بسم الله الرحمن الرحيم

قالوا سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا إنك انت العليم الحكيم

صدق الله العظيم

سورة البقرة (٣٢) .

شكر وتقدير

أتقدم بالشكر والتقدير إلى كل من

الأستاذ الدكتور / حسين عزت أبو الخير

أستاذ ووكيل الكلية للدراسات العليا والبحوث بكلية الفنون الجميلة جامعة الأسكندرية سابقاً

والأستاذ الدكتور / مدحت محمد متولى

الأستاذ المتفرغ بقسم الديكور كلية الفنون الجميلة جامعة الأسكندرية

لقبولهما الإشراف على هذه الرسالة ، وعلى ما أسدوه من

إرشادات و توجيهات كان لها عظيم الأثر ، فقد كان لكل ما أشاروا به من

إرشادات أثراً كبيراً فى السير بالبحث فى إتجاهه الصحيح وأعانت على

ظهوره بهذه الصورة إذ لم يبخلا بعون أو مشورة مضحيين بالكثير

من الوقت والراحة فى سبيل ذلك .

شكر وتقدير

أتقدم بالشكر والتقدير والعرفان إلى

الأستاذ الدكتور / **نبيل حسن حسنى راشد**

الأستاذ المتفرغ بقسم الديكور بكلية الفنون الجميلة جامعة حلوان

ورئيس مجلس قسم الديكور ووكيل كلية الفنون الجميلة جامعة حلوان الأسبق

و إلى الأستاذ الدكتور / **عبد الحميد عبد المالك**

أستاذ العمارة الداخلية المتفرغ بقسم الديكور بكلية الفنون الجميلة بالأسكندرية

وذلك لقبولهم مناقشة الرسالة المقدمة للحصول على درجة الدكتوراه

فى الفنون الجميلة قسم الديكور

وموضوعها

الأساليب المتقدمة لأنظمة الإضاءة فى

العمارة الداخلية

إهداء

أهدى هذا العمل المتواضع إلى أسرتى

أبى وأمى

زوجى وأبنائى

محمد وصلاح الدين

لمساندتهم لى طوال فترة إنجاز هذا البحث

جامعة الأسكندرية
كلية الفنون الجميلة
قسم الديكور

الأساليب المتقدمة لأنظمة الإضاءة فى العمارة الداخلية

Advanced lighting systems methods in the interior design

رسالة مقدمة لقسم الديكور
للحصول على درجة الدكتوراه فى الفنون الجميلة
تخصص ديكور – عمارة داخلية

مقدمة من الدارسة

رحاب صلاح الدين أحمد غنيم
المدرس المساعد بقسم الديكور
بكلية الفنون الجميلة – جامعة الأسكندرية

إشراف

الأستاذ الدكتور
أ. د / حسين عزت أبو الخير
أستاذ و وكيل الكلية للدراسات العليا والبحوث سابقاً
كلية الفنون الجميلة – جامعة الأسكندرية

الأستاذ الدكتور
أ. د/ مدحت محمد متولى
الأستاذ المتفرغ بقسم الديكور
كلية الفنون الجميلة – جامعة الأسكندرية

٢٠٠٩م / ١٤٣٠ه

الأساليب المتقدمة لأنظمة الإضاءة فى العمارة الداخلية

المقدمة

تعد الشمس المصدر الرئيسى للضوء على سطح الكرة الأرضية وقد اعتم د الإنسان على ضوءها منذ القدم للقيام بمختلف الأنشطة ، ومع حاجة الإنسان إلى الضوء لتأدية مهامه عند حلول الظلام كان السعى دائما وراء ايجاد الإضاءة البديلة لضوء الشمس والتى تتمثل فى الإضاءة الصناعية التى لاتعد بديلا للإضاءة الطبيعية فحسب بل اعتمدت عليها الكث ير من الفراغات بشكل أساسى حتى أثناء فترات النهار .

