Journal of
Design Sciences and Applied Arts

القيم الوظيفية والجمالية للإضاءة الصناعية في فراغات المسكن الداخلية

شيماء سمير فهمي محمد*

دكتوراة كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان – مدرس بقسم الديكور والعمارة الداخلية – المعهد العالي للفنون التطبيقية بالسادس من أكتوبر – الجيزة – مصر*

Submit Date:2021-08-19 15:05:32 | **Revise Date: 2021-10-15 20:20:38** | **Accept Date:2021-10-24 13:22:28**

DOI:10.21608/jdsaa.2021.90414.1121

ملخص البحث:-

ظهرت حاجة الإنسان منذ فجر التاريخ إلى تعويض احتياجه للإضاءة الطبيعية، لكي يتمكن من الحياة في الكهوف التي لا تستطع أشعة الشمس اختراقها، فلجأ للإضاءة الصناعية، من المشاعل التي تطورت إلى مصابيح الوقود السائل، ثم المصابيح الكهربائية، بهدف توفير الرؤية في الأماكن التي لا يصلها الضوء الطبيعي، والحصول على أشكال جمالية ناتجة عن تداخل الضوء والظلال، ومع التطور الزمني للأنشطة البشرية، صارت للإضاءة أهمية كبرى في الفراغات الداخلية للمسكن سواء من الناحية الوظيفية أو الجمالية أو النفسية، حيث اعتمدت اضاءة المساحات الداخلية على نوعين من الإضاءة، الإضاءة الطبيعية ذات المصدر الطبيعي كضوء الشمس المباشر وضوء السماء، والإضاءة الصناعية الناتجة عن المصابيح الكهربية، والتي لا تزال حتى الآن في تطور مستمر، بالاعتماد على أحدث التقنيات والأنظمة البصرية الجديدة، والخامات الحديثة، وزيادة الكفاءة الاقتصادية وتقليل التأثير البيئي، ويهدف البحث إلى التأكيد على دور الإضاءة الصناعية لفراغات المسكن الداخلية في إبراز الدور الوظيفي والنفسي والتأكيد على القيم الجمالية في الفراغات السكنية، والوصول الى منهج علمي يرتكز على معايير تصميم الاضاءة الفعالة داخل الفراغ السكنى. بينما تتحدد مشكلة البحث في ضعف توزيع الإضاءة في بعض الفراغات السكنية الحديثة، مما يتسبب في الإزعاج والإرهاق البصري والنفسي، بالإضافة إلى توزيع الإضاءة بشكل لا يتلاءم مع الوظيفة وجماليات التصميم الداخلي للفراغات الداخلية للمسكن، بينما تعود أهمية البحث إلى التعرف على التأثير النفسي والوظيفي والجمالي للإضاءة الصناعية بهدف تفادي الأخطاء الشائعة في تصميم وتوزيع الإضاءة في الفراغات السكنية.

وفي النهاية يخلص البحث إلى أن التخطيط المناسب للإضاءة داخل الفراغ السكني، يتطلب تحديد وظيفة كل فراغ والأنشطة التي يمكن تأديتها في ذلك الفراغ، ثم اختيار أشكال وأنواع مصادر الإضاءة بناء على الراحة البصرية والنفسية فضلا عن الجوانب الوظيفية، والجمالية.

المنهج العلمي المتبع في البحث: يعتمد البحث على:

١- المنهج الوصفي التحليلي، ويظهر من خلال دراسة الإضاءة الصناعية وأنواعها، وكيفية توزيعها في الفراغ.

٢- المنهج البحثي الميداني، ويظهر من خلال دراسة تحليلية لتوزيع وحدات الإضاءة الصناعية في مجموعة من الوحدات السكنية في الوطن العربي.

فروض البحث: يفترض البحث أن:

١- توزيع وتنسيق الإضاءة وفقا لمنهج علمي يرتكز على معايير تصميمية محددة يؤثر بشكل إيجابي على الفراغ الداخلي من الناحية الجمالية والنفسية والوظيفية.

٢- عدم توافر الإضاءة الكافية في بعض الأحيان، أو المبالغة في إضافة وحدات إضاءة دون هدف وظيفي يؤثر سلبا على نفسية الإنسان وعلى جماليات الفراغ.

حدود البحث:

١- حدود مكانية: من خلال تحليل نماذج لفراغات سكنية محلية واقليمية.

٢- حدود زمنية: وقتنا الحالي ٢٠٢١ – ٢٠٢٢

الكلمات المفتاحية:-

الإضاءة – الفراغ السكني – المسكن – إضاءة المسكن – الإضاءة الصناعية.

