أما في عام ١٩٢٨ انتقل Rudolph Wendel[7] من أوروبا إلى الولايات المتحدة الأمريكية. Wendel هو فنان في مجال الإضاءة (lighting artist)، أدرك أن مهمته في الحياة هي التصميم الفني لإضاءة الحدائق و اللوحات و التماثيل و القطع الفنية الأخرى. إن تأسيس إضاءة الحدائق و المتاحف تتبع أعماله و اهتماماته.

عندما بدأ John Watson[8] عمله (أصبح من كبار الفنانين في هذا المجال) وجد أنه من الضروري أن يطلق على وظيفته اسم "مصمم الإضاءة المعمارية للفراغات الخارجية"، حتى الآن Wendel يطلق على مهنته اسم "إضاءة الحدائق". في رسالة من Wendel إلى Johan Watson لإدراجها برسالة الدكتوراه (حصل عليها سنة ١٩٤٧) قال Wendel :" فيما يتعلق بالإضاءة الخارجية، هدفنا ..... أن نخلق ضوء القمر (moonlight). إن مصادر الإضاءة تخفى حتى في ضوء النهار. إن الفكرة الرئيسية لإضاءة الحديقة أن تعطى ليس فقط تأثيرات خفيفة منفصلة متميزة و لكن الوصول إلى مركب فني موحد. يخلق مهندس تنسيق الموقع انطباعات فنية و ليس إضاءة صناعية. و هو قادر على خلق الإحساس بالسحر أو الغموض لحديقة غارقة في ضوء القمر. الإضاءة تتوافق مع طابع و مع مجموعة زهور كل حديقة".

قام Wendel بتلخيص أهم أهداف مصمم إضاءة الحدائق عندما كتب في House and Garden في يونيو ١٩٣٦: *"بما أن تخطيط الحديقة هو تعبير فني لتنسيق الموقع قام شخص باختياره لأنه يعبر عن جزء من شخصيته، فان إضاءة الحديقة هي أيضا الإنجاز الفني الذي يكون بشكله الطبيعي أو حتى الخيالي مصدر للإلهام المستمر لهذا الشخص".*

---

[7] *Watson, 1990*
[8] *Watson, 1990*

٢- معايير نجاح مصمم الإضاءة:

كيف تصبح مصمم إضاءة مبدع؟ هذا يحتاج إلى دراسة متخصصة في هذا المجال و تنمية مهارات معينة و تدريبات خاصة. نظرا لعدم وجود مناهج رسمية تدرس علم تصميم الإضاءة في الجامعات و التي تؤهل للحصول على شهادة معتمدة في هذا المجال، فقد يلجأ العديد من مصممي الإضاءة إلى اكتساب خلفياتهم العلمية من المجالات و المهن التي لها علاقة بتصميم الإضاءة مثل المسرح و هندسة الكهرباء و الهندسة المعمارية و التصميم الداخلي و هندسة تنسيق الموقع، كل هذه التخصصات تساعد على اكتساب الخبرة في مجال تصميم الإضاءة و لكن لا تخلق مصمم إضاءة مبدعا و متمكنا من أدواته التصميمية. و قد بدأت بعض الجامعات في توفير فصول دراسية لتنمية و دراسة هذا المجال في الخارج مثل كليات العمارة و الفنون الجميلة و مدارس الهندسة. و لكن المشكلة الآن ليست في أماكن الدراسة، بل في مواد التي يتم دراستها في هذه الأماكن فقد يوجد مدارس تهتم بالبرامج الهندسية و البعض الآخر يهتم بالجانب التصميمي للإضاءة دون الجانب التقني و لا يوجد مناهج دراسية تهتم بالاثنين في وقت واحد "العلم و الفن" و هو ما يحتاجه مصمم الإضاءة. فليس معنى أنه مصمم إضاءة أن يميل للنواحي الفنية الإبداعية دون النواحي التقنية لأنه لا يستطيع أن يبدع دون الإلمام التام بإمكانيات الإضاءة في تحقيق تصميماته و إبداعاته.

٢-١ علم تصميم الإضاءة:

إن المدخل الأمثل لدراسة علم تصميم الإضاءة يتكون من أربع خطوات أساسية بناء على ما قاله Watson و Steffy:

٢-١-١ الخطوة الأولى: المعلومات التي يحتاجها طالب تصميم الإضاءة؟

المعلومات التي يحتاجها الطالب لتؤهله لأن يصبح مصمما للإضاءة تنقسم إلى ثلاثة فروع أساسية:

١. الحقائق التقنية و النظرية.
٢. تنمية الفكر التصميمي و الفني.
٣. التعرف على نظم التعامل مع أعضاء فريق التصميم.

أ) الحقائق التقنية و النظرية: Technical / Theoretical Facts

يقوم مصمم الإضاءة بدراسة ما يلي:

- ما هو الضوء وما هي خصائصه.
- كيف ينتج الضوء و طرق التحكم به.
- الرؤية، كيف يرى الإنسان.
- ما هو رد فعل الإنسان لما يراه.
- إنتاج اللون، استخدام اللون، نظريات اللون، إدراك اللون و رد فعل المشاهد.
- خصائص المصابيح و تركيبات الإنارة و التأثيرات التي تنتجها (إضاءة التوكيد، إضاءة غامرة.....).
- أجهزة التحكم (لوحة المفاتيح.....).
- التعرف على النظم التقليدية المستخدمة لإنجاز مهمة تصميم الإضاءة في إطار جدول محدد و من خلال ميزانية محددة و بطريقة تنظيمية بل و إبداعيه.
- مهارة الرسم الميكانيكي و طلاقه الحاسب (التحكم في الرموز و طرق الاتصال الموضوعة للتقديم).

- مهارة الإظهار: بما إن الإضاءة هي وسيلة مرئية فان مصمم الإضاءة من المهم أن يكون عنده القدرة الكافية لإظهار فكرته عن طريق رسومات مبسطة مكونة من النور/ الظل/ اللون.
- دراسة الوسائل الحديثة للإنارة مثل الليزر.
- القيام بمزاولة هذا التخصص، فان من المهم أن يكون لدى مصمم الإضاءة معلومات أساسية عن كيفية مزاولة هذه المهنة و كيفية حل المشكلة.

من السهل أن ينجح أي طالب على علم بمعظم النقاط السابق ذكرها في إضاءة أي فراغ معماري أو عمراني و لكنه لم يصبح بعد بمصمم إضاءة، هو شخص تم تدريبه على مستوى عال، و هو فني موهوب و ليس فنان إضاءة كما أنه يحتاج إلى خبرة وتدريب و مزاولة للمهنة. فقد يوجد فرق كبير بين تدريس تصميم الإضاءة و تدريس تطبيقات الإضاءة و حتى تفهم هيأت الإضاءة هذا الفرق سيظل هناك فقر في الإضاءة. لذا فلا يجب الاكتفاء بدراسة النواحي التقنية و النظرية فقط. و يقول [9] Thomas Thompson & Howard Brandston "في المدرسة تعلمت علوم الإضاءة و لكن في العمل اكتشفت الإضاءة."

ب) تنمية الفكر التصميمي و الفني: Artist/ Design Concept Development

أ- معرفة كيف يرى Learning How To See

إن الطريقة المثلى لتوسيع معرفة أي شخص بالإضاءة هي مساعدته في قيام بملاحظة البيئة المحيطة. و"الملاحظة" هي أداة تربوية واضحة و رغم ذلك فإنها نادرا ما تستخدم لمصلحتها (المصلحة التربوية)، إن القيام بتدريب شخص ما على قوة الملاحظة شأنه كشأن تعليمه قيادة السيارة أو العزف على البيانو أو الكتابة أو القراءة السريعة، لا أحد يولد وهو يملك هذه المهارات، فهذه المهارات يتم تنميتها من خلال التدريب.

كل يوم نعيش فيه نلاحظ البيئة المحيطة، الكثير منها يضاء بطريقة سيئة و قد يعلق العديد من الناس على سوء الإضاءة. و بالرغم من ذلك فنحن نستمر في تصميم الحلول المنفرة. يجب أن نكون أكثر ملاحظة و تمييز لما هو أكثر نجاحا و ما هو أقل نجاحا. مثال: زيارة مدينة ما و رؤية الإضاءة الليلية بها و ملاحظة أنواع الإضاءة المستخدمة و الطرق المختلفة لإضاءة عناصر الفراغ المتعددة مثل إضاءة النفورات و الطرق و العلامات الإرشادية و مسارات المشاة. إن المجلات و الدوريات تعتبر أداة مهمة لتسجيل الملاحظات بما تتضمنه من صور و تعليقات. إن الطالب الذي يريد أن يصبح مصمم إضاءة ناجح عليه الاهتمام بتنمية هذه المهارة بالإضافة إلى مهارة الرسم باليد لأن القيام برسم البيئة المحيطة تساعد الملاحظ على فهم كيفية إظهار الضوء للأسطح و الفراغات، و يجب أن تتضمن هذه الرسومات وصفا قصيرا للبيئة و هل الإضاءة تبدو ملائمة أم لا و إمكانية تحسينها.

ب- تحليل النتائج Product Analysis

يجب على أي شخص مقدم على تصميم إضاءة فراغ معماري أو عمراني أن يهتم بدراسة هذا الموضوع بتوسع. و قد يصعب على مصمم الإضاءة أن يتقابل مع العميل أو المصمم المعماري أو المقاول أو المالك دون أن ينمى قدرته على قراءة و بحث و تحليل و فهم المشروع. حينئذ فقط يستطيع أن يشارك هؤلاء الأشخاص تخصصهم. هناك عامل يجعل العمل أكثر فاعلية و هي، الحصول على معلومات عن كيفية استخدام الإضاءة و الظل و النور.

[9] *Watson, 1990*

لا يجب الاكتفاء بفهم المشروع بطريقة عميقة و واسعة و لكن يجب تطوير فهم و معرفة ما هي استجابة الإنسان للضوء. هذه السمة من سمات الإضاءة تدخل في نطاق استجابة السلوك النفسي و هو مجال غير معروف بطريقة كافية. و المطلوب من المصمم لتحقيق هذا العنصر الحيوي في تصميم الإضاءة أن يقوم بهذه الدراسة من خلال ملاحظة الحياة اليومية لمجموعة من الأشخاص. وعلى الطالب أن ينمي و يعمق مهارته في هذه المجالات الحيوية و هي تحليل المنتج و استجابة الإنسان للضوء.

ج- توسعه آفاق الفنان Broadening of The Artist

يجب أن يكون للفنان أو مصمم الإضاءة خلفية علمية و معلومات عامة عن أشياء كثيرة من حوله (ثقافية، دينية، تاريخية، فنية.....الخ) يجب أن يكون واسع الأفق.

جـ) التعرف على نظم العمل داخل هيكل فريق التصميم: Systems for Working Within a Team Structure

يمثل مصمم الإضاءة عضوا ضمن أعضاء فريق العمل (أشخاص لهم وجهة نظر يجمعون معلوماتهم و أفكارهم لخلق منتج معين (مبنى، حديقة.....)). يتكون فريق العمل من مجموعة من الخبراء من مختلف العلوم و الجهات: المالك (ممثلو المالك) و المستعمل (ممثلو المستعمل) و المهندس المعماري و المصمم الداخلي و مهندس تنسيق الموقع و مصمم الإضاءة و مهندس الكهرباء و مهندس الميكانيكا و استشاري الدفاع المدني و استشاري الصوتيات و المهندس الإنشائي و مدير التنفيذ و مدير الموقع و غيرها من الاختصاصات التي يمكن إضافتها حسب احتياج المشروع. إن إنكار أي تخصص من التخصصات المذكورة أعلاه يعطي نتيجة سلبية للمشروع. يجب على أعضاء فريق العمل أن يتقابلوا بطريقة منتظمة و يعملوا سويا كفريق واحد لتحديد المشاكل و وضع المعايير و الوصول إلى الحلول. قد يوجد في بعض الأحيان بعض التصادمات الناتجة من عملية الاختيار بين بدائل الحلول (شيئان متباينان دائمة التواجد أثناء عملية التصميم). إن فريق العمل يتعاون من أجل تحقيق هدف واحد. طرق تخطي هذه المشاكل لا يستطيع أحد تدرسها و لكن المعلم الجيد هو الذي يستطيع مساعدة و إرشاد الطالب ليكون متلائم مع هذه المشاكل و يتعامل مع أعضاء فريق العمل بطريقة فعالة. الكثير من المشاريع التي تتضمن مصمم الإضاءة تكون مشاريع جيدة التنظيم و الهيكلة. و يكون واحد من ضمن فريق التصميم هو القائد، يأخذ المسؤولية الكاملة و هو مسئول عن اتخاذ القرار الأخير، إن منصب قائد فريق العمل أصبح له أهمية كبيرة في الفترة الأخيرة فهو يعتبر سبب من أسباب نجاح المشروع، هذا القائد يفهم كل مداخل التصميم و يعرف مهمة كل عضو فهو كقائد الأوركسترا يعرف نغمة المقطوعة الموسيقية دون معرفة كيف تعمل كل آلة. يجب على مصمم الإضاءة أن يعرف أنه يعمل من خلال هذا الفريق، و لابد من وجود ثقافة متبادلة بين التخصصات المختلفة. فمن المنطق أن يكون لدى مهندس المعماري و المصمم الداخلي و مهندس تنسيق الموقع و المهندس الإنشائي.....الخ معلومات عن الإضاءة، و لا نقول معلومات عن أجهزة الإضاءة أو حتى تطبيقاتها و لكن معلومات عن المشكلات التصميمية الأساسية الخاصة بها و السمات النفسية والعضوية لتأثير الإضاءة مما سيساهم في توسعة آفاقهم و تقبلهم لأي تقنيات حديثة تم استخدامها عن طريق مصمم الإضاءة و إدراك أهميتها. و من ناحية أخرى فان مصمم الإضاءة يجب أن يكون على دراية بالقضية التصميمية الأساسية بالعمارة و الكهرباء و الميكانيكا و تنسيق الموقع.

٢-١-٢ الخطوة الثانية: أماكن التدريب **Training Places**

يجب على الطالب دراسة العديد من الأعمال التصميمية المختلفة حيث أن تصميم الإضاءة هي فن بصري (Visual Art) فالتعليم النظري لا يكفى لذا فان التدريب هو شيء أساسي في عملية التعلم.

- يجب على مركز التدريب استضافة أساتذة من الخارج لتقديم المحاضرات لتوفير فرصة للطالب لتعلم أشياء جديدة و الإطلاع على وجهات نظر مختلفة.
- يجب على مركز التدريب توفير رحلات إلى المواقع و سماع نقد الطلبة لهذه المشاريع.
- لا بد من وجود أشخاص متخصصين يقومون بنقد أعمال الطلبة حيث أن هذا النقد يعلم الطالب و يفيده.
- يجب على مركز التدريب مساعدة الخرجين على الحصول على فرص عمل.
- يقاس نجاح مركز التدريب بإنجازات الخرجين.
- يجب أن يحتوى مركز التدريب على معمل للإضاءة أو مكان لإجراء التجارب على الإضاءة و الألوان و طرق التحكم.

٣-١-٢ الخطوة الثالثة: الكتب و المراجع **Textbooks**

معظم المراجع في هذا المجال تتكلم عن النظريات والتطبيقات، على مدار الوقت تتغير النظريات تغيرا طفيفا أما التطبيقات و المعدات والأجهزة فقد تشهد تغيرا ملحوظا. طالما أن الكثير من مؤلفي الكتب ليسوا متخصصين في مجال تصميم الإضاءة فهذه الكتب و المراجع لا تمثل نقطة بداية جيدة للتعرف على نظريات و أدوات تصميم الإضاءة باستثناء بعض المراجع و الكتب المتخصصة التي قام بتأليفها مهندسون متخصصون في مجال تصميم الإضاءة و تعتبر هذه الكتب أداة تساعد الطالب على التصميم.

٤-١-٢ الخطوة الرابعة: التعليم المستمر: **Continuing Education**

إن الحاجة للدراسات التكميلية و المستمرة في مجال تصميم الإضاءة ينمو يوما بعد يوم نتيجة للتقدم المستمر في التقنيات و التطبيقات المستخدمة و هذا لكي يكون مصمم الإضاءة على دراية كافية بما هو جديد في هذا المجال و يقوم باستخدامه. فلا يجب الاكتفاء بما تعلمه أثناء فترة الدراسة. تقوم عدة جامعات بعمل حلقات دراسية أسبوعية من وقت لآخر بالإضافة إلى بعض المنظمات. كما تقدم الجمعيات العالمية المحاضرات أثناء المؤتمرات التي تقوم بتنظيمها و المصانع العالمية لإنتاج المصابيح الكهربية التي توفر حلقات دراسية دورية بشكل مستمر في مراكز تعليم الإضاءة في العالم أو من خلال المعارض و المؤتمرات. و قد نظمت شركة فليبس Philips دورة تدريبية لمدة ثلاثة أيام خلال معرض انتربيلد الحادي عشر INTER BUILD 2004 عن وسائل الإضاءة الحديثة و تطبيقها في الفراغات المختلفة (المكاتب و الملاعب و الطرق و الميادين و المناطق الأثرية و النافورات).

3- أهم المجالات المرتبطة بتصميم الإضاءة:

إن مجال تصميم الإضاءة قد شهد تقدما ملحوظا في الفترة الأخيرة و أدى ذلك إلى ظهور العديد من المنظمات و الهيئات و المصانع المتخصصة في هذا المجال على مستوى العالم. و سيتم في هذا الجزء من البحث إلقاء الضوء على أهم هذه الجهات و المجالات و دورها في مساندة هذا التخصص.

٣-١ الصناعة: The Industry

تنفق الولايات المتحدة في صناعة الإضاءة بما يقرب من عشر بليون دولار (سنويا). فيما مضى كان يمكن لأي فرد أن يعمل في مجال صناعة الإضاءة و كانت المصانع صغيرة تقام في أي مكان، في البدروم، في الجراج ..... الخ. و لكن بعد أن ارتفع سعر المواد المستخدمة في الصناعة و الأيدي العاملة بالاضافة إلى ظهور معايير و محددات للصناعة من أجل تحقيق السلامة للمستخدمين و الأداء الأمثل للمنتج، ظهرت أهمية إنشاء مصانع كبيرة و متخصصة. و قد حدث تعزيز لهذه الصناعة في الفترة الأخيرة و تم وضع معايير صناعية صارمة. و أصبحت هذه المصانع و الشركات لها دور مهم في اختيار وحدات وأجهزة الإضاءة لأي مشروع فهي تعطي خصائص و معلومات لكل وحدة إضاءة. و من أشهر مصانع و شريكات المصابيح في العالم:

GENERAL ELECTRIC (GE), OSRAM SYLVANIA, PHILIPS

٣-٢ المنظمات: Organization

إن الإنسان اجتماعي بطبعه، و خاصة من يعمل في مجال الفنون. فهو دائم الاجتماع مع غيره ليزيد من معرفته و يتبادل معلوماته المهنية و يتعرف على إنجازات الممارسين و يقوى و يعمق و ينشر الإنجازات التي تخص مجالاته. و تقوم كل المنظمات بتكوين لجان تباشر الدراسات لزيادة المعلومات و تشريع القوانين و جمع المهام و انتخاب الأعضاء، و تقوم أيضا بتنظيم الندوات و نشر المقالات و الكتب و التقارير الخاصة بمجال تصميم الإضاءة. بعض هذه المنظمات تكون همها الأول هو تمرين المستجدين في هذا المجال و البعض الأخر يهتمون بوضع النظم و المعايير. و من أهم المنظمات في مجال تصميم الإضاءة المعمارية:

- CIE (Commission Internationale de L'Éclairage)

اللجنة الدولية للإضاءة: تأسست عام ١٩١٣، و مكونة من لجان عديدة لـ ٤٢ دولة. و تتخصص هذه المنظمة في مجال تقنيات الإضاءة و قياسات الضوء و اللون و توزيع الطيف و الإشاعة فوق البنفسجية و الإبهار و مشاكله و إضاءة الملاعب و ضوء النهار، و تقوم بتبادل المعلومات بين العلماء في أنحاء العالم. و تقوم بتنظيم المؤتمرات كل أربع سنوات كما قامت بإنشاء جريدة (CIE Journal) سنة ١٩٨٣ تصدر كل سنة في سبتمبر و تقوم بعرض أحدث منتجات الإضاءة.

- IALD (International Association of Lighting Designers)

الاتحاد الدولي لمصممي الإضاءة: تأسس عام ١٩٦٩ من مجموعة مكونة من ١٤ مصمم للإضاءة المعمارية و قد ارتفع عدد أعضائها إلى ٣٩٠ عضو من ٥ دول. و هي تهتم بعلم جمال الإضاءة و علم النفس السلوكي و طبيعة الإنسان و فسيولوجية إدراك الضوء و الرؤية. و يعمل أعضاء هذه المنظمة في التصميم المعماري أو التصميم داخلي فهي تقبل عضوية المصممين فقط.

و قد قامت هذه المنظمة بتحديد أهدافها فيما يلي:

- فهم وظيفة الإضاءة كمادة تصميمية و تأثيرها على التصميم المعماري و جودة البيئة المحيطة.
- الاهتمام بوظيفة مصمم الإضاءة.
- تقبل المصمم المعماري و المالك لمصمم الإضاءة كتخصص مهم يجب توفيره في كل مشروع.
- وضع تشريعات للتصرف المهني.
- تنمية مكانة المهنة و العمل لتحسين مستوى التدريب المتوفر للمستجدين في المهنة

- الاتجاه نحو تنمية البرامج التعليمية و تقديم شهادات لتصميم الإضاءة.
- وضع تعليمات تحكم عملية الاتفاق بين مصمم الإضاءة و العميل و تحديد المسؤوليات.
- تعزيز المعايير الصناعية الخاصة بالتجهيزات.
- تعزيز الرخص و الشهادات لمصممي الإضاءة.

تقوم هذه المنظمة برعاية جائزة سنوية "Award of Excellence - جائزة التميز" لأفضل تصميم للإضاءة و التي بدأت في عام ١٩٨٣. و تقوم بتنظيم معارض تجارية للإضاءة المعمارية بمشاركة منظمة IES و التي يقام من خلالها المؤتمرات و الحلقات الدراسية.

- IES or IESNA (illuminating Engineering Society of North America)

جمعية هندسة الإضاءة بشمال أمريكا: و هي تعتبر أقدم جمعية متخصصة في مجال الإضاءة. إن مصممي الإضاءة يمثلون جزءا صغيرا في مجموع أعضائها. و قد تأسست في عام ١٩٠٦، و تضم هذه المنظمة، المنتجين و مقاولي الكهرباء والمهندسين و العلماء و غيرها من التخصصات المهتمة بتكنولوجية هندسة الإضاءة. طالما أن الفنان المستخدم للإضاءة يحتاج لتنمية الجانب التكنولوجي لحرفته فان عضويته بهذه المنظمة شيء مهم. و تقوم هذه المنظمة بنشر جريدة The Journal of the IES مرتين في السنة و التي تتضمن كل المقالات و الموضوعات التي تم تناولها بالمؤتمر السنوي و مجلة Lighting Design + Application و هي الأكثر انتشارا و تعتبر من أهم الدوريات التي تنشر في مجال تصميم الإضاءة فهي مهمة جدا لمصممي الإضاءة المعمارية و العمرانية و يتم نشرها شهريا، كما تقوم هذه المنظمة بنشر Lighting Handbooks و أعمال أخرى كثيرة. ومن أهم أهداف هذه المنظمة، وضع قواعد تطبيقية لإضاءة الفراغات الخارجية و الداخلية، و وضع ضوابط في اختيار المصابيح الكهربائيه و وحدات الإضاءة و تحديد مستوى الإضاءة المناسب للنشاطات المختلفة.

٣-٣ قانون و معايير و إجراءات تشريعية:Codes, Standards and Legislative Actions

بسبب التقدم في مجال صناعة الإضاءة أصبح من الضروري و ضع القوانين و التشريعات التي تحكم هذه الصناعة. فقد قامت الولايات المتحدة بتحديد معايير خاصة لجودة منتجات الإضاءة حتى تكون آمنة لمستخدميها و تشريع القوانين التي تحد من استهلاك الطاقة المستخدمة في الإنارة و تحديد طرق التخلص من المصابيح الكهربائيه حيث أنها تحتوي على مواد سامة تضر بالبيئة فمن المهم إما إعادة تصنيعها أو اعتبارها نفايات خطرة بالإضافة إلى القوانين التي تحكم التلوث الضوئي و التعدي الضوئي على أملاك الغير.

٣-٤ الشهادة: Certification

إن مهنة مصمم الإضاءة تزداد أهميتها يوما بعد يوم مما يتطلب من وجود شهادات و تراخيص لمزاولي هذه المهنة، تضمن كفاءة هؤلاء المصممين في أداء عملهم. إن المصمم الجيد هو الذي عنده دراية بأحدث التقنيات المستخدمة و يقوم بتوفير الإضاءة اللازمة دون إهدار الطاقة. هذه الشهادات و التراخيص تضمن ألا يقوم دخلاء غير مؤهلين بممارسة هذه المهنة. و قد يوجد الآن مؤسسات عالمية مدعمة من بعض المنظمات تعطي هذه الشهادات مثل:National Council on Qualifications for the Lighting Professions .

٣-٥ المنشورات Publications

الاستمرار في الإطلاع على التقنيات و طرق التصميم الحديثة من أهم الأسباب لنجاح مصمم الإضاءة، لهذا السبب سيتم إلقاء الضوء على أهم المنشورات في هذا المجال. العديد من المنظمات سابقة الذكر تقوم بنشر جرائد و مجلات خاصة بهذا المجال، و من أهم المنشورات:

- Architectural lighting يتم نشرها ثمن مرات في السنة، وهي تقدم مواضيع و مراجع حول تصميم الإضاءة المعمارية.
- Architectural Record تقوم بنشر قسم خاص بالإضاءة دوريا.
- Lighting Dimensions فهي تتناول قضايا الإضاءة المعمارية بالإضافة إلى الإضاءة المسرحية و الأستوديو.
- بعض مصانع مثل Philips, ERCO, Zumtobel/Staff[10] تقوم بنشر مجلات دورية ومثال على ذلك: - International Lighting Review.

بالإضافة إلى جهات علمية أخرى تهتم بنشر أبحاثها و إنجازاتها.

٣-٦ الانترنت Internet

قد أحدثت الانترنت ثورة كبيرة في تبادل المعلومات. حيث يمكن الإطلاع على مواضيع كثيرة و في أي وقت مثل موضوع الضوء و الرؤية. فمن المهم استخدام البحث الآلي Search Engines بطريقة دورية للإطلاع على مواضيع: الإضاءة المعمارية و تصميم الإضاءة و أبحاث الإضاءة و الرؤية.....الخ.

٤- خطوات تصميم الإضاءة للفراغ الخارجي ليلا:

إن نجاح مشروع تصميم الإضاءة لفراغ ما يعتمد على فهم مصمم الإضاءة لمعطيات و محددات و أهداف المشروع، في بعض الأحيان قد تكون هذه المعطيات و المحددات و الأهداف واضحة و في أحيان أخرى تكون غير واضحة فيضطر مصمم الإضاءة للبحث عنها. لذا فمن المهم توضيح الخطوات المتعارف عليها و التي يقوم مصمم الإضاءة بإتباعها عند البدء في تصميم إضاءة أي فراغ خارجي ليلا أيا كان حجمه. من المهم توازي مراحل تصميم الإضاءة لفراغ ما مع مراحل التصميم المعماري لهذا الفراغ حيث أن انتظار مصمم الإضاءة لحين الانتهاء من الرسومات المعمارية أو رسومات تنسيق الموقع سيقلل من مساحة إبداعه و ستكون مهمته مهمة تقنية، أي إضافة الإضاءة اللازمة فحسب.

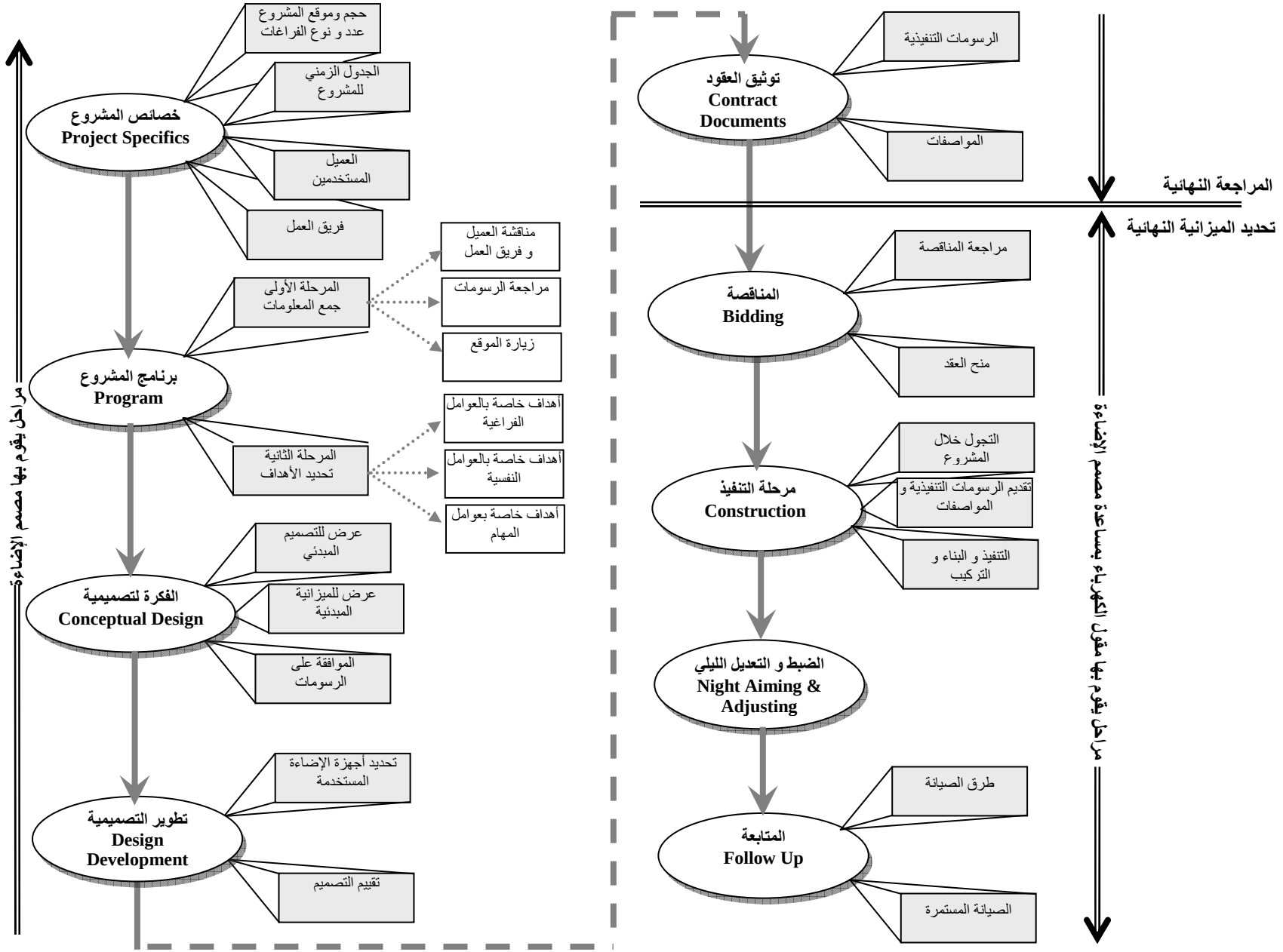
و فيما يلي سيتم تناول المراحل المختلفة لتصميم إضاءة الفراغ الخارجي (شكل رقم ١-١). و تعتمد هذه المراحل على حجم المشروع و الجدول الزمني، فقد يتم حذف بعض هذه المراحل أو دمجها في حالة المشاريع الصغيرة.

٤-١ خصائص المشروع Project specifics

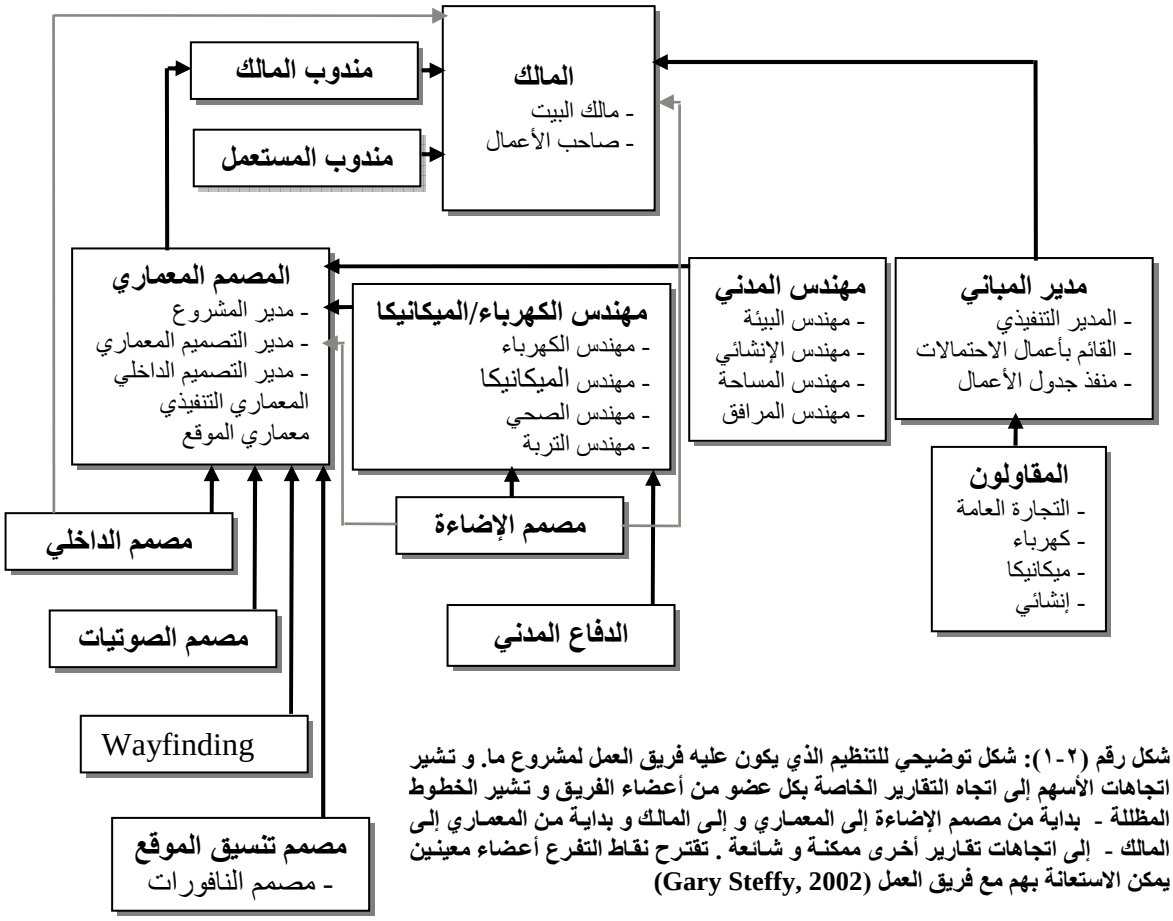
يوجد بعض المعلومات الأساسية و العامة التي يقوم مصمم الإضاءة بالتعرف عليها قبل البدء في المشروع. و من ضمنها، حجم المشروع و مساحته، هل هو صغير أم كبير، عام أم خاص و موقع و نوع المشروع حيث يمكن التنبؤ من خلالهم بنوع المستخدمين و النشاطات التي يمكن أن تزاول في هذا المكان و الجدول الزمني المحدد له لأن هذا الجدول هو الذي يلزم المصمم بميعاد تسليم محدد. و من المهم أيضا التعرف على العميل و مستخدمي المشروع أو مندوبيهما. إن عميل ليس بالضرورة هو المالك و لكن يمكن أن يكون المهندس المعماري أو مدير

[10] Steffy, 2002

المشروع أو مهندس تنسيق الموقع. و من المهم التعرف أيضا على حجم و أعضاء فريق العمل، و (الشكل رقم ٢-١) يوضح رسما بيانيا لترتيب و حصر أعضاء فريق العمل لمشروع معين. إن حجم هذا الفريق يعتمد على حجم المشروع، إن بعض مهام أعضاء فريق العمل يمكن أن يقوم بها شخص واحد، مثال: مصمم المعماري ممكن أن يكون في نفس الوقت هو المصمم الداخلي أو مصمم الإضاءة و كل هذه المتغيرات تعتمد على حجم المشروع. في هذه المرحلة يكون مصمم الإضاءة قد أخذ فكرة عامة عن المشروع و يبدأ في تحديد البرنامج و الأهداف التصميمية. إن مشاركة جميع أعضاء فريق التصميم المشار إليهم في (شكل ٢-١) يساهم في نجاح المشروع و لكنه شيء مكلف بالنسبة للمالك.



شكل رقم (١-١): في المشروع المثالي، العملية ليست خطية تماما كما هو موضح بالشكل. قد يحدث تكرار ضمن بعض الخطوات. مثال: في المرحلة الثالثة، قد تحتاج الفكرة التصميمية أن تستجيب للعمارة، فإذا حدث تطوير في التصميم المعماري فيجب تطوير أو تغيير تصميم الإضاءة. قد تختلف هذه المراحل باختلاف حجم المشروع و تكلفته و فريق العمل و الجدول الزمني له، فيمكن حذف بعض المراحل أو دمجها. (Moyer,1992; Steffy, 2002)



شكل رقم (٢-١): شكل توضيحي للتنظيم الذي يكون عليه فريق العمل لمشروع ما. و تشير اتجاهات الأسهم إلى اتجاه التقارير الخاصة بكل عضو من أعضاء الفريق و تشير الخطوط المظللة - بداية من مصمم الإضاءة إلى المعماري و إلى المالك و بداية من المعماري إلى المالك - إلى اتجاهات تقارير أخرى ممكنة و شائعة . تقترح نقاط التفرع أعضاء معينين يمكن الاستعانة بهم مع فريق العمل (Gary Steffy, 2002)

٢-٤ برنامج المشروع Programming Phase

إن عملية تصميم الإضاءة لفراغ ما شأنها كشأن عملية التصميم المعماري تحتاج إلى الإبداع و الخضوع لاحتياجات المشروع. تتطور الفكرة التصميمية بتطور المعلومات المكتسبة عن هذا المشروع. لذا فسوف يتم إلقاء الضوء حول المعلومات التي يتم جمعها قبل البدء في تطوير الفكرة التصميمية. بعض هذه المعلومات يتم جمعها عن طريق الملاحظة و البعض الأخر عن طريق مناقشة العميل أو مستعمل الفراغ أو فريق العمل أو القيام بزيارة الموقع و الإطلاع على الرسومات الخاصة بالمشروع. إن مرحلة جمع المعلومات تقود المصمم إلى مرحلة ثانية وهي تحديد أهداف المشروع التي تقوده إلى الفكرة التصميمية.

٤-٢-١ المرحلة الأولى: مرحلة جمع المعلومات

أ) المعلومات المكتسبة عن طريق مناقشة العميل (مستعمل الفراغ) و أعضاء فريق العمل:

إن القيام بمناقشة العميل و أعضاء فريق العمل تمثل مرحلة مهمة للتعرف على المشروع و جمع المعلومات و عمل قناة اتصال بين أعضاء فريق العمل و مصمم الإضاءة و العميل. يتم أثناء المناقشة طرح أسئلة لجمع المعلومات المختلفة ثم تزويد العميل بالاختيارات و الإرشادات ثم الانتهاء بالتفاهم بين المصمم و العميل. و من المعلومات المراد التعرف عليها:

- نشاطات الفراغ Space Activities

إن أنواع النشاطات التي ستقام بالفراغ ستؤثر على المعايير التصميمية للإضاءة. فمن المهم التعرف على:

- النشاطات الأساسية التي ستزاول بالفراغ بعد غروب الشمس.

- النشاطات الثانوية، حيث أنه يمكن مزاولة نشاط معين بالفراغ طوال السنة ونظراً لمناسبة معينة في السنة يتغير النشاط، فمن المهم تصميم الإضاءة بحيث تواكب النشطات المختلفة.
- النشاطات التي تزاول داخل المبنى و مدى أهمية رؤية الفراغ الخارجي من خلاله (الفراغ الداخلي).

- المهمة البصرية Visual Tasks

من المهم التعرف على المهام البصرية المقامة بالفراغ المراد تصميمه. إن ترتيب المهام حسب أهميتها أو الوقت التي ستستغرقه سيساعد المصمم على وضع معايير للإضاءة تتناسب مع هذه المهام. و يقوم مستعمل الفراغ و المالك بتحديد المهمة الأكثر انتشارا بالفراغ.

- عمر مستعملي الفراغ Occupant's Ages

تعتمد عملية تحديد معايير الإضاءة على أعمار مستعملي الفراغ. فان كبار السن قد يحتاجون إلى مستوي إضاءة معين حيث أن عين الإنسان البالغ من العمر ستون عام تحتاج لضعف الإضاءة التي تحتاجها عين الإنسان (السليمة) البالغ من العمر عشرون عاماً للقيام بنفس المهام، فان كفاءة العين تقل كلما تقدم العمر. إن هؤلاء الأشخاص هم الذين يؤثرون على نجاح أو فشل المشروع، لذا فمن المهم الاهتمام براحتهم. و عن طريق سؤال العميل أو ملاحظة فراغات مختلفة بمشاريع مشابهه يقدر مصمم الإضاءة تحديد الفئات العمرية التي ستستخدم الفراغ و القيام بتصنيف هذه الفئات (من ٢٠الى ٤٠ عاما و من ٤٠ إلى ٦٠ عام و من ٦٠ فما فوق).

- توقعات العميل أو مستعملي الفراغ Owner's or user's Expectations

من المهم التعرف على أهداف العميل من إضاءة الفراغ. فالأهداف التصميمية تختلف من عميل إلى أخر. هل يريد العميل تحديد ملكيته أو سلامة و تأمين الناس بالفراغ .....الخ و لكن المشكلة أن بعض العملاء يفتقدون القدرة على معرفة ما يريدونه من إضاءة الفراغ الخارجي ليلا، فعلى المصمم طرح أسئلة كثيرة و متعددة لتحديد الأهداف المرجوة من إضاءة الفراغ، فلا يمكن الخوض في العملية التصميمية دون تكوين فكرة واضحة عن توقعات العميل و القيام بتغطية النقاط التالية:

- التعرف على ما يحبه العميل وما يكرهه في إضاءة الفراغ. فبعض العملاء يريدون رؤية شكل وحدات الإضاءة الجميلة و البعض الأخر يريد إخفاءها، بعضهم يفضل شدة التباين بين مستوى إضاءة العناصر المختلفة بالفراغ و البعض الأخر لا يستطيع تحمل شدة التباين في مستوى الإضاءة.
- التعرف على الأشياء التي لا يفضلها في إضاءة الفراغ الحالي أو فراغ بمشروع أخر، و ما هي الإضاءة التي رآها في صورة أو في مجلة أو في مشروع أخر وقد أعجبته و معرفة سبب إعجابه بها.
- التعرف على الغرض من إضاءة الحديقة أو الفراغ الخارجي، هذا السؤال سيوضح لمصمم الإضاءة منظور العميل تجاه إضاءة هذا الفراغ. عادة ما يكون حدث محدد هو الذي جذب اهتمامه و جعله يفكر في إضاءة الفراغ. ممكن أن يكون لغرض أمني أو الاحتياج لرؤية المسار من الباب حتى الجراج أو رغبة رؤية الحديقة ليلا.
- التعرف على الجو أو الحالة المراد خلقها بالفراغ. و تشجيع العميل على استخدام كلمات محددة لوصف المشهد. مثل 'درامي' أو 'مسرحي' و تقديم الصور المختلفة له لتساعده على تحديد ما يريده.
- التعرف على التجربة التي يريد العميل أن يعيشها زائر الفراغ. و التجربة المراد تحقيقها تختلف من عميل إلى أخر، حيث يمكن أن تكون جذب الانتباه أو الترحيب أو التأثير على الزائر.

و على مصمم الإضاءة عرض مشاريع مشابهة للعميل و القيام بشرح المؤثرات الضوئية المختلفة و التقنيات المستخدمة عن طريق صور لهذه المشاريع أو القيام بزيارة ميدانية لها فهي تعتبر فرصه لمصمم الإضاءة لإبداء قوته و خبرته و موهبته و مهارته للعميل. و هذه الزيارات تقوم بتنشيط ذهن العميل و تعطي له أفكارا جديدة.

- أعمال الصيانة Maintenance

إن أعمال صيانة الفراغ الخارجي هي التي تساهم في نجاح التصميم و استمراره أطول فترة ممكنة، لذا فعلى مصمم الإضاءة سؤال العميل عن معلومات خاصة بأعمال الصيانة المستقبلية، سواء للحديقة أو لوحدات الإضاءة.

أعمال الصيانة الخاصة بالحديقة:

- الأخذ في عين الاعتبار التعديلات التي يمكن أن تحدث بالفراغ بمرور الوقت – تمثال أو ممر أو منشأ أو نبات يضاف أو يحذف أو يتم تحريكه.
- الاستفسار على من الذي سيقوم بأعمال الصيانة.
- الاستفسار عن جدول أعمال الصيانة.
- الاستفسار عن وجود نباتات موسمية و تحديد أماكنها، وهذا لعدم تثبيت وحدات إضاءة بالقرب منها. لأن القيام بصيانة النبات يمكن أن يضر بوحدة الإضاءة.
- معرفة أنواع الأسمدة المستخدمة و موادها لأن هذا سيؤثر على توزيع وحدات الإضاءة.

جميع النقاط السابقة تحدد لمصمم الإضاءة الأماكن التي تصلح لوضع و تثبيت وحدات الإضاءة.

أعمال الصيانة الخاصة بالإضاءة:

من المهم تنبيه العميل بأهمية التفكير في المستقبل. إن نجاح الإضاءة تعتمد على الأداء الطويل المدى للنظام. و هذا يتطلب الصيانة المناسبة و مقدرة نظام الإضاءة على التطوير و التغير مع تطور الحديقة (landscape).

أي مناقشة عن صيانة الإضاءة تتطلب تثقيف العميل أولا. إن صيانة نظام الإنارة يتطلب الإضافة و التطوير المستمر للتصميم كما هو الحال في صيانة الحديقة. إن الفراغ الخارجي دائم التغير نتيجة لتغيير الفرش أو نمو أو موت النباتات. قد يحتاج التغيير إلى التعديل في أماكن وحدات الإضاءة للمحافظة على المؤثرات المطلوبة، مثل إضافة أو حذف وحدة إضاءة أو تحريكها للمحافظة على تأثيرها عند نمو النبات، و تغيير المصباح أو شدة الإضاءة أو شكل الضوء حسب نمو النبات، كما قد تتعرض بعض أجهزة الإضاءة إلى التلف عبر الزمن. فلابد في هذه المرحلة من معرفة من الذي سيقوم بأعمال الصيانة للقيام بتوجيهه و تعليمه كيف يقوم بهذه الأعمال على أكمل وجه. إن أعمال صيانة الإضاءة يمكن أن تكون بندا في العقد بين مصمم الإضاءة و المالك. و الطريقة الفعالة هي قيام مصمم الإضاءة بزيارة الموقع مرة في السنة. بعد أن يقوم مصمم الإضاءة بزيارة الموقع و رؤية الوضع الحالي له، يقوم باقتراح نوع الصيانة و ما الذي يجب إتباعه. إن تحديد ميعاد زيارة الموقع ستختلف حسب درجة نضوج الحديقة عند وضع وحدات الإضاءة. حديقة مزروعة حديثا تحتاج إلى صيانة دائمة و متكررة بعكس حديقة مكتملة النمو. كل هذه الأفكار يتم مناقشتها مع العميل في بداية المشروع ليكون العميل أكثر فهما لكل ما يتعلق بإضاءة الفراغات الخارجية.

- الميزانية Budget

إن الميزانية تعتبر إحدى العوامل الأكثر حرجاً للمالك. يمكن أن يكون العميل غير واع بالتكاليف الحقيقية للإضاءة، فعلى مصمم الإضاءة التنويه عنها في بداية المشروع تفاديا لمضيعة الوقت و حتى يتم اختيار أفكار و معدات ملائمة للتكاليف المرجوة.

- من المهم تحديد دورة الحياة المتوقعة للفراغات الخارجية التجارية أو معرفة الوقت الذي سيستغرقه العميل في منزله. حتى يتم إقناعه بالعائد المادي من إضاءة هذه الفراغات.
- التعرف على الميزانية، إذا كان قد تم تخطيطها.
- تزويد المالك بالمعلومات الأساسية عن التكاليف لتساعده على تطوير ميزانية مبدئية.

في حالة ما إذا كانت الميزانية محدودة و يريد المالك عمل إضاءة كاملة للمشروع، فيتم في هذه الحالة تنفيذ المشروع على مراحل. مما يجعل عملية الدفع مقسطة و لا تصرف على دفعة واحدة. فمثالا يتم رسم المسقط الأفقي لوحدات الإضاءة و عمل التوصيلات اللازمة أولا ثم يتم تركيب الوحدات فيما بعد.

- ميعاد التسليم Deadlines

الجزء الأخير للتغطية أثناء مناقشة العميل هو وقت التسليم. سواء كان هذا المشروع مشروعا تجاريا كبيرا أو مشروعا سكنيا صغيرا يحتاج لمجرد تركيب وحدات إضاءة، فان معرفة الموعد النهائي المحدد لهذه المشاريع شيء حتمي. يبدأ مصمم الإضاءة بتصميم إضاءة الفراغ الخارجي بمجرد أن ينتهي مصمم تنسيق الموقع من عملية التصميم ولكن قبل أن يبدأ في الرسومات التنفيذية. إن الأفكار التصميمية للإضاءة يمكن أن تؤثر على الفروع التصميمية الأخرى، مثل التفاصيل الإنشائية أو المساقط الأفقية للنباتات و فمن المهم أن يتم تناولها طالما مازال يوجد فرصة للتغيير. إن جدول الأعمال يجب أن يتم الموافقة عليه من قبل جميع أعضاء فريق العمل (بما يتضمن المالك و مصمم الإضاءة و باقي فريق العمل)، و يجب أن يسمح هذا الجدول لمصمم الإضاءة بوقت كاف للقيام بتصميم و تقييم المؤثرات الضوئية، في الوقت الذي مازالت توجد فيه تجهيزات بكامل المشروع. من المهم عدم تحديد ميعاد نهائي غير حقيقي يجعل مصمم الإضاءة يعمل بعجالة. إن الوقت المحدد للوصول للفكرة التصميمية و تطوير التصميم و عمل الرسومات التنفيذية سيختلف من مشروع إلى أخر، تبعا إلى حجم المشروع و درجة تعقيده و عدد أعضاء فريق العمل و حجم الأعمال المسندة لمصمم الإضاءة. إن الموعد النهائي ذا الأهمية القصوى هو موعد إتمام المشروع. و يمكن أن يرتبط الموعد النهائي بسداد القروض البنكية و في حالة المشاريع التجارية يمكن مثلا أن تستهدف افتتاح حديقة عامة، زيارة شخصية سياسية أو دينية أو فنية. أما المشاريع السكنية غالبا ما يتم افتتاحها في حفل خاص. إن مناقشة كل هذه النقاط من البداية قد يمنع من حدوث أي تصادمات أثناء المراحل التصميمية للمشروع.

- توقعات المصممين و باقي فريق العمل Members Designers' Expectations & the Other Design Team

يتم أولا مناقشة مصمم تنسيق الموقع "حيث أن الإضاءة هي التي تقوم بتكملة فكرته التصميمية"، لمعرف منه ما هو المظهر الليلي للحديقة المراد تحقيقه. فيقوم مصمم الإضاءة بفهم مدخله لهذا المشروع و حلوله للقضايا التصميمية. قد يكون مصمم تنسيق الموقع عنده نظرة واضحة في خياله للمؤثرات الضوئية المراد استخدامها و لكن لا يعرف كيف يقوم بتحقيقها. و قد لا يكون عنده فكرة محددة لإضاءة الفراغ و يحتاج لمناقشة جميع الاحتمالات مع مصمم الإضاءة. مثال: مناقشة كيف تكون العلاقة بين الموقع و ما يجاوره و هل يريد المصمم أن يتصل الفراغ بصريا بما حوله أم ينفصل بصريا؟

يطلب مصمم الإضاءة من مصمم تنسيق الموقع التجول في المشروع إما عن طريق زيارة الموقع أو من خلال الرسم الخاص بالمسقط الأفقي، و معرفة منه ما هي الفكرة التصميمية وتحديد الاحتياجات الضوئية الخاصة لعناصر الفراغ مثل:

- وجود vista & focal area نقطة مركزية تتطلب إضاءة خاصة لجذب الانتباه.

- يوجد نبات أو تمثال أو عنصر معماري يحتاج لإظهاره بالإضاءة.
- التغيير في المناسيب مثل وجود سلالم يجب أن تظهره الإضاءة.

يمكن للعميل أن يقوم بإضافة بعض من هذه المعلومات.

ثم يتم مناقشة مهندس التربة و التعرف منه على الطبقات المختلفة للتربة، حيث أن هذه المعلومات مهمة جدا لمصمم الإضاءة فهي تتحكم في اختيار أجهزة الإضاءة المختلفة.

ب) المعلومات المكتسبة عن طريق مراجعة الرسومات المعمارية و رسومات تنسيق الموقع.

إن فهم الفكرة التصميمية للفراغ الخارجي يساعد مصمم الإضاءة على وضع تصميم يستجيب لجميع احتياجات المشروع. تقوم الرسومات بتكوين صورة واضحة للموقع في ذهن مصمم الإضاءة، لذا يقوم مصمم الإضاءة قبل البدء في وضع الفكرة التصميمية، بجمع كل الرسومات الخاصة بالمشروع سواء الرسومات المعمارية والتصميم الداخلي و التي تتمثل في الموقع العام للمبنى و مواقع الفرش و القطاعات و الواجهات. إن الموقع العام يقوم بإظهار موضع المبنى بالنسبة للفراغ الخارجي و المناظر الممكن رؤيتها من داخل المبنى إلى خارجها و العكس أما الواجهات فهي توضح مظهر المبنى حيث أنها تعتبر عنصرا مهما بالفراغ الخارجي و مواقع النوافذ التي تقوم بتحديد المساحة المرئية من خلال الفراغ الداخلي أما رسومات مواضع الفرش الداخلي تظهر توزيع الفرش الذي يحدد كيف سيتم رؤية الفراغ الخارجي من خلال النوافذ، بالإضافة إلى الرسومات الخاصة بتنسيق الموقع و التي تتمثل في:

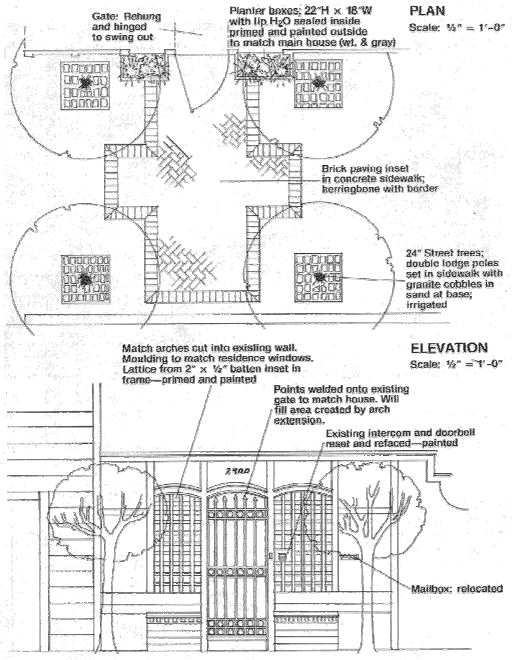
- تخطيط الموقع: (Site Plan) – تقوم بإظهار كل المناطق التي يتضمنها المشروع و تحديد شكل وحجم الفراغ.
- مخططات الهدم: (Demolition Plan) – تحدد ما الذي سيتم حذفه من الموقع الحالي.
- خطوط الكنتور: (Grading Plan) – تقوم بإظهار المناسيب الخاصة بالموقع.
- مواقع الفرش: (Hardscape Plan) – تقوم بتقديم هيئة الفراغ أو الحديقة و تبين أماكن المسارات و السلالم و المساطب و الساحات و البرجولة و منشآت أخرى مثل الحوائط الساندة. و قد تظهر هذه الرسومات مواقع فراغات المعيشة و فراغات العمل و النقط المركزية و زوايا الرؤية و مواقف السيارات و غرف المرافق بالإضافة إلى مناطق أخرى موجودة بالفراغ الخارجي.(شكل رقم ٣-١).
- رسومات الصحي و الري: (Irrigation / Plumbing Plan) – فهي تظهر أماكن مواسير الصرف الجديدة و أماكن مواسير التغذية و رؤوس الري بالإضافة إلى معدات الري الأخرى.
- رسومات الكهرباء: (Electrical Plan) – يتم عملها في مرحلة مبكرة من مراحل تطوير المشروع، حيث يتم تحديد مواقع الخدمات الكهربائيه الأساسية بالفراغ و تحديد أماكن غرف المرافق.
- مخطط النباتات: (Planting Plan) – تختلف طريقة تقديم مخططات النباتات من مصمم إلى أخر. عادة ما يقوم مصمم تنسيق الموقع باستخدام الرموز للتعبير عن الأنواع المختلفة للنباتات و يتم تعريف هذه الرموز عن طريق جدول الرموز الذي يوضع باللوحة (شكل رقم ٤-١).
- تفاصيل المباني و التفاصيل الإنشائية (Construction Details): فهي تعطي معلومات إضافية عن المقاعد و السلالم و البرجولة و التعريشات و غيرها من المنشآت الاخرى. قد تساهم هذه التفاصيل في توضيح التصميم و توفر معلومات بالنسبة للمواقع الصالحة لتثبيت وحدات الإضاءة بها.

- الواجهات و القطاعات: (Elevations and Sections) – فهي توفر تفاصيل لا يوفرها أي مسقط أفقي. فهي تظهر الاختلاف في المناسيب بالفراغ (شكل رقم ٥-١) وهي توفر أيضا معلومات عن كيف و أين يتم تركيب وحدات الإضاءة.
- المنظور: (Perspective Drawing) – فهي توفر رؤية حقيقية للمشروع كله. من المهم دراسة صور الفراغ قبل وبعد التصميم كما هو موضح (بشكل رقم ٦-١ إلى ٨-١) لمشروع حديقة سكنية في شمال كاليفورنية. هذه السلسلة من المشاهد تظهر كيفية تغيير شكل الفراغ. و تظهر أيضا إمكانية المناظير في التعبير عن المنتج النهائي للمشروع. هذه المعلومات قد تكمل صوره الفراغ و تساعد مصمم الإضاءة على فهم التصميم. في حالة توفر مجسم للمشروع فعلى مصمم الإضاءة الاستعانة به و القيام بتصويره لأنه قد يساعده على فهم المشروع بطريقة جيدة.

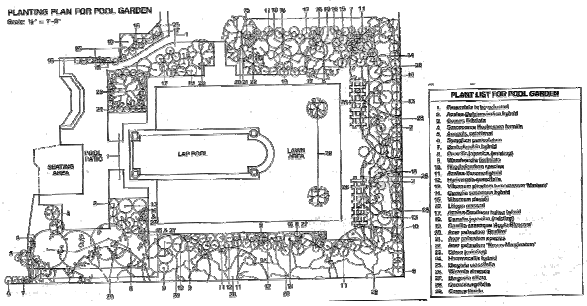
في بعض الأحيان قد لا يجد مصمم الإضاءة رسومات خاصة بتنسيق الموقع أو تكون الرسومات تحت الإتمام. عند عدم وجود أي رسومات خاصة بالمشروع فعلى مصمم الإضاءة:

- القيام بعمل رسومات خاصة بتنسيق الموقع.
- عمل كروكيات لتنسيق الموقع.
- العمل بدون إنتاج رسومات خاصة بالإضاءة.

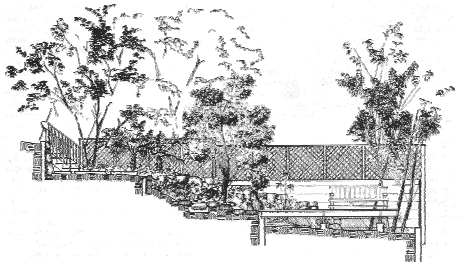
و لكن مدخل من المداخل السابقة قد تكون لها عوائق. فان القيام بعمل رسومات خاصة بتنسيق الموقع قد يسبب عبئا إضافيا على تكاليف المشروع و قد يحتاج إلى تعيين مصمم متخصص في تنسيق الموقع. أما في حالة رسم كروكيات فهذا يتطلب التعاون الشديد بين مصمم الإضاءة و مقاول الكهرباء. إن إضاءة المشاريع الصغيرة يمكن أن تنفذ بدون أي رسومات و لكن قد تحتاج أيضا التعاون مع مقاول الكهرباء و أن يكون مصمم الكهرباء أكثر احاطه بالموقع.



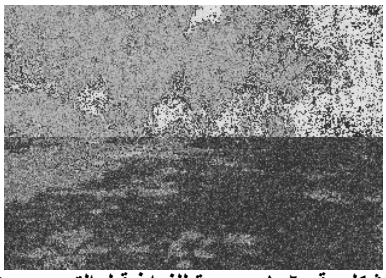
شكل رقم ٣-١: مسقط أفقي و واجهة توضح شكل و موقع الفرش و Hardscape بالفراغ الخارجي (Moyer, 1992).



شكل رقم ٤-١: مسقط أفقي يوضح أماكن و أنواع النباتات المستخدمة بالموقع (Moyer, 1992).

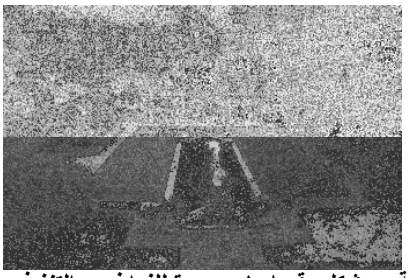


شكل رقم ٥-١: قطاع يوضح اختلاف المناسيب بالفراغ (Moyer, 1992).



شكل رقم ٦-١: صورة للفراغ قبل التصميم (Moyer, 1992).

شكل رقم ٧-١: منظور يوضح الفكرة التصميمية لمصمم الإضاءة (Moyer, 1992).



شكل رقم ٨-١: صورة للفراغ بعد التنفيذ (Moyer, 1992).

جـ) القيام بزيارة الموقع.

إن القيام بزيارة الموقع يعتبر مرحلة مهمة تساعد مصمم الإضاءة في دراسة المشروع، و فهم العلاقة بين موقع المشروع المراد تصميمية و المواقع المجاورة، و بيان بالعناصر الموجودة بالفراغ (نباتات أو منشأ .....الخ) والمهمة لعملية التصميم. و يقوم مصمم الإضاءة عند زيارة الموقع ملاحظة ما يلي:

- المشاهد داخل الفراغ الخارجي (من منطقة إلى منطقة أخرى).
- المشهد من الفراغ الخارجي إلى ملكيات المجاورة.
- المشهد من الفراغ الخارجي إلى الفراغ الداخلي.
- المشهد من الفراغ الداخلي إلى الفراغ الخارجي.

كل هذه المعلومات ستساعد على تحديد المظهر الذي سيكون عليه الفراغ بعد تصميمه و تجنب التلوث الضوئي أو الإبهار الذي قد يصل تأثيره إلى الملكيات المجاورة.

وعل مصمم الإضاءة القيام بتوثيق الوضع الحالي للموقع التي قد تؤثر في القرارات التصميمية للإضاءة و التي قد تتمثل في:

- بروزات أسطح المباني لإمكانية خفاء وحدات الإضاءة بها.
- الفرش الموجود و الذي سيتم الإبقاء عليها.
- أماكن القوة الكهربية الموجودة بالموقع.
- وجود أخطار بالموقع تحتاج لتنبيه مستخدم الفراغ إليها عن طريق الإضاءة. مثل حواف بحيرة أو نافورات أو شلال أو أي مجاري مائية أخرى أو التغيير في المناسيب أو وجود سلالم أو مسارات مشاه في الموقع.
- العلاقة بالملكيات المتجاورة. و التأكد من عدم وجود أي مصدر ضوئي يوجد عندهم ويسبب إبهار في الموقع المراد تصميمه.

يقوم مصمم الإضاءة بأخذ الملاحظات و رسم الاسكتشات عن الانطباعات الأولى للموقع و أفكار الإضاءة الممكن استخدامها و محاولة تخيل المظهر النهائي للفراغ بعد تصميمه. و القيام بتصوير كل مشهد و كل التفاصيل التي توجد بالموقع. فان هذه الصور قد تساعد المصمم على استرجاع ما تم ملاحظته بالموقع أثناء العمل بالتصميم و هذا لعدم الاضطرار إلى زيارة الموقع مرة أخرى و خاصة إذا كان الموقع بعيدا يصعب الوصول إليه. بعد القيام بجمع كل المعلومات السبق ذكرها و دراستها وتحليلها و فهمها بطريقة جيدة، يتم تحديد الأهداف و المعايير التصميمية المراد تحقيقها بالفراغ. و من المهم أن يكون مصمم الإضاءة على اتصال دائم مع مصمم تنسيق الموقع ليكون على علم بأي تعديلات تصميمية يتم استحداثها.

٢-٢-٤ المرحلة الثانية: وضع الأهداف التصميمية Establishing Design Goals

سيتم في هذا الجزء عمل بيان بأهم الأهداف التصميمية. وقد يقوم مصمم الإضاءة باستخدام هذا البيان كورقة تقييم (Checklist) لحصر الأهداف التي تناسب المشروع المراد تصميمه و يتم عرض و رقة التقييم على فريق العمل و مناقشتهم فيها و أخذ الموافقة عليها.

إن الأهداف المراد تحقيقها بالفراغ تنقسم إلى ثلاث فئات:

أ) أهداف خاصة بالعوامل الفراغية Spatial Factors

ب) أهداف خاصة بالعوامل النفسية و العضوية Psychological & Physiological Factors

جـ) أهداف خاصة بعوامل المهام Task Factor

أ) الأهداف الخاصة بالعوامل الفراغية:

إن الأهداف الخاصة بالعوامل الفراغية لها علاقة بالعمارة والعمران فان الهدف الأساسي بها هو تحسين الفراغ عن طريق إضاءته بطريقة مناسبة. و من هذه الأهداف:

- تحقيق محيط مريح بصريا: Visual environment Pleasantness

إن الإضاءة و العمارة تتحدان بهدف تحقيق محيط مريح بصريا. يصمم الفراغ بطريقة تضمن استمرار أداء وظيفته أطول فترة ممكنة لذا فان تحقيق الراحة يعتبر من أهم قضاياه.

- تحديد الفراغ: Spatial Definition

أن الحوائط و الأسوار تقوم بتحديد الفراغ بطريقة ملموسة أما الإضاءة فتقوم بتحديد الفراغ بصريا.

- التدرج البصري: Visual Hierarchy

يتم ترتيب المساحات المختلفة أو العناصر المختلفة بالفراغ بصريا حسب درجة أهميتها.

- المسارات: Circulation

إن الإضاءة قد تساعد في توجيه مسار مستخدمي الفراغ.

- النقطة المركزية: Focal Centers

التأكيد على النقطة المركزية باستخدام مؤثرات ضوئية خاصة.

- المرونة: Flexibility

المرونة لها معاني كثيرة فعلى مصمم الإضاءة تحديد نوع المرونة المطلوبة و منها:

- كل وحدات الإضاءة المستخدمة تكون متحركة.
- توزيع شدة الإضاءة بطريقة منتظمة حتى يكون من السهل تجول المستخدم في الفراغ دون الشعور باختلاف في مستوى الإضاءة.
- التحكم في شدة الإضاءة حيث يمكن تقليلها أو رفعها دون الاستغناء عن أي من وحدات الإضاءة المستخدمة.

- التحكم: Controls

إن نجاح إضاءة الفراغ يعتمد على درجة التحكم بها. فإغلاق أو تشغيل أو خفت الضوء قد يغير من مظهر الفراغ.

- الضوابط و التشريعات: Codes

يقوم مصمم الإضاءة بإتباع الضوابط و التشريعات الخاصة بتحديد مستوى الإضاءة المناسبة لأداء الأنشطة المختلفة و التي تم تحديدها عن طريق مؤسسات متخصصة في هذا المجال مثل IESNA و ترشيد استهلاك الطاقة المستخدمة في الإنارة و طرق التخلص من المصابيح الكهربائية المستهلكة و تفادي التلوث الضوئي.

- الاستدامة: **Sustainability**

إن كلمة استدامة تعتبر مصطلح جديد في مجال صناعة البناء. و هي هدفها استخدام مصادر Recycled و التقليل من استهلاك الطاقة و التقليل من الخراب الناتج عن التخلص من المواد الضارة. أما في تطبيقات الإضاءة فكلمة استدامة تعني الاستخدام الأكثر فاعلية و لأطول فترة مع استعمال مصابيح الإضاءة المنتجة للضوء الأبيض و إذا كان من الضروري استخدام مواد سامة فهذا يتم في أضيق الحدود مع تحقيق أعلى فائدة.

ب) الأهداف الخاصة بالعوامل النفسية و العضوية:

إن الجزء السابق يناقش الأهداف التصميمية الخاصة بالفراغ العمراني حيث يعيش المستخدم. وفي هذا الجزء سيتم مناقشة الأهداف التصميمية الخاصة بحاجة المستعمل الحيوية للإضاءة و رد فعله تجاه الضوء. الصورة التي يظهر عليها المحيط للمستعملين هي المسئولة على طريقة إدراكهم و تفاعلهم مع الإضاءة. فان الإضاءة تلعب دور هام في استجابة الأشخاص النفسية و العضوية تجاه الضوء. و من الأهداف النفسية و العضوية التي يمكن تحقيقها في الفراغ باستخدام الإضاءة.

- استجابة الحواس: **Sensory responses**

إن الضوء لا يؤثر فقط على الرؤية و لكن يؤثر على حاسة السمع و الحرارة.

- جذب الانتباه: **Visual Attraction**

إن الاختلاف في شدة الإضاءة من عنصر إلى عنصر أو من فراغ إلى فراغ يقوم بعملية جذب لانتباه مستعملي الفراغ.

- الانطباع الشخصي: **Subjective Impression**

إن المصمم المعماري أو مصمم تنسيق الموقع يمكن أن يكون لهما وجهة نظر معينة تجاه انطباعات المستعمل على الفراغ. فمصمم الإضاءة يقدر على تحقيق هذه الانطباعات عن طريق المؤثرات الضوئية المختلفة. يوجد خمس عوامل تؤثر على الانطباع ناتجة عن نمط الإضاءة:

- وضوح الرؤية	Visual Clarity
- الاتساع	Spaciousness
- الارتخاء	Relaxation
- الخصوصية	Privacy
- الارتياح	Pleasantness

جـ) الأهداف الخاصة بعوامل المهام:

يقوم مصمم الإضاءة بتحديد المهام التي ستزاول بالفراغ و القيام بتحقيق معايير الإضاءة الصالحة لها.

٣-٤ الفكرة التصميمية **Conceptual Design Phase**

بعد تحديد برنامج المشروع و جمع المعلومات عنه ووضع المعايير و الأهداف التصميمية للإضاءة يبدأ المصمم بوضع الفكرة التصميمية التي تحقق هذه الأهداف و المعايير. يقوم مصمم الإضاءة بتحديد أفكار تصميمية مختلفة في مواقع متفرقة في الفراغ لأن الفكرة التصميمية لن تأتي مرة واحدة بصورة متكاملة فهي عملية شبه مقسمة و لكن التصميم النهائي لا يكون مكونا من مجموعة أفكار متفرقة و لكن يكون متماسكا و متكاملا. ثم يبدأ مصمم الإضاءة بتحديد عدد و نوع المصابيح الكهربائيه التي سيتم استخدامها و تحديد تركيبات الإنارة و أخيرا تحديد أماكن المحولات و الأجهزة الكهربائية الأخرى. ثم يبدأ بعمل الرسومات أو المجسمات التي توضح فكرته

التصميمية (تقييم نوعي) و تقديمها إلى كل من العميل و فريق العمل حيث يتم إما تغييرها أو مجرد تعديلها أو الموافقة عليها. و بعد وضع الفكرة التصميمية يبدأ مصمم الإضاءة في تحديد ميزانية مبدئية للتصميم لتقديمها إلى العميل. من المهم أخذ موافقة العميل على الفكرة التصميمية قبل البدء في عمل الرسومات التنفيذية حيث أن أي تغيير سيتم بعد هذه المرحلة سيؤدي إلى زيادة في التكلفة و الوقت المحدد للمشروع.

٤-٤ مرحلة تطوير التصميم Design Development Phase

إن مرحلة الفكرة التصميمية تليها مرحلة تطوير التصميم. يقوم العمل في هذه المرحلة بتنقيح الفكرة التصميمية للإضاءة. عادة ما يقوم مصمم الإضاءة بالبحث عن طرق تحقيق المؤثر الضوئي أو كيف يتم تنفيذ تركيبات التركيبات الإنارة المصممة. يقوم مصمم الإضاءة بمقابلة مندوبي المصانع و مناقشتهم عن كيفية تنفيذ الأفكار التصميمية المختلفة. و في نفس الوقت يقوم بالاستفسار عن تكاليف أجهزة الإضاءة المختلفة للتأكد من أن تكلفتها لم تتعد الميزانية المبدئية التي تم تحديدها من قبل. تقوم هذه المرحلة بترجمة الفكرة التصميمية إلى رسومات تنفيذية و كراسة شروط تقوم بتوضيح أماكن وحدات الإضاءة و تصف الأجهزة التي سيتم استخدامها في المشروع ثم يتم تقييم الفكرة التصميمية (تقييم كمي)، لمعرفة ما إذا كانت هذه الفكرة قد قامت بتحقيق الأهداف و المعايير المحددة و عرض هذا التقييم على العميل و فريق العمل.

٤-٥ كراسة الشروط Construction or Contract Documents

إن كراسة الشروط الخاصة بمشروع إضاءة فراغ ما تتكون من عنصرين أساسيين هما الرسومات التنفيذية و المواصفات. فالهدف من هذه الوثائق توفير معلومات عن المواد و الأجهزة التي يقوم المقاول بشرائها و تحديد أين وكيف يتم تركيبها. إن المصمم لا يجب أن يعتقد أن المقاول يفهم أو يعرف ما الذي يريده المصمم. يجب توضيح و شرح كل ما يتطلبه المشروع عن طريق الرسومات أو التوصيفات.

٤-٦ طرح المناقصة Bidding Process Phase

إن المواصفات يجب أن تليها وثيقة تسمى invitation to bid التي تقوم بتلخيص المتطلبات العامةَ للمقاول لتجهيز مناقصة خاصة بالمشروع.

٤-٧ مرحلة التنفيذ Construction Phase

يتم في هذه المرحلة انتقال جزء من التحكم (القيادة) في المشروع من المصمم إلى المقاول. يقوم المصمم في هذه المرحلة بالإشراف على التنفيذ و يقوم بالتأكد من أن كل شيء تم تركيبه بدقه و في مكانه الصحيح. أما عن المقاول فهو مسئول على ضمان أن كل شيء تم تركيبه و يعمل بطريقة جيدة. يقوم مصمم بتوفير قناة اتصال بينه وبين المقاول في هذه المرحلة. يحتاج مقاول الكهرباء بالتعاون مع مقاول النباتات لمعرفة متى سيتم وضع النباتات و إخبار المصمم ليتم تحديد مقابلة في الموقع لوضع العلامات الخاصة بأماكن وحدات الإضاءة. و يتم توثيق كل القرارات التي يتم مناقشتها في الاجتماعات أثناء مرحلة التنفيذ.

٤-٨ ضبط وتعديل نظام الإضاءة Aiming and Adjusting the Lighting System

قبل الانتهاء من عملية البناء، يقوم المقاول بالتأكد من أن كل وحدات الإضاءة تعمل بصورة جيدة و أنها في موضعها الصحيح ثم يقوم بإخطار المصمم ليقوم بزيارة الموقع و مراجعة و عمل التعديلات اللازمة للمؤثرات الضوئية و يشترط أن تكون هذه الزيارة في فترة الليل حيث يصعب إدراك هذه المؤثرات في فترة النهار. إن القرارات التي يتم أخذها في هذه المرحلة هي التي تحدد نجاح الإضاءة. حتى يتم تيسير هذه العملية فان مصمم

الإضاءة عليه تحديد ما سيتم عمله في هذه الجلسة. فيجب تحديد الأشخاص و المهارات التي يجب تواجدها أثناء هذه المرحلة فمثلا لابد من وجود عامل متخصص في تهذيب الشجر حتى يقوم بتثبيت وحدات الإضاءة في الشجرة بطريقة سريعة. يتم في هذه المرحلة ضبط توجيه تركيبات الإنارة لتحقيق المؤثر الضوئي المطلوب، و هذا بناء على توجيهات المصمم. إن عملية الضبط تتضمن تغيير اتجاه الضوء أو إضافة عدسات لتركيبات الإنارة التي تعمل على التغيير في توزيع الضوء أو القيام بتغيير المصباح الكهربائي. أما بالنسبة لتركيبات الإنارة المثبتة بالشجر فيقوم المقاول بتحريكها حتى الوصول إلى وضعها الصحيح. كما تضم هذه المرحلة المراجعة على نظام التحكم مثل مفاتيح التشغيل و التحكم في مستوى الضوء. عند الانتهاء من ضبط و توجيه وحدات الإضاءة يتم اختبار brightness balance و احتمال وجود ابهار في المشروع يأتي من الشارع أو من عند الجار. أما عن أخر خطوة في هذه المرحلة فهي القيام بتوثيق الوضع الحالي لأماكن وحدات الإضاءة و توجيهها و نوعها و نظم التحكم أي عمل As Built Plans للمشروع بهدف إعطائه للمالك أو الذين سيقومون بأعمال الصيانة حيث يمكن الاستعانة بها عند البدء في أعمال الصيانة الدورية.

٤-٩ أعمال المتابعة Follow-Up Work

بعد الانتهاء من المشروع، يحتاج مصمم الإضاءة إلى توفير خدمات إضافية للعميل:

- المسقط الأفقي للوضع الحالي As-Built plan.
- مقابلة العميل و القائمون على أعمال الصيانة للمشروع لإطلاعهم على نظام الإضاءة.
- عمل جدول زمني للصيانة الدورية.

٥- خلاصة الفصل الأول:

قام هذا الفصل بإلقاء الضوء على مجال تصميم الإضاءة بدايتا، التعريف بهذا التخصص الذي يعتبر حديث نسبيا في مجال العمارة و العمران و المعلومات التي تؤهل لمزاولة هذا التخصص بنجاح. و أهم المجالات المرتبطة به وصولا إلى أهم خطوات مشروع تصميم إضاءة الفراغات الخارجية و دور مصمم الإضاءة و مهامه داخل منظومة العمل.

و مما سبق تم استخلاص بعض المعلومات الأساسية اللازم التعرف عليها و دراستها و التي تؤهل لمزاولة هذا التخصص بصورة ناجحة و فعالة. و تتضمن هذه المعلومات: معلومات عن الإضاءة و خصائصها و تأثيرها على الجماد و الإنسان و النبات و معلومات عن التقنيات و الأجهزة الحديثة المستخدمة إضاءة الفراغات الخارجية. و على هذا الأساس فقد كان الهدف من الجزء القادم من البحث دراسة و تناول هذه المعلومات للاستفادة منها في فهم و تحليل إضاءة الفراغات الخارجية ليلا.

الفصل الثاني

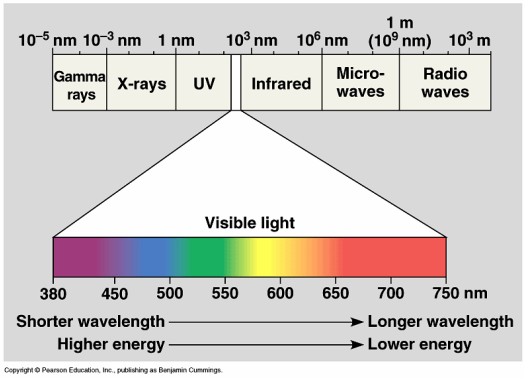
تعريف الضوء و خواصه الفيزيقية

مقدمة:

"لقد لاحقتني المناقشات التي نشأت عن نظريتي الخاصة بالإضاءة حتى أنني ألقيت باللوم على نفسي لعدم حرصي لأني تخليت عن نعمة الجري وراء الظل." هذه هي كلمات إسحاق نيوتن (Isaac Newton's) التي تبين لنا كيف عملية فهم الضوء و اللون و الإدراك كانت إشكالية عبر التاريخ. فبالنسبة للضوء فهو الذي يمكننا من الرؤية. إن أداء هذه العملية أسترعى انتباه الكثير من المفكرين عبر العصور من بينهم أرسطو (Aristotle) و جوته (Goethe) و أيضا العلماء مثل نيوتن (Newton) و ينج (Young) و هلمهولتز (Helmholtz) و هرينج (Hering). و تعد طبيعة الضوء أحد المفاتيح الهامة التي تبرز الفيزياء الحديثة في أعمال أينشتين (Einstein) و سلفه، و لقد أبهرة صوره الضوء الفنانين منذ كونستيبل (Constable) و ترنير (Turner) حتى روسكو (Rothko) و فسريلي (Vasarely). و يرجع السبب في ذلك إلى أنه بينما تعد الإضاءة و تجاربنا في إدراك الضوء من خلال الرؤية، ظاهرة فيزيائية يمكن تحليلها. فهي أيضا تمثل تجارب حقيقية نشترك كلنا فيها.[1]

١ - الضوء:

يعرف الضوء بأنه ذلك الإشعاع المرئي من مجموعة الطيف الكهرومغناطيسي و ينتشر في حركة موجية تختلف في ذبذبتها و أطوال موجاتها ما بين ٤٠٠٠ وحدة انجسترم الذي يعطينا الإحساس باللون البنفسجي حتى الإشعاع الضوئي ذو ذبذبة بطول موجة ٧٦٠٠ وحدة انجسترم الذي يعطينا الإحساس باللون الأحمر. و بين هاتين القمتين تتدرج قيم أطوال موجات الأشعة الضوئية الملونة (شكل رقم ١-٢).[2]



شكل رقم ١-٢: الطيف الكهرومغنطيسي

---

[1] Tuner, 1998

[2] حمودة، ١٩٩٨.

و الضوء شكل من أشكال الطاقة المشعة و بتحديد أكثر دقة فالضوء هو طاقة كهرومغناطيسية، و هو نوع من الطاقة المشعة التي تحتوي على أشعة أكس و موجات الراديو .....الخ.

و يقول "بلانسهايم" أنه صورة من صور الطاقة و هو ينتقل عن طريق الإشعاع و طبقا للاعتقاد السائد الآن فان الضوء هو الطاقة الكهرومغناطيسية و هو يخترق الأثير على هيئة موجات إشعاعية و بسرعة تصل إلى ١٨٦.٣٠٠ ميل في الثانية الواحدة.[١٤]

و ينشأ الضوء من اهتزازات جزئيات المصدر دون حركة المصدر ذاته و ذلك إما بفعل الحرارة أو التيار الكهربي، و كلما زادت الحرارة أو شدة التيار زادت حركة الجزئيات حتى ينتج عنها إشعاع ضوئي.[١٥]

١-١ طبيعة الضوء:

اختلف الناس منذ القدم في تحديد طبيعة الضوء و تعددت النظريات التي تحدد طبيعة الضوء، فقد رأى كل من أقليدس و أفلاطون أن الأشعة تخرج من العين لتسقط على المرئي و تسب الإحساس البصري. ثم جاء العالم العربي الحسن بن الهيثم بمقولة مختلفة فهو يرى أن الإحساس البصري يتم نتيجة لانتقال الضوء من المرئي نفسه و وقوعه على العين.

و على ذلك فالضوء هو الأثر الطبيعي المسبب لحالة الإبصار و يستدل على ذلك بما يلي:-

١) إذا حال حائل دون وقوع الضوء على العين فان المرئي سوف يحجب وتقطع الرؤية.
٢) الإنسان لا يرى في الظلام التام.
٣) تسير الأشعة في خطوط مستقيمة.
٤) تنقسم مصادر الضوء إلى نوعين طبيعي و صناعي.

و لم تستطع النظريات السابقة تفسير بعض الحقائق العلمية فظهرت نظريتان تنازعتا طويلا في تفسير انتقال الطاقة الضوئية من مكان إلى أخر و هما:-

أ) النظرية الجسمية لنيوتن:

يفترض نيوتن أن الضوء عبارة عن جسيمات دقيقة جدا تتحرك في خطوط مستقيمة. و قد أستمر الأخذ بنظرية نيوتن حتى القرن التاسع عشر عندما لم تستطع هذه النظرية أن تفسر ظواهر التداخل و التناثر و التي كانت معروفة من القرن الثامن عشر و كذلك لم يستطع تفسير أن سرعة الضوء في الماء أصغر من سرعته في الفراغ.

ب) النظرية الموجية لهيجنز:

و فيها يفترض و جود الأثير حيث تحدث به إجهادات مرنة تتسبب في التوتر الموجي للضوء. و هذا التوتر الموجي ينشأ عنه اهتزازات تنتقل في الأثير في كل الاتجاهات مثل التموجات الصوتية.[١٦]

و طبقا لهذه النظرية فان الموجات الدقيقة أو الاهتزازات المنبعثة من المصدر نفسه تحمل الطاقة الضوئية و قد تنفذ هذه الموجات خلال الأجسام الشفافة و قد ترتد منها إذا ما كانت غير شفافة و لكن في النهاية تسبب هذه الموجات الحاملة للطاقة الضوئية الرؤية إذا ما وقعت على العين.

و لم تواجه النظرية الموجية أية صعوبات إلا في تحديد طبيعة مادة الأثير نفسها و كيفية تذبذبها المرن.

---

[14] المسلمي، ٢٠٠٠.
[15] المرجع السابق.
[16] زكي، الكمشوشي، ٢٠٠٤.

و قد قفزت النظرية الموجية قفزة هائلة عندما ظهرت نظرية "ماكسويل" لطبيعة انتشار الموجات الكهرومغناطيسية حيث برهنت على أن التردد الزمني الدوري للمجالات الكهربية و المغناطيسية ينتشر بسرعة مقدارها ٢.٩٩٨×١٠^٨ متر لكل ثانية (2.998×10^8 m/s) . و عليه فالتموجات الضوئية ما هي إلا موجات كهرومغناطيسية تنتقل معها الطاقة في نفس الاتجاه و ترتبط بسرعة الضوء c و طول الموجة λ و التردد f بالعلاقة الآتية:

$$C = \lambda f$$

حيث التردد f هو عدد الموجات التي تمر بمنطقة معينة ثابتة في الثانية الواحدة. و لا يتغير التردد بتغير طبيعة الوسط الذي ينتشر خلاله الضوء. فنجد أن أي تغير في سرعة الضوء فيه يصاحبه تغير في طول الموجة λ بحيث يظل التردد ثابتا. و يلاحظ أنه بالرغم من ثبات التردد إلا أن التجارب العلمية على الضوء تحبذ قياس طول الموجة و ذلك عند إجراء التحليل الطيفي في الأوساط المختلفة.

و لم تستطع النظرية الموجية للضوء تفسير الإشعاع الحراري المنبعث من جسم ساخن و كيفية توزيع الطيف الترددي له، فظهرت النظرية الكمية "لبلانك" (Plank) لتفسير ما لم تستطع النظرية الموجية أن تفسره.

جـ) النظرية الكمية لبلانك:

تنص هذه النظرية على أن الضوء ما هو إلا كمات مميزة من الطاقة، و أن هذه الكمات ليست متساوية بالنسبة للأجسام المشعة المختلفة و لكنها تتناسب طرديا مع التردد و الطاقة الضوئية في كل كمة هي:

$$E = h\nu$$

حيث أن ν هو التردد، h هو ثابت بلانك و يعطى بالمقدار ٦.٦٢٦×١٠^-٣٤ جول.ثانية (6.626×10^{-34} joule.s). و قد سميت هذه الكمات من الطاقة بالفوتونات (Photons) و تمكنت نظرية بلانك الكمية من تفسير عديد من الظواهر التي منها الظاهرة الكهروضوئية و بعض الظواهر الكيميائية و الحيوية الضوئية، و تعامل الفوتونات معاملة الأجسام فلها كتلة و سرعة.[١٧]

و بناء على ما تقدم يمكن اعتبار أن نظرية بلانك لانتشار الضوء هي نظرية جسمية جديدة لطبيعة انتشار الضوء و خواصه و مبنية أساسا على النظرية الموجية.

و قد استطاعت هذه النظرية تفسير كثير من الظواهر في طبيعة البصريات و المرئيات مثل التداخل و الاستقطاب. و منذ ذلك الحين أمكن تفسير كل الظواهر الضوئية باستخدام النظرية الموجية في بعض الأحيان و النظرية الكمية في الأحيان الأخرى.

٢-١ خواص الضوء:

إن الشعاع الضوئي إذا ما لقى جسم ما في طريقه يحدث به واحد من التغيرات التالية:-

١) ينعكس إذا ما صادف سطح مصقول كالمراية.
٢) ينكسر إذا ما صادف وسط شفاف مختلف الكثافة العدسات.
٣) يمتص إذا ما صادف سطحا معتما من أية مادة.

[17] المرجع السابق.

كما أن التغيرات الثلاثة السابقة لا تحدث كاملة فالسطح الذي يعكس الضوء يمتص نسبة قليلة منه و كذلك الوسط الذي يكسر الضوء، فقطعة الزجاج الملون سوف تمتص بعض أشعات معينة و تسمح للبعض الأخر بالنفاذ و تعكس الجزء الثالث.

و تتلخص الخواص العامة للضوء في الأتي:-

١) لا يستلزم انتقال من مكان الى أخر وجود وسط مادي بينهما بل يمكن أن ينتقل الضوء في الفراغ التام.
٢) ينعكس الضوء عند سقوطه على حائل لامع وفقا لقانون الانعكاس.
٣) ينكسر الضوء عند سقوطه على سطح فاصل بين وسطين مختلفين وفقا لقانون الانكسار.
٤) سرعة الضوء في الفراغ محدودة و لا تتوقف سرعته على لون المصدر الضوئي و على درجة حرارته.
٥) تقل سرعة الضوء في الأوساط المائية عنها في الفراغ.

و تحددها المعادلة:-

$$\text{معامل الانكسار المطلق للوسط} = \frac{\text{سرعة الضوء في الفراغ}}{\text{سرعة الضوء في الوسط}}$$

و هذه النسبة أكبر من الواحد الصحيح لكل الأوساط المادية الشفافة.

٦) تحدث ظاهرة التداخل نتيجة لمرور الضوء عبر المساحات الدقيقة أو الشرائح الدقيقة و يؤدي حدوثها إلى نشوء الهدب اللونية.
٧) هناك علاقة بين سرعة انتشار أشعة الضوء و طول الموجة و ترددها كما بالمعادلة التالية.

سرعة الضوء = طول الموجة × التردد

٨) حيود الضوء عن المسار في خطوط مستقيمة عند الحرف المستقيم لحاجز معتم.
٩) استقطاب الضوء عند مروره في بعض المواد المتبلورة الشفافة.

٢- وحدات قياس الإضاءة الصناعية:

يستهدف من الإضاءة 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 للأسطح المكونة للمجال البصري أمام العين، لذا فسيتم في هذا الجزء التعرف على المتغيرات التي تسمح بحساب المستويات العديدة للإضاءة.

٢-١ الفيض الضوئي (Luminous Flux) φ:

يعرف الفيض الضوئي φ بأنه كمية الإشعاع المرئي الخارجة من منبع مضيء في الثانية الواحدة و وحدة الفيض الضوئي هي اللومن (Lumen) و يرمز لها بالرمز المختصر (lm)[١٨].

[18] زكي، الكمشوشي، ٢٠٠٤

تعريف اللومن: هو عبارة عن الفيض الضوئي (أو التدفق الضيائي) الذي يعطي في الثانية الواحدة بواسطة شمعة عيارية موضوعة عند رأس مخروط زاويته تساوي الواحدة.

فإذا فرض أننا وضعنا في مركز كرة مصدرا ضوئيا قوته شمعة عيارية واحدة، فان الفيض الضوئي الكلي الساقط على سطح هذه الكرة يساوي:[١٩]

$$\frac{\text{مساحة سطح الكرة}}{\text{مساحة سطح الزاوية المجسمة}} = \frac{٤ \text{ ط نـق}^{٢}}{\text{نـق}^{٢}} = ٤ \text{ ط ليومن}$$

٢-٢ كمية الضوء (Quantity of Light):

تعرف كمية الضوء الخارجة من مصباح معين في فترة زمنية معينة بأنها،

$$Q = \varphi \, t \qquad lm.sec$$

حيث أن t هي الفترة الزمنية و φ هو التدفق الضيائي لهذا المصباح. في بعض الأحيان تكون وحدات كمية الضوء هي lm.hr أي لومن[٢٠]. ساعة: مثال ذلك إذا كان التدفق الضوئي لمصباح ما هو ١٥٠٠ لومن فان كمية الضوء التي يعطيها هذا المصباح في ثلاث ساعات هي:

$$Q = 1500 \times 3 = 4500 \quad lm.hr$$

٢-٣ الفاعلية الضيائية (luminous Efficiency of Source):

تعرف القدرة التأثيرية الضيائية لمصباح ما على أنها خارج قسمة التدفق الضيائي الكلي الخارج من المصباح على القدرة الكهربية الكلية التي يستهلكها هذا المصباح و وحدتها هي لومن/وات (lm/w). فمثلا إذا كان التدفق الضيائي لمصباح متوهج قدرته ١٠٠ وات هو ١٠٠٠ لومن فان القدرة التأثيرية الضيائية هي ١٠ لومن/وات.

نجد أن المصباح المتوهج القدرة التأثيرية الضيائية له قليلة هذا لأن معظم قوته تشع كحرارة (أشاعه تحت الحمراء) و ليس كضوء.

٢-٤ الاستضاءة E (Illuminance):

تعرف الاستضاءة عند أي سطح بأنها كمية الفيض الضوئي الساقط على كل وحدة مساحة من السطح (شكل رقم ٢-٢). أي كثافة التدفق عند السطح. فإذا سقطت كمية من الفيض الضوئي مقدارها dφ لومن على سطح مساحته ds متر مربع فان استضاءة هذا السطح هي،

$$E = d\varphi/ds \qquad Lux$$

و تعرف الوحدة لومن / م^{٢} بالـ"لوكس" (Lux)[٢١].

كما تستعمل في كل من انجلترا و أمريكا وحدة Footcandle و هي تسامي واحد ليومن لكل قدم. و للتحويل بين وحدتي شدة الاستضاءة – (Foot Candle)، (Lux) – فان:

$$1 \text{ Foot Candle} = 10.76 \text{ Lux}$$ [22]

---

[19] حمودة، ١٩٩٨

[20] زكي، الكمشوشي، ٢٠٠٤

[21] زكي، الكمشوشي، ٢٠٠٤

[22] حمودة، ١٩٩٨

٢-٥ الشدة الضيائية أو شدة الإضاءة I (Luminous Intensity):

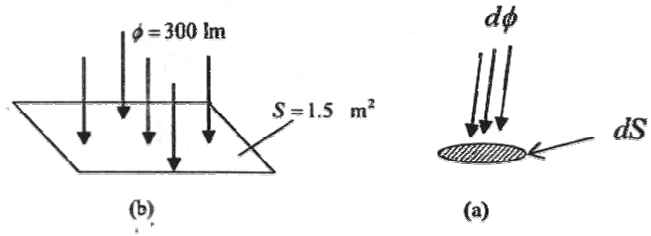
إذا فرضنا أن مصدر الضوء موضوع عند مركز كرة نصف قطرها R. تقاس وحدة الزاوية الفراغية أو المجسمة (Solid Angle) عند مركز الكرة بأنها الزاوية الفراغية المقابلة لمساحة قدرها R^2 من سطح الكرة كما هو مبين في (شكل رقم ٣-٢)، و على ذلك فان المساحة الكلية للكرة تقابل زاوية فراغية مقدارها 4π عند مركز الكرة. و إذا كان منبع الضوء يشع فيضا الضوئيا مقداره φ لومن و تقع كمية مقدارها $\Delta\varphi$ داخل الزاوية الفراغية $\Delta\Omega$ كما في الشكل، فان هذه الكمية تظل داخل المخروط الذي زاويته الفراغية $\Delta\Omega$ و الذي يقع رأسه عند مركز الكرة.

و تعرف الشدة الضيائية (أو شدة الإضاءة) I في اتجاه محور المخروطي بأنها:

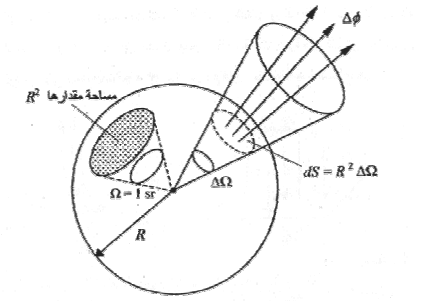
$$I = \Delta\varphi/\Delta\Omega$$

و وحدتها لومن لكل وحدة زاوية صلبة و تسمى كندلا أو الشمعة العيارية cd (candela).

و بصفة عامة يمكن تعريف الشدة الضيائية في اتجاه معين بأنها كمية التدفق الفيض الضوئي الواقعة على عنصر سطحه عمودي على هذا الاتجاه مقسومة على الزاوية الصلبه المقابلة لهذا السطح عند المنبع.[٢٣]



شكل رقم ٢-٢: تعريف الاستضاءة (a) استضاءة سطح تفاضلي dS (b) الاستضاءة على سطح الترابيزة هي ٢٠٠ لوكس (زكي و الكمشوكي، ٢٠٠٤)



شكل رقم ٣-٢: وحدة الزاوية الفراغية (المجسمة) و تعريف الشدة الضيائية (زكي و الكمشوكي، ٢٠٠٤)

٢-٦ النصوع (Luminance):

تختلف شكل الأشياء أو الأسطح في مظهرها على حسب كمية الضوء الذي تبعثه أو تعكسه في اتجاه العين. لذلك يجب أن يكون هناك مقياس للضوء المنعكس أو المنبعث من الأسطح و هذا المقياس هو النصوع.

و يعرف النصوع في اتجاه معين و عند نقطة معينة على أي سطح بأنه كمية التدفق التي تترك (أو تنفذ من) عنصر سطح يحيط بالنقطة، و تنتشر في الاتجاه المحدد بمخروط عنصري يحتوي على الاتجاه المعين مقسومة على حاصل ضرب الزاوية الصلبة لهذا المخروط و مساحة عنصر السطح مسقطة على المستوى العمودي على الاتجاه المذكور. أي إذا افترض أن كمية التدفق الساقطة على عنصر مساحته ds هي $d\varphi$ فإذا انعكس هذا التدفق من السطح في اتجاهات مختلفة فان التدفق الذي يترك السطح في اتجاه θ مع العمودي عليه هو (شكل رقم ٤-٢)،

$$d(d\varphi) = d^2\varphi$$

وحيث أن مسقط المساحة على اتجاه θ هو $ds\cos\theta$ فيصبح النصوع عند النقطي P في هذا الاتجاه هو.

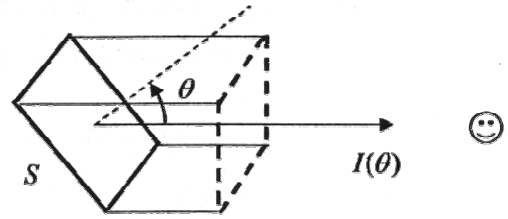
$$L(\theta) = \frac{d^2\varphi}{ds\, d\Omega \cos\theta} = \frac{dI}{ds\cos\theta}$$

[23] زكي، الكمشوشي، ٢٠٠٤

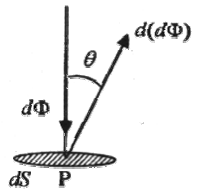
و لتوضيح تعريف النصوع نفترض أن S تمثل مساحة من سطح مضاء و لهذه المساحة شدة ضيائية (θ) I في اتجاه P و الذي يصنع زاوية θ مع العمودي على المساحة S (شكل رقم ٢-٥). فان المراقب يرى مساحة ظاهرية S cosθ عمودية على خط الرؤية فيكون النصوع كما يراه المشاهد هو

$$L = I(\theta) / S \cos\theta \qquad cd/m^2$$

إن النصوع لا يتغير بتغير المسافة بين السطح المضاء و المشاهد.



شكل رقم ٢-٥: نصوع سطح مضاء كما يراه مشاهد في اتجاه يصنع زاوية θ مع العمودي على السطح (زكي و الكمشوكي، ٢٠٠٤)



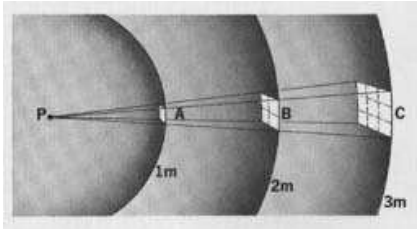
شكل رقم ٢-٤: تعريف نصوع سطح عند نقطة عليه P (زكي و الكمشوكي، ٢٠٠٤)

٢-٧ الانعكاسية (Reflectance):

في حالة الانعكاس الانتشاري نلاحظ أن زاوية النظر للسطح العاكس ليست ذات أهمية حيث ينتشر الضوء المنعكس في كل الاتجاهات بمقدار متساو تقريبا. و على ذلك يعرف ما يسمى بمعامل انعكاس السطح r. فمثلا إذا سقطت كمية من التدفق الضوئي φ على سطح مساحته متر مربع واحد فان كمية الإشعاع المنعكس هي $r\varphi$[٢٤].

٢-٨ قانون التربيع العكسي و قانون لامبرت (Lambert) للاستضاءة:

إن العلاقة بين الشدة الضيائية **I** و شدة الاستضاءة **E** بالنسبة لتغير المسافة بين مصدر الضوء و السطح المضاء تعتمد على قانون التربيع العكسي للمسافة. و يتضح أن الاستضاءة على سطح عمودي على اتجاه الضوء تتناسب عكسيا مع مربع المسافة بين المنبع و السطح و هو ما يعرف بقانون التربيع العكسي (شكل رقم ٢-٦) *ملحق رقم (١)*.



شكل رقم ٢-٦: تتناسب الاستضاءة على سطح عكسيا مع مربع المسافة بين المنبع و السطح

٣- اللون:

تعتبر مسألة ألوان الأجسام أو ألوان الضوء الصادر من المصابيح الملونة من المسائل المعقدة. فهي ليست مسألة فيزيائية فحسب بل تعتمد على حيوية و نفسية الشخص المشاهد.

[24] زكي، الكمشوشي، ٢٠٠٤.

١-٣ ألوان الأجسام:

يتم تعريف اللون عادة عن طريق ثلاث صفات أساسية[٢٥]:

- كنه اللون (Hue): هو الصفة التي تفرق بين لون و آخر [اسم اللون: أحمر، أصفر].
- قيمة اللون (Value): تقدر بعتامة اللون أو إضاءته (شكل رقم ٧جـ -٢).
- شدة اللون أو نقائه (Chroma): فهو يعبر عن درجة نقاء كنه اللون و مقدار اللون الرمادي الذي يحتويه و الذي ينتج عن خلط اللون الأسود باللون الأبيض بنسب مختلفة (تكون الألوان النقية أكثر صفاء من الألوان المخلوطة) (شكل رقم ٧ د -٢).

مثال توضيحي: عند إضافة صبغة لون إلى لون رمادي محايد، يعبر الكنه عن اسم صبغة اللون المستخدمة، و يعبر نقاء اللون على مقدار اللون المحايد المضاف للخليط، و تعبر القيمة عن اللون المحايد الذي يكون له نفس معامل الانعكاس للخليط نهائي.

إن الطريقة التي يستخدم فيها هذه المصطلحات الثلاثة، الكنه و القيمة و النقاء لتحديد اللون هي طريقة مونسل (Munsell) و هي طريقة ثلاثية الأبعاد حيث يعبر المحور الرأسي على القيمة (Value) و التي تتدرج من اللون الأسود حتى اللون الأبيض و تعبر الدائرة الأفقية التي يمر مركزها بالمحور الرأسي على كنه اللون (Hue) و تختلف درجة نقاء(Chroma) اللون حسب قرب و بعد كنه اللون من المحور الرأسي.[٢٦]

قد يوجد طرق عديدة تستخدم لتصنيف الألوان و لكن طريقة مونسل هي الأفضل و هي تعتبر محاولة رائعة لتقليل تعقيدات الألوان إلى عدد من المتغيرات البسيطة (شكل رقم ٧ أ -٢ إلى ٧ ز-٢). ولكن هذه طريقة تقتصر فقط على مقارنة ألوان الأجسام التي تعتمد أساسا على لون الضوء الذي يسقط على الأجسام.

٢-٣ لون الضوء و اللونية:

أما من الناحية الفيزيائية فان الضوء المرئي يتكون من موجات كهرومغناطسية كما ذكر من قبل. فإذا تغير تردد هذه الموجات فان إحساس العين يتراوح مع ازدياد التردد من الأحمر عند أقل تردد مرئي إلى البرتقالي فالأصفر فالأخضر فالبنفسجي عند أعلى تردد مرئي. و عند تجميع هذه الألوان بنسب متساوية تقريبية يبدو الضوء أبيض أو رمادي اللون.و تحتوي المصادر الطبيعية للإشعاع مثل الشمس و بعض المصادر الاصطناعية مثل فتيلة المصباح المتوهج على مركبات لها ترددات ضوئية كثيرة. فيلاحظ أن الإشعاع الضوئي الصادر منها له مدى ترددي مستمر يحتوي على كل الترددات المرئية. و يبين (شكل رقم ٨-٢) الطيف الترددي الناتج من أشعة الشمس كدالة من أطوال الموجات. و كان نيوتن أول من لاحظ أن الضوء الأبيض العادي هو عبارة عن خليط من الألوان و أن الأجسام تظهر بألوان مختلفة لأنها تعكس بعض أطوال موجات الضوء الساقط عليها أكثر من غيرها. فمثلا عند سقوط أشعة الشمس على جسم أزرق فانه يمتص موجات جميع الألوان الساقطة عليها عدا اللون الأزرق الذي ينعكس منه ليسقط على شبكية العين فتسبب الإحساس باللون الأزرق و هكذا. و منه نستنتج أن الجسم لا يرى بلونه الحقيقي إلا إذا أضيء بنفس هذا اللون أو أضيء بضوء أبيض عادي. أي أن لون الجسم يعتمد على كيفية انعكاس الضوء الساقط عليه من حيث أطوال موجات هذا الضوء.[٢٧] *ملحق رقم (٢).*

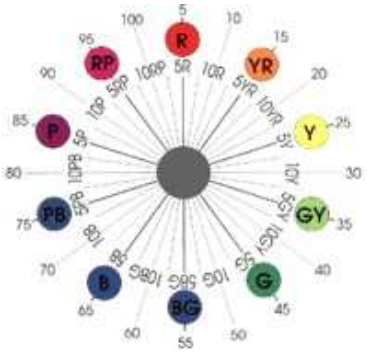
---

[25] الحلبي، ١٩٩٤

[26] Lou Michel,1996.

[27] زكي، الكمشوشي، ٢٠٠٤.

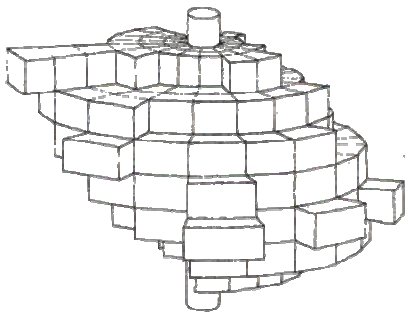
(أ) : دائرة الألوان لمونسل
(www.coloracademy.co.uk/Subjects/Munsell/p3.htm)



(ب) : تعيين الألوان لمونسل
(www.coloracademy.co.uk/Subjects/Munsell/p3.htm)

(جـ): مقياس القيمة لمونسل
(www.coloracademy.co.uk/Subjects/Munsell/p3.htm)

(د) : مقياس النقاء لمونسل
(www.coloracademy.co.uk/Subjects/Munsell/p3.htm)



(هـ) : Munsell color solide
(Janet Tuner, 1998)

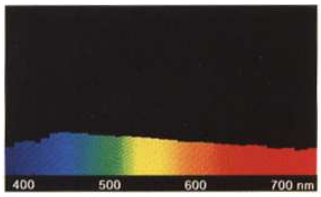
(ز) : Munsell color space
(www.coloracademy.co.uk/Subjects/Munsell/p3.htm)

(و) : Munsell color solide
(www.coloracademy.co.uk/Subjects/Munsell/p3.htm)

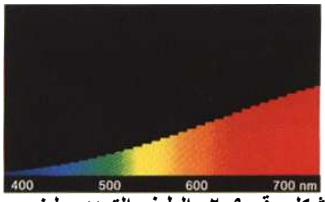
شكل رقم (٧-٢) : طريقة مونسل لتصنيف الألوان.