ولقد تنوعت إستخدامات الإضاءة فى المجالات المختلفة فلم يعد دورها يقتصر على الحاجة الضرورية لعملية الرؤية فقط بل تعدى ذلك الى أغراض شتى، جمالية ، نفسية ووظيفية مع التطور التقنى لأشكال الوحدات وألوان الض وء ووسائل التحكم مثل المعتمات التى يمكن عن طريقها إنقاص أو زيادة التيار الكهربائى الواصل الى المصباح تدريجياً ، بالإضافة الى تطور وسائل وأساليب الإضاءة بشكل ملحوظ حيث ظهرت تقنيات حديثة من الإضاءة مثل الليزر والألياف الضوئية .

موضوع البحث :-

وقد حدث فى الأونة الأخيرة تطور تكنولوجى واضح فى مجال صناعة مصادروأجهزة الإضاءة من خلال مؤسسات وشركات متخصصة فى هذا المجال ، تركزت أبحاثها وتجاربها فى دراسة وتحليل مختلف المصادر للوصول الى تنوع فى الأشكال والأحجام والكفاءة الضوئية لمسايرة ومواكبة الإتجاهات الحديثة فى متطلبات التصميم الداخلى .

وتعد الإضاءة الصناعية العنصر الذى يرتكز عليه المصمم لإتاحة الرؤية الواضحة والجيدة والسليمة لعناصر التصميم حسب القياسات والنظريات الفيزيائية لإكساب عناصر التصميم حيويتها وجمالها فى إطار الخطة التصميمية الشاملة . لذلك فإنه من المرغوب فيه أن توجد مجموعة متنوعة من أساليب الإضاءة داخل الفراغ الواحد بحيث يمكن السيطرة عليها والتحكم فيه طبقاً للحالة الجمالية أو الوظيفية المطلوبة داخل الفراغ .

مشكلة البحث :-

يستحق الضوء بإعتباره عنصراً جوهرياً من عناصر التصميم الداخلى أن نوليه إ هتماماً خاصاً فى التخطيط المبدئى للفراغ وحتى نهاية إكتمال العمل لذلك فالمشكلة هنا تكمن فى :

أولاً :

عدم الألمام التام لبعض القائمين على عملية الإضاءة الصناعية فى مجال التصميم الداخلى بما يجرى فى مجال التصميم الحديث لأساليب وأنظمة الإضاءة الحديثة وتأثيرها على التصميم الداخلى من أجل تحقيق أكبر قدر من الإستهلاك فى الطاقة بما يتماشى مع الإتجاهات العالمية فى المناداة بالتصميمات الداخلية والخارجية التى تكون صديقة للبيئة .

ثانياً :

محاولة الوصول عن طريق الأبحاث والمعامل إلى إضاءة صناعية تناظر الإضاءة الطبيعية عن طريق : - مصدر الضوء .

- أجهزة الإضاءة .

- إستخدام مصادر للإضاءة ذات كفاءة عالية تعمل على التقليل من إستهلاك الطاقة الكهربائية المستخدمة
- إستخدام أساليب وأنظمة حديثة تكون سهلة التركيب والصيانة ، تجنب المصادر التى ينت ج عنها الوهج والإنعكاسات التى لاتحقق الراحة البصرية لمستخدمى الحيز وبالتالى تؤثر على كفاءتهم الإنتاجية ومقدار نجاحهم فى إنجاز الأعمال التى تطلب منهم .
- التوفير أيضاً فى إستهلاك الطاقة بما يتماشى مع متطلبات المؤسسات البيئية من خلال استخدام المفاتيح الكهربائي ة الأوتوماتيكية لتغلق المصادر المضاءة عند خلو الحيز وإنتهاء العمل فيه .

- الربط مابين الداخل والخارج من خلال التكامل مابين المصادر الحديثة التى تعمل بواسطة الحاسب الألى لتعطى تاثير الإضاءة الطبيعية .