مصطلحات البحث:

الضوء: هو الإشعاع المرئي لمجموعة الطيف المغناطيسي الكهربي، والذي ينتشر على شكل حركة موجية بذبذبات مختلفة، تتراوح أطوال موجاتها بين ٤٠٠٠ وحدة أنجستروم وحتي ٧٤٠٠ وحدة أنجستروم ، وبين القيمتين يظهر التدرج في قيم الأطوال الملونة لأمواج الأشعة الضوئية، وتقع ترددات الضوء المرئية التي تستطيع عين الإنسان رؤيتها بين ٤٠٠ نانو متر الى ٧٠٠ نانومتر، وتعتبر الطاقة تحت ٤٠٠ نانومتر أشعة فوق بنفسجية IR، بينما الطاقة أعلى من ٧٠٠ نانو متر تعتبر أشعة تحت حمراء UV، والإضاءة نوعان، إضاءة طبيعية تعتمد على الشمس وأشعتها المباشرة وغير المباشرة، وإضاءة صناعية، تعتمد في توليدها على مصادر خارجية للطاقة، مثل الكهرباء والغاز وغيرها.. (البشكار ٢٠٢١) (الغرباوي ٢٠١٩)

الإضاءة الصناعية: هي وسائل الإضاءة التي ابتكرها الإنسان، والتي تعتمد على مصادر خارجية للطاقة، وهي ذات أنواع وأشكال متعددة يمكن تطويرها بشكل دائم، كما يمكن قياس شدة الضوء في الفراغ باستخدام عدد من وحدات القياس منها الشمعة واللومين واللاكس. (الغرباوي ٢٠١٩) ويمكن التعرف على مستويات الضوء من خلال اللومن، وهو ناتج الضوء. كما يمكن قياس مستويات شدة الضوء بوحدة اللوكس أو شموع القدم (fc)، وتعتبر قياسات لوكس هي تقريبًا ١٠ أضعاف قياس شمعة القدم، حيث إن شمعة القدم هي ١ لومن لكل قدم مربع، ولوكس هو ١ لومن لكل متر مربع. كما تقاس المصابيح المتوهجة بالواط، فمثلا المصباح ٦٠ وات ينتج ٨٠٠ لومن.

الفراغ الداخلي للمسكن: هو المأوى الذي تتحقق فيه الوظائف والأنشطة الفردية والأسرية الأساسية. (البشكار ٢٠٢١)

محاور البحث:

أولا المحور النظري:

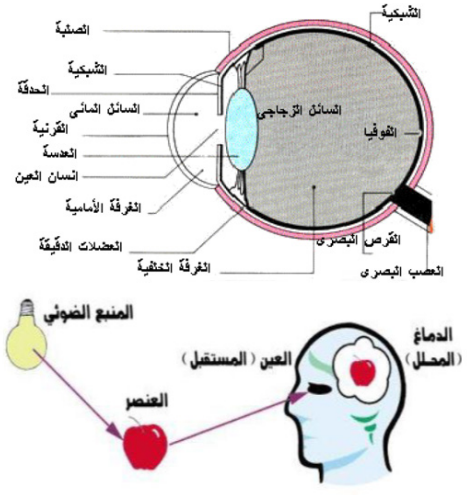
تمهيد:

يعتبر الضوء هو الحياة، والإضاءة الجيدة هامة جدا لرؤية العالم المحيط، حيث إن معظم المعلومات التي تتلقاها العين البشرية عن الفراغ المحيط تكون بسبب الضوء، فالضوء هو الوسيلة التي تجعل الإدراك البصري ممكنًا، سواء أكان طبيعيا أو صناعيا، كما أنه قادر على إبراز عناصر التصميم الجمالية وإعطاء انطباع عام للفراغ، بالإضافة إلى دوره في تأكيد حدود الفراغ وإبراز ملامحه أو إخفائها.

تؤثر الإضاءة الجيدة أيضًا على الطريقة التي يشعر بها الإنسان، وبالتالي تساعد في تشكيل جودة حياة الإنسان، وقد يؤدي خفوت أو عدم كفاية الإضاءة إلى الشعور بعدم الأمان، كما قد تؤدي الإضاءة المبالغ في توزيعها إلى الشعور بعدم الراحة، لذلك لا تقتصر وظيفة الضوء فقط على الرؤية، وإبراز العناصر الجمالية في الفراغ، بل تمتد لتشمل عوامل أخرى منها التأثير على الجوانب النفسية والوظيفية لقاطني الفراغ. ومع تنوع وتطور النشاطات الإنسانية ازدادت أهمية الإضاءة، لتحقيق الوظائف الجمالية والوظيفية، مما أدى إلى التنوع في أنواع الإضاءة وأساليب توزيعها بهدف توفير الإضاءة المناسبة وتحقيق الراحة النفسية والبدنية.