٣-٣ درجة حرارة اللوان و دليل أمانة نقل اللون Color Rendition Index & Color Temperature

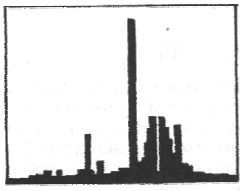
إن الضوء الأبيض المثالي مكون من طيف ترددي كامل ذات توزيع منتظم. و بالرغم من ذلك فعندما ينتقل الضوء الأبيض من خلال سطح شفاف أو ينعكس من على سطح معتم فقد يحدث تغيير في لونه أو يفقد جزء من الترددات المرئية. إن الضوء الناتج من مصادر ضوئية صناعية يكون عادتا مفتقد لجزء من الطيف الترددي أو يكون توزيع الترددات المرئية غير منتظمة (شكل ٨-٢ و ٩-٢ و ١٠-٢).



شكل رقم ٨-٢: الطيف الترددي لضوء النهار الطبيعي (Tuner, 1998)



شكل رقم ٩-٢: الطيف الترددي لضوء صادر من مصباح متوهج و الذي يظهر انحرافه تجاه اللون الأحمر في نهاية الطيف (Tuner, 1998)



شكل رقم ١٠-٢: الطيف الترددي لضوء صادر من مصباح الصوديوم ضغط مرتفع و الذي يظهر افتقاده لجزء من الطيف الترددي. (Moyer, 1992)

لذا فان الطريقة المثلى لتصنيف لون الضوء الناتج من مصدر إضاءة معين هي "**درجة الحرارة اللونية – Color Temperature**" و "**دليل أمانة نقل الألوان – Color Rendering**".

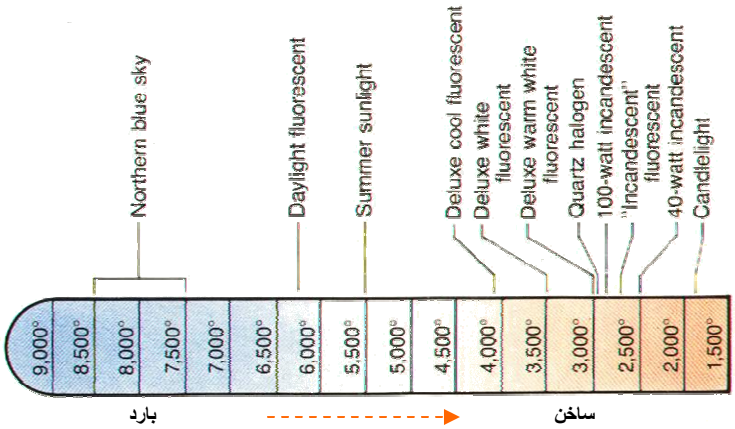
درجة حرارة اللونية: و الناتجة من العلاقة النظرية بين درجة حرارة جسم ما و لون الضوء. إن طول الموجة يتناسب عكسيا مع درجة الحرارة.[٢٨] فيلاحظ أنه عندما ترتفع درجة حرارة جسم أسود تنبعث منه في بادئ الأمر حرارة إشعاعية غير مرئية. و مع ازدياد درجة الحرارة يبدأ الجسم في التوهج بلون أحمر عاتم ثم بلون احمر قاني ثم يمر بمجموعة من الألوان حتى يشع ضوءا أبيض (الحرارة البيضاء) ثم ضوءا أزرق. و يبين الجدول التالي العلاقة بين لون الجسم و درجة حرارته:

أحمر	800 – 900 ºK
أصفر	3000
أبيض	5000
أزرق باهت	8000 – 10,000
أزرق سماوي ناصع	60,000 – 100,000

و أي منبع للضوء لونه يطابق لون الجسم الأسود المشع عند درجة حرارة معينة يمكن أن يتصف بهذه الدرجة. فمثلا يمكن أن يتم تصنيف ضوء مصباح فلوري بأن درجة حرارته 4000 ºK. و يتضح مما سبق أنه يمكن تقسيم الضوء الأبيض إلى ثلاث مجموعات بناء على درجة الحرارة (شكل رقم ١١-٢):

بارد (أبيض مائل للأزرق)	> 5300 ºK
متوسط (أبيض)	3300 – 5300 ºK
ساخن (أبيض مائل للأحمر)	< 3300 ºK

[28] Schiler, 1992.



شكل رقم ١١-٢: اختلاف درجات حرارة اللون لمصادر الإضاءة المختلفة.

و يتم تحديد درجة حرارة الضوء المناسبة بناء على احتياج المشروع و على مستوى الاستضاءة، فكلما زادت مستوى الاستضاءة تزيد درجة حرارة مصدر الضوء (فيفضل الضوء الدفيء في حالة مستوى استضاءة منخفض و ضوء بارد في حالة مستوى استضاءة مرتفع).

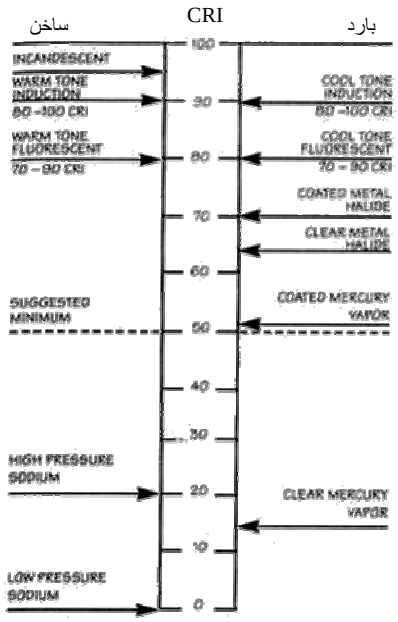
دليل أمانة نقل الألوان: يمكن أن يكون للمنابع المختلفة للضوء نفس درجة حرارة اللون و لكن لها توزيعا طيفيا مختلفا (يمكن أن تفتقر لجزء من الترددات المرئية)، فان لون جسم ما قد يبدو مختلفا تماما عند مشاهدته في ضوء كل منبع على حدا. فمثلا نجد أن جسما له لون أحمر و أزرق و أصفر في ضوء النهار الطبيعي يبدو بألوان مختلفة تماما إذا شوهد في الضوء الأصفر لمصباح الصوديوم أو في الضوء الأصفر لمصباح فلوري له نفس درجة حرارة مصباح الصوديوم. ففي الحالة الأولى تبدو جميع ألوان الجسم كتدرجات مختلفة من اللون الرمادي و في الحالة الثانية نجد تمييزا أكبر بين الألوان و لكنها تختلف اختلاف كبيرا عن الألوان الطبيعية. و السبب في ذلك هو أن اللون الظاهري لأي سطح يعتمد أساسا على التركيب الطيفي للضوء الساقط على السطح و على مدى انعكاس مركباته المختلفة (شكل رقم ١٢-٢و ١٣-٢).و يتضح مما سبق أن درجة حرارة اللون لأي مصدر غير طبيعي للضوء غير كاف لوصف مقدرة هذا المصدر لإظهار الألوان الحقيقية للأشياء التي تنار بضوئه، و لذالك فقد وضعت اللجنة الدولية CIE معيارا لقياس أمانة المصادر الضوئية لنقل الألوان و ذلك بدلالة معامل خاص يعرف بدليل أمانة نقل الألوان (General Color Rendering Index-R). و لإيجاد قيمة هذا الدليل يتم تحديد الفارق في اللون عندما تضاء كل عينة من مجموعة مكونة من ثماني عينات لها ألوان قياسية محددة أولا بالمنبع المراد تعييره و ثانيا بمنبع قياسي. ومن القيمة المتوسطة لهذه الفروق الثمانية يتم حساب دليل أمانة نقل الألوان لمنبع الاختبار. و في حالة تطابق جميع القراءات (أي تطابق التوزيع الطيفي لمنبع الاختبار و للمنبع القياسي) تكون قيمة الدليل 100. و كلما زادت الفروقات بين القراءات كلما قلت قيمة الدليل[٢٩]. و يبين (الجدول رقم ١-٢) التطبيقات المستخدمة للقيم المختلفة لدليل نقل الألوان (CRI).

[29] زكي، الكمشوشي، ٢٠٠٤

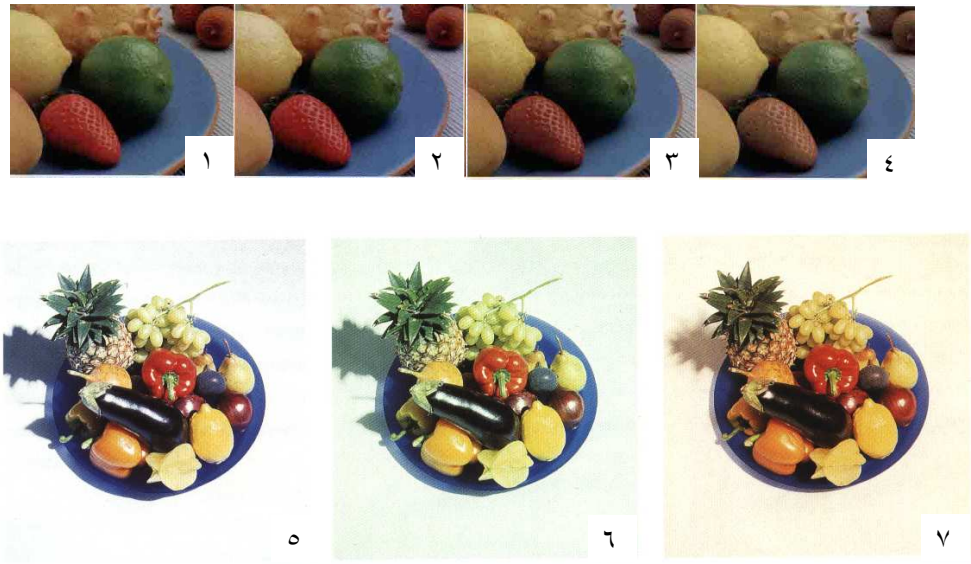
جدول(١-٢): دليل نقل الألوان.

دليل نقل الألوان (CRI)	التطبيق المثالي
CRI > 90	عند الاحتياج لخليط دقيق من الألوان. مثال: فحص ألوان المطبعة.
90 > CRI > 80	حينما يكون الاحتياج إلى الحكم بدقة على الألوان أو يتطلب الأمر إظهار جيد للون بهدف إبراز الشكل العام بصورة جيدة. مثال: محلات تجارية، فنادق، و مطاعم.
80 < CRI < 60	حينما يكون المطلوب إظهار معتدل للون
60 < CRI < 40	حين تكون الحاجة لإظهار اللون غير ملحة و لكن التغيير في الألوان الحقيقية غير مقبول
40 < CRI < 20	حين يكون إظهار اللون غير مهم بالمرة و يكون تغيير الألوان الحقيقية مقبول

(Design With Light Hotels, 2000)



شكل ١٢-٢: دليل أمانة نقل الألوان



شكل ١٣-٢: لون الضوء الصادر من مصابيح مختلفة يمكن رؤيته من خلال هذه الصور (شدة الإضاءة تكون ثابتة في جميع الحالات).
(Janet Turner, 1998; Design with Light hotels, 2000.)

١ الضوء الطبيعي تظهر الفواكه بألوانها الطبيعية
٢ المصباح الفلوري ذو قيمة مرتفعة لدليل نقل الألوان (CRI) يظهر الألوان بمظهر يميل إلى الزرقة
٣ مصباح الهاليد المعدني لا يظهر اللون الأحمر بطريقة جيدة و لكنه مازال له قيمة جيدة لدليل نقل الألوان
٤ المصباح الفلوري ذو قيمة منخفضة لدليل نقل الألوان (CRI)
٥ هالوجين
٦ مصباح الهاليد المعدني
٧ الضوء الطبيعي تظهر الفواكه بألوانها الطبيعية

الفصل الثالث

الضوء و تأثيره على الأجسام و الإنسان و النبات

١- تأثير الضوء على الأجسام و الأسطح:

تعتبر دراسة تأثير الضوء على الأجسام و الأسطح من الأشياء المهمة للاستفادة منها في إظهار العناصر ذات الأشكال و الأحجام المختلفة و صناعة تركيبات الإنارة.

"الضوء هو مادة معمارية غير ملموسة مثل الصوت و الحرارة."[١]

إن إظهار الضوء لهيئة جسم أو سطح معين تحدده العوامل التالية[٢]:

أ- زاوية سقوط الضوء على السطح.

ب- كيفية و كمية الضوء الساقط.

ت- زاوية الرؤية بالنسبة للجسم.

ث- خصائص السطح.

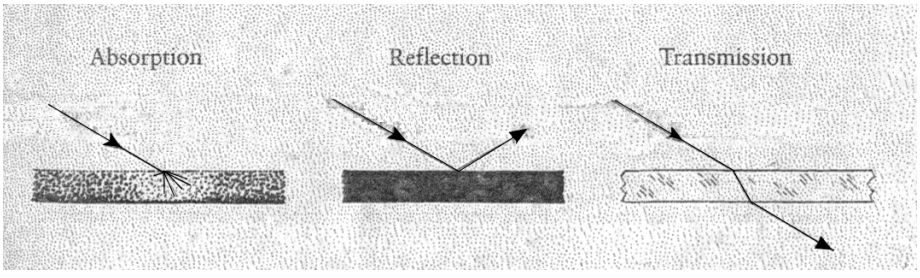
ج- حجم و شكل الظلال.

إن الضوء ينتقل في شكل أشعة في خط مستقيم خلال الفراغ، و عندما يرتطم الضوء بسطح مادة فيزيقية، فان أي أو كل التأثيرات الثلاثة التالية تحدث (شكل رقم ١-٣)[٣]:-

أ- يمكن للضوء أن يمتص بواسطة السطح و غالبا ما يتحول إلى طاقة حرارية (Absorption).

ب- يمكن للضوء أن يتم انعكاسه مرتداً إلى الفراغ في اتجاه آخر عكس اتجاه سقوطه (Reflection).

ت- يمكن للضوء أن ينفذ (ينكسر) من خلال وسط ما و يستمر في اندفاعه إلى الأمام حتى الاتجاه الأخر للوسط (Transmission).



شكل رقم ١-٣: عندما يرتطم الضوء بسطح مادة فيزيقية، فان أي أو كل التأثيرات الثلاثة تحدث (Michel, 1996).

---

[1] Millet, 1996.

[2] المسلمي، ٢٠٠٠.

[3] Michel, 1996

يمكن تقسيم المواد حسب سلوك الضوء معها إلى[٣٦]:-

أ- مواد شفافة Transparent:

تسمح لمعظم الضوء بالمرور خلالها ما عدا كمية صغيرة و التي تختلف حسب النوع و السمك و يمكن رؤية الأشياء من خلالها و مثال هذا النوع الزجاج المسطح و البلاستيك.

ب- مواد نصف شفافة Translucent:

تنفذ الضوء و لكنها تشتته في اتجاهات مختلفة و لا يمكن رؤية الأشياء من خلالها. و مثال الزجاج المصنفر و البلاستيك.

ت- المواد المعتمة Opaque:

تعوق الضوء من النفاذ كلية و لكن يمكن أن تمتصه أو تعكسه و تلك الأسطح ربما تكون لامعة أو خشنة. و مثال تلك المواد المعادن.

١-١ الانعكاس Surface Reflectances:

الانعكاس هو ارتداد الإشعاع بواسطة سطح بدون أي تغيير في تردد الموجات. و عندما ينعكس الضوء نجد أن نسبة منه قد فقدت عن طريق امتصاص السطح له. و تسمى نسبة التدفق الضيائي المنعكس إلى التدفق الكلى الساقط بالانعكاسية (Reflectance).[٣٧]

إن الانعكاسية (معامل الانعكاس) لا يتغير بتغير نسبة الاستضاءة.

ومما سبق يتضح لنا أن الضوء المنعكس هو العلاقة بين الاستضاءة و السطح العاكس لذا فان الأسطح و نوعها و تشطيبها يجب أن تكون هدفا تصميميا له أهمية و يلزم وضعه في الاعتبار.

فنجد أن السطح الأبيض النقي يعكس تقريبا ٨٥٪ من الضوء الساقط عليه و من ناحية أخرى فان الأسطح المعتمة السوداء تعكس ٤٪ من الضوء الساقط عليها فقط، و معظم الناس يدركون السطح بأنه أسود عندما يعكس حتى ١٠٪ من الضوء الساقط و رمادي غامق جدا عندما يعكس فقط ١٤٪ تقريبا، و بين ١٤٪ إلى ٨٥٪ تقع السلسلة المتصلة من انعكاس الرمادي و القيم اللونية المتكافئة[٣٨]. إن الأسطح الفاتحة تعكس نسبة أكبر من الضوء و توفر 20% من الطاقة المستهلكة.[٣٩]

من أنواع الانعكاس:-

أ) الانعكاس المنتظم من السطح Specular Reflection:

يتم هذا النوع من الانعكاس على الأسطح اللامعة حيث يكون كل من الشعاع الساقط و الشعاع المنعكس و العمود المقام على السطح من نقطة الانعكاس في مستوى واحد. و زاوية السقوط مساوية لزاوية الانعكاس كما هو مبين (بالشكل رقم ٢-٣). و تعطى الأشعة المنعكسة صورة للشيء المنعكس على هذا السطح و يسمى السطح ذات الخاصية التي ذكرت بالمرآة. و المواد التي لها هذه الخاصية هي الألومينيوم و الكروم و الذهب و الفضة و الزجاج أو البلاستيك المفضض[٤٠].

---

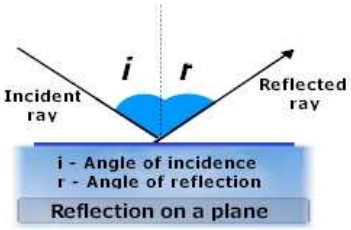
[36] المسلمي، ٢٠٠٠

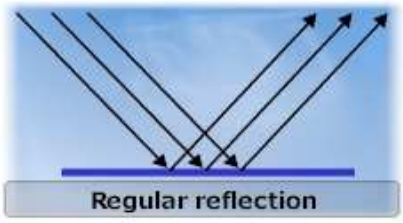
[37] زكي و الكمشوشي، ٢٠٠٤.

[38] Michel, 1996

[39] Steffy, 2002

[40] زكي و الكمشوشي، ٢٠٠٤

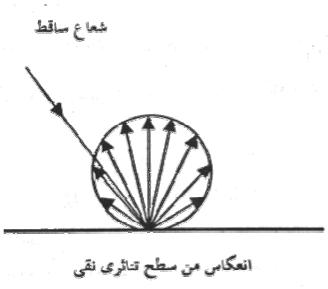




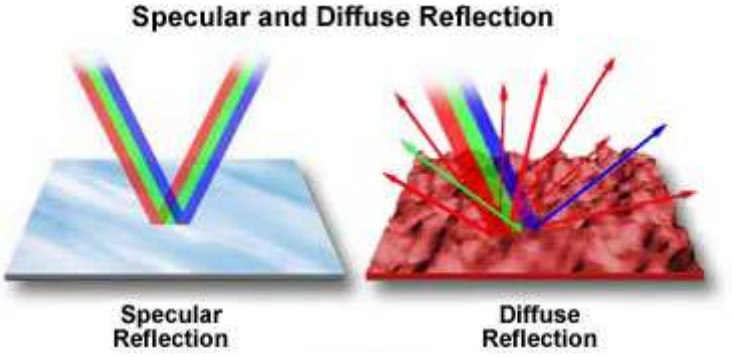
شكل رقم ٢-٣: الانعكاس المنتظم، زاوية السقوط = زاوية الانعكاس.

ب) الانعكاس المتشعب Diffuse Reflection:

في هذه الحالة تكون الأسطح خشنة أو مدهونة بجزئيات عاكسة مثل الأسطح البلورية و في هذه الأنواع من الأسطح يعمل كل جزء من هذه الجزئيات عمل مرآة منفصلة و تكون المرايا العديدة التي يتكون منها السطح واقعة في مستويات ذات ميول مختلفة عن بعضها مما يؤدي إلى وجود اتجاهات عديدة للأشعة المنعكسة كما هو مبين في (شكل ٣-٣ و ٣-٤). و من أمثلة هذه المواد الورق الأبيض و الجليد و أسقف الجبس. و تستخدم هذه المواد أو بعضها في صناعة العواكس في تركيبات الإنارة التي لها نماذج ضيائية ذات زوايا كبيرة و يقال أن الانعكاس في هذه الحالة هو انعكاسا تناثريا نقيا[٤١].



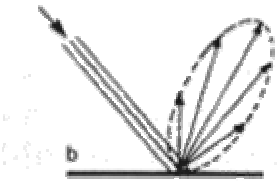
شكل رقم ٣-٣: الانعكاس غير المنتظم (زكي و الكمشوكي، ٢٠٠٤)



شكل رقم ٤-٣: شكل يوضح الفرق بين الانعكاس المنتظم و الانعكاس غير المنتظم.

ت) الانعكاس المنتشر Spread Reflection

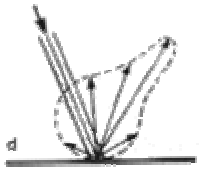
يحدث في هذه الحالة تشتيت الضوء في اتجاه واحد فقط (شكل رقم ٥-٣). مثال المعادن المتموجة أو ذات النقر أو المحفورة أو ذات سطح محبب.



شكل رقم ٥-٣: الانعكاس المنتشر (Philips, 1993)

ث) الانعكاس المختلط Mixed Reflection:

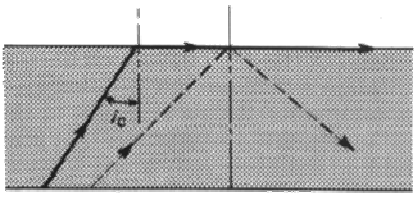
في هذه الحالة يكون جزء من الطاقة الضوئية المنعكسة منتظما و الجزء الآخر غير منتظم مثال على ذلك إذا تم تغطية مادة انعكس غير منتظم بطبقة من الورنيش فان السطح الناتج يعمل كسطح عاكس منتظم للأشعة الساقطة بزوايا كبيرة و سطح غير منتظم للأشعة الساقطة بزوايا صغيرة (شكل رقم ٦-٣)[٤٢].



شكل رقم ٦-٣: الانعكاس المختلط (Philips, 1993)

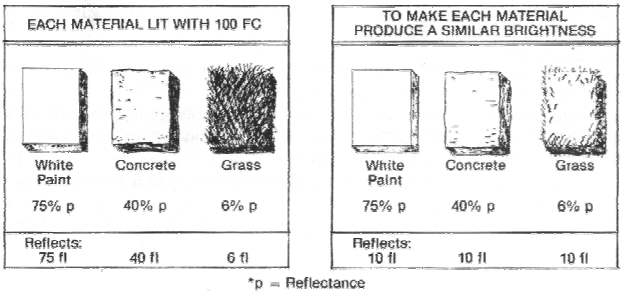
جـ) الانعكاس الكلي Total Reflection:

الانعكاس الكلي، أو ما يعرف في بعض الأحيان بالانعكاس الكلي الداخلي، هو نوع خاص من الانعكاس المنتظم و يحدث عند أسطح المواد الشفافة مثل الزجاج و الماء و البلاستيك عندما تكون هذه الأسطح لامعة و مصقولة و عندما تكون زاوية سقوط الأشعة أكبر من حد معين يعرف بالزاوية الحرجة. فإذا سقط الشعاع الضوئي بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة فانه ينعكس و يرتد للوسط الذي سقط منه كما هو مبين في (شكل رقم ٧-٣)[٤٣].



شكل رقم ٧-٣: الانعكاس الكلي حيث تمثل i_c الزاوية الحرجة و يمثل الخط المنقط شعاع الضوء المرتد في الوسط (Philips, 1993)

و قد يتضح مما سبق أنه يوجد ثلاثة عوامل تؤثر على شكل الإضاءة المنعكسة من على سطح ما: اللون و الملمس و التشطيب - (جدول رقم ١-٣) يبين نسب الانعكاس التقريبية لبعض خامات التشطيب الخارجي - فان الأسطح ذات اللون الفاتح تعكس أكثر من الألوان الغامقة و الأسطح الناعمة تعكس أكثر من الأسطح الخشنة (شكل رقم ٨-٣) و الأسطح اللامعة تعكس أكثر من الأسطح المطفأة[٤٤].



شكل رقم ٨-٣: اليسار- اختلاف مظهر الأسطح التي لها نفس الإستضاءة و لكن ذات انعكاسية مختلفة. اليمين – للحصول على درجة سطوع واحدة لكل مادة تم عمل اختلاف في الاستضاءة (Moyer, 1992)

---

[41] زكي و الكمشوشي، ٢٠٠٤
[42] المرجع السابق
[43] المرجع السابق
[44] Moyer, 1992

جدول (١-٣): الانعكاسية لبعض مواد البناء و الاسطح الخارجية		
المواد		النسبة التقريبية للانعكاس (٪)
الطوب	أصفر مائل للبرتقالي فاتح	٤٨
	أصفر مائل للبرتقالي داكن	٤٠
	أحمر داكن مصقول	٣٠
أسمنت		٢٧
رخام	أبيض	٤٥
دهان	أبيض	
	جديد	٧٥
	قديم	٥٥
زجاج	صافي	٧
	عاكس	٣٠-٢٠
	مدهون	٧
أسفلت	نظيف	٧
أرض	مزروعة	٧
أرضية من الجرانيت		١٧
حشائش	أخضر داكن	٦
طريق مرصوف بالحصباء		١٨
الأردواز	طمي داكن	١٨
ثلج	جديد	٧٤
	قديم	٦٤
خضرة	صغيرة	٢٥
حجر جيري		١٨

(Moyer, 1996)

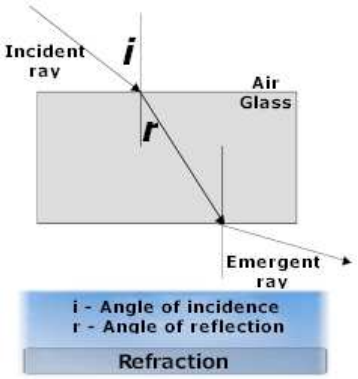
٢-١ انتقال الضوء داخل المواد الشفافة (النفاذية) Surface Transmittances:

نفاذ الضوء هو مروره من وسط معين شفاف بدون تغيير في تردده و يحدث عند مرور الضوء في بعض أنواع الزجاج و البلورات و الماء و بعض السوائل، و يلاحظ أنه عند نفاذ الضوء من وسط ما يصحبه بعض الفقد. و تسمى النسبة بين كمية الضوء الساقط و كمية الضوء النافذ بمعامل النفاذ للمادة التي يسقط عليها الضوء (Transmittance)[٤٥].

عند نفاذ الضوء من خلال الجسم الشفاف فانه ينكسر أو ينتشر أو يتشعب.[٤٦]

أ) الانكسار Refraction:

عند سقوط الضوء على وسط له سمك معين و نفاذه من الناحية الأخرى نجد أن هناك تغيرا في اتجاه الشعاع للخارج كما هو مبين في (شكل رقم ٩-٣) و السبب في ذلك هو اختلاف سرعة الضوء في هذه المادة عن سرعته



شكل رقم ٩-٣: شكل يوضح انكسار الضوء خلال الوسط.

[45] زكي و الكمشوشي، ٢٠٠٤
[46] المسلمي، ٢٠٠٠

في الهواء. و يعرف التغير في اتجاه الإشعاع بالانكسار.[٤٧]

ب) الانتقال المنتشر Spread Transmission:

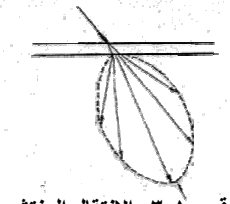
يكسر الضوء و لكنه يتشتت في اتجاه واحد (شكل رقم ١٠-٣) و مثال ذلك انتقال الضوء خلال أسطح البلاستيك أو الزجاج المصنفر أو المضلع.

ت) الانتقال المتشعب Diffuse Transmission:

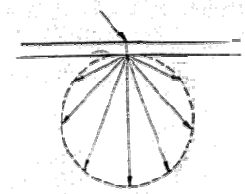
و يحدث عندما يكسر الضوء و يشتت في جميع الاتجاهات (شكل رقم ١١-٣) و مثال ذلك زجاج الأوبال.

د) الانتقال المختلط Mixed Transmission:

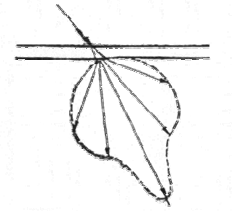
الانتقال المختلط هو خليط من الانتقال المتشعب و الانتقال المنتشر (شكل رقم ١٢-٣)[٤٨].



شكل رقم ١٠-٣: الإنتقال المنتشر (المسلمي، ٢٠٠٠).



شكل رقم ١١-٣: الإنتقال المتشعب (المسلمي، ٢٠٠٠).



شكل رقم ١٢-٣: الإنتقال المخطلت (المسلمي، ٢٠٠٠).

٣-١ الظلال The Shadow:

إذا وقف شيء ما أمام مسار شعاع ضوئي فانه لا يقوم بتغيير اتجاه هذا الشعاع فحسب و لكن يخلق الظاهرة التي تعتبر أساس الإدراك البصري و التمثيل الفني و هي الظل. يقوم الشيء فور اصطدامه بالضوء بالتشكل في تجسيم و صلابة عن طريق الظل الواقع على سطحه و في الوقت نفسه يرمي ظل على الأسطح المحجوب عنها الضوء. فلا شك من عدم و جود عنصر فني أخر مسئول على احياء التصميم المعماري سوى اتحاد النور و الظل. [٤٩]

١-٣-١ تعريف الظلال:

هي تلك المناطق التي لا تصلها أي كمية من الضوء أو يصلها قدر غير كاف من الضوء المتسرب.[٥٠]

٢-٣-١ أنواع الظلال:

عندما ينطلق الضوء في المحيط، يخلق نوعان للظلال هما:-

أ) ظلال مرافقة Attached Shadows: و هي التي تنتج عن الشيء نفسه و توجد مباشرة عليه و هذه الظلال ناتجة عن الأشكال و وضعها و بعدها عن مصدر الضوء فاتجاه الشيء إلى مصدر الضوء يحدد أي الأوجه أو الأسطح التي تستقبل الضوء المباشر بينما الأسطح الأخرى تستقبل درجات مختلفة من الإضاءة الغير مباشرة منعكسة من الأسطح الأخرى في المحيط القريب.

ب) ظلال ملقاة Cast Shadows: و هي الظلال التي يلقيها أحد الأشياء على شيء آخر أو الظلال التي يلقيها جزء من شيء على جزء آخر من نفس الشيء. و عندما تكون الظلال الملقاة واضحة و حادة فإنها تقدم حقائق مدركة عن العمق الفراغي (شكل رقم ١٣-٣).

---

[47] زكي و الكمشوشي، ٢٠٠٤

[48] المسلمي، ٢٠٠٠

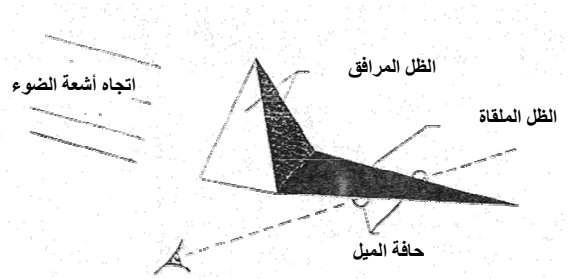
[49] Michel, 1996

[50] المسلمي، ٢٠٠٠

و الأوجه البعيدة عن منبع الضوء و المستقبلة للإضاءة الغير مباشرة (المنعكسة) يقال أن لها ظل مرتبط و الزاوية أو الجانب بين وجه يستقبل الضوء المباشر و الوجه الأخر المرسوم بواسطة الظل المرتبط تكون حرف حاد مميز يدرك بالإثارة الترتيبية في الشبكية.

أما في حالة الأسطح المتموجة مثل مساحات منحنية في الأشكال النحتية أو الجسد البشري حيث لا وجود للأحرف الحادة فان التغير التدرجي من الإضاءة العالية إلى مناطق الظل ينقل معالم محيط الشكل المنحنى. و خطوط الظل تخضع لقوانين المنظور مثل خطوط الأشياء الملموسة في البيئة المحيطة و الاختلاف في تفاصيل الرؤية داخل الظل تقدم أيضا المعلومات عن عمق الإدراك.[٥١]

إن إدراك ملمس الأسطح يختلف باختلاف اتجاه و زاوية سقوط الضوء، فان قلت الزاوية يزيد من إظهار خصائص الأسطح و يؤكد البروزات و النتوءات التي توجد به عن طريق الظلال.



شكل رقم ١٣-٣: الظل الملقى و الظل المرافق (Michel, 1996).

٣-٣-١ حدة و نعومة الظل:

الظل الحاد هو المحدد الحواف بصورة قاطعة أما الظل الناعم فهو الظل غير الواضح الحواف، ذو أطراف غائمة الملامح. و تعتمد نعومة وحدة الظلال على عدة عوامل:

أ) حجم المنبع الضوئي: فكلما كان المنبع شديد التركيز (إضاءة توكيدية) جاءت الظلال حادة واضحة الحواف. أما إذا قل تركيز المنبع الضوئي فأصبح غامرا فان الظلال تصبح باهتة و غير محددة المعالم.

ب) المسافة بين الجسم و المنبع الضوئي: كلما اقترب الجسم من المنبع كانت ظلاله حادة و واضحة، بينما إذا حدث العكس فان الظلال تصبح أقل و غائمة الملامح.

٤-٣-١ شكل و حجم الظل:

هناك ثلاث عوامل مؤثرة في شكل و حجم الظل و هي:-

١- أثر المسافة بين المنبع و الجسم المضاء مع الاحتفاظ بزاوية السقوط ثابتة. فكلما زادت المسافة بين الجسم و المنبع كبر حجم الظل و بدا ناعما و كلما قلت المسافة صغر حجم الظل و بدا حادا.

٢- وضع الأجسام النسبي و أثر زاوية السقوط، فزاوية سقوط الأشعة الضوئية للمنبع أثر مباشر في شكل و حجم الظل. فيتغير حجم الظل و شكله بطريقتين:

[51] المرجع السابق

- بتثبيت مكان المنبع الضوئي و تغيير الجسم المضاء بالنسبة للخلفية و هذه الطريقة تمكن من الحصول على تنويعات مختلفة من الظلال.
- يثبت مكان الجسم المضاء مع تغيير مكان المنبع الضوئي و هذه الطريقة سوف تعطي أشكالا متنوعة الظلال (شكل رقم ١٤-٣)

٣- شكل السطح المستقبل للضوء، و يعني نوعية السطح الذي يسقط عليه الظل هل هو مستوي أم محدب أم مقرع فله تأثير على حجم الظل فالأسطح المقرعة تتسبب في قصر الظلال، أما الأسطح المحدبة فتتسبب في إطالة الظلال.[٥٢]

شكل رقم ١٤-٣: نماذج لزاوية سقوط الضوء و نوعية و نماذج الظلال الناتجة. نفس التمثال تم إضاءته من أعلى و من الخلف و من الجنب يظهر مختلفا تماما كل مرة و درجة التفاصيل التي ظهرت به قد اختلفت. (Turner, 1998)

٢- تأثير الضوء على الإنسان:

من المهم فهم جيدا كيف تعمل العين و كيف يدرك العقل الأشياء التي من حوله و هذا للحصول على تصميم جيد للإضاءة. فمن المهم ترقب مسار الشعاع الضوئي داخل العين و دراسة طبيعة العين و الشبكية و كيفية تحليل المؤثرات الضوئية المختلفة التي تقع عليها. بالإضافة إلى معرفة كيفية إدراك الأشياء و الفراغات الخارجية عن طريق النشاط الذي يقوم به العقل، و ما هو مدى ارتباط ما يدركه عقل الإنسان بالحقيقة. و هل هذه العلاقة متغيرة أو متناقضة أو صريحة و واضحة. فعملية البحث تبدأ بالعين التي تستقبل المنبه و التي تتحد مع العقل لتفسر المعلومات المستقبلة و تترجمه إلى شكل و حجم و ملمس و عمق و حركة و موضع.

العقل يقوم دائما بترتيب المعلومات التي تصل له من خلال العين في محاوله منه للوصول إلى معنى لخليط من المعلومات التي تم استقبالها.

[52] المرجع السابق

إن مصمم الإضاءة الصناعية كأي فنان يجب أن يكون ملما بأدوات مهنته. و بالتالي فإن الذي يبني في الضوء يجب أن يستخدم الضوء بطريقة بديعة. و يجب أن يعرف خصائص الضوء و قيمته و تأثيره الفسيولوجي و السيكولوجي على الإنسان حتى يتمكن منه.

لذا سيقوم هذا الجزء بدراسة تأثير الضوء على الإنسان من الناحية الفسيولوجية و الناحية السيكولوجية كما سيقوم بالتركيز على دراسة سلوك العين في الظلام.[٥٣]

١-٢ التأثير الفسيولوجي للضوء:

١-١-٢ عين الإنسان:

إن الضوء و الرؤية يتوقف كل منهما على الآخر. فنحن نرى بأعيننا و لكن رؤيتنا لن تكون ذات جدوى بدون الضوء. و الضوء نفسه غير مرئي فالأشياء و ألوانها هي التي تكون الرؤيا عند سقوط الضوء عليها.

إن فهم كيفية استجابة أعيننا للمستويات المختلفة للإضاءة يكون أساسيا عند التخطيط لبرنامج الإضاءة الخارجية. و استخدام تلك المعلومات يمكننا من تفادي العيوب الناتجة عن التباين الشديد و الإبهار و التي تمثل أكثر المشاكل إزعاجا لمصمم الإضاءة.[٥٤] (شكل رقم ١٥-٣).

أجزاء عين الإنسان:

- **الصلبة Sclera:** و هي ذلك الغطاء الأبيض المعتم الذي يكون مقلة العين في شكل و موضع مناسب.
- **القرنية Corona:** هي الجزء الأمامي من الصلبة حيث تصبح شفافة لتسمح للضوء بالدخول من الخارج و مهمتها حماية العدسة.
- **القزحية Iris:** وهي الجزء الأمامي من الشبكية و هي عبارة عن حجاب ملون يتحكم في كمية الضوء الداخل إلى العين، استجابة لكثافة و اتجاه الضوء المحيط كما تمنع ظاهرة التشتت الكرى للأشعة الضوئية.
- **الحدقة (انسان العين) Pupil:** تلك الفتحة التي في منتصف القزحية حيث تتسع أو تتقلص بواسطة القزحية.
- **العدسة Lens:** و هي موضوعة تقريبا خلف الحدقة و مستقرة في مكانها بواسطة العضلات، و عدسة العين ثنائية التحدب مكونة من مادة عضوية مرنة متعددة الطبقات، و استجابة لاستثارة العصب البصري فان العضلات تغير أتوماتيكيا انحناءها و بتلك الوسيلة يتم تغير البعد البؤري لإدخال الشيء في بؤرة العدسة.

و العدسة في حالتها الطبيعة المستقرة ترى الأشياء من على بعد ١٥ إلى ٢٠ قدم، و لرؤية الأشياء الأبعد فإنها تتحرك لتصبح أكثر تسطحيا لإطالة بعدها البؤري. أما الرؤية المغلقة فتتطلب تحولا لتصبح العدسة ذات شكلا أكثر كروية. و الضوء المار خلال العدسة يتم تركيزه على الشبكية و إذا لم تستطع العدسة تركيز الضوء بدقة ينتج عن ذلك رؤية غير واضحة و تحتاج إلى المساعدة الخارجية مثل النظرات أو العدسات اللاصقة لتصحيح هذا الخطأ.

- **الشبكية Retina:** تتكون من أليف من الأعصاب لها نهايات تعرف بالمخاريط (Cones) و العصى (Rods)، و الشبكية تحتوي أيضا على نقطتين، النقطة الصفراء (Fovea) و النقطة العمياء (Macula)، و تعرف النقطة الصفراء بالنقطة الحساسة و هي المسئولة عن الرؤية بوضوح. إن ملايين من المخاريط (Cones) التي تعمل في ضوء النهار تكون مجمعة بالقرب من النقطة الحساسة و تكون مسئولة عن تمييز الألوان و أي قصور ينتج عنه عمى لوني.إذا تركزت الصورة على النقطة الصفراء يتم رؤيتها بوضوح.

---

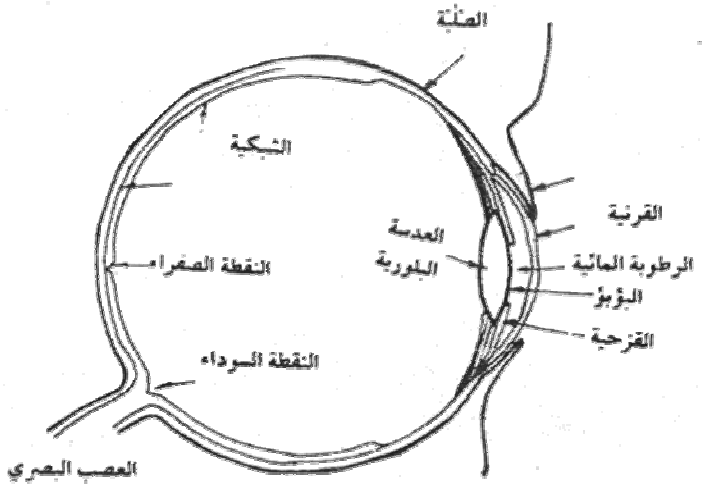
[53] Köhler, 1956.

[54] المسلمي، ٢٠٠٠

أما العصى فهي التي تمثل النهايات العصبية الأخرى فهي متفرقة في كل الجهات حول النقطة الحساسة حتى المحيط الخارجي للشبكية و هي المسئولة عن القدرة على الرؤية في بداية الإظلام و هي كذلك الوسيلة الوحيدة للرؤية الليلية. كما إنها لا تستطيع إدراك اللون.

- **الرطوبة المائية Aqueous Humor:**فهي ذلك المحلول المائي الموجود بين القرنية و القزحية.

- **الرطوبة الزجاجية Vitreous Humor:** و هي تلك الكتلة الجيلاتينية الموجودة في الفراغ الداخلي خلف العدسة و تعمل على انكسار أو انحناء الضوء إلى النقطة الحساسة.[٥٥]



شكل رقم ١٥-٣: عين الإنسان (المسلمي، ٢٠٠٠).

٢-١-٢ عملية الرؤية:

إن الأشعة الضوئية على هيئة فوتونات المنعكسة من السطح المعرض للضوء تتجمع و تعبر خلال القرنية و السائل المائي ثم الحدقة، فتقوم الحدقة بالتمدد أو التقلص لكي تتحكم في كمية الضوء النافذ ثم يعبر الضوء خلال العدسة و السائل الزجاجي ثم يتركز على الشبكية و ينتج نبضات كيميكهربية تحمل بواسطة المخاريط و العصى إلى العصب البصري الذي يرسلها إلى المخ حيث تترجم كضوء.

و تكون الصورة الساقطة على الشبكية مقلوبة رأسا على عقب و عن طريق عملية التكيف المكتسبة منذ المولد فان عين الإنسان تترجم الصورة المقلوبة إلى معتدلة.[٥٦]

٣-١-٢ رؤية الألوان:

تختلف استجابة الأعصاب الداخلية للعين للألوان من شخص إلى آخر في حدود معينة و لكنها عامة تستطيع تمييز الألوان في المدى الطيفي من 4000 حتى 7000 انجستروم. و يلاحظ أن حساسية العين ليست ثابتة على هذا المدى و لكنها تتزايد بالتدريج من الصفر في بداية المدى المرئي حتى نهاية عظمى في وسطه ثم تقل تدريجيا على الجانب الأخر منه. و تتحدد النهاية العظمى حسب شدة الإستضاءة.[٥٧] إن رؤية الألوان تحتاج إلى شدة

[55] المسلمي، ٢٠٠٠
[56] المرجع السابق
[57] زكي و الكمشوشي، ٢٠٠٤

استضاءة مرتفعة نسبيا و تسمى هذه الرؤية بالرؤية النهاريةPhotopic Vision [٥٨] و هي عندما تكون شدة الإستضاءة تساوي أو أعلى من ١ شمعة - (1 footcandle) – حيث تسقط أشعة الضوء المنعكس مباشرة على النقطة الصفراء (Fovea) وهي نقطة في الشبكية تقع مباشرة وراء الحدقة (Pupil) و هي تحتوي على مستقبلات مخروطية (Cones) مسؤولة عن الرؤية أثناء النهار. و تكون النقطة الصفراء شديدة الحساسية للضوء و هي التي تمكننا من تمييز اختلاف الألوان و التفاصيل و الأشكال[٥٩]. و تكون العين في هذه الظروف شديدة الحساسية للألوان الأصفر و أخضر (وسط المدى المرئي) و تقل حساسيتها كلما اتجهنا يمينا و شمالا و السبب أن الضوء الأخضر- الأصفر يسقط مباشرة على النقطة الصفراء أما الضوء البنفسجي – الأزرق يتركز أمام النقطة الصفراء و لهذا السبب تقل العين من تحدب عدستها ليتم تركيز هذه الصورة على الشبكية و بالتالي فان الصور ذات اللون البنفسجي – أزرق تبدو بعيدة. و من ناحية أخرى فان الضوء الأحمر – برتقالي يتركز وراء النقطة الصفراء و تقوم العين بزيادة تحدب عدستها ليتم تركيز الصورة على الشبكية و لهذا السبب تبدو الصور ذات اللون الأحمر – البرتقالي قريبة من المشاهد، أما اللون الأصفر فنشعر كأنها على بعد حقيقي بالنسبة للعين. و قد تساعد هذه الخصية في عملة التصميم و اختيار الألوان حيث تميل الألوان الدافئة إلى التقدم و تميل الألوان الباردة إلى التراجع[٦٠].

أما في حالة انخفاض مستوى شدة الإضاءة عن ١ شمعة (1 footcandle) فقد يصعب على العين التمييز بين الألوان المختلفة و تسمى الرؤية في هذه الحالة بالرؤية الليلية Scotopic Vision . إن شدة الاستضاءة تقل من النهار عن الليل (جدول رقم ٢-٣) و يتحول الإدراك الحسي إلى المستقبلات العصوية (Rods) التي تقع على جدار الشبكية و هي المسؤولة عن الرؤية الليلية و التمييز بين اللون الأسود و اللون الأبيض و يتم تركيز الأشعة المنعكسة على جدار الشبكية و يقل التركيز بالتدريج حتى النقطة الصفراء (Fovea)[٦١]. و تكون العين في هذه الحالة أكثر حساسية للون الأزرق – أخضر. (شكل ١٦-٣) يبين استجابة عين الانسان لكمية من الطاقة الضوئية متساوية التوزيع على المدى الموجي من ٣٤٠٠ الى ٧٠٠٠ انجستروم و ذلك أثناء النهار و الليل.

و يستخلص مما سبق أنه إذا تم تحويل كمية من الطاقة الكهربية مثلا إلى ألوان في وسط المدى المرئي (الأصفر و الأخضر) فان استجابة العين ستكون أكبر بكثير من الاستجابة إذا تم التحويل إلى ألوان في أطراف المدى المرئي (الأحمر أو الأزرق)[٦٢] و في حالة الإضاءة الليلية فينصح باستخدام مصادر إضاءة غنية بالون الأزرق لتعطي كفاءة أكبر[٦٣].

---

[58] Steffy, 2002

[59] Moyer, 1992.

[60] Steffy, 2002.

[61] Moyer, 1992

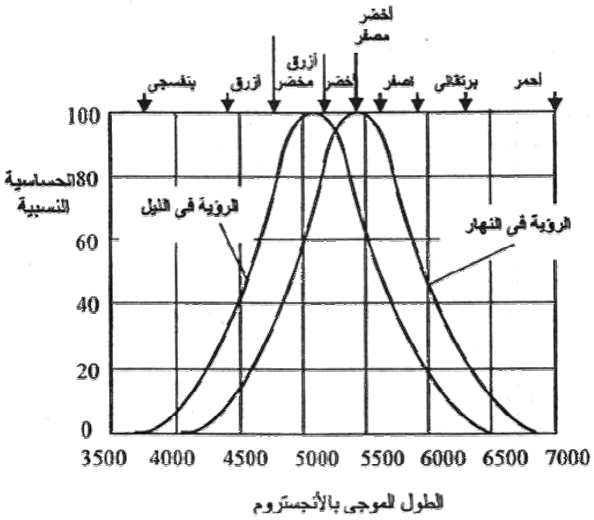
[62] زكي و الكمشوشي، ٢٠٠٤

[63] Tregenza and Loe, 1998

أما عدم حساسية بعض الأشخاص لألوان معينة، فيرجع إلى أن عيون هؤلاء الأشخاص ينقصها مجموعة أو مجموعتان من مجموعات الألياف العصبية التي تنقل الإحساس اللوني داخل العين[٦٤].

جدول (٢-٣) فرق في شدة الإستضاءة بين النهار و الليل	
ليلة مقمرة	٠.٠١- ٠.٠٢ شمعة
ضوء النهار	
تحت الظل	١٠٠ -١٠٠٠ شمعة
تحت الشمس	٥٠٠٠ – ١٠٠٠٠ شمعة
يوجد تباين في شدة الإضاءة بين فترة الليل و فترة النهار	

(Moyer, 1992)



شكل رقم ١٦-٣: حساسية العين في المدى الطيف المرئي (زكي و الكمشوكي، ٢٠٠٤)

٤-١-٢ المجال البصري Visual Field:

و يحتوي على مجال الرؤية (Field of Vision) وهي المساحة المرئية عند تثبيت كل من العين و الرأس. و تكون الرؤية في مركز هذا المجال شديدة الوضوح و مفصلة و بالتدريج تصبح أقل تفصيل و أكثر إبهاما كلما بعد عن المركز في Peripheral Vision.

ثم مجال النظر (Field of View) وهي المساحة التي يمكن رؤيتها عند تحريك العين مع الاحتفاظ بالرأس ثابتة.

و يستعمل لفظ المجال البصري أيضا للتعبير عن مجال الرؤية الذي ينقسم إلى ثلاث مناطق:-

أ- المجال المركزي: و ينحصر في زاوية مقدارها ٢º و ذلك عند تركيز البصر.

ب- خلفية المجال المركزي: و تنحصر في زاوية مقدارها ٤٠º و هي المنطقة الخلفية لنقطة التركيز.

ت- البيئة المحيطة بالمجال المركزي: و تصل إلى زوايا رؤية رأسية مقدارها ١٢٠º و أفقية مقدارها ١٨٠º و هي الصورة العامة التي تراها العين دون تركيز.[٦٥]

و يوضح (شكل رقم ١٧-٣ و ١٨-٣) مجال الرؤية في الوضع الأفقي و الرأسي.

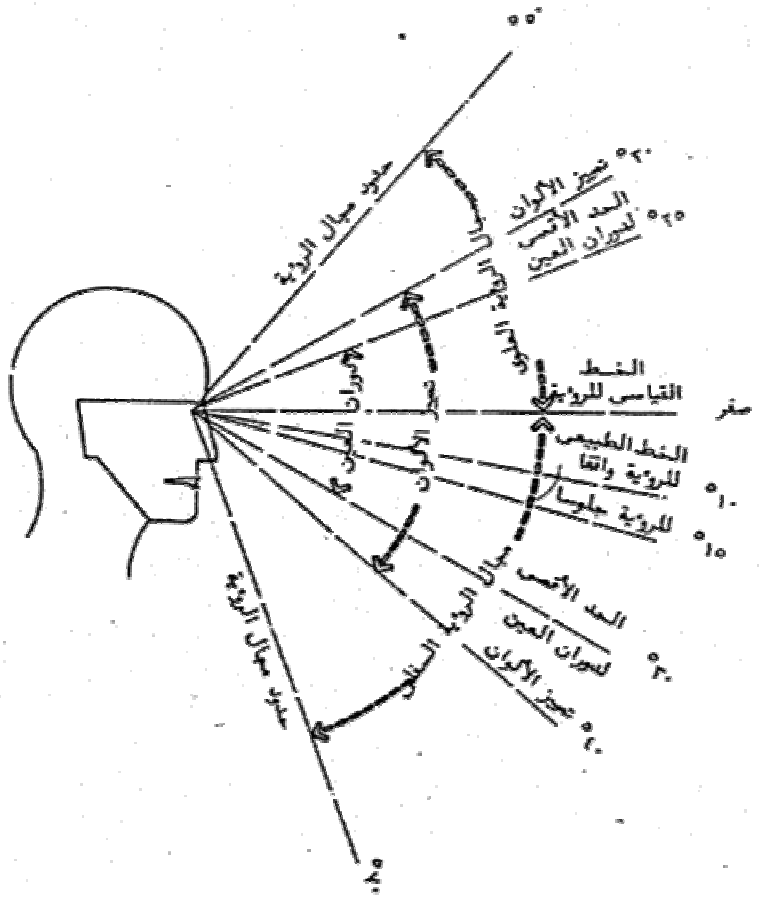
٥-١-٢ حدة الإبصار Visual Acuity:

وهي إمكانية العين تمييز التفاصيل. و تقاس حدة الإبصار عند الإنسان بطريقة (الدائرة المفتوحة Landolt Broken Circle) فيطلب من الشخص الذي تجرى عليه التجربة الجالس على بعد ستة أمتار عن لوحة الدوائر المتدرجة المقاسات (قطرا و سمكا) أن يحدد اتجاه فتحة الدائرة من بين الأربع احتمالات الممكنة لها.

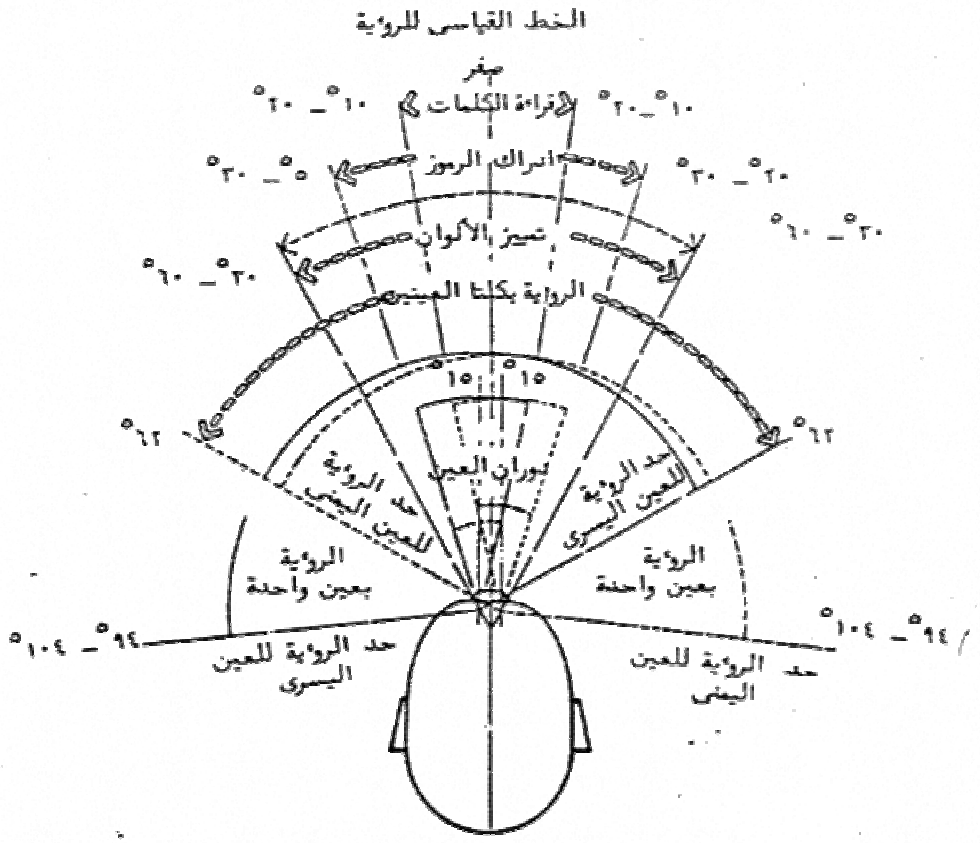
---

[64] حمودة، ١٩٩٨

[65] المسلمي، ٢٠٠٠



شكل رقم ١٧-٣: مجال الرؤية في الوضع الرأسي (المسلمي، ٢٠٠٠).



شكل رقم ١٨-٣: مجال الرؤية في الوضع الأفقي (المسلمي، ٢٠٠٠).

و تتوقف حدة الإبصار على كل من:

أ- شدة الاستضاءة: يبين (شكل رقم ١٩-٣) يحصل الإنسان على الحد الأقصى لحدة الإبصار بشدة استضاءة تتراوح بين ٥٠٠٠ حتى ٢٠٠٠٠ لوكس. كما يلاحظ من الشكل أن أي زيادة في شدة الاستضاءة تقلل من حدة الإبصار لدى الإنسان.

ب- التباين Contrast: كما تتوقف حدة الإبصار على شدة التباين بين الشيء المرئي و السطح الموجود خلفه، سواء في اللون أو في الضياء.

ت- التكوين الطيفي للضوء: حيث تقوى حدة الإبصار باستعمال الضوء الأحادي اللون في الإضاءة، مثل ضوء لمبات بخار الصوديوم.

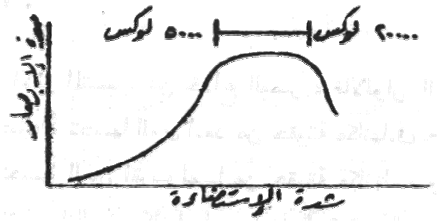
ث- حجم الشيء المرئي Size of Task: كلما كان الشيء المرئي كبير و مغلق بقدر كافي لتتمكن العين من رؤيته بوضوح.

ج- الدوام (البقاء) Duration: لقراءة كتاب بسرعة و بدون أخطاء فيحتاج الإنسان إلى كمية إضاءة أكثر.

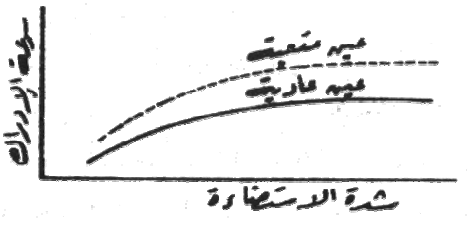
٦-١-٢ سرعة الإدراك Speed of Perception:

يلزم للعين فترة من الوقت لتستوعب بالكامل الشيء الموضوع أمامها فتتجاوب لرؤيته. و تتوقف هذه الفترة الزمنية على حالة العين (سليمة أو متعبة) التي كانت عليها قبل الرؤية. فيبين (شكل رقم ٢٠-٣) أنه إذا كانت العين تشاهد لوحة كبيرة بيضاء متجانسة الضياء، و بعد فترة من الوقت، إذا وضعت فجأة بقعة سوداء فوقها، فان العين تدركها بعد زمن يقصر مدته كلما زادت شدة الاستضاءة. تميز هذه الفترة الزمنية سرعة إدراك الشخص للصورة الموضوعة أمامه.[٦٦]

فان هناك علاقة بين شدة الاستضاءة و سرعة الإدراك، فكلما زادت شدة الاستضاءة زادت سرعة الإدراك إلى أن تصل إلى حد معين تثبت معه سرعة الإدراك برغم زيادة شدة الاستضاءة، و الأعمال الدقيقة تحتاج إلى شدة استضاء أعلى لسرعة إدراكها.[٦٧]



شكل رقم ١٩-٣: حدة الإبصار (حمودة، ١٩٩٨).



شكل رقم ٢٠-٣: سرعة الإدراك (حمودة، ١٩٩٨).

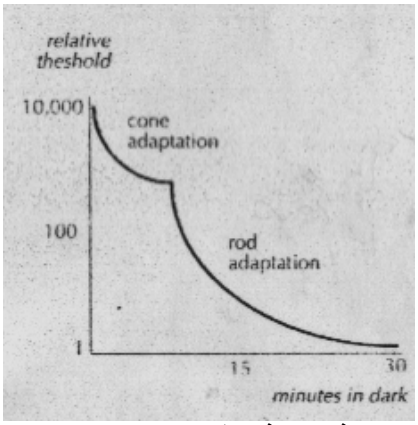
٧-١-٢ سرعة الموافقة Speed of Adaptation:

إذا ما تعرضت العين لتغييرات كبيرة مفاجئة في مستوى شدة الاستضاءة، مثل حالة الانتقال السريع من مكان مضيء إلى مكان مظلم، أو بالعكس، (مثل الخروج من فراغ مضاء إلى ظلام الليل)، فيحدث نتيجة لهذا التغير المفاجئ عدم رؤية مؤقتة لفترة زمنية حيث تقوم العين في هذه الفترة بالتوافق مع مستوى شدة الاستضاءة التي

[66] حمودة، ١٩٩٨
[67] المسلمي، ٢٠٠٠

انتقلت إليه[٦٨]، تختلف هذه الفترة باختلاف حالة العين الصحية و الوضع التي كانت عليه بالمقارنة مع الوضع التي أصبحت فيه فإذا وجدت العين في محيط مضيء لفترة طويلة ثم انتقلت إلى مكان مظلم تقوم القزحية بالاتساع لتسمح بمرور نسبة أكبر من الأشعة الضوئية إلى العين و هو ما يسمى بالموافقة مع الظلام Dark Adaptation و قد تصل الفترة الزمنية للموافقة من ٢٠ إلى ٣٠ دقيقة أما في حالة انتقال العين من مكان مظلم إلى مكان مضيء فتقوم القزحية بالتقلص لحماية العين و هو ما يسمى بالموافقة مع الضوء Light Adaptation و تكون الفترة الزمنية للموافق في هذه الحالة قصيرة من ٧ إلى ١٢ دقيقة. و يلزم على مصمم الإضاءة مراعاة هذه الخصية عند تصميم إضاءة فراغ ما، فمثلا عند الانتقال من مكان مضيء إلى مكان مظلم سيشعر المشاهد بالعمى الوقتي الذي قد يسبب خطورة في بعض الأحيان خاصة مع وجود درج السلالم في منطقة الانتقال من مكان إلى أخر مما يحتاج لتصميم مناطق انتقالية Brightness Bridge ذات مستويات إضاءة متدرجة بين الفراغ المضيء و الفراغ المظلم.[٦٩] و يوضح (شكل رقم ٢١-٣) الفترة الزمنية لموافقة العين مع الظلام و يلاحظ حدوث نقطة تغير بالمنحنى لوجد نوعين من المستقبلات (المخروطية و العصوية) بالشبكية، حيث أن المستقبلات العصوية حساسة للمستويات المنخفضة للإضاءة و لا تتعرض لضوء النهار و قد تحتاج هذا النوع من المستقبلات إلى ٣٠ دقيقة لتتوافق كاملة مع الظلام أما المستقبلات المخروطية فهي حساسة فقط للضوء اللامع و تحتاج فقط بضع دقائق لتتوافق مع الظلام[٧٠].

قد يوجد نوع أخر من الموافقة و هي الموافقة العابرة Transient Adaptation و هي تحدث عندما يسير شخص في مكان مظلم نسبيا ثم يلمح مكان لامع أو العكس. هذا النوع من التوافق يحدث عندما يكون الشخص متواجد في مكان مضيء – في موقف سيارات مثلاً – و قد لمحت عينه مكان مظلم – منطقة أشجار مثلاً – و العكس. و الحل التصميمي لهذه الإشكالية هي موازنة شدة الاستضاءة بين الفراغات المختلفة حيث يمكن رؤية المشهد كله بوضوح و بطريقة مريحة دون إرهاق العين. إن الإضاءة الموحدة و المنتظمة بفراغ ما مهما كانت ضعيفة تسمح للمشاهد بتحديد الأشياء التي توجد من حوله فالإنسان الذي يجلس تحت ضوء القمر الذي يوفر شدة استضاءة مقدارها ٠.٠٥ شمعة يمكن له أن يقرأ عناوين أخبار الجرائد بسهولة.[٧١]



شكل رقم ٢١-٣: توافق العين في الظلام (Tregenza & Loe, 1998).

[68] حمودة، ١٩٩٨
[69] Steffy, 2002
[70] Tregenza and Loe, 1998.
[71] Steffy, 2002

٢-١-٨ تكييف العين Accommodation:

عند النظر إلى شيء ما عن بعد، تكون العضلات الحلقية للعين مرتخية، و يكون لعدسة العين أقل تحدب ممكن، و تتكون صورة هذا الشيء البعيد على شبكية العين، و من هنا يرى بوضوح. و عندما يقترب الرأي من العنصر تعمل العضلات الحلقية للعين على زيادة تحدب العدسة، و بذلك يرى الشيء القريب أيضا بوضوح. و هكذا يفسر تكييف العين على انه قدرة العين على زيادة أو نقصان تحدب عدستها، و بذلك تتكون صورة الأشياء باستمرار على شبكية العين فتوضح الرؤية.[٧٢] إن انتقال العين المستمر من شيء قريب إلى شيء بعيد قد يسبب إرهاق العضلات الحلقية.[٧٣]

٢-١-٩ الإبهار The Glare:

إن الإضاءة الجيدة تعني بخلاف التوزيع السليم للضوء – تحقيق إحساسا مريحا للعين حتى لا تشعر بالتعب نتيجة التباينات المتفاوتة في قيم ضياء الأسطح التي أمامها، إذ يحدث ابهار للبصر إذا كانت إحدى نقاط مجال الرؤية أكثر ضياء عما حولها - مثال ذلك تعرض عينا سائق السيارة ليلا لضوء كشاف السيارة الآتية في الاتجاه المقابل له، مما يسبب له عمى وقتي يستمر لفترة زمنية وجيزة حتى يزول تأثير ضوء الكشاف، و تعود عيناه لحالتها الطبيعية.[٧٤] و ينتج الإبهار في داخل العين عندما يكون الرائي متواجدا في محيط مظلم و قزحية العين تكون مفتوحة باتساع و في تلك الأثناء فان أي ضوء مباشر أو مفاجئ يدخل بانطلاق و يتشتت داخل العين و يكون حجاب نوري كيميائي (Photochemical veil) فوق الشبكية.[٧٥](انظر time saver)

أ) تأثير الإبهار على العين

و يتقسم تأثير الإبهار على العين إلى ثلاثة أنواع هي:-

- الإبهار العامي (الحاجب) Blinding Glare:

و ينتج عندما تكون كمية الضوء زائد و متجه إلى العين بزاوية على مقربة من خط الرؤية، فان غشاء الشبكية يتمدد بنسبة كبيرة و تقل الرؤية إجماليا و تحدث لمدة زمنية يمكن إدراك طولها حيث يصعب في هذه الفترة رؤية الأشياء.[٧٦]

- الإبهار المعوق Disability Glare:

يحدث عندما يجعل غشاء الشبكية رؤية الأشياء تقرب من الاستحالة، و يقوم بتقليل أداء المهمة البصرية. و هذا النوع من الإبهار هو الذي يحدث أثناء القيادة الليلية للسيارة حين تصل إضاءة كشافات السيارات المقابلة إلى العين و تحجب صور الشبكية التي يكونها نطاق الرؤية الأمامية. و في هذه الحالة يقل تمييز تفاصيل الأسطح التي توجد بالطريق و تكون من أهم أسباب الحوادث.[٧٧]

- الإبهار المزعج Discomfort Glare:

و هو الشعور بعدم الارتياح بعد التواجد لفترة زمنية في مكان به كمية صغيرة من البهر. و يكون مقلقاً للرائي و لكنه ليس خطيراً بالقدر الكافي لمنع عملية الرؤية. و يحدث عندما يكون مصدر الضوء أو

---

[72] حمودة، ١٩٩٨

[73] Steffy, 2002

[74] حمودة، ١٩٩٨

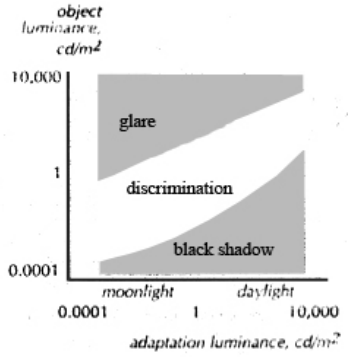
[75] Michel, 1996.

[76] المسلمي، ٢٠٠٠

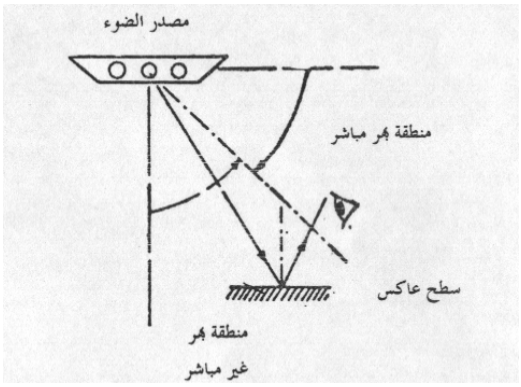
[77] Michel, 1996.

ضوءه المنعكس في مجال الرؤية شديداً و لكن لا يكون التباين في السطوع شديداً مثلما يحدث في كل من الإبهار العامي و الإبهار المعوق.[٧٨]

(شكل رقم ٢٢-٣) يوضح أنه في كل مستوى من مستويات شدة الاستضاءة التي توافقت العين معها يوجد مجال محدد لتمييز السطوع، فوق هذا المجال يحدث ابهار، خلال هذا المجال تقدر العين تمييز الأسطح المختلفة و تحت هذا المجال كل المناطق تبدو سوداء و يمكن حدوث تمييز بسيط للأشياء.[٧٩]



شكل رقم ٢٢-٣: مجال تمييز السطوع (Tregenza & Loe, 1998).



شكل رقم ٢٣-٣: أنواع الإبهار (المسلمي، ٢٠٠٠).

ب)أنواع الإبهار

و تقسم أنواع الإبهار إلى الآتي:-

- **إبهار مباشر Direct Glare:**

و هو الناتج من الأسطح الشديدة النصوع و المنابع الضوئية.

- **البهر المنعكس (الغير مباشر) Reflected Glare:**

و هو الناتج عن الانعكاسات المنتظمة من الأسطح المصقولة في مجال الرؤية أو مجاورة لها.

انه من الصعب التركيز على شيء موضوع على منضدة ذات دهان عالي اللمعان و الذي يعكس الضوء الساقط عليها.[٨٠] (شكل رقم ٢٣-٣) يوضح الفرق بين البهر المباشر و البهر الغير مباشر.

١٠-١-٢ تأثير تقدم السن على أداء العين Aging:

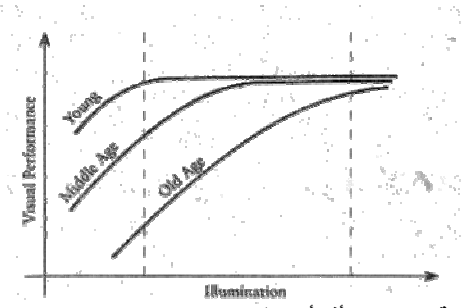
إن تقدم العمر له تأثير كبير على أداء العين، إذ أن عين الإنسان قد تقل من كفاءة أدائها بمرور الزمن و عامة فان أعضاء جسم الإنسان المختلفة تميل إلى البطء كلما تقدم العمر. و من أهم ما يصيب عين الإنسان كلما تقدم العمر (شكل رقم ٢٤-٣):

- عملية التوافق تقل سرعتها.
- عملية تكييف العين تصبح بطيئة.
- قصر النظر تعتبر من أهم الأعراض للكبار السن حيث يصعب على العين التركيز على الأشياء القريبة و هذا يحدث نتيجة تصلب العدسة و فقدان جزء من مرونتها. عندما يكون عمر الإنسان خمس سنوات تكون أقرب مسافة للرؤية ٧سم و عند عمر ٢١ سنة تكون أقرب مسافة للرؤية ١٢سم و عند عمر ٤٢ سم تكون

[78] المسلمي، ٢٠٠٠
[79] Tregenza and Loe, 1998
[80] المسلمي، ٢٠٠٠

أقرب مسافة للرؤية ٢٥سم و عند عمر ٤٦ سنة تكون أقرب مسافة للرؤية بوضوح ٣٢سم أما عند عمر ٥٥ سنة تكون أقرب مسافة للرؤية مسافة ذراع بما يعادل ٥٥سم.

- مع مرور الزمن تصبح العدسة عليها سحابة وتصفر فقد يحتاج شخص عمره ٦٠ عاما إلى ضعف الإضاءة التي يحتاجها شخص عنده ٢٠ عاما لأداء نفس المهمة. تعرف العدسة الصفراء بماء العين و قد تؤثر ماء العين على الرؤية حيث يقل التركيز على الصورة و تصبح أكثر تشويش. إن ماء العين و السحابة يقوما بتقليل من درجة سطوع المشهد أو الصورة.



شكل رقم ٢٤-٣: تأثر أداء العين بعمر الإنسان (Michel, 1996).

٢-١-١١ بعض تأثيرات لا بصرية للضوء Some Non-Visual Effects of Light:

- Circadian Rhythm: هو تعبير من أصل لاتيني و معناه "About a Day". إن تتابع النور و الظلام في ال٢٤ ساعة التي يعيشها الإنسان تنظم عملية الاستيقاظ والنوم. و غياب إضاءة كافية أثناء النهار يعتبر غيابا للمنبه اللازم للإنسان أثناء فترة الاستيقاظ و ينتج عن ذلك إصابة الإنسان بالأرق أو أن ينام نوم غير عميق و بالتالي يصاب بضعف في التركيز أثناء النهار. أما إذا تعرض العمال المناوبون بالليل إلى إضاءة مرتفعة أثناء الليل فهذا يزيد توتر العمال في كل من فترة بعد الظهيرة و المناوبة الليلية و هي الفترة التي يبدأ فيها نشاط جسم الإنسان الطبيعي في التضاؤل.
- Seasonal Affective Disorder (SAD): هناك بعض الأشخاص الذين يصابون باضطراب SAD و هو اضطراب موسمي و يعتبر اكتئابا نفسيا يحدث على وجه الخصوص لسكان المناطق الشمالية بالكرة الأرضية في أثناء فصل الشتاء و يمكن القضاء على هذه الأعراض بتعريض المريض لضوء مبهر أثناء النهار بصورة منتظمة

٢-٢ التأثير السيكولوجي للضوء:

إن إدراك المحيط المضاء هو نتيجة لتفسير العقل للتفاعلات الفسيولوجية الناتجة عن هذا المحيط المضاء. إن هذا الإدراك هو الذي يشكل سيكولوجية (علم نفس) الإضاءة و التي لا تعتمد فقط على شدة و توزيع و لون الضوء و لكن على تفسير الخبرات و التجارب السابقة و الثقافة و الحالة النفسية للإنسان. في حين أن العديد من الناس قد يتفقون على مستوى الراحة و درجة الجاذبية و خصائص الفراغ مثل الترتيب البصري و حجم و بساطة الفراغ و الإحساس بشخصية الفراغ هل هو فراغ حميم أم فراغ عام، إلا أن هذه الإدراكات يمكن أن تتفاوت بشكل معتدل أو عنيف من شخص إلى أخر. لهذا السبب فان سيكولوجية الضوء شيء غير ملموس و نتيجته غير مؤكدة على عكس فسيولوجية الضوء. و بالرغم من ذلك قامت سلسلة من الدراسات على مدار السنين بإثبات أن الضوء يؤثر

على الإدراك بطريقة ذات معنى و متوقعة بعض الشيء. قام فلينن Flynn و تلاميذه باستنتاج أن تجربة الفراغ المضاء هي إلى حد ما تجربة مشتركة.

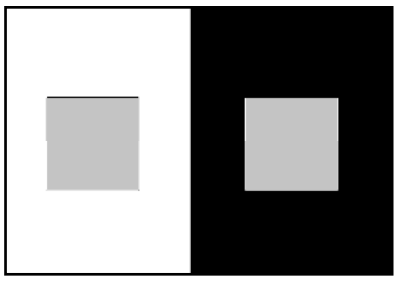
يميل الإنسان إلى الفراغات التي تعطي الإحساس بالراحة. الكثير من الناس يتعلقون بإحساس الاسترخاء و الألفة و التخوف و الوضوح و هكذا. إن كل ردود الأفعال السابق ذكرها تتأثر بشكل كبير بما يراه الإنسان.

إن مصمم الإضاءة له تأثير كبير و بالتالي مسؤولية كبيرة في توجيه النصوع Luminance و الإستضاءة Illuminance ليس فقط لصالح الاستجابة الفسيولوجية المرغوب فيها من قبل الناس و لكن لصالح الاستجابات النفسية و الشخصية للناس.[٨١]

١-٢-٢ إدراك السطوع Perception of Brightness

إن ظاهرة السطوع أساسية في تجربة رؤية العالم. فهي تعتبر المكون الأساسي للإدراك البصري. يجب تمييز الفرق بين النصوع luminance و السطوع Brightness، فالنصوع كما ذكر من قبل هو التأثير البصري الناتج عن الضوء المنعكس من على سطح ما. أما السطوع فهو الانطباع الشخصي للضوء الذي ينير سطح ما بالمقارنة لسطح أخر. بهذا التعريف فان السطوع يحتاج إلى سطحين أو أكثر للحكم على أحدهم بأنه أكثر سطوع من الأخر.[٨٢]

إن عملية إدراك السطوع لشيء ما بمجال الرؤية لا يتناسب أو يرتبط بصورة رياضية مباشرة مع قياسات النصوع المطلق لنفس الشيء. إن إدراك الفرق بين السطوع و النصوع شيء مهم بالنسبة لمصمم الإضاءة. و مضاعفة مقدار الضوء في فراغ ما لا يجعل الفراغ يبدو أكثر سطوعا (على العكس سيستهلك ضعف مقدار الطاقة). كما أن إدراك السطوع كإدراك الأشكال و الألوان، فهو يتأثر بمجموعة كبيرة من العوامل الأخرى مثل لون و ملمس السطح و زاوية سقوط شعاع الضوء و وظيفة الفراغ إضافة إلى الكثافة المطلقة للمنبه المقصود. فقد يلعب كل من السياق و التوقعات دورا هاما، فنحن قد نصف "الليل المقمر بأنه لامع" أو "النهار المغيم بأنه مظلم".[٨٣] (شكل رقم ٢٥-٣) يوضح أن سطوع السطح يكون نتيجة لخلفيته و السياق الذي يوجد به، ليس الضوء المطلق الذي يستقبله. فكلا المربعين الموجودين بالمركز لهم نفس درجة اللون (رمادي)، إلا أن الخلفية السوداء تجعل المربع الرمادي أكثر سطوعا و على العكس فان الخلفية البيضاء تجعل المربع الرمادي أكثر إعتاما.[٨٤]



شكل ٢٥-٣: السطوع كنتيجة للخلفية (Michel, 1996,)

[81] Steffy, 2002
[82] Michel, 1996.
[83] Lam, William M C, 1992
[84] Michel, 1996

٢-٢-٢ الموافقة و إدراك السطوع Adaptation and the Perception of Brightness

إن المصادر الساطعة تؤدي إلى انكماش القزحية لتقليل من مقدار الضوء الساقط على الشبكية كما ذكر من قبل. إن ظاهرة موافقة العين لها تأثير كبير على إدراك السطوع. فإذا توافقت العين مع مستوى محدد من شدة الإستضاءة فان أي عنصر موجود داخل المشهد له درجة نصوع أعلى من الدرجة التي توافقت عليها العين يبدو ساطعا أما إذا كان هذا العنصر له درجة نصوع أقل من الدرجة التي توافقت عليها العين يبدو مظلما. إذا كان سطح ما له درجة نصوع 100 footlamberts سيكون له درجة سطوع 100 عندما تكون العين متوافقة مع 100 footlamberts ، ولكن نفس السطح يكون له درجة سطوع 230 عندما تكون العين متوافقة مع درجة نصوع مقدارها 10 footlamberts.[٨٥]

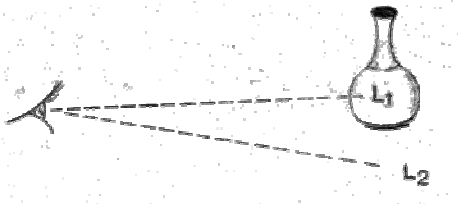
٢-٢-٣ السطوع نسبة النصوع Luminance Ratios and Brightness

لمقارنة سطحين لهم درجة نصوع مختلفة نقوم باستخدام مصطلح نسبة النصوع "Luminance Ratio" (شكل رقم ٢-٣) يوضح زهرية لها درجة نصوع (L_1) و توجد في خلفية ذات درجة نصوع (L_2). إذا كان للزهرية درجة نصوع مقدارها 16 cd/ft^2 و الخلفية لها درجة نصوع مقداره 8 cd/ft^2، فإن نسبة النصوع تكون 2:1.[٨٦]
إن نسب النصوع التي تم الاتفاق عليها تعتبر نقطة بداية لمصمم الإضاءة تساعده على تصور العلاقة بين السطوع و إمكانية استخدام هذه العلاقات في عملية التصميم.[٨٧]

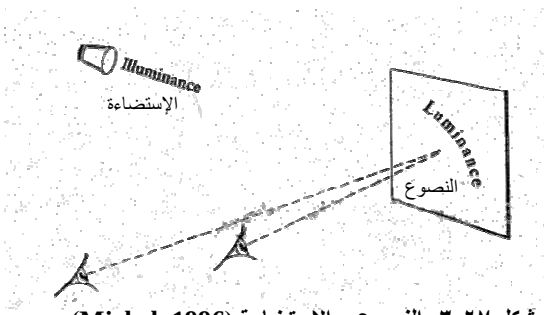
٢:١	من السهل إدراك الاختلاف في السطوع بين سطحين. و لكن هذا الفرق ليس كاف لجذب الانتباه.
٣:١ – ٥:١	مدى مقبول للتباين بين النقطة المركزية (Focal Point) الرئيسة والثانوية.
١٠:١ – ١٠٠:١	سيخلق منطقة مركزية قويةً جدا كقوة بصرية (Visual Force) مسيطرة في المحيط.
١٠٠:١ – ١٠٠٠:١	مدى التباين بين الشارع و ما يحيطه.

نصوع السماء: غيم بالقمر: 0.001 Footlamberts
ضوء القمر الواضح 0.01 Footlamberts
الغسق العميق 0.1 Footlamberts

يأتي الخطأ عند التصميم بالإستضاءة، التي لا تأخذ في الاعتبار طبيعة أسطح المواد العاكسة و التي يقع عليها الضوء. إن الضوء المنعكس من على السطح يختلف تبعا لنوع المادة و لونها، إذا فإن الإستضاءة لا توفر النطاق (Latitude) اللازم للوصول لتأثيرات السطوع. لذلك، فإن النصوع هو العنصر الفعال لتصميم الإضاءة. إن النصوع هو ما تراه العين. التصميم بالنصوع هو التصميم بالمؤثرات الضوئية (شكل رقم ٢-٣).[٨٨]



شكل ٢-٣: التباين و نسبة النصوع (Michel, 1996)



شكل ٢-٣: النصوع و الإستضاءة (Michel, 1996)

85 Lam, William M C, 1992
86 Michel, 1996
87 Moyer, 1992
88 Michel, 1996

إن النصوع هو نتيجة أو منتج الإستضاءة و الأسطح العاكسة أو الإستضاءة و الأسطح النافذة. فمثلا انعكاسية سطح الخلفية مقابل انعكاسية سطح العنصر المركزي Focal Element هي علاقة حرجة تحتاج لتطبيق تباين النصوع و ليس تطبيق إستضاءة الخلفية مقابل إستضاءة العنصر المركزي. لإبراز جسم ما عن خلفيته، إذا كانت الإستضاءة على كل من الجسم و الخلفية متساوية، فإن الخلفية تحتاج لأن يتم صبغها بحيث تكون قيمة الانعكاسية نصف القيمة الانعكاسية للجسم (فيصبح تباين النصوع من الجسم للخلفية ٢إلى ١)، أما إذا كان للجسم و الخلفية نفس القيمة الانعكاسية فيجب أن تكون استضاءة الجسم ضعف استضاءة الخلفية ليكون تباين النصوع ٢ إلى ١من الجسم إلى الخلفية.[٨٩]

٤-٢-٢ إدراك اللون:

إذا وقع الضوء الملون على الأسطح المختلفة فإنه بالطبع يغير من ألوانها، و بالتالي تتغير ردود الفعل لدى الإنسان، ربما تكون الهزة السيكولوجية لدينا عنيفة لرؤية الأشياء مضاءة بطريقة غير مألوفة.[٩٠]

لقد ذكر من قبل كيف ترى العين اللون و سنتحدث في هذا الجزء عن كيفية إدراك اللون. إن إدراك اللون يتأثر بعوامل كثيرة. فالأسطح ترى بلونها الحقيقي إذا تم إضاءتها بمصدر ضوئي له مدى ترددي مستمر. و لكن نحن لا نحتاج هذه الجودة في إضاءة الأسطح لإدراك ألوانها الحقيقية و هذا بسبب و جود خصية **" ثبات اللون (Color Constancies)"** في عملية إدراك اللون.

إن العين دائمة التقابل مع نوعيات مختلفة من الضوء، تقوم عملية الإدراك الميكانيكية غير الواعية بالتوافق الأوتوماتيكي. يقوم العقل دائما بعمل تعويض للون الضوء عن طريق الحكم على اللون. إن ظاهرة "ثبات اللون" تؤثر على إدراكنا للسطوع Brightness : فمثلا شيء له لون فاتح، يضاء بإضاءة خافته، يدرك كما هو بلونه الفاتح، ليس كشيء غامق اللون، و هذا بسبب الخبرة السابقة، قد نكون غير قادرين على إجراء هذا التمييز بدون الخبرة السابقة. لتفسير اللون بطريقة صحيحة، فإن مصفاه التجربة تحتاج معلومات عن خصية الانعكاس للسطح بالإضافة إلى خصائص المدى الترددي للضوء. و كل من هذه المعلومات يمكن العثور عليها في السياق المرئي.

إن العقل يدرك ما يتوقع أن يدركه بسبب "ثبات اللون"، و لا يؤثر فيه تفصيلات المنبهات القادمة طالما له تجربة مسبقة على أساسها تتشكل توقعاته ومعلوماته السياقية الكافية للتوجيه الصحيح. إذا تم إضاءة جزء من سطح ما بضوء الشمس و الجزء الأخر بضوء المصباح المتوهج، سيظهر السطح المضاء بالمصباح المتوهج يميل إلى اللون الأصفر بالمقارنة للجزء الأخر. عندما يذهب ضوء الشمس، فإن الضوء الذي كان يظهر بلون أصفر أصبح الآن يظهر بلون أبيض. فإن العقل قام بعمل تعويض نتيجة لظاهرة "ثبات اللون". يدرك العقل الأشياء و كأنها تضاء بلون أبيض ما لم يظهر دلالة في المجال البصري يشير إلى عكس ذلك. إذا تم استخدام أنوع مختلفة من المصادر فإن التأثير لن يكون مزعجا طالما أن الأنواع المختلفة لهذه المصادر قد تم تنسيقها بعناية و تناغم مع أصناف الأجسام المختلفة الموجودة في مجال البصري. افترض أن حائطا من الطوب متواجدا في فراغ ما، تم إضاءته بالمصباح المتوهج ، بينما الأرضية مضاءة بالمصباح الفلوري، فإن خصائص اللون المختلفة لهذين النوعين من الضوء قد لا تلاحظان مطلقا. و إذا أضيء حائط بصورة متقطعة أو متناقضة عن طريق أنواع مختلفة من المصادر، فيصبح هذا التناقض ظاهرا ومقلقا حال وقوع العين عليه ما لم تجد عين العقل (mind's eye) سببا لهذا الاختلاف.

---

[89] Steffy, 2002

[90] حمودة، ١٩٩٨

يستجيب العقل بطريقة سلبية إلى الاستخدامات المتناقضة للأنواع المختلفة لمصادر الضوء دون تبرير ظاهر. عين العقل ليس لها اعتراض على استخدام أنواع مختلفة من المصادر. إن التمييز و التفاضل المتناغم الإيجابي للعناصر الموجودة في المجال البصري عن طريق استخدام أنواع مختلفة للمصادر و التوزيع المختلف لها، يمكن أن يزودنا بمعلومات مفيدة جدا تساعد على إشباع الحاجات الحيوية للتوجيه و الحركة داخل الفراغ (Biological Need for Orientation).[٩١]

٥-٢-٢ الاستجابة الفسيولوجية للون:

إن الضوء يؤثر على نشاط العقل و على مزاج وشعور الإنسان. بالرغم من أنه غير واضح حتى الآن كيف يحدث هذا، و لكننا نعلم أن الغدة النخامية و الغدة الصنوبرية تتفاعلا مع الطاقة الكهرومغناطيسية للون، و يظهر بوضوح أن الخلية غير المرئية بالقرب من الشبكية تقوم بتنشيط الحواس الحيوية الضوئية Photobiological التي تكمل نشاط الهرمون بالجسم.

إن اللون **الأحمر** له تأثير فسيولوجي فهو يرفع من ضغط الدم، و يزيد و ضربات القلب، و لكن في حالة التعرض لفترة طويلة للون الأحمر، تقوم عين الإنسان بالتوافق عند استقبالها لموجات ضوء أحمر، الذي يتركز خلف الشبكية. و للقيام بالتركيز الحاد على اللون الأحمر تقوم عدسة العين بزيادة تحدبها، لتقع موجات الضوء الأحمر أمام الشبكية. مما يسبب صورة خادعة للأسطح الحمراء التي تظهر بحجم أكبر و بمسافة أقرب من الوضع الحقيقي التي توجد عليه.

أما عن اللون **الأزرق** فتأثيره مختلف على العين. فإن عدسة العين تتسطح بمقارنة الوضع التي كانت عليه عندما تعرضت للون الأحمر، مما يجعل الأسطح الزرقاء تبدو متراجعة و حجمها صغير. قد أثبتت التجارب الفسيولوجية أن اللون الأزرق له تأثير هادئ، و يقلل من سرعة ضربات القلب، و يخفض ضغط الدم.

الأصفر، هو لون مبهج و ذو معنويات عالية، ويحمل مشاعر السعادة والحيوية. إن عدم نقاء اللون الأصفر يؤدي إلى التقليل من بهجته.

الأخضر، البنفسجي، البرتقالي، لهم أيضا تأثير فسيولوجي. اللون **الأخضر** ينعش و يعيد الشباب. فهو لون مريح، و يعطي الشعور بالهدوء مثل اللون الأزرق. بالنسبة لفسيولوجية العين فاللون الأخضر يقع مباشرة على الشبكية، لذا فهو مريح جدا لرؤية الإنسان.

التأثير النفسي للون **الأرجواني** مشوق لأنه مزيج من لونين متضادين، الأحمر و الأزرق. لهذا السبب فإن التغيير البسيط في القيمة يمكن أن يجعل اللون الأرجواني يبدو دافئا أو بارد.

اللون **البرتقالي**، مثل جاره اللون الأحمر، فهو لون محفز و مثير، و يستعير روح البهجة من جاره بالجهة الأخرى "الأصفر".[٩٢]

يتضح مما سبق أن الألوان لها تأثير متسبب في خداع البصر، فالألوان الباردة تعطي اتساع للحيز، إذ تحسها العين أبعد من حقيقة مكانها في حين أن الألوان لساخنة تحسها العين أقرب لها من حقيقة مكانها. و أما الألوان الصفراء فتحسها العين و كأنها على بعدها الحقيقي بالنسبة لها.[٩٣]

---

[91] Lam, William M C, 1992
[92] Michel, 1996
[93] حمودة، ١٩٩٨

٦-٢-٢ الاستجابات الحسية للضوء:

في حين عدم وجود صلة محددة معروفة بين الضوء و استجابة الحواس الأخرى، لكن بعض الدراسات أكدت أن الضوء يمكن أن يؤثر على الحواس الأخرى. مثال، إضاءة ضعيفة و سطوع غير منتظم، يعطي فراغا يبدو هادئا. و من ناحية أخرى فارتفاع درجة السطوع و انتظامه، يجعل الفراغ يبدو مزعجا و كأن به ضجيج. فإن حاسة السمع تتأثر بشدة الإضاءة.

إن الإحساس بالحرارة يمكن أن يتأثر بلون التجربة البصرية. فقد أكدت الدراسات أن الإنسان إذا وجد بفراغ ذي لون دافئ مضاء بلون ضوء دافئ، يشعر بأن الفراغ أدفأ بـ (3º to 2º F) من درجة الحرارة الحقيقية للفراغ. و من ناحية أخرى، فالإنسان إذا وجد بفراغ ذي لون بارد مضاء بلون ضوء بارد، يشعر بأن الفراغ أبرد بـ (2º F to 3º) من درجة الحرارة الحقيقية للفراغ. إذا فإن الضوء و اللون يمكن أن يؤثروا على الحواس الأخرى. لذا يجب و ضع هذه التأثيرات في الاعتبار أثناء العملية التصميمية لتفادي الإحباط عند اكتمال المشروع.[٩٤]

٧-٢-٢ الجذب البصري Visual Attraction

في الـ٣٠ سنة الأواخر تتوالى الدراسات حول تفاعل الإنسان مع المؤثرات الضوئية المختلفة. و كثير من هذه الدراسات تظهر أن نمط الإضاءة و شدتها و تباينها و موقعها يكون لهم تأثير على كيفية إدراك الإنسان للفراغ و استجابته له.[٩٥]

تنجذب عين الإنسان دائما للضوء الأكثر سطوعا في مجال الرؤية. و يمكن مصمم الإضاءة الاستفادة من هذه الخاصية عند تصميم إضاءة فراغ ما حيث يقرر أي من العناصر تكون أكثر سطوعا. كما يمكن أن يحدد المصممون كيف يرى الناس الفراغ بالتحكم في السطوع الموجود بالفراغ. إن وجود مستوى إضاءة خافت في بداية الفراغ و جسم أو منطقة أكثر سطوعا داخل الفراغ يقومان بسحب العين خلال الفراغ حتى أبعد جسم فيه. إن التحكم في السطوع يمكن أن يوجه الناس خلال الفراغ. إن المشي خلال منطقة ذات إضاءة خافته يبدو مريحا و ملائما طالما أن الإنسان متجه إلى منطقة ذات مستوى إضاءة أعلى يلاحظها المشاهد من بداية المسار (شكل رقم ٢٨-٣ و ٢٩-٣).

عندما ينوي المصمم استخدام مستويات إضاءة متنوعة بين منطقة إلى أخرى أو بين جسم إلى أخر بالفراغ، فمن الضروري أن يتم هذا التنوع بحذر حتى لا يحدث تباين شديد في السطوع. إن الاختلاف الكبير بين مستويات الإضاءة من جسم لأخر يحدث إرباك و تشوش بالفراغ. يمكن أن يوجد بالفراغ أكثر من منطقة لها أهمية تتطلب مستوى إضاءة مرتفع و مناطق أقل أهمية لا تتطلب إضاءة توكيد. العدد الفردي ينتج تأثيرا أكثر ثباتا في التكوين الضوئي. رقم ثلاثة يمثل الرقم الأكثر ثباتا لعدد الأجسام التي يكون لها نفس مستوى الإضاءة. هذا يخلق مثلثا الأهمية Triangle of Interest، تسمح للعين بالانتقال من منطقة إلى أخرى في حركة مستمرة. لتفادي التأثير المتقطع Spotty Effect عند إضاءة أكثر من جسم، و يمكن عمل مستويات إضاءة منخفضة نسبيا بين هذه الأجسام، تستخدم ككوبري من جسم إلى أخر.[٩٦]

مما سبق يتضح أن تباين النصوع يساعد على الجذب البصري و تحقيق التدرج البصري بالفراغ و أنه يستخدم لإرشاد الناس للأجسام أو الفراغ و يقدر أن يوجه الإنسان داخل الفراغ. و هذا يتطلب التصميم الحذر للإستضاءة

---

[94] Steffy, 2002

[95] المرجع السابق

[96] Moyer, 1992

و مواد الأسطح. و يقوم المصمم بتحديد العناصر التي تحتاج إلى جذب البصر و ما هي قوة هذا الجذب ثم يأتي دور تحديد كل من الاستضاءة و تشطيب الأسطح.

إن التباين اللوني يمكن أن يستخدم في جذب البصر و التدرج البصري. و يعتبر لون الأسطح و لون الضوء موردين غير مستغلين لجذب البصر.[٩٧]

شكل ٢٨-٣: مسار نهايته مظلمة لا يشجع المشاهد بالدخول و السير داخل الفراغ (Whitehead, 2001)

شكل ٢٩-٣: مسار نهايته مضاءة و به عناصر جذب مضاءة هي الأخرى تشجع المشاهد بالدخول و التجول داخل الفراغ. (Whitehead, 2001)

٨-٢-٢ الاحتياج لتعريف و تحديد الفراغ:

يشعر الإنسان بالارتياح عندما يرى حدود الفراغ. فلا يهم أن يكون الضوء ضعيفا أو قويا، يجب فقط تحديد حدود الفراغ. ففي الفراغات الواسعة، و التي لا يريد المصمم أو المالك أن يضاء كل الفراغ. فلابد في هذه الحالة من تحديد الحدود البصرية.[٩٨]

٩-٢-٢ الرؤية المركزية و المحيطة Central and Peripheral Vision

إن عين الإنسان في حركة دائمة حتى تثبت على شيء معين ذي أهمية يوجد خلال المجال المركزي للرؤية و الذي ينحصر في زاوية مقدارها ٥٢°. وتكون حدة الإبصار في هذا المجال قوية حيث يمكن تمييز التفاصيل الدقيقة. إن المنطقة الصغيرة الموجودة في مركز التركيز في الشبكية يطلق عليها Fovea، و مجال المركزي للرؤية يطلق عليه Foveal Vision.

و تكون الرؤية المحيطة Peripheral Vision شديدة الحساسية للحركة. هناك وعي أوتوماتيكي بالأشياء التي تأتي في مجال الرؤية و مراقبة مستمرة للأرض أثناء المشي. إن التغيير المفاجئ للسطوع، مثل الضوء المتوهج، يكون ملحوظا أكثر عندما يحدث في حد المجال البصري.

تختلف الرؤية المركزية Foveal Vision عن الرؤية المحيطة Peripheral Vision و لكنهما مكملان لبعض. تكون الرؤية المركزية منفردة عندما تكون غرفة مظلمة و غير مألوفة و بها شعاع ضيق صادر من المصباح: يمكن تمييز الشيء المضاء و رؤية تفاصيله و لكن محيط هذا الشيء لا يكون مرئيا. أما في حالة الرؤية المحيطة، تكون منفردة عندما تكون غرفة غير مألوفة و مضاء بإضاءة خافتة: سيتم إدراك كل الفراغ دون إدراك التفاصيل.

تختلف حساسية العين عبر الشبكية. فتحتوي النقطة الصفراء على (Fovea) على الخلايا المخروطية فقط، لذلك فهي غير حساسة للضوء المنخفض. أما الخلايا العصوية فهي تسيطر على الرؤية المحيطة، إذا يكون إدراك

---

[97] Steffy, 2002

[98] Moyer, 1992

اللون ضعيف فيها. تخفي حركة العين عدم حساسية الجزئية للون، و لكن إذا تم تثبيت العين إلى الأمام و تم إدخال كرت ملون بالتدريج في مجال الرؤية، سينتبه المشاهد لحركة الشيء قبل لونه.[٩٩]

٢-٢-١٠ احتياج النشاطات للمعلومة البصرية Activity Needs for Visual Information

لأداء أي نشاط، نحتاج لأنواع معينة من المعلومات البصرية (عندما نقرأ نحتاج لأن نكون قادرين على رؤية الكلمات التي توجد بالصفحة بوضوح).

و يعتبر المحيط المضيء الذي يمنح المعلومة المطلوبة بسهولة أكثر إرضاء من محيط أخر لا يوفر هذه المعلومة.

عند بداية تصميم أي محيط مضيء، فمن المهم أولا القيام بتحليل النشاطات التي سيتم مزاولتها به، و عمل قائمة لهذه النشاطات بناء على خصائصها المختلفة، و تحديد الحاجات للمعلومة البصرية المرتبطة بكل نشاط، و تحديد أولوياتها. يصنف كل نشاط بناء على تكراره و أهميته النسبية و موقعه و الأشخاص المزاولين له.

غالبا ما يكون تلبية احتياجات النشاط أو المهام المراد القيام بها هو الهدف الرئيسي لتصميم الإضاءة – و بالتالي فإن الإضاءة المثالية التي يتم توفيرها لأداء المهام أو النشاط نادرا ما يتم تحقيقها و يرجع في ذلك أن الكم هو الطريقة المتعارف عليها في تحديد المواصفات بدلا من الجودة أو الكيف. الزيادة في مستوى الإستضاءة على جسم ما أو على مهمة معينة يمكن أن تزيد من وضوحها أو يمكن أن تقللـه، و هذا بناء على جودة الإستضاءة وليس كمية الضوء المتوفر. يجب أن يلائم اتجاه الضوء و لونه - بالإضافة إلى خصائص أخرى - الطبيعة المعينة للمعلومة المطلوبة و خصائص الجسم الذي سيتم رؤيته.

"و يوجد لكل مهمة أو نشاط اشتراطات قصوى للإضاءة، نحب أن نعمل فيها، و تساعدنا على أداء المهمة أو النشاط".[١٠٠]

إن المدخل التصميمي الذي ينادي بأن كل ركن بالفراغ يجب أن يضاء إضاءة كافية تناسب جميع أنواع المهام، يؤدي إلى إهدار الطاقة و يزيد من التلوث الضوئي و تجاوز الضوء إلى الفراغات المجاورة (light trespass).

إن الإستضاءة يجب أن تكون الهدف الذي يصمم على أساسه نظام الإضاءة. لذا فعلى المصمم أن يحاول تصميم نظام إضاءة تتماشى مع المعايير الدنيا، بدلا من الضوء المفرط. بالرغم من تأثير أخطاء الحسابات و اختلافات طبيعة مواد و ألوان الأسطح على القيمة النهائية للإستضاءة، فأن التصميمات تعتبر التزمت بالمعايير المطلوبة عندما تتراوح حسابات الإستضاءة من ١٠ إلى ٢٠ بالمائة أزيد أو أقل.[١٠١]

٢-٢-١١ المكون العاطفي للإدراك The Affective Component of perception

إن إدراك المحيط المضاء يتضمن دائما المكون العاطفي: و هو استجابة عاطفية أو تقديرية لحالة الأمور المدركة. إن تقييمنا للمشهد يعتمد على مدى ملائمته لتنبؤاتنا فنحن لا نحكم على الفراغ بأنه مبهر أو مظلم بناء على مستوى الإضاءة الفعلي و لكن بمقدار توافق المحيط المضاء مع تنبؤاتنا و إشباعه لاحتياجاتنا للمعلومة البصرية و هذا عن طريق التأكيد على ما نريد أو نحتاج أن نراه.

و فيما يلي الأزواج المثالية للألفاظ المتضادة التي تستخدم في التعبير على الأحكام العاطفية:[١٠٢]

---

[99] Tregenza and Loe, 1998

[100] المرجع السابق

[101] Steffy, 2002

[102] Lam, William M C, 1992

أ) التشتت مقابل التركيز الإيجابي **Distraction / Positive Focus**

عندما يكون العنصر الأكبر حجما و الأسطع و الأكثر تلوينا في الفراغ هو العنصر المراد جذب الانتباه له، فالنتيجة هي الحصول على بؤرية ايجابية ترضي و تعجب مستخدمي الفراغ. و من ناحية أخرى إذا كان نفس العنصر لا يمثل النقطة البؤرية المرجو الانتباه لها، سيدرك على أنه عنصر مشتت و مزعج، و هو ما يؤدي إلى الحكم على الفراغ بأنه فراغ منفر.[١٠٣]

ب) التلألؤ مقابل الإبهار **Sparkle Versus Glare**

إن تعريف كلمة التلألؤ في قاموس "Webster" هو – اللمعان الجذاب – الشيء الذي يدرك على أنه متلألئ فهو في حد ذاته جذاب و يعتبر نقطة بؤرية طبيعية مرغوب فيها بالفراغ، سطوعها يمكن أن يتعارض مع إدراك عناصر أخرى بالمحيط البصري. و لكن بسبب أن المصدر نفسه جذاب فهذا لن يحدث تشتتا مزعجا. التلألؤ يجب أن يدرك كنتيجة يقصدها التصميم. يتم تقييم العنصر الساطع في المجال البصري على إنه متلألئ إذا كان هو الشيء المراد إدراكه، و نفس العنصر يمكن أن يقيم على أنه مبهر إذا أحدث تشتت و ارتباك.

الأسطح التي تكون بلا معنى و لا أهمية و لا دلالة و يكون لها درجة سطوع معتدلة سيتم إدراكها على أنها غير مقبولة و شديدة السطوع، أما سمات المحيط البصري المهمة و الملائمة يمكن أن تكون شديدة السطوع دون أن تسبب مضايقة أو استياء. [١٠٤]

جـ) الشعور بالكآبة البصرية مقابل البهجة **The Sensation of visual Gloom/ Cheerful**

إن الشعور بالكآبة البصرية يحدث دائما نتيجة لأن المحيط المضيء افتقد الجودة المنتظرة المرغوب فيها - كافتقاد الدلالات أو افتقاد نقطة بؤرية ملائمة و التي يزيد من حدتها وعي الرائي بالعديد من البدائل المرضية.

يمكن أن يدرك الفراغ على أنه كئيب عندما تكون الإضاءة غير ملائمة و غير كافية فتجعل من الصعب تأدية النشاطات. و هذا يحدث عل سبيل المثال: عندما لا تتوفر الإضاءة الكافية لإدراك المهمة الإبصارية على النحو المضبوط. أو إذا كانت النقطة البؤرية قاتمة بسبب الظل الواقع عليها أو مضاءة بلون ضوء غير طبيعي أو إذا وجد مصادر إبهار مشتته تتعارض مع إدراك علامات مرغوب فيها.

عندما لا يقابل السطوع المدرك بالفراغ توقعات المشاهد فسيشعر بأن الفراغ كئيب بغض النظر عن المستوى الفعلي للضوء. إن الشعور بالكآبة البصرية يمكن أن يحدث نتيجة لوجود نقطة بؤرية غير ملائمة في المحيط.[١٠٥]

د) الملل مقابل الاهتمام **Dull Versus Interesting**

من النادر أن يوصف فراغ له أهمية كبيرة بأنه ممل بصريا. إن الشيء الممل بطبيعته لا يمكن أن تزيد أهميته بزيادة سطوع سطحه. بينما يمكن زيادة أهمية محيط ممل بطبيعته عن طريق إضافة الألوان أو البؤر المناسبة لجذب البصر أو إبراز الطبيعة الثلاثية الأبعاد للأشكال عن طريق الظل و النور. إن المشهد الساطع يمكن أن يبدو مملا و ليس له أهمية و هذا إذا كان الشيء المرجو الانتباه إليه يسيطر عليه عناصر مملة بلا معنى مثل السماء الملبدة بالغيوم.[١٠٦]

---

[103] Lam, William M C, 1992
[104] المرجع السابق
[105] المرجع السابق
[106] المرجع السابق

هـ) الترتيب في المحيط البصري مقابل التشويش Order in the Visual Environment/ Chaotic

إن الوضوح و الترتيب في المحيط البصري دائما ما يعجب أو يريح المشاهد. فملاحظة الترتيب و النظم يقوي التوقع. و إذا لم يتم اكتمال توقعات الاتساق هذه، سيبدو المحيط مشوش و غير مرتب. فيجب أن يتمشى توزيع وحدات الإضاءة مع الفرش الذي يوجد بالفراغ و نسق الفراغ.[١٠٧]

و) الأمان مقابل عدم الأمان Security and Insecurity

هناك حالتان عاطفيتان مرتبطتين مباشرة بالتوقعات و هما الأمان وعدم الأمان. الشيء الغريب ينتج عنه الخوف، فنخن نخاف من الظلام على الأقل جزئيا لأنه بلا دلالة informationless. إطفاء النور في حجرة معيشتك لن يحدث توتر لأنك تعرف المحيط بطريقة جيدة، عندك خبرة كافية تمكنك من إيجاد طريقك بدون مساعدة العين – و أيضا تعلم مواضع الأخطار. إذا أغلق النور فجأة و بصورة غير متوقعة في محيط عمراني، على أية حال، فإن المحيط الغريب و غير متوقع و الآن أصبح بعد إطفاء النور غير مرئي يولد على الفور الإحساس بالخوف و الخشية. و يكون التساؤل الذي يفرض نفسه في هذا الوقت – هل يوجد أخطار في هذه الساحة " المظلمة" و يحاول الإنسان إيجاد طريق للهروب.

عند تصميم الإضاءة التي تكون من هدفها توليد الشعور بالأمان، يجب أن تكون توقعات المستخدم دائما واحدة من أهم المدخلات في العملية التصميمية. قد أثبتت دراسات المستخدم أن حيثما يوجد خوف من الجريمة في الشارع، فكل ظل سيدرك و كأنه خطر حقيقي. في مثل هذه الأنواع من الشوارع، أعمدة الإنارة القصيرة و المتقاربة و ذات شدة إضاءة منخفضة نسبيا (الوضع الذي ينتج أقل نسبة ظلال) ستعطي الشعور بالأمن أكثر من أعمدة الإنارة الطويلة و المتباعدة و شدة إضاءتها مرتفعة (و التي تؤدي إلى إنتاج الظلال الكثيفة). إذا فإن الظل هو المشكلة و ليس مستوى شدة الإضاءة و أن الحل التقليدي الذي ينص على رفع مستوى الإضاءة قد أثبت فشله في حل هذه المشكلة.[١٠٨]

حـ) شعور الخصوصية مقابل العمومية The Feeling of Intimacy/ Publicly

التوقع و الترتيب البصري و التدرج المناسب للبؤر في المحيط المضيء كل هذا يؤثر على التقييم العاطفي للفراغ – هل هو فراغ يتسم بالخصوصية (Intimate) أو فراغ عام (Public). يتم إدراك الفراغات الخاصة عمتا على إنها خاصة (Private) و شخصية و حميم و لكن لا يلزم أن تكون مظلمة.[١٠٩]

٣- تأثير الضوء على الأشجار و النباتات:

للضوء الطبيعي و الصناعي تأثيرا قويا على الوظائف الحياتية الخاصة بالنبتات و الأشجار، فهو يؤثر على نمو النبات و عمره و قوته و شكله و لونه كما يكون له تأثير ملحوظ على عملية الإزهار. فإن النبات يقوم بثلاث عمليات أساسية تعتمد كلا منها على الضوء. أولا عملية Photosynthesis (استخدام الإضاءة لإنتاج الطعام) و عملية Photoperiodism (النمو تجاه الضوء) و عملية Phototropism (التعرف على بداية و نهاية الفصول عن طريق الاختلاف في طول النهار). تكون بعض النباتات شديدة الحساسية لطول فترة ضوء النهار، فليس كل النباتات تقوم بعملية الإزهار في وقت واحد، فإذا تم إضاءة النبات ليلا، لن يشعر النبات بقصر فترة النهار و بالتالي لن تحدث عملية الإزهار. و من ناحية أخرى فإن النبات الذي يسقط أوراقة في الشتاء يمكن أن يحتفظ

[107] المرجع السابق
[108] المرجع السابق
[109] المرجع السابق

ببعض أوراقه في الفروع المعرضة للضوء و السخونة الصادرة من المصباح، مما يضيف إجهاد زائد على النبات و يجعله ضعيف و معرض للإصابة بالأمراض.