الهدف من البحث : -

تعانى المبانى فى مصر من سوء التخطيط الخاص بنظم الإضاءة الصناعية والتصميم الداخلى وكذلك سوء الربط بين هذا التصميم والبيئة المحيطة . يقوم هذا البحث بتقديم مدخل مثبت صحته يعرض التكامل المؤثر مابين الإضاءة الصناعية وعناصر التصميم الداخلى مما يزيد من الكفاءة والأداء .

كذلك فإنه ستتم مناقشة تأثيرات الإضاءة الصناعية على الإداء البصرى من خلال إستعراض بعض الدراسات الحديثة التى تتناول هذا الموضوع مع النظر فى العناصر الأساسية للتصميم المناسب للإضاءة وكيف يتم تطبيقها على التصميم الداخلى . كما سيتم النظر فى أساليب توفير الإضاءة الجيدة ومستويات الإداء الجيد مع وجود كفاءة قصوى فى الطاقة من خلال إستعراض التصميمات المتطورة للخامات والأساليب المستخدمة فى مجال الإضاءة ذات التقنيات العالية للشركات والمؤسسات العالمية فى مجال الإضاءة .

بالإضافة الى التطرق الى معدات التصميم المرتبطة بالكمبيوتر والتى تسمح بتصميم أشكال من الإضاءة الطبيعية والصناعية والمخارج المثالية لتلك الأنواع من الإضاءة .

سيتم التطرق الى دراسات حديثة فى مشاريع حديثة وذلك لإيضاح المشاكل الناجمة عن الحلول المقترحة التى تنطوى على إدخال الإضاءة الطبيعية فى التصميم .

الدراسات السابقة المتصلة بالموضوع :-

تناولت العديد من المراجع والكتب الأجنبية ومجموعة من التقارير والإحصائيات هذه المشكلة بالعرض والبحث والدراسة . وتعرضت لبعض العوامل ذات التأثير المباشر على عملية التصميم الداخلى لتلك المبانى للوصول إلى فلسفة جديدة بخلق نمط نموذجى متميز لتلك الفراغات ذى حس جمالى وظيفى تتوافق فيه العوامل الإقتصادية والبيئية لمجتمعنا مع إحتياجات التنمية لذات المجتمع إلا أنها فى مجملها لم تتعرض لتصميم نظم الإضاءة وأساليبها الحديثة للمبانى الموجودة بالفعل بشكل خاص أو منفصل مما دعا الى إقتراح خطة لتأهيل تلك المبانى القائمة بالفعل وإعادة صياغة أو إضافة العناصر المطلوبة المتعلقة بنظم الإضاءة الحديثة وأساليبه إليها .

منهج البحث :-

من خلال العرض السابق لمشكلة البحث وأهميتها فإن الوصول إلى النتائج والحلول المثلى يأتى من خلال عمل دراسة تحليلية عن طبيعة ونوعية وكثافات الضوء للتصورات المستقبلية فى العمارة الداخلية من خلال مصادر وأجهزة وأساليب الإضاءة الصناعية ، لإحتواء وعرض جميع النماذج والحلول التصميمية المتصلة بهذا الموضوع وسيتم ذلك فى الجزء الأول من البحث .

أما الجزء الثانى من البحث فيعتمد على دراسة تطبيقية لنموذج مختار فى ج.م.ع وهو **قاعة الحرملك بقصر الأمير طاز المملوكى بالقاهرة القديمة** مع إعادة تأهيل وتطويرالتصميم الداخلى لهذا النموذج وصياغته من خلال فلسفة جديدة معاصره للوصول به إلى الصورة المثالية التى يتكامل فيها الشكل مع الوظيفة .