١- أهمية الضوء:

١-١- أهمية بصرية: تعتبر عملية الرؤية من أهم وظائف الضوء، والتي تتم عند سقوط الضوء على الجسم المرئي، ومنها ينعكس على العين، حيث يعبر من خلال القرنية والسائل المائي ثم إلى الحدقة التي تتمدد أو تتقلص بهدف التحكم في كمية الضوء الداخل للعين، ثم تحدث استثارة العصب البصري، فيمر الضوء من خلال عدسة العين والسائل الزجاجي، ثم يتركز على الشبكية، فيقوم العصب البصري بإرسال تلك الإشارات التي استقبلتها العين إلى الجزء الخلفي من المخ الذي يقوم بترجمتها إلى صور وأشكال، وذلك كما يبدو من الأشكال التوضيحية رقم (١) ورقم (٢). (الغرباوي ٢٠١٩). تمتلك العين البشرية قدرة تكيفية عالية شديدة الدقة، حيث تتحكم الحدقة في كمية التدفق الضوئي الذي يدخل العين، وتؤثر حالة التكيف على الأداء البصري في أي لحظة، فكلما ارتفع مستوى الإضاءة بالقدر المناسب، تحسن الأداء البصري للعين البشرية، وقلت الأخطاء المرئية إلى الحد الأدنى، إلا أن عملية التكيف وبالتالي وقت التكيف تعتمدان على شدة الضوء المنبعث من السطح المضيء في بداية ونهاية أي تغيير في السطوع، حيث يستغرق تكيف العين البشرية مع الإضاءة الخافتة وقتًا أطول من التكيف مع الإضاءة العالية، على سبيل المثال، تستغرق العين البشرية حوالي ٣٠ دقيقة للتكيف مع الظلام في الهواء الطلق ليلا بعد ارتفاع مستوى الإضاءة في الفراغ الداخلي، بينما يلزمها فقط بضع ثوانٍ للتكيف مع الظروف الأكثر إشراقًا، صورة رقم (١). وتعتبر الحساسية للأشكال والحدة البصرية من المتطلبات الأساسية لتحديد التفاصيل، فحدة البصر لا تعتمد فقط على حالة التكيف، بل تعتمد أيضًا على القدرة التحليلية للشبكية وجودة الصورة البصرية، حيث يمكن أن تكون حدة البصر غير الكافية ناتجة إما عن عيوب في العين، مثل قصر، أو طول النظر، أو عدم كفاية التباين، أو عدم كفاية الإضاءة (Lighting with Artificial Light ٢٠٠٤)



شكل 1 – شكل 2 يوضحان كيفية حدوث عملية الرؤية

صورة ١ عند الخروج من غرفة مضيئة إلى غرفة مظلمة، في البداية لا ترى العين البشرية أي شيء، ثم تبدأ عملية التكيف وبعد فترة زمنية تبدأ الأشياء في الظهور من الظلام

١-٢- أهمية وظيفية: يلعب الضوء دورا هاما في تفسير الألوان وتحديد التفاصيل، حيث تعكسه الأجسام وتمتصه المستقبلات في شبكية العين لتوليد الإدراك اللوني، فالإضاءة الجيدة هي التي تعمل على تحسين أداء الإنسان في الفراغ الداخلي. (Juan Sebastian Botero-Valencia ٢٠١٥) بالإضافة إلى أداء المهام الوظيفية والأنشطة الاجتماعية. (محمود ٢٠١٣)

١-٣- أهمية جمالية: ترجع أهمية الضوء الجمالية إلى إدراك الشخصية الجمالية والحسية في الفراغ الداخلي من أشكال وتصميمات وخطوط وألوان وملامس، من خلال حصول الشكل أو التصميم أو اللون المراد تأكيده على كمية من الضوء أكثر من الأشكال المجاورة، إما باستخدام مصادر إضاءة مباشرة أو غير مباشرة، مما يعطي الفرد شعورا بالراحة والهدوء والاستقرار. (البشكار ٢٠٢١)