يقول Moyer"*إن مصمم الإضاءة يجب أن يكون على وعي بحساسية النبات الشديدة للضوء اللازم للوظائف الحياتية المختلفة*"، و بما أن هذا البحث يقوم بدراسة نوع واحد من الإضاءة، و هي الإضاءة الصناعية و خاصا في الفراغات الخارجية، فالقضية تتلخص في تأثير الإضاءة الصناعية على عملية الإزهار، فالإضاءة الليلية يمكن أن تعوق عملية الإزهار للنبات. لتفادي هذه المشكل يتم توفير فترات من الظلام للنبات، من ٨ إلى ١٢ ساعة يوميا. و تأثير الإضاءة الصناعية على مظهر لون النباتات (جدول رقم ٣-٣)، فتدل الأبحاث على أن الإضاءة الناتجة من المصباح الفلوري تمتص الألوان الحمراء و البرتقالي و أن الإضاءة الناتجة من مصباح الصوديوم تمتص الألوان الزرقاء و الخضراء و الحمراء أما الإضاءة الناتجة من مصباح الزئبق فتمتص الألوان الحمراء و الصفراء.

جدول (٣-٣): تأثير الإضاءة الصناعية على ألوان عناصر الحديقة

تحت ضوء النهار	تحت ضوء التنجستن الخفيف	تحت ضوء فلوروسنت الأبيض	تحت ضوء الصوديوم الخفيف	تحت ضوء الزئبق الخفيف
أحمر داكن	أحمر نبيذي	أحمر ارجواني خفيف	أسمر غامق	أحمر مسمر غامق
أحمر	برتقالي خفيف	أحمر بنفسجي فاتح	أسمر	أسمر غامق أو اسود
أحمر خفيف	أحمر خفيف	قرنفل باهت جدا	أسمر مصفر	أحمر مسمر
أسمر	أسمر بلون الشكولاتة	اسمر مصفر	أسمر	رمادي
برتقالي محمر	أحمر لامع	أحمر رمادي	أسمر مصفر	أحمر مسمر
برتقالي	برتقالي أغمق	برتقالي مصفر	أسمر	مسمر
أصفر	برتقالي مصفر	أخضر مصفر قوي	أصفر	أصفر مخضر
أخضر	أخضر رمادي	أخضر	أسمر مصفر	أخضر غامق
أخضر باهت	أخضر مصفر	أخضر باهت لامع	رمادي مصفر	أخضر غامق
أخضر مزرق	رمادي باهت	رمادي باهت	اسمر غامق	أخضر غامق
أزرق	رمادي مزرق	أزرق لامع باهت	أسمر غامق أو اسود	أزرق بنفسجي غامق
أزرق غامق	رمادي مزرق ثقيل	ارجواني باهت	اسود	بنفسجي غامق
أسود	اسود	اسود مزرق	اسود	اسود
أبيض	أصفر باهت	أبيض	أصفر خفيف	أبيض مزرق

نبيل محمود عبد العظيم، ١٩٨٣

الفصل الرابع

مصادر الإضاءة الصناعية (المصابيح الكهربية)

المقدمة:

النار هي أول مصدر إضاءة صناعية عرفه الإنسان، ويعتبر المشعل هو أول مصباح محمول، ومنذ ذلك الحين و مصادر الإضاءة الصناعية في تطور مستمر حيث ظهر مصباح الزيت و الشمعة ذات الفتيلة و مصباح الغاز و قد استمر هذا التطور حتى بداية القرن ١٩ حيث ظهر أول مصباح كهربائي يسمى قوس من الكربون (carbon arc). كما قام العالم توماس إدسون "Tomas Edison" و جوزيف ويلسون سوان " Sir Joseph Wilson Swan" باختراع المصباح المتوهج Incandescent في نفس الوقت تقريبا. و منذ ذلك الحين و مصادر الإضاءة الصناعية في تقدم مستمر من حيث الجودة و الكفاءة و الفاعلية، و تقوم الشركات و المنظمات و الجمعيات العالمية و المهتمة بمجال الإضاءة الصناعية، بعمل دراسات و أبحاث من أجل تطوير المصابيح المتعارف عليها و اختراع مصابيح أخرى جديدة تكون أكثر ملائمة لاحتياجات المستخدمين.

سيقوم هذا الجزء بالتعرف على أنواع المصابيح المختلفة المستخدمة في الفراغات الخارجية و معرفة خصائصها الفيزيائية و كيفية تشغيلها و استخداماتها.

١- مكونات المصباح الكهربي:

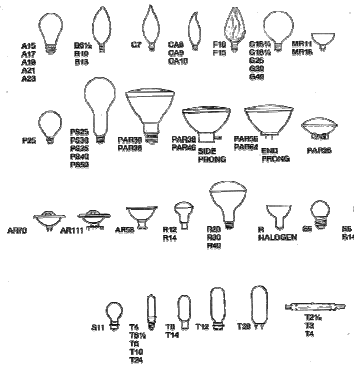
يتكون المصباح من ثلاث عناصر رئيسية: الغلاف الزجاجي أو البصيلة Bulb و الفتيلة Filament أو الالكترود Electrodes و القاعدة Base بالإضافة إلى بعض العناصر الأخرى التي يمكن استخدمها في بعض الحالات مثل المحول transformer الذي يقوم بتحويل الجهد المرتفع العادي النابع من شركة الكهرباء (٢٢٠ فولت) إلى جهد منخفض (١٢ فولت) لإضاءة المصابيح ذات الجهد المنخفض و ملف كبح التيار ballast و الذي يستخدم في حالة مصابيح التفريغ الغازي، فهو يقوم بتوفير الجهد و التيار المناسبين لتشغيل المصباح .

١-١ البصيلة أو الغلاف Bulb or Envelope

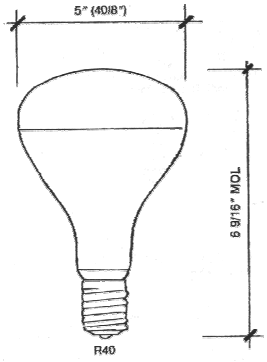
هو الغلاف الخارجي الزجاجي لمصدر الإضاءة، و يختلف شكل و مادة الغلاف باختلاف نوع المصباح.

أ) بالنسبة للمصابيح الفتيلة: هو غلاف زجاجي فارغ يحتوي على غاز خامل (الأرجون و نيتروجين argon & nitrogen)، يحمي الفتيلة و يجعلها تعمل بكفاءة عالية، قد يكون هذا الغلاف أو هذه البصيلة شفافة أو مصنفرة أو مصقولة أو ملونة. و للبصيلة أشكال كثيرة و كل شكل يرمز له بحرف أو أكثر مصحوبا برقم. فمثلا: S-straight side, F-flame, G-globular, T-Tubular, PAR-parabolic aluminized reflector, R-reflector, MR-multimirror, A-arbitrary. (شكل رقم ١-٤). أما عن الرقم فهو يعبر عن قطر البصيلة مضروب في ثمانية عند أعرض نقطة و تكون النتيجة بالبوصة. مثال: البصيلة R40 فهي ذو شكل reflector و أكبر قطر لها يساوي ٤٠مقسومة على ٨ أي يساوي ٥ بوصة (شكل رقم ٢-٤). من المهم أن

تكون بصيلة المصابيح المستخدمة في الفراغ الخارجي و خاصة الموضوعة في تركيبات إنارة مفتوحة مقاومة للظروف المناخية الصعبة و الصدمات الحرارية الفيزيائية التي يمكن أن تتعرض لها (مثلا: لمس زجاج البصيلة الساخن للمياه باردة).

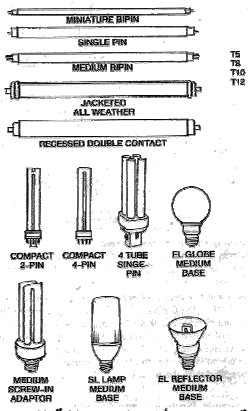


شكل رقم ١-٤: أشكال مختلفة للمصباح المتوهج. (Moyer, 1992)

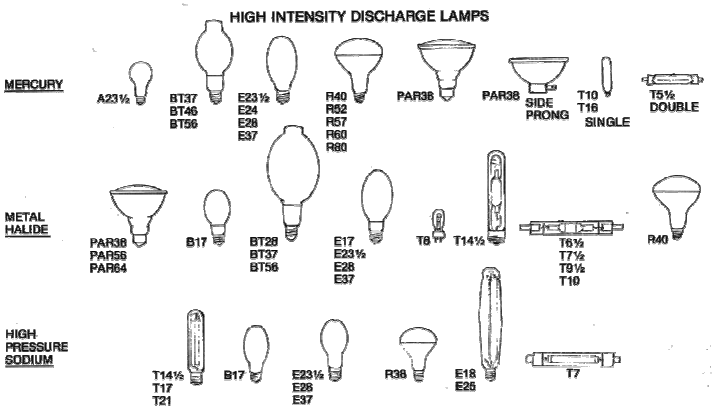


شكل رقم ٢-٤: مقاييس المصباح. (Moyer, 1992)

ب) أما بالنسبة لمصابيح التفريغ الغازي: فالغلاف الزجاجي الفارغ يحتوي على غاز (الصوديوم أو الزئبق). يتم تمرير التيار الكهربي خلال هذا الغاز مما يجعله يتأين ويصدر أشاعة تعتمد نوعها على نوع الغاز المستخدم (و بالتالي فإن لون الضوء الصادر من المصباح يعتمد على نوع الغاز المستخدم). و يختلف شكل الغلاف باختلاف نوع المصباح. للمصباح الفلوري أشكال مختلفة، كل شكل يرمز له بحرف و رقم، يدل الحرف على شكل الغلاف الخارجي T-tubular, U-U-shape, C-circular و الرقم يدل على قطر الغلاف مضروب في ثمانية و تكون النتيجة بالبوصة. فمثلا المصباح الفلوري ذات الرمز T8 يعني أنه مصباح أنبوبي ذو قطر واحد بوصة (شكل رقم ٣-٤). بالإضافة إلى أشكال و رموز أخرى. و لمصابيح التفريغ ذات الضغط المرتفع HID أشكال و أنواع أخرى متعددة و تختلف رموزها من شركة إلى أخرى (شكل رقم ٤-٤). يتم أحيانا طلاء الغلاف الخارجي لمصابيح التفريغ الغازي بمواد فسفورية لتحسين لون الضوء المشع من المصباح.



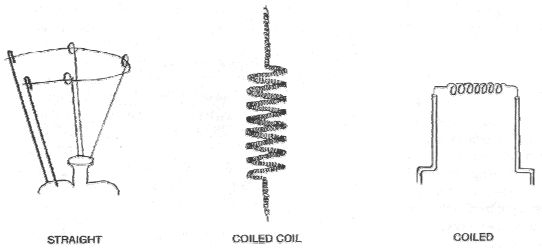
شكل رقم ٣-٤: أشكال مختلفة للمصباح الفلوري. (Moyer, 1992)



شكل رقم ٤-٤: أشكال مختلفة لمصابيح التفريغ الغازي. (Moyer, 1992)

١-٢ الفتيلة و الالكترودات و أنبوبة التفريغ Filament, Electrodes, & Arc Tube

أ) فتيلة المصباح المتوهج: هي السلك الموجود داخل بصيلة المصباح و هو في الحقيقة الذي ينتج الضوء. عندما يتصل هذا السلك بمصدر الكهرباء و يمر التيار الكهربي من خلاله، تزيد درجة حرارته و يتوهج السلك و من هنا سمي هذا النوع من المصابيح بالمصباح المتوهج. و مع الوقت تنصهر الفتيلة و ينتهي عمر المصباح. كلما زادت درجة حرارة الفتيلة، زادت الإضاءة التي تنتجها و لكن هذا يؤثر على عمر المصباح و يؤدي إلى سرعة انصهار الفتيلة، فإن الضوء الناتج من المصباح يعتمد على درجة حرارة التشغيل و بالتالي فإن تصميم الفتيلة يجب أن يوازن بين عمر المصباح و بين فعاليته الضيائية. للفتيلة أنواع و أشكال كثيرة، يرمز لكل نوع بحرف أو أكثر: مثال S- straight, C-coiled, CC-coiled coil (شكل رقم ٥-٤). تتكون الفتيلة الملفوفة من أكثر من سلك متقاربين في المسافة، مما يحافظ على الحرارة و يزيد من فاعلية المصباح و من ثبات الفتيلة.

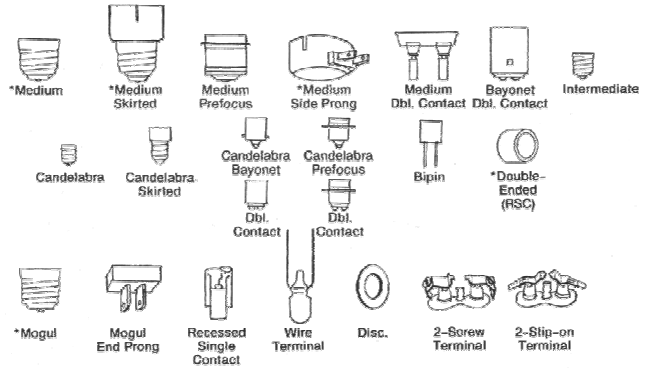


شكل رقم ٥-٤: أشكال مختلفة لفتيلة المصباح المتوهج. (Moyer, 1992)

ب) فتيلة مصابيح التفريغ الغازي: تحتوي مصابيح التفريغ الغازي على فاتيلتين يطلق عليهما اسم الالكترودين، يقوما بعمل قوس كهربي خلال الغاز المستخدم لتأيين ذرته . في حالة المصباح الفلوري يحدث القوس الكهربي داخل الأنبوبة الزجاجية. أما بالنسبة لمصابيح التفريغ ذات شدة ضيائية عالية، فهي تحتوي على بصيلة داخلية تسمى أنبوبة التفريغ arc tube و التي يحدث بداخلها القوس الكهربي.

١-٣ القاعدة Base

القاعدة هي التي تقوم بتوصيل المصباح بتركيبة الإنارة و توفر مسار للتيار الكهربي ليصل للفتيلة أو لأنبوبة التفريغ. تختلف نوع القاعدة تبعا لنوع المصباح (شكل رقم ٣-٤ و ٦-٤). إن واحدة من أهم الأسباب التي تستدعي عمل اختلاف في أشكال قواعد المصابيح، هي منع وضع المصباح في تركيبة إنارة غير ملائمة لحمل هذا النوع المصابيح.



شكل رقم ٦-٤: أشكال لأنواع مختلفة من قواعد المصابيح المتنوعة. (Moyer, 1992)

٢- أنواع المصابيح: (جدول رقم ١-٤)

يمكن تحديد نوعين أساسيين من المصابيح:

٢-١ المصابيح الفتيلية (filament lamps) و تتضمن:

٢-١-١ المصباح المتوهج Incandescent lamp

٢-١-٢ مصباح التنجستن-هالوجين Tungsten-Halogen lamp

٢-٢ مصابيح التفريغ الغازي (gas-discharge lamps) و تتضمن:

٢-٢-١ مصابيح التفريغ ذات شدة ضيائية عالية (HID) و تشمل على:

أ- مصباح بخار الزئبق Mercury Vapor Lamp

ب- مصباح الهاليد المعدني Metal Halide Lamp

ت- مصباح الصوديوم ضغط منخفض Low Pressure Sodium

ث- مصباح الصوديوم ضغط عالي High Pressure Sodium

ج- مصباح الزينون Xenon

ح- المصباح ذو الضوء المولف Blended Light Lamp

٢-٢-٢مصابيح التفريغ ذات الضغط المنخفض low pressure discharge groups و تشمل على:

أ- المصباح الفلوري Fluorescent Lamp

ب- المصباح الفلوري المدمج Compact Fluorescent Lamp

ت- مصباح النيون و مصباح الالكترودات الباردة Neon & Cold Cathode Lamp

ث- مصباح التفريغ بدون إلكترودات "induction lamps" Electrodeless Discharge Lamp

ج- مصباح مايكرويف كبريت Sulphur Microwave Lamp

٢-٣ المقومات المبتعثة للضوء Light – Emitting Diodes (LED)

٢-١ المصابيح الفتيلية Filament Lamps

٢-١-١ المصباح المتوهج Incandescent lamp

مازال المصباح المتوهج مستخدما في إضاءة الفراغات الخارجية، خاصة في فوانيس الزينة و الإضاءة الغامرة للمساحات الصغيرة. ولهذا النوع من المصابيح أشكال و أحجام مختلفة(شكل رقم ٤-٤). و تتراوح قدرة هذا المصباح ما بين ٠.٥ وات إلى ١٥٠٠ وات. و لكن يقل استخدام المصباح المتوهج ذات قدرة أعلى من ٥٠٠ وات، و السبب أن عند هذه القيمة من الأفضل استخدام مصباح التفريغ.

إن أداء المصباح المتوهج يعتمد أساسا على درجة حرارة الفتيلة. ويقول David Loe&Peter Tregenza "*عندما تزيد درجة الحرارة يحدث ثلاث خطوات مهمة: لون الضوء الصادر من المصباح يصبح أكثر ميولا للون الأبيض و الفاعلية الضيائية للمصباح تزيد و يقل عمر المصباح*".

- يمكن تلخيص مزايا المصباح المتوهج فيما يلي:

١. متوفر بأشكال كثيرة لتوزيع الإضاءة.[١]

٢. له نظام لخفت الإضاءة dimming سهل و غير مكلف.[٢]

٣. لون الضوء الخاص بالمصباح المتوهج: إن الطاقة الإشعاعية الطيفية للفتيلة تتمثل في المنحنى الموضح. إن الاستمرارية الممهدة للمنحنى تدل على جودة دليل اللون color rendering لهذا المصباح و لكن نجد أن الطيف الترددي في المجال المرئي غير منتظم (فهو ينحرف تجاه اللون الأحمر دون اللون الأزرق) و هو ما يسبب المظهر الدافئ للون الضوء، و يجعل الأسطح الحمراء المضاءة عن طريق هذا المصباح أكثر سطوعا من الأسطح الزرقاء التي لها نفس الانعكاس.[3]

٤. لا يحتاج إلى أجهزة مساعدة لتشغيله إلا إذا كان المصباح ذا جهد منخفض فيحتاج إلى محول.

٥. الكلفة الأولية قليلة.

٦. يصل التدفق الضيائي إلى قيمته المحددة فور تشغيله.

٧. سهل التحكم في الضوء الخارج منه.

- أما عن عيوب المصباح المتوهج:

١. معظم الأشعة التي تخرج من المصباح (أكثر من ٩٠% منها) ليست في المجال المرئي من الطيف الترددي. معظم الطاقة الخارجة من المصباح المتوهج تكون على هيئة حرارة إشعاعية، و لهذا السبب نجد أن الفاعلية الضيائية له تكون منخفضة.٤

٢. كلما ارتفعت درجة حرارة الفتيلة زادت الفاعلية الضيائية و قصر عمر المصباح. لذا فإن التوصل إلى توافق بين عمر المصباح و بين فعاليته الضيائية هي مسألة اختيارية.٥

٣. تكلفة التشغيل مرتفعة.

٤. عمر المصباح قصير.

٥. الفاعلية الضيائية منخفضة.

٦. يصدر حرارة مرتفعة.

٢-١-٢ مصباح التنجستن-هالوجين Tungsten-Halogen lamp

مصباح التنجستن – هالوجين، يطلق على هذا المصباح في بعض الأحيان اسم مصباح الكوارتز و هو يشبه المصباح المتوهج العادي و لكنه يحتوي على غاز الهالوجين بالإضافة إلى الغاز الخامل. و يقوم غاز الهالوجين بتوليد دورة استرجاع التنجستن (الفتيلة). و يمكن تلخيص هذه الدورة كالآتي:

يتفاعل التنجستن المتبخر من الفتيلة المتوهجة مع الهالوجين ليكونا غاز هاليد التنجستن. و تمنع درجة الحرارة العالية للغلاف ترسيب جزيئات هذا الغاز فترتد نحو الفتيلة و عند الاصطدام بها و نتيجة لدرجة حرارتها العالية جدا تتفكك إلى التنجستن و هالوجين و يترسب التنجستن على الفتيلة (دورة استرجاع التنجستن). و قد أدى هذا إلى إطالة عمر المصباح (يصل إلى ضعف عمر المصباح المتوهج) و إلى زيادة الفاعلية الضيائية له مع

---

[1] Moyer, 1992

[2] المرجع السابق

[3] Tregenza and Loe, 1998

[4] المرجع السابق

[5] زكي، الكمشوشي، ٢٠٠٤،

الاحتفاظ بأمانة نقل ألوان عالية و تؤدي أيضا إلى التخلص التام من ظاهرة التسويد (وهي تكوين غشاء منتظم عاتم على السطح الداخلي للبصيلة نتيجة تسرب التنجستن المتبخر من الفتيلة مما يؤدي إلى انخفاض الفاعلية الضيائية للمصباح مع الوقت).[٦]

- يمكن تلخيص مزايا مصباح التنجستن – هالوجين فيما يلي:

١. لون الضوء الخاص بمصباح التنجستن – هالوجين: إن مصباح فتيلة التنجستن له درجة حرارة لونية مقدارها 2800 K (لون دافئ نسبيا). و يمتاز هذا المصباح بلون ضوء أبيض أكثر توازنا من المصباح المتوهج.
٢. له فاعلية ضيائية عالية
٣. له حجم أصغر بالمقارنة مع المصباح التوهج العادي.
٤. له عمر أطول بالمقارنة مع المصباح المتوهج العادي.
٥. التخلص التام من ظاهرة التسويد مما أدى إلى خفض حجم الغلاف الزجاجي بالمقارنة مع حجم المصباح المتوهج العادي كما أدى أيضا إلى تقليل انتقاص التدفق الضيائي higher lumen maintenance أي لا يقل التدفق الضيائي بصورة كبيرة مع الزمن.[٧]
٦. يوجد بعض الأنواع تعمل على جهد منخفض (١٢ – ٢٤ فولت) و تتراوح قدرتها من ٥ إلى ١٥٠ وات.

- أما عن عيوب مصباح التنجستن – هالوجين:

١. إن مصباح الهالوجين يكون شديد الحساسية للصدمات أثناء التشغيل، لذا فمن المهم توخي الحذر أثناء تركيبه في الموقع أو تضبيط اتجاه تركيبة الإنارة الخاصة به، فقبل أن يتم تحريكه أو تثبيته يتم غلقه أولا ثم الانتظار حتى يبرد تماما.[٨]

للمصباح المتوهج أنواع و أشكال كثيرة:

من الأنواع المتوفرة و المستخدمة كثيرا للمصباح المتوهج MR, PAR, R, miniature lamps. إن الأنواع MR, PAR, R، يجمعون بين المصباح و العاكس في وحدة واحدة، تعمل هذه العواكس على توفير التوزيع المرجو من الضوء مع توفير أشكال كثيرة و متنوعة له.

١) مصابيح MR: يحتوي هذا المصباح على عاكس multifaceted mirrored reflector يحيط حول مصباح صغير الحجم subminiature lamp. هذا المصباح صغير الحجم يصلح لأن يثبت في تركيبة إنارة صغيرة و التي يمكن استخدامها في المناطق ذات المساحة المحدودة (شكل رقم ٧-٤).

إن جميع مصابيح MR هي مصابيح تنجستن هالوجين، التي توفر إظهار جيد لألوان الأشياء و تجعلها جذابة للأنظار. إن معظم مصابيح MR ذات جهد منخفض low voltage و التي تستخدم كثيرا في إضاءة الفراغات الخارجية و الحدائق. من المهم أن يحفظ مصباح MR داخل تركيبة إنارة مغلقة و هذا لحمايته من الظروف السيئة الخاصة بالفراغ الخارجي. يتوفر هذا المصباح بمقاسات (MR11($1^3/_8$inch), MR16(2 inch).

---

[6] زكي، الكمشوشي، ٢٠٠٤
[7] Moyer, 1992,
[8] Moyer, 1992,

شكل رقم ٧-٤: تم تركيب MR-16 في إفريز السقف موجه إلى أسفل لإضاءة الساحة بأكملها و MR-16 متحركة موجهه إلى أعلى تضيء السلال المعلقة و الشجرة. (Home Lighting, 1988)

٢) مصباح PAR: بصيلة هذا النوع تعرف باسم PAR (parabolic aluminized reflector). هذا المصباح له أحجام كثيرة، بعضها ذو جهد قياسي و البعض ذو جهد منخفض، و يحتوي على زجاج مقاوم للحرارة (لا يتأثر بالصدمات الحرارية أي التقاؤه بمياه الري أو الأمطار الباردة وهو ساخن) مما يجعله يصلح لتثبيته في تركيبات الإنارة المفتوحة و لكن من المستحب استخدامه في تركيبات إنارة مغلقه لضمان طول عمره.

يتوفر هذا المصباح بمقاس (جهد المنخفض) PAR36($4^1/_2$inch diameter) و مقاسات PAR20($2^1/_2$ inch diameter), PAR30($3^3/_4$inch diameter), PAR38($4^3/_4$ inch diameter), PAR46($5^3/_4$ inch diameter), PAR 56(7inch diameter), PAR64(8inch diameter) (جهد قياسي).

- PAR36 هذا المصباح له أشكال كثيرة لتوزيع الضوء الذي يستمر في قوة سطوعه لمسافات طويلة. يستخدم المصباح في الإضاءة الغامرة ولكن شدته الضيائية محدودة مما يجعل استخدامه يقتصر على مسافات الصغيرة مثل خلق إضاءة مماسية لسور قصير كما يتم استخدامه في الإضاءة التوكيدية.(شكل رقم ٨-٤).

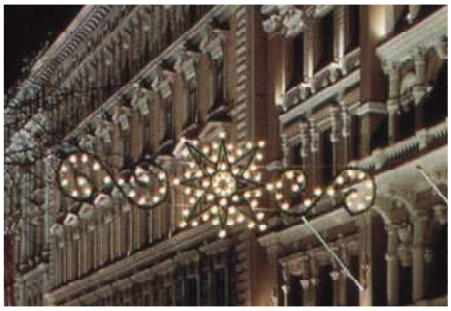
شكل رقم ٨-٤: الإضاءة المماسية لصور قصير. (Randall Whitehead, 2001)

- PAR20, PAR30 هذا النوع صغير الحجم بالمقارنة مع مصابيح PAR الأخرى، و يحتفظ بنقطة ساخنة hot spot في وسط شعاع الضوء الخارج منه. فهو لا يستخدم في الإضاءة المماسية للحوائط أو في إضاءة ممرات المشاة، و لكنه يستخدم في إضاءة التماثيل و النباتات.
- PAR38 يقوم هذا النوع بإنتاج كل من الإضاءة التوكيدية و الغامرة الصالحة لإضاءة الأشجار الكبيرة و التماثيل و الهياكل.

- PAR46,56,64 يصلح هذا النوع لأن يثبت في تركيبة الإنارة المستخدمة تحت الماء كما يستخدم أيضا في إضاءة رشاشات النفورات المرتفعة و الشلالات.

٣) مصباح R: reflector lamp له شكل قطع مكافئ parabolic shape جدار الغلاف الداخلي مغطى بطبقة من الألومونيوم المفضضة و الذي يعمل كعاكس. يوفر هذا المصباح إضاءة ناعمة منتظمة وغامرة. يوجد من هذا النوع الجهد القياسي و الجهد المنخفض. يتم استخدامه في تركيبات إنارة مغلقة لأنه شديد الحساسية.

٤) المصابيح الصغيرة و شديدة الصغر miniature & subminiature lamps: مصابيح ذات حجم صغير متوفر منها الجهد القياسي و الجهد المنخفض، و لها قدرة تتراوح مابين أقل من ٠.٥ وات إلى ٢٠ وات و تستخدم في إضاءة السلالم و في تركيبة الإنارة الخاصة بممرات المشاة و في تركيبات الإنارة الشريطية (شكل رقم ٩-٤).[9]



شكل رقم ٩-٤: مصابيح فتيلية ذات حجم صغير (Gardner & Molony, 2001)

٢-٢ مصابيح التفريغ الغازي: Gas-Discharge Lamps

تمتاز مصابيح التفريغ الغازي بالفاعلية الضيائية المرتفعة بالمقارنة مع المصابيح الفتيلية مما يجعلها مستخدمة في الإضاءة الغامرة Floodlighting و الإضاءة التوكيدية Accent lighting الخاصة بالمباني التجارية ذات النطاق الواسع و الفراغات العامة الكبيرة. و لكن يوجد بعض العيوب و هي تتلخص في أن حجم مصدر الإضاءة كبير و تكلفته مرتفعة و من الصعب التحكم في الضوء الخارج منه إلا باستخدام عواكس و تركيبات إنارة كبيرة، بالإضافة إلى أن دليل أمانة الضوء منخفض نسبيا و من الصعب خفت الضوء الصادر منها. و تنقسم مصابيح التفريغ الغازي إلى نوعين:

٢-٢-١ مصابيح التفريغ ذات شدة ضيائية عالية High Intensity Discharge Lamps (HID)

يمكن تقسيم مصابيح التفريغ ذات شدة ضيائية عالية إلى أربع عائلات من المصابيح: بخار الزئبق و الهاليد المعدني و مصباح الصوديوم ضغط عالي و مصباح الصوديوم ضغط منخفض (من الناحية التقنية، يعتبر مصباح الصوديوم ضغط منخفض مجموعة منفصلة، و لكن تم ذكرها في هذا الجزء للتيسير). و تمتاز هذه المصابيح أيضا بحجم مضغوط نسبيا واضعين في عين الاعتبار كمية الضوء التي ينتجها.

مصابيح HID تنتج الضوء عن طريق إحداث قوس كهربي صغير نسبيا، و بالتالي فيمكن اعتبارها من المصادر النقطية point sources. و هذا معناه أن التحكم في الضوء الناتج عنها أكثر سهولة من المصادر الخطية

[9] المرجع السابق

linear sources مثل المصباح الفلوري. و يحتاج مصباح HID عند التشغيل إلى فترة إحماء، و في حالة فقدانه القوة الكهربية أثناء التشغيل فيحتاج لفترة تبريد قبل إنتاج قوس كهربي مرة أخرى و إعادة إضاءته. يتم الوضع في الاعتبار الفترة المأخوذة لإعادة التشغيل، عند استخدام هذه المصابيح في الفراغات الخارجية، و بالأخص إذا تم استخدمها بهدف تأمين مسارات المشاة و السلالم و مواقف السيارات و الملاعب. بعض تركيبات الإنارة تسمح بإضافة مصباح كوارتز بالإضافة إلى مصباح التفريغ الغازي، حيث يقوم مصباح الكوارتز بدوره في توفير الإضاءة إلى أن تنتهي فترة التبريد و يعمل مصباح التفريغ مرة أخرى، و هذا في حالة حدوث أي خلل بالقوة الكهربية أدت إلى غلق مصباح.

أ) مصباح بخار الزئبق Mercury Vapor Lamp:

هذا المصباح يقوم بإنتاج الضوء عن طريق مرور القوس الكهربي خلال بخار الزئبق.

- يمكن تلخيص مزايا مصباح بخار الزئبق فيما يلي:

أ- يتراوح عمر هذا المصباح ما بين ١٦٠٠٠ و ٢٤٠٠٠ ساعة تعتمد على قدرته الكهربية و قدرته الضيائية.

ب- لا يتأثر بعدد عمليات بدء التشغيل إذا كان عدد ساعات الإضاءة بين كل عملية في حدود الساعتين.

ت- الضوء الذي ينتج من المصباح لونه أبيض مائل إلى الأزرق المخضر يشبه ضوء القمر (شكل رقم ١٠-٤).

ث- تتراوح الفترة الزمنية بين بدء تشعيل المصباح و إعطائه الإضاءة الكاملة ما بين ٣ و ٧ دقائق.

- أما عن عيوب هذا المصباح فتتلخص فيما يلي:

أ- الطيف المرئي الخاص بالضوء الصادر من هذا المصباح غير كامل فهو لا يحتوي على أي إشعاع في الجزء الأحمر و بالتالي فله أمانة نقل ألوان رديئة (١٥-٢٠). و بما أن جزءا كبيرا من الطاقة الإشعاعية الصادرة من أنبوبة التفريغ يقع في الجزء فوق البنفسجي من الطيف، يتم كسو السطح الداخلي للغلاف الخارجي للمصباح بطبقة متفسفرة تقوم بتحويل جزءا من هذه الطاقة إلى ضوء مرئي، و باستخدام المادة المتفسفرة المناسبة يمكن إضافة كمية من اللون الأحمر إلى الإشعاع الضوئي مما يرفع دليل أمانة الألوان إلى حوالي ٤٠. و تعرف المصابيح المكسو بمادة متفسفرة بالمصابيح ذات اللون المحسن (color-improved lamps).

ب- يعتبر حجم هذا المصباح كبير بالمقارنة مع مصابيح HID الأخرى.

ت- الفاعلية الضيائية لهذا المصباح محدودة بالمقارنة بمصابيح HID الأخرى. بالإضافة إلى أنها تفقد بعضا من كفاءتها عبر الزمن.

يوجد أيضا نوع من المصابيح الزئبق ذات الضغط العالي بغلاف متفسفر تعرف بمصابيح "دي لوكس" (**Deluxe Mecury Lamps**) ضوءها أبيض دافئ و لها دليل أمانة نقل الألوان يصل إلى "٥٠"

شكل رقم ١٠-٤: ضوء إلى أسفل صادر من مصباح بخار الزئبق و ينتج نمطا من ظلال أوراق الشجر على الأرض محاكيا بذلك تأثير ضوء القمر. إن مصباح بخار الزئبق هو الذي يعبر بدقة على اللون البارد لضوء القمر. و لكن تأثير الظلال يمكن أن يحدث عن طريق أي مصدر أخر للإضاءة. (Moyer, 1992)

ب) مصباح الهاليد المعدني Metal Halide:

إن هذا النوع من مصابيح HID يقوم بإنتاج الضوء عن طريق مرور التيار الكهربي خلال بخار الزئبق و كمية قليلة من مجموعة خاصة من الهاليد المعدني. بسبب ضعف فاعليته الضيائية و عمره القصير بالمقارنة مع مصباح الصوديوم ضغط مرتفع فهو لا يستخدم في الطرق السريعة و لكن يستخدم في شوارع وسط المدينة و في المناطق التجارية و إضاءة الواجهات و العناصر المعمارية و طرق المشاة و الإضاءة الغامرة و الملاعب و الأشجار و أي منطقة تستدعي دليل أمانة لون مرتفعة بالإضافة إلى فعالية ضيائية عالية. مصباح الهاليد المعدني هو الاختيار الأمثل لتعزيز نمو النباتات و هذا بسبب الطيف الذي يصدره.

- <u>يمكن تلخيص مزايا مصباح الهاليد المعدني فيما يلي:</u>

أ- الحصول على ضوء له أمانة نقل ألوان ممتازة (٧٠-٩٠) بسبب وجود الهاليد. فمصباح الهاليد المعدني يصدر أكثر لون ضوء أبيض متوازن بالمقارنة مع مصابيح HID الأخرى.

ب- إن إضافة الهاليد يزيد من الفاعلية الضيائية للمصباح. حيث أن الفاعلية الضيائية لمصباح الهاليد أفضل من مصباح الزئبق و لكن أقل من مصباح الصوديوم ضغط مرتفع.

ت- تقوم البصيلة الخارجية بإعاقة الأشعة فوق البنفسجية التي يقوم القوس الكهربي الخاص بالمصباح بإنتاجها. (مما يجعل هذا المصباح مستخدم في إضاءة المناطق و المباني التاريخية)

ث- تحكم ممتاز في الضوء الخارج منه

- <u>أما عن عيوب هذا المصباح فتتلخص فيما يلي:</u>

أ- عمر المصباح حوالي ٧٠٠٠ ساعة و هو أقل بكثير من عمر مصباح الزئبق.

ب- يحدث تغيير في لون الضوء مع مرور الوقت، حيث يصبح لون الضوء مائلا للون الأزرق أو الأخضر أو القرنفلي.

ت- يقل التدفق الضيائي لهذا المصباح بمقدار ٢٥ بالمئة بعد ١٠٠٠٠ ساعة تشغيل و تستمر في الانخفاض خلال عمره.

ث- يحتاج المصباح إلى مابين خمس و ست دقائق لكي يعطي ٨٠% من إضاءتها الذروية. و إذا انطفأ المصباح فهو يحتاج إلى فترة قد تصل إلى ١٥ دقيقة قبل إعادة تشغيله مرة أخرى و هي أطول من الفترة اللازمة في حالة مصباح الزئبق. فهي تحتاج لوقت أطول لكي تبرد إلى

القيمة التي تسمح بإعادة تشغيلها. و للتغلب على هذه المشكلة يتم استخدام جهاز كبح تيار إلكتروني و الذي يتحكم أيضا في التغيير الذي يحدث للون الضوء و يطيل من عمر المصباح.

ج- لا يتوفر منه نوع ذو قدرة كهربية منخفضة و تدفق ضيائي منخفض.

ح- تكلفة مبدئية عالية

خ- يتم وضع هذا المصباح في تركيبة إنارة مغلقة.

ت) مصباح الصوديوم ضغط منخفض Low Pressure Sodium (SOX):

يتولد الضوء في هذا المصباح عن طريق التفريغ الغازي الذي يتم في وسط له ضغط منخفض و مكون من بخار الصوديوم. و لا يعتبر مصباح الصوديوم ضغطا منخفضا من عائلة HID و هذا من الناحية التقنية، فهو يشكل مجموعه بمفرده و لكن يتم ذكره ضمن هذه المجموعة لتيسير المناقشة.

- يمكن تلخيص مزايا مصباح الصوديوم ضغط منخفض فيما يلي:

أ- يتميز هذا المصباح بأعلى فاعلية ضيائية بين جميع المصابيح التي تستخدم لأغراض الإضاءة المستمرة.

ب- قد أوضحت التجارب أيضا أن الإبهار الناتج من هذا المصباح أقل إزعاجا من الإبهار الناتج من أنواع المصابيح الأخرى.

ت- و يصل عمر المصباح إلى ١٥٠٠٠ ساعة.[١٠]

ث- إن الإشعاع الناتج من هذا المصباح يقع في الجزء المرئي من الطيف و بالتالي ليس هناك حاجة إلى استخدام مادة متفسفرة كما هو الحال بالنسبة للمصباح الفلوري.

- أما عن عيوب هذا المصباح فتتلخص فيما يلي:

أ- له أمانة نقل الألوان منخفضة (-٤٥) و بالتالي لا يمكن بتاتا تمييز الألوان على ضوئه، و لذلك فهو يستخدم أساسا للإضاءة الخارجية في الأماكن التي تحتاج قدرة ضيائية عالية و إدراك تباين عال (contrast recognition) بدون الحاجة إلى أي أمانة في نقل الألوان مثل الشوارع و الموانى و المطارات و معابر الخطوط الحديدية و المحاجر الخ.

ب- إن الضوء الناتج من هذا المصباح تنحصر طول موجاتها ما بين ٥٨٩ و ٥٨٩.٦ نانوميتر أي ضوءا أصفر أحادي اللون مما يزيد من حدة الإبصار و حساسية العين لفروق التباين كما يوضح الرؤية خلال الشبورة. و لكن في نفس الوقت يتسبب في رداءة أمانة نقل الألوان.

ت- تتراوح الفترة الزمنية بين بدء المصباح و إعطائه الإضاءة الكاملة بين ٧ و ١٥ دقيقة.

ث- تقل الفاعلية الضيائية مع الزمن.

ج- تحكم ضعيف في الضوء الخارج منه.

ث) مصباح الصوديوم ضغط عالي High Pressure Sodium (HPS):

يعتمد نوع الضوء الناتج من هذا المصباح على ضغط البخار. ففي حالة الضغط المنخفض يكون الضوء أحادي اللون كما سبق الذكر في النوع السابق. أما إذا كان الضغط عاليا، فإن طول موجات الإشعاع الناتج يقع على مدى واسع من الطيف المرئي مما يجعل لون الضوء أبيض – ذهبي به كمية كبيرة من اللون الأحمر و الأصفر و كمية

[10] زكي و الكمشوشي، ٢٠٠٤

صغيرة من الأزرق و البنفسجي. تحتوي أنبوبة المصباح على كمية من غاز الزئبق و غاز الزينون Xenon بالإضافة إلى الصوديوم لرفع الفاعلية الضيائية و تسهيل عملية بدء المصباح. إن استخدام هذا المصباح يكون مناسبا جدا عندما تكون الاعتبارات الاقتصادية، كالفاعلية الضيائية و عمر المصباح، أهم بكثير من متطلبات الأمانة في نقل الألوان. فهو يستخدم بكثرة في مجال الإضاءة الخارجية خصوصا في إضاءة الشوارع. و نظرا لصغر قطر أنبوبة التفريغ فإن المصباح ذو الغلاف الخارجي الصافي يستخدم بكثرة في الإضاءة الغامرة حيث يمكن تصميم ناشر ضوء خاص لهذا النوع من الإضاءة له كفاءة عالية و قليل الإبهار. و يستخدم في الإضاءة الخارجية للمباني العامة و التذكارية و المطارات و أرصفة الشحن و التفريغ و الملاعب و مواقف السيارات. و رغم أن أمانة الألوان لضوء هذا المصباح ليست عالية إلا أنها تفي بالغرض لإضاءة مثل هذه الأماكن (شكل رقم ١٢-٤ و ١٣-٤). أما المصباح ذو الغلاف الخارجي الأبيض فهو يستخدم في إضاءة الشوارع.

- يمكن تلخيص مزايا مصباح الصوديوم ضغط عالي فيما يلي:

أ- مصباح الصوديوم ذو الضغط العالي له فعالية ضيائية عالية.

ب- عمر المصباح يصل إلى ٢٤٠٠٠ ساعة.

ت- تحكم ممتاز في الضوء الخارج منه.

ث- لا يحدث انخفاض كبير في التدفق الضيائي عبر الزمن. (تقل بنسبة ١٠ بالمئة بعد مرور ١٢٠٠٠ ساعة تشغيل.

ج- ينتج هذا المصباح نسبة قليلة من الأشعة الفوق بنفسجية.

- أما عن عيوب هذا المصباح فتتلخص فيما يلي:

أ- دليل أمانة نقل الألوان منخفضة (شكل رقم ١١-٤).

ب- بعد البدء يحتاج المصباح لحوالي ست دقائق ليصل تدفقه الضيائي إلى ٨٠ بالمئة من قيمته المقننة. و نظرا لوجود ضغط بخار مرتفع أثناء التشغيل المستقر للمصباح، فهو يحتاج بعد إطفائه لحوالي ثلاث دقائق قبل إعادة إشعاله و ذلك حتى يتسنى للضغط داخل أنبوبة التفريغ أن يهبط إلى القيمة التي تسمح لجهد البدء بإعادة الإشعال. إلا أنه يوجد الآن بعض البادئات الخاصة تستطيع إعادة إشعال المصباح فوريا.

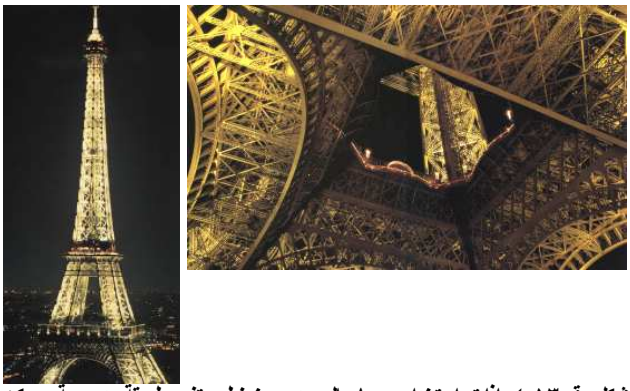
ت- إن لون الضوء الذي يصدره أصفر ذهبي دافئ، وحيد اللون، مما يجعل مظهر النباتات غير حيوي و يخلق جو مخيف.

ث- يتغير لون الضوء في نهاية عمر المصباح، فيصبح مائل للون الأخضر أو الأصفر الغامق أو القرنفلي.

ج- التكلفة الأولية أعلى من مصباح الهاليد المعدني

شكل رقم ١١-٤: يوضح لون الضوء الصادر من مصباح الصوديوم، فهو لا يظهر الأشياء بألوانها الطبيعية. و يفقد المكان جماله أثناء فترة الليل.

شكل رقم ١٢-٤: تم تثبيت high-pressure sodium projectors داخل الهيكل نفسه و إنارة البرج من الداخل، مما يجعل الهيكل الحديدي متلألئا وسط سماء الليل المظلمة و يظهر رقة و رشاقة الهيكل دون إحداث إبهار لعين زائري هذا المكان في فترة الليل. (Gaillard, 2002)



شكل رقم ١٣-٤: إذا تم استخدام مصباح الصوديوم ضغط مرتفع بطريقة مدروسة، يمكن أن يعطي نتائج مبهرة، و هذا ما قام به مصمم الإضاءة الفرنسي Pierre Bideauلإضاءة برج إيفل، فقد استخدم high-pressure sodium projectors 325 مقسمين إلى مجموعات كل مجموعة تحتوي من ٤ إلى ٧ وحدات لخلق التأثير البريق الذهبي للبرج. (Gardner & Molony, 2001)

- مصباح الصوديوم ضغط عالي دي لوكس High Pressure Sodium Lamps (Deluxe Color)

هذا المصباح يوفر معامل لأمانة نقل الألوان مرتفع، و لكن هذا يكون على حساب عمر المصباح و الفاعلية الضيائية له. خصائص هذا المصباح تشبه خصائص مصباح الهاليد المعدني.[١١]

جـ) مصباح الزينون Xenon lamp

هذا المصباح يقوم بإنتاج الضوء عن طريق مرور القوس الكهربي خلال غاز الزينون.

يمكن تلخيص مزايا مصباح الزينون فيما يلي:

أ- معامل لأمانة نقل الألوان ممتازة

ب- يستخدم في إضاءة مواقف السيارات و الشوارع

ت- صغير الحجم، ممكن تثبيته في الأماكن الصغيرة

- أما عن عيوب هذا المصباح فتتلخص فيما يلي:

أ- فاعلية ضيائية ضعيفة.

حـ) المصباح ذو الضوء المولف Blended Light Lamp

تحتوي بصيلة هذا المصباح على فتيلة من التنجستن موصلة على التوالي بأنبوبة التفريغ الزئبقي. و توهج الفتيلة عند إضاءة المصباح يؤدي إلى ارتفاع كبير في مقاومتها و بالتالي إلى الحد من قيمة التيار المار في أنبوبة التفريغ و لذلك فالمصباح ليس في حاجة إلى كابح تيار خارجي خاص به، و يمكن توصيله بالمنبع مباشرة.لهذا المصباح أمانة نقل ألوان جيدة (٧٠) و أهم استخدام لهذا المصباح هو استخدامه كبديل للمصباح المتوهج و ذلك للأسباب الآتية:

أ- رغم انخفاض الفاعلية الضيائية عن مصباح الزئبق العادي، إلا أن هذه القدرة مازالت ضعف قدرة المصباح المتوهج.

ب- نتيجة لانخفاض درجة الحرارة التي تعمل عندها الفتيلة يصل عمر المصباح إلى ستة أضعاف عمر المصباح المتوهج.

[11] Time Saver.

ت- يمكن استبدال المصباح المتوهج بمصباح ذي الضوء المولف بدون الحاجة إلى اجراء تعديلات في التوصيلات الكهربائية أو تغيير قاعدة المصباح أو ناشر الضوء الخاص به.

ث- تتراوح قدرة هذه المصابيح بين ١٦٠ و ١٠٠٠ وات /٢٢٠ فولت.

٢-٢-٢ مصابيح التفريغ ذات الضغط المنخفض Low Pressure Discharge Group

أ) المصابيح الفلورية Fluorescent lamps:

يتكون المصباح الفلوري عادة من أنبوبة زجاجية طويلة سطحها الداخلي مكسو بمادة متفسفرة و طرفاها محكمان تماما و كل منهما مزود بالكترود و تحتوي الأنبوبة على بخار الزئبق و خليط من الأرجون و النيون و في المصابيح الحديثة خليط من الكربتون و الأرجون أو الكربتون و النيون. و يعتمد مبدأ تشغيل هذا المصباح على التفريغ الغازي الذي يتم بين الالكتودين. و يتولد نتيجة لهذا التفريغ إشعاع يقع أغلبه في الجزء ما فوق البنفسجي من الطيف (٢٤٥نانوميتر). و تقوم المادة المتفسفرة بتحويل هذا الإشعاع غير المرئي إلى إشعاع مرئي حيث أن خاصية المسحوق هي امتصاص طاقة الإشعاع ما فوق البنفسجي و إعادة إبتعاثها كإشعاع مرئي أي ضوء. يعتمد لون المصباح الفلوري و فاعليته الضيائية و مدى أمانته لتمثيل الألوان على نوع المادة المتفسفرة المستخدمة في كساء الأنبوبة الزجاجية و على المادة أو المواد المنشطة (activators) التي تضاف إلى المادة المتفسفرة لرفع كفاءتها الفلورية. كما يعرف المصباح الفلوري باسم مصباح الالكترود الساخن hot cathode و هذا بسبب أن الالكترودات يتم تسخينها لإنتاج الضوء (شكل رقم ١٤-٤). [١٢]

- يمكن تلخيص مزايا المصباح الفلوري فيما يلي:

أ- يمتاز هذا المصباح بفاعلية ضيائية مرتفعة بالمقارنة مع مصباح المتوهج.

ب- عمر المصباح الفلوري يصل إلى ٢٠٠٠٠ ساعة.

ت- توجد كوابح إلكترونية خاصة يمكن بواسطتها خفت الإضاءة إلى المستوى المطلوب مما يساعد على الحفاظ على الطاقة.

ث- دليل نقل الألوان ممتاز، لون الضوء أبيض بارد.

ج- ينتج حرارة منخفضة

ح- سريع البدء

خ- تكلفة التشغيل منخفضة

د- يستخدم لغرض الإضاءة الأمنية.

ذ- يقوم بإضاءة مساحات واسعة

- أما عن عيوب هذا المصباح فتتلخص فيما يلي:

أ- حجمه كبير و يصعب التحكم في شعاع الضوء الصادر منه.

ب- يمكن أن يسبب إبهار ما لم يتم حجبه

ت- يقل التدفق الضيائي بفعل الانخفاض في درجة حرارة الجو، و تزيد مع ارتفاع درجة الحرارة الجو(شديد الحساسية لدرجة الحرارة).

ث- يقل التدفق الضيائي مع الزمن

[12] زكي و الكمشوشي، ٢٠٠٤

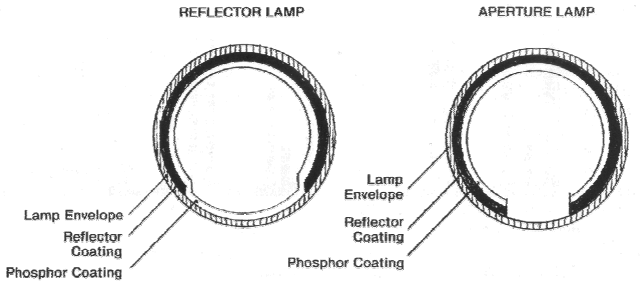
ج- تكلفة أولية مرتفعة

ح- من الصعب خفت الضوء الصادر منه.

من أنواع المصابيح الفلورية المستخدمة بالفراغات الخارجية Jacketed, Aperture and reflector

- **Jacketed lamps**: إن مصباح الفلوري شديد الحساسية للحرارة، فإنخفاض الحرارة بالإضافة إلى وجود الرياح الشديدة تؤثر على قدرته على البدء و كفاءتها، لذلك فيتم حمايته و وضعه في غلاف زجاجي Glass Jacket لحمايته من حركة الهواء و يسمح باحتباس الحرارة لضمان وصوله إلى درجة حرارة التشغيل المناسبة.
- **Reflector lamps** - : و هي تستخدم في الإضاءة الغامرة و هذا بسبب إمكانية التحكم في شكل شعاع الضوء الصادر منها. هذا النوع من مصابيح الفلورية تحتوي على طبقة من البدرة البيضاء تقع بين طبقة المادة المتفسفرة و الأنبوبة، تغطي جزءا كبير من جدار الأنبوبة. تقوم هذه الطبقة بعكس نسبة كبيرة من الضوء الذي ينتجه المصباح من خلال منطقة صغيرة في الغلاف لا تحتوي إلا على المادة المتفسفرة فقط.
- **Aperture lamps** - : تمتاز بنفس مواصفات النوع السابق إلا أنها تحتوي على منطقة صغيرة في الغلاف نقية لا تحتوي على البدرة البيضاء أو المادة المتفسفرة مما يسبب زيادة الشدة الضيائية عشرات المرات أكثر من المصباح القياسي(شكل رقم ١٥-٤). [١٣]

شكل رقم ١٤-٤: إضاءة الفراغ باستخدام مصباح النيون، المخبئ بالعنصر المعماري الظاهر بالصورة، و يقوم هذا المصباح بإصدار ضوء أبيض يميل إلى الزراق بارد. يعتبر هذا المصباح من مصادر الإضاءة الخطية التي تنشر الإضاءة بالفراغ و تقلل من وجود الظلال بالمكان. (Beazley, 2001)



شكل رقم ١٥-٤: أنواع المصابيح الفلورية ذات الفيض الضيائي الموجهة المستخدمة في الفراغات الخارجية. على اليمين (Aperture lamps) و على اليسار (Reflector lamps). (Moyer, 1992)

ب) المصباح الفلوري المدمج (Compact Fluorescent Lamp- CFL):

في عام ١٩٨٠ طرحت الشركتان العملاقتان لصناعة المصابيح فيلبس و أوزرام صنفا جديدا من المصابيح الفلورية و أنشأت بذلك تكنولوجيا جديدة في صناعة المصابيح الفلورية التي تعرف بالمصابيح الفلورية المدمجة. و يتكون المصباح الفلوري المدمج من أنبوبة قطرها ١٢مم على شكل حرف الـ U. و يختلف عدد الأنابيب و طولها للمصباح الواحد على حسب قدرته و نوعه، و بعض هذه المصابيح لها بصيلة خارجية للأغراض الجمالية. و يصنع المصباح المدمج إما بالكابح الإلكتروني كجزء متكامل من المصباح أو كجزء منفصل عنه.

- يمكن تلخيص مزايا المصباح الفلوري المدمج فيما يلي:

أ- يتميز هذا المصباح بتوفير الطاقة

ب- طول عمره، إذ يصل إلى ١٠٠٠٠

[13] Moyer, 1992.

ت- له معامل أمانة لون مرتفعة

ث- له فاعلية ضيائية مرتفعة بالمقارنة مع مصباح المتوهج و لكن أقل من لمصباح الفلوري

ج- يمتاز المصباح المدمج أيضا بإمكانه إحلال محل المصباح المتوهج في الغالبية العظمى من التطبيقات نظرا لصغر حجمه و فاعليته الضيائية المرتفعة فيمكن استبدال مصباح المتوهج ذات قدرة كهربية ٢٠ وات أو أعلى بمصباح فلوري مدمج ٥ أو ٧ أو ٩ أو ١١ أو ١٣ وات.

ح- يمتاز بحجمه الصغير المشابه لحجم المصباح المتوهج.

- أما عن عيوب هذا المصباح فتتلخص فيما يلي:

أ- يقل التدفق الضيائي مع الوقت

ب- يتأثر التدفق الضيائي للمصباح بدرجة حرارة المحيطة به.

ت) مصباح الالكترودات الباردة و النيون Cold Cathode, Including Neon:

هذه الأنابيب المضيئة تشبه المصباح الفلوري و لكن في هذه الحالة لا يتم تسخين الالكترودات لإنتاج الضوء و لهذا السبب يطلق على هذا النوع مصباح الالكترودات الباردة. يحتاج لجهد عالي للتشغيل. و هو عبارة عن أنبوبة طويلة و رفيعة، مما يجعل من السهل ثنيها و تشكيلها. و هي تستخدم أساسا لأغراض التزيين في الفراغات الخارجية، مثل العلامات الإرشادية و تحديد المباني و لافتات الدعاية و أي استخدام غير عادي. هذا النوع له إمكانية إصدار ألوان عديدة للضوء. ويتحدد لون الضوء الذي يصدره هذا المصباح تبعا لثلاثة مكونات أساسية: نوع الغاز المستخدم في المصباح و نوع المادة المتفسفرة التي تكسو غلاف المصباح و لون الزجاج (شكل رقم١٦-٤).

- يمكن تلخيص مزايا المصباح الالكترودات الباردة فيما يلي:

أ- مرونة في شكله و حجمه.

ب- متوفر منه ألوان كثيرة.

ت- مقدرة كل أنبوبة على إصدار أكثر من لون.

ث- يمكن إنتاج أكثر من لون بالنسبة للأنبوبة الواحدة.

ج- لا يستهلك الطاقة.

ح- طول عمره ٣٠٠٠٠ ساعة.

خ- سهولة في خفت الضوء

د- لا يسبب إبهار للعين

- أما عن عيوب هذا المصباح فتتلخص فيما يلي:

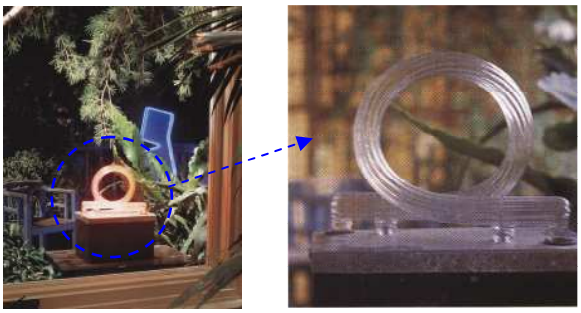
أ- له فاعلية ضيائية ضعيفة.

ب- هذا المصباح من المهم أن يتم حمايته من الرطوبة و البرودة و حماية الناس من جهده العالي الخاص به.

ت- إن المحولات الخاصة به كبيرة و مزعجه مما يجعل من الضروري وضعه في مكان غير مسموع بالنسبة للناس.

ث- التدفق الضيائي الخاص به أقل من المصباح الفلوري.

ج- تكلفة أولية مرتفعة



شكل رقم ١٦-٤: صورة توضح هيكلين من النيون قام بتصميمهما Roger Daniells of C.R. Glow في فترة النهار و أثناء فترة الليل (Whitehead, 2001)

ث) مصباح التفريغ بدون إلكترودات (Electrodeless Discharge Lamp "induction lamps")

لقد أمكن تطوير هذا النوع من المصابيح خلال العقد الماضي بفضل التقدم في تكنولوجيا الإلكترونات و في نوعية المواد المتفسفرة. و تقوم هذه المصابيح بإصدار الضوء عن طريق مرور التيار الكهربي داخل ملفات حلقية تقوم بإنتاج مجال مغنطيسي داخل قلب من الفيرايت Ferrite core ثم يقوم المجال المغناطيسي بدوره في إنتاج مجال كهربي يمر ببخار الزئبق داخل أنبوبة التفريغ. ففي هذا النوع من المصابيح يتم التفريغ الغازي بواسطة مجال كهربي ناتج من وجود مجال مغنطيسي بدون إلكترودات electrodeless (شكل رقم ١٦-٤ إلى ١٨-٤).

- و هذه المصابيح ليست رخيصة الثمن و لكن لها عدة مزايا:

أ- عمر طويل جدا يصل إلي ١٠٠٠٠٠ ساعة و لذلك فهي تصلح لإنارة جميع الأماكن التي يصعب فيها الوصول إلى مكان المصابيح مثل إضاءة الكباري و الأنفاق و الطرق السريعة و المطارات .....إلخ.

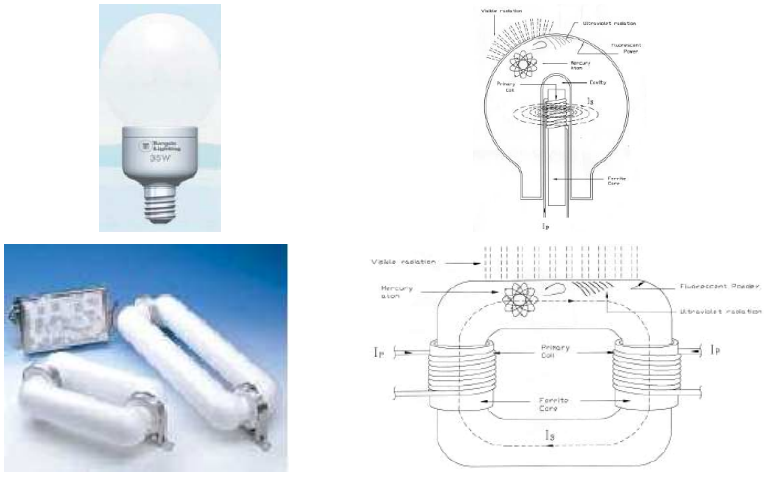
ب- على عكس المصابيح الفلورية فهذه المصابيح لا تتأثر بعدد عمليات البدء.

ت- لحظية البدء.

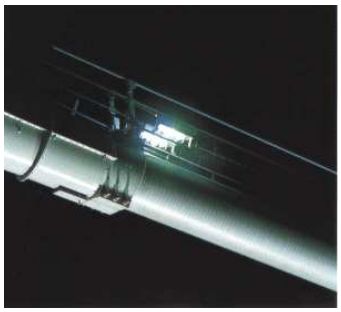
ث- عدم وجود الكترودات يطيل عمر المصباح و يرفع الحذر عن استخدام بعض العناصر التي قد تؤدي إلى تدمير الالكترودات.

ج- لها أمانة نقل الألوان جيدة جدا (≥٨٠).

ح- لها فاعلية ضيائية عالية (٧٠ لومن/واط).



شكل رقم ١٧-٤: أنواع مصابيح التفريغ بدون الكترودات(David C. Lai and James C. Lai,. 2004)



شكل رقم ١٨-٤: تم تحديد الكابلات الرئيسية التي تدعم جسر Akashi Kaikyo عن طريق ١٠٨٤ مصباح تفريغ بدون الكترودات، هذا لأن الوصول إليها صعب لصيانتها، فتم اختيار هذا النوع من المصابيح لطول عمره. (Gardner & Molony, 2001)

جـ) مصباح مايكروويف كبريت Sulphur Microwave Lamp

هو مصباح بدون الكترودات، و يستخدم الميكروويف لإصدار الإضاءة من خلال بصيلة تحتوي على كبريت و أرجون. و من مميزات هذا النوع :

أ- فاعلية ضيائية مرتفعة.

ب- عمر المصباح يصل لـ ١٠٠٠٠ ساعة.

ت- دليل أمانة اللون مرتفعة.

٣-٢ المقومات المبتعثة للضوء Light – Emitting Diodes (LED)

يتنبأ العاملون في مجال الإضاءة بأنه في المستقبل غير البعيد سوف تحل المقومات المبتعثة للضوء مكان كثير من المصابيح التقليدية كمصدر إضاءة. إن مصباح الـ LED ينتج الضوء عن طريق حركة الإلكترونات الموجودة داخل مادة شبه موصلة (semiconductor material). عندما يمر التيار الكهربي عبر ملتقى pn (pn-junction) – ملتقى شبه موصلين (semiconductors) أحدهم موجبة (P-type) أي تحتوي على شغرات الكترونية (holes) و الأخرى سالبة (N-type) أي تحتوي على الكترونات حرة – تحت تأثير انحياز أمامي (forward biased) تنتقل الالكترونات الحرة من الناحية السالبة إلى الناحية الموجبة التي تحتوي على الشغرات. و عندما يتحد الإلكترون مع شغرة تنطلق كمية من الطاقة تظهر على شكل حرارة و ضوء. في بعض المواد شبه الموصلة مثل السليكون تتحول أغلب الطاقة المحررة إلى حرارة و في بعض المواد الأخرى تتحول أغلب هذه الطاقة إلى ضوء. يطلق على الملتقى pn اسم مقوم (Diode) و إذا قام هذا المقوم ببعث ضوء مرئي يطلق عليه اسم مقوم مبتعث للضوء (LED). و ظاهرة تحويل الطاقة الكهربية إلى ضوء تسمى الكهروضوئية (electroluminescence). و تعتمد كمية الطاقة المحررة على مقدار فجوة الطاقة (energy gap) بين نطاق التوصيل (الذي يحتوي على الإلكترونات الحرة) و نطاق التكافؤ (الذي يحتوي على الشغرات) للمادة شبه الموصلة.

المقومات المبتعثة للضوء كمنابع ضوئية:

يتكون المقوم من رقاقة شبه موصلة موضوعة أمام عاكس قدحي الشكل و مغلفة بعدسة مصنوعة من مادة راتنجية زجاجية (شكل رقم ١٩-٤). و يعتمد الاتساع الزاوي للضوء الذي يبتعثه المقوم على حجم المقوم و شكل العاكس القدحي و شكل و حجم العدسة الزجاجية المستخدمة و كذلك على المسافة بين جسم المقوم و قمة هذه العدسة. و يعتمد لون الضوء المبتعث على نوع المادة المستخدمة و على نوع و كمية الإشابة. و يمكن الحصول على منابع مبتعثة للضوء ذات ألوان متعددة و ذلك بتركيب مناسب لعدد من المقومات ذات الألوان المختلفة داخل

غلاف واحد (شكل رقم ٢٠-٤) فمثلا يمكن الحصول على اللون الأبيض عن طريق توليفة من الالوان الأحمر و الأخضر و الأزرق باستخدام ثلاث وحدات في جهاز واحد.

- يمكن تلخيص مزايا المقومات المبتعثة للضوء فيما يلي:

أ- طول عمرها الذي يتراوح بين ١٠٠٠٠٠ ساعة للون الأحمر و ١٠٠٠٠ ساعة للألوان الأخرى.

ب- الاقتصاد الكبير في استهلاك القدرة الكهربية في بعض التطبيقات مقارنة بالمصباح المتوهج الذي يصل الفقد الحراري فيه إلى ٩٥% من الطاقة و خاصة إذا كان المطلوب هو ضوء له طول موجي محدد (أي ضوء أحادى اللون) حيث أن استخدام المرشحات للحصول على نفس اللون من المصباح المتوهج يسفر عنه انخفاض كبير في الخرج الضوئي بدون أي انخفاض في الطاقة المستهلكة.

ت- الحصول على لون الضوء المرغوب فيه بدون الحاجة لمرشحات.

ث- يمكن تحملها الاهتزازات و الصدمات و تناسب كل العوامل الجوية.

ج- فاعلية ضيائية عالية، نسبة كبيرة جدا من الطاقة الكهربية تتحول إلى ضوء.

ح- صغيرة الحجم مما يسهل استخدامها في أي مكان مهما كان صغير (شكل رقم ٢١-٤).

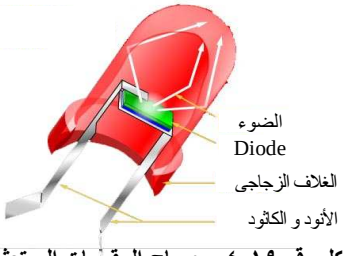
خ- لا تحتوي على أشعة فوق البنفسجية.

د- يمكن استخدامها في الإضاءة الغامرة.

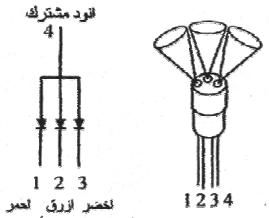
ذ- لا يحدث إبهار للعين

أما عن عيوب هذا المصباح فتتلخص فيما يلي:

أ- تكلفتها عالية و هذا نتيجة لوجود شبه الموصلات التي تتسم بغلو ثمنها.[١٤]



شكل رقم ١٩-٤: مصباح المقومات المبتعثة للضوء(www.electronics.howstuffworks.com)

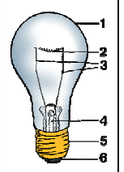
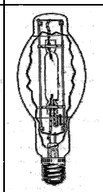
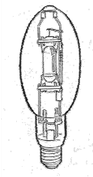
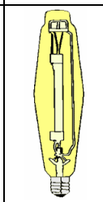


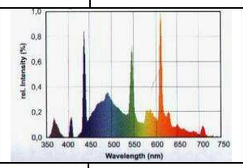
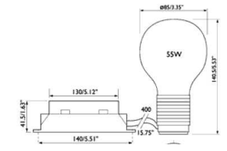
شكل رقم ٢٠-٤: مقوم يشع خليط من ثلاث ألوان (زكي و الكمشوشي، ٢٠٠٤)

شكل رقم ٢١-٤: مشروع Zonnebloem Park ببلجيكا، تم استخدام مصباح LED في إضاءته نظرا لصغر حجمه، فتركيبة الإنارة الشريطية الخاصة به و الموضحة بالصورة يمكن أن تثبت في أي مكان ذات عرض محدود (لا يتجاوز ٢٠ سم) كما يتراوح طول هذه التركيبة ما بين ٦٠ إلى ١٢٠ سم.(International Lighting Review)

[14] زكي و الكمشوشي، ٢٠٠٤، www.electronics.howstuffworks.com

جدول (١-٤): جدول مقارنة لأنواع المصابيح المختلفة

		الفاعلية الضيائية Efficacy (lumens/watt)	القدرة الكهربية Wattage Range Watt	عمر المصباح Life (in hours)	درجة حرارة اللون Color Temperature (K)	أمانة نقل الألوان Color Rendering	ملف كبح تيار Transformer Ballast	بدئ Start/Power Interrupt.	القدرة على التبديل Interchangeability	التحكم في توزيع الضوء Beam control	السعر الأولي للمعدات Initial Cost of Equipment	التطبيق الخاصة بالفراغات الخارجية Applications for Outdoor Spaces
المصباح المتوهج Incandescent lamp		٧- ٢٤ المتوسط ١٧	أقل من ١- ١٥٠٠	٧٥٠-٢٠٠٠	أبيض دافئ يتغير اللون بتغير شدة الإضاءة	٩٥ ممتاز	١٢٠-١٣٥ فولت لا تحتاج أقل من ١٢٠ يحتاج لمحول وتختلف عدد المصابيح لكل محول حسب القدرة الكهربية للمصباح	يعمل فور تشغيله و لا يتأخر عند إعادة التشغيل	خلال نفس نوع القاعدة حتى أعلى جهد لتركيبة الإنارة	مناسب	منخفض	يستخدم في الإضاءة الغامرة للمساحات الصغيرة Small area floodlight و في إضاءة التوكيد و في إظهار ملمس الأشياء و يستخدم أيضا في إضاءة الأشياء ذات اللون الأحمر و الأصفر و البني
مصباح بخار الزئبق Mercury Vapor Lamp		٥٠-٦٠	٤٠ - ١٠٠٠	١٦٠٠٠- ٢٤٠٠٠	أبيض بارد مائل للأزرق المخضر	١٥-٢٠	يحتاج لملف كبح مصباح واحد لكل ملف كبح	يحتاج لـ٣ دقائق للبدء و إعادة التشغيل	خلال نفس القاعدة و الجهد و القدرة الكهربية	مناسب	متوسط	يستخدم في إعطاء تأثير ضوء القمر (Moonlight) و إضاءة الأشياء ذات اللون الأخضر و الأزرق. و يستخدم أيضا في إنارة الشوارع و المناطق الواسعة
مصباح الهاليد المعدني Metal Halide Lamp		٧٥- ١٢٥	٧٠- ١٥٠٠	٦٠٠٠- ٢٠٠٠٠	أبيض بارد	٧٠- ٩٠	يحتاج لملف كبح مصباح واحد لكل ملف كبح	٢- ٥ دقائق للبدء و ١٠- ٢٠ دقيقة لإعادة التشغيل	خلال نفس القاعدة و الجهد و القدرة الكهربية	مناسب	متوسط إلى مرتفع	الإضاءة الغامرة لإنارة واجهات المباني و الأنصبة التذكارية و لإنارة الملاعب و الشوارع. و نظرا لأنه يتسم بفاعلية ضيائية و لون ضوء أفضل من مصباح بخار الزئبق فأصبح الآن يحل محله و إضاءة النباتات
مصباح الصوديوم ضغط منخفض Low Pressure Sodium lamp		حتى ١٨٠	١٨- ١٨٠	١٠٠٠٠- ١٨٠٠٠	أصفر-برتقالي دافئ	٤٥ –	يحتاج لملف كبح مصباح واحد لكل ملف كبح	٧- ١٥دقائق للبدء و دقيقة واحدة لإعادة التشغيل	خلال نفس القاعدة و الجهد و القدرة الكهربية	مناسب إلى ضعيف	مرتفعة	له أعلى فاعلية ضيائية بالمقارنة بالمصابيح المستخدمة بالفراغات الخارجية لذا فهو يستخدم في إنارة الشوارع فقط و ليس طرق المشاة لأنه مصدر وحيد اللون يظهر الأسطح كظلال بني و أصفر
مصباح الصوديوم ضغط عالي High Pressure Sodium lamp		٨٠- ١٠٠	٣٥- ١٠٠٠	٢٤٠٠٠	أصفر دافئ يتغير اللون في نهاية عمره	٢٠- ٣٩	يحتاج لملف كبح مصباح واحد لكل ملف كبح	٣- ٤ دقائق للبدء و١- ٥.٠ دقيقة لإعادة التشغيل	خلال نفس القاعدة و الجهد و القدرة الكهربية	مناسب إلى جيد	مرتفعة	يستخدم في إنارة الشوارع و المناطق التاريخية و مناطق الحفاظ (لأنها تصدر نسبة قليلة من الأشعة تحت البنفسجية) و المناطق الواسعة حيث تكون الفاعلية الضيائية و عمر المصباح أهم من دليل أمانة نقل الألوان.

		الفاعلية الضيائية Efficacy (lumens/watt)	القدرة الكهربية Wattage Range Watt	عمر المصباح Life (in hours)	درجة حرارة اللون Color Temperature (K)	أمانة نقل الألوان Color Rendering	ملف كبح تيار Transformer Ballast	بدئ Start/Power Interrupt.	القدرة على التبديل Interchangeability	التحكم في توزيع الضوء Beam control	السعر الأولي للمعدات Initial Cost of Equipment	التطبيق الخاصة بالفراغات الخارجية Applications for Outdoor Spaces
المصباح الفلوري Fluorescent Lamp		٢٠ـ ٩٥	٤ـ ٢٢٠	٧٥٠٠- ٢٠٠٠٠	أبيض من الدافئ إلى البارد	 يختلف تبعا للمادة المتفسفرة (جيدة)	يحتاج لملف كبح ٣ مصابيح لكل ملف كبح	يعمل فور تشغيله و لا يتأخر عند إعادة التشغيل	خلال نفس القاعدة و الجهد و القدرة الكهربية	ضعيف	متوسط	إنارة واجهات المباني و ممرات المشاة المغطاة
المصباح الفلوري المدمج Compact Fluorescent Lamp		٤١ـ٨٨	٥ـ٤٠	يصل إلى ١٠٠٠٠	أبيض دافئ	جيد	مدمج به ملف كبح تيار	عادة ما يكون مدمج به البادئ. و يعمل فور تشغيله و لا يتأخر عند إعادة التشغيل	–	مناسب	–	يمكن أن يحل محل المصباح المتوهج في الغالبية العظمى من التطبيقات
مصابيح التفريغ بدون الكترودات Induction Lamps		٧٠	٨٥	عمره طويل جدا يصل إلى ١٠٠٠٠٠	أبيض بارد و دافئ	٨٢ (جيد جدا)	ملف كبح تيار الكتروني	لحظية البدء	–	بناء على النوع	مرتفع	إضاءة الأماكن التي يصعب الوصول إليها لصيانتها مثل الكباري و الطرق و الأنفاق.

(Janet Lennox Moyer, I.E.S.,A.S.I.D., 1992; Leslie & Rodgers, 1996; time saver; Tregenza & Loe, 1998; Gibbons & Oberhozer, 1991; Andrew and others, 1972; Alpern,1982; Rubenstein, 1992; Cartwright, 1980; زكي و الكمشوشي، ٢٠٠٤)

٣- الخصائص التصميمية و التشغيلية للمصابيح الكهربية:

يوجد بعض الخصائص و المعلومات الفنية الخاصة بالمصابيح الكهربية التي تقوم المنظمات و مصانع المصابيح بتوفيرها حتى يتسنى لمصمم الإضاءة اختيار المصباح المناسب للظروف التصميمية و الاقتصادية و المناخية و غيرها الخاصة بالفراغ الخارجي المراد تصميمه. و من هذه الخصائص:

٣-١ حجم و شكل المصباح Shapes and Sizes

لمعرفة هل حجم المصباح سيكون ملائما لتركيبة الإنارة و ما إذا كان سطوع المصباح سيكون مرئيا. يوجد بعدان أساسيان للمصباح (maximum overall length "MOL") و هو يدل على طول المصباح من قمة البصيلة إلى أخر القاعدة (شكل رقم ٢-٤) و (light center length "LCL") و هو يدل على البعد بين منتصف الفتيلة حتى القاعدة.

٣-٢ موضع تشغيل المصباح Lamp Operating Position

يوجد بعض المصابيح يمكن تشغيلها بأي موضع (أفقي – القاعدة فوق – القاعدة تحت) و البعض الأخر لا تعمل إلا في موضع معين حتى تعطي أعلى كفاءة و يتم معرفة هذا الموضع من خلال الكتالوج التي توفره شركة المصابيح.

٣-٣ درجة حرارة التشغيل لجدار البصيلة و القاعدة Bulb-Wall and Base Operating Temperature

يحتاج المصباح لأن يعمل تحت درجة حرارة معينة محتملة حتى تزيد الفاعلية الضيائية و تمنع من انصهار زجاج البصيلة و تلف تركيبة الإنارة و انفصال القاعدة عن المصباح و تلف الأسلاك. إن القيام باستخدام مصابيح ذات قدرة مرتفعة يؤدي للمشاكل السابقة فيجب على تركيبة الإنارة أن تكون لها قدرة على ترسيب الحرارة الناتجة من المصباح لعدم حدوث أي تلفيات بها. و يقل الفيض الضيائي و القدرة الخاصة بالمصباح إذا ما ذادت أو قلت درجة حرارة التشغيل. إن معلومة الخاصة بدرجة حرارة التشغيل تكون موجودة في الكتالوج الخاص بتركيبات الإنارة و ليس الخاص بالمصابيح. من المهم أن يعرف مصمم الإضاءة مقدار ما يبعثه المصباح من حرارة و هل هذا يسبب ضرر بالنسبة لمستخدم الفراغ أو النبتات التي توجد بالفراغ .....الخ.

٣-٤ الجهد Voltage

من المهم معرفة الجهد الذي يعمل عليه المصباح و المحدد من قبل المصنع و الجهد المتوفر بالمشروع الذي سيتم استخدام المصباح به، و ضمان تطابقها مع بعض، لأنه إذا تم استخدام المصباح في جهد أعلى من المحدد له أو أقل، سيؤثر بالسلب على أداء المصباح و عمره.

٣-٥ انتقاص التدفق الضيائي للمصباح light output &efficacy & LLD

من المهم التعرف على القدرة الكهربية (وات) و التدفق الضيائي (لومن) و الفيض الضيائي (لومن/وات) للمصباح، كل هذه المعلومات تؤثر على الناحية الاقتصادية للمشروع. يتناقص التدفق الضيائي للمصباح على مدى عمره. يقل الضوء الخارج من المصباح نتيجة لتراكم الأوساخ و الشوائب. و بالنسبة للمصباح المتوهج يكون نتيجة لظاهرة التسويد و هي تكوين غشاء منتظم عاتم على السطح الداخلي للبصيلة نتيجة تسرب التنجستن المتبخر من الفتيلة. و يوجد بعض المصابيح مثل المصباح الفلوري و HID تنخفض الفاعلية الضيائية لها بمرور الوقت. تقوم مصانع المصابيح بذكر قيمتين للتدفق الضيائي (initial lumens و mean lumens)، initial

lumens و هو قيمة التدفق الضيائي الذي أصدره المصباح بعد مرور ١٠٠ ساعة من تشغيله و mean lumens و هو إجمالي قيمة التدفق الضيائي بع مرور ٤٠ إلى ٥٠ في المئة من عمر المصباح. إن ظاهرة انتقاص التدفق الضيائي لمصباح بخار الزئبق تعتبر ظاهرة حرجة و تكون أقل حرجا مع مصباح الصوديوم ضغط غالي و المصباح الفلوري[١٥]

٣-٦ عمر الاستعمال المتوسط للمبة Lamp Life

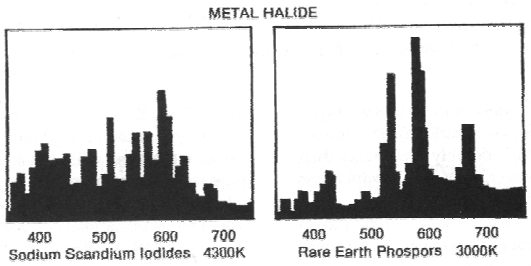
تقوم مصانع المصابيح بتحديد متوسط عمر المصباح مقاسا بالساعة. هذه المدة تستخدم عند المقارنة بين أنواع المصابيح المختلفة عند دراسة الناحية الاقتصادية للمشروع. و القيمة التي تعطيها قيمة متوسطة أي أن المصباح يمكن أن ينتهي عمره قبل أو بعد هذه القيمة و هذا لعوامل كثيرة مثل الجهد المستخدم لإضاءة المصباح، إذا كان أقل أو أكثر من جهد المصباح و العوامل الجوية و عدد مرات غلق و تشغيل المصباح.

٣-٧ لون الضوء المنتج Color of Light Produced

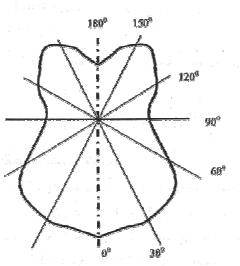
توفر المصانع معلومات عن لون الضوء (درجة الحرارة و دليل أمانة نقل الألوان) الذي ينتجه المصباح و توفر أيضا منحنى الطاقة الطيفية للضوء الخارج من المصباح (شكل رقم ٢٢-٤).

٣-٨ المنحنى القطبي لتوزيع قوة الإضاءة بالنسبة للاتجاهات المختلفة Control Beam

و يتمثل بأشكال قطاعات رأسية لمجسمات توزيع الفيض الضوئي للمبات الكهربية، و منها يتضح تغير مقادير قوة الإضاءة بالنسبة لكل اتجاه، هذه المنحنيات قد يعتريها بعض التحورات في أشكالها تبعا لأسلوب الإضاءة المتبع و شكل الجهاز المستعمل. و بفحص هذا المنحنى يمكن اختيار المصباح الذي يتلاءم مع الاستعمال المراد. كما تساعد على معرفة مقدار التحكم في شعاع الضوء الخارج من المصباح فيوجد بعض المصابيح يصعب التحكم في شعاع الضوء الخارج منها مثل المصباح الفلوري (شكل رقم ٢٣-٤).



شكل رقم ٢٢-٤: منحنى الطاقة الطيفية للضوء الخارج من مصباح الهاليد المعدني. (Moyer, 1992)



شكل رقم٢٣-٤: نموذج لمنحنى قطبي للشدة الضيائية (زكي و الكمشوشي، ٢٠٠٤)

٣-٩ التسخين و بداية التشغيل Warm up & restrike

كل مصابيح التفريغ الغازي تحتاج إلى فترة زمنية للتسخين حتى تعطي أعلى قيمة للتدفق الضيائي لها. و عندما تصل لهذه القيمة، يحتاج مصدر الإضاءة إلى جهد مناسب لاستمرار عملية التشغيل. في حالة حدوث خلل في القوة الكهربية، يقف مصدر الضوء عن التشغيل و لا يعود مرة أخرى إلا بعد أن يبرد تماما. في حالة المصباح الفلوري، فهو لا يحتاج فترة طويلة ليبرد قبل التشغيل إلا أنه يحتاج فترة طويلة حتى يصل لأعلى قيمه للتدفق الضيائي الخاص به خاصة إذا كان يوجد في محيط شديد البرودة.

[15] Moyer, 1992; Time Saver

٣-١٠ التحكم و الأجهزة المساعدة

معرفة نوع الجهاز المساعد الذي يحتاجه المصباح للتشغيل مثل البادئ starter أو ملف كبح تيار ballast أو محول transformer. و مدى سهولة خفت المصباح.

٣-١١ الاقتصاديات Economy

من المهم الوضع في الاعتبار سعر المصباح و الأجهزة المساعدة و قدرة المصباح.

الفصل الخامس

تركيبة الإنارة Light Fixtures

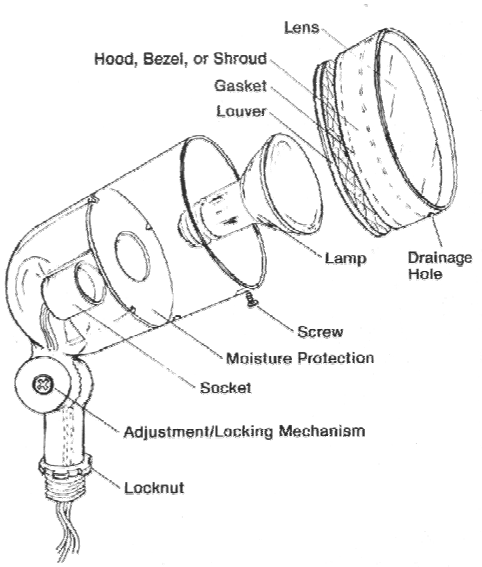
مقدمة:

بعد التحدث عن أنواع المصابيح المختلفة المتوفرة و المستخدمة في إضاءة الفراغات الخارجية، سيتم التعرف على أنواع و خصائص و استخدامات تركيبات الإنارة في الفراغات الخارجية.

تقوم تركيبة الإنارة بعدة وظائف و منها:

- تقوم بتوصيل المصباح بمصدر الكهرباء.
- تحمي المصباح من الظروف القاسية الخارجية المحيطة به.
- تقوم بتوجيه أو نشر الضوء الخارج من المصباح أي التحكم بشكل الضوء الخارج من المصباح (تقوم بتوزيع الضوء).
- يمكن أن تجمع بين أكثر من مصباح.

عادة ما تتكون تركيبة الإنارة من علبة (housing) و مقبس (socket) و أجزاء للتثبيت (mounting assembly) (شكل رقم ١-٥). و تحتوي العلبة على عاكس (reflector) يتحكم في شكل شعاع الضوء و عدسة (lens cap or bezel) و محول أو حجيرة ملف كبح تيار (transformer or ballast compartment).



شكل رقم ١-٥: المكونات الأساسية لتركيبة إنارة خاصة بالمصباح المتوهج (Moyer, 1992)

إن عملية اختيار تركيبة الإنارة المناسبة تخضع لمعايير كثيرة و هذا ما سيتم تناوله في هذا الجزء من البحث بالإضافة إلى تناول أهم أنواع تركيبات الإنارة و ملحقاتها و أنواع المصابيح المناسبة لها.[1]

١- أنواع و أصناف تركيبات الإنارة Fixture Types

يوجد أنواع كثيرة من تركيبات الإنارة المستخدمة في إضاءة الفراغات الخارجية. يمكن أن يتم تصنيف هذه الأنواع بناء على وظيفتها أو بناء على العناصر التي تقوم بإضاءتها، على أية حال يوجد أربعة أنواع رئيسية من تركيبات الإنارة: النوع الأول هو الذي يظهر في الفراغ أثناء فترة النهار و يتكامل طرازه و شكله مع المحيط العمراني الذي يتواجد فيه و في نفس الوقت يشارك في التكوين الضوئي أثناء فترة الليل، و يطلق على هذا الصنف تركيبة إنارة للزينة (Decorative Fixture). أما النوع الثاني، فهو يقوم بخلق المؤثرات الضوئية المختلفة في الفراغ أثناء فترة الليل و لا يكون مرئيا بالنسبة للناس أثناء فترتي النهار و الليل، و يطلق على هذا النوع تركيبة إنارة وظيفية (Functional Fixture). كما يوجد الأحبال و تركيبات الإنارة المبتكرة. و بعض تركيبات الإنارة ممكن أن تجمع بين أكثر من نوع[2]

١-١ تركيبات إنارة للزينة Decorative Fixtures

و تشتمل تركيبات إنارة للزينة على:

أ- الفوانيس Lanterns

ب- إَضاءة مسارات الحركة Path lights

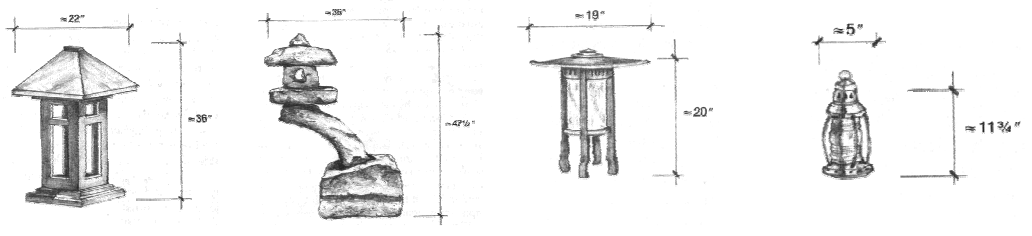
ت- تركيبات الإنارة المثبتة على أعمدة أو على الحائط أو المعلقة Post, Wall-Mounted, Hanging Fixtures

١-١-١ الفوانيس Lanterns

التوصيف: إن فئة الفوانيس تتضمن العديد من الأشكال و الطرز التقليدية لتركيبات الإنارة و التي تعود بالذاكرة إلى أشكال تركيبات الإنارة المستخدمة في العصور القديمة و التي كانت تختلف و تتنوع باختلاف الثقافات و الحقب الزمانية (شكل رقم ٢-٥). مثال، الحضارة اليابانية التي أنتجت الفانوس الحجري stone lantern الثابت و المتحرك.

التطبيق: يمثل هذا النوع من تركيبات الإنارة الآن عنصرا جماليا في الحدائق و الفراغات الخارجية، و يقوم بتأكيد طابع و هوية و طراز المكان بالإضافة إلى أنه يقوم بتوفير ضوء بسيط يساهم في تحقيق التأثير الضوئي المطلوب.

المصابيح: بعضها لا يكون كهربائيا يضاء عن طريق الغاز أو الشمعة، أما في حالة استخدام مصابيح كهربية فمن المهم أن تكون القدرة الكهربية للمصباح ضعيفة (من ٣ إلى ١٥ وات) لتجنب إبهار عدسة العين.



شكل رقم ٢-٥: أشكال مختلفة للفوانيس (Moyer, 1992)

[1] Moyer, 1992؛ Leslie & Rodgers, 1996؛ Turner, 1998

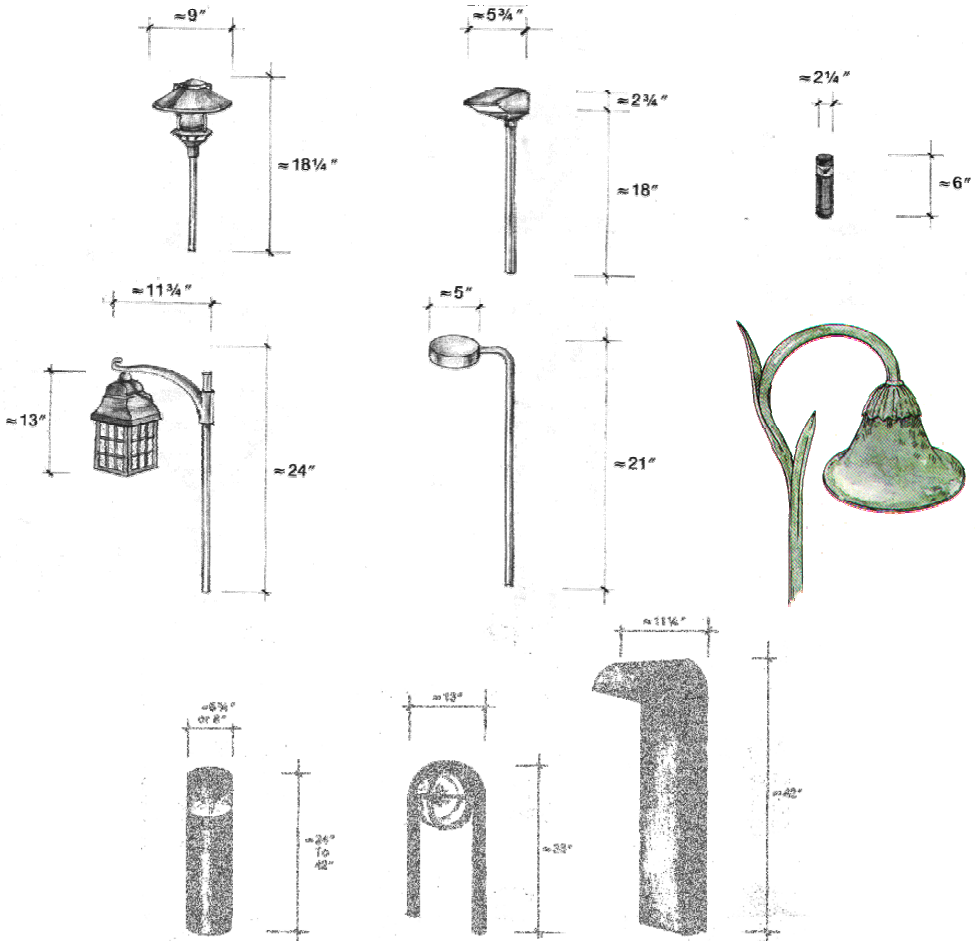
[2] Moyer, 1992 .

٢-١-١ تركيبات إنارة خاصة بإضاءة مسارات الحركة Path lights

التوصيف: مثال: Bollard، هي عبارة عن ماسورة معدنية قليلة الارتفاع (أقل من ١.٨ متر) مزودة بتركيبة إنارة أعلى الماسورة. يتميز هذا النوع من تركيبات الإنارة بحجمها الصغير و بقوتها و صلابتها و تحملها الظروف القاسية و أعمال العنف. تقوم تركيبة الإنارة بتوزيع الضوء إلى أسفل مع ضمان عدم رؤية المار لمصدر الضوء حتى لا تسبب إبهار العين. يتم تثبيت هذا النوع على الأرض.

التطبيق: تستخدم عادة في إنارة مسارات المشاة و تحديد الفراغ، كما لا يمكن استخدامها بمفردها في الفراغ لأن ارتفاعها صغير و كل إضاءتها موجهه لأسفل و لا توفر إضاءة كافية إلى أعلى. و من المهم أن يتمشى شكلها مع طابع و طراز الموقع (شكل رقم ٣-٥).

المصابيح: الهاليد المعدني أو مصباح الصوديوم ضغط مرتفع أو مصباح الفلوري المدمج أو مصباح المتوهج أو مصباح بخار الزئبق أو مصباح التفريغ بدون إلكترودات.



شكل رقم ٣-٥: أشكال مختلفة لتركيبات الإنارة الخاصة بمسارات الحركة (Moyer, 1992)

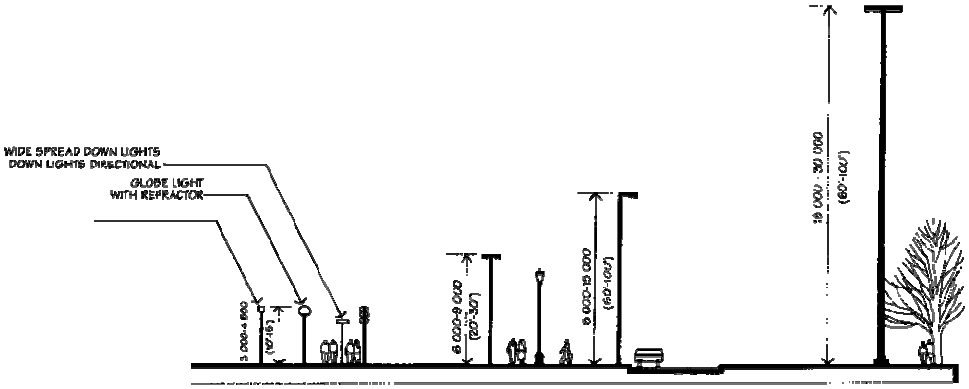
٣-١-١ تركيبات الإنارة المثبتة على أعمدة أو على الحائط أو المعلقة Post, Wall-Mounted, and Hanging Fixtures

التوصيف: تركيبات إنارة مثبتة على أعمدة، يتحدد طول العمود بناء على استخدام تركيبة الإنارة و المنطقة التي تغطيها بالإضاءة (شكل رقم ٤-٥)، و تركيبات إنارة مثبتة على الحائط (شكل رقم ٥-٥) أو معلقة (شكل رقم ٦-٥). يتميز هذا النوع من تركيبات الإنارة بأشكالها المتنوعة و المتميزة و التي تتمشى مع الطرز المعمارية

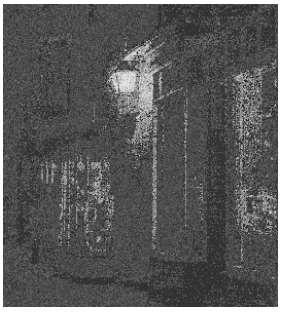
المختلفة. تقوم تركيبة الإنارة بتوزيع الضوء إلى أسفل على شكل دائرة أو مربع. و يمتاز هذا النوع بقوته و مقاومته لأعمال التخريب.

التطبيق: إن الغرض الأساسي من هذا النوع لتركيبات الإنارة هو التجميل البصري visual decorative. تختلف استخدامات أعمدة الإنارة باختلاف طولها، فالمستخدمة في إنارة ممرات المشاة يتراوح طولها ما بين ٣ إلى ٤.٥ متر أما المستخدمة في إنارة الشوارع و مواقف السيارات و الساحات الترفيهية أو التجارية أو الصناعية[٣]، فيتراوح ارتفاعها ما بين ٦ إلى ١٥ متر و المستخدمة في إنارة الساحات الترفيهية الكبيرة أو مواقف السيارات الكبيرة أو الطرق السريعة فيتراوح طولها مابين ١٨ إلى ٣٠ متر. و تقوم تركيبات الإنارة المثبتة بالحائط أو المعلقة بتزيين مداخل المباني و إضاءة الساحات الصغيرة.

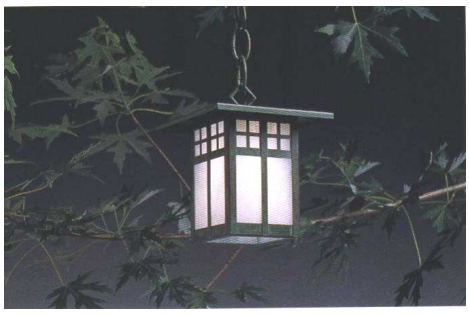
المصابيح: تختلف المصابيح المستخدمة في الفراغات الخاصة عن الفراغات العامة. ففي الفراغات الخاصة يتم استخدام المصباح المتوهج . كما يستخدم مصباح الفلوري المدمج. أما بالنسبة للمشاريع التجارية فيستخدم المصباح الفلوري المدمج و مصباح التفريغ بدون إلكترودات و مصباح الهاليد المعدني و مصباح بخار الزئبق و مصباح الصوديوم ضغط مرتفع.



شكل رقم ٤-٥: تركيبة الإنارة المثبتة على أعمدة (Time Saver).



شكل رقم ٥-٥: تركيبة إنارة مثبتة على الحائط (Philips, 1993).



شكل رقم ٦-٥: تركيبة إنارة معلقة (Whitehead, 2001).

٢-١ تركيبات الإنارة الوظيفية Functional Fixtures

إن الهدف الأساسي لتركيبات الإنارة الوظيفية هو عمل أو خلق المؤثرات الضوئية بدون رؤية مصدر الإضاءة بصورة واضحة ليلا أو نهارا. عندما يكون من الصعب إخفاؤها، يتم دمجها مع التفاصيل المعمارية الموجودة

[3] Leslie & Rodgers, 1996 ؛Moyer, 1992; Time Saver

بالموقع. و من المهم أن يكون شكلها و لونها متماشيا مع الطراز المعماري و ألوان الفراغ حتى لا تكون ملفتة للنظر. و لتركيبة الإنارة الوظيفية أشكال و أنواع:

- تركيبات الإنارة المثبتة على الأرض Ground-mounted adjustable fixtures
- تركيبات إنارة معلقة Hanging fixtures
- تركيبات إنارة مثبتة على الأسطح Surface-mounted fixtures
- تركيبات إنارة مدمجة في درج السلم Recessed step lights
- تركيبات إنارة مرتدة داخل الأرض Ground recessed fixtures
- تركيبات إنارة توكيدية مثبتة تحت سطح الماء Underwater accent fixtures
- تركيبات إنارة مدمجة في الجدار تحت سطح الماء Underwater niche fixtures

١-٢-١ تركيبة الإنارة المثبتة على الأرض Ground-mounted Adjustable Fixtures

التوصيف: هي تركيبة إنارة يتم تثبيتها فوق سطح الأرض بشكل دائم أو متحرك عبر الزمن. و يختلف حجمها باختلاف نوع المصباح المستخدم. و يكون لهذا النوع من تركيبات الإنارة القابلية لتغيير اتجاهها للحصول على التأثير الضوئي المطلوب مما يتطلب غلقا ميكانيكيا قويا للاحتفاظ بهذا التوجيه. من المهم سهولة الوصول إلى المصباح بطريقة للصيانة و أن تكون المسافة بين العدسة الخارجية و المصباح كبيرة لإمكانية إضافة أية ملحقات لتركيبة الإنارة مثل العدسات المشتتة spread lenses و الشبكة توجيه الضوء louvers (شكل رقم ٧-٥).

التطبيق: يستخدم هذا النوع من تركيبات الإنارة في إضاءة عناصر الفراغ الخارجي المختلفة مثل الواجهات و النباتات و التماثيل .....الخ، و هذا عندما يكون المراد إضاءتهم من أسفل إلى أعلى. من المهم ضبط توجيه تركيبة الإنارة في الموقع للتأكد من تحقيق المؤثر الضوئي المطلوب.

المصابيح: المصباح المتوهج و مصابيح التفريغ HID و مصباح الفلوري المدمج

١-٢-٢ تركيبات إنارة معلقة Hanging Fixtures

التوصيف: عادة ما يتم تثبيت هذا النوع من تركيبات الإنارة بالشجرة و توجيهها إلى أسفل (شكل رقم ٨-٥).

التطبيق: تقوم تركيبات الإنارة المعلقة بالأشجار بإنارة ممر المشاة أو الفناء القريب منها بإضاءة خفيفة. ممكن أن تحدث تأثيرا لامعا أو متلألئا عندما يكون غلاف تركيبة الإنارة بها ثقوب.

المصابيح: عادة ما يستخدم المصباح المتوهج.

١-٢-٣ تركيبات إنارة مثبتة على الأسطح Surface – mounted Fixtures

التوصيف: يتم تثبيت هذا النوع من تركيبات الإنارة على أسطح جذع أو غصن الشجرة (شكل رقم ٩-٥) أو على أسطح الحوائط و الأسوار أو تحت بروز أسقف المباني (شكل رقم ١٠-٥) و توجيهها إلى أسفل أو إلى أعلى، كما يوجد أنواع منها تستخدم في تحقيق الإضاءة إلى أعلى و إلى أسفل في نفس الوقت. يوجد بعض الأنواع من هذه التركيبات قابلة للتعديل و التوجيه بعد تثبيتها بالموقع. لهذا النوع أشكال و أحجام كثيرة و متنوعة لذا فمن المهم اختيار الحجم و الشكل و اللون المناسب مع طراز و طابع المشروع و السطح المثبت عليه. من المهم ضمان عدم رؤية الأسلاك و التوصيلات الكهربية المتصل بتركيبة الإنارة أثناء فترتي الليل و النهار.

التطبيق: يقوم هذا النوع من تركيبات الإنارة بتوفير الإضاءة الغامرة أو الإضاءة التوكيدية لعناصر الفراغ المختلفة.

المصابيح: المصباح المتوهج و مصابيح التفريغ HID.

٤-٢-١ تركيبات إنارة مدمجة بدرج السلالم **Recessed step lights**

التوصيف: تكون تركيبات الإنارة التي تقوم بإضاءة السلالم إما مدمجة مع الحائط الجانبي للسلالم أو بقائمة درجة السلم أو تحت أنف درجة السلم. يكون حجم هذا النوع من تركيبات الإنارة صغير لكي يصلح تثبيته بحائط ذات سمك محدود. و من المهم تناسب حجم تركيبة الإنارة مع حجم السلالم. و تقوم بعض الشركات بعمل وحدات لها نفس حجم و شكل الطوب و بالتالي يكون من السهل تكاملها مع تقسيمات الطوب الموجودة بالحائط. إن إضافة شبكة توجيه الضوء louvers إلى تركيبة الإنارة تجعلها أقل جذبا للانتباه. و يقوم مصمم الإضاءة بدراسة توزيع الضوء المنبعث من تركيبة الإنارة ليضمن أنها تقوم بإضاءة السلم بطريقة مناسبة (شكل رقم ١١-٥).

التطبيق: إضاءة السلالم.

المصابيح: المصباح المتوهج و مصباح الفلوري المدمج و مصابيح التفريغ HID.

٥-٢-١ تركيبات إنارة مرتدة داخل الأرض **Ground-recessed Fixtures**

التوصيف: يكون حجم هذا النوع من تركيبات الإنارة كبيرا نسبيا و هذا لكي تكون عندها القدرة في تشتيت الحرارة المنبعثة من المصباح وتوفير غرفه تقي المصباح من الماء و احتواء محول أو ملف كبح تيار و توصيلات كهربية أخري. يعتبر موضع تركيبة الإنارة المرتدة داخل الأرض موضعا حرجا لأن قدرتها على التوجيه محدودة، حيث يكون مجال التوجيه من ٠ إلى ١٠ أو ١٥ درجة. بعض الوحدات الحديثة تصل زاوية توجيهها إلى ٣٥ درجة. و ينقسم هذا النوع إلى نوعين آخرين (شكل رقم ١٢-٥):

- **تركيبة الإنارة المدفونة** **Direct – burial fixtures**

  يكون هذا النوع مغلق كليا. و هو عريض و لكن ليس عميقا لكي يكون حجم الحفرة التي سيوضع فيها في الأرض صغيرة. يستخدم هذا النوع من تركيبات الإنارة في المناطق التي تكون التربة فيها صخرية أو مضغوطة بشكل كثيف.

- **بئر تركيبة الإنارة** **Well fixtures**

  هو مكون من أسطوانة معدنية و تركيبة الإنارة مثبته بداخلها. و عرضه عند مستوى الأرض أقل من النوع السابق و لكن عمقه أكبر. هذا النوع يعتمد على وسيلة مناسبة لصرف المياه لضمان استمرار أدائه.

التطبيق: تستخدم تركيبات الإنارة المرتدة داخل الأرض في إنارة الأشجار و التماثيل و الحوائط و الأسوار و العلامات الإرشادية قليلة الارتفاع بالإضافة إلى عناصر الفراغ الخارجي الأخرى. و هي توفر الإضاءة الغامرة أو الإضاءة التوكيدية. تعمل تركيبات الإنارة المثبتة تحت الأرض بصورة جيدة في المناطق غير المعرضة لزحف النباتات عليها و حجب إضاءتها، مثل ممرات المشاة أو الساحات ذات الأرضية الممهدة.

المصابيح: المصباح المتوهج و مصابيح التفريغ HID.

٦-٢-١ تركيبة إنارة توكيدية مثبتة تحت الماء **Underwater Accent Fixtures**

التوصيف: يطلق على هذا النوع من تركيبات الإنارة، تركيبة الإنارة الغاطسة submersible fixtures. و بعض هذه النوع قابل لتعديل توجيهه بعد تثبيته، و البعض الآخر يكون له وضع ثابت لا يتغير (شكل رقم ١٣-٥). من المهم ضمان عدم رؤية تركيبات الإنارة و الأسلاك الموجودة تحت سطح الماء أثناء فترة النهار و الليل (شكل رقم ١٤-٥).

التطبيق: تستخدم تركيبات الإنارة القابلة لتعديل توجيهها في إضاءة الأشياء التي توجد فوق سطح الماء مثل النافورات و الشلالات و التماثيل و النباتات. أما الثابتة فتستخدم في خلق لمعان تحت جسم ما في المياه مثل الدراجات في حمامات السباحة و البحيرات (شكل رقم ١٥-٥).