<u>المحور الأول :</u>

تمهيد :

المفهوم المعاصر للإضاءة الصناعية وأثره فى تطور التصميم الداخلى :

- مفهوم الإضاءة الطبيعية .
- مفهوم الإضاءة الصناعية التى تضاهى الإضاءة الطبيعية فى التصميم الداخلى من خلال ما يلى :

- وظيفة الضوء .
- مكونات الإضاءة الصناعية فى الحيز الداخلى :

أنظمة الإضاءة وتتكون مما يلى -------- المصدر

الأجهزة

الأساليب المستخدمة

المحور الثانى :

- دراسة لتطبيقات فى مجال التصميم الداخلى لتوضيح الفرق بين مصادر الإضاءة الحالية والأساليب المعاصرة لأنظمة الإضاءة فى المستقبل .
- التكامل والربط بين الحيزات الداخلية والبيئة الخارجية المحيطة بإستخدام الأساليب الحديثة لأنظمة الإضاءة الصناعية

- إستخدام أمثلة تطبيقية توضح كيفية الربط بين الحيز الداخلى مع البيئة الخارجية بإستخدام الأساليب المعاصرة للإضاءة الحديثة بالإضافة إلى توظيف الصور التوضيحية لأنظمة الإضاءة المستخدمة وأثرها على الحيز الداخلى .

المحور الثالث :

الدراسة التطبيقية العملية لمثال مطبق فى جمهورية مصر العربية : (قاعة الحرملك بقصرالأمير طاز المملوكى بالقاهرة القديمة) . وإستعراض لأساليب وأنظمة الإضاءة الحديثة والمعاصرة المستخدمة وأثرها على التصميم الداخلى لهذا المبنى .

الفهرس

مقدمة

الباب الأول

مواصفات نظم وأساليب الإضاءة المتقدمة

الفصل الأول : مصادر الإضاءة ١

١- **الضوء** ٢
الإضاءة الطبيعية ٣
الإضاءة الصناعية ٣

٢- : **أنواع الإضاءة** ٥- ٨

٣- **الحالة البصرية للفراغ المضاء من خلال علاقته ب (شكل جهاز الإضاءة- نوعية الضوء وكثافته – أماكن توزيعه فى الفراغ الداخلى) .** ٩

أولاً: تكامل أشكال أجهزة الإضاءة مع التصميم الداخلى للفراغ ٩

- شكل الفراغات المضاءة بواسطة أحدث نظم للإضاءة المتقدمة (مصابيح ال T5 المتقدمة) ١٢ - ١٥
- المصابيح الثنائية الإنبعاث ذات الضوء الملون والضوءالأبيض White LEDS ١٦-٢٧
- أشكال أخرى لتكامل شكل أجهزة الإضاءة مع التصميم الداخلى للفراغ ٢٨-٢٩

ثانياً : تحقيق التوازن الإنسانى داخل الفراغ بواسطة : ٣٠-٣٤

- إستخدام أجهزة تحقق الراحة النفسية بالإضافة إلى التوفير فى إستهلاك الطاقة

ثالثاً: تحقيق الكفاءة البصرية داخل الفراغ ٣٥

- إستخدام مصابيح وأنظمة إضاءة تعمل بواسطة ثقل الموازنة الإلكترونى ٣٦
- توافق نظم الإضاءة مع إتفاقية ال DALI ٣٧-٣٨

الفصل الثانى : تكنولوجيا أجهزة الإضاءة المتقدمة Luminaire technology ٣٩

توزيع الضوء Light Distribution

- العواكس **Reflector** ٥١
- العدسات **Lens systems** ٥١-٥٨
- المرشحات **Filters** ٥٩ -٦٤
- الإضاءة المسلطة **Projecting light** ٦٥ -٦٧
- الحلقات والريش **Rings & Louvers** ٦٨ -٧٨

الباب الثانى
التصميم بواسطة الضوء

الفصل الأول : تغيير شكل الفراغ من خلال علاقته بالعناصر التالية ٧٩

١. الضوء واللون ٧٩ - ٨٢
٢. الضوء والخط ٨٣ -٨٩
٣. الضوء والشكل ٩٠ - ٩٦
٤. الضوء و الزجاج (ملمس- لون- درجة الشفافية ٩٧ - ١٠٤
٥. الضوء والظل ١٠٥-١١٠
٦. الضوء والإنعكاس ١١١-١١٧
٧. الضوء وتكامل الفراغ الداخلى مع فتحات الإضاءة الطبيعية ١١٨-

الضوء والفتحات السماوية العلوية وتأثيرها على شكل الفراغ الداخلى

- الضوء والأفنية السماوية فى متحف Grand Rapids Art Museum ١١٨ - ١١٩
- الأشكال المختلفة لتصميمات الأفنية السماوية الغير تقليدية ١٢٠ -١٢٤
- تطبيق لإستخدام الأفنية السماوية فى متحف تاريخى ١٢٥-١٢٧

الضوء والتكنولوجيا المتقدمة لزجاج فتحات النوافذ ١٢٨

- الزجاج المضاد للإنعكاس
- الزجاج الناشر للضوء
- تغير لون الزجاج بتعرضه للشمس
- إعتام الزجاج بواسطة الكهرباء
- زجاج ال Gasochromic windows
- زجاج ال Electrochromic windows
- زجاج الخلايا الضوئية الملونة
- الزجاج المضأ بواسطة النقاط الضوئية لمصادر ثنائية الإنبعاث Lightpoints LEDS ١٣٧

الفصل الثانى : الربط بين الفراغات الداخلية بواسطة الضوء ١٣٨-١٣٩

١. تحقيق النصوع التكيفى بين الفراغات ١٣٩

٢.إستخدام الأهداف البصرية ١٤٠
- إحاطة الهدف البصرى بإطار ١٤١-١٤٢
- التخطيط لمواقع الأهداف البصرية ١٤٣-١٤٥

٣ . إستخدام الحواجز الضوئية المثقبة فى الربط بين الفراغات Screened Light ١٥٠

- التعريف بالمثقبات ودورها فى تمرير الضوء إلى قلب الفراغ الداخلى ١٥١-١٥٤
- دور كل من مادة – ملمس –سمك – حجم الثقوب فى شكل الضوء الذى يمر من خلالها ١٥٥-١٦٢

٤- التصميم الجيد للفراغ الإنتقالى ١٦٣-١٦٧

الباب الثالث

خلق (إبداع) الفراغ المضاء Creating Lighted Space ١٦٨

الفصل الأول : نقل التصميم من المفهوم (concept) إلى الفراغ ١٦٨

الأشكال المختلفة لتحقيق مفهوم الفراغ بواسطة الضوء

- المفهوم التأملى ١٦٨-١٧٢
- مجازى ١٧٣-١٧٧
- رومانسى ١٧٨-١٨١
- الرمزى ١٨٢-١٨٤

- إختيار مواقع التركيز(Focal accents) فى الفراغ ١٨٥-١٨٨

- تحقيق االهدف من مفهوم الفراغ بواسطة توزيع الضوء ، اللون والنصوع ١٨٩-١٩٤

الفصل الثانى: دراسة تطبيقية محلية لتطبيق نظم الإضاءة المتقدمة فى إحدى قاعات قصر الأمير طاز(قاعة الحرملك) بالقاهرة القديمة . ١٩٥

الجزء الأول : وصف للقصر وقاعاته فى الوقت الحاضر وقبل إدخال أية تعديلات من قبل المصمم الداخلى على غرفه وقاعاته ، ١٩٦

الجزء الثانى : صور توضح التعديلات التى أدخلت على قاعة الحرملك الموجودة بقصر الأمير طاز ٢١١

الخاتمة ٢٢٣
التوصيات ٢٢٤
ملخص الرسالة ٢٢٥
ملخص الرسالة (باللغة الإنجليزية) ٢٢٦
فهرس المراجع ٢٢٧-٢٢٨