المصابيح: المصباح المتوهج

٧-٢-١ تركيبات إنارة مدمجة في الجدار تحت سطح الماء Underwater Niche Fixtures

التطبيق: يتم تثبيت هذا النوع من تركيبات الإنارة في جدار أو أرضية حمام السباحة أو البحيرة. و يتكون هذا النوع من علبة مدمجة داخل جدار أو أرضية المسطح المائي و بداخلها تركيبة إنارة متحركة، حيث يمكن إخراجها من الماء لتغيير المصباح (شكل رقم ١٦-٥). في بعض الأحيان تكون هذه التركيبات قابلة لتعديل توجيهها بعد التثبيت (شكل رقم ١٧-٥).

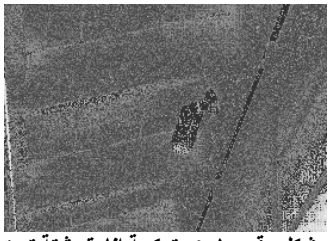
التوصيف: يقوم هذا النوع من تركيبات الإنارة بإضاءة حمامات السباحة و البحيرات و التأكيد على شكلهم و نمط تبليط أرضياتها.

المصابيح: المصباح المتوهج.

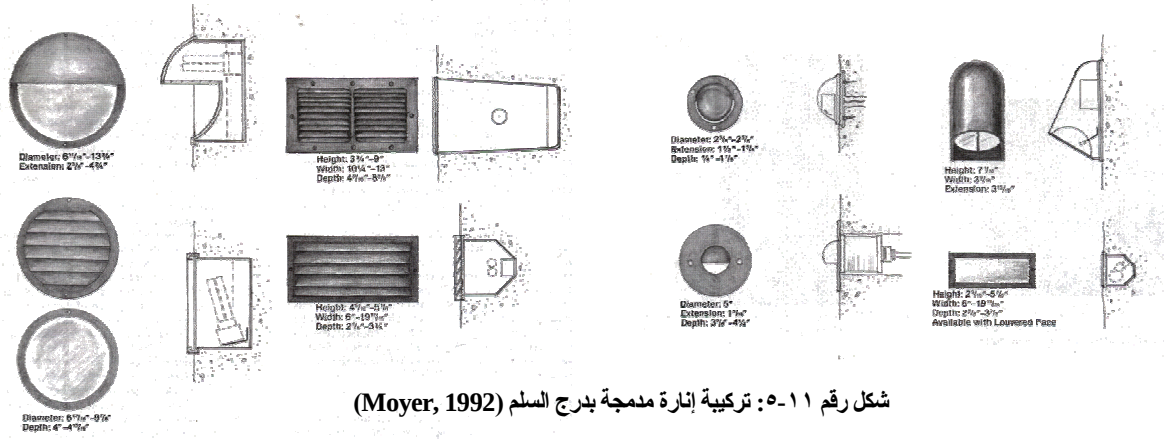
شكل رقم ٧-٥: تركيبة إنارة مثبتة بالأرض.

شكل رقم ٨-٥: تركيبة إنارة معلقة.

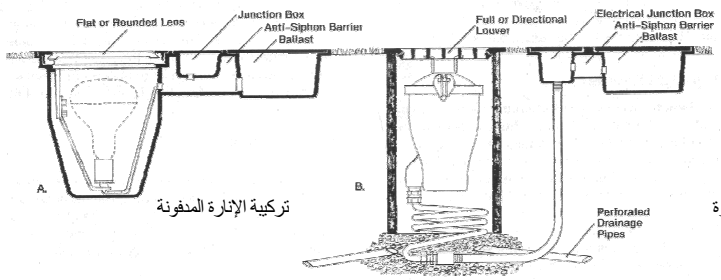
شكل رقم ٩-٥: تركيبة إنارة مثبتة على سطح غصن الشجرة(Moyer, 1992)



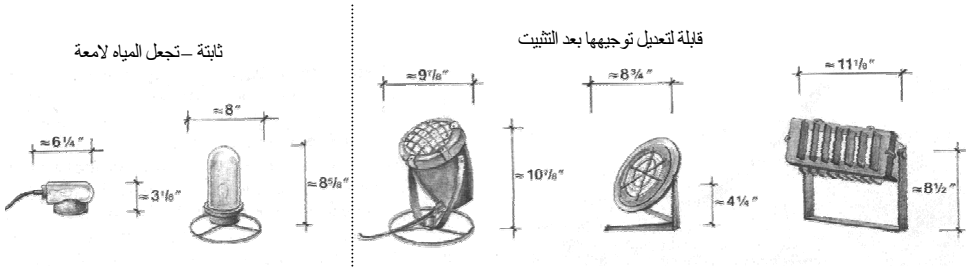
شكل رقم ١٠-٥: تركيبة إنارة مثبتة تحت بروز سطح مبنى (Moyer, 1992)



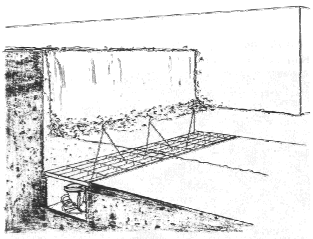
شكل رقم ١١-٥: تركيبة إنارة مدمجة بدرج السلم (Moyer, 1992)



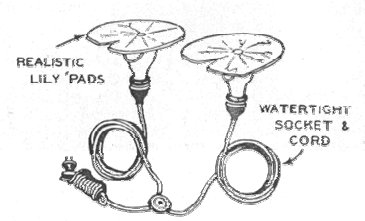
شكل رقم ١٢-٥: تركيبات إنارة مرتدة داخل الأرض (Moyer, 1992)



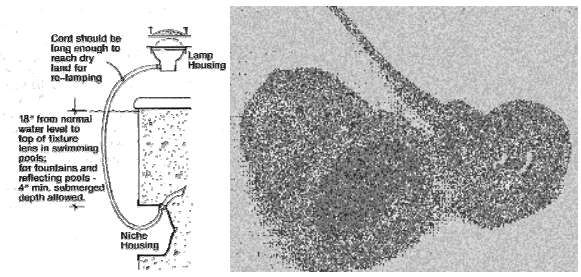
شكل رقم ١٣-٥: تركيبات إنارة توكيدية مثبتة تحت الماء (Moyer, 1992)



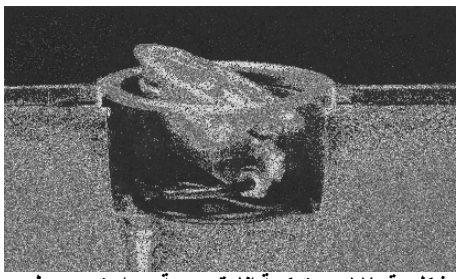
شكل رقم ١٤-٥: وضع تركيبات الإنارة داخل حوض موجود بأرضية المسطح المائي لتكون غير مرئية. (Moyer, 1992)



شكل رقم ١٥-٥: تثبيت تركيبة الإنارة تحت عنصر ما بالمسطح المائي. (Fahsbender, 1947)



شكل رقم ١٦-٥: تركيبة إنارة مدمجة بجدار تحت سطح الماء. (Moyer, 1992)



شكل رقم ١٧-٥: تركيبة إنارة مدمجة بجدار تحت سطح الماء قابلة لتعديل توجيهها بعد التثبيت. (Moyer, 1992)

١-٣ الأحبال الضوئية

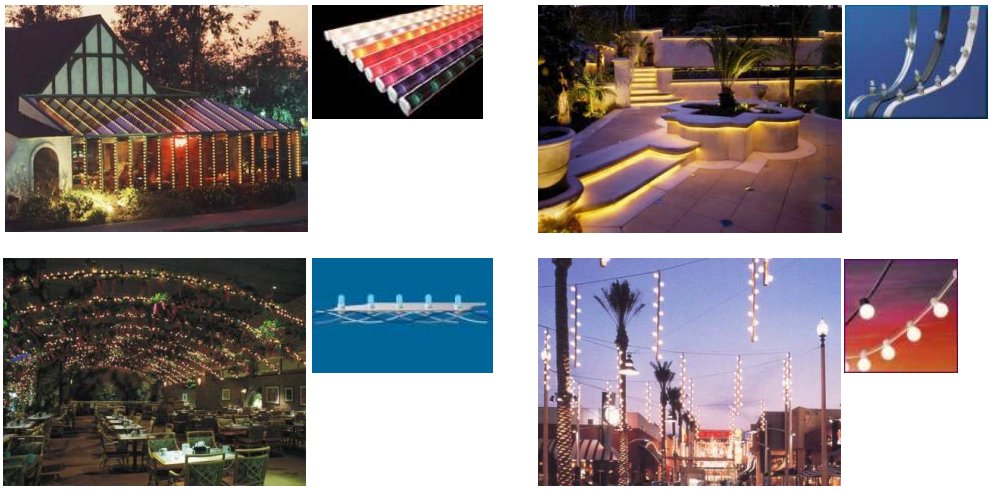
يمكن استخدام هذا النوع من تركيبات الإنارة كعنصر للزينة أو كتركيبة إنارة وظيفية. تتضمن هذه المجموعة تركيبات الإنارة الشريطية و الألياف الضوئية fiber optics cabling.

١-٣-١ تركيبات الإنارة الشريطية

التوصيف: هي مجموعة من المصابيح صغيرة الحجم مجمعه مع بعضها بطريقة شريطية، و بالتالي فإن تركيبات الإنارة الشريطية يكون حجمها صغيرا مما يجعلها تصلح لتثبيتها في الأماكن الضيقة (شكل رقم ١٨-٥).

التطبيق: يتم تثبيت هذا النوع من تركيبات الإنارة في مكان خفي، مثال: تثبيتها تحت تاج سور أو تحت أنف سلم لعمل خط من النور. كما يمكن تثبيتها في أماكن ظاهره كعنصر للزينة لإعطاء بريق للعنصر المضاء (شجرة – تعريشة خشبية .....الخ).

المصابيح: المصباح المتوهج و مصباح المقومات المبتعثة للضوء و مصباح الزينون.



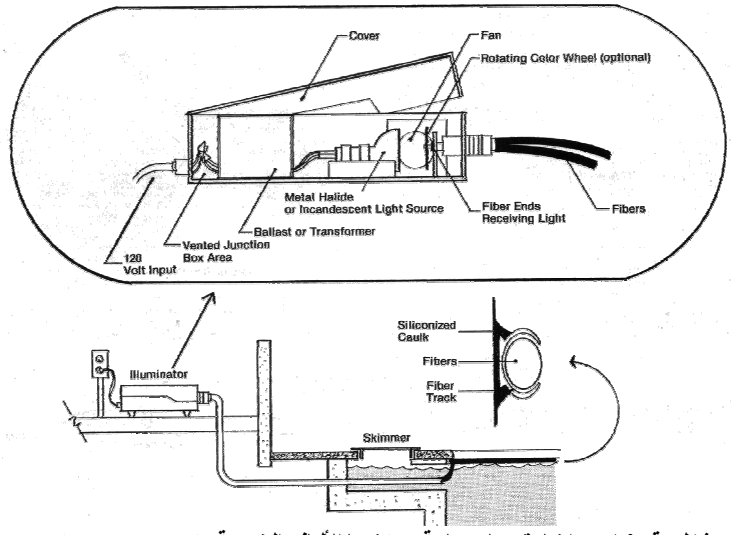
شكل رقم ١٨-٥: أشكال و أنواع مختلفة لتركيبات الإنارة الشريطية. (www.thelightingcenter.com)

٢-٣-١ الألياف الضوئية Fiber Optics

التوصيف: يتكون هذا النوع من تركيبة الإنارة من مصدر ضوء موجود في علبة (housing) و متصل بألياف من البلاستيك أو الزجاج الصلب ذات الجودة العالية، حيث تقوم هذه الألياف بنقل الضوء عن طريق الانعكاس الداخلي من نقطة مكان مصدر الضوء حتى يصل للمكان المراد إضاءته (شكل رقم ١٩-٥). و لهذا النوع من تركيبات الإنارة فوائد كثيرة، فمصدر الإضاءة الواحد ممكن أن يتصل بعشرات الألياف المنتشرة خلال الفراغ مما يوفر الطاقة المستخدمة، بالإضافة إلى إمكانية وضع مصدر الضوء في مكان يسهل الوصول إليه لصيانته، بعيدا عن العنصر المضاء، و في حالة استخدام هذا النوع في إضاءة المسطحات المائية، فإن مصدر الكهرباء و الضوء يكون خارج المياه مما يكون أكثر أمنا لمستخدمي المسطح المائي حيث أن الضوء هو الذي يصل إلى الماء و ليس الكهرباء(شكل رقم ٢٠-٥).

التطبيق: تستخدم الألياف الضوئية في إضاءة حمامات السباحة حيث تقوم بتحديد شكله و ينابيع المياه و العلامات المرورية و إضاءة حدود الطرق و ممرات المشاة.

المصابيح: المصباح المتوهج و مصباح الهاليد المعدني.

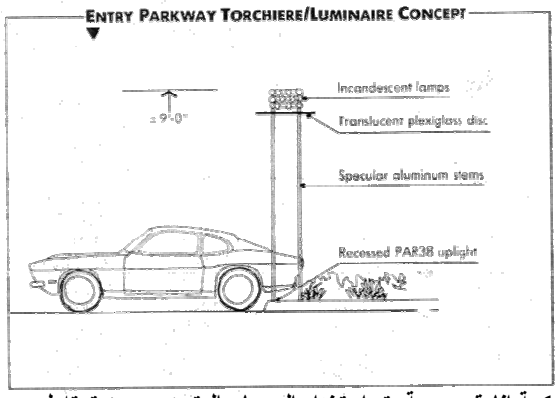


شكل رقم ١٩-٥: إضاءة حمام سباحة مستخدما الألياف الضوئية. (Moyer, 1992)

شكل رقم ٢٠-٥: (أ) ينبعث الضوء من جوانب الأنبوبة على مدار طولها. (ب) تغطية الأنبوبة مما يجعل الضوء يخرج من نهايتها فقط، كما يمكن استخدام تركيبة إنارة عند نهاية المخرج للتحكم في الضوء الناتج من الألياف الضوئية. (Philips, 2004)

٤-١ تركيبات الإنارة المصممة Custom Fixtures

في بعض الحالات، قد لا يوجد منتج جاهز يناسب احتياجات المشروع من وجهه النظر الوظيفة أو الجمالية. فيقوم مصمم الإضاءة بتصميم تركيبات إنارة جديدة تناسب المشروع أو عمل تعديل بتركيبة إنارة موجودة. إن تكلفة تركيبات الإنارة المصممة تكون أكبر من تكلفة تركيبات الإنارة القياسية، و لكن في حالة المشاريع التي تحتاج عددا كبيرا من تركيبات الإنارة، فإن التكلفة لا تكون مرتفعة بشكل ملحوظ (شكل رقم ٢١-٥). و لكن من المهم أن تكون تركيبة الإنارة المصممة سهلة الصيانة.



شكل رقم ٢١-٥: تركيبة إنارة مصممة، تم استخدام المصباح المتوهج و من تحته لوح من plexiglass، و من الأسفل مصدر ضوء متجه إلى أعلى كجزء لا يتجزأ من تركيبة الإنارة. (Steffy, 1990)

٢- معايير اختيار تركيبة الإنارة المناسبة:

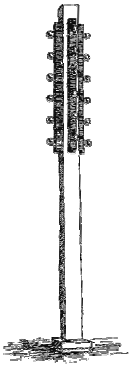
يوجد معايير أساسية لعملية اختيار تركيبة الإنارة المناسبة للمشروع:

١) المظهر Aesthetics
٢) الوظيفة Function
٣) الخصائص الميكانيكية Mechanical Features
٤) توزيع الإضاءة Fixture Photometry
٥) الأمان Safety
٦) الصيانة Maintenance

٢-١ المظهر Aesthetics

إن مظهر تركيبة الإنارة مهم جدا ليس فقط بالنسبة لتركيبات الإنارة للزينة و لكن بالنسبة لتركيبات الإنارة الوظيفية أيضا. في الحالتين، يفضل تكامل شكل تركيبة الإنارة بصريا مع الطراز و طابع للفراغ الخارجي. يوجد ألاف الأشكال و الطرز لتركيبات الإنارة من الحديث إلى القديم (التاريخي) (شكل رقم ٢٢-٥ و ٢٣-٥). عادة ما يتم استخدام أكثر من نوع لتركيبة الإنارة في موقع واحد نظرا لاختلاف الأغراض، و هذا معناه استخدام أحجام مختلفة من تركيبات الإنارة لها نفس الطراز و الطابع.

شكل رقم ٢٢-٥: أعمدة إنارة تعطي مظهرا جماليا خاصا يوحي بالقدم و التاريخ. (البناء السعودي عدد ١٢٤)



شكل رقم ٢٣-٥: أعمدة إنارة ذات طراز حديث تعطي مظهرا جماليا (Gibbons & Oberholzer, 1991)

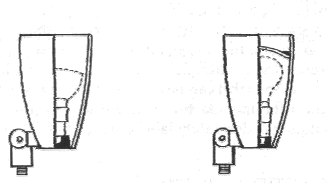
٢-٢ الوظيفة Function

لمعرفة ما إذا كانت تركيبة الإنارة ستقوم بوظيفتها على أكمل وجه في ظروف معينة، يتم التعرف على:

أ) نوع المصباح و قدرته الكهربية Lamp Types and Wattage

كل تركيبة إنارة تصمم خصيصا لفئات محددة من المصابيح. إن حجم و خصائص المصباح هي التي تحدد حجم و خصائص تركيبة الإنارة. مثال: الحجم الصغير لمصباح المتوهج يوضع في علبة تركيبة إنارة أصغر من التي يحتاجها مصباح التفريغ الغازي HID. بما أن مصباح المتوهج يحتوي على موجه ضوئي optical control موجود في المصباح نفسه فهو لا يحتاج إلى تركيبة إنارة تحتوي على عاكس للتحكم في توزيع الضوء أما في حالة مصابيح التفريغ الغازي فهي تحتاج إلى عاكس ليتحكم في توزيع الضوء مما يزيد من حجم تركيبة الإنارة. كما يوجد بعض المصابيح التي لا تتحمل أجواء المحيط الخارجي، تحتاج إلى تركيبات إنارة مغلقة و أخرى أكثر تحمل لهذه الأجواء يمكن وضعها في تركيبات إنارة مفتوحة (شكل رقم ٢٤-٥).

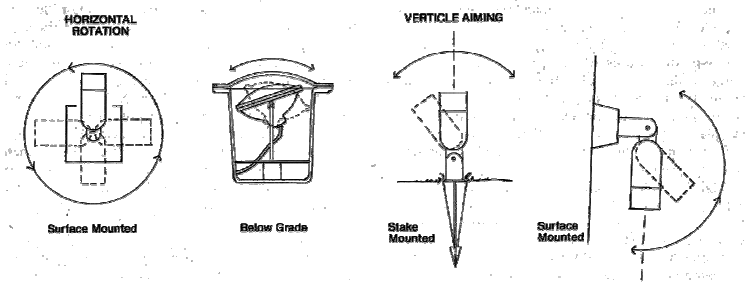
تصمم تركيبة الإنارة على أساس تحمل قيم محددة للقدرة الكهربية للمصباح. فتركيبة الإنارة التي تتحمل قدرة كهربية حتى ٥٠ وات لها حجم معين و هذا الحجم يزيد إذا تم تصميمها لتتحمل ٧٠ وات و هذا لأن مصباح ٧٠ وات يشع نسبة أكبر من الحرارة. كل هذه المعلومات تقوم شركات تركيبات الإنارة بتوفيرها لمصمم الإضاءة.



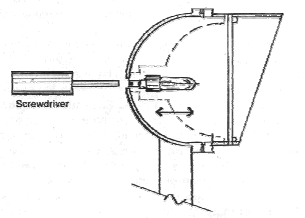
شكل رقم ٢٤-٥: تركيبة الإنارة المفتوحة (اليسار) مقابل تركيبة الإنارة المغلقة (اليمين). (Moyer, 1992)

ب) قابلية تعديل توجيه و شكل الضوء الناتج من تركيبة الإنارة **Adjustment Capability**

من المهم أن تكون لتركيبة الإنارة القابلية لتعديل توجيهه و شكل الضوء الصادر منها بعد تثبيتها في الموقع و عبر الزمن (شكل رقم ٢٥-٥). وهذا لتحقيق المؤثرات الضوئية المطلوبة بدقة و إتقان. من المهم أن تكون لتركيبة الإنارة المستخدمة في إضاءة النباتات القابلية لتعديل توزيع الإضاءة الخاصة بها و القدرة الكهربية وهذا لضمان تحقيق التأثير الضوئي المطلوب مع نمو النبات و زيادة كثافته أوراقه مع الوقت (شكل رقم ٢٦-٥).



شكل رقم ٢٥-٥: تركيبات إنارة قابلة لتعديل توجيهها. (Moyer, 1992)



شكل رقم ٢٦-٥: تغير شكل الضوء الصادر من تركيبة الإنارة، عن طريق تحريك المصباح إلى الأمام أو الخلف . (Moyer, 1992)

ت) قابلية إضافة أي ملحقات **Ability to Add Accessories**

من أهم معايير اختيار تركيبة الإنارة هي قابليتها لإضافة الملحقات المختلفة مثل شبكة توجيه الضوء louvers و العدسات lenses و فلاتر تلوين الضوء.....الخ.

٣-٢ الخصائص الميكانيكية Mechanical Features

من المهم تقييم تركيبة الإنارة من حيث مكونتها و طرق تصنيعها و كيفية ضمان استمرارها في تأدية وظيفتها بصورة جيدة. كل مشروع له متطلبات خاصة به، ففي الفراغات الخارجية العامة أو التجارية قلق التخريب يستلزم استخدام مواد معينة و طرق خاصة للتثبيت و توجيه تركيبة الإنارة بعكس الفراغات الخارجية الخاصة التي تحتاج إلى طرق مبسطة و سهلة لتثبيتها و توجيهها. و من الخصائص الميكانيكية التي يتم وضعها في الاعتبار عند القيام باختيار تركيبة الإنارة:

أ) ربط العدسات **Attachment of Lenses**

كيفية ربط العدسة بتركيبة الإنارة و هل يوجد احتمال من تحركها أو انفصالها مع الزمن.

ب) الوصول إلى المصباح أو المحول أو ملف كبح التيار Access to Lamp, Transformer, and Ballast Compartments

مدى سهولة أو تعقيد عملية فك و تركيب تركيبة الإنارة أثناء وضع المصباح أو صيانتها في المستقبل.

ت) الصمود للماء **Waterproofing**

تعتبر مقاومة تسرب الماء داخل تركيبة الإنارة شيء مهم جدا لتلاف حدوث أي تلف بأجزائها الداخلية.

ث) غلق الأجزاء المتحركة **Locking Mechanisms**

احتواء تركيبة الإنارة على طريقة غلق محكم للأجزاء المتحركة لضمان ثبات توجيهها عبر الزمن.

ج) حجب المصباح **Lamp Shielding**

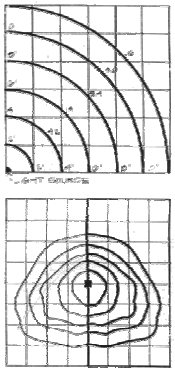
التعرف على موضع المصباح داخل علبة تركيبة الإنارة. إذا لم يتم حجب المصباح عن مجال الرؤية سيؤدي سطوعه إلى تشتت الانتباه، لذا فمن المهم أن يكون المصباح مرتدا بما فيه الكفاية داخل تركيبة الإنارة بحيث يكون محجوبا دون المساس بشكل الضوء الخارج منه.

خ) الاعتبارات البيئية **Environmental Considerations**

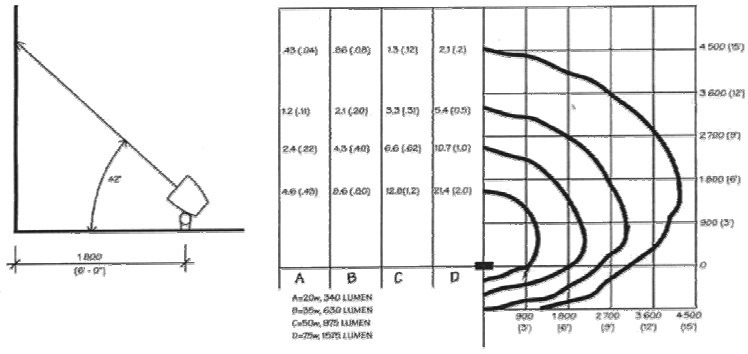
البيئة المحيطة بتركيبة الإنارة مثل، نوع التربة و درجة حرارة المكان و التعرض للأشعة الفوق بنفسجية الصادرة من الشمس و الرياح و الأمطار كل هذه عوامل تؤثر في اختيار تركيبة الإنارة.

٢-٤ توزيع الإضاءة Fixture Photometry

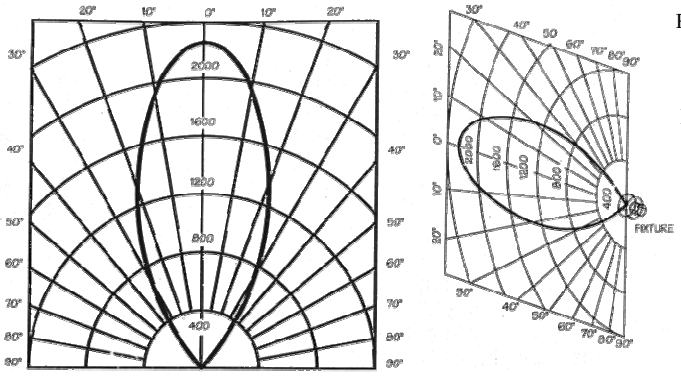
توفر شركات تركيبات الإنارة رسم بياني للفوتومتر الخاص بكل تركيبة إنارة. يوضح هذا الرسم شدة و نمط الإضاءة على المستويات الأفقية و الرأسية. يوجد ثلاثة أنواع من الرسومات البيانية شائعة الاستخدام. يوضح (شكل رقم ٢٧-٥) الرسم البياني للفتومتر لتركيبة إنارة تقوم بتوزيع إضاءتها على المستوى الأفقي و المستخدمة في إضاءة ممرات المشاة و الطرق و الساحات. أما (شكل رقم ٢٨-٥) فيوضح الرسم البياني للفتومتر لتركيبة إنارة تقوم بتوزيع إضاءتها على المستوى الرأسي و المستخدمة في إضاءة الحوائط و العلامات الإرشادية. و تتكون هذه الرسومات من مجموعة من خطوط isocontour تصل بين النقط التي لها قيمة واحدة للاستضاءة و مقاسة بالشمعة. أما عن النوع الثالث للرسومات البيانية فالرسم البياني للفوتومتر (شكل رقم ٢٩-٥) يعبر عن الشدة الضيائية مقاسة بالكندلا، أو الشدة في اتجاهات كثيرة لا تعتمد على مستوى معين. يمكن تحويل القيم المعطاه من (كندلا) إلى (شمعة). و يستخدم هذا النوع من الرسم في تحديد الاستضاءة و زاوية التوزيع الخاص بالإضاءة التوكيدية لإنارة الأشجار بالإضافة إلى عناصر أخرى.



شكل رقم ٢٧-٥: الرسم البياني للفتومتري: توزيع الاستضاءة على المستوى الأفقي. (Time Saver)



شكل رقم ٢٨-٥: الرسم البياني للفوتومتري: توزيع الاستضاءة على المستوى الرأسي. (Time Saver)



$$\text{Footcandles} = \frac{\text{candlepower}}{\text{distance from fixture to object in FT}}$$

$$\text{lux} = \frac{\text{candlepower}}{\text{distance from fixture to object in meters}}$$

شكل رقم ٢٩-٥: الرسم البياني للفوتومتري: توزيع الشدة الضيائية. (Time Saver)

٢-٥ نوعية الإضاءة Beam Angle

هو قياس عرض عمود الضوء الخارج من تركيبة الإنارة. و تتحدد الزاوية بين الحدين الخارجين لعمود الضوء حيث تنخفض شدة الإضاءة إلى ٥٠٪ من شدة الإضاءة القصوى.

و تتراوح عرض الزاوية مابين narrow beam angle (accent light) & wide beam angle (fill light)

٢-٦ الأمان Safety

تحقيق الأمان أثناء التركيب و الصيانة و الاستخدام.

٢-٦ الصيانة Maintenance

مدى الاحتياج للصيانة الدورية، تنظيف و تبديل المصابيح أو تغيير تركيبة الإنارة ككل.

٣- الملحقات Accessories

تتطلب كل تركيبة إنارة بعض الملحقات التي تحسن من أدائها. و تتضمن الملحقات، أجزاء كهربية لازمة لتشغيل المصباح بصورة جيدة و أجزاء للتثبيت و ملحقات تقوم بتغيير نمط و لون شعاع الضوء و ملحقات تحجب رؤية سطوع المصباح.

٣-١ ملف كبح التيار Ballast

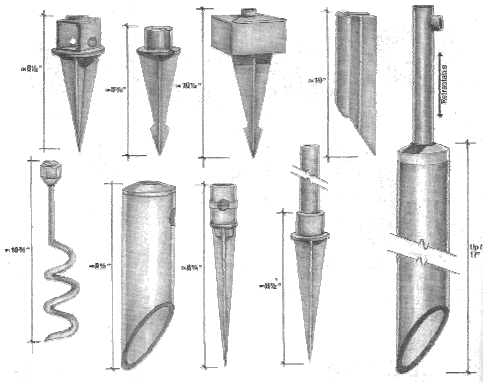
يحتاج كل من المصباح الفلوري و مصباح التفريغ الغازي ذي الضغط المرتفع إلى ملف كبح تيار لضمان تشغيلها بشكل صحيح. يقوم ملف كبح التيار أولا بتوفير الجهد المناسب للمصباح ليبدأ تشغيله (من ١٨٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ فولت لمصباح الصوديوم ضغط مرتفع) و عندما يمر التيار الكهربي بين الالكترودين، يقوم ملف كبح التيار بالحد من هذا التيار لتفادي احتراق المصباح. من المهم تحديد مكان ملف كبح التيار من البداية. في بعض الحالات، يكون ملف كبح التيار جزءا من تركيبة الإنارة و في حالات أخرى يكون منفصلا، لذا فمن المهم توفير المكان اللازم له، على أن يكون مكانا سهل الوصول إليه و صيانته. كما يحتاج أيضا إلى تهويته لتجنب السخونة الزائدة.

٣-٢ صندوق التركيب Mounting Box

تحتاج تركيبة الإنارة إلى صندوق تركيب عندما تكون ملاصقة للمبنى أو للشجرة أو لسطح الأرض. هذه القطعة لا تفيد فقط في عملية التركيب و لكن لتوصيل الكهرباء. في بعض الأحيان يكون صندوق التركيب جزءا من تركيبة الإنارة نفسها، و لكن الكثير من شريكات تركيبات الإنارة تقوم بعرض تركيبة الإنارة نفسها بدون أدوات و ملحقات التركيب، لذا يقوم المصمم باختيار جهاز التركيب المناسب.

٣-٣ خازوق التثبيت Mounting Stakes

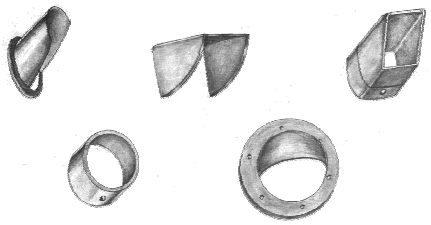
يمكن تثبيت تركيبات الإنارة ذات الجهد المنخفض above-grade low-voltage fixtures باستخدام الخازوق. تختلف الخوازيق في أشكالها و مواد تصنيعها لتكون صالحة لأنواع التربة المختلفة. قد تحتاج تركيبة الإنارة إلى زيادة ارتفاعها مع نمو النبات، مما يتطلب مرونة في زيادة ارتفاع الخازوق. تقوم شركات تركيبة الإنارة بتوفير أطوال مختلفة من الخوازيق (شكل رقم ٣٠-٥).



شكل رقم ٣٠-٥: أشكال متنوعة للخازوق. (Moyer, 1992)

٣-٤ الغطاء Shrouds

و هي أداة للحماية تثبت أمام علبة تركيبة الإنارة لتحد من سطوع المصباح. يختلف شكل و حجم هذا الجهاز من مصنع لأخر. من المهم احتواء هذا الجهاز على فتحة لصرف المياه (شكل رقم ٣١-٥).



شكل رقم ٣١-٥: أشكال متنوعة للغطاء. (Moyer, 1992)

٣-٥ شبكة توجيه الضوء Louvers

تحتاج تركيبة الإنارة إلى شبكة توجيه الضوء لتحجب سطوع المصباح. و لشبكة توجيه الضوء أشكال كثيرة، و من أشهرها شكل خلية النحل.

٣-٦ العدسات Lenses

تقوم العدسات بغلق علبة تركيبة الإنارة. إذا كانت العدسة من مادة الزجاج الصافي الذي يجعل المصباح مرئيا، فلابد من التحكم في القدرة الكهربية للمصباح حتى لا يكون هو العنصر الأكثر سطوعا في التكوين الضوئي، لذا فمن المهم اختيار المواد نصف الشفافة للعدسات مما يساعد على التخفيف من شدة سطوع المصباح. من المفضل أن يكون سمك العدسة كبيرا لضمان عدم رؤية المصباح داخل تركيبة الإنارة. كما تستخدم العدسات في تغيير توزيع الإضاءة الصادرة من المصباح.

٣-٧ فلتر اللون Color Media

في بعض الحالات، يحتاج المصمم إلى تغيير لون الضوء الصادر من المصباح للحصول على تأثير ضوئي أفضل (شكل رقم ٣٢-٥ و ٣٣-٥). يوجد أنواع كثيرة من فلتر اللون، منها التي تقوم بتغيير لون الضوء تماما (تحويله إلى أحمر- أخضر ...الخ) أو تقوم بتصحيح لون الضوء (زيادة دراجة حرارة لون الضوء الأصلي).

شكل رقم ٣٢-٥: إضاءة حمام السباحة باستخدام المصباح المتوهج بدون استخدام فلتر للون color filter يجعل لون المياه أصفر و غير صافي. (Whitehead, 2001)

شكل رقم ٣٣-٥: إضاءة حمام السباحة باستخدام فلتر أزرق اللون blue filter يجعل لون المياه أزرق صافي. (Whitehead, 2001)

٨-٣ المحول Transformer

تقوم هذه الأداة بتغيير جهد المصدر الرئيسي للقوة و تزويد تركيبة الإنارة بجهد أعلى أو أقل من جهد المصدر.

في بعض الحالات يوضع المحول في تركيبة الإنارة نفسها و يقوم بتزويد الجهد المناسب لمصباح واحد فقط. إن الاستخدام الاقتصادي للمحول هو استخدام محول واحد لأكثر من مصباح. إن موضع المحول داخل المبنى يعتبر هو الأفضل من الناحية الاقتصادية و يكون أسهل في التركيب و الصيانة. من المهم أن تكون المحولات التي يتم وضعها في الفراغات الخارجية بعيدة عن أنظار مستخدمي الفراغ و لكن في مكان يسهل الوصول إليه وصيانته. إن وضع المحول تحت الأرض يجعل من الصعب تثبيته و حمايته من المياه و صيانته فمن الأفضل تجنب وضع المحول تحت الأرض كلما أمكن.

تقدر قدرة المحول دائما بالكيلوفولت أمبير KVA. واحد فولت أمبير يساوي تقريبا واحد وات. و بالتالي فإن محول 500 KVA يكون ترجمته محول 500-watts.

٤- الاختبارات التي تمر بها تركيبات الإنارة:

تخضع تركيبات الإنارة إلى اختبارات كثيرة و متنوعة لضمان استمرار عملها أطول فترة ممكنة و لضمان أيضا سلامة مستخدميها و عدم تعرضهم لأي تيار كهربي و عدم تسرب الماء بداخلها. حيث يتم ذكر درجة مقاومة تركيبات الإنارة للمخاطر (الصدأ – المياه – الأتربة – الصدمات .....الخ) في الكتالوجات الخاصة بمصانع تركيبات الإنارة.

الفصل السادس

الأجهزة و التقنيات الحديثة المستخدمة بإضاءة الفراغات الخارجية

١ - نظم التحكم في الإضاءة Controls

يتألف نظام الإضاءة من عدة أدوات، منها وسائل التحكم و شبكة الأسلاك و تركيبات الإنارة و المصابيح. تمثل وسائل التحكم جزءا أساسيا و مهما، لأنها هي التي تحدد مدى سهولة تشغيل نظام الإضاءة.

إن أدوات التحكم هي التي تقوم بتنظيم و تحديد أي من تركيبات الإنارة التي سيتم إضاءتها أو غلقها مع بعض و في أي وقت، كما تقوم بتوفير إمكانية زيادة مستوى الإضاءة أو خفتها. علاوة على ذلك، فهي تقدر أن تتحكم في مجموعة أو أكثر من تركيبات الإنارة يدويا أو آليا. تتوفر أنواع كثيرة من أجهزة التحكم فمنها البسيط و منها المعقد، و يعتمد هذا على نوع المشروع و مستخدمي وسيلة التحكم.

١-١ تصميم وسائل التحكم:

يتم تصميم وسيلة التحكم في الإضاءة الخارجية لمشروع ما بناء على:

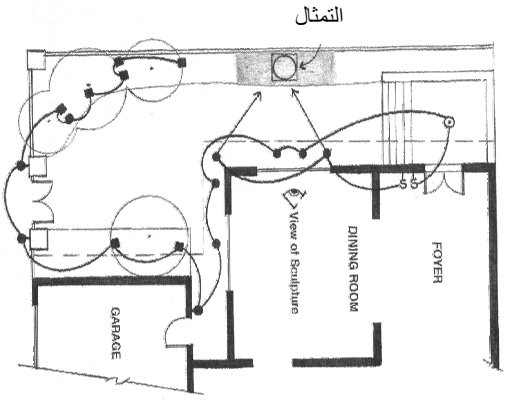
أ- نوع الأنشطة التي سيتم مزاولتها بالمكان أثناء فترة الليل و في أي ساعة من ساعات الليل، و هذا على مدار الأسبوع أو على مدار السنة، فإذا كان النشاطات ثابتة، تحدث كل ليلة و لا تتغير من أسبوع لأخر. يمكن استخدام (an automatic 7-day time switch).

ب- تصميم نظام الإضاءة (مواقع و نوع المصابيح و تركيبات الإنارة).

ت- نوع مستخدمي الفراغ أو مستخدمي نظام التحكم. فمن المهم أن يكون سهل بالنسبة لهم، يقدروا على تشغيله بدون الحاجة إلى تمرين أو كتيب يشرح كيفية التشغيل.

ث- مواقع مخارج و مداخل للفراغ الخارجي من المباني أو من فراغات خارجية أخرى و ممرات الحركة خلال الفراغ الخارجي و اتجاهات الرؤية (من الفراغ الداخلي إلى الفراغ الخارجي). فإن دراسة هذه الأماكن و طريقة استخدام الفراغ هما اللذان يحددان مواقع أجهزة التحكم. من المهم أن تكون تركيبة الإنارة التي يتم التحكم بها، مرئية من مكان مفتاح التحكم. و من الأفضل توفير وسائل تحكم لكل جزء من أجزاء الفراغ الخارجي، عند المداخل أو مسارات الحركة و هذا لتوفير مرونة في الاستخدام (فمثلا إذا كان يوجد تمثال في الحديقة، أمام نافذة غرفة الطعام، فيمكن إنارته من داخل الغرفة للاستمتاع برؤيته دون الحاجة لإضاءة الحديقة كلها (شكل رقم ١-٦). و في نفس الوقت من المهم وجود وسيلة تحكم واحدة تستطيع غلق أو تشغيل الإضاءة بالفراغ الخارجي ككل و هذا لأسباب أمنية.

ج- نوع استخدام الفراغ. فراغ خارجي خاص (فراغ سكني) أو فراغ خارجي عام (فراغ تجاري).



شكل رقم ١-٦: التحكم في مجموعة من تركيبات الإنارة ليست كل تركيبات الإنارة الموجودة بالفراغ: إضاءة التمثال لرؤيته من خلال الفراغ الداخلي دون إضاءة باقي تركيبات إنارة الفراغ الخارجي. (Moyer, 1992)

- الفراغات الخاصة (فراغ سكني):

قلما ما يكون للفراغ الخارجي السكني جدول زمني واحد كل يوم أو في نفس اليوم من كل أسبوع، فالفراغ الخارجي السكني يحتوي على تشكيلة واسعة من النشاطات يصعب التنبؤ بها و حصرها. مما يحتاج إلى نظام تحكم مرن يستجيب للنشاط المرتجل. في حالة المشاريع السكنية، يوجد حاجة دائمة للإضاءة الوظيفية دون الإضاءة الجمالية. فيمكن أن تكون لإضاءة مسار الحركة مفتاح تحكم منفصل عن باقي إضاءة الحديقة فيستطيع المالك المشي في المسار دون الحاجة لإنارة الحديقة ككل. إذا كان مالك العقار دائم الحفلات و العزائم في منزلة و يقوم بمزاولة نشاطات كثيرة و متنوعة بالحديقة، فهذا يحتاج إلى استخدام جهاز خفت الضوء. فمثلا، إذا كان المالك سيقوم باستقبال حفلة كبيرة في الشرفة، فهو يحتاج إلى مستوى إضاءة أكثر ارتفعا عن ما إذا كان سيقوم باستقبال مجموعة صغيرة من الأصدقاء.

- الفراغات العامة (فراغ تجاري):

بالنسبة للفراغات الخارجية التجارية، فلها جدول منظم من الأحداث التي تعاد يوميا. فمثلا، يمكن أن يتم تشغيل و غلق إنارة موقف السيارات أو مسارات الحركة أو واجهات المباني في ميعاد محدد كل يوم، كما يوجد بعض الفراغات الترفيهية مثل الفنادق و المطاعم التي تحتاج إلى نظام تحكم يقوم بخفت الإضاءة بطريقة آلية في ميعاد محدد. يتميز هذا النوع من المشاريع بأن نظام التحكم يمكن من التحكم بكل مجموعة من مجموعات الإضاءة بطريقة آلية دون الحاجة لأن يقوم شخص بتشغيلها بنفسه. أما بالنسبة للفراغات التي يقام بها نشاطات متعددة أو يتغير النشاط في يوم محدد في الأسبوع أو السنة، فقد يحتاج هذا النوع إلى وسيلة تحكم زمنية لها القدرة على تشغيل أو غلق مجموعات متعددة من تركيبات الإنارة في أوقات مختلفة و تشغيل و غلق نفس المجموعة أكثر من مرة خلال ٢٤ ساعة و تستجيب أيضا لأيام الأسبوع المختلفة أو التواريخ المختلفة في السنة. كما تعتبر الإضاءة الأمنية من أهم القضايا الخاصة بالفراغات العامة. يمكن أن يكون نظام الإضاءة الأمني عبارة عن مجموعة أو أكثر من تركيبات الإنارة المنفصلة عن أنظمة الإنارة الأخرى. إن التعرف على نوع العمل و موقع المبنى و كيف يقوم المستخدمين باستعمال المبنى، يساعد في تحديد احتياجات الإضاءة الأمنية. فمثلا، إذا كان المبنى يستخدم طوال ال٢٤ ساعة، فيتم استخدام نظام تحكم آلي يقوم بتشغيل الضوء عند الغروب و غلقه عند الشروق.

عندما يفهم المصمم بصورة واضحة، كيف سيتم استخدام الفراغ، مداخل و مخارج الموقع بالإضافة إلى اتجاهات الرؤية و مسارات الحركة و المرونة اللازمة للمشروع، يمكن أن يبدأ في تصميم نظام التحكم. إن وسائل التحكم

البسيطة تساعد على ضمان الأداء الجيد لنظم الإضاءة. كلما تعقدت وسائل التحكم زادت التكلفة، فمن المهم عمل موازنة بين تكلفتي وسائل التحكم و الاحتياجات الحقيقية للنظام.

١-٢ أنواع أجهزة التحكم Types of Control Devices

يوجد أنواع كثيرة من أجهزة التحكم، بعض الأنواع تصلح للفراغات العامة و البعض الأخر تصلح للفراغات الخاصة، بعضها المعقد و بعضها بسيط. ومن هذه الأنواع:

١-٢-١ المفاتيح اليدوية Manual Switches

تقوم المفاتيح اليدوية بتشغيل أو غلق مجموعة أو أكثر من تركيبات الإنارة. و هو مكون من مفتاح switching unit و وش faceplate و علبة توصيل junction box (شكل رقم ٢-٦). و يمتاز هذا النوع بتكلفته البسيطة. كما يمكن استخدام هذا النوع مع أنواع أخرى من أجهزة التحكم.

١-٢-٢ مفاتيح خفت الضوء Dimming Switches

مفتاح خفت الضوء هو الذي يسمح بالتغير في مقدار الضوء الناتج من تركيبة الإنارة. إن الاحتياج لخفت الضوء يكون محدود في الفراغات الخارجية. إن سهولة و فاعلية و تكلفة جهاز خفت الضوء تختلف تبعا لنوع مصدر الإضاءة. فخفت الضوء الصادر من المصباح المتوهج سهل نسبيا أما المصباح الفلوري و مصابيح التفريغ الغازي HID فهي تتطلب أجهزة خاصة. إن عملية خفت الضوء يزيد من عمر المصباح و يوفر الطاقة الكهربية. مثال: يستخدم جهاز خفت الضوء الخاص بمصباح التفريغ الغازي في مواقف السيارات، حيث يتم خفت الضوء بعد مواعيد العمل حتى لا يصبح مظلما و في نفس الوقت لا يستهلك نسبة كبيرة من الطاقة الكهربية.

١-٢-٣ جهاز التحكم الكهروضوئي Photoelectric Controls

هو جهاز يقوم بتشغيل و غلق تركيبة الإنارة أو مجموعة من تركيبات الإنارة بناءا على مستوى الإضاءة التي تستقبلها الخالاية الكهروضوئية. يوجد نوعان من هذا الجهاز، نوع يستجيب بطريقة فورية للتغير في مستوى الضوء و النوع الأخر يستجيب بصورة متأخرة و هذا لضمان عدم تأثره بسحابة مارة أو ضوء سيارة تمر في الظلام. كما يمكن أن يرتبط هذا الجهاز بتركيبة إنارة بعينها. يبدأ هذا الجهاز في العمل عندما يصل مستوى الضوء من ٠.٧٥ ،٢.٥ شمعة إلى ٣.٥ شمعة (شكل رقم ٣-٦).

١-٢-٤ المفتاح الوقتي Time Switches

يستخدم هذا الجهاز في تشغيل أو غلق الضوء بطريقة آلية في ميعاد يتم تحديده مسبقا. يتوفر نوعان من هذا الجهاز، الكهروميكانيكي و الرقمي. يمكن برمجة الجهاز الرقمي لمدة أسبوع أو أكثر أما النوع الأخر يتم ضبطه يوميا (شكل رقم ٤-٦).

١-٢-٥ فترة زمنية Interval Timer

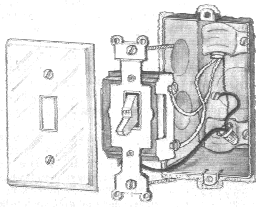
هذا الجهاز يسمح بإنارة الفراغ بطريقة يدوية و يتم غلقه بطريقة آلية بعد فترة محددة من الوقت تبدأ من ١٠ دقائق و تصل إلى بضع ساعات (شكل رقم ٥-٦).

١-٢-٦ مكتشفات الحركة Motion Detector

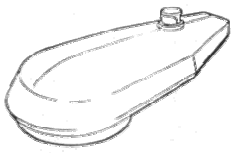
يقوم هذا الجهاز بتشغيل الضوء بطريقة آلية عند حدوث حركة في مكان محدد. هذا الجهاز يقوم بتشغيل الإنارة لفترة محددة عندما يقوم أي شخص بقطع الإشاعة تحت الحمراء في مجال رؤية الجهاز. هذا يضمن إنارة الفراغ

عندما يصل إليه الناس. يقوم هذا الجهاز بتوفير الطاقة الكهربية حيث يمكن ضبط الفترة الزمنية التي سيتم تشغيل الضوء بها (شكل رقم ٦-٦).

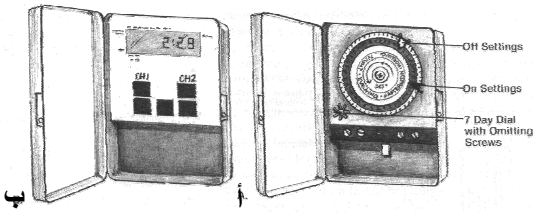
كما يمكن استخدام أكثر من نوع جهاز تحكم في الفراغ الواحد.



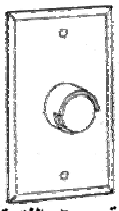
شكل رقم ٢-٦: المفتاح اليدوي. (Moyer, 1992)



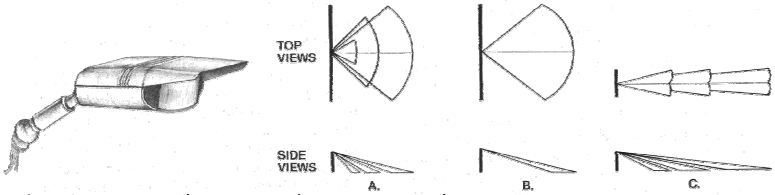
شكل رقم ٣-٦: جهاز التحكم الكهروضوئي. (Leslie & Rodgers, 1996)



شكل رقم ٤-٦: المفتاح الوقتي: (أ) الجهاز الكهروميكانيكي (ب) الجهاز الرقمي. (Moyer, 1992)



شكل رقم ٥-٦: الفترة الزمنية. (Leslie & Rodgers, 1996)



شكل رقم ٦-٦: مكتشفات الحركة: تقدم الشركات أشكال متنوعة للعدسات، منها الذي يغطي مسافة كبيرة و منها يغطي مسافة صغيرة و منها الطويل يفادي مرور الحيوانات و منها القصير. (Moyer, 1992)

٢- التوصيلات Wiring

تعتبر التوصيلات العلاقة الحرجة بين الفكرة التصميمية للإضاءة و العمل الواقعي. من المهم أن يكون مصمم الإضاءة على علم بأنواع و طرق عمل التوصيلات المختلفة حتى يتأكد من أن تصميمه يمكن أن يتم تنفيذه في الحقيقة. تقوم التوصيلات بنقل القوة الكهربية من لوحة الكهرباء إلى مصدر الضوء، يوجد نوعان من التوصيلات، لكل نوع من أنواع أجهزة و اعتبارات خاصة به: النوع الأول خاص بنظام الجهد القياسي و النوع الثاني خاص بنظام الجهد المنخفض.

جدول (١-٦): مقارنة بين الجهد القياسي و الجهد المنخفض

الجهد	المميزات	العيوب
نظام الجهد القياسي	• انخفاض قليل للجهد • موضع ثابت لتركيبة الإنارة القابلة لتعديل توجيهها • مصابيح ذات قدرة كهربية مرتفعة للأشجار العملاقة • مصابيح ذات إضاءة غامرة للفراغات الواسعة	• عدم وجود مرونة في تغيير موضع تركيبة الإنارة لتتماشى مع التغيرات التي تحدث بالفراغ الخارجي. • يتم دفن خراطيم الأسلاك على منسوب عميق (لا يقل عن ١٨ بوصة) • حجم تركيبات الإنارة الكبيرة يحدد استخدامها في المشاريع الكبيرة • يمثل خطورة قوية على مستخدمي الفراغ
نظام الجهد المنخفض	• تشكيلات كبيرة من المصابيح ذات القدرة الكهربية المنخفضة • تركيبات إنارة صغيرة الحجم يمكن إخفاؤها بسهولة في الفراغ • لا داعي من استخدام خراطيم لحماية الأسلاك مما يوفر من التكاليف • منسوب دفن الأسلاك ليس عميقا مثل نظام الجهد القياسي مما يوفر من التكاليف و يقلل من الخسائر التي يمكن حدوثها بالموقع • يمكن أن يتم تثبيت تركيبة الإنارة عن طريق الخابور و هذا يسمح بتغيير موقعها عند حدوث تغير بالفراغ الخارجي. • يكون نظام الجهد المنخفض أكثر أمنا لمستخدمي الفراغ.	• انخفاض كبير للجهد. كلما قل الجهد زاد الفاقد لذا يتم استخدام جهد مرتفع لنقل الكهرباء بين مكان لأخر. • يتم تخطيط التوصيلات بحذر و تحديد موقع و حجم المحولات. • يصلح للمصباح المتوهج و المصباح الفلوري المدمج فقط.

(Moyer,1992; Sunset Magazine, 1982; Thompson & Sorvig, 2000)

٢-١ الطاقة الشمسية Solar Lighting

الإضاءة الصناعية الليلية مستعينا بالطاقة الشمسية. تتميز تركيبة الإنارة التي تعمل بالطاقة الشمسية بالمرونة حيث يمكن وضعها في أي مكان و تحريكها دون توصيلات أو أسلاك. كما تتميز أيضا بأنها اقتصادية حيث تتسم بالكفاءة العالية و التكلفة البسيطة و غير ملوثة للبيئة وعمرها طويل يصل إلى ٢٠ سنة. و قد تحتاج لتنظيفها و فحص تخزين البطارية بصفة دورية و وضعها في مكان مشمس لضمان أدائها بصورة جيدة (شكل رقم ٧-٦).

شكل رقم ٧-٦: أمثلة عديدة و متنوعة لتركيبات إنارة تعمل بالطاقة الشمسية حيث يكون لكل تركيبة إنارة جهاز طاقة شمسية منفصل، فيتم تحريكها أو نقلها في أي وقت بسهولة دون الارتباط بمحددات التوصيلات أو الأسلاك الخاصة بتركيبات الإنارة العادية.
(www.intermatic.com; www.solarlight.com)

٢-٢ التخطيط المستقبلي Planning for the future

من المهم القيام بتوصيلات التي تخدم الأغراض الحالية و المستقبلية لإضاءة الفراغ. إن النظام الأمثل للتوصيلات هو الذي يسمح بالتحديث و التغيير في إضاءة الفراغ الخارجي دون حدوث قلق بالفراغ. فممكن مد الأسلاك و عمل مخارج للكهرباء دون تثبيت تركيبة الإنارة، حيث يتم تثبيتها لاحقا (شكل رقم ٨-٦).

شكل رقم ٨-٦: تركيبة إنارة مرتدة داخل الأرض واحدة تقوم بإنارة الشجرة و ترك مكان لتثبيت تركيبة إنارة مرتدة داخل الأرض إضافية في حالة النمو الكامل للشجرة.(الباحثة)

٣- الليزر Lasers

تستمد كلمة "Laser" من مصطلح "light amplification by stimulated emission of radiation". الليزر هو نوع فريد و خاص جدا من شعاع الضوء. يتكون شعاع الليزر من ضوء متجانس، و هذا يعني أنه له لون واحد و طول موجة واحدة، مئة بالمئة نقي. يستخدم غاز النيون Neon في إنتاج شعاع ليزر أحمر و غاز الأرجون و الكريبتون Argon or Krypton للون الأزرق و الأخضر. و لا يرى المشاهد "الضوء" الخارج من جهاز الليزر ما لم يوجد دخان أو أتربة أو سطح يمكن أن يعكس هذا الشعاع. فالمشاهد لا يرى شعاع الليزر و لكن يرى ضوء الليزر المنعكس. كما يمكن عمل تغيرات لا حدود لها لهذا الشعاع. تحت ظروف معينة، يمكن لشعاع الليزر أن يتمدد أو ينتشر عن طريق استخدام العدسات المختلفة. يمكن لشعاع الليزر أن يتجسد و يتشكل و يتحرك عن طريق استخدام المرايا و المنشورات القابلة للتحكم.

يوجد ثلاثة عناصر لشعاع الليزر يمكن تغييرهم:

١) طول الموجة أو اللون.

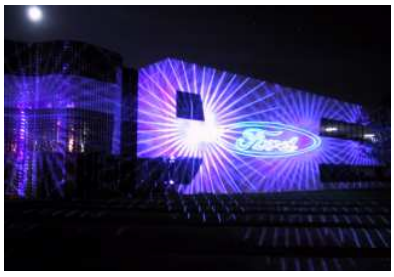
٢) النمط (شكل الشعاع).

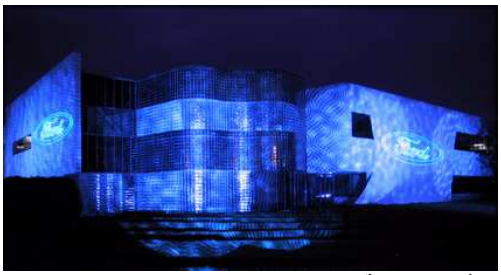
٣) التغير أو الاختلاف في الشدة.

عن طريق هذه المتغيرات الثلاثة – اللون و الشكل و الشدة – يبدع المصمم بالليزر.

التطبيقات: يستخدم الليزر في مجالات كثيرة، الطب و الفضاء و الصناعة .....الخ. و يستخدم أيضا في مجال الإضاءة الخارجية، مثل: الإضاءة الترفيهية و في الدعاية و الإعلان و في عروض الصوت و الضوء و المعارض الخارجية و المسارح و عمل المؤثرات الضوئية المتحركة و الملونة و الإضاءة ذات الأنماط المختلفة على واجهات المباني و إضاءة النوافير ذات الارتفاع العالي حيث يصل إرتفاع النافورة إلى ٢٠٠ متر. كما يمكن أن يسلط شعاع الليزر على شاشة من رزاز الماء تصل مساحتها إلى٢٢ * ١١ متر مربع أو يتم تسليطها على السحاب (شكل رقم ٨-٦ إلى ١٢-٦).

شكل رقم ٩-٦: استخدام الليزر في عمل الإعلانات على جدران المباني.





شكل رقم ١٠-٦: مؤثرات ضوئية ذات ألوان و أشكال و أنماط مختلفة يقوم شعاع الليزر بخلقها على الواجهات.

شكل رقم ١١-٦: إضاءة النوافير بالليزر.

شكل رقم ١٢-٦: تسليط شعاع أليزر على السحب.

شكل رقم ١٣-٦: تسليط شعاع الليزر على شاشات من رزاز الماء Water Screen.

٤- الهولوجراف Holograms and Holography

الهولوجرام Hologram هو عبارة عن فيلم، يتم تسجيل المعلومات عليه عن طريق الموجات الضوئية، و تبدو صور الهولوجراف و كأنها مجسمة و موجودة فعليا بالفراغ و يمكن رؤيته من زوايا عديدة و متفرقة و اللف من حوله.

الفصل السابع

أدوات تقييم تصميم الإضاءة الصناعية الخارجية

مقدمة

إن عملية التصميم يتبعها عملية التقييم و التي تضمن نجاح التصميم في تحقيق أهداف المشروع، ثم يلي ذلك إعادة للتصميم، و هكذا حتى يصل التصميم إلى الحل الأمثل. إن الطريقة المثلى للتأكد من نجاح التصميم المقترح هو بناء هذا التصميم في الحقيقة و تقييمه و لكن هذه الطريقة تعتبر طريقة مكلفة للغاية و صعبة التنفيذ. يوجد أدوات عديدة و متنوعة تستخدم في التأكد من نجاح التصميم أو عدمه، يمكن تصنيف هذه الأدوات إلى النوعين، النوع الأول: أدوات التقييم النوعي Qualitative design tools و الثاني: أدوات التقييم الكمي Quantitative design tools.[1]

١- أدوات التقييم النوعي Qualitative design tools:

من الأفضل قبل الدخول في تعقيدات الحسابات و تحديد مستوى الإضاءة و الإستضاءة و عدد المصابيح و المسافة بينهم، البدء بتقييم التصميم من الناحية النوعية أي هل يحقق التصميم الأهداف المرجوة منه و الخاصة بالعوامل الفراغية و النفسية و العضوية أو الخاصة بالمهام. مثال، هل استطاع الضوء أن يعطي شعورا باتساع الفراغ أم لا، و في حالة وجود أكثر من بديل للحل التصميمي أي من هذه البدائل يقوم بتحقيق هذا الشرط. تتوفر أدوات كثيرة للتقييم النوعي منها ثنائية الأبعاد و أخرى ثلاثية الأبعاد.

١-١ صور مزاجية Mood shots:

يفضل بعض العملاء رؤية مشاريع مشابهة لمشاريعهم تم تنفيذها من قبل ليساعدهم على تخيل المخرج النهائي للتصميم. يمكن للصور الفوتوغرافية أو صور المجلات أن تقوم بهذه المهمة، مع الأخذ في الاعتبار أن تكون هذه الصور لمشاريع متقاربة جدا مع المشروع المراد تصميم إضاءته من حيث الحجم و الطابع و الخصائص و التكلفة حتى لا ينخدع العميل، و عندما يتم تنفيذ المشروع لا يشعر بتشابه مع الصور التي رآها من قبل.

١-٢ الزيارات الميدانية Field trips:

القيام بزيارة مشروع على الطبيعة تم تنفيذه من قبل يكون أفضل من رؤية الصور فقط. و هذه الطريقة لا تصلح إلا في حالة ما إذا كان المشروعان متشابهين مع بعضها من حيث الحجم و المجال.

---

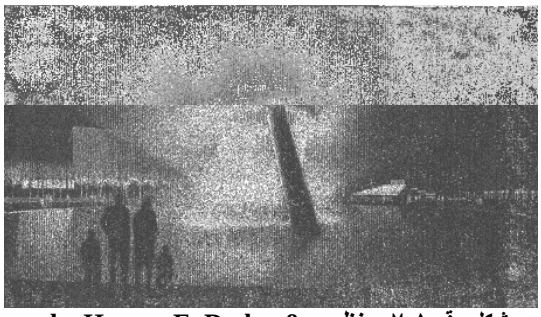
[1] Steffy, 2002

٣-١ إظهار الإضاءة باليد Light renderings by hand:

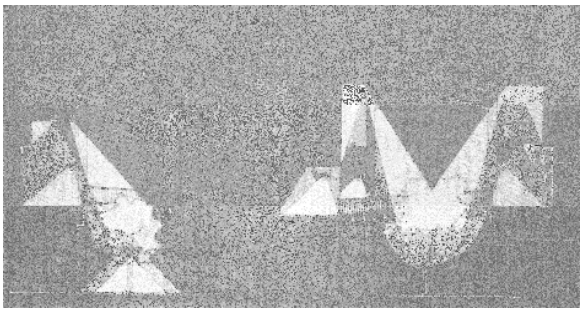
وهي من الطرق المهمة لتقييم المشروع و التي تستطيع أن توفر للعميل صورة بصرية للفكرة التصميم كما تساعد المصمم على إيجاد بدائل متنوعة للتصميم. و تكون أبسط طريقة هي القيام بتظليل المنظور الخاص بالفراغ الخارجي المراد إضاءته ليلا. تقوم هذه الطريقة بإظهار العلاقة بين مستويات شدة الإضاءة المختلفة الخاصة بالعناصر الموجدة بالفراغ. و هذا يمكن عمله عن طريق البدء بخلفية سوداء ثم يتم رسم سطوع الضوء باستخدام القلم، من الأكثر سطوعا باللون الأبيض إلى الأقل سطوعا باللون الرمادي أما المنطقة الأكثر ظلمة تترك باللون الأسود (شكل رقم ١-٧). و هذه الطريقة يمكن تنفيذها بطريقة عكسية حيث يتم البدء بخلفية بيضاء و تظليل المنطقة الأكثر سطوعا باللون الأسود و المنطقة الأكثر ظلمة تكون في هذه الحالة الأفتح تظليلا. و بعد الانتهاء من الرسم و عن طريق مطبعة فوتوغرافية عكسية تصبح المنطقة الأكثر ظلمة ذات اللون الأسود. كلتا هاتين الطريقتين تعطيان للعميل تصورا حقيقيا للتصميم.

و من الطرق السريعة الأخرى لتقديم الفكرة التصميمية للعميل هي tissue-over-lay technique . و تَتضمن هذه العملية قص طبقات من النسيج عن الأماكن المضاءة، للإيحاء بتأثير الظل على كل من الواجهة و القطاع. تقوم هذه الطريقة بإظهار أماكن وحدات الإضاءة و الضوء الخارج منها. ولكنه تأثير غير واقعي حيث يظهر شكل الضوء منطلق من وحدة الإضاءة وصولا إلى العنصر المراد إضاءته. لذا فمن المهم إخبار العميل أن هذا الرسم لا يطابق الواقع. (شكل رقم ٢-٧).

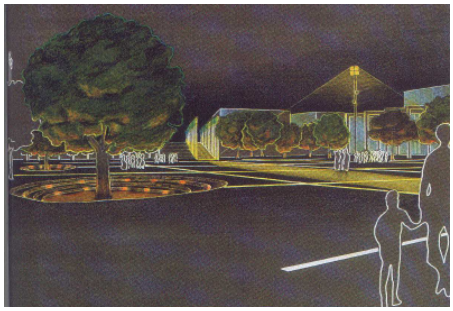
و من طرق التقييم الأخرى أيضا، هي عمل رسومات ملونة للمؤثرات الضوئية، و لا تقوم هذه التقنية بإظهار أماكن الظل و النور فقط و لكن تقوم بإظهار التدريج الدقيق بينهم و إبراز التأثيرات الناتجة من الألوان المختلفة (شكل رقم ٣-٧).



شكل رقم ١-٧: منظور the Horace E. Dodge & Son Memorial Fountain at the Detroit تم تظليله لتقييم الفكرة التصميمية. (Moyer, 1992)



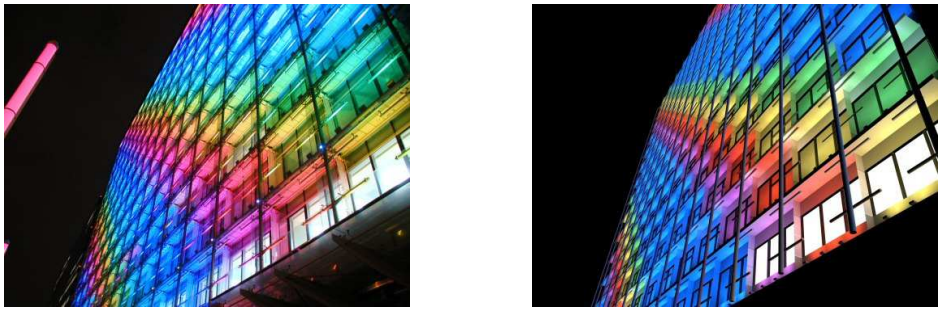
شكل رقم٢-٧: the tissue overlay presentation technique يقوم بتقييم التصميم و إظهار أماكن تركيبات الإنارة و شكل الضوء الخارجة منها. (Moyer, 1992)



شكل رقم٣-٧: تقييم التصميم عن طريق استخدام الألوان (Brandi, 2001).

٤-١ إظهار الإضاءة باستخدام الحاسب الآلي Light renderings by computer:

تتحسن و تتقدم برامج الكمبيوتر مع الزمن، فأصبحت أسرع و أدق من ذي قبل. كما تقوم جمعية Illuminating Engineering Society بنشر جدول لأهم برامج الإضاءة موضحة إمكانياتها و استخداماتها. تقوم هذه البرامج بمساعدة مصمم الإضاءة على تقييم المشروع كما تساعد العميل و باقي فريق العمل على تخيل المخرج النهائي للمشروع. و لكن تعتبر هذه الطريقة مكلفة، تحتاج لوقت و مجهود و مهارة (شكل رقم ٤-٧). فالحاسب الآلي يستطيع عمل الحسابات و القياسات و إظهار شكل المبنى ليلا في ظل الظروف المختلفة و التشطيبات المختلفة، كما يقوم أيضا بإظهار تدرج مستويات السطوع بالفراغ. مثال على ذلك: تمثال الحرية بالولايات المتحدة الأمريكية، حيث تم استخدام الحاسب في مراحل التصميم المختلفة. فقد تم الاستعانة به في تصور شكل التمثال و هو مضاء ليلا، باستخدام تركيبات إنارة متنوعة موضوعة في أماكن مختلفة و ألوان الإضاءة المختلفة، ثم يتم ترجمة ما تم الوصول إليه في الحقيقة عن طريق التصميم الحذر لوحدات الإضاءة. فالحاسب يعطي للمصمم حرية أكبر لإيجاد الحلول التصميمية مما يساهم في نجاح التصميم و خلق محيط عمراني مريح للمستخدمين أثناء فترة الليل (شكل رقم ٥-٧). و من هذه البرامج Lumen Micro & Lightscape & Radiance.



شكل رقم ٤-٧: Kuo Hua Building – Taipei, Taiwan صورة لإضاءة المبنى عن طريق برنامج الكمبيوتر و صورة للمبنى بعد إضاءته في الحقيقة. http://www.agi32.com/Gallery/project_gallery-exterior.htm

شكل رقم ٥-٧: تمثال الحرية، صورة لإضاءته عن طريق الكمبيوتر و الصورة الأخرى في الحقيقة بعد تنفيذ التصميم. (Jankouski, 1987)

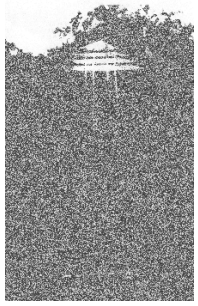
٥-١ النماذج Models:

عمل نموذج مجسم طبيعي للفراغ باستخدام مقياس رسم صغير. و تعتبر هذه الطريقة من أفضل الطرق لتوضيح و تقييم الفكرة التصميمية، و لكن تأخذ وقت و مجهود. يمكن استخدامها في تقييم الفراغات الخارجية و الداخلية.

٦-١ نماذج بالحجم الطبيعي Mockups:

و هي وسيلة فعالة للتقييم النوعي و أيضا الكمي. لا يشترط أن تكون هذه النماذج بالحجم الطبيعي أو ذات تفصيل دقيقة. يمكن مثلا عمل نموذج مجسم قريب للحجم الطبيعي لتركيبة إنارة مصممة، و تقييم الضوء الخارج منها و

كيفية التحكم فيه. تعتبر هذه الطريقة مكلفة للغاية و لكن إذا تم استخدامها في مشاريع كبيرة لن تكون تكلفتها مؤثرة بالنسبة لتكلفة المشروع ككل (شكل رقم ٦-٧).



شكل رقم ٦-٧: Mockup بمقياس ١:٢ لتركيبة إنارة مصممة، يساعد المصمم على تقييم توزيع الإضاءة و شكل تركيبة الإنارة قبل البدء في التنفيذ. (Steffy, 1990)

٢- أدوات التقييم الكمي Quantitative design tools:

في وقت ما، يريد فيه مصمم الإضاءة التأكد من أن التصميم يحقق معايير السطوع و الإستضاءة *(ملحق رقم (٣))*. فمن المهم القيام بتقييم متوسط و أقصى و أقل مستوى للسطوع، و نسبة السطوع و أقصى و أقل و متوسط للإستضاءة الرأسية و أقصى و أقل و متوسط للإستضاءة الأفقية. لا يحتاج المصمم أن يكون محاسبا calculus، و لكن يحتاج أن يكون على علم بقيم السطوع و الإستضاءة التي يجب تحقيقها. فالحسابات النهائية يقوم بها مهندس الكهرباء أو مصانع تركيبات الإنارة. يوجد بعض الحسابات الأساسية التي يقوم بعملها مصمم الإضاءة لتقييم المراحل الأولى للتصميم. و سيتم في هذا الجزء ذكر بعض الطرق البسيطة و التي يستطيع مصمم الإضاءة الاستعانة بها في التقييم الكمي للتصميم. من المهم أن تكون كل الحسابات ب footlamberts و ليس footcandles (حيث footcandles لا تضع في الاعتبار انعكاسية الأسطح). يوجد أنواع كثيرة للتقييم و على مصمم الإضاءة أن يكون حذرا في اختيار الطريقة المثلى حيث تقوم كل طريقة بتوفير معلومات مختلفة (جدول رقم ١-٧ يوضح المقارنة بين أنواع أدوات التقييم الكمي المختلفة).

٢-١ المطبوعات Templates:

تستخدم المطبوعات في عمل توزيع مبدئي لأماكن لتركيبات الإنارة. تستخدم هذه الطريق عادة في إضاءة الساحات و المسارات. تتضمن هذه المطبوعات على رسم خطوط isocontour التي تصل بين النقط التي لها قيمة واحدة للاستضاءة. و عن طريق هذه الرسومات يقدر مصمم الإضاءة على تحديد المسافة بين تركيبات الإنارة. تعتمد هذه الطريقة على الإستضاءة الأفقية فقط. بالرغم من أن هذه الطريقة تعتبر سريعة إلا إنها لا تكون دقيقة (شكل رقم ٧- ٧).

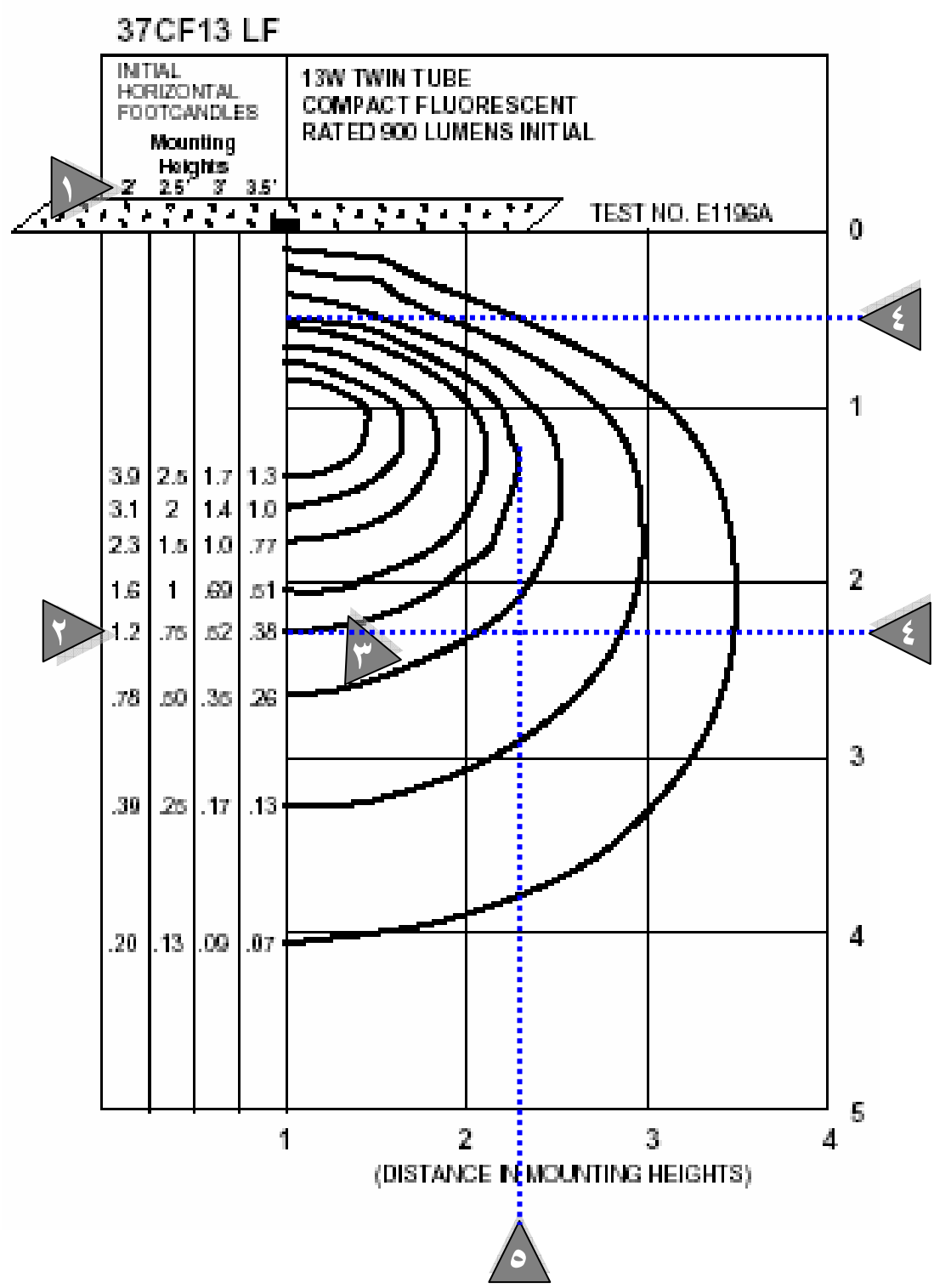
٢-٢ لومن Lumen method

تستخدم هذه الطريقة لحساب المجموع الكلي للتدفق الضيائي الموجه نحو سطح ما أو على واجهة مبنى ما الناتج من كل المصابيح المستخدمة. يتم حساب هذا المجموع عن طريق المعادلة التالية:

$$\Phi_{total} = A\,E / \eta\,M$$

حيث يكون A = مساحة السطح المضاء (م^{٢})

E = الاستضاءة المستهدفة (لوكس) ← تتحدد حسب القوانين و استخدام الفراغ



شكل رقم ٧-٧: شكل يوضح isocontour الخاص بالضوء الخارج من تركيبة إنارةsteplight و يحتوي على louver للتحكم الأفضل لعملية إبهار العين. يوجد خطوات كثيرة لاستخدام هذا المخطط لتقييم ما إذا كانت المسافة بين تركيبات الإنارة و عددهم و توزيعهم مناسب أم لا. (الخطوة الأولى) يقوم مصمم الإضاءة بتحديد الارتفاع المناسب لتثبيت تركيبة الإنارة، مثلا ٢' (٦٠٠ مم)، (الخطوة الثانية) ثم يبحث عن المسافة بين تركيبات الإنارة لتحقيق استضاءة مقدارها ١٠ لوكس في مسار عرضه ٣'. طالما أن هذا المخطط يعتمد علىinitial illuminance و أن المصمم يضع في اعتباره أن الإضاءة الصادرة من المصباح تتضاءل مع الوقت بمقدار ٢٠٪، إذا يكون الهدف هو تحقيق استضاءة مقدارها ١٢ لوكس. (الخطوة الثالثة) يتم تحديد الخط المناسب في الرسم. (الخطوة الرابعة) تحديد الحدود التي تتحقق عن طريق استضاءة مقدارها ١٢ لوكس. و يكون من ½ قيمة ارتفاع تركيبة الإنارة إلى ٢ ٣/١ من قيمة الارتفاع. (الخطوة الخامسة) تكون المسافة بين كل تركيبة إنارة تقريبا ١.٤ متر. (http://www.prescolite.com)

η = عامل الانتفاع ← معلومات متوفرة من مصنع المصابيح و تركيبات الإنارة

M = عامل المداومة ← معلومات متوفرة من مصنع المصابيح و تركيبات الإنارة

Φ = التدفق الضيائي

وجود معمل الانتفاع في هذه المعادلة تدل على أن ليس كل التدفق الضيائي الخاص بالمصباح يشارك في مستوى الاستضاءة الموجود على الواجهة: حيث أن بعضها يفقد داخل تركيبة الإنارة و بعضها لا يصل إلى السطح نفسه. يضع عامل المداومة الفقدان الذي يحدث عبر الزمن في الاعتبار. حيث يعتمد معامل المداومة على انتقاص التدفق الضيائي للمصباح عبر الزمن و الأوسخة التي تتراكم فوق تركيبة الإنارة و النظافة الدورية للعدسة و العاكس الموجود بتركيبة الإنارة.

يتم معرفة عدد تركيبات الإنارة المستخدمة عن طريق قسمة التدفق الضيائي الكلي المذكور في المعادلة السابقة على التدفق الضيائي الصادر من كل تركيبة إنارة.

عدد تركيبة الإنارة = Φ الكلي / Φ تركيبة الإنارة

٣-٢ شدة الإضاءة luminous intensity:

يتم في هذه الطريقة حساب شدة الإضاءة، التي يشعها مصدر الضوء في اتجاه معين لينتج الإستضاءة المرجوة على السطح (شكل رقم ٨-٧). تحسب شدة الإضاءة I عن طريق المعادلة الآتية:

$$I_\gamma = E_p d^2 / \cos^3\gamma = E_p d^2 / \cos^3\alpha * \cos^3\beta$$

حيث: E_p = استضاءة السطح عند نقطة P، لوكس

d = المسافة بين مصدر الإضاءة و السطح، متر

γ = زاوية سقوط شعاع الضوء على السطح

عند معرفة قيمة شدة الإضاءة I_γ يتم استخدام جدول الخاص بشدة الإضاءة لتحديد مصدر الإضاءة (أو مجموع مصادر الإضاءة) المناسب.

من شكل رقم ٨-٧:

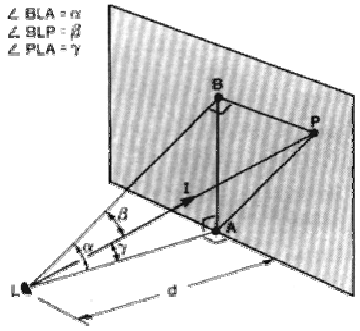
In Δ LAP, $\cos\gamma$ = LA / LP

In Δ LAB, LA = LB $\cos\alpha$, and in Δ LBP, LP = LB / $\cos\beta$

So $\cos\gamma$ = LA / LP = $\cos\alpha \cos\beta$

Hence, substituting this for $\cos\gamma$ in the equation for I_γ gives:

$$I_\gamma = E_p d^2 / \cos^3\alpha * \cos^3\beta$$



شكل رقم٨-٧: شدة الإضاءة I اللازمة من مصدر إضاءة L لإنارة نقطة P على السطح. (Philips, 1993)

٢-٤ الحاسب الآلي computer calculations

إن برامج الحاسب الآلي لا تقوم فقط بإظهار الفكرة التصميم و لكن تقوم بعمل الحسابات المختلفة و عمل التقييم الكمي للمشروع. و تتوفر هذه البرامج عند بعض المصانع و الشركات الخاصة بالمصابيح و تركيبات الإنارة، و تقوم هذه البرامج بتمكين المصمم بعمل موقع عام مبدئي و حسابات مبدئية لتركيبات الإنارة المستخدمة في التصميم. من المهم التأكد من أن البرنامج يستخدم sophisticated flux transfer or ray tracing techniques (التي تتسم بالدقة، حيث تضع في الاعتبار ليس فقط الضوء الصادر من مصدر الضوء بل و الضوء المنعكس من الأسطح الأخرى الموجودة بالفراغ) و ليس فقط برامج تقوم بعمل حسابات بطريقة لومن فقط (الأقل دقة). كلما كانت المعلومات المدخلة معلومات دقيقة كانت النتائج أكثر دقة، من هذه المعلومات، فوتومتر تركيبة الإنارة و التدفق الضيائي للمصباح و الإستضاءة المداومة و درجة انعكاس أسطح الفراغ و شكل و حجم الفراغ و وقت استخدام الفراغ بالإضافة إلى المعلومات الأخرى التي تختلف باختلاف طبيعة المشروع.

٢-٥ برامج الجدولة Spreadsheets

لا يعتمد التقييم الكمي على حساب السطوع و الاستضاءة فقط و لكن يوجد بعض برامج الحاسب التي تقوم بعمل حساب لميزانية الكهرباء power budgets. يقوم مصمم الإضاءة استخدام برامج الجدولة (Excel, Quattro Pro, Lotus1.2.3,....) حيث يذكر فيه أنواع تركيبات الإنارة و أنواع المصابيح و واط المصباح و المحولات و ملفات الكبح و عدد المصابيح لكل تركيبة إنارة و عدد تركيبات الإنارة و هذا كله لحساب مقدار الأحمال الموجودة بالمشروع، و التعرف ما إذا كانت هذه الأحمال مسموح بها أم لا. ففي حالة ما إذا كانت أكثر من الأحمال المسموح بها يتم عمل تعديل بالتصميم.

تقوم IES بتوفير معلومات و برامج تخص هذا الموضوع بالإضافة إلى توفيرها لفصول لتعليم هذه البرامج.

٣- الصورة التخيلية Virtual Reality

و من أهم و أحدث أدوات التقييم الكمي و النوعي معا هو الصورة التخيلية Virtual Reality. و هي طريقة لعرض المشاريع المراد تقييمها أثناء مراحل التصميم. و هي تعرض المشروع مجسم و كأنه واقعي وسط الظروف المناخية و البيئية الذي سيتواجد فيه. و تعتبر هذه الطريقة وسيلة هامة لتبادل المعلومات بين فريق العمل و تقييم المشروع من جميع جوانبه من حيث الصوت و الضوء و الحرارة و استخدام الطاقة و حركة الهواء و التلوث و تأثير عامل الزمن على مظهر الواجهات (نتيجة لتراكم الأوساخ) و المناخ كما تقوم بتقييم طريقة إخلاء المستخدمين للمبنى في حالة الطوارئ.

و يتم فيها عمل رسومات المبنى أو الفراغ المراد تقيم أداءه باستخدام الحاسب الآلي مع إدخال المعلومات المهمة التي تخص المشروع مثل: خصائص مواد التشطيب و صور جوية للموقع و معلومات عن ما يحيط بالمشروع. ثم عرض الصورة النهائية للمشروع على شاشة كبيرة و يقوم برؤيتها المصممين و العميل و المستخدمين و هذا للوصول للتصميم الأمثل قبل البدء في التنفيذ (شكل رقم ٩-٧).

شكل رقم٩-٧:نموذج لقاعة عرض خاصة بتقنية الصورة التخيلية. (www.cstb.fr)

جدول (١-٧): مقارنة أدوات التقييم الكمي المختلفة

	المطبوعات	طريقة لومن	شدة الإضاءة	Flux transfer	Ray Tracing
التقنية	▪ اليد (القلم و الورقة و العقل) ▪ اليد (الآلة الحاسبة)	▪ اليد (الآلة الحاسبة) ▪ الحاسب الآلي	▪ اليد (الآلة الحاسبة) ▪ الحاسب الآلي	▪ اليد (الآلة الحاسبة) ▪ الحاسب الآلي	▪ الحاسب الآلي
السطوع	▪ لا	▪ نعم	▪ نعم	▪ نعم	▪ نعم
الاستضاءة الأفقية	▪ نعم	▪ نعم	▪ نعم	▪ نعم	▪ نعم
الاستضاءة الرأسية	▪ لا	▪ لا	▪ نعم	▪ نعم	▪ نعم
الدقة	▪ ضعيفة بالنسبة للفراغات الداخلية ▪ معقولة بالنسبة للفراغات الخارجية	▪ مقبول إلى جيد	▪ جيد	▪ جيد إلى ممتاز	▪ جيد إلى ممتاز
الميزات	▪ سريعة	▪ سريعة	▪ أكثر دقة	▪ أكثر دقة ▪ يضع في اعتباره الانعكاسات المتكررة للضوء على الأسطح	▪ صورة تصورية ممتازة ▪ يضع في اعتباره الانعكاسات المتكررة للضوء على الأسطح
العيوب	▪ الالتزام بمعيار واحد ▪ دقة مشكوك فيها ▪ لا يضع في الاعتبار الاستضاءة المداومة ▪ لا يضع في اعتباره الانعكاسات المتكررة للضوء على الأسطح ▪ يعتبر الفراغ خالي بدون عناصر	▪ الالتزام بمعيار واحد ▪ قيم متوسطة (ليست العظمة و الصغرى) ▪ يعتبر الفراغ خالي بدون عناصر	▪ تستهلك الوقت ▪ لا يضع في اعتباره الانعكاسات المتكررة للضوء على الأسطح ▪ يفترض مصدر إضاءة نقطي ▪ لا تمثل دقة لمصادر الإضاءة الكبيرة	▪ نتائجها تعتمد على دقة المدخلات ▪ دقة منقوصة، حيث تعتمد الدقة على كم و نوعية المعلومات المدخلة. ▪ إخراج معلومات كثيرة و من المهم اختيار المعلومات المفيدة.	▪ تتحدد بالمعلومات المدخلة ▪ تتحدد بالوقت المتاح ▪ دقة منقوصة، حيث تعتمد الدقة على كم و نوعية المعلومات المدخلة. ▪ إخراج معلومات كثيرة و من المهم اختيار المعلومات المفيدة.
الإستخدامات	▪ يستخدم في الفراغات الداخلية و الخارجية ▪ التطبيقات المنتظمة و غير المنتظمة ▪ التصور المبدئي لأماكن تركيبات الإنارة ▪ الميزانية المبدئية	▪ يستخدم في الفراغات الداخلية و الخارجية ▪ تطبيقات منتظمة ▪ التصور المبدئي لأماكن تركيبات الإنارة ▪ الميزانية المبدئية ▪ توزيع نهائي لتركيبات الإنارة للمشاريع البسيطة ▪ معقولة بالنسبة للإضاءة غير المباشرة ▪ جيدة بالنسبة للإضاءة المباشرة	▪ يستخدم في الفراغات الداخلية و الخارجية ▪ التطبيقات المنتظمة و غير المنتظمة ▪ التوزيع النهائي لتركيبات الإنارة بالنسبة للإضاءة التوكيدية و الإضاءة العامة و إضاءة المهام	▪ يستخدم في الفراغات الداخلية و الخارجية ▪ التطبيقات المنتظمة و غير المنتظمة ▪ التوزيع النهائي لتركيبات الإنارة بالنسبة للإضاءة التوكيدية و الإضاءة العامة و إضاءة المهام	▪ يستخدم في الفراغات الداخلية و الخارجية ▪ التطبيقات المنتظمة و غير المنتظمة ▪ التوزيع النهائي لتركيبات الإنارة بالنسبة للإضاءة التوكيدية و الإضاءة العامة و إضاءة المهام

(Steffy, 2002)

الفصل الثامن

فن توزيع المؤثرات الضوئية بالفراغات الخارجية ليلا

قد قام الجزء السابق من البحث بدراسة الأدوات و التقنيات الحديثة و المختلفة، الخاصة بوحدات و أجهزة الإضاءة الصناعية المستخدمة في الفراغات الخارجية و إلقاء الضوء على إمكانية استخدام هذه الأدوات و الأجهزة لخلق محيط بصري مبدع و تكوينات ضوئية لا نهائية التشكيل، مع مراعاة أن مثل هذه الأدوات و التقنيات في تقدم مستمر و سريع، فربما يحدث حذف لأداة من هذه الأدوات أو إضافة أداة جديدة أو اكتشاف تقنية جديدة تحدث تغييرا و تقدما في عالم الإضاءة الصناعية، لذا فينصح دائما بالإطلاع بطريقة دورية على كل ما هو جديد في هذا المجال. و سيتم في هذا الجزء دراسة فن توزيع الإضاءة و المؤثرات الضوئية بالفراغات الخارجية ليلا، و كيفية عمل تصميم بصري جيد يظهر الفكرة التصميمية و يؤكدها.

١- بناء و تشكيل الفراغات الخارجية:

قد ذكرت Chaterine Dee في كتابها Form and Fabric in Landscape Architecture أن الفراغ الخارجي يتميز و يتشكل عن طريق خمس أجزاء أساسية (الفراغات و المسارات و الحدود و العناصر المهمة و المداخل) يدركها و يمارسها الناس (شكل رقم ١-٨). و يقوم المصمم باستخدام عناصر الفراغ الخارجي المختلفة (الطبوغرافية و النباتات و المسطحات المائية و المنشآت) لخلق هذه التشكيلات.

١-١ مكونات الفراغ الخارجي:

أ) الفراغات Spaces

و هي المساحة المحددة و المحصورة من الأرض لإقامة النشاطات الإنسانية. كما تعتبر الفراغات هي الأداة الأساسية التي يتم عن طريقها تنظيم و فهم و استخدام و ممارسة الفراغ الخارجي.

ب) المسارات Paths

و هي المناطق أو الأماكن ذات الشكل الشريطي و المخصصة للحركة بالفراغ الخارجي. و يكون المسار شأنه كشأن الفراغ، يعتبر التشكيل الأساسي في التصميم و الذي يؤثر على استخدام و ممارسة الفراغ الخارجي.

ت) الحدود edges

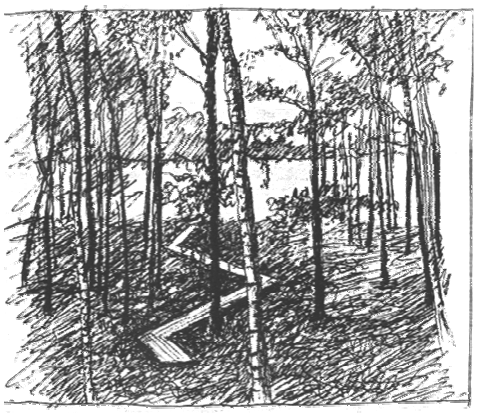
و هي المناطق أو الأماكن ذات الشكل الشريطية التي تفصل بين فراغين أو نطاقين بالفراغ الخارجي لهما وظائف و خصائص مختلفة. و تعتبر الحدود من المكونات الهيكلية الأساسية للفراغ الخارجي نتيجة لوظائفها التكاملية و الاجتماعية.

ث) العناصر المهمة (النقطة المركزية) Foci

و هي تعبر عن الأشكال أو الأماكن المميزة أو المتباينة أو المنعزلة عن ما حولها في الفراغ الخارجي. كما يمكن أو يكون لها سمات ثقافية أو اجتماعية أو روحانية، تجذب الناس إليها. و هي تساعد على توجيه الناس داخل الفراغ بسبب شكلها البصري المميز.

جـ) المداخل (بوابة) Thresholds

و هـي تعبـر عـن أشـكال أو نطاقـات أو مـساحات صـغيرة فـي الفـراغ الخـارجي تتواجـد بـين الفراغـات الكبيـرة أو المسارات و لها وظائف انتقالية و تكاملية مثل الحدود و لكنها تختلف عن الحدود في شكلها البؤري (ليس شريطي).



مسار وسط الحديقة

يتحدد الفراغ عن طريق شكل الأرض و النباتات و المياه و المنشآت لإقامة النشطات الإنسانية

حدود الأشجار و المقاعد أصبحت مكان له أهمية وظيفية

يعتبر هذا المبنى بوابة بين الأرض و الماء

عنصر مهم و مميز بالفراغ

شكل رقم ١-٨: المكونات الأساسية الخمس التي تشكل الفراغ الخارجي (Catherine Dee, 2001)

كما ذكرت Catherine Dee أنه يوجد جزء سادس و أخير من أجزاء الفراغ الخـارجي و هو التفاصـيل و التـي تدل على الاقتراب و الإحساس و لمس مكونات الفراغ الخارجي.

حـ) التفاصيل Details

و هي تعبر عن العناصر التي توفر التجربة الحسية المباشرة للفراغ الخارجي (الاقتراب و لمس و شم العناصر).

٢-١ عناصر الفراغ الخارجي:

أ) الطبوغرافية Topography: شكل الأرض، تغير في تضاريس الأرض،.....الخ

ب) النباتات Vegetation: الأشجار و الشجيرات و الحشائش .....الخ

ت) المنشآت Structures: واجهات المباني و الهياكل أو المنشآت الحرة (free-standing) و الأرضيات و الأرصفة .....الخ

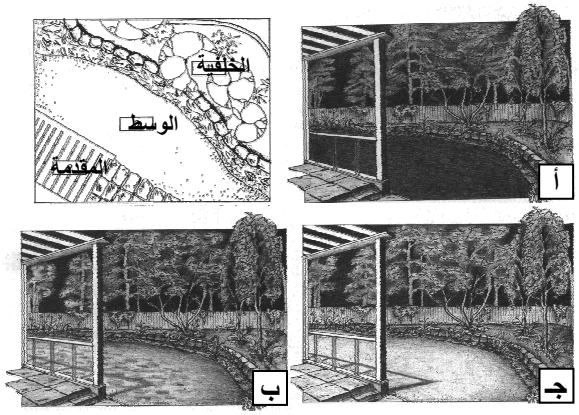
ث) المسطحات المائية Water: مسطحات مائية طبيعية أو صناعية مثل، البحيرات و الأنهار و المجاري المائية و الشلالات و النفورات .....الخ

٢- تأثير الإضاءة على مظهر الفراغات الخارجية في فترة الليل:

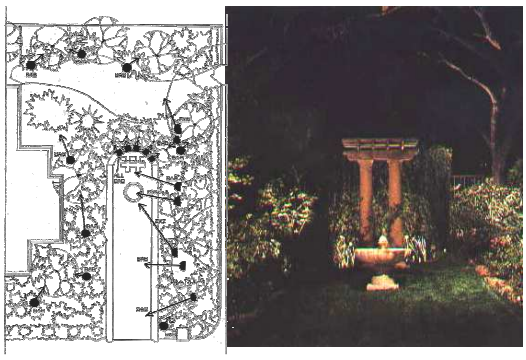
الإضاءة هي الأداة التي تبرز الفراغ و تجعله متنوع الأشكال و الصور و التأثيرات و الانطباعات. فالفراغ في فترة الليل يبدو للمصمم و كأنه لوحة فنية يقوم بإظهارها و تلوينها بإتقان و إبداع عن طريق الإضاءة.

٢-١ حجم الفراغ

تؤثر الإضاءة على إدراك المشاهد لعمق و ارتفاع الفراغ. إعطاء الشعور بعمق الفراغ يتم عن طريق التغيير في شدة السطوع مستويات و مكونات الفراغ المختلفة. عادة ما يحتوي المشهد الخاص بالفراغ على ثلاث مستويات أو ثلاث نطاقات و هم المقدمة foreground و الوسط midground و الخلفية background. عن طريق التغيير في شدة سطوع كل مستوى أو نطاق يتأكد عمق الفراغ أو تتأكد سطحيته. فالتأكيد على عمق الفراغ مثلا ينتج عن زيادة سطوع الخلفية و يليها في السطوع المقدمة أما الوسط يكون الأقل سطوعا(شكل رقم ٢-٨). في حالة وجود نقطة مركزية درجة سطوعها مرتفعة نسبيا، يتم إضاءة خلفيتها بإضاءة خفيفة مما يؤكدها و يعطي عمقا للمشهد (شكل رقم ٣-٨). في بعض الأحيان يلجأ مصمم الإضاءة لتقليل عمق الفراغ و هذا عندما يكون بالخلفية شيء غير مستحب، من المفضل إخفاءه فتترك الخلفية مظلمة. كما يمكن ترك الخلفية مظلمة أو درجة سطوعها منخفضة بالمقارنة مع ما حولها لإعطاء الشعور بالغموض و التأثير درامي للمشهد.

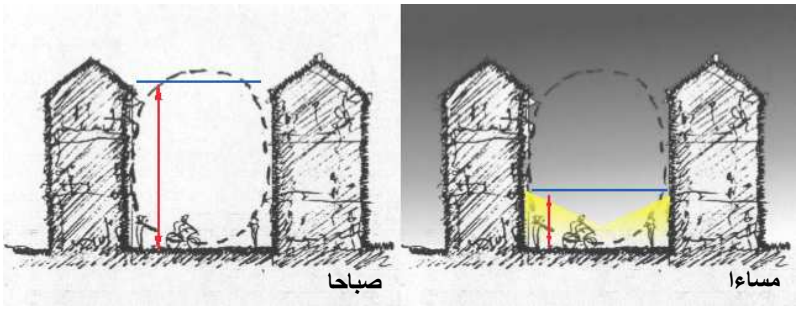


شكل رقم ٢-٨: (أ) المنطقة المتوسطة مظلمة، تفصل المقدمة عن الخلفية، مما يؤكد عمق المشهد. (ب) المنطقة المتوسطة بها إضاءة خفيفة تعمل على ربط المقدمة بالخلفية. (ج) الثلاث مستويات لهم درجة سطوع واحدة مما يقلل الشعور بالعمق (Moyer, 1992).



شكل رقم ٣-٨: تمثل النافورة النقطة المركزية للمشهد و هي العنصر الأكثر سطوعا. أما الأعمدة و سياج الشجيرات فتمثل خلفية المشهد. تم إضاءة الأعمدة و سياج الشجيرات بطريقة تؤكد انفصال الخلفية عن النقطة المركزية. تم إضافة إضاءة خفيفة للنجيل للحد من شدة التباين في السطوع(Moyer, 1992).

كما تؤثر الإضاءة الليلية على إدراك المشاهد لارتفاع الفراغ، فإذا كانت مساحة الجزء المضاء أقل من الارتفاع الحقيقي للفراغ، يعطي ذلك إحساسا للمشاهد بأن الفراغ أقل ارتفاعا من فترة الصباح و العكس صحيح (شكل رقم ٤-٨ و ٥-٨).



شكل رقم ٤-٨: يختلف إدراك الإنسان لارتفاع الفراغ باختلاف طريقة إضاءته. حيث تظهر الصورة أنه قل الشعور بارتفاع الفراغ الكبير في فترة الليل نتيجة لانخفاض ارتفاع تركيبات الإنارة التي تقوم بإضاءته.

شكل رقم ٥-٨: تبدو الساحة الأمامية للمدخل و كأن طولها قدم واحد نتيجة لقصر طول تركيبات الإنارة و لا يوجد تركيبات إنارة أخرى تقوم بإضاءة الفراغ. (Whitehead, 2001).

٢-٢ التوازن Balance

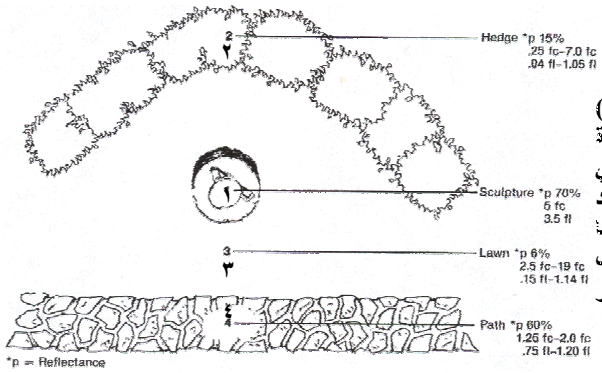
تصميم فراغ متزن بصريا مستعينا بالإضاءة. الفراغ ممكن أن يكون متماثلا و متزنا فعلى الإضاءة القيام بتأكيد هذا التماثل عن طريق توحيد شدة السطوع و توزيع الإضاءة على جانبي خط التماثل (شكل رقم ٦-٨). و ممكن أن يكون الفراغ غير متماثل به حركة و تنوع و عدم نظام، فالمصمم في هذه الحالة له الحرية في تغيير مظهر الفراغ. و ممكن أن يحتوي الفراغ على إيقاع معين، مثال، تكرار عنصر معين بالفراغ بطريقة معينة يعمل كعنصر انتقالي يوجه عين المشاهد إلى النقطة المركزية أو يحدث ربطا بصريا بين أكثر من نقطة مركزية(شكل رقم ٧-٨).

شكل رقم ٦-٨: تقوم الإضاءة بالتأكيد على تماثل و اتزان الفراغ، فندق قصر المدينة المفقودة بجنوب أفريقيا (Entwistle; Lovegrove, 2000) .

شكل رقم ٧-٨: استخدام الإضاءة في التأكيد على الإيقاع الموجود بالفراغ و الناتج من تكرار عنصر النبات بصورة شبه منتظمة حيث يقوم النبات بدور العنصر الانتقالي الذي يعمل على توجيه عين المشاهد نحو المدخل (www.lightsauatin.com).

٢-٣ التجانس Cohesion

هي الأداة التي تحدد كيف تتجمع كل العناصر سويا لتكون صورة متكاملة و متجانسة و واضحة و علاقة كل العناصر مع بعضها و طريقة إدراك الإنسان لها. يتم تركيب هذه العناصر سويا بحيث تحقق صورة متجانسة للمشهد تجعل عين الإنسان تتحرك في الفراغ بصورة سلسة غير مفاجأة، فشدة التباين بين المناطق المضاءة و المناطق المظلمة سينتج عنه عدم استقرار و راحة عين الإنسان. يتم تحديد كل عنصر و تحديد النقط المركزية و درجة أهميتها ثم يتم الربط بين النقط المركزية بمناطق لها درجة سطوع أقل تعمل ككوبري أو كعناصر انتقالية بين هذه نقط، حيث تقوم بأخذ عين الإنسان بطريقة سلسة من نقطة إلى الأخرى، مما يساهم في نجاح التصميم (شكل رقم ٨-٨).



شكل رقم ٨-٨: التمثال (١) سياج الشجيرات (٢) النجيل (٣) ممر المشاة (٤). يمثل التمثال النقطة المركزية و بالتالي له شدة إضاءة مرتفعة نسبيا، أما سياج الشجيرات فيمثل الخلفية التي توفر بعدا للمشهد. يمثل غمر النجيل بالإضاءة يمثل كوبري يحد من اختلاف شدة السطوع بين التمثال و ممر المشاة. نادرا ما يكون ممر المشاة أكثر سطوعا من ما حوله، هذا لعدم جذب الانتباه له دون عناصر الفراغ الأخرى، فوظيفته توفير السير الأمن للناس و ليس جذب انتباههم. (Moyer, 1992).

٤-٢ حالة أو جو الفراغ Mood or Atmosphere

تقوم المؤثرات الضوئية المختلفة بإحداث مزاج أو إحساس أو حالة للعقل. يمكن أن تقوم الإضاءة بإعطاء الشعور بالإثارة أو الدراما أو الغموض أو الرومانسية بالإضافة إلى حالات أخرى. فالإضاءة هي التي تحدد كيف يدرك الإنسان الفراغ أو تحدد شعور أو حالة الإنسان في الفراغ، فمصمم الإضاءة يقوم بخلق جو معين بالفراغ، و لفظ الجو مستعار من المفردات السينمائية حيث يحدد المخرج إن كان جو كل لقطة يوحي بالغموض أو الحزن أو الدراما أو القلق أو البهجة. يتغير جو الفراغ بتغير نوعية و شدة الإضاءة و لون الضوء و شدة التباين في سطوع الأسطح المختلفة بالفراغ. الجو الدرامي dramatic ينتج من شدة التباين بين الأسطح المختلفة للفراغ و لكن المشكلة أن المشاهد لن يشعر بالراحة عند رؤية هذا التباين الشديد، لذا، فمن المهم توخي الحذر عند استخدام هذا الجو حيث يمكن تحقيقه في الفراغات غير المستخدمة أو يقل الوصول إليها أثناء فترة الليل و يتم رؤيتها من بعيد أو من خلال الفراغ الداخلي (شكل قم أ٩-٨). الجو الرومانسي romantic و يعتمد هذا الجو على الإضاءة غير المتجانسة كما هو الحال في التأثير الدرامي و لكن التباين في شدة السطوع يكون أقل إنه جو هادئ يثير الخيال و الأحلام (شكل رقم ب٩-٨). الجو الاحتفالي festive light تحتاج الاحتفالات و المناسبات الخاصة إلى نوع خاص من الإضاءة، فهي تحتاج إلى عدد كبير من مصادر الضوء المختلفة الألوان و الساطعة، كما يمكن أن تكون هذه الإضاءة متحركة و متغيرة. يمكن استخدام الإضاءة الشريطية (festoon) التي تقوم بتحديد المباني و النباتات و عناصر الفراغ الأخرى. فهذه الإضاءة تحتفل بالليل و تبعد الشعور بالخوف الناتج من الظلام، كما يمكن استخدام تقنية الليزر في تحقيق الجو الاحتفالي (شكل جـ٩-٨ و د٩-٨). الجو المسرحي theatrical light هو الذي ينقل المشاهد من الواقع إلى الخيال عن طريق استخدام الإضاءة المتحركة و متغيرة الألوان. و المثال لهذا النوع من الإضاءة هو الصوت و الضوء. فهي في الأصل إضاءة احتفالية و لكن تتعدى مرحلة الاحتفال إلى ما وراء الخيال و الواقع حيث تقوم الإضاءة بخلق تأثير لشيء ليس له وجود بالحقيقة (شكل رقم هـ٩-٨). جو المرح convivial يناسب المناطق التي يرتادها المشاة و التي تحفل بواجهات المتاجر المضاءة و لوحات الإعلانات الملونة. إنه يشبه الجو الاحتفالي و لكن أقل شدة. مصادر الإضاءة أقل عدد و أكثر تباعدا فيما بينها. الأنوار ملونة أيضا و لكن ليس بألوان صارخة (شكل رقم و٩-٨). بالإضافة إلى أجواء أخرى كثيرة.

أ: الجو الدرامي، فندق قصر المدينة المفقودة (Entwistle; Lovegrove, 2000) .

ب: الجـــــو الرومانـــــسي (Whitehead, 2001).

جـــ: اســـتخدام تركيبـــات الإنـــارة الشريطية في تحديد مفردات الواجهة يعطي جوا احتفاليا للفراغ.

د: استخدام الليزر يعطي جوا احتفاليا للفراغ.

هـ: جو المرح.

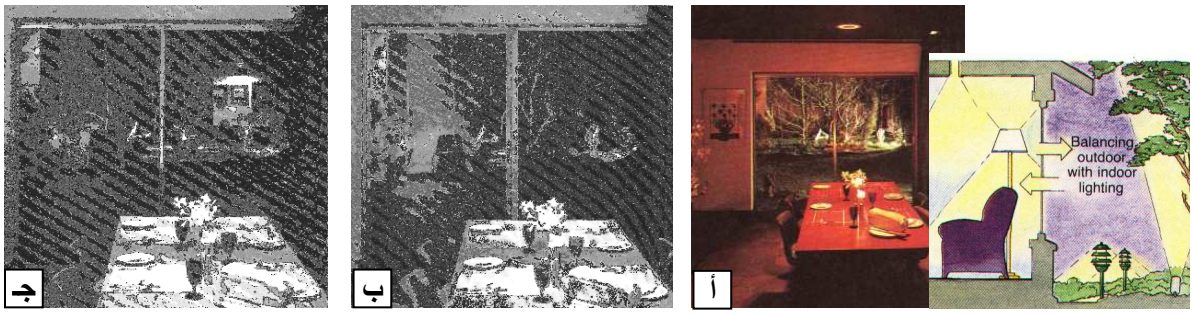
و: الصوت و الضوء بمنطقة الأهرامات، (الجو المسرحي).

شكل رقم ٩-٨: حالة أو جو الفراغ

٥-٢ الإضاءة و حدود الفراغ light at the Boundary

تقوم المؤثرات الضوئية بتحديد مظهر الفراغ ليلا و طريقة فهم أو إدراك المشاهد له. نحن لا نرى المحيط بأعيننا و لكن بالعينين الموجودتين بالرأس التي توجد فوق الجسم الواقف على الأرض. فالإضاءة هي المسئولة عن تصور المشاهد لحدود الفراغ و هي التي تعطيه الشعور بأنه متواجد في فراغ كبير ممتد أو فراغ صغير محدود. فالإضاءة هي المسئولة على ربط الفراغ الداخلي بالخارجي أو فصل الفراغ الخارجي عن الداخلي (شكل رقم ١٣-٨).

و يتم ربط الفراغ الخارجي بالفراغ الداخلي أو فصلهم عن طريق الإضاءة. في حالة وجود شباك أو حائط زجاجي بين الفراغ الخارجي و الداخلي أو بين المشاهد و المشهد، يتم توظيف الإضاءة بإتقان لتلافي خاصية الانعكاس للمسطح الزجاجي (حتى لا يقوم الزجاج مقام المرآة التي تعكس ما يوجد أمامها فلا يستطيع المشاهد رؤية المشهد الموجود وراء الزجاج) (شكل رقم ١٠-٨). تتطلب رؤية الفراغ الخارجي من خلال الفراغ الداخلي إلى أن يكون مستوى الإضاءة للأسطح الموجودة بالفراغ الخارجي أكبر من مستوى إضاءة الفراغ الداخلي. أما إذا تم رؤية الفراغ الداخلي من خلال الفراغ الخارجي فيكون مستوى الإضاءة الداخلية أعلى من مستوى الإضاءة الخارجية. في حالة ما إذا كان المشهد بالفراغ الداخلي مساويا في الأهمية للفراغ الخارجي فيتم عمل توازن في مستوى الإضاءة بين الداخل و الخارج (شكل رقم ١١-٨). تعتمد هذه القضية على توفير مستوى السطوع الكافي لرؤية المشهد. يتم تقييم الأسطح أو العناصر التي يتضمنها المشهد ثم يتم تحديد مستوى الإضاءة المناسب لكل عنصر حتى تنجح الإضاءة في إعطاء عمق للمشهد و سحب عين المشاهد إلى الفراغ الخارجي أو العكس (شكل رقم ١٢-٨). مثال، إذا كانت الخضرة تحتل ٧٥ بالمئة من المشهد المرئي من خلال الشباك، ستكون هي العنصر الأساسي الذي يتم تحديد أقل مستوى للإضاءة له ثم يتم تحديد مستويات الإضاءة الأخرى لباقي عناصر المشهد بناء عليه.



شكل رقم ١٠-٨: ربط الفراغ الداخلي بالفراغ الخارجي. (أ) إضاءة الفراغ الخارجي بشدة إضاءة أعلى من الفراغ الداخلي يجعله مرئيا من الداخل. (ب) يتم رؤية الفراغ الخارجي من خلال الجزء الأيمن من الشباك أما الجزء الأيسر فيعكس صورة الحائط الذي يوجد أمامه و الذي له شدة إضاءة أكثر ارتفاعا من شدة إضاءة الفراغ الخارجي. (جـ) تم إضاءة الحائط الذي يوجد أمام الجزء الأيمن للشباك مما جعل الزجاج يعكس صورة الحائط و يحجب رؤية الفراغ الخارجي. فشدة إضاءة الأسطح التي توجد أمام الشباك و علاقتها بشدة إضاءة الفراغ الخارجي هي المسئولة على ربط الفراغ الخارجي بالفراغ الداخلي. (Philips, 1976).

شكل رقم ١١-٨: التوازن بين الإضاءة الداخلية و الإضاءة الخارجية تجعل رؤية الفراغ الخارجي من خلال الفراغ الداخلي و العكس، واضحة (Whitehead, 2001).

شكل رقم ١٢-٨: إضاءة الشجرة تعطي عمقا للمشهد و تسحب عين المشاهد إلى خارج الفراغ الداخلي. (Whitehead, 2001).

شكل رقم ١٣-٨: حجب رؤية الفراغ الداخلي (Whitehead, 2001).

٢-٦ الإضاءة و توحيد أو اختلاف الفراغ light unify or differentiating the space

شكل رقم ١٤-٨: الإضاءة توحد الفراغ. (Whitehead, 2001).

شكل رقم ١٥-٨: الإضاءة جعلت الفراغ ينقسم إلى عدة غرف صغيرة. (Whitehead, 1993).

٢-٧ الإضاءة و التوجيه داخل الفراغ light that directs

تنجذب العين للشيء الأكثر سطوعا. فالإضاءة هي التي تساعد على توجيه الناس و تشجيعهم على السير في الفراغ و هي التي تحرك الناس في الفراغ.

٢-٧-١ الإضاءة لخلق نقطة مركزية light to create focus

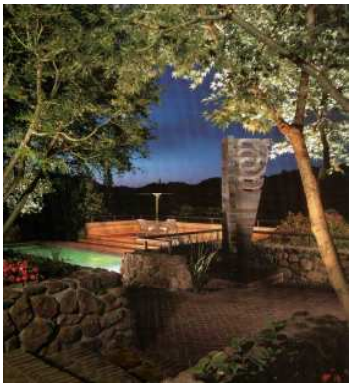
النقطة المركزية هي عنصر له أهمية خاصة بالفراغ و بالتالي فإن تعزيزها بالإضاءة شيء مهم يساهم في تحقيق الأهداف التصميمية. ممكن أن تمثل النقطة المركزية مبنى مهم في المدينة (شكل رقم أ١٦-٨)، يعبر عن هاوية أو حضارة المدينة أو ممكن أن يكون مجرد عنصر صغير بالفراغ له أهمية بصرية يساعد على جذب عين الإنسان داخل الفراغ و يميزه عن غيره من الفراغات (شكل رقم ب١٦-٨). قد يحتوي الفراغ على نقطة مركزية

واحدة أو أكثر. يتم تحديد العلاقات بين النقط المركزية المختلفة الموجودة بالفراغ. في حالة وجود ثلاث عناصر مهمة بالفراغ نجد أن أحدها لها الأهمية القصوى و الأخرى أقل أهمية و الثالثة تكون هي الأقل أهمية. يمكن أن تكون الأولى لها الأهمية القصوى و العنصران الآخران لهما نفس الأهمية أو الثلاثة عناصر لهم نفس الأهمية و بالتالي يتم إضاءة كل عنصر بناء على الأهمية التي يحتلها بالفراغ. إذا كان عدد النقط المركزية بالفراغ فرديا، و سيعطي هذا ثباتا للمشهد أما إذا كان الرقم زوجيا، فسيؤدي إلى عدم ثبات المشهد و ستقفز العين من واحدة إلى الأخرى و بالتالي يمكن ترك واحدة مظلمة لتحقيق هذا الثبات. من المهم عمل نطاقات انتقالية يتم إضاءتها إضاءة خفيفة للحد من شدة التباين بين سطوع النقطة المركزية مع ما حولها و حتى لا تقذف عين المشاهد من نقطة إلى الأخرى بطريقة مفاجئة و لكن تنتقل من نقطة إلى أخرى بسلاسة. تتيح نقطة مركزية واحدة فرصة عمل فراغ متماثل و منظم (شكل رقم جـ١٦-٨) أو فراغ غير متماثل و غير منتظم (شكل رقم د١٦-٨).

أ) ميدان Trafalgar بلندن، يمثل نقطة مركزية هامة.

ب) تمثل هذه الزهرية نقطة مركزية تعمل على جذب عين الإنسان بالفراغ.

جـ) نقطة مركزية وسط فراغ متماثل و منظم.


د) نقطة مركزية وسط فراغ غير متماثل.

شكل رقم ١٦-٨: أنواع النقط المركزية.

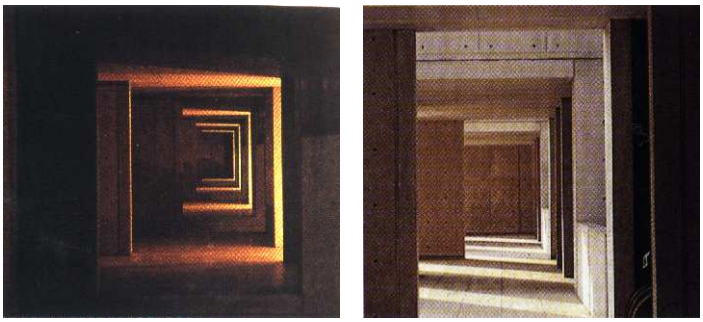
٢-٧-٢ الإضاءة لتأكيد التدرج Light to develop a hierarchy

تقوم الإضاءة بالتأكيد على التدرج الهرمي للفراغات أو عناصر الفراغ. قد يتكون الفراغ من منطقة رئيسية ثم يتفرع منها مناطق ثانوية، تقوم الإضاءة بالتأكيد على هذا التدرج عن طريق التغيير في نوعية و شدة و لون الضوء و شكل و حجم تركيبة الإنارة من منطقة إلى أخرى، مما يساعد على توجيه الناس داخل الفراغ (شكل رقم ١٧-٨).

شكل رقم ١٧-٨: قامت الإضاءة بالتأكيد على التدرج الهرمي للفراغات (تصوير م/ فوزي الجزيرلي).

٣-٧-٢ الإضاءة و الحركة light and movement

تقوم الإضاءة بتشجيع حركة الناس داخل الفراغ. فالإنسان يميل لتتبع الضوء و ينجذب نحو النقطة الأكثر سطوعا (شكل رقم ١٨-٨).



شكل رقم ١٨-٨: العقود الموجودة في الفناء الخاص بمعهد Salk Research تقوم بعمل إيقاع منتظم من الظل و النور أثناء فترة النهار و الليل مما يشجع على الحركة بداخله. و يعطي دليلا على المسافة التي قطعت و المسافة الباقية (Millet, 1996).

٣- خلاصة الفصل الثامن:

نستخلص مما سبق أن الفراغ الخارجي هو عبارة عن مجموعة من العناصر –الأشجار و النباتات و المسطحات المائية و التماثيل و الهياكل..... الخ – يتم ترتيبها و تنظيمها و تركيبها سويا لإظهار و تشكيل الفراغ بصورة معينة تؤكد الفكرة التصميمية. يقول Moyer في كتابه The Landscape Lighting Book أنه يتم بداية تقييم شكل الفراغ بما يحتويه من عناصر أثناء فترة النهار و تحديد ما إذا كان هذا الفراغ سيحتفظ بمظهرة و شكله في فترة الليل أم سيتم التغيير في تكويناته و ترتيب و وظيفة عناصره. لذا فمن المهم تحديد دور و وظيفة و ترتيب كل عنصر من عناصر الفراغ (هل يمثل هذا العنصر أو مجموعة هذه العناصر نقطة مركزية رئيسية أو ثانوية أو يحدد مدخل الفراغ أو يمثل حدود أو خلفية الفراغ .....الخ) و ما إذا كان سيحتفظ بوظيفته أثناء فترة الليل أو ستتغير وظيفته، و تحديد العناصر التي سيتم الإبقاء عليها أو التي سيتم إخفاؤها وسط الظلام، و هذا للتعامل مع كل عنصر بدقة و إتقان بما يخدم الفكرة التصميمية.

٤ـ مخرجات البحث:

بعد دراسة الفراغ الخارجي و مكوناته و عناصر تشكيله و مدى تأثير الإضاءة على مظهره ليلا. سيتم التساؤل:

كيف يتغير مظهر الفراغ ليلا و ما هي العوامل المسئولة عن تغير مظهر الفراغ ليلا؟

هذا التساؤل يمكن تقسيمه إلى تساؤلين فرعيين و هما:

- **كيف أو إلى أي مدى تؤثر الإضاءة على مظهر عناصر الفراغ و هل هذا له يؤثر على دورها في الفراغ؟**
- **هل التغيير في مكونات الفراغ (أو دور العنصر) هو الذي يؤثر على مظهر الفراغ ليلا؟**

و سيتم في الجزء القادم من البحث محاولة الإجابة على هذين التساؤلين.

الفصل التاسع

تأثير الإضاءة على مظهر عناصر الفراغ ليلا

تمهيد

بعد دراسة إمكانيات الإضاءة و قدرتها على التغيير في مظهر الفراغ، سيتم في هذا الجزء الإجابة على التساؤل الأول و هو :

كيف تؤثر الإضاءة على مظهر عناصر الفراغ المختلفة و هل هذا التأثير يغير من دورها في الفراغ؟

١- المنهج العلمي المتبع للإجابة على التساؤل الأول:

المنهج العلمي المستخدم في الإجابة على هذا التساؤل هو، المنهج النظري، و الذي يعتمد على مسح الأدبيات Literature Survey المتعلقة بموضوع البحث، و استخدام المنطق و التحليل و المقارنة و الاستنباط للوصول إلى نتائج البحث.

٢- إضاءة عناصر الفراغ كأداة لتشكيل الفراغات الخارجية أثناء فترة الليل:

يوجد عوامل كثيرة تؤثر على مظهر العنصر المضاء ليلا. فقد ذكر Moyer و هو يتحدث عن إضاءة النباتات و كيف تؤثر طريقة إضاءتها على دورها في التكوين أو في الفراغ، أنه يوجد عوامل كثيرة تؤثر على مظهر النبات أثناء فترة الليل و بالتالي على دوره في التكوين و من هذه العوامل: كمية الإضاءة التي تصل إلى النبات و موقع تركيبة الإنارة بالنسبة لزاوية رؤية النبات و اتجاه الضوء و نوعية الإضاءة (Soft fill (flood) light or Strong accent light) ثم ذكر أن اجتماع هذه العوامل مع بعضها يقوم بخلق تأثيرات ضوئية كثيرة و متنوعة للنبات. فمثلا: يقوم اتجاه الضوء إلى أسفل مع الإضاءة الغامرة و وضع تركيبة الإنارة فوق أو داخل الشجرة بخلق تأثير الإضاءة القمرية للشجرة و كذلك بالنسبة للتأثيرات الضوئية الأخرى و لكن مرة بالتغيير في اتجاه الضوء و مرة بالتغيير في نوعية الإضاءة .....الخ. و ذكر في إضاءة واجهات المباني أنه يوجد ثلاثة عوامل ضوئية تتحكم في نجاح التأثيرات الضوئية الخاصة بالواجهات، و هي: اتجاه الضوء و شدة الإضاءة و لون الضوء. ثم ذكرت Elizabeth Wilhide في كتابها Lighting creative planning for successful lighting solutions عندما تحدثت عن إضاءة الحدائق أنه لخلق تأثيرات مبدعة و ناجحة فيجب التفكير جيدا في لون الضوء و شدة الإضاءة و موقع تركيبة الإنارة.

و مما سبق، تم استنباط أنه يوجد خمسة عوامل أو متغيرات تؤثر على مظهر العنصر أثناء فترة الليل و هي:

١) **اتجاه الضوء المسلط عليه.**
٢) **موقع تركيبة الإنارة بالنسبة له و بالنسبة لزاوية الرؤية**
٣) **نوعية الضوء**
٤) **شدة الضوء**
٥) **لون الضوء**

و تقوم هذه المتغيرات على خلق تأثيرات ضوئية متنوعة بل و لانهائية للعنصر الواحد مما يؤثر على مظهره و طريقة إدراكه.

و سيتم في الجزء القادم دراسة تأثير المتغيرات الخمس على مظهر عناصر الفراغ المختلفة:

أ- **النباتات Vegetation:** الأشجار و الشجيرات و الحشائش.

ب- **المنشآت Structures:** واجهات المباني و الهياكل أو المنشآت الحرة (free-standing) و أرضيات و أرصفة مسارات الحركة.

ت- **الطبوغرافية Topography :** الاختلاف في مستويات الأرض.

ث- **المسطحات المائية Water:** مسطحات مائية طبيعية أو صناعية مثل، البحيرات و الأنهار و المجاري المائية و الشلالات و النفورات و حمامات السباحة.

و كيف تقوم هذه المتغيرات بخلق التأثيرات الضوئية المختلفة لهذه العناصر، مع ذكر أسس عامة لإضاءة هذه العناصر بما يتناسب مع شكلها و خصائصها و دورها في الفراغ. ثم التحدث عن أهم أنواع المصابيح و تركيبات الإنارة المستخدمة في إضاءة كل عنصر لتحقيق التأثير المطلوب، ثم ذكر أعمال المتابعة و الصيانة التي يحتاجها كل عنصر.

١-٢ النباتات: إضاءة الأشجار و النباتات

"أثناء فترة النهار، يظهر ظل الأشجار و من خلفها السماء اللامعه من حولها، أما بالنسبة لفترة الليل فينقلب الحال فتصبح الأشجار هي المضاءة و اللامعة وسط المحيط المظلم" .(Philips Lighting)

يوجد طرق كثيرة و متعددة لإضاءة الأشجار و النباتات فكل نبات يمتاز بخصائصه و شكله و حجمه الذي يميزه عن غيره من النباتات الأخرى التي تكون من فصيلته أو من فصائل أخرى، و بالتالي لا يوجد طريقة وحيدة مثالية لإضاءة النباتات فكل نبات يتم التعامل معه بناء على سماته و خصائصه.

تعتبر الأشجار و النباتات من أهم عناصر التكوين الضوئي. و يتم إضاءة كل نبات طبقا لأهميته و دوره في وسط التكوين و علاقته بالعناصر الأخرى و التأثير البصري المراد منه. و لضمان نجاح التصميم طوال فصول السنة المختلفة، يتم حصر جميع أنواع النباتات و الأشجار الموجودة بالموقع و التي يتم إما إنارتها أو تركها مظلمة و دراسة خصائص هذه النباتات للوصول للتقنية أو الطريقة المثلى لإضاءتها.

١-١-٢ تأثير المتغيرات الخمسة على مظهر الأشجار و النباتات المضاءة ليلا:

١-١-١-٢ اتجاه الضوء:

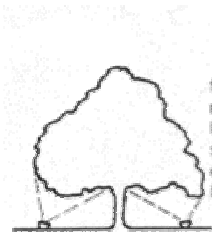
يوجد اتجاهان أساسيان للضوء و هما:إلى أعلى و إلى أسفل و يتم اختيار اتجاه الضوء حسب التأثير أو المظهر المراد تحقيقه، و ما إذا كان المراد محاكاة مظهر النبات أو الشجرة ليلا لمظهره الطبيعي (أثناء فترة النهار) أو مختلفا عن مظهره الطبيعي في فترة النهار (متكلف و مصطنع).

يوجد بعض المحددات التي تحكم عملية اختيار اتجاه الضوء و هو حجم و موقع النبات المراد إضاءته، هل هو قليل الارتفاع يسهل إضاءته من أعلى أو يوجد بجانب هيكل أو مبنى أو شجرة أكثر ارتفاعا تصلح لتثبيت مصدر الإضاءة بها. هل يقع النبات بالقرب من ممر مشاه أو ساحة يصل إليها الناس فلا يمكن إضاءته من أسفل حتى لا يؤذي مصدر الضوء عين المارين بجانبه. كل هذه التساؤلات يتم الإجابة عليها قبل اختيار هذا المتغير. و من المحددات الأخرى، الصيانة المطلوبة لبقاء عمل تركيبة الإنارة أطول فترة ممكنة على أكمل وجه، ففي حالة اختيار اتجاه الضوء إلى أعلى و تثبيت تركيبة الإنارة في الحشائش و بالقرب من نبات سريع النمو ستغطى تركيبة الإنارة بهذه الحشائش و بالتالي فهي تحتاج دائما لصيانة دورية للاحتفاظ بأدائها (شكل رقم ١-٩)، عادة ما يحتاج اتجاه الضوء إلى أسفل إلى صيانة أقل لأنه يكون مثبت بعيدا عن النشاطات المختلفة في الفراغ. كما أن و شكل تركيبة الإنارة و حجمها و شكل التوصيلات أثناء فترة النهار تعتبر أيضا من محددات اختيار اتجاه الضوء.

شكل رقم ١-٩: تركيبة إنارة مثبتة بالأرض و سط الأعشاب (well lights) تحتاج إلى تنظيفها بطريقة دورية حتى لا يحجب نمو هذه الأعشاب النور الصادر منها. (Whitehead, 2001)

أ) اتجاه الضوء إلى أعلى Uplighting

إن اتجاه الضوء إلى أعلى (شكل رقم ٢-٩) يقوم بإظهار النبات بصورة مختلفة عن صورته الطبيعية أثناء فترة النهار، و يخلق تأثيرا دراميا للمشهد dramatic effect ، في بعض الأحيان يكون هذا التأثير فعالا و يضيف للتكوين الضوئي و في البعض الأخر يكون غير مرغوب فيه. كما يجعل اتجاه الضوء إلى أعلى أوراق النبات تبدو متوهجه و لامعة نتيجة للضوء المتخلل عبر الأغصان، كما يقوم بتأكيد ملمس و شكل النبات (شكل رقم ٣-٩). تثبت تركيبة الإنارة إما خلال الأغصان أو عند قاعدة الشجرة. أما في حالة الشجر الضخم فيمكن تثبيت تركيبة الإنارة خلال الأغصان و عند القاعدة لضمان نجاح التأثير.

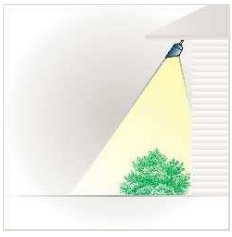


شكل رقم ٢-٩:إتجاه الإضاءة إلى أعلى. (Marlowe, 1997)

شكل رقم ٣-٩:إتجاه الإضاءة إلى أعلى يجعل أوراق النبات تبدو لامعة و متوهجة و يؤكد ملمس الجذع و شكل النبات. (Whitehead, 2001)

ب) اتجاه الضوء إلى أسفل Downlighting:

إن اتجاه الضوء إلى أسفل (شكل رقم ٤-٩) يظهر النبات بمظهره الطبيعي أثناء فترة النهار و يقوم بإلقاء ظلال الأوراق على الأرض محدثا بهذا نسقا رائعا من الظل و النور يهتز و يتحرك مع اهتزاز أوراق الشجر. كما يقوم بتوفير إضاءة لممرات المشاة المجاورة للنبات و إضاءة الأمن و السلامة (شكل رقم ٥-٩).



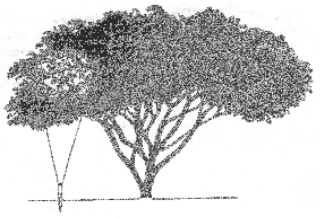
شكل رقم ٤-٩:إتجاه الإضاءة إلى أسفل. (www.louielighting .com)

شكل رقم ٥-٩:تركيبات إنارة مخبأة في الأفريز الخشبي، تقوم بإضاءة النباتات التي توجد حول البيت الزجاجي من أعلى إلى أسفل محاكيا التأثير الطبيعي لضوء النهار. كما توفر أيضا إضاءة لممر المشاة (Whitehead, 2001)

٢-١-١-٢ موقع تركيبة الإنارة بالنسبة للنبات المضاء و زاوية الرؤية:

و يقصد هنا دراسة علاقة موقع تركيبة الإنارة بالنباتات المضاءة و بزاوية الرؤية، هل هي قريبة أو بعيدة أو مماسة للنبات، هل هي أمام أو خلف أو بجانب النبات. فإن موقع تركيبة الإنارة يؤثر على شكل و لون و تفاصيل و ملمس و تجسيد النبات المضاء. فتركيبة الإنارة ممكن أن تكون بالقرب من النبات فتقوم بتأكيد التفاصيل و الملمس أو بعيدة فتغمر النبات بالضوء و تقلل من إظهار تفاصيله و ملمسه. من المفضل أن يستخدم في إضاءة الأشجار (الكبيرة نسبيا) أثنين أو أكثر من تركيبات الإنارة في أكثر من مكان (على جانبي الشجرة مثلا)، و تكون كل تركيبة إنارة مختلفة عن الأخرى من حيث خصائصها (مثل لون الضوء و نوعيته و الشدة .....الخ)، مما يساعد عل تجسيد هيكل الشجرة و يجعل مظهر التكوين يميل إلى الطبيعي فلا يكتفى باستخدام مصدر إضاءة واحد في ناحية واحدة مما قد يضعف من مظهر النبات و يجعله سطحيا (شكل رقم ٦-٩ و ٧-٩) .

و من الأهمية ضمان المظهر الجيد للنبات من جميع زوايا الرؤية، فيقوم مصمم الإضاءة بتحديد موقع النبات و كيف سيتم رؤيته و من أي الاتجهات. إذا كان النبات يتم رؤيته من اتجاه واحد، فيوضع مصدر الضَوء بين النبات و المشاهد و إضاءة الجزء المرئي فقط من النبات، أما إذا تم رؤيته من أكثر من اتجاه، فيتم تثبيت مصادر إضاءة متعددة حول الشجرة بأكملها.



شكل رقم ٦-٩:استخدام تركيبة إنارة واحدة لإضاءة شجرة كبيرة الحجم مما يخلق بقعة من الضوء في جزء من الشجرة و ترك باقي الشجرة مظلمة. (Moyer, 1992)

شكل رقم ٧-٩:استخدام أكثر من تركيبة إنارة لإنارة هذه الشجرة الضخمة و اظهارها بمظهر جيد أثناء فترة الليل. (Whitehead, 2001)

أ) الإضاءة الخلفية Backlighting:

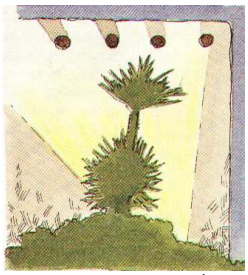
يتم وضع تركيبة الإنارة خلف النبات، مما يظهر هيكل النبات و حدوده و يخفي التفاصيل و الملمس (شكل رقم ٨-٩).

ب) الإضاءة الجانبية Sidelighting:

تؤكد ملمس و تفاصيل النبات و ترمي ظلا على الأسطح الأفقية أو الرأسية المجاورة (شكل رقم ٩-٩).

ت) الإضاءة الأمامية Frontlighting:

تؤكد و تظهر شكل و لون و تفاصيل النبات، كما تقوم بالتأكيد أو التقليل من إظهار ملمس النبات و هذا يعتمد على مسافة تركيبة الإنارة من النبات. و لكن من عيوبها تسطيح مظهر النبات الناتج عن قلة وجود الظلال الذي يظهر الشكل و يجسده (شكل رقم ١٠-٩).



شكل رقم ٨-٩:الإضاءة الخلفية تقوم على تأكيد شكل النبات. (Residential lighting)

شكل رقم ٩-٩:الإضاءة الجانبية تقوم على تأكيد ملمس و تفاصيل النبات و تلقي الظلال على الأسطح المجاورة. (Whitehead, 2001)

شكل رقم١٠-٩:الإضاءة الأمامية تقوم على تأكيد لون وتفاصيل و شكل النبات و لكن تعطي صورة سطحية للمشهد نتيجة لقلة الظلال. (Whitehead, 2001)

٣-١-١-٢ نوعية الإضاءة Quality of light (beam angle)

أ) الإضاءة الغامرة Soft Fill light or Floodlight

تقلل الإضاءة الغامرة التباين بين إضاءة الأسطح المختلفة، مما يجعل الأشكال و الخطوط و الملمس أقل تحديدا. و تستخدم الإضاءة الغامرة عادة في إضاءة النباتات او الأشجار التي تعمل كعناصر ثانوية fill element في التكوين الضوئي.

ب) الإضاءة المركزة أو التوكيدية Spot light or Accent light

تقوم الإضاءة التوكيدية بتأكيد التباين و تحديد الأشكال و الخطوط و الملمس و جذب الأنظار نحو الشيئ المضاء. تستخدم الإضاءة التوكيدية عادة في العناصر المراد التأكيد عليها. (شكل رقم ١١-٩)

شكل رقم ١١-٩:استخدام الإضاءة التوكيدية للتأكيد على التمثال و الشجرة الموجودة وراءه و استخدام الإضاءة الغامرة لإضاءة النباتات الموجودة على جانبي المشهد و التي تعمل كعناصر ثانوية في التكوين الضوئي. (Whitehead, 1993)

٤-١-١-٢ شدة الإضاءة Intensity of light:

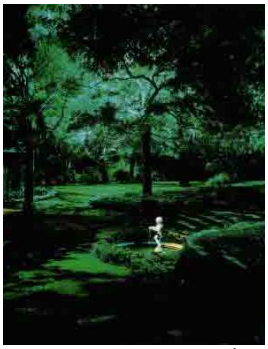
تتحدد شدة الإضاءة بناء على دور النبات في التكوين الضوئي و أهميته و علاقته بما حوله من عناصر أخرى، فكلما زادت الأهمية زادت شدة الإضاءة بالنسبة للعناصر المحيطة و بحيث لا يحدث تباين شديد بين درجة سطوع هذا النبات و ما حوله من عناصر. إن الاختلاف في شدة الإضاءة هو الذي يحرك عين الإنسان من عنصر إلى الأخر داخل الفراغ، لذا فمن المهم دراسة و تحديد شدة الإضاءة المناسبة لكل عنصر مع الوضع في الاعتبار أن ما يراه الإنسان هو الضوء المنعكس من النبات و لكل ورقة نبات انعكاسية مختلفة بناء على خصائصها. و يتم تحديد شدة الإضاءة بالاستعانة بالكود العالمي. Lee watson "*عندما يتم إضاءة النباتات فمن*

الرشد أن نضع في الاعتبار اختلاف الانعكاسية للنبات. فمثلا السطح العلوي rhododendron leaf (في منتصف الصيف) يعكس ٩.٧ في المئة من ضوء النهار الساقط عليها incident daylight، بينما يعكس الجزء السفلي للورقة ٣٤.٥ في المئة. تقوم الورود اللامعة بعكس ٥٠ إلى ٧٥ في المئة من الضوء الساقط عليها incident daylight. بينما تعكس الأعشاب الخضراء ١٠ في المئة و تتغير هذه المستويات عبر فصول السنة"

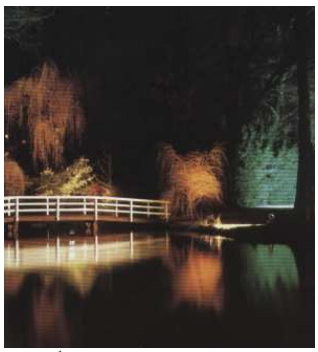
٥-١-١-٢ لون الضوء Color of light:

إن ألوان الضوء المختلفة هي التي تؤثر على مظهر النبات أثناء فترة الليل. فإذا كانت النباتات المراد إضاءتها ذات ألوان متعددة و جذابة و يريد مصمم الإضاءة إظهارها أثناء فترة الليل، فيقوم باستخدام مصدر إضاءة ذي دليل أمانة ألوان مرتفعة (شكل رقم ١٢-٩). أما إذا كان الهدف إعطاء تأثير طبيعي للفراغ المضاء بنور القمر، فتستخدم إضاءة تميل للأزرق الضارب إلى اللون الأخضر أو الأخضر الشاحب أو الأبيض المائل للون الأزرق و الذي يظهر ورق النبات الأخضر (مثال: تستخدم عدسات أخضر شاحب أو أخضر مائل إلى الزرقة على المصباح المتوهج) (شكل رقم ١٣-٩). إن استخدام ألوان مختلفة من الإضاءة لإنارة النبتات، يعطي تأثيرا و شعورا مختلفا بالفراغ و يميز كل عنصر عن الأخر و يعطي أيضا عمقا للمشهد و لكن قد يؤدي ذلك إلى ظهور النباتات بمظهر غير طبيعي (بألوان مخالفة لألوانها الطبيعية)، و في بعض الأحيان يكون هذا التأثير مرغوبا فيه و في البعض الأخر يكون غير مرغوب فيه (شكل رقم ١٤-٩).

شكل رقم ١٢-٩: استخدام مصدر إضاءة ذي دليل أمانة ألوان مترفعة (ضوء مقارب لضوء النهار) لإظهار الألوان الطبيعية للنبات. (Whitehead, 2001)



شكل رقم ١٣-٩: استخدام لون الضوء الأخضر المائل للزرقة (ضوء مقارب لضوء القمر) مما يعطي تأثيرا طبيعيا للفراغ و يظهر خضرة النباتات (Watson, 1992)



شكل رقم ١٤-٩:استخدام ألوان مختلفة للإضاءة في إنارة النباتات مما يعطي عمقا للمشهد و يميز كل نبات عن غيره و لكن لا يظهر النبات بألوانة الطبيعية (Philips,1993)

٢- تقنيات و تأثيرات الإضاءة المختلفة الخاصة بالنباتات و الأشجار:

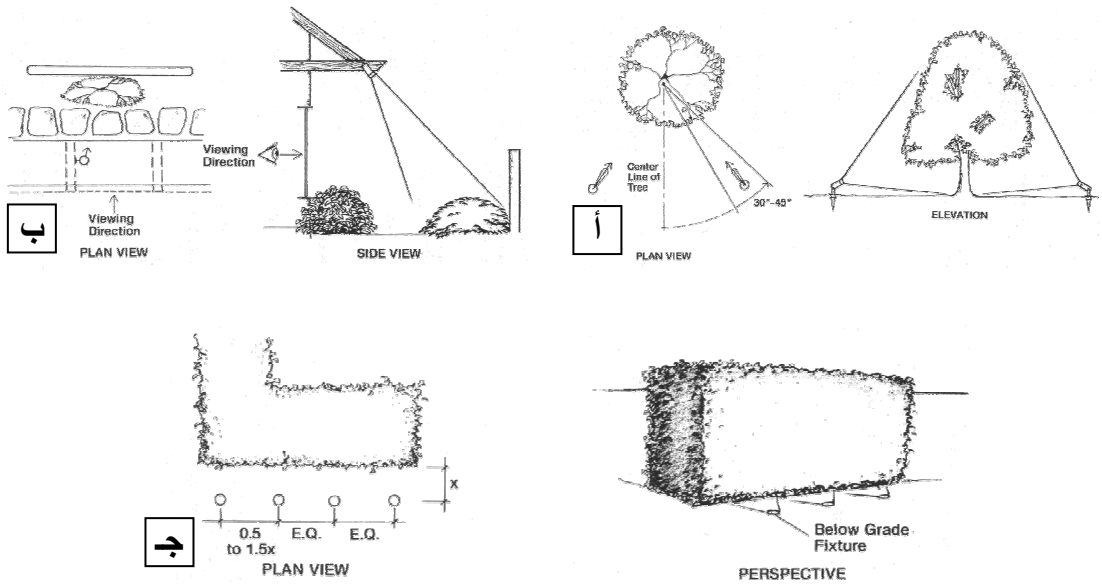
كيفية الاستعانة بالمتغيرات سابقة الذكر للحصول على تقنيات و تأثيرات مختلفة للإضاءة. مع مرعاه أن تكون تركيبات الإنارة المستخدمة في خلق هذه التأثيرات غير مرئية، و هذا لضمان نجاح التأثير حيث يمكن أن يخطف قوة سطوع مصدر الضوء عين المشاهد و مما يضر بالتأثير الضوئي المراد تحقيقه.

أ) الإضاءة الغامرة Wash Technique

تكون تركيبة الإنارة في هذه الحالة أمام النبات و بعيدة عنه حتى تغمره بالإضاءة. يوفر هذا التأثير إضاءة منظمة على سطح النبات (شكل رقم ١٥-٩) و يوضح هذا الشكل (أ) الإضاءة الغامرة بالنسبة للأشجار: يتم غمر الجزء العلوي للشجرة من الخارج بالإضاءة، إذا كانت الشجرة يتم رؤيتها من زاوية واحدة فيتم وضع تركيبتي إنارة على بعد من ٣٠° إلى ٤٥° من محور الشجرة. (ب) الإضاءة الغامرة بالنسبة للشجيرات: يتم غمرها بالإضاءة

من أعلى إلى أسفل عن طريق تركيبة إنارة مثبتة أمام الشجيرة وموجهه بعيدا عن مجال بصر المشاهد مما يجعل النبات يبدو طبيعيا.

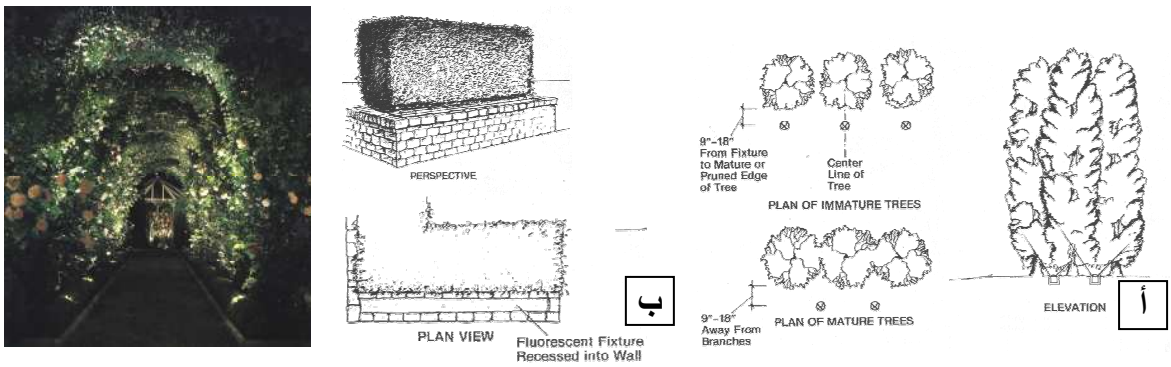
(جـ) الإضاءة الغامرة بالنسبة لسياج الشجيرات: إن غمر هذا السياج بالإضاءة يعمل على تأكيد حدود الفراغ و يربط بصريا عناصر الفراغ المختلفة في التكوين الضوئي و يعطي عمقا للمشهد، لتوفير التوزيع المنتظم للإضاءة على السياج يتم وضع تركيبات إنارة أمامه بمسافات متساوية بمقدار من ٠.٥ إلى ١.٥ المسافة بين كل تركيبة إنارة و السياج.



شكل رقم ١٥-٩:الإضاءة الغامرة. (Moyer, 1992)

ب) الإضاءة المماسية Graze Technique

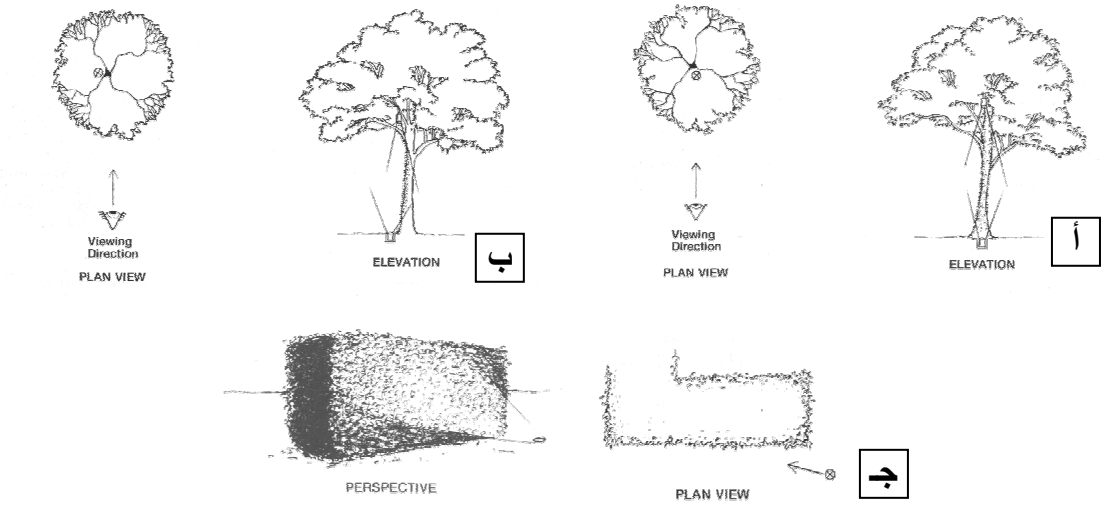
يقوم هذا التأثير بإبراز و تأكيد الملمس. يتم وضع تركيبة إنارة أمام النبات بالقرب منه بالمقارنة مع تأثير الإضاءة الغامرة. (شكل رقم ١٦-٩) و يوضح هذا الشكل (أ) إضاءة الشجر ذات الشكل العمودي عن طريق تركيبات إنارة موجهة من أسفل إلى أعلى و مثبتة بالقرب منها مما يؤكد ملمسها و يحدد شكلها، في حالة إضاءة الأشجار غير كاملة النمو يتم وضع تركيبة إنارة أمام كل شجرة أما إذا كانت أشجارا كاملة النمو يتم تثبيت تركيبات الإنارة أبعد قليلا من الشجرة و يتم وضع كل تركيبة إنارة بين شجرتين لتقليل عددهم. (ب) أما في حالة وجود جدار صغير أمام سياج الشجيرات، يتم تثبيت مصدر إضاءة شريطي مبيت بالحائط مثل المصباح الفلوير لخلق هذا التأثير.



شكل رقم ١٦-٩:الإضاءة المماسية. (Moyer, 1992)

ت) تقنية الملمس Texture Technique

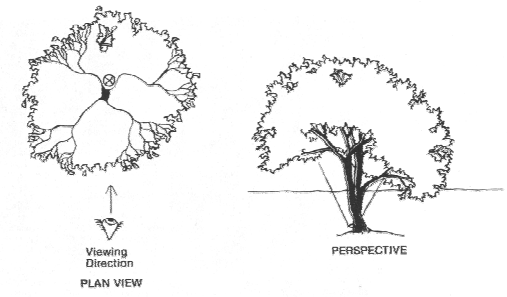
الفرق بين grazing و texturing: الإضاءة المماسية تكون منتظمة على السطح أما تقنية الملمس فهي تكون مؤثرة على جزء من السطح و تستخدم عادة في إبراز ملمس جذع الشجرة. (شكل رقم ١٧-٩) و يوضح هذا الشكل (أ) للتأكيد على ملمس جذع الشجرة يتم وضع تركيبة الإنارة أمام الجذع و توجيهها من أعلى إلى أسفل أو العكس. (ب) و يخلق تثبيت تركيبة الإنارة بجانب الجذع تأثيرا قوي على جزء محدود منه، كما يمكن استخدام هذه التقنية بجانب تقنية أخرى. (جـ) تأكيد ملمس سياج الشجيرات عن طريق تركيبة إنارة أمام أو بجانب هذا السياج و يستخدم عادة في هذا التأثير الإضاءة التوكيدية.



شكل رقم ١٧-٩: تقنية الملمس. (Moyer, 1992)

ث) تقنية الهالة Halo Technique

لخلق تأثير الهالة لجذع الشجرة، يتم تثبيت تركيبة الإنارة تقريبا وراءه (أي ليس خلف الجذع أو بجانبه و لكن في مكان يتوسطهما) و في جهه واحدة و يكون اتجاه الضوء من أسفل إلى أعلى أو العكس و عادة ما يستخدم في هذا التأثير الإضاءة التوكيدية (شكل رقم ١٨-٩). كما يمكن استخدام أكثر من تقنية في وقت واحد (شكل رقم ١٩-٩).

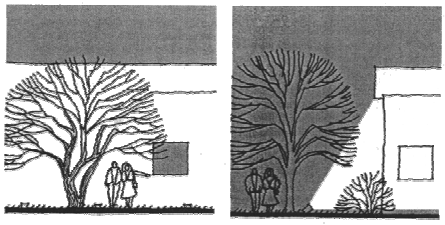


شكل رقم ١٨-٩: تقنية الهالة. (Moyer, 1992)

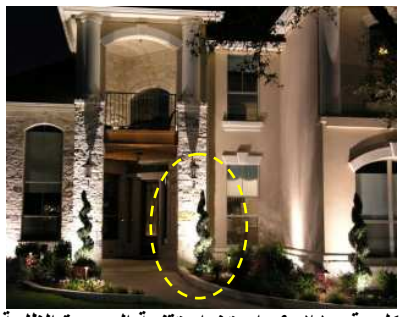
شكل رقم ١٩-٩: استخدام أكثر من تقنية لإضاءة جذع الشجرة، الهالة (في الشمال) و الإضاءة الغامرة (في اليمين). (Moyer, 1992)

جـ) تقنية الصورة الظلية Silhouette Technique

و يتم هذا التأثير بإضاءة خلفية النبات و ترك النبات نفسه مظلما مما يؤكد هيكل النبات و يخفي التفاصيل و الملمس و اللون. يستخدم هذا التأثير عندما يكون النبات ملاصقا للحائط و له هيكل مميز من المفضل ابرازه أو تكون أوراقه متساقطة أثناء فصل الشتاء، و هو يضيف عمقا للمشهد عن طريق فصل النبات عن خلفيته و يؤكد شكل نمط أغصانه. كما ينتج عن هذا التأثير تباين شديد بين النبات و الخلفية (شكل رقم ٢٠-٩ و ٢١-٩).



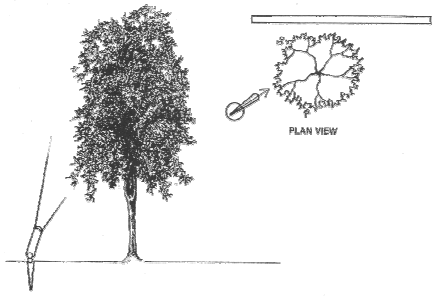
شكل رقم ٢٠-٩: تقنية الصورة الظلية. (Time Saver)



شكل رقم ٢١-٩: استخدام تقنية الصورة الظلية للتأكيد على نمط هيكل النبات بالإضافة إلى تقنية الإضاءة المماسية للتأكيد على شكله و ملمسه. (www.lightsauatin.com)

حـ) تأثير الظلال Shadows Technique

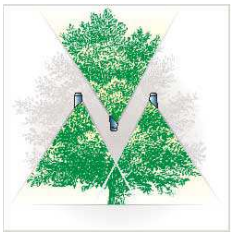
عندما يتم إضاءة النبات عن طريق تركيبة إنارة مثبتة بجانبه (إضاءة جانبية) و موجهه إلى أعلى سيظهر ظله على أي سطح رأسي ملاصق له. و يستخدم هذا التأثير لإضفاء ناحية جمالية للحوائط الكبيرة المصمتة عن طريق رسم ظل أغصان النباتات ذات الأشكال المميزة عليه. و قد يضفي هذا الظل جمالا للتكوين الضوئي أو يسبب في تشتيت الانتباه عنه (شكل رقم ٢٢-٩).



شكل رقم ٢٢-٩: تأثير الظلال. (Moyer, 1992; Whitehead, 2001)

خـ) الإضاءة القمرية Moonlighting

يعتبر هذا التأثير الضوئي الأكثر إبداعا و طبيعية، فإن الإضاءة تنفذ من بين أورق الشجر محدثة نمطا مبدعا من الظل و النور عل الأرض محاكية بذلك تأثير ضوء القمر. و تتم هذه التقنية عن طريق تثبيت تركيبة الإنارة بالشجرة مسلطة لأسفل لإضاءة الفراغ و رسم الظلال على الأرض (الإضاءة إلى أسفل) و تركيبة إنارة أخرى تتجه إلى أعلى لإضاءة أوراق الشجر وعمل التوازن في السطوع بين أسفل الشجرة و أعلها (الإضاءة إلى أعلى). و يستخدم هذا التأثير في إضاءة مسارات الحركة أو إضاءة الساحات الواسعة (شكل رقم ٢٣-٩ و ٢٤-٩).

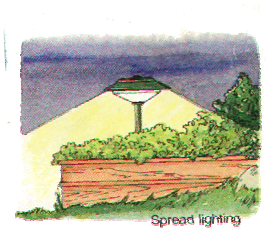


شـكل رقـم ٢٣-٩:الإضـاءة القمريـة.
(www.louielighting .com)

شكل رقم ٢٤-٩: تركيبات إنارة ذات مصباح الزئبق المثبتة بالشجرة و المتجهة إلى أسفل قامت بتحقيق تأثير الإضاءة القمرية و رسم ظلال الشجرة على الأرض. و يحاكي مصباح الزئبق ذا لون ضوء بارد لون ضوء القمر (Moyer, 1992)

د) الإضاءة المنتشرة Spreadlighting:

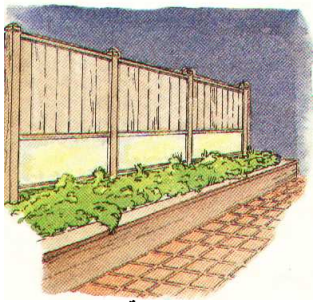
يحدث هذا التأثير نمطا دائريا من الضوء يقوم بإضاءة الشجيرات و الأعشاب و مسارات الحركة. و من المفضل وضع مصدر الإضاءة بعيدا عن نمو النباتات حتى لا يحدث هذا اضطرابا في توزيع الضوء الخارج من المصدر (شكل رقم ٢٥-٩).



شكل رقم ٢٥-٩:الإضاءة المنتشرة. (Residential lighting)

ذ) الإضاءة المتشتتة Diffused Lighting:

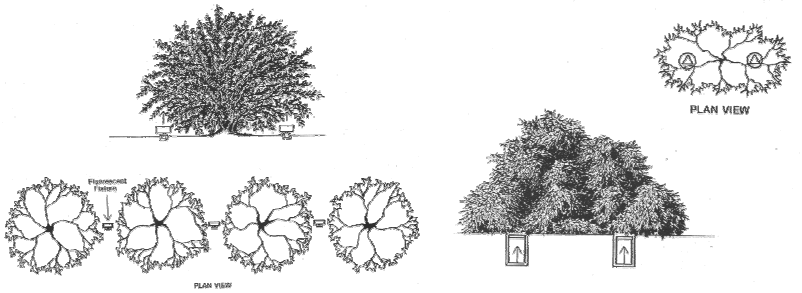
يحدث هذا التأثير إضاءة غير مباشرة، و غير مبهرة. و هو عبارة عن ضوء مشتت يصدر في جميع الاتجاهات، لا يكون له اتجاه مسيطر. يحدث هذا التأثير عندما يتم تثبيت تركيبة الإنارة خلف زجاج مصنفر (شكل رقم ٢٦-٩).



شكل رقم ٢٦-٩:الإضاءة المشتتة. (Residential lighting)

ر) تقنية الوهج Glow Technique

يقوم هذا التأثير باظهار شكل أوراق الشجر و لونها بالإضافة لشكل الشجرة ككل و عادة ما يستخدم هذا التأثير مع النباتات ذات الورق الشفاف التي تبدو متوهجة عند تسليط الضوء عليها من أسفل. تستخدم الإضاءة التوكيدية ذات اتجاه من أسفل إلى أعلى لخلق هذا التأثير(شكل رقم ٢٧-٩)، و يوضح هذا الشكل (أ) وضع تركيبة الإنارة أسفل الجزء العلوي المتغصن لشجرة ذات فروع مفتوحة الشكل و أوراق شفافة، يخلق التأثير المتوهج لهذا الجزء. (ب) يمكن أن تستخدم هذه التقنية في إضاءة سياج من الشجيرات ذات الشكل المفتوح و الأوراق الشفافة.

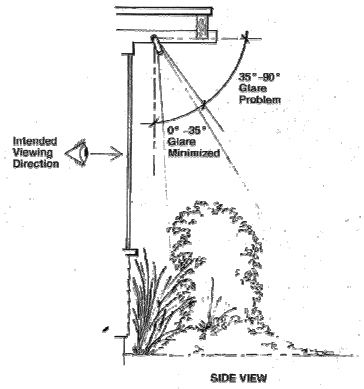


شكل رقم ٢٧-٩: تقنية الوهج تؤكد و تظهر لون و شكل أوراق الشجر. (Moyer, 1992 ; Whitehead, 2001)

ز) تقنية إظهار التفاصيل و الألوان Detail & Color Technique

إن إضاءة النبات من أعلى يظهر شكله و لونه و تفاصيله. و يستخدم في هذا التأثير الإضاءة التوكيدية أو الغامرة و يكون إتجاه الضوء من أعلى إلى أسفل، فوق النبات مباشرة. لتفادي ابهار عين المشاهد، يتم توجيه مصدر الإضاءة بزاوية ما بين ٠° إلى ٣٥° من المحور الرأسي (شكل رقم ٢٨-٩).

استخدام تقنية إظهار التفاصيل و الألوان في إضاءة هذا النبات صيفا و شتاءا، عن طريق مصدر إضاءة ذي إضاءة توكيدية مثبت بإفريز بالمبنى و متجه إلى أسفل يقوم على إظهار شكل و لون و تفاصيل النبات . (Whitehead, 2001)



تقنيـــة إظهـــار التفاصـــيل و الألـــوان.
(Moyer, 1992)

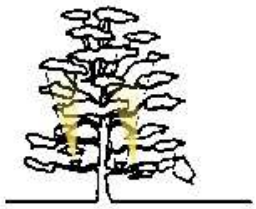
شكل رقم ٢٨-٩: تقنية إظهار التفاصيل و الألوان. (Moyer, 1992)

س) الإضاءة المباشرة مقابل الإضاءة غير المباشرة Direct versus indirect light

تقوم الأوراق بنشر الضوء و عكسه إلى أسفل مما يحدث تأثير إضاءة غير مباشرة indirect light . و يتم هذا التأثير بتثبيت مصادر الإضاءة وسط أغصان الشجرة و توجيهها إلى أعلى (شكل رقم ٢٩-٩).

ش) التحديد الضوئي Outline Lighting

استخدام تركيبات إنارة شريطية تقوم بتحديد و تزيين النبات بدلا من إضاءته ككل مما يعطي تأثيرا رائعا و يضفي جو احتفاليا للفراغ festive atmosphere (شكل رقم ٣٠-٩).



شكل رقم ٢٩-٩:الإضاءة غير المباشرة. (Marlowe, 1997)

شكل رقم ٣٠-٩:التحديد الضوئي للأشجار يضفي جو احتفالي للفراغ. (www.holidaylightinginc.com)

٣-١-٢ أسس عامة لإضاءة الأشجار و النباتات:

يتم اختيار التقنية المثلى لإضاءة النبات بناء على نوعيه خصائصه و دوره في التكوين الضوئي.

١-٣-١-٢ إضاءة النبات بناء على نوعه و خصائصه:

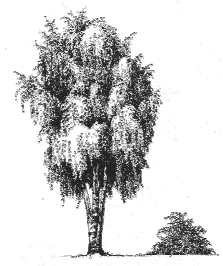
يتم تصنيف النباتات عن طريق أسماء لاتينية يطلق عليها botanical names متفق عليها في العالم. يحتاج مصمم الإضاءة أن يفهم ثلاثة من هذه الأسماء: فصيلة genus و النوع Species و الصنف Variety.

أ) الفصيلة Genus: و هي مجموعة من النباتات مرتبطة مع بعضها عن طريق خصائصها و تمثل الاسم الأول للنبات.

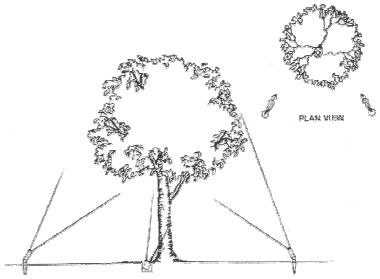
ب) نوع Species: يدل على مجموعة فرعية تندرج تحت الفصيلة و يمثل الاسم الثاني للنبات.

ت) الصنف Variety: تدل على خصائص خاصة تميز النباتات المختلفة التي لها نفس النوع و يمثل الاسم الثالث للنبات.

مثال: شجرة White Pine تسمى Pinus (genus) strobus (species) أما الصنف يكون إما:



شكل رقم ٣١-٩: نباتان لهما نفس الفصيلة و النوع و لكن الصنف مختلف . (Moyer, 1992)



شكل رقم ٣٢-٩: تقوم الخصائص الفزيائية للنبات بتحديد التقنية المناسبة لإضاءته . (Moyer, 1992)

'Nana' (a dwarf variety), 'Pendula' (a weeping variety), 'Prostrata' (low, spreading variety).

إن النباتات ذات الفصيلة الواحدة و النوع الواحد يمكن أن يكون بينهم اختلافات جذرية في المظهر و النمو (شكل رقم ٣١-٩).

و عن طريق هذه الأسماء و مناقشة مهندس تنسيق الموقع و الإطلاع على صور النباتات، يقدر مصمم الإضاءة على تكوين صورة دقيقة لكل النباتات الموجودة بالموقع و التعرف على طول و عرض و حجم النبات و قطر و ملمس الجذع بالإضافة إلى خصائص النبات الأخرى حيث تقوم هذه المعلومات بمساعدته على اختيار الطريقة المثلى للإضاءة. مثال، إذا كانت الشجرة ذات تجاعيد كثيرة بالجذع و أوراق متداخلة و كثيفة يصعب نفاذ الضوء بها و أغصان تبدأ نموها من على بعد عشر أقدام من الأرض، فيتم وضع تركيبة إنارة بالقرب من الجذع لتأكيد الملمس و عمل ربط بصري بين الجزء العلوي المتغصن للشجرة و الأرض، بالإضافة إلى تركيبات إنارة أخرى مثبتة خارج حدود الأغصان تقوم بغمر الجزء العلوي المتغص للشجرة بالضوء (شكل رقم ٣٢-٩).

- الخصائص الفزيائية للنبات Physical Characteristics

أ) الملمس Texture: تتحدد حسب مقاس و شكل ورقة النبات و نمط الأغصان و الحجم الإجمالي و درجة تداخل أوراق النبات و كثافتة.

ب) نوع ورقة النبات leaf Type: و هذا يتضمن شكل و لون و حجم و نمط التداخل و الكثافة و الشفافية أو عتامة الورق. يمكن أن يكون الورق سميكا و متينا أو رقيقا و شفافا. يمكن أن يكون سطحه باهت أو لامع من ناحية واحدة أو من الناحيتين. إن تحديد مثل هذه السمات تساعد في عملية اختيار التقنية المناسبة لإضاءة النبات. فإذا إذا كان ورق النبات كثيفا و متداخلا، تثبت تركيبة الإنارة بعيدا عن الجزء العلوي المتغصن للشجرة (canopy) لإضاءة أوراقها، أما إذا كان ورق النبات نصف شفاف، تثبت تركيبة الإنارة أسفل الجزء العلوي المتغصن للشجرة مما يجعل ورق الشجر يبدو متوهجا (شكل رقم ٣٣-٩ و ٣٤-٩)

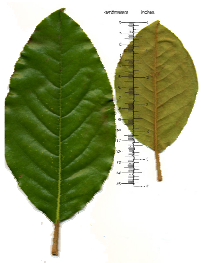
شكل رقم ٣٣-٩: شكل يوضح كيف تتفاعل أوراق النبات ذات الخصائص المختلفة مع اتجاه الضوء. فالإضاءة الأمامية تقوم باظهار التفاصيل و خلق لمعان على سطح الورق المصقول. (Moyer, 1992)

شكل رقم ٣٤-٩:تقوم الإضاءة الخلفية باظهار شكل الأوراق و تجعل الأوراق الشفافة تبدو متوهجة. أما الأوراق المعتمة فتدبو مظلمة و تظهر هالة من الضوء من حولها. (Moyer, 1992)

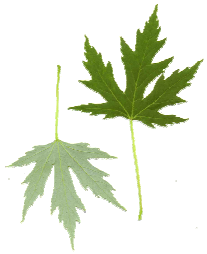
ج) نمط الأغصان Branching Pattern: يمكن أن يكون النبات ذا أغصان كثيفة و متشابكة أو أغصان مفتوحة و متباعدة؛ و يمكن أن يكون شكل الأغصان جميلا و جذابا (يستحق ابرازه بالإضاءة) أو مشوها و غير منظم (ليس من المستحب جذب الأنظار إليه). و يتم وضع في الاعتبار هذه الخاصية بالنسبة للنباتات دائمة الخضرة و النباتات متساقطة الأوراق (شكل رقم ٣٥-٩).

شكل رقم ٣٥-٩: بعض النباتات متساقطة الأوراق يكون شكلها جذابا أثناء فترة الخمول و تفقد جاذبيتها الناتجة من نمط أغصانها عندما تنموا الأوراق (Corylus avellana 'Contorta')، و البعض الأخر يكون شكله أكثر جاذبية بالأوراق و يفقد جاذبيته أثناء فترة الخمول فيفضل أن يترك مظلما في هذه الفترة (Cornus Florida). (Moyer, 1992)

د) لون الأوراق Foliage Color: لون الأوراق و درجة انعكاسيتها هي التي تحدد نوع مصدر الإضاءة المناسب الذي يحسن من مظهر و لون النبات مع مراعاة ما إذا كان لون الورق يتغير بتغير مراحل النمو أو فصول السنة. بعض النباتات يختلف مظهر وجه أوراقها عن ظهره، مثال: نبات Magnolia grandiflora حيث يكون ظهر أوراقه ذا لون أسمر مصفر و ملمس صوفي فإذا تم إضاءته من أسفل إلى أعلى فسيبدو النبات مريضا و هزيلا (شكل رقم ٣٦-٩)، كما يوجد نبتات أخرى مثل Acer saccharinum تكون ظهر أوراقها ذات اللون الفضي مما يجعل النبات يبدو لامعا عند إضاءته من أسفل إلى أعلى (شكل رقم ٣٧-٩). يمكن أن يكون بالنبات الواحد أكثر من لون للأوراق multicolored foliage (شكل رقم ٣٨-٩).



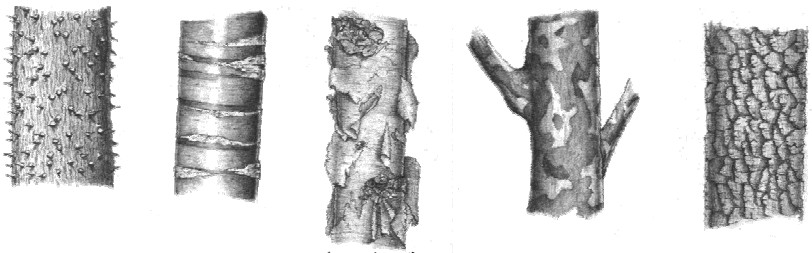
شكل رقم ٣٦-٩:نبات Magnolia grandiflora **(htt//trees.stanford.edu)**



شكل رقم ٣٧-٩:نبات Acer saccharinum **(www.bogaruhr-uni-bochum.de)**

شكل رقم ٣٨-٩:نبات Tapestry Vine **أوراقه ذات ألوان متعددة (www.victoria-dove.com)**

هـ) خصائص الجذع و الأغصان Branch\Trunk Characteristics: الجذع ممكن أن يكون مقلما أو مزخرفا. و يمكن أيضا أن يكون الغشاء bark مقشرا أو به شوك أو مبقع أو متصدع و مشقق و مزخرف أو ذا ألوان كثيرة. كل هذه السمات ممكن اظهارها عن طريق الضوء (شكل رقم ٣٩-٩ و ٤٠-٩) . إن إضاءة الجذع من الجانب يظهر ملمسه و إضاءته من الأمام يظهر لونه و تفاصيله. و من المفضل إضاءة جذع الشجرة بالإضافة إلى الجزء العلوي المتغصن، فلا يترك الجذع مظلما مما يعطي إحساسا بأن الشجرة طائرة لا تصل بالأرض (شكل رقم ٤١-٣).



شكل رقم ٣٩-٩: شكل يوضح مناظر متنوعة لجذع و أغصان النباتات. (Moyer, 1992).

شكل رقم ٤٠-٩:اظهار خصائص جذع النباتات عن طريق الإضاءة (Whitehead, 2001).

شكل رقم ٤١-٩: الاكتفاء بإنارة الجزء العلوي للنخلة و عدم إنارة الجذع يعطي إحساسا بأن النخلة طائرة (Whitehead, 2001).

و) الإزهار Flowering Characteristics: متى يتم الإزهار على مدار السنة، و ما هو لون الورد؟ ما هو حجم و شكل الورد؟ هل ورد مميز أو غير واضح؟ هذه المعلومات تساعد في تحديد نوع مصدر الإضاءة المستخدم.

ز) متطلبات الإضاءة Lighting Requirements: بالنسبة للإضاءة الصناعية بالفراغات الخارجية ليلا، فليست القضية قضية نمو النبات و لكن هي قضية الإزهار. عملية الإزهار لبعض النباتات تكون متأثرة بفترات النور و الظلام. فالإضاءة الليلية يمكن أن تساعد أو تعوق عملية الإزهار.

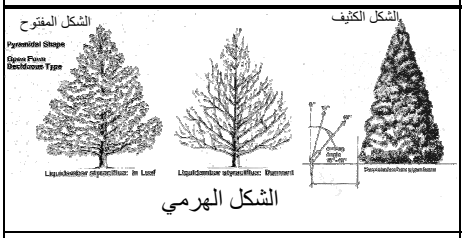
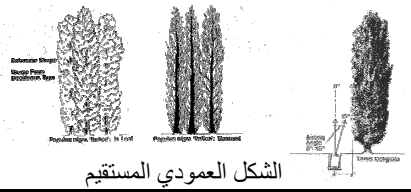
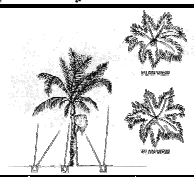
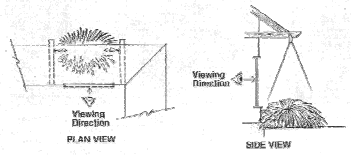
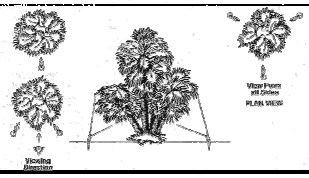
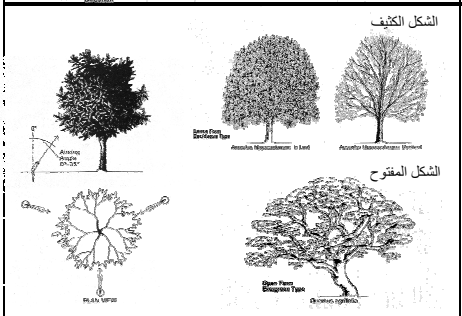
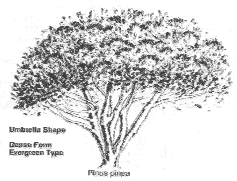
ح) معدل النمو Growth Rate: تحديد سرعة نمو و تغير النبات في الشكل و الحجم على مدار الزمن. بعض النباتات تنموا بمعدل واحد بوصة في السنة و بعضها تنموا بمعدل قدم. يمكن أن يكون النبات طوله ٣ قدم في بداية زراعته و بعد ١٠ سنوات أو أكثر يكون طوله ٤ إلى ٥ قدم. و بعضها يمكن أن يصل طوله إلى ١٠٠ أو أكثر من ١٠٠ قدم. فالتقنية المستخدمة و نوع تركيبة الإنارة يتم اختيارهما بناء على سرعة نمو النبات و حجمه و شكله عند اكتمال نموه و كيف يتم صيانته و تقليمه. فإذا كان النبات بطيئ النمو تستخدم تركيبة إنارة ثابتة أما إذا كان سريع النمو فيستخدم تركيبة إنارة متحركة سهل التحكم في مكانها و اتجاهها و نوعية الضوء الصادر منها.

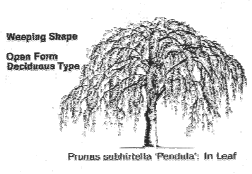
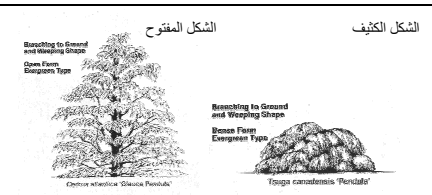
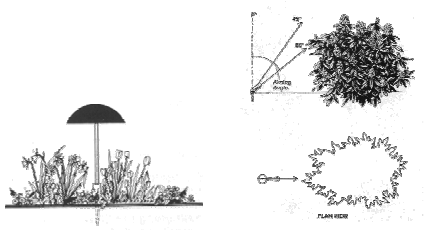
ط) خصائص الخمول Dormancy Characteristics: و هي تعبر عن فترة الراحة التي تزاولها بعض النباتات في فترة الشتاء. فبعض النباتات تبدأ فترة الخمول عن طريق إسقاط أوراقها في فترة الخريف، و بعضها يختفي تماما في فصل الشتاء. يكون مظهر بعض النباتات في فترة الخمول رائعا و البعض الأخر لا يكون جذابا فيترك مظلما في هذه الفترة (شكل رقم ٣٥-٩ و ٤٢-٩).

شكل رقم ٤٢-٩: زوجان من تركيبات الإنارة المثبتة بالأرض و موجهه إلى أعلى، يختفيا من وراء الشجيرات، قامتا بإضاءة الشجرة بشكل مبدع أثناء فترة الربيع و التأكيد على شكل الأغصان المتداخلة أثناء فترة الخمول (Whitehead, 2001).

ي) الشكل Shape: يشير الشكل الأساسي للنبات إلى تقنية الإضاءة التي يمكن أن تستخدم. يمكن أن يختلف شكل النبات و هو صغير عن شكله و هو كامل النمو. بعض النباتات لا يكون لها شكل مميز و هي صغيرة و بالتدريج تنمو و يصبح لها شكل مميز و جذاب. و فيما يلي سيتم مناقشة بعض أشكال النباتات و كيفية التعامل معها و اختيار التقنية المناسبة لإضاءتها.

جدول (١-٩): إضاءة النبات بناء على نوعه

نوع النبات	كيفية إضاءته	مثال
الأشجار ذات الشكل الهرمي أو العمودي المستقيم	الشكل الكثيف: تثبت تركيبة بعيدا عن حدود الشجرة للتأكيد على شكلها. تعتمد المسافة المثلى بين مصدر الضوء و الشجرة على شكل و ارتفاع الشجرة. الشكل المفتوح: تثبت تركيبة الإنارة داخل أو خارج حدود الشجرة، بناء على نوع الورق و التأثير المراد تحقيقه، فإذا كان الورق شفافا و شكل الأغصان جميلا يتم إضاءة الشجرة من الداخل.	 الشكل الهرمي
	أفضل وسيلة لإبراز ملمسها و شكلها هو استخدام تقنية الإضاءة المماسية grazing light. فيتم في هذه الحالة تثبيت تركيبة الإنارة بالقرب من حدود الشجرة لإظهار ملمسها الخشن.	 الشكل العمودي المستقيم
النخل يختلف شكل و حجم النخل من نوع إلى أخر.	بالنسبة للنخلة المرئية من جميع الاتجاهات، يتم على الأقل استخدام تركيبتي إنارة و تثبيتهما تحت الجزء العلوي المتغصن لإضاءته مع استخدام تركيبة إنارة ثالثة لإضاءة جذع النخلة.	
	إضاءة هذا النوع من النخل بطيئ النمو و صغير الحجم مستخدما تقنية إظهار التفاصيل و الألوان. و هذا يتم عن طريق توجيه الإضاءة من أعلى إلى أسفل مما يؤكد الشكل و التفاصيل.	
	يتم حساب عدد تركيبات الإنارة على أساس زاوية الرؤية و لكن من المفضل تثبيتهم بعيد عن النخل حتى لا يحجب السعف القريب من الأرض الضوء من الوصول إلى أعلى النخلة	
الأشجار ذات الشكل الدائري	الشكل الكثيف: تستخدم في إضاءة هذا النوع من النباتات، تقنية الإضاءة الغامرة حيث يتم تثبيت تركيبة الإنارة بعيدا عن الشجرة مما يؤكد شكل الشجرة و لكن يضعف من مظهر ملمسها. و من المفضل استخدام أكثر من تركيبة إنارة لغمر النبات بالضوء. الشكل المفتوح: يتم تثبيت تركيبة الإنارة تحت الشجرة ذات الأغصان المفتوحة و الأوراق الشفافة، مع ضمان وصول الضوء إلى الحدود الخارجية للنبات، كما يمكن استخدام تركيبات إنارة إضافية خارج الشجرة لضمان إضاءتها بصورة جيدة، و خاصة إذا كان لها خصائص مميزة في الحواف الخارجية مثل الأزهار.	
umbrella or Vase/fountain tree	umbrella shape: بالنسبة للشجر ذي الشكل الكثيف و المفتوح فيتم إضاءته من داخل الجزء العلوي المتغصن.	
	Vase/ Fountain shape: إذا كانت الشجرة ذات الشكل المفتوح و الورق الشفاف فيتم إضاءتها من أسفل الجزء العلوي المتغصن. أما الشجر ذات الشكل الكثيف فيتم إضاءته من بعيد من خارج الجزء العلوي المتغصن	

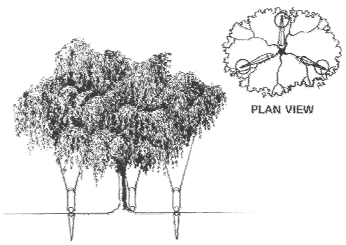
الأشجار المتهدلة أو التي تتفرع أغصان بالقرب من الأرض	الأشجار المتهدلة: بالنسبة للأشجار ذات الشكل الكثيف، يتم تثبيت تركيبة الإنارة على حواف الشجرة لإظهار الأوراق و الملمس و لتزويد العمق حولها، مع تزويد تركيبات إنارة إضافية لإضاءة جذع الشجرة. بالنسبة للشجر ذي الشكل الفتوح و الورق الشفاف فيتم تثبيت تركيبة الإنارة أسفل الجزء العلوي المتغصن.	
	الأشجار التي تتفرع أغصانها بالقرب من الأرض: بالنسبة للأشجار ذات الشكل الكثيف فيتم تثبيت تركيبة الإنارة بعيد عنها مستخدما تقنية الإضاءة المماسية للتأكيد على ملمس و تفاصيل الأوراق أو تقنية الإضاءة الغامرة للتأكيد على الشكل، كما يمكن استخدام كلتا التقنيتين إن لزم الأمر. بالنسبة للأشجار ذات الشكل المفتوح فيتم وضع تركيبة الإنارة وسط الأغصان.	
الشجيرات و الأعشاب	تثبيت تركيبة الإنارة على بعد من ٢ أو ٣ إلى١٥ قدم أو أكثر من النبات المراد إضاءته إضاءة خفيفة soft fill light. تتحدد المسافة بين تركيبة الإنارة و الشجيرة بناء على شكل النبات و ارتفاعه. كما يمكن استخدام تركيبات إنارة على شكل عش الغراب لإضاءة الشجيرات و الأعشاب و التي تمتاز بمظهرها الجيد أثناء فترة النهار.	

(Moyer,1992)

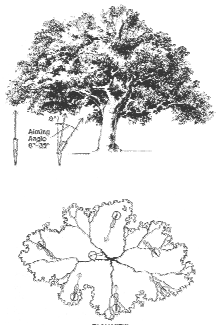
٢-٣-١-٢ إضاءة النبات بناء على دوره و وظيفته في التكوين الضوئي:

كل نبات مستخدم في الفراغ يمثل جزءا من التكوين الضوئي. بعض النباتات تمثل عناصر مميزة بالفراغ و البعض الأخر يمثل عناصر ثانوية أو عناصر مساعدة و البعض الأخر يمكن أن يترك مظلما لضعف أهميته في التكوين. فمن المهم دراسة دور كل عنصر و درجة أهميته و علاقته بالعناصر الأخرى لاختيار التقنية التي تناسبه و التي تحقق له التأثير البصري المطلوب.

أ) تمثيل النبات نقطة مركزية رئيسية: يتم وضع تركيبات الإنارة حول النبات لتوفير العمق، و يكون مصدر الضوء قريبا منه ليظهر و يؤكد التفاصيل. يكون النبات أكثر سطوعا من العناصر الأخرى و يظهر بمظهره الطبيعي. في حالة الأشجار الصغيرة كاملة النمو و تبلغ عرضها من ٥ إلى ١٥ قدم فيستخدم على الأقل ثلاث تركيبات إنارة (شكل رقم ٤٣-٩). أما عن الأشجار الكبيرة التي تبلغ عرضها من ١٥ إلى ٥٠ قدم فهي تحتاج من ٥ إلى ١٠ تركيبة إنارة أو أكثر بناء على حجم و شكل الشجرة (شكل رقم ٤٤-٩).



شكل رقم ٤٣-٩: استخدام ثلاث تركيبات إنارة لإظهار شكل النبات ذي الحجم الصغير. (Moyer, 1992).



شكل رقم ٤٤-٩: استخدام سبع تركيبات إنارة لإظهار شكل النبات ذي الحجم الكبير. (Moyer, 1992).

ب) تمثيل الشجرة عنصر انتقالي أو نقطة مركزية ثانوية: يتم استخدام عدد قليل من تركيبات الإنارة. و لكن بحذر لأن استخدام عدد قليل من تركيبات الإنارة يمكن أن يشوه شكل الشجرة.

ج) تمثيل النبات كخلفية للتكوين الضوئي: إذا كان النبات يمثل خلفية التكوين فيتم إضاءته بطريقة لا تظهر تفاصيله. يمكن أن يكون مظهره فني غير طبيعي. (شكل رقم ٤٥-٩).

شكل رقم ٤٥-٩: إضاءة النباتات التي تمثل خلفية التكوين الضوئي بطريقة لا تظهر التفاصيل، و تكون أكثر سطوعا لابراز العمق و تحديد المشهد. (Moyer, 1992).

د) الأشجار الموجودة بالقرب من الحائط: يستخدم عدد قليل من تركيبات الإنارة، إذ يقوم الحائط بعكس الضوء الكافي لتوفير الاحساس بعمق المشهد.

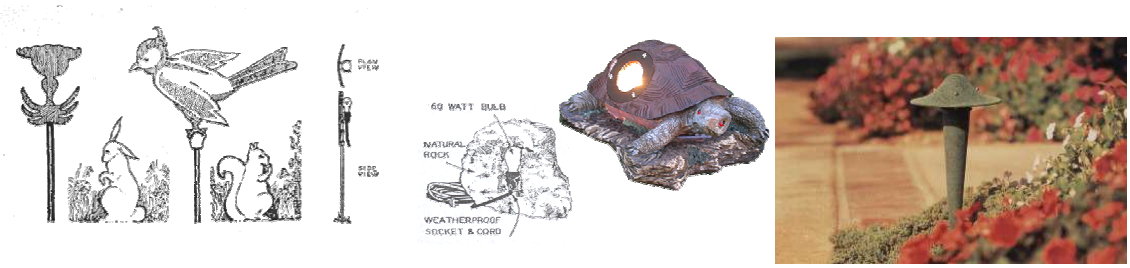
٤-١-٢ أجهزة و مصابيح و تركيبة الإنارة الخاصة بإضاءة الأشجار و النباتات:

أ) المصابيح:

يستخدم في إضاءة النباتات مصابيح ذات دليل أمانة لون جيدة مثل المصباح المتوهج، و هذا لإظهار النبات بألوانه الطبيعية أثناء فترة الليل خاصة إذا كان للنبات لون مميز أو به زهور.

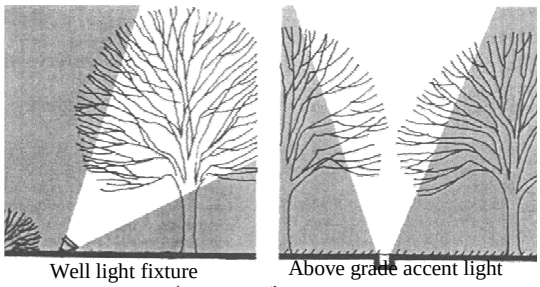
ب) تركيبات الإنارة:

يستخدم في إضاءة النباتات تركيبات إنارة ذات أشكال كثيرة و متنوعة تتماشى و تندمج مع ما يحيطها فممكن أن تكون على شكل وردة أو جرس أو عش غراب .....الخ، مما يجعل شكلها مناسب و غير ملفته للنظر أثناء فترة النهار. كما يمكن إخفاؤها وسط الأعشاب عن طريق طلائها بالون الأخضر أو إخفاؤها وراء صخرة (شكل رقم ٤٦-٩).

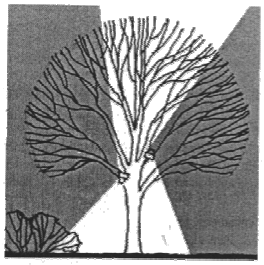


شكل رقم ٤٦-٩: أشكال كثيرة و متنوعة لتركيبات الإنارة الخاصة بإضاءة الشجيرات.

أما عن إضاءة الأشجار فيتم استخدام تركيبة الإنارة above grade accent light إذا كان المراد إضاءة النبات من أسفل إلى أعلى و يكون النبات مرئيا من اتجاه واحد، أما إذا كان مرئيا من أكثر من اتجاه فيتم استخدام تركيبة إنارة well light Fixture (شكل رقم ٤٧-٩). كما يستخدم تركيبات إنارة Surface mounted fixtures و يتم تثبيتها بالشجرة نفسها لتحقيق تأثير الإضاءة القمرية (شكل رقم ٤٨-٩). و تستخدم تركيبة الإنارة Wall washer fixtures في إضاءة خلفية النبات و تحقيق تقنية الصورة الظلية (شكل رقم ٢٠-٩). كما ينصح باستخدام تركيبات إنارة سهلة الحركة لإضاءة النباتات غير كاملة النمو أو النباتات غير دائمة الخضرة أو التي تزهر في أوقات معينة بالسنة، حتى يتم إضاءتها في هذا الوقت و تركها مظلمة في الأوقات الأخرى.



شكل رقم ٤٧-٩: تركيبات إنارة خاصة بإضاءة الأشجار (Time Saver).



شكل رقم ٤٨-٩: تركيبة إنارة Wall washer fixtures **لتحقيق تأثير الإضاءة القمرية (Time Saver).**

- قواعد تثبيت تركيبات الإنارة بالشجر و النباتات:

عندما يتم تثبيت تركيبة الإنارة بالشجر، يتم اختيار أدوات للتثبيت صغيرة الحجم و يتم مد الأسلاك في أكثر مكان غير مرئي في الشجرة. يتم دس الأسلاك في شقوق لحاء الشجرة، إذا أمكن، و يتم ربطها على مسافات متباعدة مع الشجرة حتى لا تتحرك و تخرج عن مجراها. و من غير المفضل تثبيت الأسلاك عن طريق شريط يلف حول جذع الشجرة مما قد يسبب خنقها في المستقبل. إن أفضل أداة ربط مستخدمة هي مسمار من فولاذ لا يصدأ (stainless steel) حيث يكون أقل ضررا من القلاووظ بالنسبة للشجرة (شكل رقم ٤٩-٩).

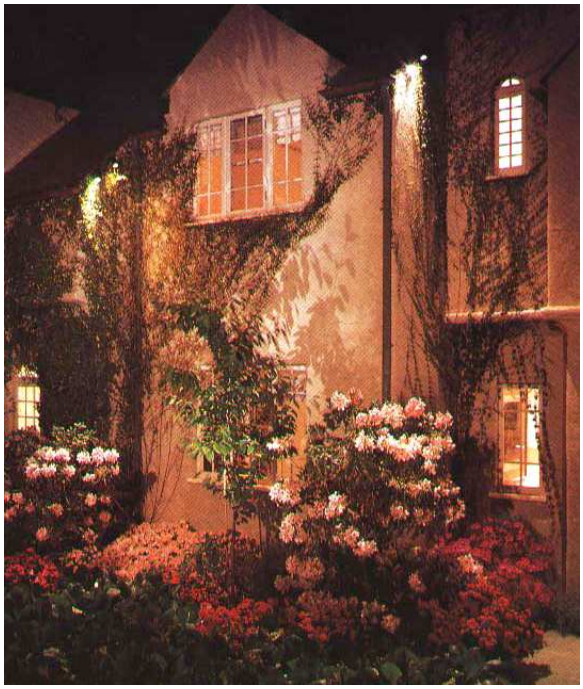
شكل رقم ٤٩-٩: تركيبة إنارة مثبتة على جذع شجرة. يستخدم في عملية التثبيت قلاووظ لا يصدأ و يمنع استخدام قلاووظ مصنع بمادة ضارة مثل النحاس الذي يمكن أن يسمم الشجرة (Whitehead, 2001).

٥-١-٢ أعمال الصيانة و المتابعة:

يتم صيانة تركيبات الإنارة بطريقة تضمن لها تحقيق التأثير المطلوب و هذا عن طريق ضمان عدم حجب الضوء الخارج منها نتيجة نمو النباتات عليها.

٢-٢المنشآت: إضاءة واجهات المباني

تعتبر واجهات المباني جزء أو عنصر هام ضمن عناصر الفراغ الخارجي، و الذي يجب التعامل معه بما يتناسب مع دوره و أهميته بحيث يتكامل مع عناصر الفراغ الأخرى و يصبح جزءا منصهرا في التكوين (شكل رقم ٥٠-٩). عندما نتكلم عن إضاءة المباني ربما يخطر في ذهن بعض القراء أننا سنتحدث عن إضاءة الأمن security lighting و التي تكون إما مثبته بحوائط المبنى الخارجية أو تكون موزعة حول المبنى، و الهدف منها هو تحقيق الأمن للمبنى أثناء فترة الليل و لكن قد يسبب هذا النوع من الإضاءة مشاكل كثيرة منها إحداث إبهار لعين المارين بجانب المبنى و المظهر غير الملائم لتركيبات الإنارة أثناء فترة النهار، و دخول الضوء الخارج من تركيبة الإنارة داخل المبنى مما يسبب الإزعاج لمستخدميه (شكل رقم ٥١-٩). و لكننا سنتحدث عن إضاءة الواجهات، كيف يظهر المبنى ليلا بطريقة مبدعه و جذابة مع تحقيق عامل الأمن و السلامة أي دمج إضاءة الأمن security lighting مع الإضاءة الفنية و المبدعة للواجهات decorative lighting.



شكل رقم ٥٠-٩: تتكامل الواجهة مع عناصر الفراغ الخارجي. فاستخدام وحدات إضاءة مثبتة في سطح المبنى تقوم بإضاءة الواجهة و النباتات الموجودة حول المبنى بالإضافة إلى وحدات إضاءة أخرى تكون موجهه إلى أعلى لإضاءة النباتات و إلقاء ظل النبات على الواجهة مما يحدث نمط من الظل و النور عليها. هذا المثال يبين كيفية تكامل عناصر الفراغ مع بعضها و اشتراكها في تكوين ضوئي واحد متكامل و متجانس (Moyer, 1992).

شكل رقم ٥١-٩: إضاءة الأمن security lighting. الصورة الأولى توضح تركيبات الإنارة المثبتة بواجهة المبنى و التي تفتقر إلى المظهر الجمالي. و الصورة الثانية توضح تركيبات الإنارة الموزعة حول المبنى و التي يتسبب في دخول الضوء الخاص بها إليه مما يسبب إزعاج مستخدميه.

عادة ما يتم تصميم واجهات المباني بناء على اتجاه ضوء الشمس المنتشر أي أنها تصمم على أساس أن الضوء يأتي من أعلى إلى أسفل و بالتالي فإن اتجاه الظل يكون إلى أسفل. و لكن قد يختلف مظهر الواجهة أثناء فترة الليل فإن معظم الإضاءة الليلية تكون متجهة من أسفل إلى أعلى و يكون مصدر الضوء قريبا و مركزا على الواجهة أي أن الظلال تكون في هذه الحالة إلى أعلى، مما يعطي صورة للمبنى تختلف اختلافا كليا عن صورته أثناء فترة النهار. في البداية نشعر أن هذا الاختلاف قد يسبب مشكلة أو يؤدي إلى ضعف مظهر المبنى أثناء فترة الليل، و لكن وجدنا أن الإضاءة الليلية المركزة و التي تتسم بسهولة التحكم في شدتها و اتجاهها و لونها، قد تنجح في عمل ما لا تستطيع إضاءة السماء المنتشرة أثناء فترة النهار أن تفعله. فعن طريق هذا النوع من الإضاءة (الإضاءة الصناعية) يتم عمل تأثيرات لا نهائية بالواجهات.(تأكيد العناصر المهمة و إضعاف العناصر الأقل أهمية، تغيير لون الواجهة،.....). (شكل رقم ٥٢-٩و شكل ٥٣-٩).

شكل رقم ٥٢-٩: مظهر واجهة فندق Langham Hilton بلندن أثناء فترة النهار و الليل و كيف تتحول شكل الواجهة بتغير نوع الإضاءة الواقعة عليها. (Gardner & Molony, 2001)

شكل رقم ٥٣-٩:اختلاف مظهر الفراغ بين الليل و الظلام. (International lighting review, 2004)

لماذا يتم إضاءة واجهات المباني بالرغم من ارتفاع تكاليفها المبدئية و الوظيفية؟

بالرغم من أن إضاءة واجهات المباني تسبب عبئ كبير على أحمال الكهرباء الخاصة بالمباني و بالتالي تكاليف أعلى، إلا أن العائد الذي تديره يكون أكبر، فإضاءة واجهات المباني ليلا تساهم في:

- **تحقيق الأمن و السلامة أثناء فترة الليل**: فهي تزود المبنى و ما حوله بالإضاءة الليلية مما يحمي الناس من المعتدين كما تقيهم من التعثر نتيجة لوجود الحواجز و اختلاف المستويات غير الواضحة ليلا. مما يشعر مستخدمي الفراغ بالأمان و يشجعهم على زيارة هذا الفراغ ليلا.
- **تحديد موقع المبنى**: يجعل من السهل الوصول إلي المبنى و التعرف عليه. مما يشجع الناس على زيارته بعد غروب الشمس، مثال: المحلات و السينما و المطاعم و المزارات السياحية.(شكل رقم ٥٤-٩).

شكل رقم ٥٤-٩: سهولة الوصول إلى كنيسة Sacree-Coeur بفرنسا ليلا أو نهارا.

- **تحديد هوية المكان**: إذا كان المكان مميز بمبنى معين فيجب إضاءة هذا المبنى ليلا بما يتناسب مع أهميته حتى لا يفقد الفراغ هويته أثناء فترة الليل، مثال إضاءة قوس النصر Arc De Triomphe في باريس و الذي يعتبر من أهم المنشآت الواقعة على شارع Champs Elysee. (شكل رقم ٥٥-٩)

شكل رقم ٥٥-٩: قوس النصر بباريس. عدم فقدان أهميته أثناء فترة الليل.

- **<u>تحديد مفرادات المبنى:</u>** تحديد مكان المدخل و السلالم و منطقة الخدمات و الوظائف الخاصة (شكل رقم ٥٦-٩).

شكل رقم ٥٦-٩: عناصر المبنى المختلفة و تحديدها و تعريفها عن طريق الإضاءة.

- **<u>جذب الانتباه:</u>** إن إضاءة المباني بطريقة دقيقة و مدروسة متناسبة مع وظيفة المبنى و أهميته يجعل المبنى أكثر جذبا للانتباه. فالإضاءة المميزة تأخذ انتباه المشاهد و تجعله يلتفت نحو المبنى، فالإضاءة تعتبر مادة أساسية للإعلان و الدعاية. كما تعكس جودة الإضاءة أهمية المبنى. (يوجد مبنى إضاءته تعبر عن درجة حرارة الجو). (شكل رقم ٥٧-٩).

شكل رقم ٥٧-٩: إضاءة فندق MGM Grand بالولايات المتحدة الأمريكية. الصورة توضح قدرة الإضاءة على جذب انتباه المارين بجانب المبنى

- **<u>خلق انطباع ايجابي للمجتمع:</u>** عندما يرى الناس أن القائمين على تخطيط المدينة يهتموا بإضاءة المباني ليلا، سيشجع ذلك رجال الأعمال على إقامة مشاريع جديدة في المجتمع.
- **<u>التعبير عن الحضارة:</u>** إن إضاءة المناطق الأثرية و الجوامع و الكنائس و المباني العامة و أبراج المياه و المباني ذات القيمة، يعطي شعورا بالفخر و الانتماء لدى أهل البلد و يجذب السائحين و يعطيهم الشعور بالأمان و يجعل الفراغ يستقبلهم صباحا أو مساءا مما يرفع من العائد المادي.(حيث تقوم هذه المباني بالتعبير عن حضارة المجتمع). (شكل رقم ٥٨-٩ و ٥٩-٩)

شكل رقم ٥٨-٩: الجامع الأزرق بتركيا

شكل رقم ٥٩-٩: الأهرامات بمصر

يقوم مصمم الإضاءة أثناء عملية التصميم بتقييم مظهر المبنى و تحديد أهميته و دوره في التكوين الضوئي. ثم يبدأ بالتعامل معه بطريقة تقوي و تؤيد التصميم المعماري و تجعله يتناسب و يتكامل مع المباني أو العناصر المضاءة الأخرى دون إحداث مشاكل، مثل الابهار الناتج عن مصادر الإضاءة نفسها أو عن الضوء المنعكس من على سطح الواجهه أو تعدي الإضاءة على الفراغات الداخلية للمبنى، من خلال النوافذ. إن الإضاءة غير المدروسة ممكن أن تقوم بتدمير مظهر المبنى و التقليل من قيمته و تجعله منفرا وسط غيره من العناصر.

يقوم هذا الجزء بإلقاء الضوء على التقنيات المختلفة لإضاءة الواجهات و كيفية التعامل مع هذه الواجهات بما يتناسب مع دورها و أهميتها في التكوين الضوئي.

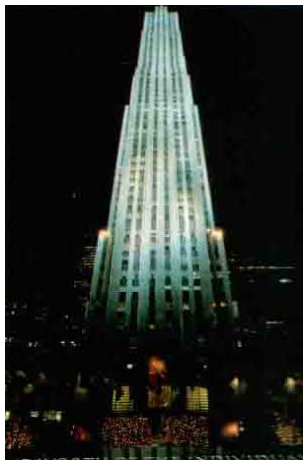
١-٢-٢ تأثير المتغيرات الخمسة على مظهر واجهات المباني المضاءة ليلا:

١-١-٢-٢ اتجاه الضوء:

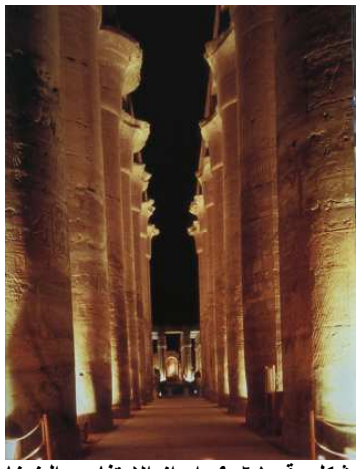
يؤثر اتجاه الضوء على ملمس الأسطح و على اتجاه الظل و بقع الضوء.

أ) اتجاه الضوء إلى أعلى uplighting

في حالة الإضاءة إلى أعلى يكون المكان الأكثر سطوعا هو أسفل المبنى و يقل السطوع كلما اتجهنا إلى أعلى و يكون اتجاه الظل إلى أعلى. تقوم الإضاءة إلى أعلى بإبراز ارتفاع المبنى (شكل رقم ٦٠-٩ و ٦١-٩) و اعطاء جو درامي له (شكل رقم ٦٢-٩). إذا لم يتم إضاءة نهاية المبنى سيبدو و كأنه يختفي وسط الظلام.



شكل رقم ٦٠-٩: التأكيد على الارتفاع عن طريق الإضاءة "Rockefeller Center, USA"



شكل رقم ٦١-٩: ابراز الارتفاع و الضخامة عن طريق الإضاءة "معبد الأقصر، مصر"

شكل رقم ٦٢-٩: خلق تأثير درامي غير مطابق لمظهر الواجهة صباحا "Peace Garden, UK"

ب) اتجاه الضوء إلى أسفل Downlighting:

في حالة الإضاءة إلى أسفل يكون المكان الأكثر سطوعا هو أعلى المبنى و يقل السطوع كلما اتجهنا إلى أسفل مما يعطي الشعور بعدم ثبات المبنى على الأرض و يكون اتجاه الظل في هذه الحالة إلى أسفل كما هو الحال في فترة الصباح. يتم استخدام اتجاه الإضاءة إلى أسفل إما لأسباب وظيفية أي توفير الإنارة لممر أو ساحة (إضاءة الأمان) بجوار المبنى أو في حالة عدم توفر مكان مناسب لتثبيت تركيبة الإنارة أسفل المبنى أو لهدف تصميمي معين يريد مصمم الإضاءة تحقيقه.(شكل رقم ٦٣-٩و ٦٤-٩).

شكل رقم ٦٣-٩: تم استخدام eave mounted downlights with PAR-36 spots لإضاءة حوض الزهور و ممر المشاة و حائط الطوب و السلالم و المدخل و الواجهة. (residential lighting)

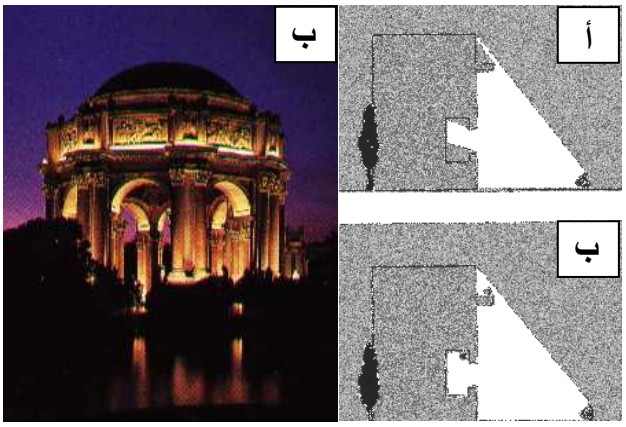
شكل رقم ٦٤-٩: إضاءة Banco Colpatria Tower, Columbia من أعلى إلى أسفل لعدم وجود فراغ كافي أسفل المبنى لتثبيت تركيبات الإنارة. (Gardner & Molony, 2001)

٢-١-٢-٢موقع تركيبة الإنارة بالنسبة للمبنى المضاء و بالنسبة لزاوية الرؤية:

بعد تحديد زاوية الرؤية الرئيسية و مسافة الرؤية يتم تحديد موقع تركيبات الإنارة، فهي التي تقوم بإظهار شكل و هيئة المبنى و هي التي تعطي له الأبعاد و تؤكد و تظهر التفاصيل و الملمس و هي التي تتحكم في حجم و شكل الظل و ناحية وقوعه فهي الأداة التي يتم من خلالها إبراز سمة البعد الثالث للمبنى أو إضافة عمق لصورة المبنى. إن التأثير الناتج من استخدام أكثر من تركيبة إنارة يكون أفضل من استخدام تركيبة إنارة واحدة تقوم بغمر واجهه المبنى ككل، فيكون من السهل وضعهم بالقرب من المبنى و التحكم في المساحات التي يتم إضاءتها و أن تكون زاوية التوجيه لتركيبة الإنارة حادة لتقلل من حدوث الإبهار أو تعدي على أملاك مجاورة أو حدوث تلوث ضوئي. كما يساعد أيضا على الحصول على مستويات مختلفة من السطوع في الواجهة الواحدة (شكل رقم ٦٥-٩).

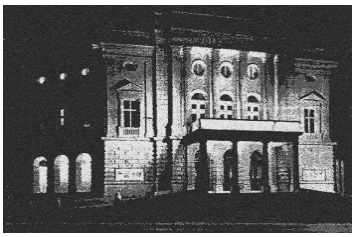
إذا كانت الواجهة بها شرفات أو بروزات أو ردود عميقة، فإن وضع تركيبة الإنارة بعيدة نسبيا عن الواجهة يقلل من ظهور الظلال الكثيفة عليها. أما إذا كان المكان لا يسمح بتثبيت تركيبة إنارة بعيدة عن الواجهة ففي هذه الحالة تستخدم تركيبات إنارة مساعدة صغيرة الحجم تثبت في البروز أو الارتدادات، كما يمكن لتركيبات الإنارة المساعدة أن يكون لها لون ضوء و شدة إضاءة مختلفة للتاكيد على العمق (شكل رقم ٦٦-٩).

شكل رقم ٦٥-٩: إضاءة مماسية إلى أعلى عن طريق (deluxe high pressure sodium lamps) تقوم بمحافظة على اللون الدافئ للمبنى و تأكد على التفاصيل المعمارية. يقوم مستوى الإضاءة المرتفع نسبيا في الجزء السفلي للأعمدة بجذب نظر الزائرين إلى الفراغ. (Moyer, 1992)

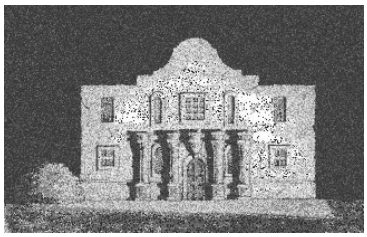


شكل رقم ٦٦-٩: في صورة (أ) نجد أن البروز أدى إلى وقوع ظلال كثيفة أعلاها أما في صورة (ب) " Palace of Fine Arts, San Francisco" تم معالجة هذه المشكلة عن طريق تثبيت تركيبة إنارة إضافية بالبروز. (Philips, 1993)

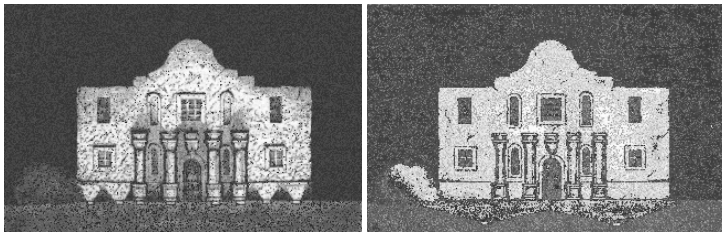
كلما بعد مصدر الضوء عن الواجهه المراد إضاءتها كانت الإضاءة متجانسة و منتظمة على السطح (إن الضوء الساقط عمودي على الواجهه يقوم باخفاء عيوبها). و كلما قرب مصدر الضوء من الواجهه ظهر و تأكد الملمس و زاد التباين في السطوع مما يعطي تأثيار دراميا للمشهد.



شكل رقم ٦٧-٩: الإضاءة الخلفية (Philips, 1963)



شكل رقم ٦٨-٩: الإضاءة الجانبية (Moyer, 1992)



شكل رقم ٦٩-٩: الإضاءة الأمامية و لكن الإختلاف ناتج عن قرب و بعد تركيبة الإنارة عن الواجهة. (Moyer, 1992)

أ) الإضاءة الخلفية Backlighting:

عندما يتم وضع تركيبة الإنارة خلف عنصر من عناصر الواجهة (مثل الأعمدة أو كاسرات الشمس) ينتج عنه تباين شديد يظهر شكل و حدود هذه العناصر و يخفي تفاصيلها و ملمسها. إن وضع تركيبة الإنارة خلف بعض من عناصر الواجهه يضفي عمقا للمشهد لأنه يقوم بفصل هذه العناصر (المظلمة أو ذات درجة سطوع منخفض)

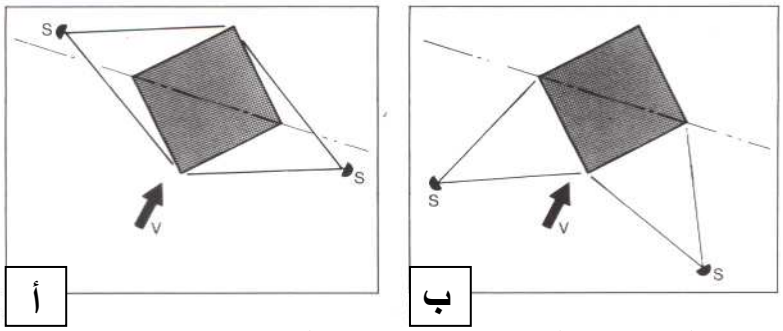
عن الواجهة (الأكثر سطوعا) التي تمثل خلفية هذه العناصر. و تستخدم هذه الطريقة عادة لتأكيد المداخل (شكل رقم ٦٧-٩).

ب) الإضاءة الجانبية Sidelighting:

تؤكد ملمس و تفاصيل الواجهه، كما تؤكد و تظهر أبعادها (شكل رقم ٦٨-٩). إن الإضاءة الجانبية تعطي اختلافا في زاوية سقوط الضوء على السطح (شكل رقم ٧٠-٩ أ) مما يجعل الضوء و كأنه مسحوب و لا يحتفظ بنفس قوته من أول إلى أخر الواجهة، و هذا يؤدي إلى تمييز الأسطح المختلفة عن بعضها بطريقة سلسة و غير ملحوظة.

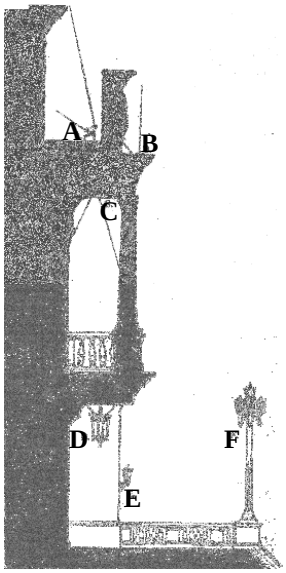
ت) الإضاءة الأمامية Frontlighting:

تؤكد و تظهر شكل و لون و التفاصيل و ملمس الواجهة و هذا بناء على بعد تركيبة الإنارة عنها (شكل رقم ٦٩-٩). إن التمييز بين أسطح المبنى المختلفة في حالة الإضاءة الأمامية يتم عن طريق عمل اختلاف في درجة سطوع كل سطح على حدى مما يعطي تأثيرا غير مرغوب فيه (شكل رقم ٧٠-٩ ب).

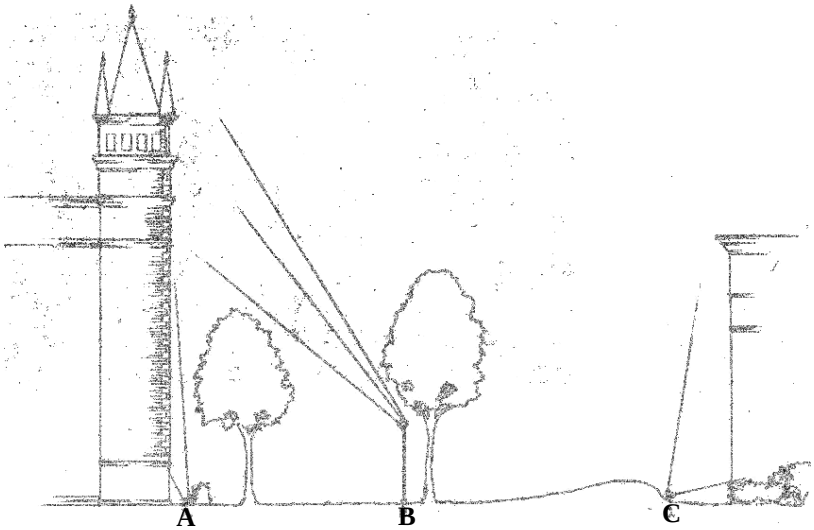


شكل رقم ٧٠-٩: تركيبة الإنارة S مثبتة بحيث تعطي اختلافا في درجة السطوع بين واجهتين متماستين يتم رؤيتهما من زاوية الرؤية V . في شكل (أ) تم وضع تركيبة الإنارة في الزاوية أما في شكل (ب) تم وضع تركيبة الإنارة أمام الواجهة مباشرة. (Philips, 1993).

أماكن و طرق تثبيت تركيبات الإنارة:



شكل رقم ٧١-٩: الأماكن المختلفة لتثبيت تركيبات الإنارة (Moyer, 1992)



شكل رقم ٧٢-٩: أماكن لتركيبات إنارة غير مثبتة بالمبنى (Moyer, 1992)

دراسة خصائص الأسطح التي سيتم إضاءتها من حيث لونها و ملمسها و نوع و طريقة بنائها هي التي تمكن مصمم الإضاءة من معرفة الأماكن المتوفرة لتثبيت تركيبة الإنارة. فمثلا، إن تشطيب الواجهة لها تأثير كبير على عملية اختيار أماكن التثبيت فالأسطح شديدة اللمعان مثل الرخام و الزجاج و المعدن و الدهان اللامع يمكن أن يقوم بعكس صورة تركيبة الإنارة مما يؤدي إلي فشل التأثير، لتفادي هذه المشكلة يتم تثبيت تركيبة الإنارة و توجيهها بحيث لا تكون الصورة المنعكسة للمصباح مرئية و هذا معناه أن زاوية التوجيه لا تكون أعلى من ٣٥° من الأرض أو يتم إخفاء المصباح لعدم رؤية صورته. قد يجد المصمم بعض الصعوبات في تثبيت تركيبة الإنارة في المكان المحدد لها لتحقيق التأثير المطلوب. فمثلا يكون المكان المتوفر غير كافي لتثبيت تركيبة الإنارة أو يكون المكان الأمثل في وسط الهواء أو يكون من الصعب وصول التوصيلات كهربية إلى هذا المكان و خاصة إذا تم إضافة الإضاءة إلى مبنى قائم (مبنى أثري تم تحديثه) فإذا كان من الصعب إيجاد المكان الأمثل لتثبيت تركيبة الإنارة به فربما يلجأ مصمم الإضاءة إلى التفكير في فكرة تصميمية أخرى.

١) **تثبيت تركيبة الإنارة في الأرض و توجيهها إلى أعلى adjacent ground:** إخفاء تركيبة الإنارة عن طريق الشجيرات أو وضعها خلف هيكل معماري مثل حائط أو سور صغير أو كنبة أو تمثال أو لافتة أو تثبيتها تحت الأرض. و هذه الطريقة تعطي أفضل زاوية توجيه (شكل رقم ٧٢-٩ A&C) و (شكل رقم ٧٣-٩و٧٤-٩).