فهرس الأشكال

رقم الشكل		البيــان	رقم الصفحة
		االباب الأول	
		الفصل الأول:	
١		الساعة البيولوجية لجسم الإنسان	٣
٢		أنواع الإضاءة: إضاءة عامة مباشرة	٥
٣		أنواع الإضاءة: إضاءة مركزة	٥
٤		أنواع الإضاءة: إضاءة غامرة للجدران	٥
٥		أنواع الإضاءة: إضاءة مسلطة	٥
٦		إضاءة عامة ـ توجيه مباشر	٦
٧	(أـب)	أنواع الإضاءة العامة	٦
٨	(أ)	إضاءة عامة مباشرة غير مباشرة	٦
٨	(ب)	جهاز للإضاءة العامة	٧
٩		إضاءة غامرة للجدران Asymmetrical	٧
١٠		إضاءة غامرة للجدران Symmetrical	٧
١١	(أ)	إضائة مركزة ـ تطبيق مع الجهاز	٨
١١	(ب-جـ)	أنواع الإضائة المركزة Spot + Contour	٨
١٢		جهاز Sivira الذى يعمل بواسطة المصابيح T5 المتقدمة	٩
١٣		وضعية المصابيح الفلورسنتية داخل الجهاز	١٠
١٤		الغلاف الخارجى للجهاز	١٠
١٥		شكل الفراغ المضاء بواسطة الجهاز	١٠
١٦		شكل الفراغ المضاء بواسطة الجهاز	١٠
١٧		القياسات الخارجية للجهاز	١١
١٨		نظام تشغيل الجهاز داخل الفراغ	١١
١٩	(أ)	تكامل شكل الفراغ المضاء مع الجهاز	١٢
٢٠		تكامل شكل الفراغ المضاء مع الجهاز	١٢
٢١	(أـب)	قطاع فى جسم الجهاز	١٣
٢٢		تكامل شكل الجهاز مع الفراغ	١٤
٢٢	(أ)	الجهاز عند إستخدامه كمصدر للإضاءة المباشرة	١٤
	(ب)	وضعية المصابيح داخل الجهاز	١٤

٢٢			
٢٣		شكل الفراغ المضاء	١٤
٢٤		فراغ مكتبى بإحدى الشركات	١٥
٢٤	أ-ب-جـ)	تفاصيل الجهاز	١٥
٢٥		التكوين الداخلى لوحدات الصمامات الإلكترونية المنتجة للضوء الأبيض	١٦
٢٥	(أ)	جدول مقارننة الصمامات الإلكترونية مع غيره من الصمامات الأخرى	١٦
٢٦		إضاءة خطية مستقيمة لمصادر LEDS الملونة	١٧
٢٧		إضاءة خطية مرنة لمصادر LEDS الملونة	١٧
٢٨		إضاءة خطية منبسطة لمصادر LEDS الملونة	١٧
٢٩		وحدة الإضاءة الموجهة لمصادر LEDS	١٨
٣٠		شكل الضوء الأبيض الصادر عن الوحدات الموجهة لمصادر LEDS	١٨
٣١		وحدات من مصادر LEDS على شكل الواح مضيئة مثبتة على الجدران	١٨
٣٢		وحدات الألواح المضيئة المتدلية من السقف	١٨
٣٣		إضائة تجاويف الشرفات بواسطة الصمامات الإلكترونية للضوء الملون	١٩
٣٤		تغير لون الفراغ	٢٠
٣٥		تغير لون الفراغ	٢٠
٣٦		تفاصيل توضح مكان تثبيت وحدات الإضاءة فى تجاويف القبة السماوية	٢٠

(أ)