٢) **تثبيت تركيبة الإنارة بالمبنى نفسه on the building itself:** تثبيت تركيبة الإنارة داخل تجويف يتم تصميمه خصيصا في المبنى أو استخدام تركيبات إنارة للزينة مثل الفانوس. و يتحدد مكان تثبيت تركيبات الإنارة بالمبنى بناء على حالته، إذا كان تحت الإنشاء يمكن توفير أماكن مخصصة لتثبيت تركيبات الإنارة منذ البداية أو مبنى قائم ذا قيمة فيتم اختيار أماكن التثبيت بحذر حتى لا تضر بالمبنى (شكل رقم ٧١-٩) و (شكل ٧٥-٩ و ٧٦-٩).

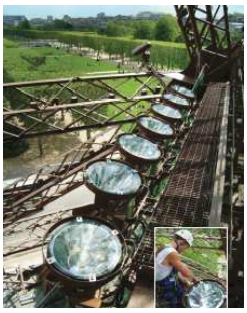
٣) **تثبيت تركيبة الإنارة بأعمدة خاصة لها on a pole or light standard:** تثبيت تركيبات إنارة للزينة على الأعمدة و وضعها حول المبنى. يمكن أن تقوم هذه الأعمدة بحمل أكثر من تركيبة إنارة تستخدم في مهام أخرى فبالإضافة لإضاءة المبنى يمكن أن تقوم بإضاءة ممر المشاة و النبتات و التماثيل الموجودة بجوار المبنى شكل (رقم ٧١-٩ B و رقم ٧٢-٩ B) و (شكل ٧٧-٩ و ٧٨-٩)

٤) **تثبيت تركيبة الإنارة في مبنى مجاور adjacent building:** هذه الطريقة تعمل جيدا في محيط المدينة حيث يكون حجم الموقع محدود و المكان الأمثل لتثبيت تركيبة الإنارة غير متاح (وسط الشارع مثلا). فتثبت تركيبة الإنارة في هذه الحالة أعلى أي مبنى مجاور خارج إطار رؤية الناس مما يسمح بتوفير زاوية توجيه حادة للضوء و يكون هذا هو الحل الأمثل. و لكن قد يواجه هذا الحل مشكلة و هي التوصيلات و مصدر القوة الكهربية هل سيسمح المبنى المجاور بتزويد القوة الكهربية لتركيبات الإنارة المثبتة به أو سيتم عمل توصيلات كهربية من المبنى المضاء إلى المبنى المجاور لإضاءة تركيبات الإنارة (شكل ٧٩-٩)

- **يمكن أن تتم إضاءة المبنى عن طريق تركيبات إنارة مثبته في أكثر من مكان.**

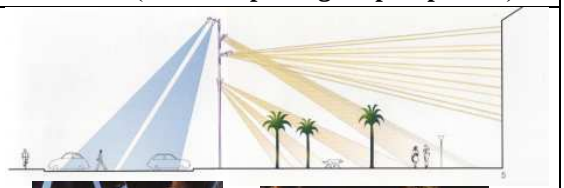
شكل رقم ٧٣-٩: إضاءة فندق برج العرب عن طريق تركيبات إنارة مثبتة في الكوبري

شكل رقم ٧٤-٩: تثبيت تركيبة الإنارة على الأرض و توجيهها إلى مبنى"Rockefeller Center, USA"



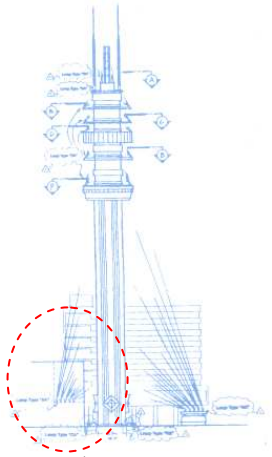
شكل رقم ٧٥-٩: إضاءة برج إيفل عن طريق تركيبات إنارة مثبتة به (www.lampsandgear.philips.com)

شكل رقم ٧٦-٩: إضاءة الواجهة عن طريق فانوس مثبت عليها (Whitehead, 2001)



شكل رقم ٧٧-٩: إضاءة الواجهة عن طريق تركيبة إنارة مثبتة على عمود بجانب المبنى و الذي يحمل تركيبات إنارة أخرى تقوم بإضاءة الساحة و موقف للسيارات (Yearbook, 2004)

شكل رقم٧٨-٩: إضاءة الواجهة عن طريق تركيبات إنارة مثبتة على أعمدة.



شكل رقم ٧٩-٩: إضاءة "Entel Tower" عن طريق تركيبات إنارة مثبتة على سطح مبنى مجاور له (Gardner & Molony, 2001)

٣-١-٢-٢نوعية الإضاءة Quality of light (beam angle)

أ) الإضاءة الغامرة Soft Fill light or Floodlight

إضاءة المبنى عن طريق تركيبات إنارة كبيرة الحجم تقوم بغمر المبنى بالضوء. تعتمد هذه النوعية على نوع تركيبة الإنارة المستخدمة (beam width, beam shape, intensity) إذا تم إضاءة المبنى من بعيد يستخدم تركيبة إنارة ذات wide beam أما إذا تم إضاءة المبنى من قريب يستخدم تركيبة إنارة ذات narrow beam وكلما كان المبنى ارتفاعه كبير زادت شدة الإضاءة intensity (شكل رقم ٨٠-٩)

ب) الإضاءة المركزة أو التوكيدية Strong Accent lighting or Spot light or Accent light

تستخدم الإضاءة التوكيدية إذا كان المبنى له تفاصيل كثيرة و دقيقة و يريد مصمم الإضاءة التأكيد عليها و إظهارها. مثال على ذلك إضاءة متحف Louvre بفرنسا، حيث تحتوي واجهته على تفاصيل كثيرة و دقيقة إذا تم غمرها بالإضاءة ستفقد مرونتها و شكلها، لذا فقد استخدم في إضاءتها عدد كبير من تركيبات إنارة ذات شدة إضاءة ضعيفة و حجم صغير مثبتة في مناطق مختلفة على الواجهه (spotlight)، لإضاءة التفاصل و التماثيل المختلفة الموجودة بها. استخدم في إضاءة هذه الواجهة مصباح المتوهج ذو لون ضوء مقارب للون ضوء النهار و مصباح الزينون ذو الجهد المنخفض و المثبت داخل عاكس صمم لهذا المشروع (شكل رقم ٨١-٩).

شكل رقم ٨٠-٩:إضاءة واجهة دير Our Lady بألمانيا مستخدما الإضاءة الغامرة (Yearbook, 2004)

شكل رقم ٨١-٩:إضاءة تفاصيل واجهة متحف Louvre بفرنسا مستخدما الإضاءة التوكيدية (Turner, 1998)

٤-١-٢-٢ شدة الإضاءة Intensity of light

تعتبر شدة الإضاءة أو السطوع النسبي واحدة من أهم المتغيرات و المسئولة عن تغير مظهر المبنى أثناء فترة الليل. لا يحدث اختلاف في شدة الإضاءة بين أسطح المبنى المختلفة تحت ضوء النهار، فإذا كانت السماء ملبدة بالغيوم، يظهر كل شيء سطحي و ذا شكل منتظم و إذا كانت الشمس ساطعة، فتظهر كل الأسطح الأفقية أو الرأسية ذات سطوع واحد. و الشيء الوحيد الذي يحدث اختلاف في السطوع هو التنوع في مواد تشطيب الواجهة فمثلا الحجر الجيري يبدو أكثر سطوعا من الجرانيت تحت نفس مستوى الإضاءة. إن الوضع قد يختلف تماما أثناء فترة الليل مع الإضاءة الصناعية، فإن مصمم الإضاءة له الحرية في عمل تنوع في مستوى سطوع الأسطح المختلفة بما يحقق الفكرة التصميمية. إن التصميم الجيد للإضاءة هو الذي يحسن و يظهر و يؤكد الشكل المعماري.

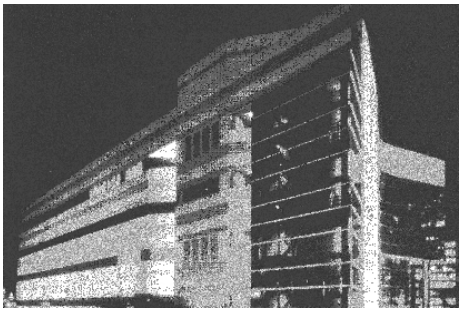
تستخدم شدة الإضاءة في الموازنة بين الأجزاء المختلفة للمبنى و بين المبنى نفسه و ماحوله من عناصر. فعن طريق الاختلاف في شدة الإضاءة يتغير التدرج البصري visual hierarchy للمبنى (شكل رقم ٨٢-٩). يقوم المصمم بتقييم أجزاء المبنى أو عناصر الواجهة و ترتيب أهمية كل جزء للوصول إلى ترتيب منطقي للاختلاف

درجة السطوع. يتم عمل اسكيتشات لاظهار بدائل ترتيب درجة السطوع لتحقيق الفكرة التصميمية. إن الاختلاف في درجة سطوع واجهتين متماستين يجسد المبنى. فمن المفضل أن يكون درجة سطوع الواجهة الثانوية تساوي ٥٠٪ من درجة سطوع الواجهة الرئيسية و هذا لإعطاء البعد الثالث للمبنى. كما يمكن التمييز بينهما عن طريق اختلاف في لون الضوء (شكل رقم ٨٣-٩). كما يقوم الاختلاف في مستوى الإضاءة للاسطح المختلفة بالواجهه على التأكيد و ابراز عمق الواجهة (شكل رقم ٨٤-٩ و ٨٥-٩).

يرى المشاهد الضوء المنعكس من على سطح الواجهة فإذا كان السطح قاتما سيقوم بعكس جزء صغير من الضوء و يقوم بامتصاص الباقي. لهذا السبب فإن الأسطح الداكنة تحتاج إلى كمية ضوء أكبر من الأسطح الفاتحة لتظهر بنفس درجة السطوع. (مثال: واجهة من الطوب الأحمر تحتاج إلى مستوى من الإضاءة يساوي ثلاثة أضعاف المستوى الذي يحتاجه الحجر الجيري). إن الواجهات الداكنة مهما تم إضاءتها تبدو مظلمة (مثال: واجهة من الزجاج الأسود تبدو مظلمة مهما كانت كمية الإضاءة الواقعة عليها). ربما يظن البعض أن المواد شديدة اللمعان مثل الألومونيوم و الزجاج تكون مواد مثالية لإضاءتها و لكن هذا ليس صحيحا. فإن مثل هذه المواد ستظهر مظلمة مهما كانت شدة الإضاءة المسلطة عليها، لأن الإضاءة ستنعكس بزاوية غير مرئية للناس، سيكون انعكاس الضوء إلى أعلى في الهواء حيث لا يوجد أحد أو تقوم بعكس صورة تركيبة الإنارة و عمل بقعة من الضوء على الواجهة.

يوجد عوامل كثيرة هي التي تقوم بتحديد مستويات شدة الإضاءة على الواجهه:

شكل رقم ٨٢-٩:عمل تدرج بصري للمشهد عن طريق الاختلاف في مستوى الإضاءة.



شكل رقم ٨٣-٩:اختلاف مستوى إضاءة كل سطح يؤكد و يجسد شكل المبنى (Moyer, 1992)

شكل رقم٨٤-٩:اختلاف مستوى الإضاءة بين الأعمدة و خلفيتها تعطي عمقا للمدخل، بالإضافة على تأكيد نهايات المبنى عن طريق الاختلاف في درجة السطوع و لون الضوء.

شكل رقم ٨٥-٩:التأكيد على عمق العقود عن طريق الاختلاف في درجة السطوع (Yearbook, 2004)

أ) تحقيق مستوى الإضاءة اللازم للحصول على التأثير البصري و الفكرة التصميمية المطلوبة.

ب) تحديد مستوى شدة الإضاءة بطريقة تتناسب مع شدة إضاءة المحيط العمراني الموجود به المبنى

ت) حجم المبنى في السياق الذي يتواجد فيه

ث) بناء على دور و أهمية كل عنصر من عناصر الواجهة.

ج) درجة نظافة الواجهة

ح) نوع تشطيب الواجهة (جدول رقم ٢-٩): يوجد ٣ أنواع من المواد

مواد غير لامعة: إن إضاءة مثل هذه الأسطح تجعل سطوعها منتظما و ثابتا في زوايا الرؤية المختلفة. يتم الحصول على إضاءة منتظمة عن طريق إضاءة الأسطح بزاوية ضوء شديدة الميول (مثال: الطوب أو الحجر)

مواد نصف لامعة: يتأثر مظهر هذه الأسطح باتجاه الضوء و زاوية رؤيته المبنى (مثال: الدهانات و المعادن الباهتة)

مواد لامعة: ينعكس الضوء من هذه الأسطح و كأنها مرآة، يعكس صورة واضحة لمصدر الضوء. و يكون سطوع السطح مساويا تقريبا للضوء الخارج من مصدر الإضاءة أي أن السطح يقوم بعكس كل الضوء تقريبا الساقط عليه. (مثال: الرخام و الزجاج و المعادن اللامعة).

جدول (٢-٩) مستوى الإستضاءة المقترح بالنسبة للواجهات

مواد التشطيب	درجة الانعكاسية في المئة	المحيط	
		ساطع	مظلم
		مستوى الإستضاءة المقترحة (شمعة)	
رخام فاتح، أبيض أو أصفر شاحب التراكوتا، الجص الأبيض	٨٥-٧٠	١٥	٥
الخرسانة، الجص الملون، حجر جيري رمادي فاتح و الحجر أو مصفر، الطوب المصفر	٧٠-٤٥	٢٠	١٠
حجر جيري رمادي متوسط، الطوب المسمر العادي، حجر رملي	٤٥-٢٠	٣٠	١٥
الطوب الأحمر العادي، الحجر البني، الأخشاب المنقطة، الطوب الرمادي الغامق.	٢٠-١٠	٥٠	٢٠
المباني أو التشطيبا ذات انعكاسية أقل من ٢٠ بالمئة تكون من الصعب إضاءتها بطريقة اقتصادية، إلا إذا حملت كمية كبيرة زينة ذات خصية انعكاس عالية.			

(Moyer, 1992)

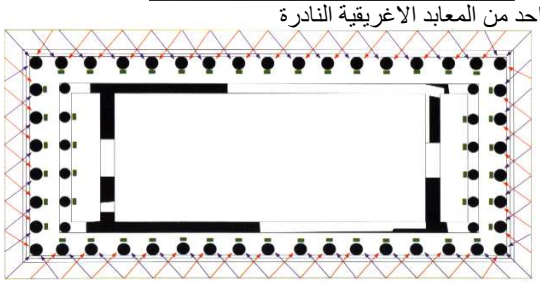
٢-١-٥-٢ لون الضوء Color of light

يقوم لون الضوء بتحسين مظهر الواجهة و يجعلها تتكامل أو تتباين مع عناصر الفراغ الأخرى. يقوم لون الضوء بعمل رؤية بديلة للفراغ الخارجي. يتغير لون الضوء بتغير نوع المصباح (درجة إظهار اللون و درجة حرارة اللون) أو استخدام عدسات ملونة أو استخدام ألياف زجاجية أو الليزر. يعطي لون الضوء تأثيرا دراميا مخالفا للواقع، و لكن عند الإنسان توقعات فطرية بالنسبة لمظهر المبنى و ألوانه.

يمكن أن تستخدم الألوان في إضاءة المباني لجذب الانتباه أو للتأكيد على أبعاد المبنى أو تعميق أو تسطيح العمق النفسي أو لإظهار فكرة معينة، فالهدف ليس إنارة المبنى فحسب و لكن خلق إيحاء معين أو الإشارة إلى رسالة معينة (مثال: أحمر: دم؛ أزرق: حب و سلام؛ أخضر: رخاء؛ أبيض: استمرارية). إن استخدام الألوان الفاتحة يكون أكثر ملاءمة من الألوان القوية، أما إذا كان الهدف هو خلق جو معين مثل الجو المسرحي لمبنى ترفيهي ، على سبيل المثال، فإن استخدام الألوان القوية يكون هدفا، حيث يعتمد هذا الجو أساسا على التنوع في الألوان. يتم الحصول على أفضل نتيجة عندما يكون لون الضوء (spectrum) مقارب للون السطح المضاء (مثال: يتحول لون الطوب الأحمر إلى بني غامق لون الوحل إذا تم إضاءته بمصباح الزئبق).

The Parthenon

The Erechtheion واحد من المعابد الاغريقية النادرة

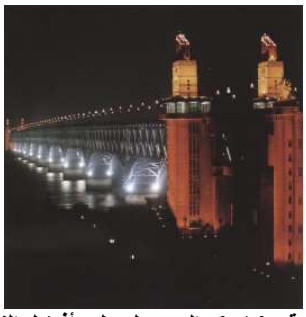


مسقط أفقي يوضح إضاءة Parthenon و الذي قامة به مصمم الإضاءة Pierre Bideau

شكل رقم ٨٦-٩: (The Acropolis) الضوء الدافئ المنبعث من داخل الأثر يعطي عمقا للمشهد كما يرمز هذا الضوء إلى العلماء الذين أسسوا قواعد للعلوم المختلفة و التي نستفيد منها حتى الآن. أما عن إضاءة الأعمدة، فتم إضاءتها عن طريق نوعين من درجة حرارة الضوء، أبيض دافئ و أبيض متوسط (2500 K & 3000 K) في اتجاهين مختلفين مما يعطي تحديدا و تجسيما لشكل العمود.(Yearbook, 2004)

شكل رقم ٨٧-٩: استخدام الألوان بالواجهة لجذب الانتباه

شكل رقم ٨٨-٩: استخدام الألوان لتحقيق الجو المسرحي للفراغ (www.fusina.net)



شكل رقم ٨٩-٩: الحصول على أفضل النتائج عندما يكون لون الضوء مقاربا للون السطح المضاء. إضاءة الهيكل المعدني بالمصباح الهاليد المعدني أما الطوب البني المصفر الخاص بالأبراج تم إضاءتها بمصباح الصوديوم ضغط مرتفع. (Philips,1993)

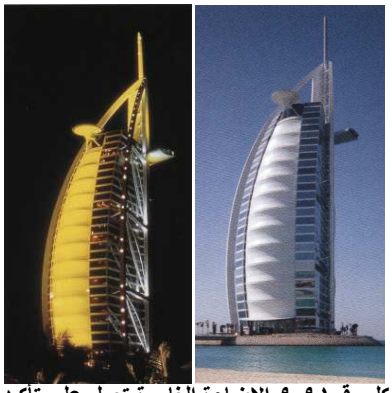
٢-٢-٢ تقنيات و تأثيرات الإضاءة المختلفة الخاصة بالواجهات:

أ) الإضاءة الغامرة Floodlight:

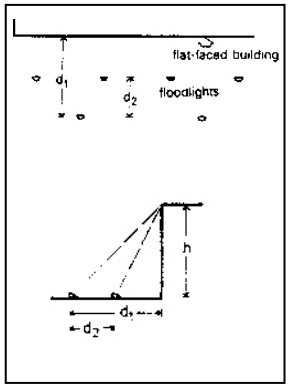
يعتمد هذا التأثير على توفير إضاءة منتظمة على الأسطح الأفقية و الرأسية، مما يجعل مظهر واجهات المبنى سطحيا و قليل الظلال. و عادة ما يستخدم هذا التأثير عندما يكون شكل المباني قويا و به تفاصيل كثيرة تهم المشاهد (شكل رقم ٩٠-٩ و ٩١-٩). ينتج هذا التأثير بوضع تركيبة الإنارة أمام الواجهة بمسافة بعيدة نسبيا مع توجيه main candelpower لتركيبة الإنارة من نصف إلى ثلث ارتفاع الحائط، مع مراعاة عدم دخول الضوء داخل المبنى (شكل رقم ٩٢-٩).

و لا يفضل استخدام تركيبات الإنارة ذات flood distribution في حالة المباني المرتفعة و تستخدم تركيبات إنارة ذات spot distribution لأنها تلقي ضوء بمسافات أبعد، لكن يتم في هذه الحالة استخدام عدد كبير من تركيبات الإنارة للحصول على إضاءة منتظمه. هذا التأثير لا يعمل جيدا إذا كانت الواجهة ملساء أو يكون بها عيوب غير مستحب التأكيد عليها.

شكل رقم ٩٠-٩: الإضاءة الغامرة لمبنى مليئ بتفاصيل كثيرة تهم المشاهد.



شكل رقم٩١-٩:الإضاءة الغامرة تعمل على تأكيد شكل المبنى. (Gardner & Molony, 2001)



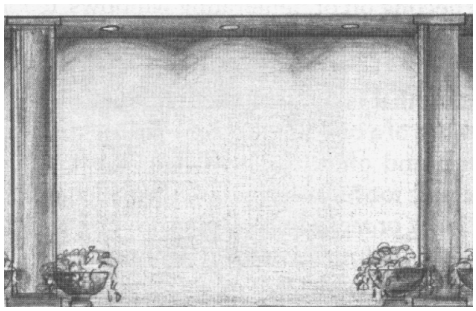
شكل رقم ٩٢-٩: d=h و هي أقصى مسافة بين تركيبة الإنارة و السطح المضاء. المسافة بين تركيبات الإنارة تكون من ٠.٥ إلى ١.٥ المسافة بينهم و بين السطح المضاء. من d1 إلى d2 هي أفضل مسافية لتثبيت تركيبة الإنارة. (Marlowe, 1977)

ب) الإضاءة المماسية Grazing:

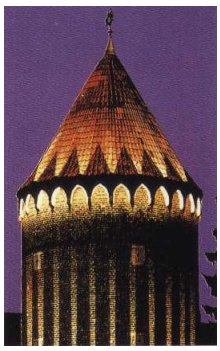
تعمل الإضاءة المماسية على تأكيد الملمس و إظهار التفاصيل و خلق ظلال كثيف على الواجهة كما تقوم أيضا بإظهار أي عيب موجود بالواجهة. و تكون تركيبة الإنارة في هذه الحالة قريبة جدا من الواجهة، إما أمام الواجهة مباشرة (على بعد من ١٥ إلى ٢٠ سم من الواجهة) أو على جانب المبنى، و يكون توجيهها من أسفل إلى أعلى أو العكس (زاوية التوجيه ٩٠° رأسيا). تنتج الإضاءة المنتظمة على عرض الواجهة مع التأكيد على الملمس و تحديد التفاصيل، بوضع تركيبات الإنارة بمسافات متقاربة بالمقارنة مع تأثير الإضاءة الغامر.

من المهم أن يقوم مصمم الإضاءة من التأكد من أن الإضاءة المماسية لم تنتج نمطا من الظل و النور غير المرغوب فيه أو أن تكون الظلال الموجودة على الواجهة كثيفة لدرجة أنها تقوم بتغطية بعض عناصر الواجهة. كما يقوم مصمم الإضاءة بوضع Light scallops في الاعتبار (شكل رقم ٩٣-٩ و ٩٤-٩)، هل هو مرغوب فيه (شكله جميل بالواجهة) أم غير مفضل تحقيقة بالواجهة، و يحدث scallops أعلى المبنى إذا كانت الإضاءة من أعلى إلى أسفل أو تكون أسفل المبنى إذا كانت الإضاءة من أسفل إلى أعلى، لتلافي حدوث هذه الظاهرة عند استخدام أي مصدر ضوء نقطي، ينصح بأن تكون نسبة المسافة بين تركيبات الإنارة إلى المسافة بين تركيبة الإنارة و الواجهة أقل من ١:١. لو كانت النسبة أقرب إلى ١:٠.٥ يكون نمط الضوء على الواجهة أكثر انتظاما.

كما يوجد طريقة أخرى لتلافي هذه الظاهرة و هي استخدام مصدر إضاءة خطي مثل المصباح الفلوري (ضوء المصباح الفلوري محدود لا يصل إلى مسافات كبيرة) و النيون و cold cathode. ربما يكون تأثير الإضاءة المماسية الأمثل في بعض الأحيان عندما يكون الموقع صغيرا و لا يمكن استخدام الإضاءة الغامرة، أو يكون المراد هو التأكيد على ملمس سطح الواجهة أو تكون بالواجهة كتابات أو تفاصيل المراد رؤيتها بوضوح أثناء فترة الليل (شكل رقم ٩٥-٩و ٩٦-٩).



شكل رقم ٩٣-٩: شكل يوضح نمط scallop، وهو ناتج من موضع تركيبات الإنارة و شكل الضوء الخارج من المصباح. (Moyer, 1992)



شكل رقم ٩٤-٩: قامت الإضاءة المماسية بتأكيد الملمس و عمل نمط scallop على قمة البرج و أعطت جو درامي للمشهد (Alert Wehrturm Tower, Germany). (Gardner & Molony, 2001)

شكل رقم ٩٥-٩: تقوم الإضاءة المماسية للصرحين بمعبد الأقصر بتأكيد ملمس السطح. كما يقوم لون الضوء الدافئ بتأكيد اللون الذهبي للحجر. و إنارة المسلة بلون بارد يحدث تباين بين الكتلتين. (Gardner & Molony, 2001)

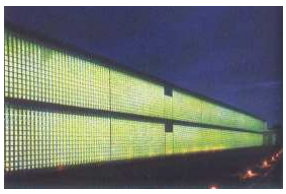
شكل رقم ٩٦-٩: تقوم الإضاءة المماسية بتأكيد الكتابات الموجودة على سطح المسلة. (www.phototravels.net)

ت) توظيف الإضاءة المنبعثة من داخل المبنى:

توظيف الإضاءة الداخلية للمبنى لإضاءة الواجهات الخارجية. يتحول المبنى ذات الواجهة الزجاجية في فترة الليل إلى قطع من الفسيفساء الناتجة من إضاءة بعض المكاتب الساهرة، و تعتبر هذه الطريقة في إضاءة الواجهات الزجاجية هي المثلى من الناحية الأقتصادية. كما يمكن الاستفادة من إضاءة الحوائط و الأسقف الداخلية و الأعمال الفنية الكبيرة أو أي عناصر أخرى بداخل المبنى، كإضاءة خارجية للمبنى، و يتم في هذه الحالة إضاءة الأسطح أو العناصر الداخلية التي لها أهمية بصرية و تحتل جزءا كبير من فتحة النافذة المرئية من الخارج (شكل رقم ٩٧-٩). تقوم الواجهات الزجاجية ببعث الضوء فيبدو المبنى و كأنه مصباح يضيء وسط الظلام (مثال: الطوب الزجاجي الموجود في واجهة Hotel Poluinya in Hokkaido باليابان) حيث يوجد وراء الطوب الزجاجي طرقتان طويلتان مضاءتان عن طريق مصباح الفلوري و مصباح هالوجين جهد منخفض المسئولين ليس فقط على توفير إضاءة وظيفية منتظمة و لكن عل لمعان الواجهة وسط الظلام (شكل رقم ٩٨-٩). في حالة

ما إذا كان مصمم الإضاءة لا يريد أن يوفر رؤية داخل المبنى من الخارج أو كانت الإضاءة المنبعثة من داخل المبنى ضعيفة و لكن في نفس الوقت يريد استخدم النوافذ لخلق هذا التأثير، يقوم بعمل تفصيلة داخلية لتركيبة الإنارة توضع بين زجاج الشباك و ستارة أو مظلة توجد خلفه، و يتم تثبيت هذه التفصيله أعلى أو أسفل الشباك بناء على اتجاه الرؤية. إن المكان المتوفر لتركيبة الإنارة يكون في هذه الحالة محدودا للغاية و يحتاج إلى أجهزة صغيرة الحجم، مثل المصباح الفلوري أو أي مصدر إضاءة شريطي يقوم بتوزيع الإضاءة بانتظام (شكل رقم ٩٩-٩). إن مصمم الإضاءة الداخلية لفراغ داخلي ذي نوافذ أو واجهة زجاجية هو في نفس الوقت مصمم إضاءة الواجهة الخارجية (شكل رقم ١٠٠-٩).

شكل رقم ٩٧-٩: الاستعانة بإضاءة السقف الداخلي لإضاءة الواجهة. (Brandi, 2001)



شكل رقم ٩٨-٩: لمعان الضوء من وراء الطوب الزجاجي. (Brandi, 2001)

شكل رقم ٩٩-٩: إضاءة واجهة المبنى الزجاجي عن طريق تركيبات إنارة مثبتة وراء الشباك مباشرة و التي توفر ضوءا ملونا يتغير مع الوقت. (www.glasgowarchitecture.co.uk)

شكل رقم ١٠٠-٩: إن المدخل الأساسي لإضاءة هذا المبنى هو استخدام الإضاءة الداخلية كعنصر بصري خارجي و جعل المبنى يبدو كالمصباح يضيء من الداخل، كما تقوم بحيرة الماء بعكس صورة الواجهات المضاءة. (Gardner & Molony, 2001)

ث) الحركة Movement:

وهي تمثل فكرا جديدا في مجال الإضاءة المعمارية و ما تزال تحت التجربة. و هي عبارة عن خلق تأثير ضوئي متحرك (ديناميكي) مستخدما الضوء المتحرك و لون الضوء المتغير. يكون في هذه الحالة الحاسب هو المسئول في التحكم في تركيبات الإنارة، حيث يقوم بتحريك عمود الضوء beam و لف العدسات الملونة (مستعيرا هذا من الإضاءة الترفيهية و إضاءة المسارح). كان مستنكرا استخدام هذه التقنية في الفراغات الخارجية، فالألوان أيا كان عشوائية استخدامها (دعاية أو اعلانات على الحوائط) ممكن أن تمثل خطرا واضحا على العمران أثناء فترة الليل، إذ تكون هي السبب في حدوث التلوث الضوئي، مما جعل بعض الدول تقوم بفرض المخالفات على مستخدميها.

و لكن يمكن أن تكون هذه التقنية مفيدة في بعض الأحيان و تضيف شكلا جديدا للمبنى يجعله أكثر انسجاما مع حالة الفراغ، حيث تقدم نظم الإضاءة الالكترونية الجديدة computerized lighting systems إمكانية عمل مخططات ضوئية ديناميكية و التي يمكن لأول مرة أن تستجيب مباشرة لأعداد و نشاطات مستخدمي الفراغ. مثال، يتغير دورة لون الضوء بطريقة أسرع بناء على عدد زوار المكان. و يمكن أن يتغير مشهد المبنى ليلا للتعبير عن يوم معين أو شهر معين أو فصل معين من فصول السنة مثال برج Entel Tower (شكل رقم ١٠١-٩). تقوم الإضاءة المعمارية بتجديد نفسها عبر الوقت بتغيرات مبرمجة و مدروسة تقوم باظهار المبنى بصور مختلفة محدثا بذلك مفاجأة بصرية visual surprise للمشاهد شكل رقم (١٠٢-٩ و ١٠٣-٩).

شكل رقم ١٠١-٩:برج Entel Tower يتغير لون الضوء بطريقة أوتوماتكية مبرمجة، مما يجذب انتباه المشاهد. (Gardner & Molony, 2001)

شكل رقم ١٠٢-٩: عمود من الضوء المتحرك المنبعث من أعلى برج إيفل.

شكل رقم ١٠٣-٩:تحول الجزء العلوي من برج "Yamaguchi international trade centre" إلى ساعة ديناميكية عن طريق إضاءته بألوان مختلفة مبرمجة بحيث تتغير تبعا لتغير الساعة و اليوم. (Gardner & Molony, 2001)

جـ) التحديد الضوئي Outline lighting:

استخدام وحدات إضاءة صغيرة الحجم تقوم بتحديد المبنى بدلا من إضاءته ككل مما يعطي تأثيرا رائعا و يضفي جوا احتفاليا للفراغ festive atmosphere مع خفض في تكاليف الإضاءة و أحمال الكهرباء (شكل رقم ١٠٤-٩).

شكل رقم ١٠٤-٩:خطوط من المصابيح المتوهجة تقوم بتحديد مبنى الحكومة بـ Victoria، مما يعطي جوا احتفاليا للفراغ. (Millet, 1996)

حـ) الأنماط المختلفة للظل و النور:

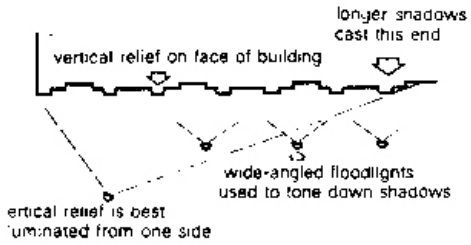
نمط الظل و النور بالواجهة هو الذي يجسد الواجهة و يعطي لها الأبعاد و هو الذي يحدد عناصر الواجهة و يبرزها و يؤكدها. " areas of darkness and shadow are part of good design ;they serve the same function as silence in music"[1].

- **النتوءات الأفقية بالمبنى**: مثل الأعتاب أو الكرانيش، و يتم إضاءتها من أعلى أو من أسفل (يفضل من الأسفل). يمكن أن ينتج من إضاءة العناصر الأفقية ظلال كثيفة على الواجهة، فقد يستخدم في هذه الحالة وحدات إضاءة مساعدة. يتحدد حجم الظل بناء عل المسافة بين تركيبة الإنارة و الواجهة المضاءة و زاوية سقوط الضوء.(شكل رقم ١٠٥-٩)

[1] Tregenza & Loe, 1998

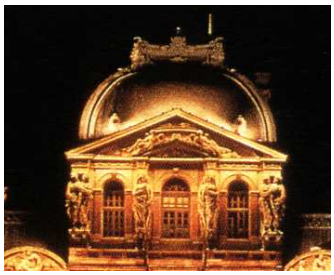
- **النتوءات الرأسية بالمبنى**: مثل pilasters و يتم إضاءتها من الجانب و يسقط الظل على الناحية الأخرى. تتحدد زاوية سقوط الضوء حسب حجم الظل المطلوب و لكن لا يزيد عن ٤٥°. شكل و خصائص التفاصيل الرأسية هي التي تحدد موقع مصدر الضوء بالنسبة لها. و يتم رؤية معظم العناصر الرأسية من ناحيتين متتابعتين و هذا معناه لزوم تمييز كل سطح عن السطح الذي يليه. من المفضل وجود زاوية محددة بين اتجاه الرؤية و بين اتجاه الضوء و هذا للتأكيد على البروز (شكل رقم ١٠٦-٩)

شكل رقم ١٠٥-٩: تأكيد البروزات الأفقية عن طريق مصدر إضاءة مثبت في الأرض و متجها إلى أعلى.
(Marlowe, 1977)

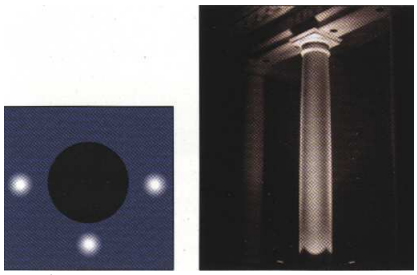


شكل رقم ١٠٦-٩: تأكيد البروزات الرأسية عن طريق إضاءتها من الجانب واحد مع إضافة بعض مصادر الإضاءة المساعدة لتقليل الظلال.
(Marlowe, 1977)

- **النتوءات أو العناصر ذات الشكل الدائري بالمبنى:** مثل الأعمدة ذات القطاع الدائري و القباب. فالإضاءة هي التي تؤكد الشكل الدائري للقبة (شكل رقم ١٠٧-٩). للوصول لهذا التأثير يتم استخدام تركيبة إنارة ذات narrow beam وتكون قريبة من العنصر المضاء و تكون الفرجة بين كل تركيبة إنارة و الأخرى ١٢٠°. يفضل عمل اختلاف في شدة و لون الضوء لمصادر الإضاءة المختلفة التي تقوم بإضاءة الشكل الدائري و هذا لابراز الشكل و التأكيد عليه (شكل ٨٦-٩). إن إضاءة الجهة الخلفية للعمود و إظهار خياله فقط، يبرز رفعه و رشاقته. أما إضاءة العمود من الأمام فيظهر قوته و صلابته (شكل رقم ١٠٨-٩).



شكل رقم ١٠٧-٩: إضاءة القبة بمتحف اللوفر بفرنسا بطريقة تؤكد شكلها و تجسدها.
(Turner, 1998)



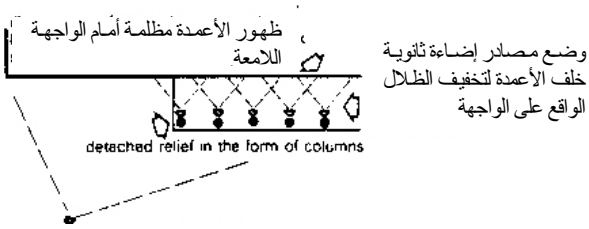
شكل رقم ١٠٨-٩: إضاءة العمود من الأمام مستخدما ثلاث مصادر للإضاءة لتأكيد على قوة و صلابة و شكل العمود.

- **النتوءات المنفصل:** حيث تكون النتوءات منفصلة عن واجهة المبنى (كما هو الحال في بعض مداخل المباني). يوجد طريقتان للتعامل مع النتوءات المنفصلة (شكل رقم ١٠٩-٩)

<u>الأولى</u>: الإضاءة المباشرة direct lighting: يتم وضع مصادر إضاءة إضافية أمامية، من أعلى أو من أسفل كل عنصر (الأعمدة التي توجد في بعض المداخل)، تقوم بإنارة هذه العنصر فقط، و يكون مصدر الإضاءة الرئيسي في هذه الحالة منبعثا من مسافة إلى حد ما بعيدة عن الواجهة حيث يقوم بتوفير إضاءة عامة للواجهة.

الثانية: تأثير صورة ظلية silhouette effect: مصدر الضوء الرئيسي يكون بعيدا عن الواجهة ليوفر إضاءة عامة لها أما مصادر الإضاءة الثانوية، فيتم وضعها خلف كل عنصر من العناصر البارزة فيظهر كظلال أمام الواجهة اللامعة (شكل رقم ١١٠-٩)

شكل رقم ١٠٩-٩:إضاءة الكمرات المنفصلة في الواجهة عن طريق: (أ) الإضاءة المباشرة (ب) تأثير صورة ظلالية (Whitehead, 2001) .



شكل رقم ١١٠-٩:إضاءة النتوءات المنفصلة بطريقة silhouette effect. (Marlowe, 1977)

- **الظلال المسقط projected pattern:** إذا تم إضاءة تمثال أو هيكل أو نبات أمام الواجهة، سيظهر ظل هذه العناصر على سطح الواجهة المجاور. مما يعطي تأثيرا جميلا للأسطح المصمتة و لكن إذا كان الظل قويا و ضخما قد يسبب ازعاجا للمشاهد (شكل رقم ١١١-٩ و ١١٢-٩).

شكل رقم ١١١-٩:رسم شكل ورق الشجر و الأغصان على الواجهة مستخدما الظل و النور. (Whitehead, 2001)

شكل رقم ١١٢-٩: ظهور ظل التماثيل على سطح الواجهة مما يضيف شكل جذاب للواجهة. (www.louielighting.com)

- و يتحدد نوع الظل تبعا لشكل الواجهة و التفاصيل و النتوءات التي توجد به و مدى أهميتها.

خـ) ضوء المباشر مقابل الضوء غير المباشر Direct versus Indirect light

في الإضاءة المباشرة يكون النسبة الأكبر من الضوء الصادر من تركيبة الإنارة يصل إلى الأسطح مباشرة، بدلا من أن يكون منعكسا من أسطح أخرى.أما في الإضاءة غير المباشرة يكون النسبة الأكبر من الضوء التي يصل إلى الأسطح منعكسا من أسطح أخرى (شكل رقم ١١٣-٩).

شكل رقم ١١٣-٩:الإضاءة المباشرة و الإضاءة غير المباشرة. (Whitehead, 2001)

د) الصوت و الضوء: Son et Lumiére

أول عرض للصوت و الضوء كان بفرنسا سنة ١٩٥٢، و قد قام بإخراج هذا العمل المهندس المعماري Paul-Robert Houdin و تم إقامة هذا العرض بـ Chateau De Chambord in the Valley و منذ ذلك الحين، انتشرت هذه العروض في أنحاء أوروبا. يقول Rosenthal عن الصوت و الضوء:

" [٢] *is used to people the darkness through the imagination, not to create effects for their own sake.*"

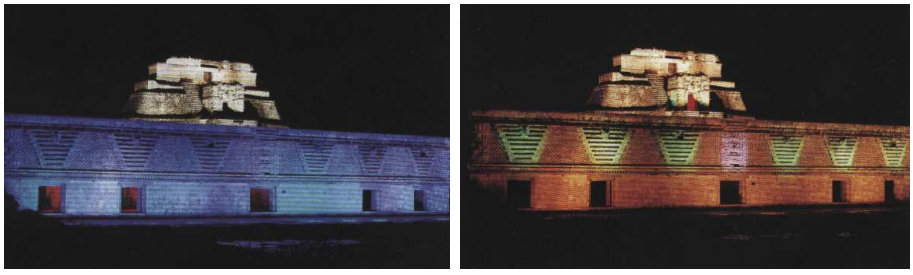
كتبت مجلة TABS "*إن هدف مصممي الإضاءة في الصوت و الضوء هو جذب انتباه المستمعين و توجيه انتباههم بطريقة تكمل الكلمات المنطوقة و إظهار المبنى في صورة جديدة و مدهشة.*"[٣]

يمكن أن تكون المؤثرات الضوئية ثابتة أو متحركة، تتغير بسرعة أو ببطئ بناء على الوقت المحدد لها. إن التحكم و تزامن الصوت و الضوء يمكن أن يخلقا تركيبة رائعة من التأثيرات البصرية و السمعية و التي تستخدم في إظهار القيمة أو الأهمية التارخية للمبنى أو تصوير الأثر بالألفاظ.

يتعاون كاتب السيناريو مع مصمم الإضاءة و مصمم الصوت في كتابة القصة التي تحكى أثناء العرض و المقتبسة من تاريخ الموقع. هذا العرض يكون بدون ممثلين، فالإضاءة هي التي تلعب دور هام لجذب انتباه المستمعين.

يتم استخدام عدسات ملونة أو مصابيح ملونة لخلق مؤثرات ضوئية ملونة مثل الأصفر أو الأخضر أو الأحمر أو الازرق (شكل رقم ١١٤-٩)، كما تستخدم معدات و عدسات أخرى للتحكم في توزيع الضوء. تزود تركيبات الإنارة بأنواع من المصابيح القادرة على أن تخفت حتى الصفر أو تضاء بسرعة عندما يطلب منها هذا. ففي هذه الحالة يكون مصباح الهالوجين أو المصباح المتوهج هما الأنسب لسرعة استجابتهم لعملية إعادة التشغيل. تتحديد أماكن السماعات و أماكن التحكم و أماكن وحدات الإضاءة بحيث لا تكون مرئية بالنسبة للمستمعين فإن ظهور هذه الوحدات قد تقلل من تأثير المشهد على المستمعين، فعلى المستمع أن يرى بدون ما يعرف كيف. تترك منطقة المستمعين مظلمة. إن التعامل مع العبارات و الأصوات و المؤثرات الضوئية المتتالية ليست بسهلة و تحتاج إلى أجهزة و معدات و تقنيات معقدة يصعب حصرها و ذكرها في هذا البحث.

تقدم معظم هذه العروض بجانب مبان أثرية لا تقدر بثمن، لذا، فمن المهم توخي الحذر عند التعامل مع هذه المباني أثناء عمل التجهيزات الخاصة بعروض الصوت و الضوء لعدم الإضرار بها.



شكل رقم ١١٤-٩: مشهدين من عرض للصوت و الضوء. يتغير الضوء في خطوات محددة. كما زودت تركيبات الإنارة بعدسات ملونة و أجهزة و معدات أخرى للتحكم في توزيع الضوء. (Philips,1993)

[2] lee Waston,1990
[3] lee Waston,1990

٣-٢-٢ أسس عامة لإضاءة واجهات المباني:

أ) اتجاه الرؤية Direction of view

يوجد غالبا أكثر من اتجاه للرؤية للمبنى الواحد و هل يتم رؤية المبنى من مكان واحد محدد أو بطريقة متحركة كالذي يقود السيارة، و لكن يمكن تحديد أحد هذه الزوايا كزاوية رؤية رئيسية. و يكون تأثير الإضاءة من هذه الزاوية الأكثر جذابية، و تكون مصادر الإضاءة خارج نطاق الرؤية. إذا كان اتجاه الرؤية هو نفس اتجاه الإضاءة لن تظهر أي ظلال و سيظهر المبنى سطحيا لذا فمن المفضل وجود زاوية ميل بين الاتجاه الرئيسي لرؤية المبنى و اتجاه الضوء فتتجسم الواجهة و تصبح الظلال مرئية.

ب) مسافة الرؤية Distance of view

إن تحديد مسافة الرؤية شيء مهم، فهي المسئولة عن تحديد حجم التفاصيل المرئية و التي سيتم إضاءتها. مثال إضاءة الجوامع فهي تنقسم إلى جزأين، الأول المئذنة و الثانية الواجهة و القبة، فيتم المزج بين القرب و البعد. يتم إضاءة المئذنة دون توضيح أي تفاصيل بها، بطريقة إجمالية و بشدة إضاءة مرتفعة نسبيا، و هذا لأن المآذن يتم إدراكها من بعيد فلا داعي للتأكيد على التفاصيل، أما الواجهة و القبة فيتم إدراكها و رؤيتها من قرب فيتم إضاءتها بحيث تظهر أدق التفاصيل. كما يوضع في الاعتبار الامتصاص الجوي، إذ يبدو المبنى لامعا من قريب و لكن كلما بعدت مسافة الرؤية يقل اللمعان، فإذا كان المبنى يرى من بعيد فتكون شدة الإضاءة مرتفعة نسبيا حتى يتم رؤيته بوضوح (شكل رقم ١١٥-٩ و ١١٦-٩).

شكل رقم ١١٥-٩: إنارة المآذن بطريقة تجعل رؤيتها واضحة من مسافات بعيدة أثناء فترة الليل. (www.allaboutturkey.com)

شكل رقم ١١٦-٩: إنارة المئذنة مستخدما شدة إضاءة مرتفعة نسبيا حتى يسهل ادراكها من مسافات بعيدة. (www.bbc.co.uk)

ت) المحيط و الخلفية Surroundings and Background

إذا كان محيط المبنى و خلفيته مظلمة، فقد يحتاج إلى مستوى من شدة الإضاءة منخفضة ليظهر لامع وسط المحيط الذي يتواجد به. أما إذا كان موجودا في محيط منير و حوله مبان مضاءة، فيحتاج إلى مستوى من شدة الإضاءة أعلى كي يتناسب مع ما حوله. في حالة ما إذا كان محيط المبنى أو الخلفية شديدة اللمعان فيمكن في هذه الحالة تغيير لون الضوء المستخدم في إنارة المبنى بدلا من زيادة شدة الإضاءة لخلق التباين بين المبنى و ما حوله. يقوم مصمم الإضاءة بالتأكد من أن إضاءة المبنى لا تسبب ضررا للمباني أو المحيط العمراني المتواجد به (وجوده في منطقة أثرية غير مستحب المساس بها) و بالتعرف على حجم المبنى و أهميته و دوره بالنسبة لهذا لمحيط، مما سيساعده على نجاح التصميم. من المهم أيضا دراسة شكل المبنى أثناء فصول السنة المختلفة و معرفة ما إذا كان تغير شكل و لون النباتات التي توجد حوله سيؤثر على مظهره أم لا.

ث) الحواجز Obstacles

تمثل الأشجار و الأسوار التي توجد حول المبنى أداة جيدة لإخفاء مصادر الإضاءة وراءها. إن وضع تركيبة الإنارة خلف الحواجز له ميزتان، الأولى: أن تركيبات الإنارة لن تكون مرئية بالنسبة للمشاهد و الثانية ظهور ظل الحواجز (شجيرات و أسوار) المتواجدة أمام المبنى المضاء مما يعطي عمقا للمشهد (شكل رقم ١١٧-٩).

شكل رقم ١١٧-٩:استغلال السور في إخفاء تركيبات الإنارة المستخدمة في إضاءة الواجهة و ظهور ظل السور مما يضيف عنصرا جماليا للمبنى و يعطي عمقا للمشهد. (Whitehead, 2001)

جـ) الماء Water

يمكن للمصمم أن يستفيد من وجود مسطحات مائية أمام المبنى، مثل البحيرات و الأنهار و القنوات. ففي الظلام تعمل هذه المسطحات كمرآة سوداء تعكس صورة المبنى المضاء مما يعطي شعورا باتساع الفراغ أثناء فترة الليل (شكل رقم ١١٨-٩ و ١١٩-٩).

شكل رقم ١١٨-٩: يقوم حمام السباحة بعكس صورة المبنى المضاء ليلا. (residential lighting)

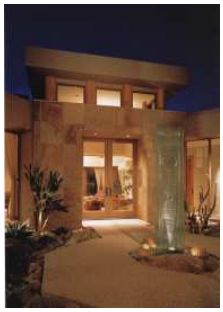
شكل رقم ١١٩-٩:انعكاس الواجهة على سطح المياة يعطي الشعور باتساع الفراغ.

حـ) المداخل:

إن المداخل هي التي تستقبل زائري المبنى. و دائما ما يكون المدخل هو العنصر الأكثر ظهورا بالواجهة. و هو الذي يعكس طريقة عيش السكان أو مستخدمي المبنى. المدخل هو نقطة الإنتقال من الخارج حيث الشمس الساطعة إلى الداخل الذي يكون دائما أقل سطوعا و لكن ينقلب الحال بالنسبة لليل فالداخل يكون أكثر سطوعا من الخارج بمقدار ١٠٠ إلى ١٠٠٠ مرة.و من المهم مراعاة هذا الانتقال عند تصميم إضاءة المداخل حتى لا يشعر المستخدم بالتغير الشديد في مستوى الإضاءة مما يجعل رؤيته للأشياء تتغير لفترة محدودة(شكل رقم ١٢٠-٩).

إضاءة المداخل بشكل جذاب و مبدع يرحب بالزائرين و يعطي الشعور بالراحة و الأمان لهم (شكل رقم ١٢١-٩). في حالة إضاءة مدخل فيلا بجانب الشارع أي يصلها ضوء من الشارع يتم إضاءة رقم الفيلا و باب الفيلا و الجرز. أما إذا كانت بعيدة عن العمران فيتم إضاءة المسار حتى باب مدخل الفيلا و حول الفيلا (شكل رقم ١٢٢-

٩). تكون إضاءة المداخل مرتفعة نسبيا لتجذب الانتباه و تشجع على الدخول (شكل رقم ١٢٣-٩). يتم تثبيت تركيبة الإنارة على جانبي المدخل حتى يحدث توزيع منتظم للإضاءة و عدم حدوث ظلال غير مرغوب فيها (شكل رقم ١٢٤-٩ و ١٢٥-٩).



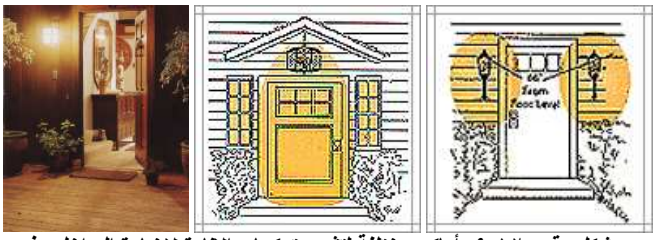
شكل رقم ١٢٠-٩: تثبيت تركيبتين إنارة أمام المدخل لتأكيده و عمل التوازن بين الإضاءة الداخلية و الخارجية (Whitehead, 2001).

شكل رقم ١٢١-٩: إضاءة المدخل بطريقة ترحب بالزائرين و تشعرهم بالأمن و الراحة.

شكل رقم ١٢٢-٩: إضاءة المسار كله المؤدي لمدخل الفيلا (Whitehead, 2001).

شكل رقم ١٢٣-٩: شدة إضاءة المدخل مرتفعة نسبيا لجذب الانتباه.

شكل رقم ١٢٤-٩: يبدو ارتفاع المدخل محدودا، فتركيبات الإنارة ذات الارتفاع القصير هي مصدر الإضاءة الوحيد (Whitehead, 2001).



شكل رقم ١٢٥-٩: أماكن مختلفة لتثبيت تركيبات الإنارة لإضاءة المداخل، غير مفضل إضاءة المدخل من جانب واحد مع استخدام شدة إضاءة مرتفعة لتغطية المدخل كله بالإضاءة (Whitehead, 2001).

٤-٢-٢ أجهزة و مصابيح و تركيبات الإنارة الخاصة بإضاءة واجهات المباني:

إن عملية اختيار المصباح أو تركيبة الإنارة تعتمد على التأثير الضوئي المطلوب و الموقع المتاح لتثبيت تركيبة الإنارة به. فبعد تحديد التأثير المطلوب و عمل الحسابات اللازمة لتحديد مستوى الإضاءة تبدأ عملية اختيار الأجهزة و المعدات المناسبة لتحقيق هذا التأثير.

أ) المصابيح:

يتم اختيار المصباح المناسب بناء على لون الضوء و توزيع الضوء beam spread و شدة الإضاءة candlepower و عمر المصباح (في الأماكن التي يصعب فيها الوصول إلى المصباح لصيانته) و حجم المبنى. عندما يكون المبنى معقدا و كبيرا يتم استخدام أكثر من نوع واحد للمصباح. و هذا معناه استخدام أكثر من نوع للمصباح المتوهج أو استخدام المصباح المتوهج مع المصباح الفلوري أو استخدام المصباح المتوهج مع المصباح الفلوري مع المصابيح ذات الضغط العالي. يوضع في الاعتبار اختلاف لون الضوء، في حالة استخدام أكثر من نوع مصباح في إضاءة واجهات مبنى واحد. إذا كان المصباح سيتم استخدامه لفترة محددة، يتم تقليل التكلفة المبدئية عن طريق مصباح سعره أقل و عمره متواضع.

١) المصابيح الفتيلية (filament lamps):

أ) **المصباح المتوهج Incandescent:** للمصباح المتوهج استخدامات كثيرة نظرا لصغر حجمه و أنواعه الكثيرة و المتوفرة و سهولة التحكم به من أي مصباح أخر. فإن beam control و range of wattage يجعل المصباح المتوهج هو المصباح الوحيد القادر على تحقيق التأثير المطلوب عند السطوع الصحيح. و يعتبر PAR النوع الأكثر استخداما حيث يستخدم في إضاءة الأسطح الصغيرة و في الإضاءة التوكيدية. PAR floods and spots لها narrow beamspread أكثر من R lamps. مما يجعل PAR تستخدم في إضاءة العناصر الرأسية بالواجهة و R lamp تستخدم في إضاءة العناصر الأفقية. و تستخدم low-voltage PAR إذا كان المطلوب التحكم الشديد لشكل الإضوء.

ب) **مصباح التنجستن هالوجين Tungsten halogen**: و يعتبر أكثر فاعلية من المصباح المتوهج العادي. و أصغر في الحجم و يصلح استخدامه في تركيبة إنارة صغيرة الحجم و يوجد منه نوع PAR lamp. يستخدم المصباح المتوهج و المصباح الهالوجين عندما يكون من المطلوب إظهار اللون الحقيقي للسطح و أو عند استخدام عدسات ملونة أو إذا كان خفت الإضاءة مطلوبا بالنسبة للمشروع.

٢) مصباح التفريغ الغازي gas-discharge lamps :

تحتاج على الأقل إلى ٥ دقائق ليتم إعادة تشغيلها مرة أخرى لذا فلا تستخدم في المؤثرات الضوئية المتحركة و المتغيرة و لها كفاءة عالية، و يكون حجم المصباح صغير نسبيا و عمره طويل.

أ) **المصباح الفلوري Fluorescent**: يستخدم المصباح الفلوري التقليدي في إضاءة العناصر الخطية مثل الحوائط القصيرة و الأسطح الصغيرة (مبنى دور واحد). يوفر المصباح الفلوري إضاءة خفيفة و منظمة التوزيع و يحتاج إلى عواكس لتوجيه الضوء. يتأثر بالأحوال الجوية.

ب) **المصباح الفلوري المدمج Compact Florescent**: يستخدم الآن في إضاءة الغامرة.

ت) **مصباح الزئبق ذو الضغط المرتفع High-pressure mercury**: يستخدم في الإضاءة الغامرة و الإضاءة التوكدية. و خاصة إذا كان لون الضوء المطلوب ضوءا باردا أو لإضاءة أسطح مزرقة أو مخضرة.

ث) **مصباح الهاليد المعدني Metal halide:** يعتبر ذا كفاءة أعلى من مصباح الزئبق ضغط عالي و لها دليل أمانة لون أفضل و يوجد منه البارد و المتوسط و الساخن. تحكم جيد في شكل الضوء الصادر منها.

ج) **مصباح صوديوم ضغط عالي high-pressure sodium (SON)**: يستخدم عندما يكون المطلوب لون ضوء دافئ أو إضاءة أسطح ذات اللون البني أو المحمر أو المصفر.

ح) **مصباح صوديوم ضغط منخفض Low-pressure sodium (SOI & SOX)**: تستخدم عندما يتصف الشيء المضاء بالاستجابة إلى لون الضوء أصفر أحادي اللون monochromatic yellow light مثال قبة ذهبية أو حجر أصفر.

خ) Blended-light (mercury-incandescent) lamp (MLL): تأثيرها مشابه لمصباح الزئبق.

د) LED: تحتاج لمكان صغير للتثبيت. و تصلح لإضاءة ارتفاعات كبيرة.

ب) تركيبات الإنارة:

بعد تحديد نوع المصباح يتم تحديد نوع تركيبة الإنارة التي تقوم بالتحكم في الضوء الصادر من المصباح و تحمي المصباح من العوامل الجوية و التعدي. توفر شركات تركيبات الإنارة المعلومات الكافية عنها و التي تمكن مصمم الإضاءة من اختيار التركيبة الإنارة التي تحقق له التأثير المطلوب.

٥-٢-٢ الصيانة و المتابعة:

إن أعمال الصيانة و المتابعة هي التي تضمن للمشروع استمراره و عمله على أكمل وجه و تجعل المبنى يحتفظ بمؤثراته الضوئية. في حالة حدوث أي خلل بأجهزة و معدات الإضاءة يتم إصلاحها حتى لا يظهر المبنى كئيبا. يفضل أن يكون المالك على دراية كافية بأعمال الصيانة و عنده رسومات as built تدله على أماكن الأجهزة و أوقات صيانتها و يكون عنده بدائل لهذه الأجهزة فإذا تعطلت إحداها يقوم باستبدالها. يتم تحديد الأشخاص الذين سيقومون بعملية الصيانة هل هم العاملون بالمبنى أو المالك أو مصمم الإضاءة و هذا يتحدد طبقا لنوع الأجهزة المستخدمة للإضاءة و مدى تعقيدها.

٣-٢ تابع المنشآت: إضاءة التماثيل

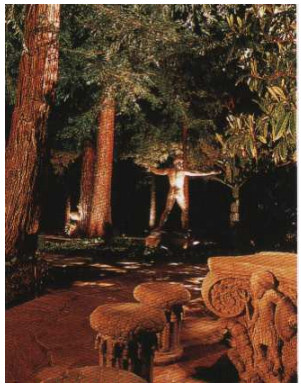
التماثيل هي التي تزين الفراغ و تميزه عن غيره من الفراغات، و عادة ما يقع التمثال في نهاية المسار أو في مدخل المبنى أو في منتصف الفراغ (كنقطة مركزية) أو ممكن أن يتم وضعه بطريقة تجعله يظهر تدريجيا للمشاهد السائر في الممشى. يوجد نوعان أساسيان للتماثيل، النوع الأول: ثلاثي الأبعاد يقف بمفرده و يتم رؤيته من اتجاه واحد أو أكثر (شكل رقم ١٢٦-٩)، و النوع الثاني: معماري ثنائي الأبعاد و هو عبارة عن لوحة جدارية أو تمثال مثبت على حائط (شكل ١٢٧-٩).

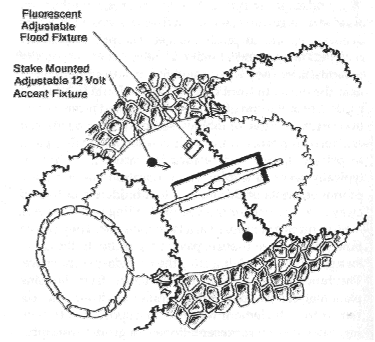
يتغير مظهر التمثال بتغير شكل الضوء الواقع عليه (شكل رقم ١٢٨-٩) .يقوم مصمم الإضاءة بدراسة حجم التمثال و نوعه و خصائصه و التعامل معه بما يتناسب مع دوره في التكوين الضوئي. إن تأكيد سمة معينة بالتمثال عن طريق الإضاءة، يمكن أن تمثل معلومة مهمة للمشاهد (شكل رقم ١٢٩-٩).

شكل رقم ١٢٦-٩:تمثال ثلاثي الأبعـــاد واقـــف بمفـــرده. (Whitehead, 2001)

شكل رقم ١٢٧-٩: تمثال مثبت على جدار. (Moyer, 1992)

شكل رقم ١٢٨-٩: تغير مظهر التمثال بتغير شكل الإضاءة. (Turner, 1998)





شكل رقم ١٢٩-٩: هذا التمثال الواقع أخر المسار، يقوم بتوجيه الناس بالسير ناحية الشمال عن طريق يده الممدودة. ثلاث تركيبات إنارة تقوم بإضاءة هذا التمثال، وحدتا إضاءة توكيدية مثبتان واحد أمامه و الأخرى خلفه للتأكيد على التفاصيل و الحركة و تركيبة إنارة غامرة أمامه تغمر بقية التمثال بالإضاءة للحد من التباين. (Whitehead, 2001; Moyer, 1992)

١-٣-٢ تأثير المتغيرات الخمسة على مظهر التماثيل المضاءة ليلا:

١-١-٣-٢ اتجاه الضوء:

تقوم الإضاءة بتحسين مظهر التمثال الطبيعي أو تقوم بخلق انطباع جديد له أثناء فترة الليل. كيف يؤثر النور و الظل على مظهر التمثال. فاتجاه الضوء هو الذي يتحكم في اتجاه و حجم الظل.

أ) اتجاه الضوء إلى أعلى uplighting

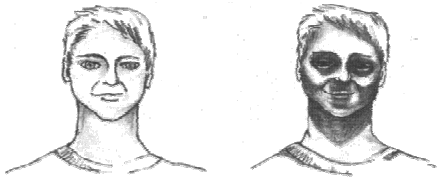
يتم استخدام اتجاه الضوء إلى أعلى بحذر مع مراعاة موقع تركيبة الإنارة و زاوية الاتجاه، هذا للحصول على تأثير جميل غير منفر أو مخيف للتمثال. تحتاج تركيبات الإنارة المستخدمة لإنارة التمثال من أسفل إلى أعلى إلى الصيانة الدائمة لضمان عملها و تحقيق الإضاءة الكافية له. تقوم الإضاءة إلى أعلى باظهار التمثال بمظهر غير طبيعي مخلفا لمظهره أثناء فترة النهار و تعطي له تأثيرا دراميا. و يستخدم هذا الاتجاه عادة إذا كان التمثال كبيرا يصعب إضاءته من أعلى مثل الأعلام. (شكل رقم ١٣٠-٩ و ١٣١-٩).

شكل رقم ١٣٠-٩: الإضاءة من أسفل إلى أعلى. (www.louielighting .com)

شكل رقم ١٣١-٩: الإضاءة إلى أعلى تعطي تأثير دراميا للتمثال. (www.lightsauatin.com)

ب) اتجاه الضوء إلى أسفل Downlighting

اتجاه الإضاءة إلى أسفل تجعل التمثال يحتفظ تقريبا بمظهره الطبيعي أثناء فترة الليل و تكون الظلال في هذه الحالة أسفل التفاصيل كما هو الحال أثناء فترة النهار. و لكن يمكن أن يضر الضوء القادم من أعلى بمظهر وجه إنسان أو حيوان إذا تم إضاءته من فوقه مباشرة، فهو ممكن أن يحول وجهه الإنسان من وجهه مألوف إلى وجه مخيف (شكل رقم ١٣٢-٩). يتطلب إضاءة الوجه الفهم الجيد لتشكيلاته و أبعاده، فالعين تغرس في الوجه أما الأنف و الخدود و الشفتان تبرز عن الوجه. إن إضاءة الوجه من أعلى يمكن أن يخلق ظلالا قد تدمر منظره و



شكل رقم ١٣٢-٩: الإضاءة من أعلى إلى أسفل غير مدروسة، تظهر وجه التمثال مخيفا (يمين) الإضاءة من الجانب أو الأمام (اليسار). (Moyer, 1992)

شكل رقم ١٣٣-٩:الإضاءة إلى أسفل المثبتة بسقف المدخل تظهر التمثال بمظهره الطبيعي. (Whitehead, 2001)

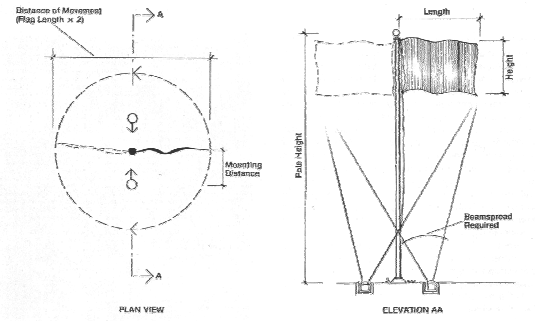
تمحو قدرة المشاهدين على قراءة التعبيرات الغنية بالمعلومات المفيدة التي يلبسها هذا التمثال على وجهه. للحد من الظلال، يتم وضع تركيبة الإنارة بحيث تقوم بإضاءة الوجه من الجنب أو وضعها على مسافة بعيدة تكفي للحد من الظلال. و يتم استخدام الإضاءة إلى أسفل إذا وجد مكان مناسب لتثبيت تركيبة الإنارة (شكل رقم ١٣٣-٩). إن الإضاءة إلى أسفل لا تحتاج صيانة مستمرة إذ تكون بعيدة عن الصدمات أو أعمال التخريب.

٢-١-٣-٢ توجيه و تحديد موقع تركيبة الإنارة بالنسبة للتمثال:

إن موقع تركيبة الإنارة هي التي تحدد نجاح إضاءة التمثال و ظهوره بمظهر جميل و جذاب. كلما بعدت تركيبات الإنارة عن التمثال المضاء و كانت زاوية التوجيه أكبر، قلت الظلال و أصبح التمثال واضحا و سهل قراءته. و كلما كانت زاوية التوجيه صغيرة و تركيبة الإنارة قريبة، كانت الظلال كثيفه، مما يكون له تأثير سلبي على مظهر التمثال و هذا بغض النظر عن اتجاه الضوء من أعلى أو من أسفل. مثال: تمثال القرد الموضح (شكل رقم ١٣٤-٩)، يحتاج حاجب العين العميق لتمثال هذا القرد إلى تحريك مصدر الضوء الذي يقع أمامه على مسافة خمسة أقدام بعيدا عن التمثال بالرغم من أن طول التمثال لا يتعدى ٣٠ بوصة (بدون القاعدة). بعض التماثيل أو العناصر المميزة الأخرى تكون متحركة، من خلال طرق ميكانيكية أو مع حركة الرياح، فالإضاءة في هذه الحالة تصمم بطريقة تناسب ديناميكية العنصر. مثال: تحرك الأعلام رأسيا و أفقيا مع حركة الرياح (شكل رقم ١٣٥-٩)، بتحديد العرض الإجمالي و الارتفاع و المساحة التي يغطيها العلم يتم اختيار شدة الإضاءة و نوعية الإضاءة و عدد و موقع تركيبات الإنارة.

من المفضل ضبط توجيه الإضاءة في الموقع بحيث يعطي أفضل نتيجة أو عمل نموذج مشابه للتمثال و إضاءته حتى يسهل تخيل الشكل النهائي للإضاءة. و في بعض الأحيان قد يكون الموقع الأمثل لتركيبة الإنارة غير متوفر ففي هذه الحالة يحدد الموقع المتاح كيف سيتم إضاءة التمثال.

شكل رقم ١٣٤-٩: إضاءة تمثال القرد عن طريق تركيبة إنارة توكيدية لإضاءة الوجه و أخرى غامرة لتغطية الجسم بالضوء. موضع هذان التركيبتان أمام و فوق التمثال. مع إضافة إضاءة إلى أعلى في الخلفية التي تعتبر استثناء لقاعدة أن التمثال يجب أو يكون الأكثر سطوعا، و تجعل الخلفية جزءا من التمثال (Moyer, 1992)



شكل رقم ١٣٥-٩: إضاءة العلم عن طريق أثنين من تركيبات الإنارة مثبتتان بالأرض يقومان بإضاءة المساحة الكلية التي يشغلها العلم . (Moyer, 1992)

كما يتحدد موقع تركيبة الإنارة و عددها بناء على عدد اتجاهات الرؤية:

أ) رؤية التمثال من زاوية واحدة one viewing direction:

إمكانية حدوث إبهار في هذه الحالة يكون مستبعدا، إذ يكون اتجاه تركيبة الإنارة بعيدا عن عين المشاهد إلا إذا كان مسار الزائرين بين تركيبة الإنارة و التمثال، كما يمكن أن يحدث إبهار أيضا إذا كانت تركيبة الإنارة مثبتة داخل الأرض و متجهة إلى أعلى و المصباح غير مغطى جيدا أو غير غاطس في تركيبة الإنارة بصورة كافية.

في حالة رؤية التمثال من زاوية واحدة فإن ظهر التمثال لن يحتاج إلى إضاءة بما إنه لن يكون مرئيا.

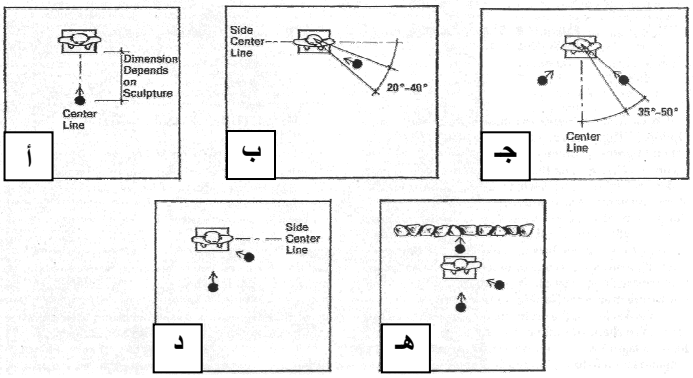
إذا كان يوجد مسافة كافية أمام التمثال يتم استخدام تركيبة إنارة واحدة ذات إضاءة غامرة و وضعها في منتصف التمثال حيث تقوم بإضاءة التمثال ككل. هذه الطريقة تقوم بتقليل عدد تركيبات الإنارة المستخدمة و توفير المصاريف و لكن لا تجسم التمثال بل تعطي له مظهرا سطحيا، تظهر التفاصيل و تخفي الملمس و لا تؤكد الأجزاء المميزة به. تتحدد المسافة بين تركيبة الإنارة و التمثال بناء على حجم التمثال(شكل رقم ١٣٦أ-٩).

تركيبة إنارة واحدة بجانب التمثال تقوم بتأكيد الملمس و إنارة الجزء القريب منها (شكل رقم ١٣٦ب-٩).

في حالة استخدام تركيباتي إنارة على جانبي التمثال بمسافة متساوية من المركز و موجهتين إليه، سيظهر التمثال قريبا من مظهره الطبيعي. من المفضل أن تختلف تركيبة الإنارة عن الاخرى من حيث شدة الإضاءة و نوعية الضوء و هذا لتأكيد البعد الثالث للتمثال. تستخدم هذه الطريقة في إضاءة معظم التماثيل. (شكل رقم ١٣٦جـ-٩)

إذا تم الجمع بين الإضاءة الجانبية المماسية و الإضاءة الأمامية الغامرة سيتم التأكيد على البعد الثالث للتمثال. حيث تقوم الإضاءة الجانبية بإظهار الملمس و التفاصيل أم الإضاءة الغامرة تقوم بالحد من شدة التباين بين الظل و النورو غمر التمثال كله بالإضاءة. (شكل رقم ١٣٦د-٩).

إذا وجد جدار وراء التمثال فمن المفضل إنارته، مع استخدام أي طريق قد تم ذكرها سابقا لإضاءة التمثال مما يعطي عمقا بالمشهد و يوفر خلفية بصرية للتمثال (شكل رقم ١٣٦هـ-٩) و (شكل رقم ١٣٧-٩).



شكل رقم ١٣٦-٩: إضاءة التمثال المرئي من زاوية واحدة. (Moyer, 1992)

شكل رقم ١٣٧-٩: إضاءة خلفية التمثال مما يعطي عمق للمشهد. (Whitehead, 1993)

ب) رؤية التمثال من أكثر من زاوية Multiple Viewing Directions:

تكون الإضاءة في هذه الحالة صعبة، حيث يتم رؤية التمثال من أكثر من اتجاه بالإضافة إلى أن المشاهد ممكن أن تتحرك حوله، مما يجعل موقع تركيبة الإنارة و زاوية التوجيه و تغطية المصباح شيئا حرجا من المهم دراسته لضمان عدم تشتيت عين المشاهد نتيجة لإبهار الضوء. في نفس الوقت، تقوم زوايا الرؤية المتعددة بإعطاء فرص أكبر للبدائل الفنية التي تقوم على إظهار التمثال. مثال: بدلا من توزيع الإضاءة بطريقة منتظمة و متزنة حول

التمثال، يمكن أن يقوم المصمم بعمل أشكال مختلفة لمظهر التمثال مستعينا بالإضاءة، يكتشفها المشاهد و هو يتحرك. يتحدد موقع تركيبات الإنارة بناء على التأثير المطلوب، يمكن إنارة التمثال من جميع الاتجاهات أو ترك بعض الاتجاهات مظلمة، و لكن مع الحذر حتى لا يؤدي إنارته من جميع الاتجهات إلى تسطيحه (شكل رقم ١٣٨-٩) أو ترك بعض الاتجهات مظلمة إلى تشوه منظره.

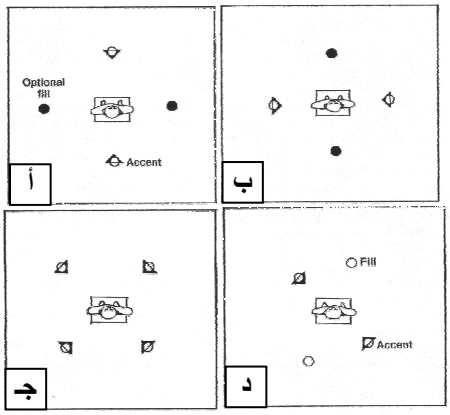
تتم إضاءة التماثيل المرئية من أكثر من زاوية (شكل قم ١٣٩-٩). باستخدام الإضاءة التوكيدية الموضوعة أمام و خلف التمثال لتأكيد الشكل و التفاصيل و توفير ضوء غامر اختياري على الجانبين الأخرين للتمثال للحد من تباين شدة السطوع و إظهار الشكل الكلي للتمثال (شكل رقم ١٣٩أ-٩).

بتبديل الأماكن بين الإضاءة التوكيدية و الإضاءة الغامرة المذكوران في المثال السابق يتغير شكل التمثال و تظهر تفاصيل جديدة به قد تختلف عن المثال السابق. و يتحدد مكان الإضاءة الغامرة مقابل الإضاءة التوكيدية بناء على شكل و تفاصيل و ملمس و لون التمثال و المظهر المراد تحقيقه (شكل رقم ١٣٩ب-٩).

تقوم أربعة مصادر إضاءة توكيدية موزعة بانتظام حول التمثال بتوفير إضاءة متوازنة. في هذه الحالة، يكون التنوع في شدة إضاءة كل مصدر ضوئي هو الذي يجسد التمثال(شكل رقم ١٣٩جـ-٩).

تأكيد شكل و حدود التمثال عن طريق مصدرين من الإضاءة التوكيدية ذات الشدة المرتفعة نسبيا، و يكونان متقابلين و يقعان بالقرب من التمثل. كما يتم استخدام مصدرين مساعدين من الإضاءة الغامرة ذات الشدة المنخفضة نسبيا و وضعهما على مسافة أبعد و يعتبر هذا إظهارا للشكل ككل بإضاءة خفيفة (شكل رقم ١٣٩د-٩).

شكل رقم ١٣٨-٩: إضاءة التمثال من جميع الجهات بطريقة غير مدروسة قد تعطي مظهرا سطحيا له. (Whitehead, 2001)



شكل رقم ١٣٩-٩: إضاءة التمثال المرئي من أكثر من زاوية. (Moyer, 1992)

٣-١-٣-٢ نوعية الإضاءة: Quality of light

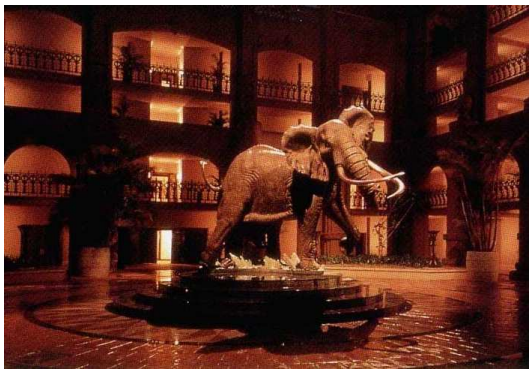
تستخدم الإضاءة التوكيدية لإظهار و تأكيد سمات معينة في التمثال أما الإضاءة الغامرة فتستخدم لإضاءة التمثال ككل إضاءة خفيفة و عادة ما تستخدم الإضاءة التوكيدية و الإضاءة الغامرة معا لإضاءة التمثال الواحد و هذا للحد من شدة تباين السطوع و إظهار التمثال بصورة جذابة غير منفرة (شكل رقم ١٤٠-٩ و ١٤١-٩).

٤-١-٣-٢ شدة الإضاءة Intensity of light:

يتحدد مستوى الإضاءة بناء على خصائص مواد تشطيب التمثال و شكله و دوره في التكوين الضوئي و أهميته. عادة ما يكون التمثال العنصر الأكثر جذبا للانتباه في الفراغ و بالتالي يصبح العنصر الأكثر سطوعا. أما إذا كان التمثال يلعب دورا ثانويا في التكوين الضوئي فيتم خفض درجة سطوعه بالنسبة للعناصر الأخرى الأكثر أهمية (شكل رقم ١٤١-٩ و ١٤٢-٩).

شكل رقم ١٤٠-٩: إضاءة التمثال من الجهتين اليمنى و اليسرى باستخدام الإضاءة التوكيدية لتجسيد الشكل. (Whitehead, 2001)

شكل رقم ١٤١-٩: إضاءة التمثال باستخدام الإضاءة التوكيدية و الإضاءة الغامرة لإظهاره و التأكيد عليه. (Whitehead, 2001)



شكل رقم ١٤٢-٩: يعمل هذا التمثال كنقطة مركزية و بالتالي فهو العنصر الأكثر جذبا و الأكثر سطوعا بالفراغ. (Entwistle; Lovegrove, 2000)

٥-١-٣-٢ لون الضوء Color of light:

لون الضوء هو الذي يؤثر على مظهر التمثال و حجم التفاصيل التي تظهر منه. و يكون لمصمم الإضاءة الاختيار إما باظهار التمثال بألوانه الطبيعية أو بجعله مختلف المظهر أثناء فترة الليل (شكل رقم 143-٩).

شكل رقم 143-٩: اختلاف مظهر التمثال أثناء فترة الليل. (www.emporis.com)

٢-٣-٢ تقنيات و تأثيرات الإضاءة المختلفة:

تختلف تقنيات الإضاءة باختلاف شكل و نوع التمثال و السياق الذي يتواجد فيه.

أ) الإضاءة الغامرة Wash Technique

تستخدم تقنية الإضاءة الغامرة لإنارة اللوحات الجدارية ذات ألوان و رسومات تعتبر السمة الرئيسية بها و لا تحتوي على بروزات أو ملمس من المهم إظهاره (شكل رقم ١٤٤-٩)

ب) الإضاءة المماسية Graze Technique

تستخدم تقنية الإضاءة المماسية في حالة اللوحات الجدارية التي بها عناصر بارزة أو ملمس مميز من المهم التأكيد عليه (شكل رقم ١٤٥-٩).

شكل رقم ١٤٤-٩: لوحة جدارية ذات ألوان و رسومات مميزة، تستخدم الإضاءة الغامرة لإظهارها .

شكل رقم ١٤٥-٩: لوحة جدارية ذات ملمس مميز تستخدم الإضاءة المماسية في تأكيدها. (www.thealameda.org)

ت) تأثير الظلال Shadows Technique

تخلق هذه التقنية تأثيرا دراميا للمشهد، إذ تقوم الإضاءة بإلقاء ظل التمثال على الحائط المجاور له. يقوم مصمم الإضاءة بالتحكم في حجم الظل حتى لا يتحول الظل إلى شكل مخيف (شكل رقم ١٤٦-٩).

ث) تأثير الإضاءة المتقاطعة Cross lighting

تستخدم في هذه التقنية مصدران للضوء موضوعان أمام العنصر و يتم توجيهما إلى أعلى بطريقة تجعل الضوء الخارج منهما متقاطعا. و يقوم هذا التأثير بالتأكيد على الشكل و تجسيمه (شكل رقم ١٤٧-٩).

جـ) التحديد الضوئي Outline Lighting

تقوم هذه التقنية بتحديد الهياكل و التماثيل التي لها شكل مميز، المراد التأكيد عليه (شكل رقم ١٤٨-٩).

شكل رقم ١٤٦-٩: التأكيد على حركة التمثال و شكله عن طريق رسم ظله على حائط مجاور له (www.trekker.co.il).

شكل رقم ١٤٧-٩: إضاءة المقعد باستخدام تقنية الإضاءة المتقاطعة مما يخلق ظلا شكله جذاب.

شكل رقم ١٤٨-٩: تحديد هذا الهيكل أو التمثال بالإضاءة للتأكيد على الشكل (Whitehead, 2001).

حـ) إظهار التفاصيل و التأكيد على الأبعاد

تستخدم هذه التقنية في تأكيد و اظهار أبعاد التمثال محاكيا تأثير ضوء النهار أو خلق صورة جديدة له. و تستخدم عادة في هذه التقنية الإضاءة الغامرة و الإضاءة التوكيدية معا، مع التنوع في شدة الضوء بطريقة تناسب دوره وخصائصه و تؤكد البعد الثالث للتمثال و تجعله أكثر جاذبية (شكل رقم ١٤٩-٩ و شكل ١٥٠-٩).

شكل رقم ١٤٩-٩: إضاءة التمثلين الموجودين أمام المدخل بطريقة تظهر التفاصيل و الأبعاد (Whitehead, 2001).

شكل رقم ١٥٠-٩: استخدام عدد كبير من تركيبات الإنارة التوكيدية المثبتة على الأرض أو بالخشب للتأكيد على أبعاد التماثيل الواقفة أمام حمام السباحة (Whitehead, 1993).

٢-٤ تابع المنشآت: إضاءة التعريشات و الأكشاك الخشبية و المظلات و الشرفات

يوجد عوامل كثيرة هي التي تحدد المدخل الأمثل لإضاءة الهياكل المعمارية المختلفة الموجودة بالفراغ الخارجي. و من ضمن هذه العوامل هو الاستخدام المقصود للهيكل و أهميته البصرية وسط التكوين. فالهيكل الذي لا يكون له وظيفة، يضاء مثل التماثيل، أما الهيكل الذي له وظيفة فيحتاج إلى تحقيق المتطلبات الوظيفية للإضاءة (إضاءة المهام أو إضاءة الأمن و السلامة .....الخ) بالإضافة إلى تحقيق الناحية الجمالية.

٢-٤-١ تأثير المتغيرات الخمسة على مظهر الهياكل المعمارية المضاءة ليلا:

٢-٤-١-١ اتجاه الضوء:

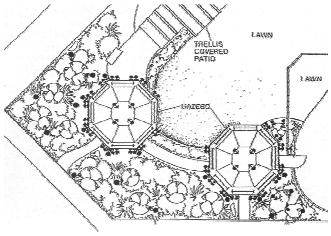
أ) اتجاه الضوء إلى أعلى uplighting

شكل رقم ١٥١-٩: اتجاه الإضاءة إلى أعلى.

ب) اتجاه الضوء إلى أسفل Downlighting

شكل رقم ١٥٢-٩: اتجاه الإضاءة إلى أسفل مع تحقيق تأثير الإضاءة القمرية بالنسبة للشجرة المجاورة (Whitehead, 2001).

٢-٤-١-٢ موقع تركيبة الإنارة بالنسبة للهيكل:



شكل رقم ١٥٣-٩: وضع تركيبة الإنارة حول الهيكل أو داخل الهيكل أو الاثنان معا. (Moyer, 1992)

٢-٤-١-٣ نوعية الإضاءة Quality of light

شكل رقم ١٥٤-٩: تستخدم في إضاءة الهياكل المعمارية الإضاءة التوكيدية أو الإضاءة الغامرة. (Whitehead, 2001).

٤-١-٤-٢ شدة الإضاءة Intensity of light:

شكل رقم ١٥٥-٩: يتحدد مستوى شدة الإضاءة بناء على مستخدمي الفراغ و استخدام الفراغ نفسه. فإضاءة الهيكل الموجود بالفراغ السكني تختلف عن الهيكل الموجود بالفراغ العام (التجاري أو الترفيهي ...الخ)

٥-١-٤-٢ لون الضوء Color of light:

شكل رقم ١٥٦-٩: ينجذب الإنسان نفسيا نحو اللون الدافئ للإضاءة عندما يكون القصد هو الجلوس مع الأصدقاء أو العشاء أو الارتخاء. لذا فمن المفضل استخدام الإضاءة الدافئة في الهياكل المستخدمة كمكان للجلوس. (Whitehead, 2001).

٢-٤-٢ تقنيات و أسس الإضاءة المختلفة الخاصة بالهياكل المعمارية:

أ) إضاءة هياكل الزينة:

يتم إضاءتها بالاستعانة بنفس تقنيات إضاءة التماثيل. كما يمكن الاكتفاء بإضاءة العناصر المميزة بالهيكل، مثل إضاءة تفاصيل معمارية أو إضاءة العنب أو الزهور المتسلقة على الهيكل (شكل رقم ١٥٧-٩).

ب)إضاءة الهياكل مستخدما تركيبات إنارة ذات شكل جمالي:

استخدام تركيبات إنارة ذات مظهر جمالي أثناء فترة الليل و النهار لإضاءة الهياكل المعمارية. و يوجد بعض الاعتبارات التي تتحكم في اختيار تركيبة الإنارة المناسبة (شكل رقم ١٥٨-٩):

- تكامل تركيبة الإنارة مع الطراز المعماري للمشروع.
- تناسب حجم تركيبة الإنارة مع حجم الهيكل.
- اختيار المكان الأمثل لتركيبة الإنارة لتوفير الإضاءة اللازمة بالليل و يكون شكلها مناسب بالنهار.
- الوضع في الاعتبار نمط الظل و النور الذي تصدره تركيبة الإنارة على السطح المجاور.
- اختيار شدة الإضاءة و نوعية الضوء المناسبان لتكامل الهيكل مع التكوين الضوئي.

شكل رقم ١٥٧-٩: إضاءة عناصر مميزة بالهيكل مثل الأزهار أو التفاصيل المعمارية. (Moyer, 1992)

شكل رقم ١٥٨-٩: استخدام تركيبات الإنارة ذات الشكل المميز في إضاءة الهياكل المعمارية. (Whitehead, 2001).

ت) الإضاءة المباشرة مقابل الإضاءة غير المباشرة Direct versus indirect light

شكل رقم ٩-١٥٩: استخدام الإضاءة غير المباشرة في إنارة الأكشاك، عن طريق توجيه تركيبات الإنارة إلى أعلى. (Whitehead, 2001).

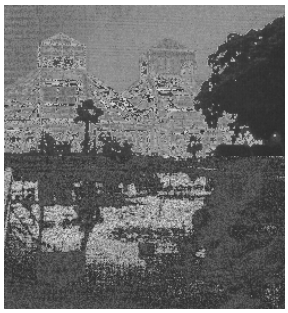
٣-٤-٢ أسس عامة لإضاءة الهياكل المعمارية:

في حالة المشاريع التجارية الكبيرة و التي تحتوي على أكثر من هيكل، يتم استخدام مدخل واحد لإضاءة هذه الهياكل، لتحقيق الاستمرارية. أما إذا كان الهدف هو تمييز أحد هذه الهياكل، فيتم عمل تغيير طفيف في مدخل إضاءته.

إضاءة هيكل من الزجاج مثل green house: إن الإضاءة المنبعثة من داخله يخلق تأثيرا قويا. يتعامل التأثير البصري مع الهيكل و كأنه تمثال بينما تعبر الإضاءة المنبعثة من الداخل عن الاحتياجات الوظيفية للنبات و الإنسان (شكل رقم ٩-١٦٠).

يتم استغلال الهياكل في تثبيت تركيبات الإنارة لإضاءة مسارات الحركة و النباتات و التماثيل و أماكن الجلوس المحيطة. يتم تثبيت تركيبات الإنارة بقضبان التعريشة أو ببروز المظلات، مما يوفر الإضاءة دون رؤية تركيبة الإنارة. يتم كلما أمكن عمل مخابئ للأجهزة و المعدات و الأسلاك الكهربية (شكل رقم ٩-١٦١).

كما يمكن استغلال إضاءة العناصر المحيطة بالهيكل في إضاءته (شكل رقم ٩-١٦٢).



شكل رقم ٩-١٦٠: إضاءة الهياكل الزجاجية تظهر التفاصيل الإنشائية الخاصة به. (Moyer, 1992)

شكل رقم ٩-١٦١: استغلال التعريشات في تثبيت تركيبات الإنارة الخاصة بإضاءة مسار الحركة.

شكل رقم ٩-١٦٢: استغلال إضاءة العناصر المحيطة بالهيكل في إضاءة الهيكل (www.fellerlandscape.com).

٥-٢تابع المنشآت: إضاءة العلامات الإرشادية Signage

هي أداة تحمل رسالة (عنوان أو إعلان .....الخ). تصمم و توظف و توضع العلامات الإرشادية بطريقة مناسبة بحيث لا تصرف النظر عن ما حولها. يوجد ضوابط و قوانين تحكم موضع العلامات الإرشادية بحيث لا تضر بحالة المرور و أيضا يوجد قوانين بخصوص مستوى إضاءتها و موادها و الأجهزة المستخدمة بها.

ممكن أن تكون العلامات الإرشادية free-standing أو مثبتة بالمبنى. إذا كانت مثبتة على كبولي فمن المهم الوضع في الاعتبار حركة الرياح و حجم و وزن الأجهزة الكهربية.

- أنواع للعلامات الإرشادية:

يوجد ثلاثة أنواع للعلامات الإرشادية

أ- **الحروف الضوئية luminous letter:** في هذا النوع تقوم الأنابيب المضاءة بتشكيل العلامة و الحروف بحيث يكون من السهل رؤيتها و قراءتها أثناء فترة الليل. يمكن أن تثبت هذه الأنابيب أو الحروف المضاءة على لوحة أو بواجهة مبنى. و هذا النوع يعطي أشكالا و إمكانيات كثيرة للمصمم و لكن على المصمم مراعاة إخفاء كل الأسلاك و الأجهزة الخاصة بالإضاءة حتى لا تكون ظاهرة أثناء النهار (شكل رقم 163-٩)

ب- **الخلفية المضاءة أو اللوحة المضاءة luminous background:** يمكن أن تكون هذه اللوحة من الخشب أو الزجاج أو المعدن أو البلاستيك أو مجموعة من هذه المواد. و يتم تثبيت العلامة أو الحروف على هذه اللوحة المضاءة. في بعض الأحيان و خاصة عندما تكون اللوحة من البلاستيك، تكون الحروف جزءا من هذه اللوحة و يتم إضاءتها من الخلف. من المهم الوضع في الاعتبار العوامل الجوية و السخونة و تكثيف الرطوبة (شكل رقم 164-٩).

ت- **علامات إرشادية مضاءة من الخارج externally lighted signs:** يتم إضاءة العلامة الإرشادية عن طريق تركيبة إنارة مسلطة عليها من الخارج (شكل رقم 165-٩).

شكل رقم 163-9: الحروف الضوئية. (www.3dzled.com)

شكل رقم ١٦٤-٩: اللوحة المضاءة. (www.centurysigns.com)

شكل رقم ١٦٥-٩: العلامات الإرشادية المضاءة من الخارج. (www.louielighting .com)

أ) مستوى الإضاءة:

من المهم أن يكون مستوى الإضاءة كافيا بحيث يتم رؤية العلامة الارشادية بوضوح من مسافات بعيدة أثناء فترة الليل. إذا زاد مستوى الضوء عن حد معين يكون من الصعب رؤية العلامة الإرشادية. يتم تحديد مستوى الإضاءة بناء على طريقة رؤية العلامة، هل سيتم رؤيتها عن طريق سائقي السيارات و هم مارين بالشارع أو عن طريق السائرين على الأقدام. كما يتم تحديده بناءا على مستوى الإضاءة المحيطة. و على مادة تشطيب العلامة الإرشادية و درجة انعكاسيتها.

ب) اللون:

يؤثر لون الضوء الصادر من العلامة الإرشادية على استجابة المشاهدين. فنجد أن اللون الأحمر يعطي أفضل التأثيرات على المسافات الطويلة. أما الأصفر المائل للحمره و الأخضر فتأثيره أقل. و الأزرق له أقل تأثير.

ت) المصابيح المستخدمة في إضاءة العلامات الارشادية:

يتم اختيار المصباح المناسب للعلامة الإرشادية بناء على شكل و لون الضوء الصادر منه و توزيع الإضاءة. أما العوامل التي تتحكم في تحديد نوع المصباح المستخدم هي نوع العلامة و وظيفتها و شكلها. يوجد ثلاثة أنواع من أنابيب الإضاءة التي تستخدم في إضاءة العلامات الإرشادية:

١. مصباح gas discharge tubes:
٢. مصباح hot cathode tubes:
٣. مصباح cold cathode tubes:

ث) أعمال الصيانة:

يتم تثبيت العلامة الإرشادية في أماكن سهلة الوصول إليها، لتنظيفها و صيانتها بطريقة دورية و هذا لتقوم بأداء وظيفتها على أكمل وجهه أطول فترة ممكنه. كما يتم استخدام مصابيح ذات كفاءة عالية و عمر طويل في الأماكن التي لا يتم الوصول إليها بسهولة لإجراء أعمال الصيانة.

٦-٢ تابع المنشآت: إضاءة مسارات الحركة و الساحات

إن إضاءة مسارات الحركة و السلالم تختلف عن إضاءة عناصر الفراغ الأخرى مثل النباتات و المسطحات المائية و الواجهات و التماثيل، فإن إضاءة مسارات الحركة و السلالم هي في الأساس إضاءة وظيفية و تأتي الناحية الجمالية في المرتبة الثانية، بعكس عناصر الفراغ الأخرى التي يتم إضاءتها بغرض تحقيق الناحية الجمالية، ثم استغلال إضاءتها في تحقيق الناحية الوظيفية، مثال إضاءة شجرة بجانب ساحة تجمع أو ممر مشاة، فإن ضوء الشجرة يستغل في تحقيق الرؤية اللازمة في الساحة أو ممر المشاة. أما بالنسبة لإضاءة مسارات الحركة و السلالم فالهدف الأساسي هو تحقيق الحركة الآمنة في الفراغات الخارجية و مساعدة الناس على إيجاد طريقهم و الوصول إلى هدفهم أثناء فترة الليل مما يشجع مستخدمي الفراغ على زيارته ليلا.

ففي بعض المناطق يتم الاكتفاء بإضاءة الشوارع فقط و النور الموجود بالشارع هو الذي يضيء رصيف المشاة دون مراعاة لاحتياجات المشاة أو مراعاة لمستوى الإضاءة أو للون الضوء المطلوب. لذا من المهم أن يتم تصميم إضاءة المسار بناء على احتياج مستخدميه.

- الأهداف الرئيسية لإضاءة مسارات الحركة و الساحات:

أ- كشف الحواجز Detection of obstacles:

توفير مستوى إضاءة كاف لإظهار الحواجز الموجودة بمسارات الحركة. و تحقيق الأمن و الأمان

ب) التوجيه البصري Visual orientation:

التوجيه الجيد يدل على القدرة على تحديد مكان المنزل أو المباني أو عناصر الفراغ الأخرى المراد الوصول إليها. و بالتالي، من المهم إضاءة أسماء الشوارع و أرقام المنزل و العلامات المميزة التي توجه البصر نحو الهدف.

جـ) تمييز ما يوجد أمامه Facial recognition:

إن الرؤية الواضحة أمام السائر في ممر المشاة بمسافة كافية، تقريبا ٤ متر، تجعله يشعر بالأمان أثناء سيره و هذا حتى يكون الوقت كاف لإدراك أي خطر يوجد أمامه و الاستعداد لمواجهته. من المهم تحقيق الرؤية الواضحة على سطح المسار دون أن يكون أكثر جذبا للانتباه من العناصر الأخرى الموجودة بالفراغ.

د) تحقيق الناحية الجمالية:

إن إضاءة مسارات الحركة بطريقة مبدعة و جذابة تشجع الزائر على السير و اكتشاف المكان.

• إضاءة مسارات الحركة:

- أنواع مسارات المشاة:

يوجد أنواع و درجات كثيرة من مسارات المشاة يقوم بتصميمها مصمم تنسيق الموقع بناء على الفكرة التصميمية و على وظيفة كل مسار و استخدامه و أهميته و عدد مستخدميه لذا، فمن المهم أن يقوم مصمم الإضاءة بدراستها و التعرف عليها حتى يستطيع التعامل معها و اختيار مستوى الإضاءة و نوع تركيبة الإنارة و نمط الإضاءة المناسب لكل نوع. و من أنواع مسارات المشاة (شكل رقم ١٦٦-٩):

أ) **ممرات المشاة pathway**: مسار ضيق و غالبا متعرج للاستمتاع بالفراغ و يستخدم في الفراغات العامة و الخاصة. بما أن هذا النوع من المسار ليس له شكل منتظم فتصمم الإنارة تبعا لهذه العشوائية و يكون مستوى الإضاءة ضعيفا نسبيا و تركيبة الإنارة ذات الحجم الصغير أقل من ارتفاع الإنسان، مع أن التوزيع المنتظم للإضاءة يعطي الشعور بالراحة إلا أن معظم المسارات غير المنتظمة تسمح بالتنويع في توزيع الإضاءة.

ب) **الممشى walkway**: طريق ضيق أو متوسط يصل بين رصيف المشاة و مدخل المبنى. و هي عادة ما تكون أوسع من الممرات و لكن أضيق من رصيف المشاة و غنية بمواد التشطيب و نمط التبليطات.

ت) **رصيف المشاة sidewalk**: طريق ذو عرض متوسط يقع على طول الشارع و ذو مواد و تفاصيل بسيطة. يمكن أن تتغير المواد أو نمط التبليطات عند التقاطع لتسمح بتمييزها. يحتاج هذا النوع من المسارات إلى مستوى إضاءة أعلى و توزيع منتظم للإضاءة. و تثبت تركيبة الإنارة على أعمدة تكون أطول من ارتفاع الإنسان و ذات مظهر فني أو وظيفي تبعا للموقع و تكاليف المشروع.

ث) **متنزه promenade**: مسار عام عريض للتنزه أو المواكب الرسمية. يمكن أن يقع بجانب الشارع أو يمر خلال حديقة. و تتميز مواد تشطيبها بالجودة العالية و نمط التبليطات المعقد. كما تحتاج إلى مستوى أعلى من الإضاءة و أكثر تنظيما و تركيبات إنارة مميزة و فنية تستخدم كعنصر بصري وسط الفراغ.

ج) **متنزه على ضفاف المسطحات المائية esplanade**: مثال المتنزه و لكن يكون على ضفاف المسطحات المائية.

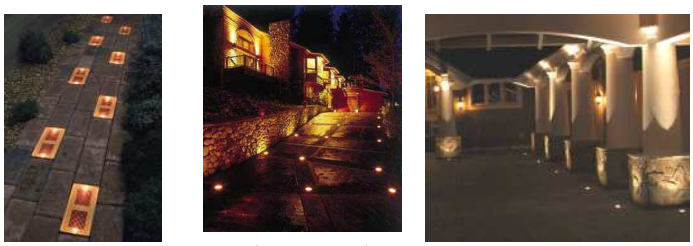
ممر مشاة | ممشى | رصيف مشاة | متنزه | متنزه أمام المسطحات المائية

شكل رقم ١٦٦-٩: أنواع مسارات المشاة.

١-٦-٢ تأثير المتغيرات الخمسة على مظهر مسارات المشاة المضاءة ليلا:

١-٢ اتجاه الضوء و موقع تركيبة الإنارة:

أ) اتجاه الضوء إلى أعلى Uplighting

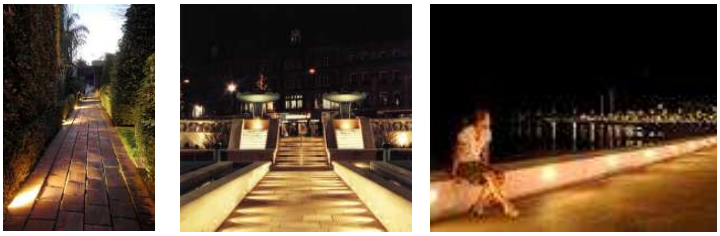


شكل رقم ١٦٧-٩: اتجاه الإضاءة إلى أعلى يعطي تأثير درامي للمشهد. من المهم مراعاة عدم حدوث إبهار لعين السائر.

ب) اتجاه الضوء إلى أسفل Downlighting

شكل رقم ١٦٨-٩: الإضاءة إلى أسفل، تكون تركيبة الإنارة أقصر من مستوى نظر المشاهد أو أطول منه حتى لا يحدث إبهار للعين. كما تقوم الإضاءة إلى أسفل بتوفير نمط مبدع من النور و الظلام على المسار

ج) الإضاءة الجانبية Sidelight



شكل رقم ١٦٩-٩: الإضاءة الجانبية، تثبت بحائط بجانب المسار لذا فهي لا تكون مرئية أثناء فترة النهار. يتحدد ارتفاعها بناء على عرض المسار. كما تقوم بتوفير نمط مبدع من النور و الظلام على المسار أثناء فترة الليل.

٢-١-٦-٢ نوعية الإضاءة Quality of light (beam angle)

أ) الإضاءة الغامرة Soft Fill light or Floodlight

شكل رقم ١٧٠-٩: استخدام الإضاءة الغامرة في إنارة مسارات الحركة، كما يمكن الدمج بين الإضاءة التوكيدية والإضاءة الغامرة.

ب) الإضاءة المركزة أو التوكيدية **Spot light or Accent light**

شكل رقم ١٧١-٩: استخدام الإضاءة التوكيدية في إنارة مسارات الحركة.

٣-١-٦-٢ شدة الإضاءة Intensity of light:

يوجد أربع عوامل تتحكم في مستوى شدة الإضاءة بالنسبة لمسارات الحركة:

أ) دور المسار في التكوين الضوئي:

يتم تحديد مستوى شدة الإضاءة بالنسبة لمسارات الحركة، بناء على دور المسار في التكوين الضوئي، و نادرا ما يكون المسار هو الأكثر سطوعا فالهدف منه هو تحقيق الأمن و السلامة للسائرين دون جذب انتباههم إليه.

ب) استخدام المسار:

يختلف مستوى شدة الإضاءة باختلاف استخدام المسار و النشاط المقام به و عدد مستخدميه و النسق الموجود به و قوانين و الاشتراطات التي تحددها الحكومة. و يستخدم في الفراغات التجارية و العامة شدة إضاءة مرتفع نسبيا و توزيع منتظم للإضاءة، أما المناطق السكنية أو المناطق الخاصة فيستخدم شدة إضاءة أقل، ففي الفراغات العامة يكثر عدد المارة فتحتاج شدة إضاءة أعلى. و لا يوجد قوانين محددة لشدة الإضاءة في مختلف أنواع مسارات المشاة. كما يتم تزويد العناصر المجاورة للمسار بالإضاءة لتوفير شعور أكبر بالأمن، و يكون هذا أفضل من أن يتم تزويد شدة إضاءة المسار نفسه. تستخدم شدة إضاءة مرتفعة نسبيا عند تقاطع المسارات لتنبيه المشاهد. و تختلف شدة الإضاءة أيضا باختلاف مستخدمي الفراغ، فإذا كانوا من كبار السن تكون شدة الإضاءة مرتفعة نسبيا مع مراعاة عدم حدوث إبهار لعين المشاهد.

جـ) توفير الحركة الآمنة:

توفير شدة إضاءة مناسبة تسمح بالحركة الآمنة دون الحاجة للتركيز على المسار أثناء السير. بحيث يشعر الإنسان بالراحة و الأمان عندما يرى بوضوح الفراغ المحيط به و حدود هذا الفراغ، و بالتالي فمن المهم عمل توازن بين مستوى سطوع المسار و العناصر المحيطة به حتى لا تتشتت عين المشاهد و تستطيع رؤية الفراغ كله بوضوح.

د) شكل و مواد تشطيب المسار:

من المهم التعرف على شكل و تشطيب المسار قبل البدء في تصميم إضاءته. إذا كان المسار من مادة شديدة الانعكاس و ذات تشكيلات بسيطة أو سادة، فيستخدم شدة إضاءة ضعيفة نسبيا. و من ناحية أخرى، كلما كان نمط التبليطات معقد و انعكاسها ضعيف، تحتاج شدة إضاءة أقوى نسبيا. أما بالنسبة للمسارات غير المنتظمة مثل البلاطات الخرسانية أو الحجرية الموضوعة وراء بعضها بطريقة غير منتظمة، فيمكن أن تكون إحداها بارزة عن الأخرى أو أكبر منها أو تكون المسافات غير متساوية بين كل بلاطة أو يوجد اختلاف في أشكال البلاطات، فهذا النوع من شكل المسارات يحتاج إلى شدة إضاءة مرتفع نسبيا، لإدراك كل هذه الاختلافات و تحقيق الراحة النفسية أثناء السير عليه (شكل رقم ١٧٢-٩). أنما بالنسبة للمسارات الواسعة فهي تحتاج لتركيز أقل نسبيا و

بالتالي شدة إضاءة أقل و لكن المسارات الضيقة ذات الحدود غير الواضحة تحتاج لشدة إضاءة أعلى نسبيا لتمكين المارة من إدراك حدود المسار.

شكل رقم ١٧٢-٩: إضاءة مسار مشاة غير منتظم بشدة إضاءة مرتفعة نسبيا لتوفير حركة آمنة للسائر (Whitehead, 1993).

٤-١-٦-٢ لون الضوء Color of light:

يختلف لون الضوء باختلاف استخدام و نوع الفراغ.

شكل رقم ١٧٣-٩: اختلاف لون الضوء باختلاف النشاط أو الاستخدام.

شكل رقم ١٧٤-٩: اختلاف مظهر الفراغ باختلاف لون الضوء (Philips, 1993).

2-6-2 تقنيات و تأثيرات الإضاءة المختلفة الخاصة بمسارات المشاة:

من أهم التأثيرات الخاصة بمسارات المشاة هو التنوع أو اللعب بأنماط الظل و النور، فممكن أن تكون منتظمة أو عشوائية.

أ) الأنماط المختلفة للظل و النور:

إن النمط المنتظم للإضاءة يجعل السائر يركز على العناصر المحيطة بالفراغ ليس على المسار بالإضافة أنه يشعره بالأمان و الراحة أثناء السير، أما النمط غير المنتظم و التباين الشديد بين الجزء المضاء و الجزء المظلم، يجذب نظر السائر و يجعله يركز على المسار دون عناصر الفراغ الأخرى فالسائر يتوقع دائما أنه يوجد خطر أو حاجز يخفي وسط الظلام. بما أن مسارات الحركة لا تمثل عنصرا مهما ضمن عناصر الفراغ فإن التكوين الضوئي الذي يعطي أهمية أقل للمسار يكون الأكثر نجاحا. فعين الإنسان تنجذب بطريقة لا إرادية للتباين الشديد بين النور و الظلام و كلما كانت دوائر الضوء واضحة و متباعدة و بينها مناطق مظلمة يكون المسار أكثر جذبا للانتباه. يتم توزيع تركيبات الإنارة على طول المسار بناء على شكل و نوعية الضوء الصادر منها و عرض و خصائص المسار. و يتم وضع تركيبات الإنارة بحيث يتقاطع الضوء الخارج منها مع بعضه بحيث يحدث توازن مع الجزء الأكثر سطوعا الذي يقع أمام تركيبة الإنارة مباشرة و الجزء الأقل سطوعا الذي يقام بين تركيبات الإنارة. تكتشف عين الإنسان نسبة السطوع المساوي ١:٤، لذا فمن المهم وضع تركيبات الإنارة بحيث لا يتعدى

التبيان في شدة السطوع هذه النسبة. و هذا معناه أنه إذا كان قيمة السطوع تحت تركيبة الإنارة مباشرة ١ cd/m^2 فإن السطوع بين تركيبات الإنارة لا يقل عن ٠.٢٥ cd/m^2 . يمكن أن تصل النسبة إلى ١:١ إذا كانت تركيبات الإنارة متقاربة من بعضها، و يفضل تحقيق هذه النسبة في حالة المسارات الرئيسية أو التي توجد في أماكن عامة أو تكون كثيرة الاستخدام.

- وضع تركيبات الإنارة على ناحية واحدة من المسار:

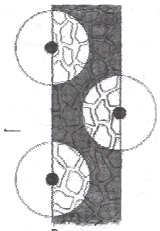
إذا تم تثبيت تركيبات الإنارة على ناحية واحدة من الممر سينتج عن هذا توزيع منتظم للضوء، بشرط أن يغطي الضوء الصادر من تركيبة الإنارة ثلاثة أرباع عرض المسار على الأقل (شكل رقم ١٧٥-٩).

شكل رقم ١٧٥-٩: وضع تركيبات الإنارة على ناحية واحدة للمسار.

- وضع تركيبات الإنارة على جانبي المسار بالتبادل:

يتم وضع تركيبات الإنارة على جانبي المسار بالتبادل، بحيث تقوم تركيبة الإنارة بتغطية ثلاثة أربع عرض المسار و إضاءتها تتقاطع مع إضاءة تركيبة الإنارة التي تليها من الناحية الأخرى (شكل رقم ١٧٦-٩). و في حالة عدم تقاطع الإضاءة الناتجة من تركيبات الإنارة المتجاورة سينتج تباين شديد في السطوع، غير مفضل خاصة في الأماكن العامة أو في المسارات رئيسية التي يمر بها عدد كبير من الناس (شكل رقم ١٧٧-٩).

شكل رقم ١٧٦-٩: وضع تركيبات الإنارة على جانبي المسار بالتبادل.



شكل رقم ١٧٧-٩: شدة التباين في السطوع ناتج من عدم تقاطع الإضاءة الناتجة من تركيبة الإنارة.

- وضع تركيبات الإنارة على جانبي المسار بانتظام:

في حالة المسارات العريضة و التي يتردد عليها ناس كثيرة يتم تثبيت تركيبات الإنارة على جانبي المسار بطريقة منتظمة (شكل رقم ١٧٨-٩).

شكل رقم ١٧٨-٩: وضع تركيبات الإنارة على جانبي المسار بانتظام.

يوجد عوامل أخرى تؤثر على استخدام نمط الظل و النور على طول المسار:

- مستوى الإضاءة المحيطة – إذا كانت الإضاءة المحيطة بالمسار مرتفعة نسبيا فسيسمح هذا بالتنويع في نمط الضوء و الظلام على المسار، حيث تعمل الإضاءة المحيطة على الحد من شدة التباين الناتج من هذا التنويع.
- عمر المشاهد – كلما كبر عمر الإنسان كانت حساسيته للتباين بين الضوء و الظلام شديدة فإذا كان أغلبية المترددين على المسار من كبار السن (دار مسنين) فيراعى عدم وجود تباين شديد بين النور و الظلام.
- وظيفة المسار – في حالة المسارات التي لا تستخدم كثيرا ليلا أو المسارات الخاصة يمكن أن يستخدم بها مستوى عالي من التباين بين النور و الظلام.

ب) الإضاءة القمرية:

شكل رقم ١٧٩-٩: تأثير الإضاءة القمرية على مسارات الحركة. إلقاء ظل الأشجار على المسار ينتج نمطا من الظل و النور متناسقا لا يجذب الانتباه.

٣-٦-٢ تركيبات الإنارة الخاصة بإضاءة مسارات الحركة:

يوجد نوعان من تركيبات الإنارة يتم استخدامها بمسارات الحركة: نوع يكون ظاهرا كقطعة فنية بالفراغ و نوع أخر يوفر إضاءته من مكان خفي. و يتم الاختيار فيما بينهم بناء على الفكر التصميمي و الطراز المعماري و احتياج المشروع و رغبة فريق العمل و الموقع المتاح لتثبيت تركيبة الإنارة و ما إذا كان المراد إظهار تركيبة الإنارة ليلا و نهارا و إذا تركيبة الإنارة تعتبر جزءا من الفراغ تحدده و تمييزه فمن المهم إظهارها.

أ) تركيبات إنارة غير مرئية:

تؤثر تركيبة الإنارة غير المرئية على مظهر الفراغ بدون أن تجذب الانتباه إليها. يتم إضاءة مسار المشاة من أعلى عن طريق تركيبة إنارة مثبتة بالشجر أو بالمباني، فيتم إنارة المسار دون رؤية واضحة لموقع و شكل تركيبة الإنارة. و هذا النوع من التركيبات تسمح بتوفير ضوء منتظم على المسار و ما حوله من عناصر أخرى في التكوين الضوئي.

ب) تركيبات إنارة للزينة:

إن تركيبة الإنارة المرئية تجعل الإضاءة عنصرا واضحا بالفراغ. يتم اختيار تركيبة الإنارة بناء على مظهرها و طرازها المعماري و حجمها و مقاسها و شكل الإضاءة الخاص بها. تركيبات الإنارة الكبيرة ممكن أن تكون قوية و تجذب انتباه الناس دون العناصر الأخرى أما تركيبات الإنارة الصغيرة ممكن أن تكون ضعيفة و غير ملائمة للمشروع، فمن المهم اختيار تركيبة الإنارة التي تناسب نوع وحجم المشروع.

ت) أعمدة الإنارة الطويلة tall pole fixture:

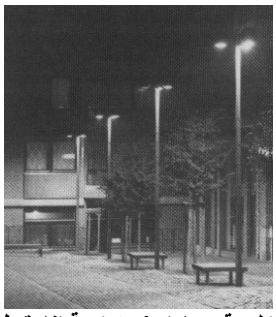
يتم إضاءة الشوارع باستخدام هذا النوع من تركيبة الإنارة. و تعتبر تركيبات إنارة وظيفية تتوزع بانتظام على طول الشارع مثبتة بأعمدة على ارتفاع من ٢٠ إلى ٣٠ قدم و شكلها متناسب مع طراز و طابع الفراغ و لا تجذب الانتباه تجاهها. و يقوم هذا النوع من تركيبات الإنارة تقوم بتوفير الحركة الآمنة للسيارات و المشاة (شكل رقم ١٨٠-٩).

ث) أعمدة الإنارة ذات الطول المتوسط medium height pole fixture:

يتراوح طولها ما بين ٨ إلى ١٥ قدم. بالإضافة لدورها الوظيفي، فهي تمثل عنصرا للزينة في الفراغ و تحسن من صورته و تعطي له الشخصية و الهوية. و للتوصل لتوزيع إضاءة منتظم يتم وضع هذا النوع من التركيبات على مسافات متقاربة، أقرب من تركيبات الإنارة الطويلة. تقوم المسافات المتقاربة لتركيبات الإنارة على خلق إيقاع بصري منتظم على طول المسار. في هذا النوع من تركيبات الإنارة يتم استخدام مصباح الهاليد المعدني أو مصباح الصوديوم ضغط مرتفع. و يستخدم هذا النوع من تركيبات الإنارة في إضاءة المتنزهات (شكل رقم ١٨١-٩).

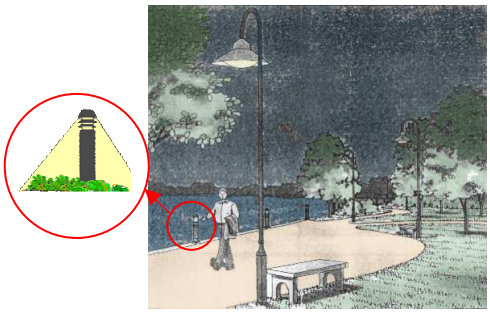
جـ) bollard:

ممكن لهذا النوع أن يدمج مع العلامات الإرشادية لتوجيه الناس. و هي توفر دليلا ماديا أو نفسي على طول الطريق فهي تؤكد الأماكن التي بها خطورة مثل تقاطع الطرق أو مدخل جراج أو حدود المسار (شكل رقم ١٨٢-٩). بعض bollard يكون لها عدة استخدامات، يمكن أن تقوم بإضاءة المسار و أي عنصر أخر مجاور له مثل، النبتات و الأشجار. و يتم وضع تركيبات الإنارة بمسافات متقاربة لتوفير ضوء منتظم على المسار. إن الضوء الصادر من مثل هذا النوع من تركيبات الإنارة، لا يقوم بإضاءة وجه المارين على المسار مما يقلل الشعور بالأمان لدى السائر لعدم قدرته على رؤية الشخص الذي يمشي أمامه. و يؤدي تثبيت تركيبة الإنارة وراء سياج من الشجيرات إلى ظهور ظلال غير مرغوب فيها على المسار. من المهم مراعاة شكل تركيبة الإنارة أثناء النهار. و يستخدم هذا النوع من تركيبات الإنارة عادة، في المسارات الثانوية أو قليلة الاستخدام.



شكل رقم ١٨٠-٩: تركيبة إنارة طويلة، تقوم بإنارة الشارع و مسار المشاة و أماكن الجلوس (Philips, 1993).

شكل رقم ١٨١-٩: تركيبة إنارة متوسطة الارتفاع ذات طابع مناسب لطابع الفراغ(Philips, 1993).



شكل رقم ١٨٢-٩: يتم استخدام أعمدة إنارة ذات الطول المتوسط على جانب المسار و الجانب الأخر ناحية المسطح المائي يتم وضع bollard لتأكيد حدود المياه مما يعطى الشعور بالأمان.

- **إضاءة الساحات:**

يستخدم في إضاءة الساحات و الشرفات الإضاءة الغامرة أو الإضاءة التوكيدية، كما يمكن استخدام تركيبات إنارة للزينة لإعطاء جو حميم للفراغ. و عادتا ما تستخدم الإضاءة الدافئة في إنارة الساحات و أماكن الحركة و جلوس الناس (شكل رقم ١٨٣و ١٨٤ و ١٨٥-٩).

شكل رقم ١٨٣-٩: استخدام الإضاءة الغامرة ذات اللون الدافئ لإنارة الساحات.

شكل رقم ١٨٤-٩: استخدام الإضاءة التوكيدية لإنارة الساحات.

شكل رقم ١٨٥-٩: استخدام تركيبات إنارة للزينة لإنارة الساحات.

٢-٧ إضاءة الاختلاف في مستويات الأرض إضاءة السلالم و الدراجات

steps and staircases:

إن إضاءة السلالم في مناطق السير بالفراغات الخارجية، يشعر الإنسان بالأمن بالسلامة.

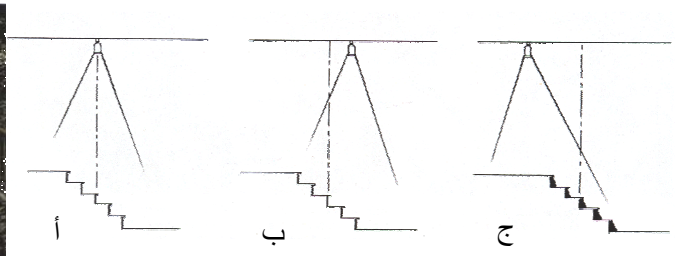
٢-٧-١ تأثير المتغيرات الخمسة على مظهر السلالم و الدرجات المضاءة ليلا:

إن تأثير المتغيرات الخمسة على مظهر السلالم و الدرجات مشابهة لتأثيرهم على مسارات الحركة.

٢-٧-١-١ اتجاه الضوء و موقع تركيبة الإنارة:

أ) الإضاءة إلى أسفل Downlight:

يتم تثبيت تركيبة الإنارة بشجرة أو بمبني مجاور لمنطقة السلالم و توجيهها إلي السلالم، هذا لا يجعل تركيبة الإنارة مرئية أثناء فترة النهار و لا يحدث إبهارا لعين المار أثناء فترة الليل. النجاح في هذا المدخل يتحقق بوضع تركيبة إنارة بطريقة تقلل حجم الظلال. أفضل نتيجة يمكن الحصول عليها، وضع تركيبة الإنارة بمنتصف السلم. إذا كان هذا الموقع غير متاح، يتم تحريك تركيبة الإنارة إلى أسفل السلم ليس إلى أعلى و هذا لتفادي ظهور ظلال على درج السلالم (شكل رقم ١٨٦-٩). وجود الظلال على درجة من الدرجات أو كلهم يجعل من الصعب رؤيتها و تمييزها. يمكن استخدام الإضاءة إلى أسفل في إضاءة السلالم و ما حولها من عناصر أخرى (شكل رقم ١٨٧-٩).



شكل رقم ١٨٦-٩: اتجاه الإضاءة إلى أسفل. أفضل مكان لتركيبة الإنارة هو مكان (أ) في حالة عدم توفر هذا المكان يكون البديل مكان (ب) و ليس (ج) حتى لا تتكون الظلال على درج السلم(Moyer, 1992).

شكل رقم ١٨٧-٩: إضاءة السلم و ما حوله من عناصر أخرى عن طريق تركيبة إنارة مثبتة بشجرة بجانبه أو موضوعة بحوض الزهور.(Whitehead, 2001).

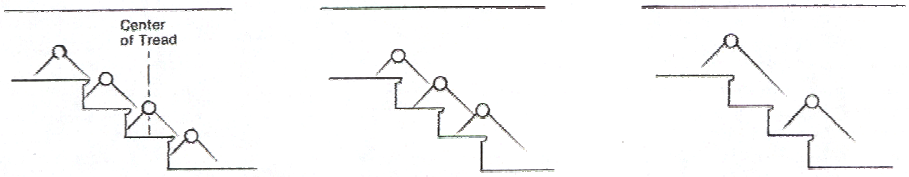
ب) الإضاءة الجانبية Sidelight:

تثبت تركيبات الإنارة داخل حائط بجانب السلم بطريقة تجعلها غير مرئية أثناء فترة النهار. إن حجم تركيبة الإنارة و ارتفاعها من نائمة السلم يؤثران على مظهر تركيبة الإنارة في الحائط (شكل رقم ١٨٨-٩). و ارتفاع

شكل رقم ١٨٨-٤: أماكن لتثبيت تركيبة الإنارة بالحائط (Moyer, 1992).

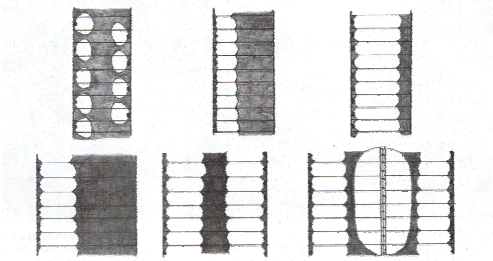
الحائط هو الذي يحكم ارتفاع تركيبة الإنارة من النائمة و بالتالي هو الذي يحدد ما إذا كانت تركيبة الإنارة الواحدة ستقوم بإضاءة كم نائمة بدون أن يحدث ظلال على الدرج.

تركيبة الإنارة المثبتة بمنتصف النائمة، تقوم بتوفير الإضاءة لهذه النائمة فقط. أما تركيبة الإنارة المثبتة بين النائمة و القائمة و لكن أقرب للقائمة تقوم بإنارة نائمتين. أما إذا تم تثبيت تركيبة الإنارة بمسافة كبيرة من السلم ستوفر إضاءة لأكثر من نائمة (شكل رقم ١٨٩-٩).

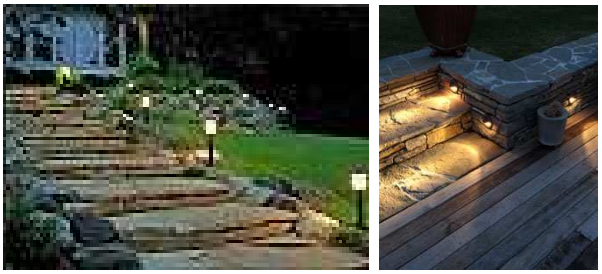


شكل رقم ١٨٩-٤: موقع تركيبة الإنارة و علاقته بقائمة ونائمة درجة السلم(Moyer, 1992).

لا ينصح بوضع تركيبات الإنارة على جانبي السلم بالتبادل كما هو الحال بالنسبة لمسار المشاة إلا في حالة تقاطع الإضاءة الصادرة منهم. إن نمط الضوء و الظلام الذي يحدث نتيجة لتثبيت تركيبة الإنارة على جانبي السلم ممكن أن يشتت انتباه الناس كما هو الحال بالنسبة لمسارات المشاة. و يعطي وضع تركيبات الإنارة في جانب واحد للسلم تأثيرا منتظما لشكل الإضاءة و يميز القائمة عن النائمة. يتم وضع تركيبة الإنارة على جانبي السلم إذا كان عرض السلم كبير أو يكون كثير الاستخدام و يمر عليه أعداد كبيرة. إذا كان عرض السلم كبيرا يتم إضافة تركيبات إنارة بالمنتصف مع السور المضاف في منتصف السلم (شكل رقم ١٩٠-٩) و(شكل رقم ١٩١-٩).



شكل رقم ١٩٠-٩: مواضع تركيبات الإنارة المختلفة بالنسبة للسلم(Moyer, 1992).



شكل رقم ١٩١-٩: الإضاءة الجانبية للسلالم. يستخدم bollard في حالة عدم وجود حائط جانبي تثبت به تركيبة الإنارة.

ج) دمج الإضاءة بدرجة السلم:

وضع تركيبة الإنارة في أنف السلم أو بالقائمة أو بالنائمة يوفر ضوءا منتظما على طول الدرجة. و يتم تحديد هذا

شكل رقم ١٩٢-٩: صور مختلفة لدمج الإضاءة بدرجة السلم.

المدخل لإضاءة السلم قبل تنفيذ السلم حتى يتم عمل التفصيلة اللازمة لتثبيت تركيبة الإنارة بدون أن تكون مرئية أثناء فترة النهار (شكل رقم ١٩٢-٩).

٢-١-٧-٢ نوعية الإضاءة Quality of light (beam angle)

شكل رقم ١٩٣-٩: الإضاءة الغامرة.

شكل رقم ١٩٤-٩: الإضاءة التوكيدية.

٣-١-٧-٢ شدة الإضاءة Intensity of light:

تتحدد شدة الإضاءة بناء على مواد تشطيب الدرجات فالمواد القاتمة تحتاج إلى شدة إضاءة مرتفعة نسبيا و العكس صحيح. إن الاختلاف بين نوع تشطيب القائمة عن نوع تشطيب النائمة يساعد على توضيح الرؤية. إذا كان شكل الدرجة غير منتظم أو حجمها و مقاسها غير المتفق عليه، فتحتاج شدة إضاءة مرتفعة نسبيا لإضاءتها. كما يتم تحديد شدة الإضاءة بناء على دور السلم في التكوين الضوئي، و هل هو كثير الاستخدام أثناء فترة الليل أم يستخدم أثناء فترة النهار فقط فيتم إضاءته إضاءة خفيفة حتى لا يجذب الانتباه أثناء فترة الليل.

٤-١-٧-٢ لون الضوء Color of light:

شكل رقم ١٩٥-٩: اختلاف لون الضوء باختلاف نوع تشطيب السلم و طابع و نوع المشروع و دور السلم في التكوين الضوئي.

٨-٢ المسطحات المائية: إضاءة المسطحات المائية و النفورات

لا شيء يعادل رنين قطرات الماء التي تسيل بلطف في البحيرات و المجاري المائية أو تسيل بشدة في النوافير و الشلالات. فالماء هي الذي ينقي الذهن و يهدي الروح. تعتبر المياه أو المسطحات المائية عنصرا هاما بالفراغات الخارجية العامة أو الخاصة حيث يهتم مصمم تنسيق الموقع بتوفيرها بالفراغ كلما أمكن ليعطي شعورا بالراحة و الهدوء و الاسترخاء لمستخدمي الفراغ. و تتمثل المسطحات المائية في البحيرات أو المجاري المائية أو النفورات أو حمامات السباحة.

و بما أن هذا العنصر يعتبر من أهم عناصر الفراغ الخارجي أثناء فترة النهار، فمن المهم الاحتفاظ بهذه الأهمية أثناء فترة الليل و هذا يتم عن طريق إضاءته بطريقة مدروسة تجعله أكثر جاذبية.

للمياه خصائص مختلفة و للمسطحات المائية أنواع و أشكال شتى فمنها الطبيعي و منها الصناعي، منها الهادئ و منها الهائج.

١-٨-٢ تأثير المتغيرات الخمس على مظهر المسطحات المائية المضاءة ليلا:

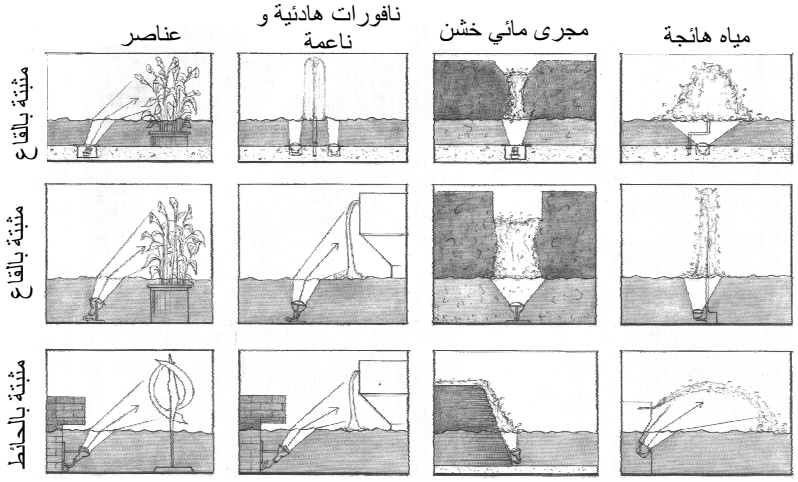
١-١-٨-٢ اتجاه الضوء و موقع تركيبة الإنارة:

إن تحديد اتجاه الضوء وموقع تركيبة الإنارة شيء مهم لنجاح التأثير الضوئي المطلوب تحقيقه. يمكن أن يتم تثبيت تركيبة الإنارة فوق السطح المائي أو تحت المسطح المائي أو فوقه و تحته في نفس الوقت.

أ- وضع تركيبة الإنارة تحت المسطح المائي:

إن إضاءة المسطحات المائية من الداخل (شكل رقم ١٩٦-٩)، يخلق تأثيرا دراميا للمشهد و يجعلها تبدو متوهجة و شفافة. يتم إضاءة رشاشات المياه المتدفقة من النفورات من أسفلها (وضع تركيبة الإنارة في قاع المسطح المائي أسفل النفورة مباشرة)، مما يجعلها تبدو متوهجة وسط السماء المظلمة، و أيضا إضاءة شلالات المياه الهائجة من الأسفل تجعلها تبدو هي الأخرى متوهجة و تؤكد قوة حركة المياه (شكل رقم ١٩٧-٩). أما في حالة إضاءة حمامات السباحة فيتم وضع تركيبات الإنارة في جوانبه للتأكيد على شكله و لون و ملمس مواد تشطيبه، و لكن من المهم إخفاء تركيبة الإنارة المثبته على الجوانب عن عين المشاهد و هذا يتم عن طريق، إما وضع تركيبة الإنارة في الجانب غير المرئي (ناحية المنزل مثلا) حيث يقوم المشاهد برؤية المياه المتوهجة دون أن يرى مصدر الضوء المبهر أو يتم عمل شلال بسيط أو نفورة أمام مصدر الضوء، مما يحد من درجة سطوعه و تظهر هذه المياه المنحدرة في حمام السباحة لامعة (شكل رقم ١٩٨-٩).

في حالة وجود كائنات حية مثل الأسماك في المسطح المائي المراد إضاءته من أسفل، يتم دراسة مدى تأثرهم بالضوء، حيث يمكن أن يتأثروا بسطوع الضوء و ارتفاع درجة حرارة المياه.



شكل رقم١٩٦-٩: الأماكن المختلفة لإضاءة المسطحات المائية من الداخل (Moyer, 1992).

شـكل رقـم ١٩٧-٩: إضـاءة النفـورة مـن الأسفل يجعلها تبدو متوهجة.

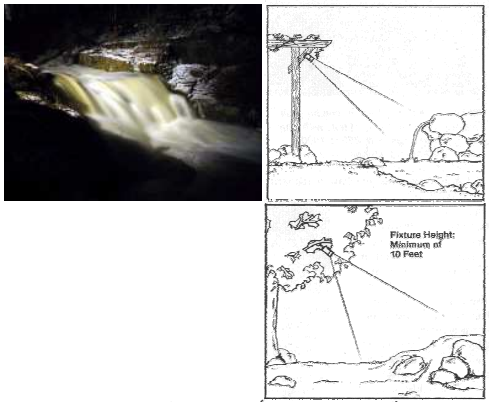
شكل رقم ١٩٨-٩: إضاءة حمام السباحة عن طريق تركيبات إنارة مثبتة على جوانبه، تؤكد شكله و لونه مع عمل شلال بسيط أمام تركيبات الإنارة المرئية للحد من سطوعها (Whitehead, 2001).

ب- وضع تركيبة الإنارة فوق المسطح المائي:

إضاءة المسطح المائي من الخارج يجعله معتم مما يجعل التأثير أقل دراميا من إضاءة المسطح المائي من الداخل و لكن يكون له فاعليته. يختلف التأثير الناتج من إضاءة المياه الهائجة من الخارج عن المياه الهادئة. تقوم المياه الهائجة بامتصاص و نشر جزء من الضوء الواقع عليها، مما يجعلها تبدو متوهجة و تقوم بعكس جزء أخر مما يحدث لمعان على سطح المياه (شكل رقم ١٩٩-٩) أما عن المياه الهادئة مثل سطح البحيرة فهو يعمل كالمرآة تعكس صورة الأشياء المضاءة الموجودة حولها (شكل رقم ٢٠٠-٩). أما الشلالات و النفورات فتقوم بعكس الضوء المسلط عليها فتبدو لامعة. عادة ما يكون الضوء في هذه الحالة متجها إلى أسفل و مثبتا بشجرة أو هيكل

شكل رقم ١٩٩-٩: إضاءة البحيرة عن طريق تركيبة إنارة توكيدية مثبتة بشجرة و موجهه إلى أسفل مما يجعل البحيرة تبدو متوهجة و تخلق لمعان على شلال المياة (Moyer, 1992).

شكل رقم ٢٠٠-٩: حمام السباحة يبدو معتما و يعكس العناصر المضاءة الموجودة من حوله (Whitehead, 2001).



شكل رقم ٢٠١-٩: الأماكن المثلى لإضاءة المسطحات المائية من الخارج (Moyer, 1992).

موجود بالقرب من المسطح المائي (شكل رقم ٢٠١-٩). في بعض الأحيان يتم تثبيت تركيبة الإنارة على الأرض بالقرب من مسطح الماء و توجه أفقيا أو إلى أعلى نحو العنصر المائي. من المهم مراعاة ما إذا كان يوجد كائنات حية بالمياه و مدى تأثير الضوء عليها.

٢-١-٨-٢ نوعية الإضاءة Quality of light (beam angle)

أ) الإضاءة الغامرة Soft Fill light or Floodlight

تستخدم الإضاءة الغامرة في حالة المسطحات المائية الواسعة مثل النوافير أو الشلالات الكبيرة و هذا لتغطية

المسطح كله بالإضاءة (شكل رقم ٢٠٢-٩ و ٢٠٣-٩).

ب) الإضاءة المركزة أو التوكيدية Spot light or Accent light

تستخدم الإضاءة التوكيدية في إضاءة المسطحات المائية المحدودة و المراد التأكيد عليها أو إضاءة النوافير و الشلالات ذات الإرتفاع الكبير هذا لتغطية الارتفاع كله بالإضاءة (شكل رقم ٢٠٤-٩). كما يمكن استخدام الإضاءة الغامرة مع الإضاءة التوكيدية لتحقيق التأثير المطلوب.

شكل رقم ٢٠٢-٩: [illegible] الغامرة لإنارة الشلالات.

شكل رقم ٢٠٣-٩: الإضاءة الغامرة لإنارة الشلالات.

شكل رقم ٢٠٤-٩: الإضاءة التوكيدية.

٢-١-٨-٣ شدة الإضاءة Intensity of light:

يتم تحديد مستوى شدة الإضاءة بناء على دور المسطح المائي في التكوين الضوئي. عادة ما يمثل المسطح المائي النقطة المركزية الرئيسية بالفراغ. من المهم أن تتناسب درجة سطوع المسطح المائي مع درجة سطوع عناصر التكوين الأخرى (لا تزيد نسبة السطوع بين النقطة المركزية و عناصر التكوين الأخرى عن ١٠:١)، لذا فمن المفضل عمل إضاءة غامرة

شكل رقم ٢٠٥-٩: شدة التباين بين النقطة المركزية المتمثلة في العنصر الضوئي و عناصر التكوين الأخرى.

شكل رقم ٢٠٦-٩: إضاءة العنصر المائي بطريقة تتناسب مع ما حوله من عناصر أخرى بالتكوين الضوئي، مع إضافة إضاءة غامرة تحد من شدة التباين.

fill light مباشرة حول المسطح المائي لعمل توازن بين إضاءة النقطة المركزية و ما حولها (شكل رقم ٢٠٥-٩ و ٢٠٦-٩). يتم تحديد مستوى الإضاءة بناء على أماكن و زوايا رؤية المسطح المائي، فمثلا رؤية المسطح المائي من خلال فراغ داخلي يتطلب بأن يكون مستوى إضاءة المسطح المائي أكبر أو يساوى مستوى إضاءة الفراغ الداخلي حتى يكون مرئيا من خلال هذا الفراغ. بما أن الأسطح المائية لها انعكاسية مرتفعة فاستخدام مستوى إضاءة منخفضة نسبيا سيحقق السطوع المطلوب. كما تتحدد مستوى الإضاءة أيضا بناء على حجم أو طول العنصر المائي المراد إضاءته.

٤-١-٨-٢ لون الضوء:

يتغير لون العنصر المائي بتغير لون الضوء المسلط عليه، هذا عن طريق استخدام فلاتر ملونة تلف أمام مصدر الضوء الأبيض فيتغير لون الضوء و بالتالي يتغير لون العنصر المائي. يتم تحويل النفورات مثلا في الفراغات العامة إلى شكل لامع لونه أزرق أو أخضر أو أحمر أو برتقالي للرمز لحدث معين أو الاحتفال بمناسبة معينة (شكل رقم ٢٠٧-٩)، أما بالنسبة للفراغات الخاصة فيتم استخدام الألوان الطبيعية. بما أن المصباح المتوهج يستخدم كثيرا في إضاءة العناصر المائية مما يجعل لون المياه مصفرة، لذا فمن المهم إضافة فلتر لونه أزرق مما

يجعل شكل المياه منتعشة و صفية، و كلما كان اللون الأزرق غامق أعطي شعورا بالعمق.

٢-٨-٢ تقنيات و تأثيرات الإضاءة المختلفة الخاصة بالعناصر المائية:

إن التعامل مع العنصر المائي يتطلب دراسة تفاعل الضوء مع المياه، و لكن كيف تختلف التأثيرات الضوئية باختلاف نوع العنصر المائي.

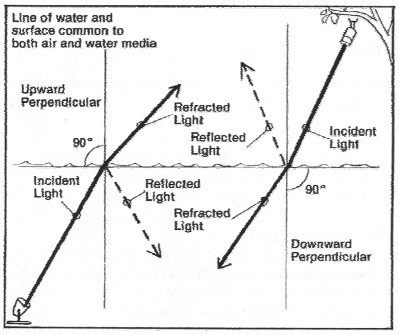
أ) تفاعل الضوء مع المياه:

- انكسار الضوء Refraction of light

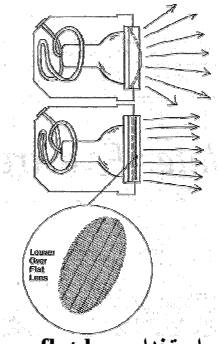
عندما يمر الضوء من وسط إلى وسط أخر ذي كثافة مختلفة فإن زاوية سقوط شعاع الضوء ستتغير و هذا بسبب تغير سرعة الضوء التي تتختلف باختلاف كثافة الوسط. هذا يحدث أيضا عندما يمر الضوء من الماء إلى الهواء، تزيد الزاوية المقاسة من الخط العمودي المتجه إلى أعلى. أما بالنسبة للضوء الذي يمر من الهواء إلى الماء فإن الزاوية تزيد أيضا و لكن في هذه المرة تكون الزاوية المقاسة من الخط العمودي المتجه إلى أسفل (شكل ٢٠٨-٩). عند زاوية توجيه تساوي ٤٩° و في هذه الحالة يرتد كل الضوء مرة ثانية تحت المياه و لن يمر في الهواء.

شكل رقم ٢٠٧-٩: استخدام ألوان كثيرة و متنوعة لإضاءة النفورات المائية لإضفاء جو احتفالي على الفراغ

يمكن استخدام خاصية الانكسار في إخفاء سطوع المصباح الموجود في تركيبة إنارة مثبتة في جدار حمام السباحة. يكون في هذه الحالة سطوع المصباح واضحا بالنسبة للمشاهد إذا تم استخدام تركيبات إنارة عادية ذات (convex lens) لذا ينصح باستخدام flat lens حيث تعمل هذه العدسة على توجيه شعاع الضوء أفقيا بعيدا عن عين الإنسان. كما يمكن أيضا استخدام fine mesh louver لضمان إخفاء سطوع المصباح. (شكل رقم ٢٠٩-٩).



شكل رقم ٢٠٨-٩: انكسار الضوء الذي ينتقل من الهواء إلى الماء أو العكس. (Moyer, 1992).



شكل رقم ٢٠٩-٩: استخدام flat lens و fine-mesh louver لتركيز شعاع الضوء و الحد من سطوع المصباح. (Moyer, 1992).

- تأثير الضوء على المياه الهائجة أو المتحركة Effect of light on aerated or turbulent water:

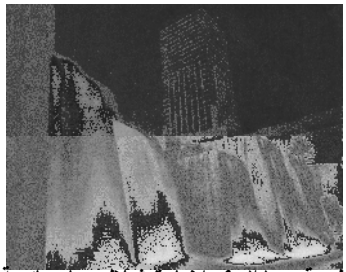
تحتوي المياه المتحركة أو الهائجة عل فقاعات هوائية. تقوم هذه الفقاعات بالتفاعل مع الضوء، مما يجعل المياه لامعة و تأخذ لون الضوء المسلط عليها. لهذا السبب يتم وضع مصدر الإضاءة مباشرة تحت شلال المياه ذات المياه الهائجة لخلق هذا اللمعان glowing effect (شكل رقم ٢١٠-٩).

- تأثير الضوء على المياه الهادئة Effect of light on flat or smooth water

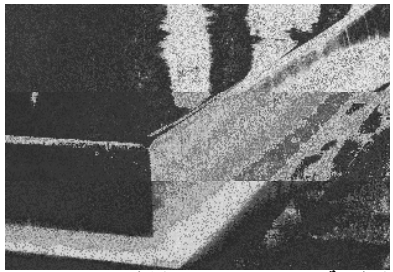
لا تحتوي المياه الهادئة على فقاعات هوائية، و الضوء الذي يقع على سطحها إما يمر من خلالها أو ينعكس من على سطحها، بناء على زاوية سقوط الضوء. يتم إضاءة السطح الناعم للشلالات من الأمام (عن طريق تركيبة إنارة موجودة داخل المسطح المائي أو خارجه)، أما بالنسبة لحمامات السباحة و البحيرات فيفضل إضاءتها من خارج المياه (شكل ٢١١-٩).

- تشتت الضوء في المياه Dispersion of light in water

عندما يمر الضوء خلال المياه تقوم جزيئات المياه ببعثرته و نشره. مما يجعل من السهل غمر قاع حمام السباحة بالضوء و لكن تقوم هذه الظاهرة بتقليل شدة الإضاءة و عدم تركيز الضوء الواقع على شلال أو تمثال أو نبات، عندما يكون الهدف هو إضاءتهم عن طريق تركيبات إنارة مثبتة تحت الماء. و يقل إدراك السطوع بنسبة ١٠٪ لكل ٢ بوصة غاطسة تحت الماء (شكل رقم ٢١٢-٩).



شكل رقم ٢١٠-٩: إضاءة شلال مياه هائجة عن طريق مجموعة من تركيبات الإنارة أسفل الشلال، كما تم استخدام الإضاءة التوكيدية و الإضاءة الغامرة معا لتحقيق التاثير المطلوب (Moyer, 1992).



شكل رقم ٢١١-٩: إضاءة شلال مياه هادئ عن طريق مجموعة من تركيبات الإنارة مثبتة أمام الشلال مباشرة، (Moyer, 1992).

شكل رقم ٢١٢-٩: إضاءة التماثيل عن طريق تركيبات إنارة مثبتة داخل و خارج المياه (Whitehead, 2001).

ب) أنواع العناصر المائية و التأثيرات الضوئية المناسبة لكل نوع:

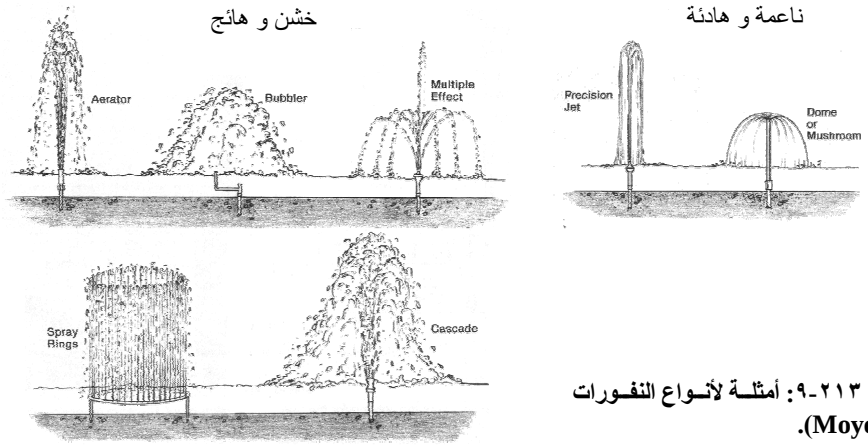
عادة ما يحتوي الفراغ الخارجي على المسطحات المائية مثل الشلالات و النفورات و حمامات السباحة و البحيرات منهم الطبيعي و منهم الصناعي بالإضافة إلى الأنهار و المجاري المائية. كل نوع من هذه الأنواع يختلف من حيث الحجم و الخصائص. و بالتالي لا يوجد قواعد يتم الالتزام بها عند إضاءتها و لكن يوجد بعض الإرشادات و القضايا التي يتم وضعها في الاعتبار عند التعامل مع كل نوع.

- الشلالات waterfalls:

و هذا يعني سقوط المياه من أعلى إلى أسفل على مستوى رأسي. و تتنوع الشلالات من حيث الارتفاع و العرض. يمكن أن يتكون العنصر المائي الواحد من عدة شلالات ذات ارتفاعات و عروض مختلفة (شكل رقم ٢١٠-٩). عندما يجد مصمم الإضاءة أكثر من شلال في التكوين الضوئي، يقرر إذا كان سيتم إضاءتهم كلهم أم سيترك بعضهم مظلما لخلق مظهر ليلي متجانس. يتنوع أيضا شكل المجرى المائي الذي تسقط منه المياه فمنه الخشن و منه الناعم. إذا كان المجرى ناعما، فستسقط المياه و كأنها ورقة شفافة ناعمة لا تحتوي على فقاعات هوائية. في هذه الحالة يتم وضع تركيبة الإنارة أمام المياه مباشرة (استخدام تقنية الإضاءة الغامرة) مما يعطي لمعة على سطح الشلال (شكل رقم ٢١١-٩ و ١٩٦-٩). أما في حالة ما إذا كان المجرى خشن، فالمياه الساقطة من عليها ستكون مياه هائجة تحتوي على فقاعات من الهواء، فيتم إضاءتها عن طريق تركيبة إنارة مثبتة عند نقطة اصطدام المياه الساقطة بسطح المياه السفلي يتم توجيهها إلى أعلى، بحيث ينتقل الضوء من أسفل نقطة بالشلال إلى أعلى نقطة (شكل رقم ١٩٦-٩). يختلف مكان اصطدام المياه الساقطة بالسطح السفلي بناء على مقدار تدفق الماء. كلما كانت حركة المياه سريعة كانت نقطة الاصطدام بعيدة و كلما كانت كمية المياه قليلة و السرعة بطيئة كانت النقطة أقرب، فمن المهم تحديد هذه النقطة لنجاح التأثير الضوئ. و يتم اختيار نوعية الضوء المناسبة بناء على ارتفاع و حجم الشلال، فتستخدم الإضاءة الغامرة لتغطية عرض الشلال كله و لكن إذا زاد ارتفاع الشلال يتم استخدام الإضاءة التوكيدية أو المركزة.

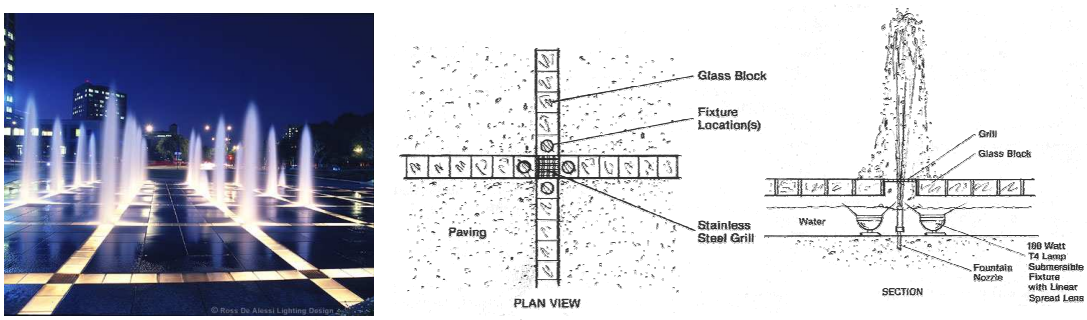
- النفورات Fountains:

للنافورات أشكال عديدة منها الهادئ الناعم و منها الهائج الخشن، منها الطويل أو القصير و منها الرفيع أو العريض. كل نوع أو شكل له طريقة مثلى لإضاءته (شكل ٢١٣-٩). بالنسبة للأنواع الهائجة فيتم إضاءتها من أسفل أما الهادئة فيتم إضاءتها من الأمام (شكل ١٩٦-٩).



شكل رقم ٢١٣-٩: أمثلة لأنواع النفورات (Moyer, 1992).

عندما تحتوي النفورة الواحدة على أكثر من مخرج تتدفق منه مياه ناعمة، يتم إضاءة كل مخرج عن طريق على الأقل تركيبتين إنارة، هذا لضمان رؤية التأثير الضوئي من جميع الاتجاهات (شكل رقم ٢١٤-٩). في حالة وجود نافورة لها مخرج واحد أو أكثر من مخرج تتدفق منه مياه خشنة على سطح مائي، يتم وضع تركيبة إنارة واحدة على الأقل عند نقطة إلتقاء المياه المتدفقة بالسطح المائي، و إذا كان ارتفاع المياه المتدفقة كبيرا يتم استخدام أكثر من تركيبة إنارة (شكل رقم ٢١٥-٩). أما في حالة وجود أكثر من مخرج للمياه ينتج من فوهة واحدة، يتم تحديد أقصى و أقل عرض و ارتفاع للنافورة ككل لتحديد المصباح الأمثل و تحديد مكان تركيبة الإنارة المثلى (شكل رقم ٢١٦-٩). في بعض الأحيان يتجمع أكثر من مخرج للمياه في ماسورة واحدة على شكل حلقة أو أشكال أخرى، فيتم تغطية كل المخارج طولا و عرضا بالإضاءة، ليس من المهم أن يكون لكل مخرج أو فوهة تركيبة إنارة و لكن مجموعة من تركيبات الإنارة تقوم بإنارة الشكل ككل (شكل رقم ٢١٧-٩).إذا كان المراد التأكيد على مخرج المياه، يتم وضع مصدر الضوء عند المخرج و توجيهه في اتجاه تدفق المياه (شكل رقم ٢١٨-٩). يمكن أن يتم تغيير مستوى الإضاءة و لون الضوء مع تغير شكل و نمط المياه المتدفقة و هذا مع صحبة الموسيقة و هو ما يطلق عليه miniature illuminated water ballet.



شكل رقم ٢١٤-٩: إضاءة كل مخرج مياه في النافورة عن طريق أربع تركيبات إنارة مثبتة تحت الطوب الزجاجي و موجهه إلى أعلى (Moyer, 1992).

شكل رقم ٢١٥-٩: إضاءة المياه الخشنة المتدفقة عن طريق تركيبة إنارة موجهه إلى أعلى تغطي كامل الارتفاع بالضوء.

شكل رقم ٢١٦-٩: إضاءة أكثر من مخرج للمياه ناتج من فوهة واحدة باستخدام مجموعة من تركيبات الإنارة موجهة إلى أعلى تقوم بتغطية النافورة كلها بالإضاءة.

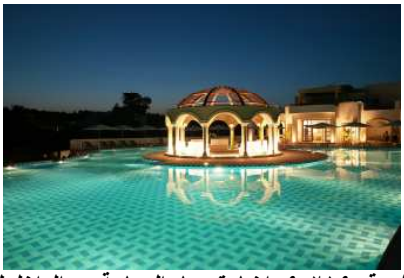
شكل رقم ٢١٧-٩: حلقة بها أكثر من مخرج للمياه، يستخدم مجموعة من تركيبة الإنارة تقوم بإضاءة النافورة ككل.

شكل رقم ٢١٨-٩: وضع مصدر الضوء عند مخرج المياه مستخدما الألياف الزجاجية (Philips Catalogue 2004-2005).

- حمامات السباحة و البحيرات Pool and Pond Surfaces:

هذا النوع من العناصر المائية ممكن أن يكون طبيعيا أو صناعيا. و يمكن أن يكون بحيرة طبيعية أو حمام سباحة صناعيا أو مجموعة من حمامات السباحة على مستويات مختلفة. كما يمكن أن يتم إضاءة البحيرات أو حمام السباحة من الداخل أو الخارج. في حالة البحيرات التي تكون جدرانها غير ممهدة، ستطفو بعض الأتربة على سطح المياه، فإذا تم إضاءة البحيرة في هذه الحالة من الداخل ستبدو المياه متسخة بها شوائب، فيتم إضاءتها من الخارج لتبدو لامعة أو إضاءة العناصر المحيطة بها مثل الواجهات و الأشجار و تركها مظلمة فتصبح كالمرآة تعكس كل ما هو مضاء من حولها، و لكن من المهم ضمان عدم انعكاس الضوء الصادر من تركيبة الإنارة أو شكل تركيبة الإنارة نفسها التي تقوم بإضاءة العناصر المحيطة لعدم حدوث إبهار لعين للمشاهد.

أم في حالة حمامات السباحة أو البحيرات ذات القاع الممهد و الأشكال الظريفة و مواد التشطيب الممتعة فمن المفضل إضاءتها من الداخل (شكل رقم ٢١٩-٩). كما يمكن استخدام تركيبات الإنارة الشريطية في تحديد شكل المسطح المائي (شكل رقم ٢٢٠-٩).



شكل رقم ٢١٩-٩: إضاءة حمام السباحة من الداخل للتأكيد على الشكل و النمط الموجود بالقاع (www.lindianvillage.gr).

شكل رقم ٢٢٠-٩: استخدام تركيبات الإنارة الشريطية في تحديد شكل العنصر المائي (www.trinorthlighting.com).

٣-٨-٢ أجهزة و مصابيح و تركيبة الإنارة الخاصة بإضاءة المسطحات المائية:

أ) المصابيح:

المصباح المتوهج: هو المصباح الأكثر استخداما في إضاءة المسطحات المائية، فهو يعطي بدائل كثيرة لشدة الإضاءة و نوعية الضوء.

ب) تركيبات الإنارة:

إن تركيبات الإنارة التي تثبت تحت الماء، لها مواصفات خاصة لتكون أمنة لمستخدمي الفراغ.

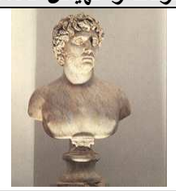
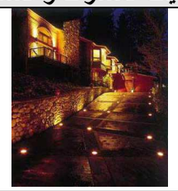
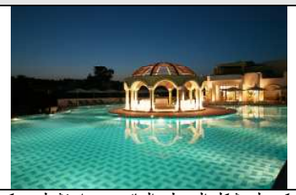
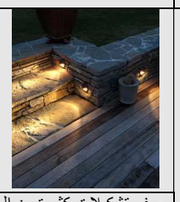
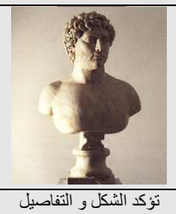
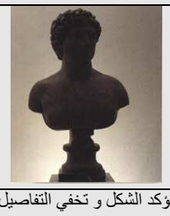
- الألياف الزجاجية:

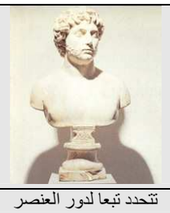
لا تحتاج الألياف الزجاجية التي تقوم بإضاءة المسطحات المائية إلى احتياطات و اشتراطات خاصة كما هو الحال بالنسبة لتركيبات الإنارة الأخرى، حيث يتم وضع مصدر الإضاءة و ملحقاته بغرفة ميكانيكية بعيده عن المياه يسهل الوصول إليها و صيانتها دون تشكيل أي خطورة.

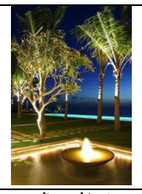
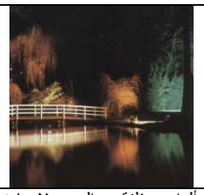
٤-٨-٢ أعمال الصيانة و المتابعة:

إن أعمال الصيانة و المتابعة مهمة جدا بالنسبة لإضاءة العناصر المائية، حتى لا تسبب خطورة على مستخدمي الفراغ، بالإضافة إلى تكلفتها العالية.

٣- خلاصة و نتائج الفصل التاسع:

			الطبوغرافية	النباتات	المنشآت			المسطحات المائية
					الواجهات و الأسوار	المنحوتات و الهياكل المعمارية	أرضيات المسارات و الساحات	
اتجاه الضوء	إلى أعلى							
				تعطي مظهر غير طبيعي و تضفي جو درامي للمشهد	تعطي مظهرا غير طبيعي للعنصر و تضفي جوا دراميا للمشهد و يؤكد على ارتفاع المبنى	تعطي مظهرا غير طبيعي للعنصر و تضفي جوا دراميا للمشهد	تعطي مظهرا غير طبيعي للعنصر	تؤكد على شكل المسطح المائي و مواد تشطيبه، كما تعطي جوا دراميا للمشهد
	إلى أسفل							
			يعطي مظهرا طبيعيا للمشهد	تعطي مظهرا طبيعيا للعنصر و ترسم ظل الأوراق على الأرض	تعطي مظهرا طبيعيا للعنصر و تعطي الشعور بعدم ثبات المبنى على الأرض	الاحتفاظ بالمظهر الطبيعي (أثناء فترة النهار) للعنصر	الاحتفاظ بالمظهر الطبيعي (أثناء فترة النهار) للعنصر كما تقوم بعمل أنماط مختلفة من الظل و النور	تجعل المسطح المائي معتما، يعكس كل ما حوله كالمرآة
موقع تركيبة الإنارة	أمام							
				تؤكد و تظهر شكل و لون و تفاصيل النبات و تجعل المشهد يبدو سطحيا	تؤكد و تظهر الشكل و اللون و الملمس	تسطح مظهر التمثال		
	بجانب							
			يوفر تشكيلات كثيرة من الظل و النور على الأرض	تؤكد الملمس و التفاصيل	تظهر الشكل و الملمس	تؤكد الشكل و التفاصيل	تقوم بعمل أنماط مختلفة من الظل و النور	
	خلف							
				تظهر الهيكل و تخفي التفاصيل و الملمس و اللون	تظهر الشكل و تخفي التفاصيل تعطي عمقا للواجهة	تؤكد الشكل و تخفي التفاصيل		

		الطبوغرافية	النباتات	المنشآت			المسطحات المائية
				الواجهات و الأسوار	المنحوتات و الهياكل المعمارية	أرضيات المسارات و الساحات	
نوعية الإضاءة	الغامرة						
		تتحدد تبعا لدور العنصر، إذا كان مسارا رئيسيا و يستخدمه كثير من الناس، فتستخدم الإضاءة الغامرة	تقلل التفاصيل و تستخدم في إنارة العناصر الثانوية	تؤكد شكل العنصر	تقلل من شدة التباين بين الظل و النور	الاحتفاظ بالمظهر الطبيعي (أثناء فترة النهار) للعنصر	تستخدم في إضاءة المسطحات المائية الكبيرة
	التوكيدية						
		تتحدد تبعا لدور العنصر، إذا كان مسارا ثانويا و يستخدمه قليل من الناس، فتستخدم الإضاءة التوكيدية	تؤكد الشكل و الملمس و تستخدم في إنارة العناصر المراد تأكيدها	تؤكد تفاصيل العنصر	تؤكد تفاصيل العنصر (كما تستخدم الإضاءة الغامرة مع الإضاءة التوكيدية للحد من تباين الظل و النور)	تعطي مظهرا غير طبيعي للعنصر	تستخدم لتأكيد العنصر المائي و في حالة النفورات ذات الارتفاع الكبير فهي تستخدم لتغطية كامل ارتفاعها
شدة الإضاءة	مرتفعة						
		تتحدد تبعا لدور العنصر و مواد تشطيبه	تتحدد تبعا لدور العنصر	الاختلاف في شدة الإضاءة تجسد المبنى و تحدث تدرجا بصريا به و تعطي جوا معينا للمشهد	تتحدد تبعا لدور العنصر	تتحدد تبعا لدور العنصر و مواد تشطيبه	تتحدد تبعا لدور العنصر و درجة سطوع العناصر التي تحيط به
	متوسطة						
		تتحدد تبعا لدور العنصر و مواد تشطيبه	تتحدد تبعا لدور العنصر	الاختلاف في شدة الإضاءة تجسد المبنى و تحدث تدرجا بصريا به و تعطي جوا معينا للمشهد	تتحدد تبعا لدور العنصر	تتحدد تبعا لدور العنصر و مواد تشطيبه	تتحدد تبعا لدور العنصر و درجة سطوع العناصر التي تحيط به
	منخفضة						
		تتحدد تبعا لدور العنصر و مواد تشطيبه	تتحدد تبعا لدور العنصر	الاختلاف في شدة الإضاءة تجسد المبنى و تحدث تدرجا بصريا به و تعطي جوا معينا للمشهد	تتحدد تبعا لدور العنصر	تتحدد تبعا لدور العنصر و مواد تشطيبه	تتحدد تبعا لدور العنصر و درجة سطوع العناصر التي تحيط به

		الطبوغرافية	النباتات	المنشآت			المسطحات المائية
				الواجهات و الأسوار	المنحوتات و الهياكل المعمارية	أرضيات المسارات و الساحات	
لون الضوء	بارد						
		تتحدد تبعا لدور العنصر و مواد تشطيبه و طابع المشروع	تظهر النبات بألوانه الطبيعية	الاختلاف في لون الضوء يجسد المبنى و يعطي جوا معينا للمشهد	يتحدد لون الضوء تبعا للون العنصر و دوره و جو المشهد	تتحدد تبعا لدور العنصر و مواد تشطيبه و طابع المشروع	يتحدد لون الضوء تبعا لدور العنصر و جو المشهد
	ساخن						
		تتحدد تبعا لدور العنصر و مواد تشطيبه و طابع المشروع	تظهر النبات بألوانه الطبيعية	الاختلاف في لون الضوء يجسد المبنى و يعطي جوا معينا للمشهد	يتحدد لون الضوء تبعا للون العنصر و دوره و جو المشهد	تتحدد تبعا لدور العنصر و مواد تشطيبه و طابع المشروع	يتحدد لون الضوء تبعا لدور العنصر و جو المشهد
	لون محدد						
		تتحدد تبعا لدور العنصر و مواد تشطيبه و طابع المشروع	استخدام ألوان مختلفة من الضوء لإضاءة النباتات يعطي عمقا للمشهد.	الاختلاف في لون الضوء يجسد المبنى و يعطي جوا معينا للمشهد	يتحدد لون الضوء تبعا للون العنصر و دوره و جو المشهد	تتحدد تبعا لدور العنصر و مواد تشطيبه و طابع المشروع	يتحدد لون الضوء تبعا لدور العنصر و جو المشهد

الخلاصة و النتائج	• و مما سبق يتضح أن المتغيرات الخمسة (و هي: اتجاه الضوء و موقع تركيبة الإنارة و نوعية الإضاءة و شدة الإضاءة و لون الضوء) كلها مسئولة على تغيير مظهر العنصر ليلا و بالتالي دوره بالفراغ. فمثلا كلما كان مظهر العنصر طبيعيا كمظهره في فترة النهار و أكثر سطوعا، سهل إدراكه و أصبح أكثر جذبا للانتباه. و كلما قلت تفاصيله و كان مظهره غير طبيعي مخالفا لمظهره أثناء فترة النهار و كان أقل سطوعا كان أقل جذبا للانتباه. • كما يتضح أيضا أن المتغيرات الخمس مسئولة عن تغير مظهر عناصر الفراغ و بالتالي على مظهر الفراغ ككل و من ثم على انطباع المشاهد نحو المشهد. • و بما أن كل هذه المتغيرات تجتمع لخلق التأثيرات الضوئية المختلفة، فيمكن القول بأن ما يتحكم في اختيار التأثير الضوئي المناسب لعنصر معين هو خصائص العنصر (تفاصيله و لونه و شكله و حجمه) و دوره بالفراغ و موقعه و الجو المراد تحقيقه بالمشهد.

الفصل العاشر

تأثير الإضاءة على مظهر الفراغ الخارجي ليلا

دراسة ميدانية

تمهيد:

بعد دراسة إمكانيات الإضاءة الصناعية و قدرتها على خلق تأثيرات ضوئية لانهائية تثري مشهد الفراغ ليلا في الجزء النظري من البحث، و تناول عناصر الفراغ المختلفة و دراسة تأثير الإضاءة على مظهرها و كيف تكون الإضاءة هي المسئولة عن إبرازها أو إخفائها أي هي المسئولة عن تحديد دورها بالفراغ، تأتي الدراسة الميدانية لمحاولة تدقيق عناصر الدراسة النظرية. وذلك عن طريق رصد وتحليل مكونات عدد من الفراغات الخارجية نهارا و مقارنتها بمكونات الفراغ ليلا، و دراسة مدى تغير انطباع الإنسان نحو الفراغات بين فترتي الليل و النهار.

وتمهيدا للبدء في دراسة عينات البحث الميدانية، سيتم عرض عدة نقاط و هي:

- الهدف من الدراسة الميدانية.
- المنهج العلمي المتبع لتحقيق الهدف من الدراسة الميدانية.
- المجال المكاني أو الجغرافي لإجراء الدراسة الميدانية
- أدوات جمع البيانات.
- تفريغ و عرض و تحليل البيانات و استخراج النتائج

١- الهدف من الدراسة الميدانية:

تهدف الدراسة الميدانية إلى الإجابة على تساؤل رئيسي و هو:

ما هي العوامل التي تؤثر على تغير مظهر الفراغ في فترة الليل و بالتالي على انطباع المشاهد نحو الفراغ؟

و للإجابة على هذا التساؤل و بناء على ما ورد في الجزء السابق يمكن استنباط بأنه يوجد ثلاث متغيرات، أثنين مستقل و واحد تابع. و سيكون الهدف من الجزء القادم من البحث إيجاد علاقة بين هذه المتغيرات.

و الثلاث متغيرات هم:

١. مكونات أو أجزاء الفراغ (متغير مستقل)
٢. العناصر المشكلة لمكونات أو أجزاء الفراغ (متغير مستقل)
٣. انطباع المشاهد نحو المشهد (متغير تابع)

و يقصد بالتغير المستقل (السبب) هو المتغير الذي يرى الباحث بناء على عدة حقائق أو شواهد أنه ذو علاقة بحدوث الظاهرة التي يدرسها. بينما المتغير التابع (النتيجة) يمثل المتغير التي تحدث أو تتغير أو تختفي بسبب المتغير المستقل.[1]

٢- المنهج العلمي المتبع لتحقيق الهدف من الدراسة الميدانية:

المنهج العلمي المستخدم في الإجابة على هذا التساؤل هو، المنهج الوصفي. و تقوم البحوث الوصفية بجمع البيانات و تحليلها و تفسيرها بهدف الوصول إلى تعميمات بشأن موضوع أو مشكلة البحث.[2] و يعتبر المنهج الوصفي هو المنهج المناسب للإجابة على التساؤل و تحقيق هدف البحث، حيث سيتم جمع المعلومات و البيانات من موقع الدراسة ثم يتم تحليل هذه المعلومات و البيانات مستندا على الدراسة النظرية بهدف استخراج النتائج.

٣- المجال المكاني أو الجغرافي لإجراء الدراسة الميدانية:

و يقصد به المكان الذي سيتم فيه البحث. فقد تم زيارة و تصوير أكثر من مكان أثناء فترتي النهار و الليل ثم تم وضع بعض المعايير التي تم على أساسها اختيرا موقع الدراسة، و من الأماكن التي تم زيارتها:

فندق الماريوت — **JW Marriott Mirage City**

منطقة وسط البلد

منطقة الجمالية و الأزهر و الحسين و مجمع الأديان

[1] دكتور مدحت أبو النصر، ٢٠٠٤
[2] دكتور مدحت أبو النصر، ٢٠٠٤

دار الأوبرا

بعض المباني الواقعة على ضفاف النيل

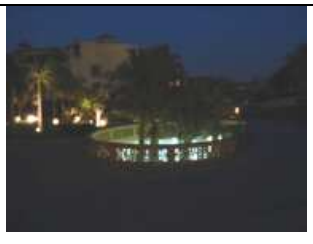
متحف محمود خليل

متحف محمود مختار

حديقة الأزهر بالدراسة Al Azhar Park

(مجلة تصميم)

قرية ستي فيو (طريق مصر إسكندرية الصحراوي) City View



شكل رقم١-١٠: صور توضح المواقع التي تم زيارتها قبل تحديد موقع الدراسة (الباحثة، مجلة تصميم)

ثم تم اختيار الموقع الدراسة بناء على بعض المعايير و التي تتمثل:

أ- فراغ شبه عام، يتردد علية كم كبير من الزائرين، حتى تكون معروفة بالنسبة لمعظم الناس.

ب- فراغ يتردد عليه معظم فئات المجتمع، لا يقتصر على فئة بعينها.

ت- فراغ يصلح لكل الأعمار

ث- فراغ ذات تصميم معماري مميز

ج- فراغ ذات قيمة مميزة

ح- تم تصميم إضاءته على يد متخصصين في هذا المجال مع استخدام أحدث التقنيات و الوسائل الحديثة في مجال الإضاءة الصناعية.

خ- يتم صيانة الفراغ بطريقة دورية و سليمة تحافظ على مظهره حتى يسهل دراسته و تحليله.

و من ثم، فقد تم اختيار حديقة الأزهر كمكان لإجراء الدراسة الميدانية، حيث أنها:

د- تمثل مزارا سياحيا عالميا.

ذ- ذات موقع متميز، إذ تطل على أغنى مناطق العالم الإسلامي بآثار العمارة الإسلامية و فنونها.

ر- ذات تصميم مميز، و مستوحى من نسق الحدائق الإسلامية التقليدية في الفراغات العامة في فترات تاريخية و مناطق جغرافية مختلفة من العالم الإسلامي. حيث بني التصميم على أساس تنظيم المساحات المختلفة على نسق البستان التقليدي، و أماكن الجلوس المظللة (التختبوش) و الطرق المغطاة (البواكي) ذات النمط الفاطمي و المستخدمة في مباني الحديقة و غيرها من العناصر. كما تنعكس العناصر الفارسية و الهندية على تشكيلات العناصر المائية من خلال سلسلة من النفورات و الأحواض و القنوات و البحيرة (شكل ١-١٠).

ز- مشروع مميز، فقد كان الموقع الذي أقيم به المشروع بمثابة مقلب النفايات الرئيسي للمدينة لقرون طويلة، كان يحوي أنقاضا متراكمة من القمامة و المخلفات في الوقت الذي يطل فيه الموقع على أغنى مناطق العالم الإسلامي بآثار العمارة الإسلامية و فنونها. حتى قامت جائزة الأغاخان للعمارة بتنظيم مؤتمر عام ١٩٨٤ بالقاهرة عن "تحديات التوسع العمراني حالة مدينة القاهرة" و بمناسبة انعقاد المؤتمر أعلن سمو الأغاخان عن قراره بإهداء حديقة عامة لمدينة القاهرة في الموقع الوحيد الملائم في وسط المدينة من حيث المساحة و من حيث إمكانية إحيائه على أطراف الدراسة على مساحة ٧١ فدان.

س- تم إضاءتها بطريقة مدروسة و مميزة، تتكامل مع الفكر التصميمي للحديقة على يد متخصصين في مجال الإضاءة. و استخدام أحدث التقنيات و أساليب الإضاءة الصناعية الحديثة.

ش- يتردد عليها عدد كبير من الأفراد من معظم الأعمار و معظم الفئات.

ص- يتم صيانته بطريقة دورية و منظمة.

شكل رقم ٢-١٠: مجموعة من الصور داخل حديقة الأزهر (مجلة تصميم)

و نظرا لكبر مساحة حديقة الأزهر و فراغاتها المتعددة و المتنوعة، فقد تم اختيار ستة فراغات أو مشاهد للدراسة. و قد روعي عند اختيارها وقوع هذه المشاهد على المحور الرئيسي للحديقة و الذي يربط الحديقة بالكامل من الشمال إلى الجنوب. و يبلغ عرض هذا المحور ثمانية أمتار و على جانبيه صفان من النخيل الملوكي، و يتوسطه شلالات للمياه تبدأ من شمال التل إلى اتجاه القلعة في الجنوب، و هي العلامة المميزة التي تسود الموقع. ثم ينحني المحور الأساسي في اتجاه مآذن المدينة القديمة مؤدية بعد ذلك إلى بحيرة صغيرة على الهضبة المنخفضة الكبرى للموقع. و الستة مشاهد هم كالآتي (شكل رقم ٣-١٠ و ٤-١٠):

المشهد الأول: مدخل الحديقة الرئيسي، أول ما يراه الزائر في الحديقة.

المشهد الثاني: ساحة الوصول أمام المدخل الرئيسي للحديقة حيث النافورة الرئيسية.

المشهد الثالث: المحور الرئيسي بالحديقة و المائل في اتجاه القلعة، و لم يؤخذ المشهد من أول المحور (من أقصى الشمال) و تم أخذه من بعد ساحة الوصول حتى يكون المشهد واضحا لا يوجد به عناصر كثيرة و بالتالي يكون من السهل الحكم عليه و تحليله.

المشهد الرابع: امتداد المحور الرئيسي أمام مدخل مطعم البحيرة.

المشهد الخامس: مدخل الحديقة الهندسية أمام مطعم الربوة.

المشهد السادس: فراغ محدود يقع على الجانب الأيسر من المحور ملاصق لسور الحديقة، تم اختياره على أساس أنه مشهد محدود به تفاصيل صغيرة تختفي أو تظهر بين ضوء النهار الطبيعي و إضاءة الليل الصناعية.

شكل رقم ٣-١٠: موقع عام لحديقة الأزهر موضح به المشاهد الستة التي تم اختيارهم للدراسة (مجلة تصميم)

المشهد الأول المشهد الثاني المشهد الثالث

المشهد الرابع المشهد الخامس المشهد السادس

شكل رقم ٤-١٠: صور توضح المشاهد الستة التي تم اختيارهم للدراسة (الباحثة)

٤- أدوات جمع البيانات:

الأداة هي الوسيلة المستخدمة في جمع البيانات. و هناك كثير من الأدوات يمكن استخدام واحدة أو أكثر معا في بحث واحد، و ذلك يتوقف على نوع الدراسة و المنهج العلمي المتبع. و لكن من المهم في البداية تناول ما هي المتغيرات المستخدمة في البحث حتى يتسنى تحديد أدوات جمع البيانات بطريقة علمية.

إيماء لما ورد في هدف البحث فإن المتغيرات المستخدمة في البحث هي

١. مكونات أو أجزاء الفراغ (متغير مستقل) حيث سيتم في هذا الجزء جمع معلومات عن مكونات الفراغ أثناء فترة النهار و مكوناته في فترة الليل و ما هي العناصر التي تشكله (العناصر الملفتة للنظر – حدود الفراغ – المسارات التي توجد بالفراغ – مدخل الفراغ)
٢. العناصر المشكلة لمكونات أو أجزاء الفراغ (متغير مستقل)، فبعد تحديد مكونات الفراغ في فترة الليل و العناصر التي تشكله سيتم تحديد طريقة إضاءة هذه العناصر بناء لما ورد في الفصل التاسع من البحث حيث تم مناقشة هذه النقطة باستفاضة و لا داعي لإعادة مراجعتها في هذا الجزء.
٣. انطباع المشاهد نحو المشهد (متغير تابع) حيث سيتم التعرف على انطباع المشاهد نحو حجم و اتزان (الفصل الثامن من البحث) المشهد صباحا و المشهد مساءا.

من أدوات البحث العلمي[٣]:

أ) الملاحظة Observation
ب) المقابلة Interview
ت) الاستبيان Questionnaire

[3] المرجع السابق

ث) المقاييس Scales

ج) تحليل المحتوى أو المضمون Content Analysis

و بعد عرض متغيرات البحث، وجد أن استخدام الاستبيان كأداة لجمع البيانات هي الأنسب و هذا بسبب أنها تتيح الفرصة لتطبيقها على نطاق واسع و على عينة كبيرة من مجتمع البحث، كما تضمن عدم تحيز الباحث، حيث لا يلتقي الباحث في معظم الأحيان بالمبحوثين. و تقلل من الوقت و الجهد و التكاليف اللازمة لجمع البيانات و هي الأداة التي يستطيع الباحث من خلالها التعرف على رأي المبحوث و انطباعاته بطريقة مبسطة و سهلة بالنسبة للباحث و المبحوث في وقت واحد و لكن من أهم عيوبها صعوبة استفسار المبحوث عن الأسئلة غير المفهومة لديه، لذا فكان من المهم عمل مقدمة بسيطة و شرح أهم أهداف هذا الاستبيان و بعض المصطلحات التي وردت في سياق الأسئلة مع ذكرها في مقدمة الاستبيان (Keywords) بالإضافة إلى شرح بسيط للصور و أماكنها في لوحة الموقع العام.[٤]

١-٤ الاستبيان:

الاستبيان أو الاستفتاء هي أداة أو وسيلة لجمع البيانات في شكل استمارة تتكون من مجموعة من الأسئلة للمبحوثين، ليقوم المبحوث بالإجابة بنفسه عليها.[٥]

و يهدف هذا الاستبيان إلى دراسة اختلاف مظهر المشاهد الستة المذكورة بالجزء السابق و طريقة إدراك المشاهد لهم بين فترتي النهار والليل. فسيتم عرض المشهد صباحا على المبحوث للإجابة على الأسئلة ثم إعادة عرض نفس المشهد و لكن في فترة الليل ليجيب عن باقي أسئلة الاستبيان. و سيكون الاستبيان مقسم إلى جزأين، الجزء الأول يسأل عن انطباعات المشاهد نحو المشهد و الجزء الثاني يدرس إدراك المشاهد لمكونات المشهد.

١-١-٤ طريقة عرض المشاهد على المبحوث:

قد و جد من الصعب إجراء الاستبيان في الموقع نفسه و هذا لعدم ضمان سؤال العينة البحثية في فترة النهار و تواجدها و سؤالها مره أخرى في فترة الليل. كما إنه يمكن تقييم المشهد من خلال الصور الملونة و اللقطات بناء على ما ورد في الجزء النظري أثناء مناقشة طرق التقييم النوعي. (الفصل السابع ص١١٩)

لذا فقد تم تصوير المشاهد الستة أثناء فترة النهار و إعادة تصويرها أثناء فترة الليل لعرض الصور على المبحوثين لإجراء الاستبيان. المشاهد ٢ و ٣ و ٣ و ٤ و ٥ صور بانورامية ليظهر الفراغ كله بالصورة و يكون من السهل قراءة المبحوث له و عرضهم بمقاس ٢٠*٣٠ سم. أما المشاهد ١ و ٦ فهي مشاهد محدودة و صغيرة تم تصويرها صورة عادية و عرضها على المبحوث بمقاس ١٥*٢١ سم.

و لضمان فهم المبحوث جيدا للمشهد فقد تم عرض الموقع العام للحديقة عليه، بمقياس رسم ١:١٥٠٠ على ورقة A3 مرسوم AutoCAD أثناء إجراء الاستبيان و محاولة شرح العلاقة بين الموقع العام و الصورة (لوحظ صعوبة إدراك غير المتخصصين للعلاقة بين الموقع العام و الصورة و خاصة الذي لم يسبق له زيارة الحديقة من قبل).

و نظرا لكثرة عدد المشاهد المراد دراستها و الوقت الذي تستغرقه المبحوث لإجابة أسئلة المشهد الواحد (بما يقرب ٥ دقائق) فقد تم تقسيم المشاهد الستة على استمارتين. استمارة (١) تحتوي على المشاهد ٢ و ٤ و ١ و استمارة (٢) تحتوي على المشاهد ٣ و ٥ و ٦. (جدول رقم ١-١٠)

---

[4] المرجع السابق

[5] المرجع السابق

المشهد رقم (٢) صباحا – صورة بانورامية – سبتمبر ٢٠٠٦، الساعة ٥:٠٥ مساءا

المشهد رقم (٢) مساءا – صورة بانورامية – سبتمبر ٢٠٠٦، الساعة ٧:٢٠ مساءا

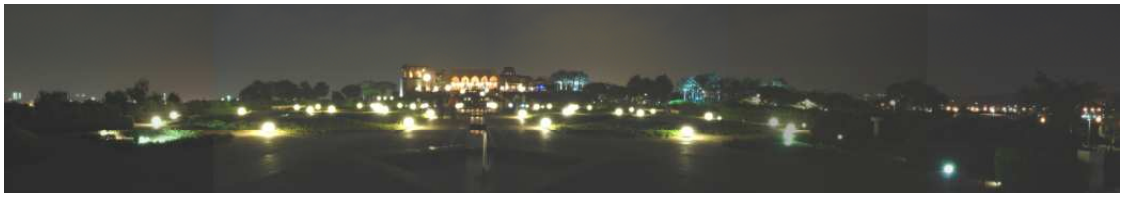
المشهد رقم (٣) صباحا – صورة بانورامية – سبتمبر ٢٠٠٦، الساعة ٥:١٠ مساءا

المشهد رقم (٣) مساءا – صورة بانورامية – سبتمبر ٢٠٠٦، الساعة ٧:٢٠ مساءا

المشهد رقم (٤) صباحا – صورة بانورامية – سبتمبر ٢٠٠٦، الساعة ٥:٣٠ مساءا

المشهد رقم (٤) مساءا – صورة بانورامية – سبتمبر ٢٠٠٦، الساعة ٧:١٠ مساءا

المشهد رقم (٥) صباحا – صورة بانورامية – سبتمبر ٢٠٠٦، الساعة ٥:١٥ مساءا



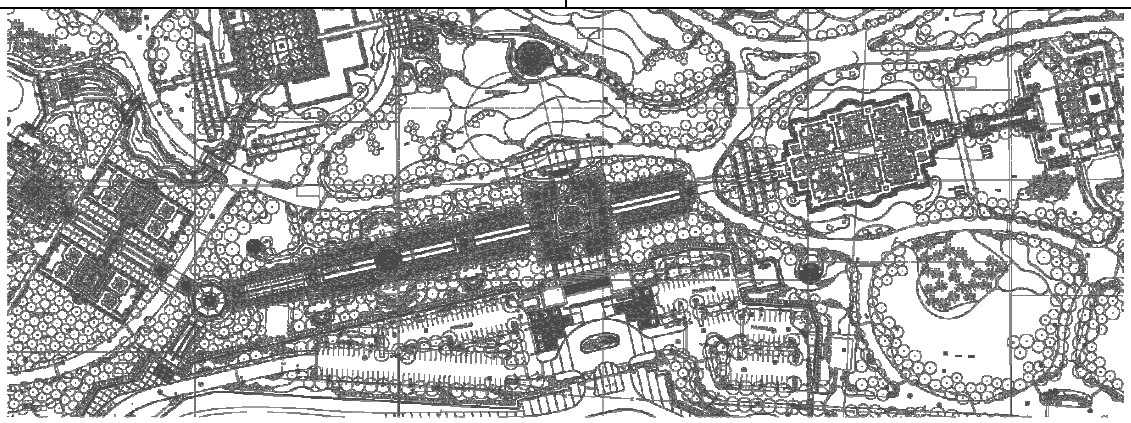
المشهد رقم (٥) مساءا – صورة بانورامية – سبتمبر ٢٠٠٦، الساعة ٧:٣٥ مساءا

المشهد رقم (١) صباحا –صورة بانورامية –سبتمبر ٢٠٠٦، الساعة ٦:٢٠ مساءا

المشهد رقم (١) مساءا –صورة بانورامية –سبتمبر ٢٠٠٦، الساعة ٧:٢٠ مساءا

المشهد رقم (٦) صباحا –صورة بانورامية –سبتمبر ٢٠٠٦، الساعة ٥:٢٠ مساءا

المشهد رقم (٦) مساءا –صورة بانورامية –سبتمبر ٢٠٠٦، الساعة ٧:٢٥ مساءا



الموقع العام للحديقة (مرسوم AutoCAD) (إدارة حديقة الأزهر)

جدول رقم ١-١٠: يوضح صور للمشاهد الستة و الموقع العام التي تم عرضهم على المبحوث

٢-١-٤ اختيار العينة البحثية:

- اختيار نوع العينة:

هناك أنواع عديدة من العينات، و يمكن اختيار نوع العينة الطبقية Stratified Sample ، و الذي يعتبر المناسب لهذا البحث، حيث سيتم تصنيف المترددين على الحديقة إلى فئات. فئة المتخصصين و التي تتمثل في زائري الحديقة من المعماريين و فئة غير المتخصصين و التي تتمثل في زائري الحديقة من الشباب و العائلات و العاملين بالحديقة.

- يستهدف هذا الاستبيان الفئات التالية:

أ) المتخصصين (المعماريين) نظرا لخبرتهم و خلفيتهم العلمية و المهنية التي ستعطي إجابات دقيقة و مدروسة و سيكون من السهل فهم الأسئلة. كما سيكون من السهل فهم هدف الاستبيان و قراءة الموقع العام و الصور.

ب) غير المتخصصين (مستخدمي الفراغ)، فهم القاعدة الأكبر التي تستخدم الحديقة و من المهم معرفة أرائهم و انطباعهم نحو الفراغ. و لكن نظرا لصعوبة سؤال مستخدمي الحديقة للأسباب التي تم ذكرها بالفقرة السابقة فقد تم تقسيم فئة غير المتخصصين إلى مجموعتين:

- المجموعة الأولى: و هم مجموعة من الأشخاص غير المتخصصين، لا يشترط وجودهم بالحديقة أثناء إجراء الاستبيان. كما لا يشترط زيارتهم للحديقة في وقت سابق. و قد روعي في اختيار العينة أن يمثل جزء منهم فئة الشباب و الجزء الأخر يمثل فئة العائلات.
- المجموعة الثانية: العاملين بالحديقة حيث يمثلوا الفئة الأكثر تواجدا بالحديقة أثناء فترتي النهار و الليل. عند القيام بسؤالهم يكون من السهل استحضار المشهد في ذاكرتهم و وصفه بدقة.

- توصيف عينة الاستبيان:

بالنسبة للمتخصصين، فتشمل عينة الاستبيان ١٠ معماريين (٥ لكل استمارة)، لا يشترط النوع و لا سنوات خبرة محددة نظرا لسهولة و وضوح الاستبيان.

أما عن غير المتخصصين، فتشمل عينة الاستبيان ١٠ أشخاص من المجموعة الأولى (٥ لكل استمارة) ٢ منهم من فئة العائلات و ٣ من فئة الشباب أو العكس، و ٨ من العاملين بحديقة الأزهر (٤ لكل استمارة) و سيتم سؤال أربعة (٢ لكل استمارة) منهم أثناء فترة النهار و أربعة آخرين (٢ لكل استمارة) أثناء فترة الليل، لضمان عدم تأثير فترة وجودهم بالحديقة و إجراء الاستبيان على أرائهم.

- طريقة الاتصال بعينة الاستبيان:

فقد تم توزيع الاستمارة بواسطة اليد على المبحوثين و شرح أهداف البحث و عرض الصور بنظام و بطريقة متتالية مع توضيح مكان التقاط الصورة في الموقع العام، و مراعاة عدم إبراز المشهد الواحد في فترتي النهار و الليل في وقت واحد حتى لا يقوم المبحوث بعمل مقارنة بين المشهدين و لكن الحكم على كل مشهد على حدا.

٣-١-٤ اختبار الصدق و الثبات لأداة جمع البيانات[6]:

يوجد طرق كثيرة لاختبار صدق و ثبات أداة جمع البيانات، فقد تم عرض هذه الأداة أولا على المحكمين للتعرف على رأيهم و مقترحاتهم، ثم تم عرضها على عينة عشوائية صغيرة من المبحوثين للاستفادة من رأيهم و درجة فهمهم للأداة. و بناء على اقتراحات و تعديلات المحكمين و رأي المبحوثين تم عمل التعديلات اللازمة في استمارة الاستبيان.

٤-١-٤ شرح تفصيلي لاستمارة الاستبيان:

تم عمل استمارة استبيان واحدة بالنسبة للمعماريين و غير المتخصصين و العاملين بحديقة الأزهر، و لكن باختلاف بسيط في بيانات المشترك.

و ينقسم الاستبيان إلى ثلاث نقاط رئيسية:

أ) تمهيد للاستبيان موضح به الهدف منه مستخدما جمل بسيطة و سهلة الفهم ثم ذكر بعض المصطلحات التي ستفيد المبحوث للإجابة على الاستبيان.

ب) بيانات خاصة بالمبحوث مثل الاسم و مجال العمل و الحالة الاجتماعية. و بالنسبة للاستمارة التي ستعرض على غير المتخصصين و المعماريين فسيتم السؤال عن ما إذا سبق لهم زيارة حديقة الأزهر من قبل أم لا، أما عن الاستمارة التي ستعرض على العاملين بحديقة الأزهر فسيتم تحديد وقت إجراء الاستبيان.

جـ) الأسئلة و التي تنقسم إلى جزأين:

الجزء الأول: قد سبق دراسة تأثير الإضاءة الليلية على الإنسان و الفراغ في الجزء النظري، و بناء على هذه الدراسة تم وضع مجموعة من الأسئلة عن انطباع المبحوث تجاه المشهد في الصباح و في المساء، للتعرف على ما إذا كان سيتغير انطباعه أم لا. و هذا لمحولة، ربط هذا الاختلاف بالتغير في مكونات و مظهر عناصر الفارغ أثناء فترة الليل فيما بعد. فتم السؤال عن:

- مساحة الفراغ: هل هو واسع أم ضيق - عميق أو سطحي.
- ارتفاع الفراغ: كبير أم صغير
- اتزان الفراغ: هل هو متماثل أم غير متماثل - منتظم (به إيقاع) أم غير منتظم

الجزء الثاني: فهي أسئلة عن مكونات الفراغ: النقطة المركزية – الحدود – المسار – المدخل، و العناصر التي تشكل هذه المكونات: النباتات – العناصر المائية – العناصر المبنية – التضاريس، التي تم ذكرها في الجزء النظري. و الهدف منها دراسة مدى التغير في مكونات الفراغ بين الليل و النهار.

السؤال الأول: خاص بالنقطة المركزية (**ما هي العناصر الملفتة للنظر في الفراغ؟**).

ثم يتم تحديد تفاصيل هذه/هذا العنصر **(لونه و ملمسه)** إذا كانت التفاصيل واضحة بالصورة و هذا لدراسة إمكانية الإضاءة الليلية في إظهار أو إخفاء تفاصيل العناصر المضاءة.

ثم يتم تحديد سبب جذبه للانتباه (**موقعه – حجمه – لونه – شدة سطوعه – شكله و تفاصيله**) و هذا لمعرفة ما إذا كانت طريقة إضاءته هي السبب في جعله ملفتا للنظر أم يوجد مؤثرات أخرى.

---

6 المرجع السابق

السؤال الثاني: خاص بحدود المشهد (**ما هو شكل الفراغ؟**) فإن إدراك المبحوث لشكل الفراغ يعني أنه قد أدرك العناصر التي تحيط بالفراغ و ترسمه. ثم يتم تحديد هذه العناصر (**ما هي العناصر التي تحدد الفراغ؟**).

السؤال الثالث: خاص بالمسار (**هل يوجد مسار واضح بالفراغ؟**) في حالة نعم، يتم السؤال عن شكل هذا المسار و العناصر التي تشكله.

السؤال الرابع: خاص بالمدخل (**هل يوجد مدخل واضح للفراغ؟**) في حالة نعم يتم السؤال عن العناصر التي تشكله.

و قد روعيا في أسئلة الاستبيان البساطة و الوضوح و أن تكون من النوع المغلق و هذا لمعرفة الباحث بجميع الاحتمالات الممكنة للإجابة.

و يشير السؤال المغلق أو المقيد Structured Question إلى توفير الإجابات أو الاختيارات للمبحوث منها بعد طرح السؤال عليه. للأسئلة المغلقة عدد من الأنواع و هي كالتالي[٧]:

١. الأسئلة ذات الاختيارات المزدوجة (نعم / لا، موافق / غير موافق، ذكر / أنثى.....)

٢. الأسئلة ذات الاختيارات المتعددة. مثل: هل توافق على فكرة تنظيم الأسرة؟

- □ موافق تماما
- □ موافق
- □ محايد
- □ غير موافق
- □ غير موافق على الإطلاق

٣. الأسئلة ذات الاختيارات المتعددة و التي يطلب فيها من المبحوثين ترتيب هذه الاختيارات.

و قد تم اختيار النوع الأول (الاختيارات المزدوجة) في الجزء الأول من الاستبيان و الخاص بانطباع المشاهد نحو المشهد و هذا ليكون سهل عند تصنيف و تحليل هذه الإجابات و مقارنة الانطباع نهارا مع الانطباع مساءا. ثم تم اختيار النوع الثاني (الاختيارات المتعددة) في الجزء الثاني من الاستبيان و الخاص بمكونات الفراغ و العناصر التي تشكلها.

٥-١-٤ استمارة الاستبيان:

سيتم فيما يلي عرض استمارتي الاستبيان (الأولى لمستخدمي الفراغ و المعماريين و الثانية للعاملين في حديقة الأزهر). و سيتم الاكتفاء بعرض الاستبيان الخاص بمشهد واحد فقط بالنسبة لكل فئة، علما بأن كل استمارة تحتوي على ثلاثة مشاهد.

[7] دكتور مدحت أبو النصر، ٢٠٠٤

كلية الهندسة-جامعة القاهرة قسم الهندسة المعمارية الدراسات العليا-أكتوبر ٢٠٠٦	**استمارة استبيان لدراسة تأثير الإضاءة الليلية على انطباع المشاهد تجاه الفراغ** "للمعماريين و غير المتخصصين"	كود: الباحث: سارة عبد المنعم العريان
يهدف هذا الاستبيان إلى دراسة اختلاف انطباع المشاهد تجاه الفراغ و مدى إدراكه لمكونات الفراغ المختلفة و هذا في فترتي الليل و النهار		

بيانات المشترك: (شكرا لتعاونك في إجابة هذه الأسئلة)

الاسم:		مجال العمل:	
الحالة الاجتماعية			
غير متزوج	متزوج	متزوج و يعول	
هل سبق لك زيارة حديقة الأزهر؟			
نعم	لا		

Keywords:
١- **النباتات و الزراعات:** نخل- شجر- حشائش.
٢- **عنصر مائي**: مجاري مائية- نفورات- شلالات.
٣- **عناصر مبنية**: مباني- أعمدة- أرضيات- مقاعد.
٤- **تغيير في تضاريس الأرض**: سلالم – منحدرات.

أسئلة الجزء الأول

١) ما هو انطباعك نحو الفراغ؟

المشهد صباحا			
واسع	ضيق		
عميق	سطحي		
ارتفاعه كبير	ارتفاعه صغير		
متماثل	غير متماثل		
منتظم (به إيقاع معين)	غير منتظم		

أسئلة الجزء الثاني

٢) ما هي العناصر الملفتة للنظر في الفراغ؟

المشهد صباحا				
النباتات و الزراعات				
عنصر مائي				
عناصر مبنية				
تغير في تضاريس الأرض				
أ) برجاء تحديد كل من (إن أمكن)				
لونه:				
الملمس:	ناعم	خشن		

ب) في رأيك، ما هو سبب جذبه للانتباه	
موقعه	
حجمه	
لونه	
شدة سطوعه بالنسبة لعناصر الفراغ الأخرى	
شكله و تفاصيله	

٣) ما هو شكل الفراغ؟					
المشهد صباحا					
مربع/مستطيل	دائري	غير منتظم			

٤) ما هي العناصر التي تحدد الفراغ؟ (التي تمثل حدود الفراغ)	
المشهد صباحا	
النباتات و الزراعات	
عنصر مائي	
عناصر مبنية	
تغير في تضاريس الأرض	

٥) هل يوجد مسار واضح بالفراغ؟			
المشهد صباحا			
نعم	لا		
في حالة نعم			
أ) ما هو شكل المسار			
مستقيم	منحنى	غير منتظم	
ب) ما هي العناصر التي تحدد المسار؟			
النباتات و الزراعات			
عنصر مائي			
عناصر مبنية			
تغير في تضاريس الأرض			

٦) هل يوجد مدخل واضح للفراغ؟			
المشهد صباحا			
نعم	لا		
في حالة نعم			
أ) ما هي العناصر التي تشكل أو تحدد المدخل			
النباتات و الزراعات			
عنصر مائي			
عناصر مبنية			
تغير في تضاريس الأرض			

أسئلة الجزء الأول

١) ما هو انطباعك نحو الفراغ؟

		المشهد مساءا	
		واسع	ضيق
		عميق	سطحي
		ارتفاعه كبير	ارتفاعه صغير
		متماثل	غير متماثل
		منتظم (به إيقاع معين)	غير منتظم

أسئلة الجزء الثاني

٢) ما هي العناصر الملفتة للنظر في الفراغ؟

	المشهد مساءا
	النباتات و الزراعات
	عنصر مائي
	عناصر مبنية
	تغير في تضاريس الأرض

أ) برجاء تحديد كل من (إن أمكن)

			لونه:	
			ناعم	الملمس:

ب) في رأيك، ما هو سبب جذبه للانتباه	
	موقعه
	حجمه
	لونه
	شدة سطوعه بالنسبة لعناصر الفراغ الأخرى
	شكله و تفاصيله

٣) ما هو شكل الفراغ؟			
			المشهد مساءا
		مربع/مستطيل	دائري	غير منتظم

٤) ما هي العناصر التي تحدد الفراغ؟ (التي تمثل حدود الفراغ)	
	المشهد مساءا
	النباتات و الزراعات
	عنصر مائي
	عناصر مبنية
	تغير في تضاريس الأرض

٥) هل يوجد مسار واضح بالفراغ؟		
		المشهد مساءا
	نعم	لا
في حالة نعم		
أ) ما هو شكل المسار		
	مستقيم	منحنى	غير منتظم
ب) ما هي العناصر التي تحدد المسار؟		
	النباتات و الزراعات	
	عنصر مائي	
	عناصر مبنية	
	تغير في تضاريس الأرض	

٦) هل يوجد مدخل واضح للفراغ؟		
		المشهد مساءا
	نعم	لا
في حالة نعم		
أ) ما هي العناصر التي تشكل أو تحدد المدخل		
	النباتات و الزراعات	
	عنصر مائي	
	عناصر مبنية	
	تغير في تضاريس الأرض	

كلية الهندسة-جامعة القاهرة قسم الهندسة المعمارية الدراسات العليا-أكتوبر ٢٠٠٦	**استمارة استبيان لدراسة تأثير الإضاءة الليلية على انطباع المشاهد تجاه الفراغ** "للعاملين بحديقة الأزهر"	كود: الباحث: سارة عبد المنعم العريان
يهدف هذا الاستبيان إلى دراسة اختلاف انطباع المشاهد تجاه الفراغ و مدى إدراكه لمكونات الفراغ المختلفة و هذا في فترتي الليل و النهار		

بيانات المشترك: (شكرا لتعاونك في إجابة هذه الأسئلة)

الاسم:		مجال العمل:	
الحالة الاجتماعية			
غير متزوج	متزوج	متزوج و يعول	
توقيت إجراء الاستبيان			
صباحا		مساءا	

Keywords:
١- **النباتات و الزراعات:** نخل- شجر- حشائش.
٢- **عنصر مائي**: مجاري مائية- نفورات- شلالات.
٣- **عناصر مبنية**: مباني- أعمدة- أرضيات- مقاعد.
٤- **تغيير في تضاريس الأرض**: سلالم – منحدرات.

أسئلة الجزء الأول

١) ما هو انطباعك نحو الفراغ؟

المشهد صباحا		
واسع	ضيق	
عميق	سطحي	
ارتفاعه كبير	ارتفاعه صغير	
متماثل	غير متماثل	
منتظم (به إيقاع معين)	غير منتظم	

أسئلة الجزء الثاني

٢) ما هي العناصر الملفتة للنظر في الفراغ؟

المشهد صباحا			
النباتات و الزراعات			
عنصر مائي			
عناصر مبنية			
تغير في تضاريس الأرض			

أ) برجاء تحديد كل من (إن أمكن)

لونه:				
الملمس:	ناعم	خشن		

ب) في رأيك، ما هو سبب جذبه للانتباه				
موقعه				
حجمه				
لونه				
شدة سطوعه بالنسبة لعناصر الفراغ الأخرى				
شكله و تفاصيله				
٣) ما هو شكل الفراغ؟				
المشهد صباحا				
مربع/مستطيل	دائري	غير منتظم		
٤) ما هي العناصر التي تحدد الفراغ؟ (التي تمثل حدود الفراغ)				
المشهد صباحا				
النباتات و الزراعات				
عنصر مائي				
عناصر مبنية				
تغير في تضاريس الأرض				
٥) هل يوجد مسار واضح بالفراغ؟				
المشهد صباحا				
نعم	لا			
في حالة نعم				
أ) ما هو شكل المسار				
مستقيم	منحنى	غير منتظم		
ب) ما هي العناصر التي تحدد المسار؟				
النباتات و الزراعات				
عنصر مائي				
عناصر مبنية				
تغير في تضاريس الأرض				
٦) هل يوجد مدخل واضح للفراغ؟				
المشهد صباحا				
نعم	لا			
في حالة نعم				
أ) ما هي العناصر التي تشكل أو تحدد المدخل				
النباتات و الزراعات				
عنصر مائي				
عناصر مبنية				
تغير في تضاريس الأرض				

أسئلة الجزء الأول

١) ما هو انطباعك نحو الفراغ؟

		المشهد مساءا	
		واسع	ضيق
		عميق	سطحي
		ارتفاعه كبير	ارتفاعه صغير
		متماثل	غير متماثل
		منتظم (به إيقاع معين)	غير منتظم

أسئلة الجزء الثاني

٢) ما هي العناصر الملفتة للنظر في الفراغ؟

	المشهد مساءا
	النباتات و الزراعات
	عنصر مائي
	عناصر مبنية
	تغير في تضاريس الأرض

أ) برجاء تحديد كل من (إن أمكن)

			لونه:		
		ناعم		الملمس:	

ب) في رأيك، ما هو سبب جذبه للانتباه	
	موقعه
	حجمه
	لونه
	شدة سطوعه بالنسبة لعناصر الفراغ الأخرى
	شكله و تفاصيله

٣) ما هو شكل الفراغ؟			
			المشهد مساءا
		مربع/مستطيل	دائري	غير منتظم

٤) ما هي العناصر التي تحدد الفراغ؟ (التي تمثل حدود الفراغ)	
	المشهد مساءا
	النباتات و الزراعات
	عنصر مائي
	عناصر مبنية
	تغير في تضاريس الأرض

٥) هل يوجد مسار واضح بالفراغ؟		
		المشهد مساءا
	نعم	لا
في حالة نعم		
أ) ما هو شكل المسار		
	مستقيم	منحنى	غير منتظم
ب) ما هي العناصر التي تحدد المسار؟		
	النباتات و الزراعات	
	عنصر مائي	
	عناصر مبنية	
	تغير في تضاريس الأرض	

٦) هل يوجد مدخل واضح للفراغ؟		
		المشهد مساءا
	نعم	لا
في حالة نعم		
أ) ما هي العناصر التي تشكل أو تحدد المدخل		
	النباتات و الزراعات	
	عنصر مائي	
	عناصر مبنية	
	تغير في تضاريس الأرض	

٥- تفريغ و عرض و تحليل البيانات:

٥-١ تفريغ البيانات:

بعد القيام بجمع البيانات سيتم تفريغها في شكل جداول مستعينا ببرنامج Excel. حيث يتم تفريغ الإجابات على شكل أرقام و إدخالها في الحاسب الآلي لضمان الدقة و السرعة.

٥-٢ عرض و تحليل البيانات:

إن الجداول الإحصائية تحمل الكثير من المعاني و لكنها ما زالت في صورة معاني صماء بحيث لا يفهمها إلا الأفراد المتخصصون. لذلك لا بد من وجود وسيلة أخرى تنقل المعاني التي تحملها لغة الأرقام إلى القارئ العادي، و من هنا كانت الأشكال الهندسية هي أحسن وسيلة مبسطة تؤدي هذا الغرض. فبعد جدولة البيانات، تم إعطاء صورة عن المعلومات الإجمالية التي تتضمنها البيانات و ذلك من خلال استعمال الرسوم و الأشكال البيانية المستمدة من علم الإحصاء التصويري Illustrative Statistics (علم الإحصاءات في أشكال و رسوم) و هذا لتفسير و فهم هذه المعلومات بطريقة سهلة. و للرسم البياني فوائد عديدة منها، إبراز حقائق قد تختبئ في الجداول و تسهيل عقد المقارنة بين البيانات و توضيح الخط العام و الرئيسي للبيانات.[٨]

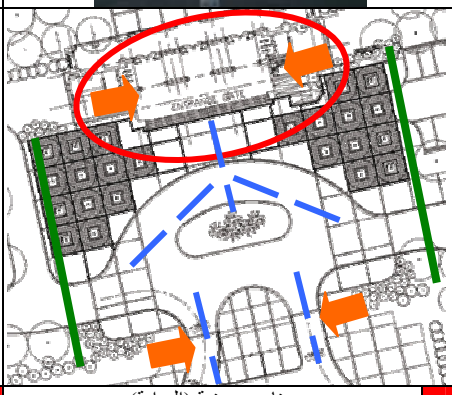
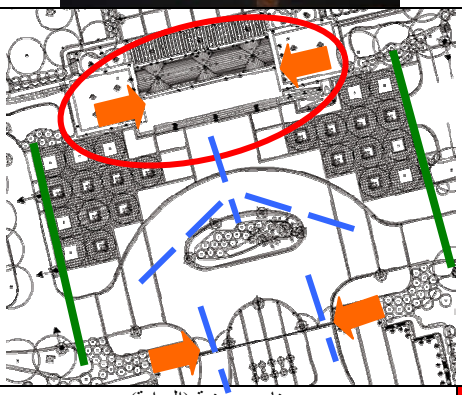
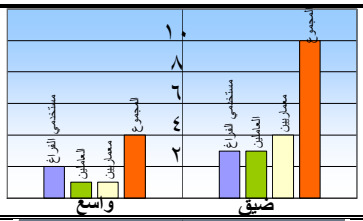
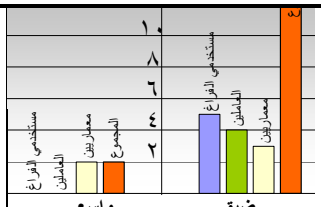
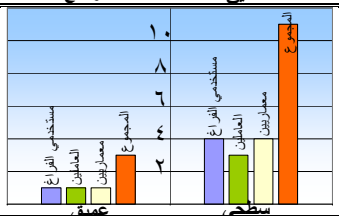
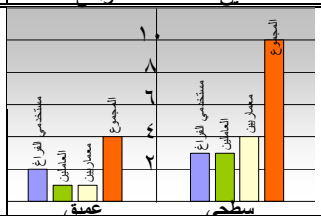
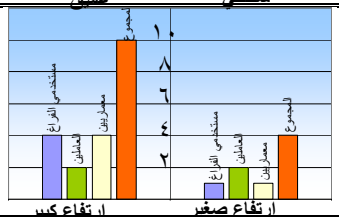
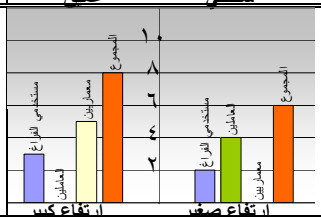
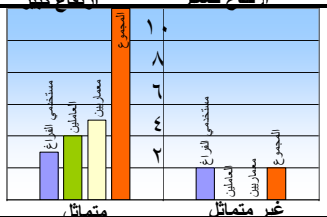
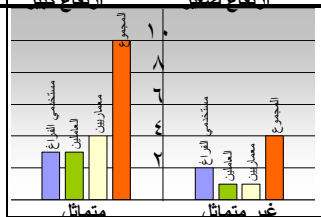
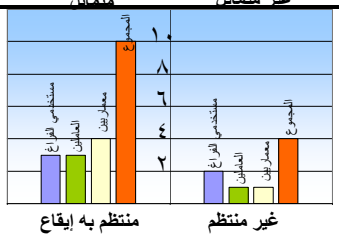
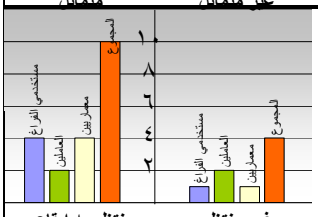
<u>- و من أهم أنواع الرسوم البيانية:</u>

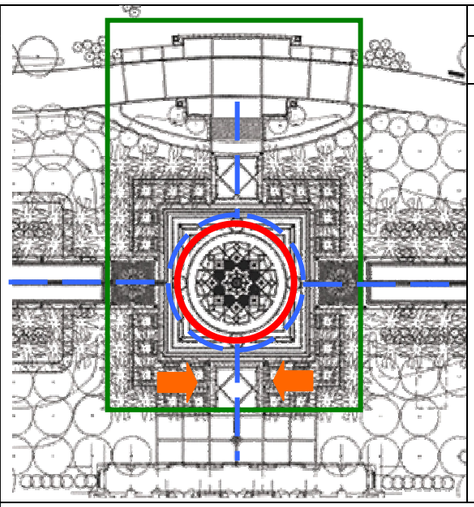
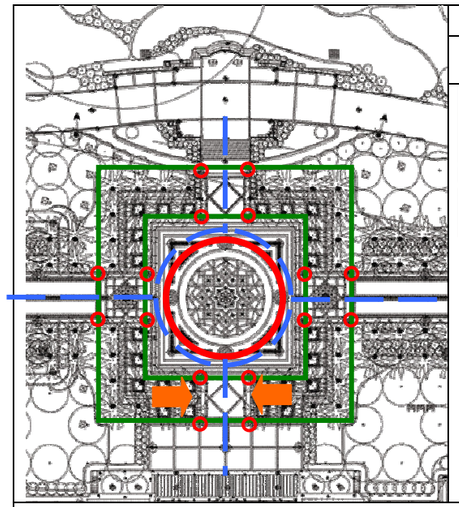
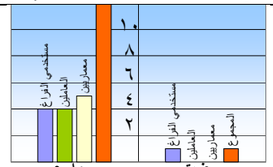
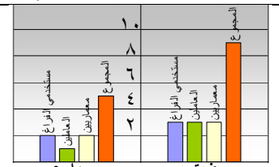
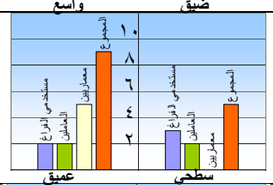
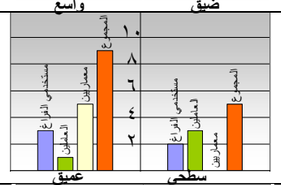
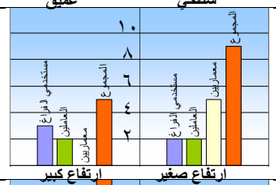
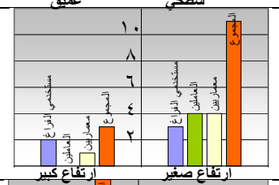
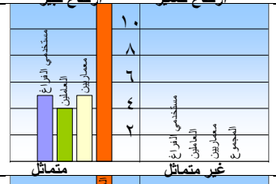
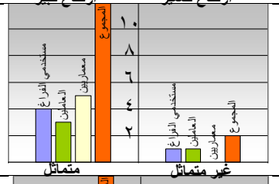
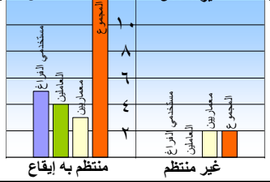
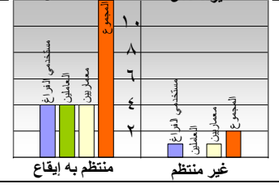
١. الأعمدة البيانية
٢. الرسم الدائري
٣. الخرائط الإحصائية
٤. الخط البياني
٥. الأشكال الصورية

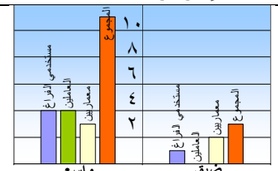
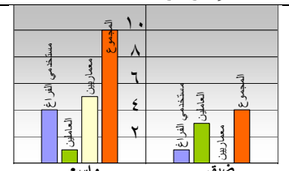
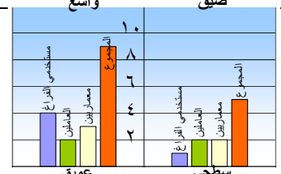
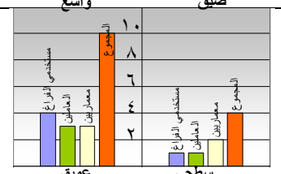
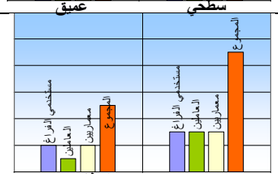
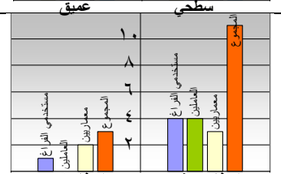
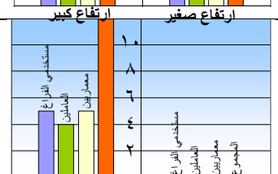
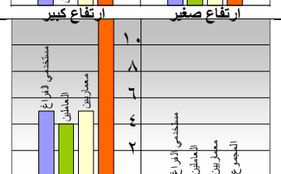
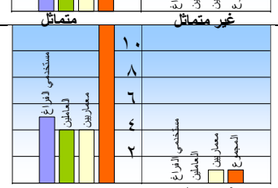
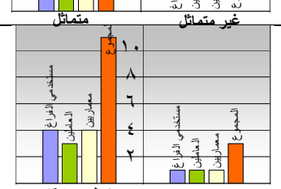
بالنسبة لأسئلة الجزء الأول و التي تتحدث عن انطباع المشاهد نحو المشهد (صباحا و مساءا) فسيتم عرض بياناتها في شكل أعمدة بيانية. حيث يمثل المحور الأفقي زوجان من الانطباعات المراد دراستهم (عميق-سطحي) و يمثل طول الأعمدة البيانية مجموع عدد الذين أيدوا انطباعا معينا و لعرض رأي المتخصصين و غير المتخصصين في رسم بياني واحد تم رسم أعمدة متلاصقة تمثل رأي كل فئة بالإضافة إلى مجموع أرائهم.

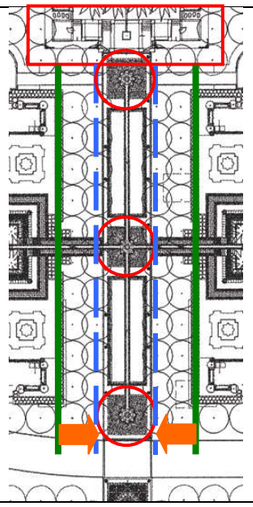
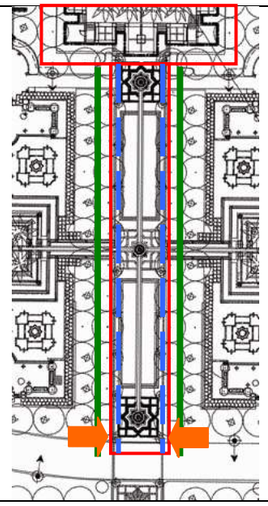
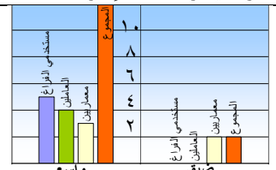
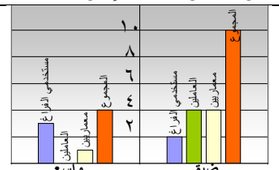
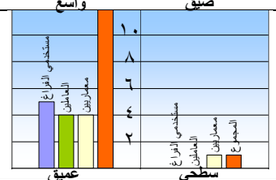
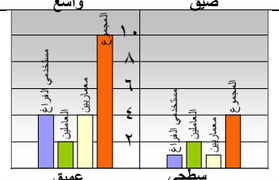
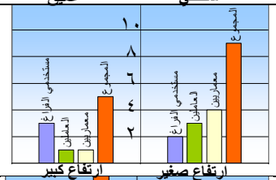
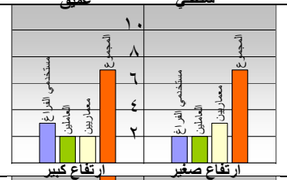
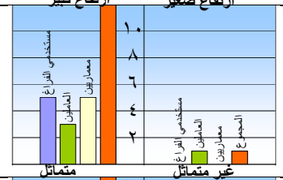
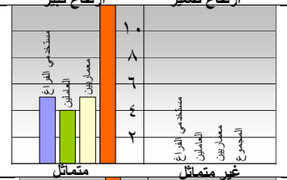
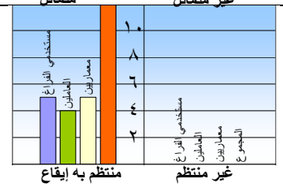
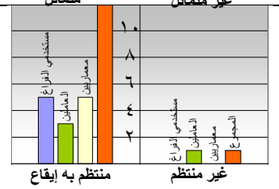
أما أسئلة الجزء الثاني و التي تتحدث عن مكونات الفراغ و العناصر التي تشكل هذه المكونات، فبعد تفريغ الإجابات في جدول (Excel) تم اختيار الإجابة الأكثر شيوعا و بناء عليه تم تحديد مكونات الفراغ في فترة الليل و النهار و توضيحا للنتيجة تم رسم مكونات الفراغ في فترة النهار على الموقع العام الخاص بالحديقة أما مكونات الفراغ في فترة الليل فتم رسمها على الموقع العام الخاص بأعمال الكهرباء و الإضاءة للحديقة لتكون مواقع تركيبات الإنارة واضحة عليه.