رقم الشكل		البيــان	رقم الصفحة
٣٧	(أ-ب-جـ)	تكامل شكل أجهزة LEDS مع الحيز الداخلى العناصر المستخدمة فى التطبيق	٢١
٣٨		السابق	٢١
٣٩		مسقط أفقى توضيحى لإضائة فراغ الحيز السكنى بواسطة الLEDS	٢٢
٤٠		مثال للتكامل بين أنظمة الإضاءة المتقدمة والعمارة الداخلية	٢٣
٤٠	(أ-ب)	شكل الفراغ (مركز ستاديوم)	٢٣
٤١	(أ)	تفاصيل للوحدات المستخدمة - أجهزة خطية	٢٤

٤٢	(أ-ب-جـ)	تفاصيل لوحدات أجهزة الإضاءة المستخدمة - الشاشات	٢٥
٤٣	(أ)	الإضاءة المرنة لوحدات LEDS داخل فراغ مركز ستاديون	٢٦
٤٤		مثال تطبيقى (٤) حيز مكتبى بإحدى الأبنية فى باريس	٢٧
٤٥	(أ-ب-جـ)	تفاصيل الجهاز المستخدم فى إضائة الحيز المكتبى بباريس	٢٧
٤٦	(أ)	أشكال أخرى من تكامل أجهزة الإضاءة المتقدمة مع الفراغ الداخلى	٢٨
٤٧	(أ)	جهاز يقف مستقل على قاعدة خاصة بكل وحدة من وحداته	٢٨
٤٨	(أ)	جهاز للإضاءة الخفية	٢٩
٤٩	(أ)	جهاز للإضاءة الموجهة	٢٩
٥٠		شبكة تحديد مظاهر التوازن النفسى للإنسان داخل الفراغ	٣٠
٥١		مقاييس تحديد كفاءة نظام الإضاءة المستخدم	٣٠
٥٢	(أ)	شبكة موقع عليها شروط كفاءة البيئة المضائة	٣١
٥٣	(أ)	فراغ دراسى (تحقيق التوازن الإنسانى للطاقة فى الفراغ المضاء)	٣١
٥٤	(أ)	فراغ دراسى جامعى (تحقيق التوازن الإنسانى للطاقة فى الفراغ المضاء)	٣٢
٥٥	(أ)	مثال لإستخدامات الأجهزة التى تحقق التوازن الإنسانى فى الفراغ	٣٢
٥٦	(أ-ب)	تطبيق الضوء الأبيض - بجهاز Celios	٣٣
٥٧	(أ-ب-جـ)	تطبيق للإضاءة الملونة - بجهاز Celios	٣٣
٥٨	(أ)	مثال على التوازن الإنسانى للطاقة (فراغ مكتبى)	٣٤
٥٩	(أ)	مثال على التوازن الإنسانى للطاقة (فراغ بإحدى النوادى الصحية)	٣٤
٦٠	(أ-ب)	تطبيق لإستخدام نظام DALI - بفراغ إحدى محال الملابس	٣٧
٦١		الشكل الخارجى لثقل الموازنة الإلكترونى القابل للخفت	٣٨
٦٢		تطبيق لإستخدام نظام DALI - بفراغ إحدى محال الملابس - إضاءة ملونة	٣٨
		الفصل الثانى:	
٦٣	أ-ب-جـ-د)	مكونات جسم جهاز الإضاءة	٣٩
٦٤	أ-ب-جـ-د)	أنواع اسطح العواكس	٤٠
٦٥	(أ-ب-جـ)	شكل الضوء الناتج عن شكل العاكس	٤١
٦٦	(أ-ب)	مثال تطبيقى- جهاز إضاءة مزود بعاكس متقدم Sperofit	٤٢
٦٧	(أ-ب-جـ)	عاكس ذو بؤرة مرئوية	٤٣
٦٨	(أ-ب)	عواكس للتوزيع العريض للشعلع الضوئى	٤٣
٦٩	(أ)	عواكس مصادر الإضاءة الخطية	٤٤
٧٠	(أ-ب)	عواكس تلتف إلى الداخل وعواكس كروية	٤٤