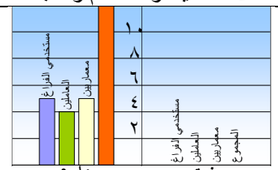
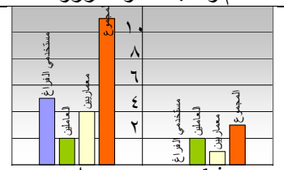
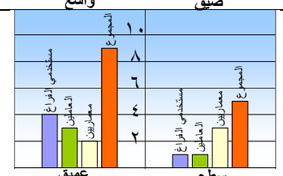
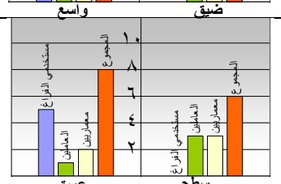
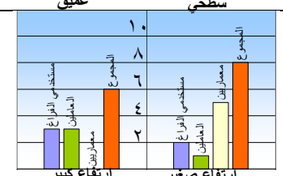
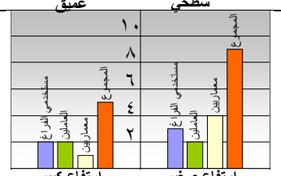
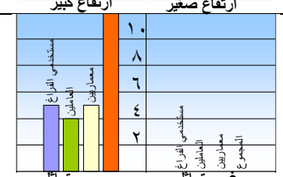
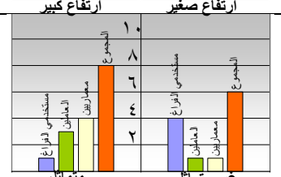
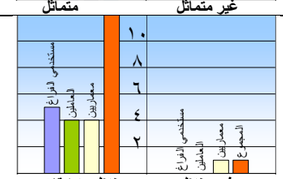
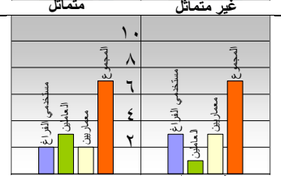
[8] دكتور مدحت أبو النصر، ٢٠٠٤

		المشهد الأول صباحا	المشهد الأول مساءا
صور للمشهد الأول			
المسقط الأفقي			
مكونات الفراغ	نقطة بؤرية	عناصر مبنية (البوابة)	عناصر مبنية (البوابة)
	حدود	عناصر مبنية (البوابة و السور و الرصيف)	عناصر مبنية (البوابة و السور و الرصيف)
	مسار	عناصر مبينة (البوابة و الرصيف)	عناصر مبينة (البوابة و الرصيف)
	مدخل	عناصر مبنية (البوابة)	عناصر مبنية (البوابة)
انطباع المشاهد لـ	مساحة الفراغ: واسع / ضيق		 شبه إجماع بضيق الفراغ أثناء فترتي النهار و الليل.
	مساحة الفراغ: عميق / سطحي		 شبه إجماع بسطحية الفراغ أثناء فترتي النهار و الليل.
	ارتفاع الفراغ: ارتفاع كبير / ارتفاع صغير		 تذبذب في الآراء نحو ارتفاع الفراغ في فترتي النهار و الليل.
	اتزان الفراغ: متماثل / غير متماثل		 إجماع بتماثل و انتظام الفراغ في فترة النهار أما في فترة الليل فقد حدث تذبذب في الآراء نحو اتزان الفراغ.
	اتزان الفراغ: به إيقاع منتظم / غير منتظم		

			المشهد الثاني صباحا	المشهد الثاني مساءا
			صور للمشهد الثاني / المسقط الأفقي	صور للمشهد الثاني / المسقط الأفقي
				
مكونات الفراغ	نقطة بؤرية		النافورة	النافورة و أعمدة الإنارة
	حدود		النخل و الهضبة المزروعة	النخل و أعمدة الإنارة
	مسار		الأرضية و النخل و النافورة	الأرضية و أعمدة الإنارة و النافورة
	مدخل		الأرضية المنحدرة و أعمدة الإنارة و النخل	الأرضية المنحدرة و أعمدة الإنارة
انطباع المشاهد لـ	مساحة الفراغ	واسع		 إجماع باتساع الفراغ أثناء فتر النهار، أما في فترة الليل فقد حدث تذبذب في الآراء نحو اتساع و ضيق الفراغ.
		ضيق		
		عميق		 تذبذب في الآراء نحو عمق و سطحية الفراغ في فترتي النهار و الليل.
		سطحي		
	ارتفاع الفراغ	ارتفاع كبير		 تذبذب في الآراء نحو ارتفاع الفراغ في فترتي النهار و الليل.
		ارتفاع صغير		
	اتزان الفراغ	متماثل		 إجماع بتماثل و انتظام الفراغ في فترتي النهار و الليل.
		غير متماثل		
		به إيقاع منتظم		
		غير منتظم		

انطباع المشاهد لـ			المشهد الثالث صباحا صور للمشهد الثالث / المسقط الأفقي	المشهد الثالث مساءا صور للمشهد الثالث / المسقط الأفقي	
مكونات الفراغ		نقطة بؤرية	أرضية المسار و النخل و القلعة	النخل و أعمدة الإنارة التي تحد المسار و القلعة	
		حدود	النباتات و الزراعات	النباتات و الزراعات (النخل المضاء)	
		مسار	النخل و الأرضية	أعمدة الإنارة و الأرضية	
		مدخل	أعمدة الإنارة و النخل	أعمدة الإنارة و النخل	
مساحة الفراغ		واسع			إجماع باتساع الفراغ أثناء فتر النهار، أما في فترة الليل فقد حدث تذبذب في الآراء نحو اتساع و ضيق الفراغ.
		ضيق			
		عميق			تذبذب في الآراء نحو عمق و سطحية الفراغ في فترتي النهار و الليل.
		سطحي			
ارتفاع الفراغ		ارتفاع كبير			تذبذب في الآراء نحو ارتفاع الفراغ في فترتي النهار و الليل.
		ارتفاع صغير			
اتزان الفراغ		متماثل			إجماع بتماثل و انتظام الفراغ في فترتي النهار و الليل.
		غير متماثل			
		به إيقاع منتظم			
		غير منتظم			

انطباع المشاهد لـ			المشهد الرابع صباحا		المشهد الرابع مساءا	
			صور للمشهد الرابع	المسقط الأفقي	صور للمشهد الرابع	المسقط الأفقي
						
مكونات الفراغ	نقطة بؤرية	الواجهة و النافورة				الواجهة و المسار
	حدود	النباتات و الزراعات و الواجهة				الأشجار المضاءة و أعمدة الإنارة و الواجهة
	مسار	الأرضية و الأعمدة و المجرى المائي				الأرضية و أعمدة الإنارة
	مدخل	الأرضية و أعمدة الإنارة				الأرضية و أعمدة الإنارة
طبيعة الفراغ	مساحة الفراغ	واسع				إجماع باتساع الفراغ أثناء فتر النهار، أما في فترة الليل فقد حث شبه إجماع على ضيق الفراغ.
		ضيق				
		عميق				إجماع بعمق الفراغ أثناء فتر النهار، أما في فترة الليل فقد حدث تذبذب في الآراء نحو عمق و سطحية الفراغ.
		سطحي				
	ارتفاع الفراغ	ارتفاع كبير				تذبذب في الآراء نحو ارتفاع الفراغ في فترتي النهار و الليل.
		ارتفاع صغير				
	اتزان الفراغ	متماثل				إجماع بتماثل و انتظام الفراغ في فترتي النهار و الليل.
		غير متماثل				
		به إيقاع منتظم				
		غير منتظم				

انطباع المشاهد لـ			المشهد الخامس صباحا صور للمشهد الخامس / المسقط الأفقي	المشهد الخامس مساءا صور للمشهد الخامس / المسقط الأفقي	
مكونات الفراغ		نقطة بؤرية	الواجهة و المسطح المائي	الواجهة	
		حدود	الواجهة و النباتات و الاختلاف في التضاريس	الواجهة و النباتات و وحدات الإضاءة و الاختلاف في التضاريس	
		مسار	أرضية المسار و المجرى المائي و النباتات	النباتات و أرضية المسار المضاءة	
		مدخل	شلالات المياه و السلالم و النباتات	السلالم و النباتات و المزروعات	
مساحة الفراغ		واسع			شبه إجماع باتساع الفراغ أثناء فترتي النهار و الليل.
		ضيق			
		عميق			تذبذب في الآراء نحو عمق و سطحية الفراغ في فترتي النهار و الليل.
		سطحي			
ارتفاع الفراغ		ارتفاع كبير			تذبذب في الآراء نحو ارتفاع الفراغ في فترتي النهار و الليل.
		ارتفاع صغير			
اتزان الفراغ		متماثل			إجماع بتماثل و انتظام الفراغ في فترة النهار أما في فترة الليل فقد حدث تذبذب في الآراء نحو اتزان الفراغ.
		غير متماثل			
		به إيقاع منتظم			
		غير منتظم			

التوصيـــــــــــــات

من خلال ما ورد في البحث، عن مجال تصميم الإضاءة و أهميته تم استخلاص بعض التوصيات و هي كالآتي:

١) الاهتمام بمجال تصميم الإضاءة:

- توفير مناهج رسمية تدرس علم تصميم الإضاءة في الجامعات و التي تؤهل للحصول على شهادة معتمدة في هذا المجال. على أن تهتم هذه المناهج بالنواحي الفنية (الخاصة بتنمية المهارات الإبداعية) و العلمية (الخاصة بالحقائق التقنية و النظرية) على حد سواء.
- سن قوانين و تشريعات و عمل كود يتحكم في جودة منتج التصميم.
- توفير شهادات و تراخيص لمزاولي مهنة "تصميم الإضاءة" و هذا لضمان كفاءتهم.
- تشجيع إنشاء جمعيات أهلية أو حكومية تهتم بمجال تصميم الإضاءة و بانجازات مصممي الإضاءة و نشرها في مجلات علمية مما يوسع مجال المعرفة و يساهم في تقدم و انتشار هذا التخصص و توضيح مدى أهميته.

٢) مشروع تصميم الإضاءة الخاصة بالفراغات الخارجية:

- من المهم أن يدرس مصمم الإضاءة المشروع جيدا و أن يلتقي بأعضاء فريق العمل و بالعميل و مستخدمي الفراغ و هذا بهدف دراسة احتياجاتهم و أفكارهم و أهدافهم.
- من المهم تحديد الفكرة التصميمية و أخذ الموافقة عليها قبل البدء في الرسومات التنفيذية.
- يقوم مصمم الإضاءة بمتابعة المشروع أثناء مراحل التنفيذ المختلفة حتى يكون حاضرا في حالة حدوث أي مشكله بالموقع، مثل عدم العصور على نوع تركيبة الإنارة أو المصباح المحدد بالمواصفات، فعلى مصمم الإضاءة التعرف على البدائل ليختار البديل الذي يناسبه لتحقيق التأثير الضوئي المطلوب.
- لضمان الوصول إلى التأثير الضوئي المطلوب يقوم مصمم الإضاءة بزيارة الموقع في فترة الليل بعد وضع تركيبات الإنارة في أماكنها و لكن قبل أن تثبت بطريقة نهائية. و هذا لعمل التعديلات اللازمة في اتجاه و موقع تركيبة الإنارة بل و ممكن أن يقوم بتغييرها أو تغيير نوع المصباح أو إضافة أو تغيير العدسات أو الفلاتر المستخدمة، يصل مصمم الإضاءة للتأثير الضوئي المطلوب. ثم يتم بعد ذلك تثبيت تركيبات الإنارة بصورة نهائية و عمل رسومات As Built.
- يجب على مصمم الإضاءة الاهتمام بأعمال الصيانة و المتابعة. فإن مظهر الفراغ الخارجي المضاء ليلا مهدد دائما بتدهور حالته أثناء فترة الليل. نتيجة لسوء صيانته مما يضر بالتصميم. لذا فمن المهم أن يقوم مصمم الإضاءة بمساعدة المالك و توفير الدليل و الرسومات اللازمة له للقيام بأعمال الصيانة بل و ممكن أن يقوم بعمل عقد بينه و بين المالك ليقوم هو بأعمال المتابعة و الصيانة حتى يضمن نجاح التصميم أطول فترة ممكنة.
- عمل رسومات للتخطيط المستقبلي لإضاءة الفراغ. لأن الفراغ الخارجي دائم التغير نتيجة لنمو النباتات أو لكونه مشروعا ينفذ على مراحل، فهذا التخطيط المستقبلي يمد المشروع بالتوصيلات اللازمة و يجنبه أية تكسيرات تجرى بالموقع في المستقبل.

التوصيـــــــــــــات

من خلال ما ورد في البحث، عن مجال تصميم الإضاءة و أهميته تم استخلاص بعض التوصيات و هي كالآتي:

١) الاهتمام بمجال تصميم الإضاءة:

- توفير مناهج رسمية تدرس علم تصميم الإضاءة في الجامعات و التي تؤهل للحصول على شهادة معتمدة في هذا المجال. على أن تهتم هذه المناهج بالنواحي الفنية (الخاصة بتنمية المهارات الإبداعية) و العلمية (الخاصة بالحقائق التقنية و النظرية) على حد سواء.
- سن قوانين و تشريعات و عمل كود يتحكم في جودة منتج التصميم.
- توفير شهادات و تراخيص لمزاولي مهنة "تصميم الإضاءة" و هذا لضمان كفاءتهم.
- تشجيع إنشاء جمعيات أهلية أو حكومية تهتم بمجال تصميم الإضاءة و بانجازات مصممي الإضاءة و نشرها في مجلات علمية مما يوسع مجال المعرفة و يساهم في تقدم و انتشار هذا التخصص و توضيح مدى أهميته.

٢) مشروع تصميم الإضاءة الخاصة بالفراغات الخارجية:

- من المهم أن يدرس مصمم الإضاءة المشروع جيدا و أن يلتقي بأعضاء فريق العمل و بالعميل و مستخدمي الفراغ و هذا بهدف دراسة احتياجاتهم و أفكارهم و أهدافهم.
- من المهم تحديد الفكرة التصميمية و أخذ الموافقة عليها قبل البدء في الرسومات التنفيذية.
- يقوم مصمم الإضاءة بمتابعة المشروع أثناء مراحل التنفيذ المختلفة حتى يكون حاضرا في حالة حدوث أي مشكله بالموقع، مثل عدم العصور على نوع تركيبة الإنارة أو المصباح المحدد بالمواصفات، فعلى مصمم الإضاءة التعرف على البدائل ليختار البديل الذي يناسبه لتحقيق التأثير الضوئي المطلوب.
- لضمان الوصول إلى التأثير الضوئي المطلوب يقوم مصمم الإضاءة بزيارة الموقع في فترة الليل بعد وضع تركيبات الإنارة في أماكنها و لكن قبل أن تثبت بطريقة نهائية. و هذا لعمل التعديلات اللازمة في اتجاه و موقع تركيبة الإنارة بل و ممكن أن يقوم بتغييرها أو تغيير نوع المصباح أو إضافة أو تغيير العدسات أو الفلاتر المستخدمة، يصل مصمم الإضاءة للتأثير الضوئي المطلوب. ثم يتم بعد ذلك تثبيت تركيبات الإنارة بصورة نهائية و عمل رسومات As Built.
- يجب على مصمم الإضاءة الاهتمام بأعمال الصيانة و المتابعة. فإن مظهر الفراغ الخارجي المضاء ليلا مهدد دائما بتدهور حالته أثناء فترة الليل. نتيجة لسوء صيانته مما يضر بالتصميم. لذا فمن المهم أن يقوم مصمم الإضاءة بمساعدة المالك و توفير الدليل و الرسومات اللازمة له للقيام بأعمال الصيانة بل و ممكن أن يقوم بعمل عقد بينه و بين المالك ليقوم هو بأعمال المتابعة و الصيانة حتى يضمن نجاح التصميم أطول فترة ممكنة.
- عمل رسومات للتخطيط المستقبلي لإضاءة الفراغ. لأن الفراغ الخارجي دائم التغير نتيجة لنمو النباتات أو لكونه مشروعا ينفذ على مراحل، فهذا التخطيط المستقبلي يمد المشروع بالتوصيلات اللازمة و يجنبه أية تكسيرات تجرى بالموقع في المستقبل.

التوصيـــــــــــــات

من خلال ما ورد في البحث، عن مجال تصميم الإضاءة و أهميته تم استخلاص بعض التوصيات و هي كالآتي:

١) الاهتمام بمجال تصميم الإضاءة:

- توفير مناهج رسمية تدرس علم تصميم الإضاءة في الجامعات و التي تؤهل للحصول على شهادة معتمدة في هذا المجال. على أن تهتم هذه المناهج بالنواحي الفنية (الخاصة بتنمية المهارات الإبداعية) و العلمية (الخاصة بالحقائق التقنية و النظرية) على حد سواء.
- سن قوانين و تشريعات و عمل كود يتحكم في جودة منتج التصميم.
- توفير شهادات و تراخيص لمزاولي مهنة "تصميم الإضاءة" و هذا لضمان كفاءتهم.
- تشجيع إنشاء جمعيات أهلية أو حكومية تهتم بمجال تصميم الإضاءة و بانجازات مصممي الإضاءة و نشرها في مجلات علمية مما يوسع مجال المعرفة و يساهم في تقدم و انتشار هذا التخصص و توضيح مدى أهميته.

٢) مشروع تصميم الإضاءة الخاصة بالفراغات الخارجية:

- من المهم أن يدرس مصمم الإضاءة المشروع جيدا و أن يلتقي بأعضاء فريق العمل و بالعميل و مستخدمي الفراغ و هذا بهدف دراسة احتياجاتهم و أفكارهم و أهدافهم.
- من المهم تحديد الفكرة التصميمية و أخذ الموافقة عليها قبل البدء في الرسومات التنفيذية.
- يقوم مصمم الإضاءة بمتابعة المشروع أثناء مراحل التنفيذ المختلفة حتى يكون حاضرا في حالة حدوث أي مشكله بالموقع، مثل عدم العصور على نوع تركيبة الإنارة أو المصباح المحدد بالمواصفات، فعلى مصمم الإضاءة التعرف على البدائل ليختار البديل الذي يناسبه لتحقيق التأثير الضوئي المطلوب.
- لضمان الوصول إلى التأثير الضوئي المطلوب يقوم مصمم الإضاءة بزيارة الموقع في فترة الليل بعد وضع تركيبات الإنارة في أماكنها و لكن قبل أن تثبت بطريقة نهائية. و هذا لعمل التعديلات اللازمة في اتجاه و موقع تركيبة الإنارة بل و ممكن أن يقوم بتغييرها أو تغيير نوع المصباح أو إضافة أو تغيير العدسات أو الفلاتر المستخدمة، يصل مصمم الإضاءة للتأثير الضوئي المطلوب. ثم يتم بعد ذلك تثبيت تركيبات الإنارة بصورة نهائية و عمل رسومات As Built.
- يجب على مصمم الإضاءة الاهتمام بأعمال الصيانة و المتابعة. فإن مظهر الفراغ الخارجي المضاء ليلا مهدد دائما بتدهور حالته أثناء فترة الليل. نتيجة لسوء صيانته مما يضر بالتصميم. لذا فمن المهم أن يقوم مصمم الإضاءة بمساعدة المالك و توفير الدليل و الرسومات اللازمة له للقيام بأعمال الصيانة بل و ممكن أن يقوم بعمل عقد بينه و بين المالك ليقوم هو بأعمال المتابعة و الصيانة حتى يضمن نجاح التصميم أطول فترة ممكنة.
- عمل رسومات للتخطيط المستقبلي لإضاءة الفراغ. لأن الفراغ الخارجي دائم التغير نتيجة لنمو النباتات أو لكونه مشروعا ينفذ على مراحل، فهذا التخطيط المستقبلي يمد المشروع بالتوصيلات اللازمة و يجنبه أية تكسيرات تجرى بالموقع في المستقبل.

التوصيـــــــــــــات

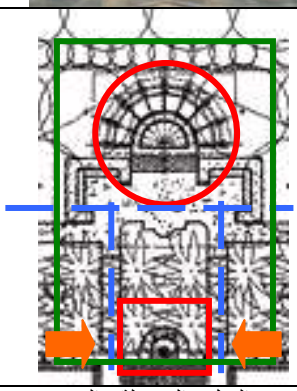
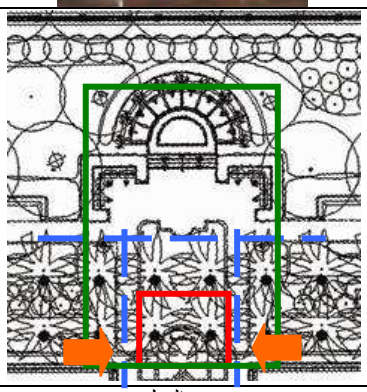
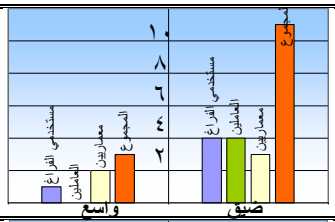
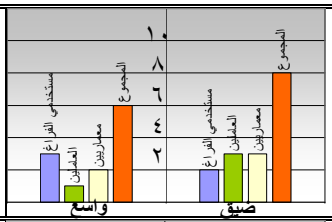
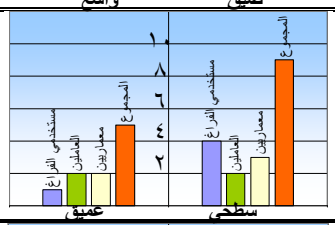
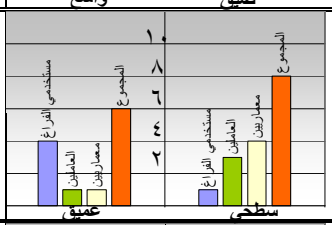
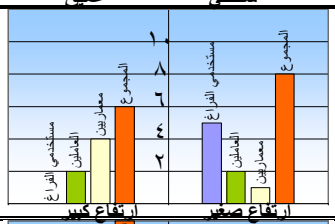
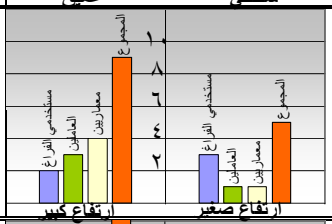
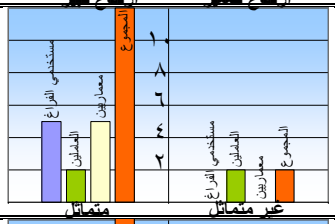
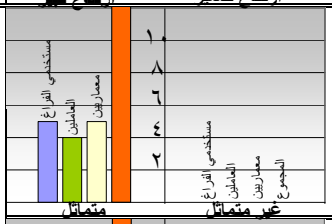
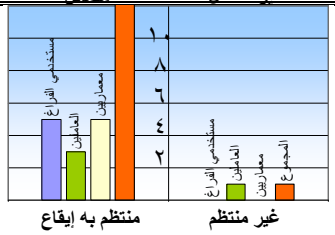
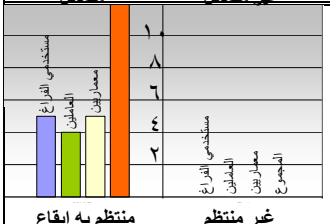
من خلال ما ورد في البحث، عن مجال تصميم الإضاءة و أهميته تم استخلاص بعض التوصيات و هي كالآتي:

١) الاهتمام بمجال تصميم الإضاءة:

- توفير مناهج رسمية تدرس علم تصميم الإضاءة في الجامعات و التي تؤهل للحصول على شهادة معتمدة في هذا المجال. على أن تهتم هذه المناهج بالنواحي الفنية (الخاصة بتنمية المهارات الإبداعية) و العلمية (الخاصة بالحقائق التقنية و النظرية) على حد سواء.
- سن قوانين و تشريعات و عمل كود يتحكم في جودة منتج التصميم.
- توفير شهادات و تراخيص لمزاولي مهنة "تصميم الإضاءة" و هذا لضمان كفاءتهم.
- تشجيع إنشاء جمعيات أهلية أو حكومية تهتم بمجال تصميم الإضاءة و بانجازات مصممي الإضاءة و نشرها في مجلات علمية مما يوسع مجال المعرفة و يساهم في تقدم و انتشار هذا التخصص و توضيح مدى أهميته.

٢) مشروع تصميم الإضاءة الخاصة بالفراغات الخارجية:

- من المهم أن يدرس مصمم الإضاءة المشروع جيدا و أن يلتقي بأعضاء فريق العمل و بالعميل و مستخدمي الفراغ و هذا بهدف دراسة احتياجاتهم و أفكارهم و أهدافهم.
- من المهم تحديد الفكرة التصميمية و أخذ الموافقة عليها قبل البدء في الرسومات التنفيذية.
- يقوم مصمم الإضاءة بمتابعة المشروع أثناء مراحل التنفيذ المختلفة حتى يكون حاضرا في حالة حدوث أي مشكله بالموقع، مثل عدم العصور على نوع تركيبة الإنارة أو المصباح المحدد بالمواصفات، فعلى مصمم الإضاءة التعرف على البدائل ليختار البديل الذي يناسبه لتحقيق التأثير الضوئي المطلوب.
- لضمان الوصول إلى التأثير الضوئي المطلوب يقوم مصمم الإضاءة بزيارة الموقع في فترة الليل بعد وضع تركيبات الإنارة في أماكنها و لكن قبل أن تثبت بطريقة نهائية. و هذا لعمل التعديلات اللازمة في اتجاه و موقع تركيبة الإنارة بل و ممكن أن يقوم بتغييرها أو تغيير نوع المصباح أو إضافة أو تغيير العدسات أو الفلاتر المستخدمة، يصل مصمم الإضاءة للتأثير الضوئي المطلوب. ثم يتم بعد ذلك تثبيت تركيبات الإنارة بصورة نهائية و عمل رسومات As Built.
- يجب على مصمم الإضاءة الاهتمام بأعمال الصيانة و المتابعة. فإن مظهر الفراغ الخارجي المضاء ليلا مهدد دائما بتدهور حالته أثناء فترة الليل. نتيجة لسوء صيانته مما يضر بالتصميم. لذا فمن المهم أن يقوم مصمم الإضاءة بمساعدة المالك و توفير الدليل و الرسومات اللازمة له للقيام بأعمال الصيانة بل و ممكن أن يقوم بعمل عقد بينه و بين المالك ليقوم هو بأعمال المتابعة و الصيانة حتى يضمن نجاح التصميم أطول فترة ممكنة.
- عمل رسومات للتخطيط المستقبلي لإضاءة الفراغ. لأن الفراغ الخارجي دائم التغير نتيجة لنمو النباتات أو لكونه مشروعا ينفذ على مراحل، فهذا التخطيط المستقبلي يمد المشروع بالتوصيلات اللازمة و يجنبه أية تكسيرات تجرى بالموقع في المستقبل.

		المشهد السادس صباحا		المشهد السادس مساءا
	صور للمشهد السادس			
	المسقط الأفقي			
مكونات الفراغ	نقطة بؤرية	النخل و البرجولة و الحوض		النخل
	حدود	النبتات و اختلاف المناسيب		النبتات و اختلاف المناسيب
	مسار	النباتات و اختلاف المناسيب		النباتات و اختلاف المناسيب
	مدخل	الأعمدة الإنارة و النخل		أعمدة الإنارة و النخل
انطباع المشاهد لـ	مساحة الفراغ: واسع / ضيق			 شبه إجماع بضيق الفراغ أثناء فترة النهار أما في فترة الليل فقد حدث تذبذب في الآراء.
	مساحة الفراغ: عميق / سطحي			 تذبذب في الآراء نحو عمق و سطحية الفراغ في فترتي النهار و الليل.
	ارتفاع الفراغ: ارتفاع كبير / ارتفاع صغير			 تذبذب في الآراء نحو ارتفاع الفراغ في فترتي النهار و الليل.
	انزان الفراغ: متماثل / غير متماثل			 إجماع بتماثل و انتظام الفراغ في فترتي النهار و الليل.
	انزان الفراغ: به إيقاع منتظم / غير منتظم			

و بعد تفريغ و عرض جميع البيانات الخاصة بالمتغيرات سابقة الذكر باستخدام الرسومات البيانية و الخرائط و الجداول. سيتم تحليل هذه الأرقام و النسب و محاولة إيجاد علاقة بين التغير في مكونات الفراغ و التغير في انطباع المشاهد نحو المشهد صباحا و مساءا (هذا بالنسبة للستة مشاهد) مستخدما علم الإحصاء الاستدلالي. الذي يساعد على الاستدلال على وجود علاقات أو صفات معينة من دراسة عينه صغيرة. و من المقاييس الإحصائية التي يمكن الاستفادة منها في هذا البحث معاملات الارتباط Coefficient of Correlation و هو يساعد على معرفة وجود علاقة أو عدم وجود علاقة بين متغيرين و نوع و درجة هذه العلاقة و من ضمن معاملات الارتباط:

١) معامل ارتباط بيرسون ٣) معامل ارتباط التوافق ٥) معامل ارتباط الرتب

٢) معامل فاي ٤) معامل الاقتران ٦) اختبار مربع كاي (كا^{٢})

و بعد عرض معاملات الارتباط و جد أن معامل الارتباط المناسب لهذا البحث هو (معامل فاي)، حيث يستخدم هذا المعامل في قياس العلاقة بين متغيرين منفصلين، كلاهما ثنائي القيمة، بمعنى أن يكون أحد المتغيرين من نوع: تغير، لم يتغير، و المتغير الآخر من نفس النوع أيضا.[9] أي أنه هل تغير المكون (الحدود مثلا Edge) بين فترتي الصباح و المساء في المشهد الأول أم لم يتغير و من ناحية أخرى هل تغير الانطباع (اتساع أو ضيق الفراغ) أم لم يتغير و هكذا في كل مشهد

الانطباع / المكون	تغير	لم يتغير
تغير		
لم يتغير		

و للتيسير سيتم اختيار مكونين فقط و هما العناصر الملفتة للنظر و حدود الفراغ، حيث شهدا هذان المتغيران تغيرا ملحوظا بين فترتي الليل و النهار. و سيتم الحكم على المكونات أو الانطباعات التي تغيرت أم لم تتغير بناء على الإجابات الأكثر شويعا. و من المهم التأكيد بأن النتيجة التي قد يصل إليها هذا البحث من خلال هذه المعادلة يمكن اعتبارها مؤشرا يمكن الاستفادة منه و ليست حقيقة مؤكدة.

و بعد إجراء المعادلة و جد الآتي:

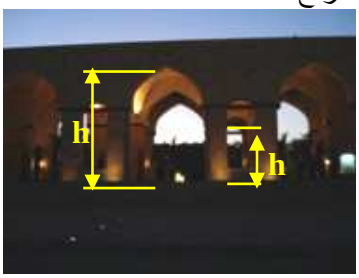
- وجود علاقة ارتباط قوي و طردي بين التغير في مكون الفراغ (الحدود) و تغير انطباع المشاهد نحو ضيق و اتساع الفراغ
- وجود علاقة ارتباط قوي و طردي بين التغير في مكون الفراغ (العنصر الملفت للنظر) و انطباع المشاهد نحو ضيق و اتساع الفراغ
- أما عن علاقة مكون الفراغ (العناصر الملفتة للنظر و الحدود) و الانطباعات الأخرى فلم يثبت وجود علاقة فيما بينهم

و مما سبق يمكن القول بأن التغير في حدود الفراغ و في العناصر الملفتة للنظر بين فترتي الصباح و المساء لهم تأثير كبير على انطباع المشاهد نحو عمق و سطحية المشهد.و من المهم وضع في الاعتبار أن ما يؤثر على انطباع المشاهد نحو المشهد ليس فقط تغير مكونات الفراغ و لكن طريقة إضاءة العناصر المشكلة لهذه المكونات أيضا (اتجاه الضوء- موقع تركيبة الإنارة بالنسبة لزاوية الرؤية- نوعية الإضاءة- شدة الإضاءة- و لون الضوء) و هو ما تم ذكره في الفصل التاسع من البحث.

[9] دكتور مدحت أبو النصر، ٢٠٠٤

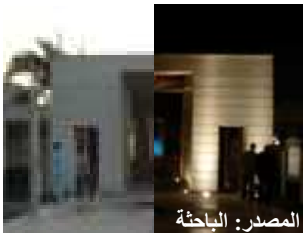
٦- النتـــــــائـج:

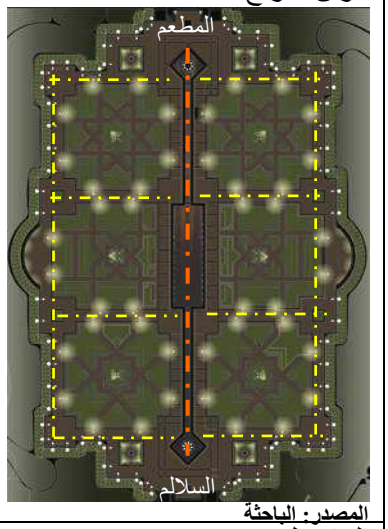
سيتم في هذا الجزء محاولة استخراج نتائج مستفيدا من الجزء النظري و التطبيقي بالبحث بهدف الإجابة على التساؤلات.

المشهد الأول	
مساحة الفراغ	إن مكونات الفراغ لم تتغير بين فترتي النهار و الليل و بالتالي فإن انطباع المشاهد كان واحدا بالنسبة للضيق و سطحية المشهد (الجزء التطبيقي من البحث)، إلا أن إخفاء الجزيرة الوسطى المزروعة وسط الظلام بدون إضاءة أكد ضيق المشهد في فترة الليل (Moyer,1992).
ارتفاع الفراغ 	إن واجهة البوابة ضخمة بالنسبة للفراغ الموجود أمامها، مما أعطى شعورا بأن ارتفاع الفراغ كبير في فترة النهار. و قد أكدت الإضاءة المتجهة إلى أعلى و الواقعة أمام الواجهة بالإضافة إلى الإضاءة المنبعثة من داخل المبنى (التي تقوم بإضاءة العقود) ارتفاع الفراغ. و لكن عدم تغطية كامل ارتفاع المبنى بالإضاءة ربما أعطى انطباعا للبعض بأن الفراغ أصبح ارتفاعه صغيرا في فترة الليل (علاء يوسف،٢٠٠٦).
اتزان الفراغ	قامت الإضاءة الليلية بالتأكيد على اتزان و تماثل الفراغ عن طريق توحيد اتجاه و نوعية و شدة و لون الإضاءة و موقع تركيبة الإنارة على جانبي محور التماثل (Moyer,1992)، إلا أن اتزان المشهد قد تأثر نتيجة Bollard التي تقوم بإضاءة مسارات الحركة و التي يبدو توزيعها غير منتظم نتيجة لأن الجزيرة الوسطى تقوم بإخفاء بعضها و إظهار البعض الأخر.
التفاصيل	

المشهد الثاني	
مساحة الفراغ المصدر: كمرة م/ فوزي الجزئرلي المصدر: الباحثة المصدر: الباحثة	قد أدى التغيير في مكونات الفراغ و بالأخص في حدود الفراغ إلى تغيير انطباع المشاهد نحو اتساع و ضيق المشهد، ففي فترة النهار كان الانطباع السائد هو الاتساع أما في فترة الليل فترك الهضبة المزروعة وسط الظلام بدون إضاءة مقابل شدة سطوع أعمدة الإنارة التي تحيط بالفراغ أدى إلى إعطاء انطباع بضيق المشهد(الجزء التطبيقي من البحث). أما عن العمق، فالفراغ مربع – طوله مثل عرضه – إلا أن الهضبة المزروعة التي تمثل خلفية المشهد تقوم بالتأكيد على عمق الفراغ في فترة النهار أما في فترة الليل فبالرغم من إخفاء الهضبة إلا أن معظم المشاهدين أعطوا انطباعا بأن المشهد يبدو عميقا و هذا يرجع إلى تعدد النقط الملفتة للنظر في فترة الليل (أعمدة الإنارة ثم النافورة ثم أعمدة الإنارة). الأولى ذات سطوع مرتفع نسبيا و الوسطى ذات سطوع منخفض نسبيا و الأخيرة ذات سطوع مرتفع نسبيا مما يعطي عمقا للمشهد (Moyer,1992).
ارتفاع الفراغ	يستمد المشهد بعده الثالث في فترة النهار من ارتفاع النخل و الهضبة المزروعة و أعمدة الإنارة و بالتالي يختلف انطباع المشاهد نحو المشهد فبعضهم يشير بأن الفراغ ارتفاعه كبير مستمدا انطباعه من الارتفاع الكبير للهضبة المزروعة و البعض الأخر بل و الأغلبية أعطوا انطباعا بأن الفراغ ذا ارتفاع صغير مستمدين انطباعهم من ارتفاع أعمدة الإنارة و النخل. أما في فترة الليل فإن أعمدة الإنارة شديدة السطوع و النخل المضاء باتجاه ضوء من أسفل إلى أعلى أعطت انطباعا بأن المشهد ذا ارتفاع صغير(علاء يوسف،٢٠٠٦).
اتزان الفراغ المصدر: كمرة م/ فوزي الجزئرلي	قامت الإضاءة الليلية بالتأكيد على اتزان و تماثل الفراغ عن طريق توحيد اتجاه و نوعية و شدة و لون الإضاءة و موقع تركيبة الإنارة على جانبي محور التماثل. بالإضافة إلى إضاءة العناصر المتكررة بالفراغ بطريقة منتظمة و موحدة(Moyer,1992).
التفاصيل	

المشهد الثالث	
مساحة الفراغ	قد تغيرت مكونات الفراغ بين فترتي النهار و الليل. فحدود الفراغ في فترة النهار كانت تتمثل في الزراعات و النباتات التي توجد بعد صفي النخل و أصبحت في فترة الليل تتمثل في صفي النخل. فبالرغم من التغيير في الحدود و التي قد تجعل المشهد يبدو أكثر ضيقا في فترة الليل، إلا أن إضاءة صفي النخل باستخدام لون ضوء بارد و متجه إلى أعلى و ذي سطوع مرتفع نسبيا، مختلف عن لون إضاءة أرضية المسار الدافئة و ذي سطوع أقل نسبيا و المتجهة من أعلى إلى أسفل، جعل المشهد يبدو متسعا في فترة الليل. فإن الاختلاف في المتغيرات الخمس بين مستويات الفراغ المختلفة تميز كل مستوى عن الأخر مما يعطي اتساعا للمشهد (Yearbook,2004). أما عن العمق فتقوم أعمدة الإنارة و النخل بالتأكيد على عمق الفراغ و كذلك في فترتي النهار و الليل.
ارتفاع الفراغ	أعطى المشهد النهاري انطباعا بأن ارتفاعه صغير مستمد هذا الانطباع من ارتفاع أعمدة الإنارة و النخل الواقعين على جانبي المسار، و قد قامت أعمدة الإنارة ذات الإضاءة الغامرة و النخل المضاء من أسفل إلى أعلى بتأكيد هذا الانطباع في فترة الليل(علاء يوسف،٢٠٠٦).
اتزان الفراغ	قامت الإضاءة الليلية بالتأكيد على اتزان و تماثل الفراغ عن طريق توحيد اتجاه و نوعية و شدة و لون الإضاءة و موقع تركيبة الإنارة على جانبي محور التماثل(Moyer,1992).
التفاصيل	

المشهد الرابع	
مساحة الفراغ 	التغيير في مكونات الفراغ و بالأخص في حدود الفراغ التي أصبحت تتمثل في أعمدة الإنارة في فترة الليل بدلا من السور المزروع في فترة النهار أعطى انطباعا بأن المشهد ضيق(الجزء التطبيقي من البحث). أما عن عمق الفراغ ففي فترة الصباح قامت النفورات الثلاث و واجهة المطعم و التي تمثل أربعة مستويات أو عناصر ملفتة للنظر على طول المسار بتأكيد عمق المسار، هذا و بالإضافة إلى تكرار أعمدة الإنارة أيضا. أما في فترة الليل فعدم إضاءة النفورات و التأكيد عليها قد أثرت على انطباع المشاهد نحو المشهد فأصبح البعض يراه فراغا سطحيا، و لكن ظل الانطباع الغالب للمشهد الليلي هو العمق و هذا بسبب أعمدة الإنارة المضاءة و سطوع خلفية المشهد و التي تتمثل في واجهة المطعم (Moyer,1992).
ارتفاع الفراغ	أعطى السور المزروع القصير الذي يحدد المشهد انطباعا بأن ارتفاع الفراغ صغير و هذا في فترة النهار. و لكن بعد إخفاء هذا السور وسط الظلام في فترة الليل مقابل التأكيد على أعمدة الإنارة المحيطة بالمسار شديدة السطوع بالإضافة لواجهة المطعم المضاءة جعل المشهد يبدو ارتفاعه متوسطا (علاء يوسف،٢٠٠٦).
اتزان الفراغ	قامت الإضاءة الليلية بالتأكيد على اتزان و تماثل الفراغ عن طريق توحيد اتجاه و نوعية و شدة و لون الإضاءة و موقع تركيبة الإنارة على جانبي محور التماثل (Moyer,1992).
التفاصيل  	قد قامت الإضاءة المتجهة من أسفل إلى أعلى و تركيبات الإنارة الواقعة أمام الواجهة مباشرة بخلق تأثير "الإضاءة المماسية" و التأكيد على ملمس و تفاصيل الواجهة، و قام لون الضوء الدافئ بإبراز لون الواجهة الأبيض المائل إلى الأصفر (Moyer,1992).

المشهد الخامس	
مساحة الفراغ المصدر: كمرة م/ فوزي الجزار لي المصدر: الباحثة	نظرا لوجود الفراغ في منطقة مرتفعة عن ما حوله و لقلة ارتفاع السور المزروع الذي يحده فإن المشهد أعطى انطباعا بأنه واسع. و قد قامت الإضاءة التوكيدية ذات الارتفاع المنخفض بتأكيد هذا الانطباع. أما عن عمق المشهد، فهو يبدو عميقا أثناء فترة النهار، فقد قامت النافورة ثم المجرى المائي الطويل وصولا إلى واجهة المطعم بتأكيد هذا الانطباع. أما في فترة الليل فقد تم ترك النفورة و المجرى المائي مظلما مما أعطى للبعض انطباعا بأن المشهد أصبح سطحيا، إلا أنه يوجد رأي أخر بل هو رأي الأغلبية، و هو أن المشهد ظل عميقا أثناء فترة الليل، مستمدين هذا الانطباع من شدة سطوع خلفية المشهد و المتمثلة في واجهة المطعم، و التي تم إضاءتها من الداخل أي وضع تركيبات الإنارة خلف الواجهة و ترك الواجهة شبه مظلمة مما أكد عمق المشهد، هذا و بالإضافة إلى وحدات الإضاءة المتكررة على طول المسار الرئيس (Moyer,1992).
ارتفاع الفراغ	كان الانطباع السائد نحو ارتفاع الفراغ أنه صغير و هو انطباع مستمد من معظم عناصر الفراغ ذات الارتفاع الصغير و لكن ارتفاع واجهة المطعم ربما أعطت انطباعا بأن الفراغ ارتفاعه كبير. و هو الحال بالنسبة لفترة الليل فتركيبات الإنارة ذات الارتفاع القصير أكدت على انطباع قلة ارتفاع الفراغ و الواجهة المضاءة أوحت للبعض بأن الفراغ ارتفاعه كبير (Whitehead, 2001).
اتزان الفراغ  المصدر: الباحثة	يبدو الفراغ أثناء فترة النهار متماثلا و منتظما و متزنا إلا أنه في فترة الليل حدث تذبذب كبير في أراء المشاهدين. هل هو مشهد متماثل و متزن أم لا؟ و يرجع ذلك إلى عدم إضاءة المجرى المائي الذي يؤكد تماثل المشهد. بالإضافة إلى أن إضاءة مسارات الحركة الرئيسي منها و الثانوي بطريقة واحدة (شدة و لون و اتجاه و نوعية الإضاءة و موقع تركيبة الإنارة ثابتة) مما جعل المشهد مشوشا غير منتظم فلم يستطع المشاهد تمييز المسار الرئيسي من المسارات الأخرى بسهولة. فبالرغم من أنه يطلق على هذا المكان اسم الحديقة الهندسية إلا أنها تفقد هندسيتها و نظامها أثناء فترة الليل.
التفاصيل	.

المشهد السادس	
مساحة الفراغ المصدر: الباحثة	إنه فراغ محدود و صغير، يبدو ضيقا و سطحيا في المشهدين النهاري و المسائي. فبالرغم من أن الحدود قد تغيرت في فترة الليل و من اختفاء البرجولة الخشب وسط الظلام مما قد يؤدي إلى الشعور بأن المشهد أصبح أكثر سطحيا و ضيقا من فترة النهار إلا أن الاختلاف في شدة الإضاءة و لون و نوعية الإضاءة و اتجاه الضوء أي طريقة إضاءة مكونات المشهد أو مستويات المشهد المختلفة جعلت الفراغ يبدو لبعض المشاهدين عميقا و واسعا (Moyer,1992; Yearbook,2004).
ارتفاع الفراغ	إن البرجولة الخشب و السور المزروع و النخل هي التي تعطي البعد الثالث للمشهد، ففي الصباح يبدو ارتفاع المشهد متوسطا و لكن في فترة الليل أدت إضاءة النخل من أسفل إلى أعلى مقابل عدم إضاءة السور المزروع و البرجولة بطريقة محسوسة و مرئية إلى إعطاء انطباع بأن المشهد ارتفاعه كبير(علاء يوسف،٢٠٠٦).
اتزان الفراغ	قامت الإضاءة الليلية بالتأكيد على اتزان و تماثل الفراغ عن طريق توحيد اتجاه و نوعية و شدة و لون الإضاءة و موقع تركيبة الإنارة على جانبي محور التماثل (Moyer,1992).
التفاصيل المصدر: الباحثة	قد قامت الإضاءة المتجهة من أسفل إلى أعلى و تركيبات الإنارة الواقعة أمام النخل مباشرة بخلق تأثير "الإضاءة المماسية" و التأكيد على ملمس جذع النخل الذي ربما لا يكون واضحا أثناء فترة النهار، و قام لون الضوء البارد بإبراز لون الجذع الأبيض (Moyer,1992).

٧- خلاصة النتائج

ومما سبق يكون البحث قد حقق الهدف منه و أجاب على التساؤلات و أثبت أنه يوجد علاقة بين المتغيرات الثلاثة:

١. مكونات أو أجزاء الفراغ (متغير مستقل)
٢. العناصر المشكلة لمكونات أو أجزاء الفراغ (متغير مستقل)
٣. انطباع المشاهد نحو المشهد (متغير تابع)

فمن خلال الدراسة التطبيقية تم استنباط أن مكونات أو أجزاء المشهد كما ذكرت Catherine Dee و التي تتمثل في الفراغ و النقطة الملفتة للنظر و حدود الفراغ و المسارات و مدخل الفراغ قد يحدث بها تغير أثناء فترة الليل حيث يمكن أن يكون العنصر المرئي أثناء فترة النهار قد تم تركه وسط الظلام أثناء فترة الليل أو أن مظهر المكون قد تغير عن مظهره أثناء فترة النهار نتيجة لاختلاف طريقة إضاءته (خلاصة الفصل التاسع، تغير مظهر العنصر و بالتالي يتغير دوره بالفراغ) مما قد يؤدي إلي تغير انطباع المشاهد نحو المشهد. أما عن العلاقة بين تغير مكونات الفراغ و تغير انطباع المشاهد نحو المشهد فقد أثبتت الدراسة التطبيقية أيضا وجود علاقة بينهم أي أنه إذا تغيرت مكونات الفراغ بين الصباح و المساء يتغير انطباع المشاهد.

أما عن العناصر المشكلة لأجزاء الفراغ، فبناء على ما ورد بالجزء النظري أنه يوجد خمسة متغيرات تؤثر على مظهر هذه العناصر في فترة الليل و هي:

١. اتجاه الضوء يؤثر على مظهر ارتفاع و تفاصيل العنصر.
٢. موقع تركيبة الإنارة توثر على مظهر تفاصل العنصر، كما تؤثر على أبعاد المشهد.
٣. نوعية الضوء تؤثر على إظهار شكل و ملمس و تفاصيل العنصر
٤. شدة الإضاءة (السطوع) تؤثر على مظهر العنصر و ترتيبه في الفراغ
٥. لون الضوء يؤثر على مظهر العنصر و ترتيبه في الفراغ

كما تؤثر هذه المتغيرات الخمسة أيضا على جو المشهد و خلق المؤثرات الضوئية اللانهائية للعنصر الواحد مما يجعل الفراغ عبارة عن لوحة فنية مبدعة أثناء فترة الليل. كما أن استخدام أكثر من اتجاه ضوء أو لون ضوء أو شدة إضاءة .....الخ عند إضاءة مستويات الفراغ المختلفة يعطي عمقا للمشهد و يؤكد على بعده. و بالتالي فإن المتغيرات الخمسة مسئولة عن تغير مظهر عناصر الفراغ و بالتالي على مظهر الفراغ ككل و من ثم على انطباع المشاهد نحو المشهد.

كما يمكن أيضا القول، أن التغير في مكونات الفراغ قد يكون هو العامل الأكثر تأثيرا على انطباع المشاهد نحو مساحة و حجم الفراغ أما عن الانطباع الخاص بارتفاع الفراغ أو اتزان الفراغ فإن طريقة إضاءة عناصره هي العامل الأكثر تأثيرا.

و من هنا يمكن القول أن ما يؤثر على انطباع المشاهد نحو المشهد أو الفراغ هو:

١) التغيير في مكونات الفراغ أثناء فترة الليل.

٢) تأثير المتغيرات الخمسة على مظهر العناصر التي تشكل مكونات الفراغ.

التوصيـــــــــــــات

من خلال ما ورد في البحث، عن مجال تصميم الإضاءة و أهميته تم استخلاص بعض التوصيات و هي كالآتي:

١) الاهتمام بمجال تصميم الإضاءة:

- توفير مناهج رسمية تدرس علم تصميم الإضاءة في الجامعات و التي تؤهل للحصول على شهادة معتمدة في هذا المجال. على أن تهتم هذه المناهج بالنواحي الفنية (الخاصة بتنمية المهارات الإبداعية) و العلمية (الخاصة بالحقائق التقنية و النظرية) على حد سواء.
- سن قوانين و تشريعات و عمل كود يتحكم في جودة منتج التصميم.
- توفير شهادات و تراخيص لمزاولي مهنة "تصميم الإضاءة" و هذا لضمان كفاءتهم.
- تشجيع إنشاء جمعيات أهلية أو حكومية تهتم بمجال تصميم الإضاءة و بانجازات مصممي الإضاءة و نشرها في مجلات علمية مما يوسع مجال المعرفة و يساهم في تقدم و انتشار هذا التخصص و توضيح مدى أهميته.

٢) مشروع تصميم الإضاءة الخاصة بالفراغات الخارجية:

- من المهم أن يدرس مصمم الإضاءة المشروع جيدا و أن يلتقي بأعضاء فريق العمل و بالعميل و مستخدمي الفراغ و هذا بهدف دراسة احتياجاتهم و أفكارهم و أهدافهم.
- من المهم تحديد الفكرة التصميمية و أخذ الموافقة عليها قبل البدء في الرسومات التنفيذية.
- يقوم مصمم الإضاءة بمتابعة المشروع أثناء مراحل التنفيذ المختلفة حتى يكون حاضرا في حالة حدوث أي مشكله بالموقع، مثل عدم العصور على نوع تركيبة الإنارة أو المصباح المحدد بالمواصفات، فعلى مصمم الإضاءة التعرف على البدائل ليختار البديل الذي يناسبه لتحقيق التأثير الضوئي المطلوب.
- لضمان الوصول إلى التأثير الضوئي المطلوب يقوم مصمم الإضاءة بزيارة الموقع في فترة الليل بعد وضع تركيبات الإنارة في أماكنها و لكن قبل أن تثبت بطريقة نهائية. و هذا لعمل التعديلات اللازمة في اتجاه و موقع تركيبة الإنارة بل و ممكن أن يقوم بتغييرها أو تغيير نوع المصباح أو إضافة أو تغيير العدسات أو الفلاتر المستخدمة، يصل مصمم الإضاءة للتأثير الضوئي المطلوب. ثم يتم بعد ذلك تثبيت تركيبات الإنارة بصورة نهائية و عمل رسومات As Built.
- يجب على مصمم الإضاءة الاهتمام بأعمال الصيانة و المتابعة. فإن مظهر الفراغ الخارجي المضاء ليلا مهدد دائما بتدهور حالته أثناء فترة الليل. نتيجة لسوء صيانته مما يضر بالتصميم. لذا فمن المهم أن يقوم مصمم الإضاءة بمساعدة المالك و توفير الدليل و الرسومات اللازمة له للقيام بأعمال الصيانة بل و ممكن أن يقوم بعمل عقد بينه و بين المالك ليقوم هو بأعمال المتابعة و الصيانة حتى يضمن نجاح التصميم أطول فترة ممكنة.
- عمل رسومات للتخطيط المستقبلي لإضاءة الفراغ. لأن الفراغ الخارجي دائم التغير نتيجة لنمو النباتات أو لكونه مشروعا ينفذ على مراحل، فهذا التخطيط المستقبلي يمد المشروع بالتوصيلات اللازمة و يجنبه أية تكسيرات تجرى بالموقع في المستقبل.

٣) **توفير الإضاءة اللازمة:**

- توفير شدة إضاءة كافية تسمح بالرؤية بوضوح و سهولة دون تعب أو إجهاد للعين.
- لا يجب عمل التصميم مستندا على شدة الإضاءة لأنها لا تأخذ في الاعتبار طبيعة أسطح المواد العاكسة و التي يقع عليها الضوء. فإن شدة الإضاءة لا توفر النطاق اللازم للوصول لتأثير السطوع. لذلك فإن نسبة النصوع هو العنصر الفعال لتصميم الإضاءة. إن النصوع هو ما تراه العين إلا أننا احتفظنا باستعمال قيم شدة الإضاءة للأسباب الآتية:
  - من السهل نسبيا قياس و حساب شدة الإضاءة.
  - شيد مهندسو الإضاءة جداول شدة الاستضاءة واضعين في اعتبارهم تغير طبيعة و لون المواد التي يتم عادة العمل بها.
  - توجد علاقة رياضية بين كل من قيمتي شدة الإضاءة و النصوع، فيمكن بسهولة تحويل إحدى القيمتين إلى الأخرى.[١]
- تجنب التباينات الشديدة للظل و النور و ما ينتج عنه من تباين قوى لقيم النصوع. فيجب مراعاة توفير الانتقال المتدرج بين الظل و النور.
- تجنب إبهار العين و هذا عن طريق:
  - استخدام التغييرات المثيرة في مستوى السطوع بحذر لتقليل أو إزالة مضايقة و إرهاق العين.
  - تزويد مستويات انتقالية (تدريجية) للضوء في مناطق الفاصلة بين الفراغات الداخلية و الخارجية التي تقلل التباين في سطوع.
  - توفير مستويات سطوع متزن في الفراغات الخارجية، التي تسمح للعين بالتحرك خلال الفراغ دون التغيير المستمر في فتحة القزحية.
  - توفير مستويات من الإضاءة الثابتة على طول مسارات الحركة لراحة للمستخدم و تقليل الإرهاق. فبرك الضوء المبعثرة، تشتت العين و تسبب تغيير في حجم فتحة القزحية.
  - التحكم في الإضاءة الصادرة من تركيبات الإنارة، لتقليل التباين المزعج و توجيه الانتباه للمؤثرات الضوئية بدلا من مصادر الإضاءة.[٢]
  - يفضل أن يكون انعكاس الجسم للضوء أكبر من الخلفية
  - عدم وضع مصادر الضوء في مجال الرؤية.
- تحديد معايير تصميمية خاصة لكبار السن:
  - تقليل التباين الشديد في السطوع بين فراغين متتاليين أو في مستويات الفراغ المختلفة.
  - زيادة شدة الإضاءة في الفراغات الخارجية الخاصة بكبار السن للتغلب على الغيامة الناتجة من ماء العين أو السحابة.

---

[1] يحيي حمودة، ١٩٩٨، ص١١٠

[2] Janet Lennox Moyer, 1992,p.18.

- يجب أن تكون تركيبات الإنارة بعيدة عن خط النظر.
- تحقيق مستويات من السطوع منتظمة نسبيا.
- تزويد تركيبات الإنارة بعدسات تقوم على الحد من الأشعة فوق البنفسجية المتسببة في حدوث ماء العين (cataract).[٣]

٤) لون الضوء:

بما أن في الرؤية الليلية تكون عين الإنسان أكثر حساسية للون الأزرق المائل للأخضر و أن لون ضوء القمر و ضوء النجوم فضي (بارد)، فيفضل إعطاء تأثير طبيعي للحديقة بإضاءتها بلون ضوء أزرق مائلا إلى الأخضر (بارد). و لكن نفسيا، ينجذب الإنسان إلى الإضاءة الساخنة للقيام بالأنشطة المختلفة (الراحة أو الأكل أو التحدث مع الأصدقاء) و بالتالي يجب أن تحتوي الحديقة على نوعين من الإضاءة. الباردة لإضاءة المناطق الخضراء التي يراها الناس من بعيد أما الدافئة فلإضاءة المناطق التي تزاول بها النشاطات المختلفة.

٥) الإضاءة و الكائنات الحية:

يجب على مصمم الإضاءة عند القيام بإضاءة منطقة ما تحتوي على كائنات حية مراعاة خصائص هذه الكائنات و ما إذا كانت ستقدر أن تتحمل الإضاءة و ما تنتجه من حرارة أم لا. فقد تضر الإضاءة بالنباتات و الكائنات الحية الموجودة بالمسطحات المائية.

٦) التدرج البصري و النقطة المركزية:

- إن التدرج في مستويات السطوع بين الأقل شدة إلى الأكثر شدة يجذب نظر المشاهد داخل الفراغ و يشجعه على الدخول.
- من المفضل عمل كباري ضوئية تربط بين النقط المركزية المختلفة حتى تكون حركة العين سلسة من نقطة إلى أخرى.
- من المفضل أن يكون عدد العناصر الملفتة للانتباه بالفراغ الواحد رقما فرديا (ثلاثة) مما يعطي ثباتا للمشهد.

٧) التقنيات الحديثة:

- يجب على مصمم الإضاءة التعرف على التقنيات الحديثة المستخدمة في إضاءة الفراغات الخارجية و يكون على علم بكل ما هو جديد في هذا المجال بهدف الاستعانة بهذه التقنيات في تصميم الإضاءة.
- يجب على مصمم الإضاءة التعرف على المعلومات الفنية الخاصة بالمصابيح الكهربية و تركيبات الإنارة و ذلك بهدف التعرف على إمكانيات الإضاءة اللا محدودة في خلق التأثيرات الضوئية المختلفة.
- اختيار تركيبات الإنارة الصالحة لتركيبها في المكان المتوفر لها حتى لا تكون مرئية، مع وضع حجمها في الاعتبار أثناء عمل الرسومات التنفيذية.
- لا يجب أن تسبب تركيبة الإنارة أي أذى للعناصر التي تقوم بإضاءته سواء من الحرارة التي تصدرها أو عن طريق التكسير بالعنصر لتثبيتها (خاصة بالنسبة للمباني الأثرية و ذات القيمة)

[3] Gary Steffy, 2002, p18

- تركيبات الإنارة الظاهرة بالمشروع يجب أن تتماشى مع طابع و طراز و جو الفراغ.
- الاستعانة بالمؤثرات الضوئية الحديثة مثل الليزر و الهلوجراف في إضاءة الفراغات الخارجية.
- يجب على مصمم الإضاءة التعرف على وسائل التحكم المختلفة، البسيطة و المعقدة لاستغلالها في عملية التصميم، و التغيير من مظهر الفراغ قي الأوقات المختلفة من اليوم أو الشهر أو السنة.
- من المهم استخدام التقنيات التي توفر في الطاقة و تؤدي الهدف. مثل الطاقة الشمسية.
- من المهم أن يقوم مصمم الإضاءة باستخدام كل من طرق التقييم النوعي و الكمي عند القيام بتصميم إضاءة مشروع ما و هذا لضمان نجاح المشروع من الناحية الوظيفية و الجمالية.

٨) إضاءة عناصر و مكونات الفراغ:

- ينصح بإضاءة عناصر الفراغ المختلفة تبعا لنوعها و خصائصها و حجمها و موقعها و السياق التي توجد به و دورها في التكوين و أهميته و مظهره أثناء فترة النهار و جو الفراغ.
- إضاءة العنصر باستخدام المتغيرات الخمس بدقة و حذر حتى لا يحدث ضرر بمظهر العنصر.
- ينصح بالتنوع في اتجاه الضوء و موقع تركيبات الإنارة و نوعية الإضاءة و لون الضوء و شدة الإضاءة في المشهد الواحد مما يحقق التدرج البصري و يزيد من عمق المشهد.
- الحذر عند استخدام تشكيلات الظل و النور حتى لا تتكون الظلال بصورة كثيفة تشوش المنظر.
- لخلق تأثيرات ضوئية ناجحة، لابد من إخفاء مصادر الإضاءة حتى لا تفسد التأثير.
- إضاءة عناصر الفراغ بما يتناسب مع مستويات الاستضاءة المقترحة من قبل المتخصصين.
- الاهتمام باستخدام المتغيرات الخمس في خلق المؤثرات الضوئية المختلفة و المبدعة لعناصر الفراغ.
- استخدام عدد معقول من تركيبات الإنارة تبعا لحجم العنصر لعدم تكوين الظلال الكثيف به أو ترك جزء منه مظلما مما يضر بمظهره.
- إضاءة العنصر بطريقة تجسده و تؤكد على شكله حتى لا يبدو سطحيا.
- بالنسبة للون الضوء فيرعى أن يكون ملائما للون العنصر إلا إذا كان الغرض إظهاره بمظهر غي طبيعي.
- من المهم أن تتناسب شدة إضاءة العنصر مع المسافة التي سيرى من خلالها.
- يجب الاهتمام بإضاءة عناصر الفراغ بما أنها أحد العوامل التي تؤثر على انطباع المشاهد نحو المشهد
- إن التغيير في مكونات الفراغ هي أحد العوامل التي تؤثر على انطباع المشاهد نحو المشهد لذا فمن المهم تحديد مكونات الفراغ و العناصر التي تشكلها أثناء فترة النهار ثم اختيار إما الإبقاء على مكونات الفراغ كما هي أم تغييرها أثناء فترة الليل.
- إن مفتاح تصميم إضاءة الفراغ الخارجي ليلا يتلخص في نقطتين على مصمم الإضاءة مراعاتهما أثناء التصميم و هم، مكونات الفراغ و مظهر العناصر التي تشكل هذه المكونات.

الأبحـــــــــــــاث المستقبلية:

١) عمل دراسة عن أهم المعايير الخاصة بالإضاءة الليلية بالنسبة للمدن الكبيرة. بما تحتويه من مبان مهمة (يجب التعامل معها بما يتناسب مع أهميتها) و مبان أقل أهمية وشوارع و ساحات و مناطق سكنية و أخرى تجارية. و تشمل هذه المعايير، شدة الإضاءة المناسبة و لون الضوء .....الخ الذي يتناسب مع أهمية كل عنصر (فالمباني المهمة مثلا تكون مضاءة بطريقة مميزة عن إضاءة المباني المحيطة بها و لكن ذات أهمية أقل).

٢) دراسة تأثير الإضاءة على جو الفراغ و درجة حرارته و صوته.

٣) عمل مقارنة بين تأثير ضوء الشمس على مظهر الفراغ الخارجي نهارا و تأثير الإضاءة الصناعية عليه مساءا.

٤) دراسة أحدث التقنيات في مجال الإضاءة مثل الليزر و الهولوجراف

٥) دراسة استخدام الصورة التخيلية Virtual Reality في تقييم الإضاءة الليلية للفراغات الخارجية.

٦) كيفية تحسن أداء الإنسان بالفراغ الخارجي ليلا باستخدام الإضاءة الصناعية مع اختيار فئة معينة مثل كبار السن.

٧) عمل موازنة بين اقتصاديات المشروع و تكاليف إضاءته.

٨) صيانة الفراغات الخارجية

المراجـــــــــــع

المراجـــــــع العربيـــــة

الكتـــــــب

١) دكتور يحيي حمودة **"الإضاءة داخل المباني"** ---------- ، ١٩٩٨.

٢) دكتور آسر زكي و دكتور حسن الكمشوشي **"الإضـــــاءة"** منشأة المعارف بالإسكندرية، مصر،٢٠٠٤.

٣) دكتور مدحت أبو النصر **"قواعد و مراحل البحث العلمي** – دليل إرشادي في كتابة البحوث و إعداد رسائل الماجستير و الدكتوراه" مجموعة النيل العربية، ٢٠٠٤.

الرســـــائل العملية

١) أحمد محمد رأفت المسلمي **"دور الإضاءة في إبراز القيم الوظيفية و الجمالية للتصميمي الداخلي"** رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، ٢٠٠٠.

٢) نبيل محمود عبد العظيم **" تصميم و تأثيث الحدائق الداخلية و ارتباطها بالعمارة الحديثة"** رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، ١٩٨٣.

٣) مها محمد إمام حلبي **"تأثيث و تنسيق الميادين العامة بما يلاءم البيئة المصرية"** رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، ١٩٩٤.

٤) علاء الدين يوسف أحمد **" تأثير الإضاءة الليلية على التشكيل العمراني"** رسالة دكتوراه، كلية التخطيط الإقليمي وعمراني جامعة القاهرة، ٢٠٠٦.

الدوريـــــات

١) مجلة تصميم **"حديقة الأزهر- القاهرة"** العدد، مارس ٢٠٠٥.

٢) البناء **"فن إضاءة الأماكن العامة لدى لويس كلير"** العدد ١٢٤، ديسمبر ٢٠٠٠.

المؤتمرات و المحاضرات

١) مندوبين من شركة فليبس العالمية للإضاءة **"إضاءة و تجميل المدن"** مؤتمر انتربيلد الحادي عشر، القاهرة، ٢٠٠٤.

English References

Books

1) Gary,R,Steffy , IES , IALD . **''Architectural Lighting Design''** , Van Nostrand Reinhold Company , New York ,1990.

2) Gary ,R , Steffy . **''Architectural Lighting Design''**.Jon Wiley & Sons, Inc. New York , 2 nd ed , 2002.

3) Janet Turner "Lighting In Outdoor Space " , Copyright Roto Vision SA , Switzerland , 1998 .

4) **Paris En 4 Jours** , A. LECONTE – EDITEUR , Italy.

5) Elizabeth Wilhide **''Lighting creative planning for successful lighting solutions** " Ryland Peters & Small , London , 1998.

6) Janet Lennox Moyer , I.E.S. , A.S.I.D.," **The Landscape Lighting Book ''**, John Wiley & Sons , INC. , New York , 1992 .

7**)** Philips Lighting **,'' Lighting Manual '',** Philips Lighting , B.V. , Netherlands , 5 th ed , 1993 .

8) Lou Michel ,**'' Light** : **The Shape Of Space Designin**g **With Space and Light** " Van Nostrand Reinhold ,United States Of America ,1996.

9) Randall Whitehead , **''The Art Of Outdoorlighting** " ,Rockport Publishers ,INC ., United States of America , 2001**.**

10**)** Dr. Walter Köhler **,''Lighting In Architecture '',** Reinhold Publishing Corporation , New York , English translation , 1956 .

11) S.T.Henderson and A.M. Marsden , " **Lamps and Lighting** " , Edward Arnold , London , first published 1966 .

12) J.W.Thompson and Kim Sorving ,**'' Sustainable Land scape Construction** " , Island Press , United States of America , 2000 .

13) Jan Orchard , **'' Lighting For A Beautiful Home** " Merehurst Limited , London 1988.

14) Jhon Brookes ," **G arden Design Book ''** Dorling Kindersley , London ,1991.

15) Charles .W .Hanis & Nicholas .T. Dines " **Time –Saver Standards For Landscape Architecture ''**, **,** Mc Graw-Hill , United State Of America ,2 nd ed ,1998 .

16) Randell Whitehead , " **Residential Lighting** " , Rockport publishers , INC United States Of America , 1993.

17) Olwen C.Marlowe, " **Outdoor Design** ", Crosby Lockwood Staples, London ,1977.

18) Sunset Books , **'' Home Lighting** " ,Sunset Publishing Corporation , California 1988 ,1982 .

19) Harvey M. Rubenstein, **''A Guide To Site and Environmental Planning** " , John Wiley & Sons , INC. , New York , 2 nd ed ,1980 .

20) Harvey M. Rubenstein , " A **Guide To Site Planning and Landscape Construction '' ,** John Wiley & Sons , INC. , New York , 4 th ed ,1996 .

21) Testsuro Yoshida , **'' Gardens Of Japan** " , F .A . Praeger , 1957.

22) Wanda Jankouski , " **The Best Of Lighting Design '' ,** PBC International **,** INC **,**1987**.**

23) Johanna Gibbons &Terry Milne , " **U rban Streetscapes** " , Oxford , BSP Professional Books , London ,1991 .

24) Derek Phillips , " **Lighting Modern Buildings** " , Architectural Press Oxford, 2000 .

25) Jill Entwistle & Keith Lovegrove ," **Design With Light Hotel ''** , Roto Vision S.A , Switzerland , 2000**.**

26) Derek Philips " **Planning Your Lighting** " , a Design Center Book , London , 1976 .

27) Myrtle Fahsbender , **'' Residential Lighting** " , D. Van Nostrand Company ; INC , New York , 1947 .

28) Marc Gaillard , **'' La Tour Eiffel** " , Flammarion , Paris , 2002.

29) Jeremy Myerson , " **Better Lighting** " , Octopus Conran , London , 1985 .

30) William M C .Lam & Christopher Hugh Ripman " **Perception And Lighting** " Van Nostrand Reinhold , United States of America , 1992 .

31) Cliff Tandy Fila & Aria and otheres , " **Handbook Of Urban Landscape** " , The Architectural Press , London , 1972 .

32) Philips International Lighting Contest " **Contemporary Lighting**", Center Publishing Company , Eindhoven , Netherlands , 1963.

33) Marc Schiler , **''Simplified Design Of Building Lighting '' ,** John Wiley & Sons , INC. , New York , 1992 .

34) Catherine Dee , " **Form And Fabric In Landscape Architecture** ", Spon Press, Taylor & Francis Group , London And New York , 2001 .

35) Lee Watson , " **Lighting Design Handbook** " , McGraw-Hill, Inc , New York, 1990.

36) Richard M. Cartwright , " **The Design Of Urban Space '',** The Architectural Press . Ltd , London , 1980 .

37-Marietta S. Millet " **Light Revealing Architecture** " Van Nostrand Reinhold , United States of America , 1996 .

38) Carl Gardner & Raphael " **Light Re-interpreting Architecture** " ArotoVision SA, Switzerland, 2001.

39) Peter Tregenza and David Loe "**The Design of Lighting**" E & FN Spon, London, 1998.

40) Ulrike Brandi & Christoph Geissmar-Brandi "**Lightbook- The Practice of Lighting Design**" Birkhauser, 2001.

41) Russell P. Leslie & Paula A. Rodgers "**The Outdoor Lighting Pattern Book**" Rensselaer Polytechnic Institute, United States of America, 1996.

42) Andrew-Alpern, AIA "**Handbook of Specialty Elements in Architecture**" McGraw-Hill Book Company, United States of America, 1982.

Journals & Magazines

1) "**International Lighting Review**", Philips Lighting, luminaries Group, The Netherlands, Yearbook 2004.

2) "**Philips Catalogue 2004-2005**", Philips Lighting, Italy.

3) Russell P. Leslie "**A Simple Cost Estimation Technique for Improving the Appearance and Security of Outdoor Lighting Installations**" Building and Environment, Vol.33,Elsevier Science Ltd, 1998.

4) Insiya Shakir & Ndarajah Nrendran "White LEDs in Landscape Lighting Application, Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute.

Internet Communications

1) "**Renewed Interest in Induction Lamp Technology**"
www.imsasafety.org/journal/sepoct04/7.pdf

2) "**Lighting a Legend**"
www.lampsandgear.com

3) "**Outdoor Newsletter**" – November 2003 – July 2004 – November 2004
www.lighting.philips.com/uk

4) "**Recessed step light**"
www.prescolite.com

5) "**Virginia Outdoor Lighting Taskfore**"
www.volt.org/

6) "**Fiber Optic Lighting Systems**"
www.lighting.philips.com/uk

7) "**The GlareBuster**"

www.theglarebuster.com/

8) "**Hologram and Holography**"

www.tietomaa.fi/pdf/hologrammi_eng.pdf

9) "**Imaging in 3D with Holographic Optical Elements**"

www.adavancedphotonic.com

10) "**Induction Lamps Installations at Kowloon Bay Indoor Games Hall**"

www.emsd.gov.hk/emsd/e_download/pee/induction%20lamps%20at%20kbigh.pdf

11) "**IALD**"

www.iald.org

12) "**Moonlight Design**"

www.moonlightdesign.co.uk/

13) "**Improvement of Accuracy in Lighting Simulation by Flux Transfer Method**"

www.ibpsa.org/proceedings/bs1999/bs99_pb-02.pdf

14) "**Salle Immersive, Le Corbusier**"

www.cstb.fr

15) "**laseronics Design Interstellar**"

www.laseronics.com

16) "**Landscape lighting**"

www.lumileds.com

17) "**Ray Tracing**"

www.siggraph.org/education/materials/hypergraph/raytrace/rtrace0.htm

18) "**Recommended Lighting Levels for Exterior Lighting**"

www.darksky.org/infoshts/is077.html

19) "**How Can a Diode Produce Light?**"

www.electronics.howstuffworks.com

20) "**Lighting Design Lab**"

www.lightingdesignlab.com

21) "**الضوء**"

www.rowadal-islam.com

22) "**إشعاع الجسم الأسود**"

www.phy4all.net/mohadrat/lesson%201.htm

23) "**الألوان**"

www.almosamem.net/design/colors-2.php

الملاحـــــــــق

الملحق (١)

قانون التربيع العكسي و قانون لامبرت (Lambert) للاستضاءة:

إن العلاقة بين الشدة الضيائية **I** و شدة الاستضاءة **E** بالنسبة لتغير المسافة بين مصدر الضوء و السطح المضاء تعتمد على قانون التربيع العكسي للمسافة.

نفرض أن لدينا منبع ضوء له تدفق ضيائي φ و مركز عند النقطة P (شكل رقم ١) و لنفرض أيضا وجود كرتان نصف قطرهما a و b و مركزهما هي النقطة P و أن المساحتين المحصورتين بين هاتين الكرتين و مخروط له زاوية رأس صلبة Ω و رأسه عند النقطة P هما S_1, S_2.

و حيث أن التدفق الضيائي داخل المخروط ثابت نجد أن،

$$\varphi 1 = \varphi 2 = \varphi$$

$$\varphi_1 = \frac{S_1 \varphi}{4\pi a^2}$$

$$\varphi_2 = \frac{S_2 \varphi}{4\pi a^2}$$

و من تعريف الاستضاءة نجد أنها على السطح S_1 هي:

$$E_1 = \frac{\varphi_1}{S_1} = \frac{\varphi}{4\pi a^2}$$

و الاستضاءة على السطح S_2 هي:

$$E_2 = \frac{\varphi_2}{S_2} = \frac{\varphi}{4\pi a^2}$$

أي أن،

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{b_1}{a_2}$$

و يتضح مما سبق أن الاستضاءة على سطح عمودي على اتجاه الضوء تتناسب عكسيا مع مربع المسافة بين المنبع و السطح و هو ما يعرف بقانون التربيع العكسي. و حيث أنه بصفة عامة الزاوية الفراغية المقابلة لسطح مساحته S يقع على كرة نصف قطرها r هي S/r^2 نجد أن،

$$\Omega = \frac{S_1}{a^2} = \frac{S^2}{b^2} = \ldots\ldots = \frac{S_1}{r^2}$$

و بناء على ذلك فانه يمكن إيجاد الاستضاءة على سطح مساحته S يبعد مسافة d من منبع من المعادلة،

$$E = \frac{\varphi}{S} = \frac{I\Omega}{S} = \frac{I}{d^2} \qquad lux$$

و يلاحظ أن قانون التربيع العكسي قد استنتج على أساس أن منبع الضوء مركز عند نقطة (منبع نقطي – و يمكن اعتبار المنبع كنقطة إذا كانت المسافة بينه و بين السطح كبيرة نسبيا) و أن السطح المضاء عمودي على اتجاه التدفق الضيائي. و لكن من الناحية العملية نجد أن الضوء يسقط بزوايا ميل مختلفة على الأسطح المراد إضاءتها – فإذا كان الضوء الخارج من منبع نقطي يسقط بزاوية θ على عنصر مساحته dS (شكا رقم ١) فان،

$$E = \frac{d\varphi}{dS} = \frac{Id\Omega}{dS}$$

و حيث أن الزاوية الصلبة المقابلة للسطح dS عند المنبع هي،

$$d\Omega = \frac{dS\cos\theta}{d^2}$$

نجد أن الاستضاءة على المساحة dS هي،

$$E = \frac{I(\theta)\cos\theta}{d^2} \qquad lux$$

حيث $I(\theta)$ هي الشدة الضيائية في الاتجاه θ و d هو بعد المنبع عن السطح.

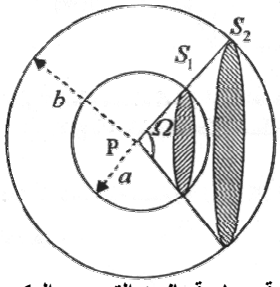
و ينص قانون لامبرت لجيب التمام (Lambert's Cosine Law) على أن التدفق الضيائي لكل وحدة زاوية صلبة و المنبعث من السطح ناشر تام في اتجاه محدد θ يتناسب مع جيب تمام الزاوية θ أي أن،

$$I = I_0 \cos\theta$$

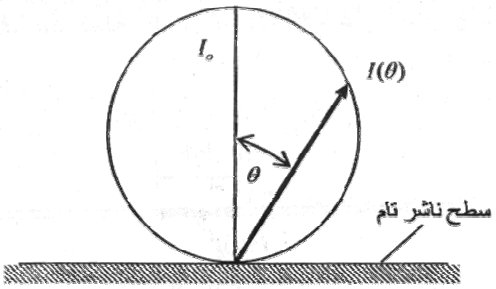
حيث I_0 هي الشدة الضيائية في الاتجاه العمودي على السطح (شكل رقم ٢). و الأسطح التي تخضع لقانون لامبرت (Lambertian Surface) لا يعتمد نصوعها على زاوية الرؤية لأن،

$$L = \frac{dI}{dS\cos\theta} = \frac{dI_0}{dS}$$

و هذا يفسر ظهور كرة مضاءة نفاذة و كأنها قرص مضاء عند النظر إليها من أي اتجاه بالرغم من أن أجزاءها المختلفة لها ميول مختلفة بالنسبة للمشاهد، و أيضا ظهور الشمس في صورة قرص مضاء متساوي النصوع.



شـكل رقـم ١: قـانون التربيـع العكـسي (زكـي و الكمشوكي، ٢٠٠٤)



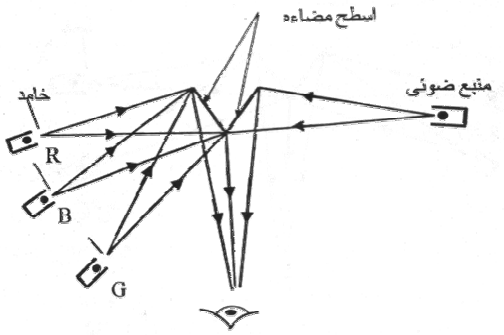
شـكل رقـم ٢: قـانون لامبـرت لجيـب التمـام (زكـي و الكمشوكي، ٢٠٠٤)

الملحق (٢)

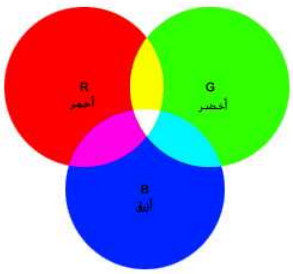
١-التكافؤ الضوئي و الطبيعة الثلاثية الألوان للرؤية:

يعتمد لون جسم ما على التوزيع الطيفي للتدفق الضوئي المنعكس من هذا الجسم. و يلاحظ أن هناك توزيعات كثيرة لهذا التدفق المنعكس تعطي نفس إحساس اللون لهذا الجسم في العين. و يمكن توضيح هذه النقطة بالمقارنة مع إحساس أذن الإنسان بالصوت.فبينما تحلل أذن الإنسان الصوت بمستويات الضغط لكل تردد في هذا الصوت نجد أن عين الإنسان يمكن أن تكشف جميع الألوان باستخدام خليط مكون من نسب مختلفة من ثلاثة ألوان فقط و هذا ما حدي بالإنسان لاختراع التلفزيون الملون و الذي يستخدم خليط من ثلاثة ألوان رئيسة فقط. أي أن هناك خاصية لعين الإنسان تسمى الطبيعة الثلاثية الألوان للرؤية.

و لتحديد لون جسم ما يستخدم ما يسمى بجهاز الكولوريمتر الثلاثي الإثارة (Tristimulus Colorimeter) و هو جهاز ينقسم مجال الرؤية فيه إلى قسمين بحيث يمكن إضاءة الجسم باستخدام ضوء مكون من خليط من أطوال الموجات في أحد الأقسام و يستخدم الجسم الأخر للمقارنة. و يبين (شكل ٣) مقارنة بين منبع ضوئي و الثلاثة ألوان الأولية (شكل رقم ٤) و هي الأحمر (R) و الأخضر (G) و الأزرق (B) و قد سميت هذه الألوان بالألوان الأولية (Primary Colors) لأنه لا يمكن الحصول على إحداها من خليط من اللونين الآخرين. عند تركيب



شكل رقم ٣: مقارنة منبع ضوئي (زكي و الكمشوكي، ٢٠٠٤)



شكل رقم ٤: أسلوب ألوان الجمع، مستندة على الضوء (www. almosamem.net/design/colors_2php)

الألوان الضوئية مع بعض تسمى بألوان الجمع (أما ألوان الطرح تطلق عندما يتم تركيب الألوان الصبغية مع بعض فان صبغة اللون الأحمر و الأخضر و الأزرق يتم إضافتهم معا يعطي اللون الأسود لأن كل لون يقوم بامتصاص جزء من الضوء الواقع عليه[1].)

و يتم اختيار هذه الألوان الأولية بحيث يقع إحداها قرب بداية المدى المرئي (الأزرق) و الثاني في الوسط تقريبا (الأخضر) و الثالث قرب نهاية المدى المرئي (الأحمر). و يمكن التحكم في نسبة الخلط بين هذه الألوان الثلاثة باستخدام خوامد معايرة. و تتم عملية المقارنة بتغيير كمية الخمد على كل لون حتى نلاحظ أن وجهي شاشتي الملاحظة أصبحتا ذات لون واحد. و يمكن وصف اللون المنبعث من منبع ضوئي بالمعادلة الآتية:

$$C = r(R) + g(G) + b(B)$$

حيث (r,g,b) هي ثلاثة عوامل تعطى كمية كل لون من الألوان الثلاثة R,G,B على التوالي. و يلاحظ أنه إذا تطابق اللونان في تجربتين متتاليتين باستخدام نفس المنبع الضوئي تحت الاختبار فان العوامل الثلاثة (r,g,b) تظل لها نفس القيم في التجربتين. و هذا يدل على أن هناك تطابقا واحدا فقط طالما استخدمنا نفس الألوان الأولية في عملية المقارنة. و قد وجد أنه في بعض الأحيان لا يمكن التوصل إلى التطابق بالطريقة المبنية (بالشكل ٣)، و للحصول على التطابق يجب نقل أحد الألوان للطرف الأخر كما هو واضح في (شكل ٥) حيث تم ضم الضوء الأحمر إلى الضوء المراد معرفة لونه و عند التطابق تعدل المعادلة السابقة لتكتب كالآتي:

$$C - r(R) = g(G) + b(B)$$

و يمكن القول في هذه الحالة أن لون المنبع قد تطابق بإضافة لون أحمر سالب إلى الطرف الأيسر في (شكل ٥) أو أن التطابق حدث بالعوامل (-r,g,b). فهناك إذن ألوان لا يمكن أن تتطابق مع الاحتفاظ بالمعاملات الثلاثية موجبة معا. و قد استخدمت هيئة القياس العالمية:

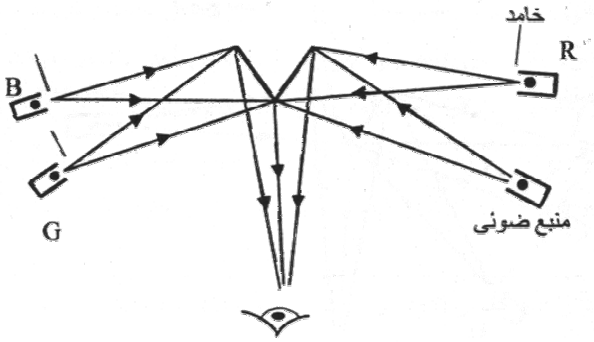
CIE (Commission International de l'Éclairage)

الألوان الأولية القياسية التالية في عمليات التطابق:

الأحمر	Red	7000 Aº
الأخضر	Green	5461 Aº
الأزرق	Blue	4358 Aº

[1] Tregenza and Loe,1998

و جدير بالملاحظة أن التركيب الطيفي للألوان في الطرف الأيمن في كلا (الشكل ٣ و ٥) مخالفا تماما للتركيب الطيفي في الأيسر لهما و لكن عين الإنسان لا تفرق بينهما.



شكل رقم ٥: إضافة لون أحمر سالب في عملية المقارنة (زكي و الكمشوكي، ٢٠٠٤)

٢- اللونية و مثلث الألوان الأولية (Chromaticity):

يمكن تمثيل اللون بمتجه ثلاثي أي له ثلاثة مركبات كما ذكرنا و على ذلك فانه يمكن وصف هذا اللون بمتجه ثلاثي الأبعاد و كذلك وصف خليط من لونين كمحصلة متجهين كما هو مبين في (شكل ٦). و من الواضح أن النقطة A التي تمثل لون معين يمكن تعيينها عن طريق أي عدد من المتجهات بشرط أن تكون محصلتهم المتجه OA. و يتم تعيين الألوان المختلفة كنقاط إحداثياتها في الفراغ هي (r,g,b) و يمكن تغيير موقع أي نقطة و بالتالي أي لون معين بتغيير أي من (r,g,b) أو الثلاثة معا أو اثنين منهما فقط.

و قد وجد أنه يمكن تمثيل محاور الألوان بثلاثة خطوط متقاطعة في نقطة واحدة ولا يشترط أن تكون متعامدة و لكن يشترط أن تكون الزوايا بين الخطوط و بعضها متساوية. و يعطي (الشكل رقم ٧) نموذجا لتمثيل أي لون. في هذا الشكل كل متجه من المتجهات R,G,B ممثلة بمتجه طوله الوحدة من نقطة الأصل O و كل وحدة تمثل الأطوال الموجية التالية:

R 7000 A^o

G 5461 A^o

B 4358 A^o

عمودي على المتجه الممثل للون الأبيض يقطع الوحدات R,G,B في ثلاث نقط تمثل رؤوس مثلث متساوي الأضلاع. و يسمى هذا المثلث بمثلث الألوان أو مثلث الوحدة اذا كان يقطع كلا من المحاور الأولية R,G,B في أطوال مقدار كل منها الوحدة. و يبين (الشكل ٧) كذلك نظام إحداثيات (X,Y,Z) و يمكن أن يكون هذا النظام عمودي المحاور كما سنذكر فيما بعد. و يبين (شكل رقم ٨) مثلث الألوان و هو نفسه المثلث ذات الخطوط المتقطعة في (شكل ٧). و في مثلث الألوان تكون الألوان الناشئة عن خلط اللونين الأزرق و الأخضر ممثلة بنقط على الخط BG حيث تعتمد كل نقطة على كمية الخلط بين هذين اللونين. و هذا يطبق أيضا بالنسبة للضلعين الآخرين RB, GR من المثلث.

و قد لوحظ أنه عند استخدام المعادلة:

$$C = r(R) + g(G) + b(B)$$

قد تظهر قيمة سالبة لأحد المعاملات و يصبح اللون التابع لهذه القيمة لونا سالبا، و هذا يحدث عندما يراد الحصول على لون ممثل بنقطة تقع خارج المثلث RGB. و حتى يمكن تلافي هذا الوضع فقد اتفق على استخدام ثلاثة ألوان تخيلية بحيث يمكن الحصول على أي لون آخر منها ممثلا بمعاملات موجبة. و قد أطلق على هذه الألوان (X,Y,Z) و هي ألوان تنتمي إلى الألوان الأولية بالعلاقات الآتية:

$$X = 1.275(R) - 0.278\ (G) + 0.003(B) \quad (1)$$

$$Y = -1.74(R) + 2.768(G) - 0.028(B) \quad (2)$$

$$Z = -0.743(R) + 0.141(G) + 1.602(B) \quad (3)$$

و هي تمثل ثلاثة محاور متعامدة في الفراغ و تمر بنقطة الأصل O كما هو واضح في (الشكل ٩)، و على ذلك يمكن تمثيل لون معين (C) بالمعادلة الآتية:

$$1(C) = x(X) + y(Y) + z\ (Z) \qquad (4)$$

بحيث يكون:

$$x + y + z = 1 \qquad (5)$$

و قد وجد أنه يمكن تبسيط (شكل ٧) الفراغي إلى شكل مستو و ذلك بالإسقاط عموديا على المستوى XY فنحصل على مثلث الألوان الكروماتيكية (X, Y) المبين في (شكل ٩) و فيه رمزنا بمحور Z بالرمز O. و داخل هذا المثلث تم تحديد كل الألوان وحيدة الموجه و يسمى الخط الواصل بين هذه الألوان بالمسار الطيف. و يلاحظ أن النقط ذات الألوان الأولية التي ذكرناها بالمعادلات السابقة تحدد على النحو التالي:

أ) النقطة ($y = 0, x = 1$) بالتعويض عن هذه القيم في المعادلة (٥) نحصل على $z = 0$ و بالتالي نحصل من المعادلة (٤) على اللون المناظر.

$$1(C) = 1(X)$$

و تبين المعادلة (١) أن اللون الغالب هو الأحمر.

ب) النقطة ($y = 1, x = 0$) هي إذن،

$$1(C) = 1(Y)$$

و يكون اللون الغالب هو الأخضر.

جـ) النقطة ($y = 0, x=0$) يمكن الحصول عليها من المعادلتين (٤ و ٥) و هي تعطي،

$$1(C) = 1(Z)$$

و فيه اللون الغالب هو الأزرق.

النقاط الثلاث التي ذكرناها تحدد رؤوس المثلث اللوني كما ذكرنا. و يلاحظ أن الألوان X, Y, Z هي ألوان قياسية تخيلية نحصل عليها بمعاملات (x, y, z) موجبة لجميع الألوان الأخرى كما ذكرنا.

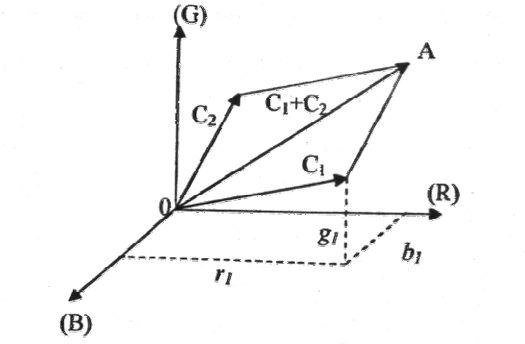
و يلاحظ أنه إذا رسمنا خطا مستقيما بين أي نقطتين على المسار الطيف المبين في (الشكل ٩) فان أي نقطة تقع على هذا الخط تمثل لونا نحصل عليه بخليط مناسب من لوني هاتين النقطتين. و على ذلك فالنقط الواقعة داخل المنحنى تمثل ألوانا حقيقة يمكن أن نحصل عليها عمليا باستخدام خليط ضوئي من منابع ملونة. و النقطة الواقعة

خارج المنحنى تمثل ضوءا تخيليا لا يمكن الحصول عليه عمليا بخلط مجموعة ألوان مع بعضها و هذا يؤكد أن المحور الأفقي و المحور الرأسي في (شكل ٩) تمثل ألوانا تخيلية كما ذكرنا و تقع كلها خارج المنحنى.

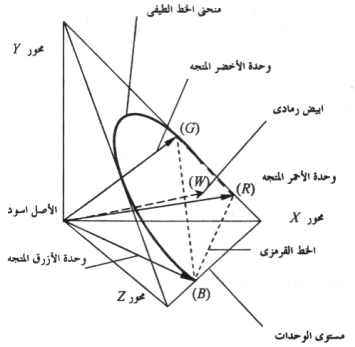
و إذا رسمنا خطا مستقيما بين النقطة (W) التي تمثل اللون الأبيض و بين النقطة (C) التي تمثل لون الجسم فان امتداد هذا الخط يقابل المسار الطيفي عند النقطة التي لها الطول الموجي الغالب λ_D. و هذا بالتالي يعني أن خليطا مناسبا من اللون الأبيض (W) و اللون ذات الطول ذات الطول الموجي λ_D ينتج عنه اللون (C).

و يعرف نقاء اللون (C) على أنه النسبة المئوية بين الأطوال WC إلى $W\lambda_D$ و يلاحظ أن اللون الأبيض نفسه درجة نقاء صفر و اللون الطيفي الواحد أي الممثل بنقطة على منحنى الخط الطيفي في (شكل ٩) له درجة نقاء مقدارها 100 %.

أما بالنسبة للألوان الغير طيفية و الواقعة في المنطقة الأرجوانية على الخط المستقيم المتقطع الواصل بين 4000Aº، 7000Aº فهي تعامل معاملة خاصة و هذا راجع إلى أن المسار الطيفي غير مغلق. يمر الخط الواصل من اللون المراد تحديده (و المعين بالنقطة p مثلا) و النقطة (W) حتى يقطع المنحنى الطيفي عند أي نقطة و لتكن λ_c مثلا و يسمى الطول الموجي λ_c بطول الموجة المتمم و يصف اللون (P) باللون المتمم و كذلك بالمقدار (WP/WA) 100.[٢]

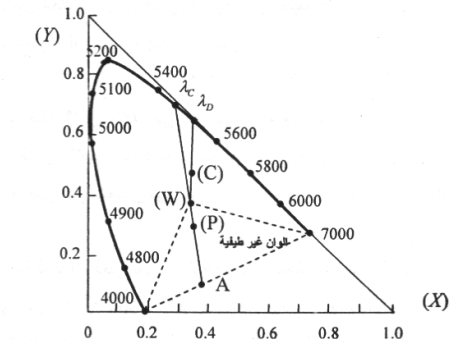


شكل رقم ٦: جمع المتجهات الثلاثية للألوان (زكي و الكمشوكي، ٢٠٠٤)



شكل رقم 7: متجهات الألوان الفراغية الأولية و الكروماتيكية (زكي و الكمشوكي، ٢٠٠٤)

شكل رقم ٨: مثلث الألوان الأولية (زكي و الكمشوكي، ٢٠٠٤)



شكل رقم ٩: مثلث الألوان الكروماتيكية (زكي و الكمشوكي، ٢٠٠٤)

[2] زكي، الكمشوشي، ٢٠٠٤.

الملحق (٣)

مستويات الإستضاءة المقترحات (Time Saver):

المنطقة/ نشاط	العناصر الخارجية	الإستضاءة Lux (Lx)	الإستضاءة Footcandles (Fc)
فراغات خارجية حول المباني Building Exterior			
المدخل			
	استعمال حيوي	٥٠	٥
	استعمال نادر	١٠	١
مبنى أو منطقة حيوية		٥٠	٥
محيط المباني		١٠	١
الإضاءة الغامرة للمنشآت و المباني الأثرية (floodlighted) Building and monuments			
محيط ساطع			
	أسطح فاتحة	١٥٠	١٥
	أسطح فاتحة متوسطة	٢٠٠	٢٠
	أسطح غامقة متوسطة	٣٠٠	٣٠
	أسطح غامقة	٥٠٠	٥٠
محيط مظلم			
	أسطح فاتحة	٥٠	٥
	أسطح فاتحة متوسطة	١٠٠	١٠
	أسطح غامقة متوسطة	١٥٠	١٥
	أسطح غامقة	٢٠٠	٢٠
طريق الدراجات Bikeways			
على طول قارعة الطريق			
	المناطق تجارية	١٠	٠.٩
	مناطق انتقالية	٥	٠.٥
	المناطق سكنية	٢	٠.٢
بعيد عن قارعة الطريق		٥	٠.٥
العلامات الإرشادية Bulletin and posterboards, signs			
محيط ساطع			
	أسطح فاتحة	٥	٠.٥
	أسطح غامقة	١٠٠٠	١٠٠
محيط مظلم			
	أسطح فاتحة	٢٠٠	٢٠
	أسطح غامقة	٥٠٠	٥٠

المنطقة/ نشاط	العناصر الخارجية	الإستضاءة Lux (Lx)	الإستضاءة Footcandles (Fc)
الطرق Roadways			
طرق سريعة			
	المناطق تجارية	١٤	١.٤
	مناطق انتقالية	١٢	١.٢
	المناطق سكنية	٩	٠.٩
طرق رئيسية			
	المناطق تجارية	١٧	١.٧
	مناطق انتقالية	١٣	١.٣
	المناطق سكنية	٩	٠.٩
طرق تجميعية			
	المناطق تجارية	١٢	١.٢
	مناطق انتقالية	٩	٠.٩
	المناطق سكنية	٦	٠.٦
طرق محلية			
	المناطق تجارية	٩	٠.٩
	مناطق انتقالية	٧	٠.٦
	المناطق سكنية	٤	٠.٤
طرق المشاة Walkways			
على طول قارعة الطريق			
	المناطق تجارية	١٠	٠.٩
	مناطق انتقالية	٥	٠.٥
	المناطق سكنية	٢	٠.٢
بعيد عن قارعة الطريق		٥	٠.٥
طرق مشاة بالمتنزهات		٥	٠.٥
أنفاق المشاة		٢٠	٢
جسر المشاة		٢	٠.٢
سلالم المشاة			
	أسطح فاتحة	٢٠٠	٢٠
	أسطح غامقة	٥٠٠	٥٠

المنطقة/ نشاط	العناصر الخارجية	الإستضاءة Lux (Lx)	الإستضاءة Footcandles (Fc)
الحدائق Gardens			
إضاءة عامة		**٥**	**٠.٥**
مسارات - سلالم بعيد عن المنزل		**١٠**	**١**
خلفيات –أسوار –حوائط –شجر - شجيرات		**٢٠**	**٢**
مشتل زهور – الحدائق الصخرية		**٥٠**	**٥**
شجر – شجيرات (المراد التأكيد عليهم)		**٥٠**	**٥**
نقط مركزية (كبيرة)		**١٠٠**	**١٠**
نقط مركزية (صغيرة)		**٢٠٠**	**٢٠**

ملحق (٤):

قائمة المصطلحات المعربة (زكي و الكمشوكي، ٢٠٠٤)

Activator	مادة منشطة
Baffle Plate	عارضة توجيه (الضوء)
Ballast	ملف أو جهاز كبح (التيار)
Blinding Glare	البهر المعمي
Brightness	سطوع، نصوع
Bulb	بصيلة
Candela	كندلا (وحدة شدة الاستضاءة)
Cavity Ratio	النسبة الفجوية
Ceiling Cavity Ratio - CCR	النسبة الفجوية للسقف
Chromaticity	اللونية (نوعية لون الضوء)
Coefficient of Utilization - CU	معمل الانتفاع
Colo[u]rimeter	مقياس الشدة اللونية (كولوريمتر)
Colour Rendering Index	دليل أمانة الألوان
Colour Temperature	درجة الحرارة اللونية
Compact Fluorescent Lamp - CFL	مصباح فلوري مدمج
Contrast	التباين
Cool White	أبيض بارد (صفة لون الضوء)
Cut-off Angle	زاوية انعدام الرؤية (رؤية المصباح في تركيبة الإضاءة)
Daylight	ضوء النهار
Diffused Light	ضوء منتشر
Diffuser	ناشر الضوء
Dimmer	مخفت (جهاز خفت الضوء)
Direct Glare	البهر المباشر
Disability Glare	البهر المعوق
Discharge Lamp	مصباح تفريغ (غازي)
Discomfort Glare	البهر المزعج
Efficacy	فعالية
Electroluminescence	الكهروضيائية
Filament	فتيلة
Flicker	الارتعاش
Flood Lighting	إضاءة غامرة
Floor Cavity Ratio - FCR	النسبة الفجوية للأرضية
Fluorescent Lamp	مصباح فلوري
Footcandle	قدم – شمعة: وحدة قياس الاستضاءة = ١٠.٧٦ لوكس
Halogen	هالوجين
Harmonics	التوافقيات
Harmonic Distortion	التشوه التوافقي

Illuminance	الاستضاءة
Illumination	إضاءة
Incandescence	توهج
Incandescent Lamp	مصباح متوهج
Infrared	تحت الحمراء، دون الأحمر
Instant Start	لحظي البدء
Isolux Line	خط تساوي الإضاءة (الأيسوكندلا)
Lamp Burnout Factor – LBO	عامل احتراق المصابيح
Lamp Efficacy	فعالية المصباح
Lamp Lumen Depreciation – LLD	انتقاص التدفق الضيائي للمصباح
Light-Emitting Diode – LED	مقوم (دايود) مبتعثة للضوء
Light Loss Factor - LLF	عامل الفقد الضوئي
Louver	شبكة توجيه الضوء
Lumen	لومن (وحدة قياس التدفق الضيائي)
Luminaries (Light Fixture)	تركيبة الإنارة (وحدة إنارة متكاملة: مصليح+شبكة توجيه الضوء الخ)
Luminaries Dirt Depreciation - LDD	الإنتقاص الاتساخي لتركيبة الإنارة
Luminance	النصوع (كندلا\م^2)
Luminescence	الضيائية
Luminous Efficacy	الفعالية الضيائية (لومن\وات)
Luminous Flux	التدفق الضيائي
Luminous Intensity	شدة الإضاءة، الشدة الضيائية
Lux	لوكس (وحدة الاستضاءة: لومن\م^2)
Maintained Illuminance	الاستضاءة المداومة
Metal Halide Lamp	مصباح الهاليد المعدني
Phosphor	مادة متفسفرة
Phosphorescence	التفسفر
Photoelectric	كهروضوئي
Photometer	فوتومتر، مضواء
Photopic Vision	الرؤية النهارية
Primary Colours	الألوان الأولية
Rapid Start	سريع البدء
Reflectance	انعكاسية
Reflected Glare	بهر منعكس
Reflector	عاكس
Room Cavity Ratio - RCR	النسبة الفجوية للغرفة
Room Surface Dirt Depreciation - RSDD	الانتقاص الاتساخي لأسطح الغرفة
Scotopic Vision	الرؤية العتمية، الرؤية الليلية
Specular	مرآوي
Specular Reflector	عاكس مرآوي (زاوية الانعكاس تساوي زاوية السقوط)
Shielding Angle	زاوية الحجب

Stroboscopic Effect	التأثير الستروبوسكوبي
Task Lighting	إضاءة المساحة المخصصة للمهمة الابصارية
Tristimulus	ثلاثي الإثارة
Ultraviolet	فوق البنفسجي
Utilization Factor	عامل الانتفاع
Veiling Reflection	الانعكاس الحاجب
Video Display Terminals - VDT	شاشات العرض الرؤيوي
Visual Task	المهمة الابصارية
Warm White	أبيض دافئ (صفة لون الضوء)
Work Plane	مستوى العمل (الارتفاع الذي يجري عليه العمل)

Summary

Since the beginning of time, man searched for light and used fire, not only for heating purpose, but to dissipate darkness in order to encourage people and make them more active and more productive during the night. Since then, Man has tried to control and extend natural daylight by using artificial light. The individual is affected emotionally and artistically by the lighting effects which surround him. Man feared lightening and rough storms but felt safe and serene when he saw clear skies with soft clouds. He felt depressed by dark cloudy skies and amazed by the sunrise and sunset. The different lighting effects affect the condition, feelings and performance of the human being as well as the extent of his adaptation to the surrounding environment. Consequently, we don't depend on lighting only as a sensory tool, but we also rely on it psychologically and physiologically. Lighting is a creative tool which changes the aspect of the space, making it more beautiful and attractive. However, outdoor space could have some problems as result of its bad lighting at night. So, we can say that lighting is double edged: On the one hand, outdoor lighting can be creative and attractive welcoming visitors. While, on the other hand, it can be dull and offensive. This necessitates an approach to the field of lighting design especially in the regards to outdoor spaces. Lighting is a relatively new but important field of specialization in architecture. Although light has not always received sufficient attention in curricula and executing light methods, it is vital to shed light on this specialization including the information and training necessary to qualify the lighting designer and enable him to know his task and role in designing as well as well as his relationship with other team members.

The research presents very important information about lighting e.g. the nature of light, its characteristics and its effects on objects, man (psychologically and physiologically) and plants. Among the important information that enables the lighting designer to be creative and realize his ideas is the information concerning artificial light techniques represented in the different types of modern lamps and lighting fixtures and their accessories. Other information concerns different control systems, whether manual or automatic, wiring systems (standard voltage system & low voltage system), solar energy laser techniques, holograph and its applications in lighting outdoor spaces. This section ends by mentioning the important methods of quantitave and qualitative evaluation which are used by the lighting designer to ensure the project success and achieve the projected design.

In this way, the lighting designer would have the sufficient information which enable him to deal with any outdoor space and light it by creative and successful methods achieving his design ideas. However the issue is how to utilize this information about lighting and modern lighting techniques to create different lighting effects in outdoor space. The study of the formation of outdoor space shows that space consists of five main components:(spaces, edges, paths, focal points, thresholds). Space elements (topography, vegetation, water, structures) form these components. We studied the effect of light on outdoor space aspects at night and how it changes in terms of size, elevation and balance during the night, but what are the factors responsible for changing the outdoor space aspect at night?

Are they the components or parts which form the space or the elements which form the space parts? The research first studies the effect of lighting on the aspect of different spaces elements: and then studies the

effect of lighting on the space components (arranging the space components).

Five basic variables were determined: the direction of light, the location of light fixture in terms of angles of vision, quality of light, color of light. These factors are considered responsible for changing the aspects of the different lighting effects.

As to the space components, they are deduced from the field study, conducted in "Al Azhar Park", where we compared between viewer perception of the space components at night and during the day, the difference between both periods and viewer impression of every scene.

Finally, the research has some conclusions which are outlined in the importance of the space components, the five variables which affect the space elements aspect in forming and changing the viewer impression of scene at night. Then the research presents some recommendations on the role of lighting in the success of the project and the important standards to be considered in designing outdoor space lighting.

The research suggests a group of future themes for example setting conditions for lighting outdoor space elements in cities.

Outdoor Lighting Techniques

Study in Public Urban Spaces

By

Sara Abdel Moneim El Ariane

A Thesis Submitted to

The Faculty of Engineering at Cairo University

In Partial Fulfillment of

The Requirements for The Degree of

MASTER OF SCIENCE

In

URBAN PLANNING

Approved by the

Examining Committee:

Ass. Prof. Dr. Ahmed Fahim Assistant Professor of Architecture - Cairo University	Thesis Main Advisor
Ass. Prof. Dr. Ayman Hassan Assistant Professor of Architecture - Cairo University	Second Advisor
Ass. Prof. Dr. Ahmed Fekry Assistant Professor of Architecture - Cairo University	Member
Ass. Prof. Dr. Mohsen Aziz Assistant Professor of Architecture - Banha University	Member

FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY

GIZA, EGYPT

2007

Outdoor Lighting Techniques

Study in Public Urban Spaces

By

Sara Abdel Moneim El Ariane

A Thesis Submitted to

The Faculty of Engineering at Cairo University

In Partial Fulfillment of

The Requirements for The Degree of

MASTER OF SCIENCE

In

URBAN PLANNING

FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY

GIZA, EGYPT

2007

Outdoor Lighting Techniques

Study in Public Urban Spaces

By

Sara Abdel Moneim El Ariane

A Thesis Submitted to

The Faculty of Engineering at Cairo University

In Partial Fulfillment of

The Requirements for The Degree of

MASTER OF SCIENCE

In

URBAN PLANNING

Under the supervision of

Prof. Dr. Ahmed Fahim
Professor of Urban Planning
Department of Architecture
Cairo University

Dr. Ayman Hassan
Professor of Urban Planning
Department of Architecture
Cairo University

FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY

GIZA, EGYPT

2007