١-٤- أهمية نفسية وصحية: يؤكد الباحثون على تأثير الضوء القوي على عقل الإنسان وشعوره، وعلى ردود فعله وسلوكه، حيث ينتقل تأثير الضوء من الجهاز البصري بالدماغ إلى الغدة النخامية التي تتحكم بالغدد الصماء لدى الإنسان، مما يؤثر على مستوى إفراز الهرمونات، بالإضافة إلى التأثير الفسيولوجي على وظائف الإنسان الحيوية مما ساهم في إيجاد طرق جديدة لعلاج الأمراض. (البشكار ٢٠٢١) ومن جهة أخرى فإن الضوء هو المحدد الأساسي لإيقاع الساعة البيولوجية، حيث يتحدد إيقاع الحياة بناء على التغير في مستويات الضوء الطبيعي على مدار اليوم، وقضاء الإنسان معظم يومه في الداخل، مما يكون له تأثير على نظام الساعة البيولوجية، لذلك يعيش في معظم الأوقات في «ظلام زمني بيولوجي»، وبالتالي تكون العواقب هي النوم المضطرب، ونقص الطاقة، والتهيج، وحتى الاكتئاب الشديد. (Lighting with Artificial Light ٢٠٠٤) وتساهم أيضا الإضاءة الجيدة في تحقيق الاستقرار النفسي للإنسان وشعوره بالأمان، بالإضافة إلى دورها الهام في المحافظة على صحته وسلامته، فالإضاءة الجيدة تؤدي بالتبعية إلى رؤية جيدة وحالة نفسية سليمة، وجودة المعيشة، بينما تتسبب الإضاءة السيئة في حدوث إصابات مرضية مختلفة في العين واصابات جسمية متنوعة إلى جانب إرهاق البصر والإرهاق العام وما ينتج منها جميعاً من سوء إنتاج وتعب نفسي. (الغرباوي ٢٠١٩)

٢- خصائص الضوء:

٢-١- درجة حرارة اللون (CCT): وتشير إلى دفء أو برودة الضوء المنبعث من خلال مصدر معين، بحيث يتم قياسه بمقياس كلفن (K). فمثلا تعطي القيم بين (٢٧٠٠ - ٣٠٠٠ كلفن) تأثير لوني ذو إضاءة دافئة، أما القيم بين (٤٠٠٠ - ٦٥٠٠ كلفن) فتوفر إضاءة ذات تأثير لوني أكثر برودة، شكل (٣)، وصورة (٢). ((CLTC) ٢٠١٦)

شكل ٣ درجة حرارة اللون CCT

صورة ٢ درجة حرارة اللون CCT

٢-٢- تجسيد اللون (CRI): هو مقياس يصف مدى جودة عرض الألوان تحت مصدر ضوء معين، ويعتبر هو معيار الصناعة الحالي لقياس مدى دقة مصدر الضوء في عرض ألوان العناصر التي ينيرها، كما يساعد اختيار المصابيح ذات خصائص تجسيد اللون على ضمان مظهر متناسق لألوان الجدران والأرضيات وباقي عناصر الفراغ، خاصة في المساحات المجاورة، وتتراوح قيمته من ٠ إلى١٠٠، صورة (٣). ((CLTC) ٢٠١٦) (Canada ٢٠١٠)

صورة ٣ - التغيير في مؤشر تجسيد اللون (CRI)

٣- تصنيف مصادر الضوء الصناعي: يمكن تصنيف مصادر الضوء المستخدمة طبقا للأسس التالية:

٣-١- على أساس نوع الإضاءة:

٣-١-١- الإضاءة العامة: هي الإضاءة المحورية التي يعتمد عليها في إضاءة الفراغ بشكل عام، وتتميز بالنعومة والانتشار بحيث تملأ الغرفة بأكملها، وتقلل من الظلال وتخلق إحساسًا بالانفتاح والراحة، إلا أنه يجب مراعاة أن توفر الإضاءة العامة مستوى مريحًا من السطوع دون التسبب في حدوث وهج. يمكن الاستفادة من الإضاءة العامة في معظم الغرف السكنية حيث تظهر في شكل إضاءة عامة مركزية في السقف مثل النجف والثريا، أو وحدات إضاءة مثبتة بالسقف وموجهة لأسفل مثل الإضاءة النقطية Spotlight ووحدات الإنارة المثبتة بالسقف، أو الإنارة الغائرة غير المباشرة، أو المصابيح المثبتة على الجدران، وهناك غرف معينة، مثل غرف الغسيل وخزانات الملابس، قد تكون الإضاءة العامة هي المصدر الوحيد المطلوب.

٣-١-٢- الإضاءة الوظيفية (إضاءة المهام): هي إضاءة مكملة يتم توزيعها لأداء مهمة معينة ولاستكمال مهام الإضاءة العامة، حيث تتيح إضافة إضاءة المهام إلى الإضاءة العامة تقليل أحمال الإضاءة المحيطة دون المساس بالسلامة أو الراحة البصرية، كما تعمل على تحسين الراحة البصرية عن طريق تقليل التباين، بشرط أن تكون ساطعة بدرجة كافية

لمنع إجهاد العين دون التسبب في الوهج، حيث تجعل إضاءة المهام عالية الجودة المهام المرئية أسهل، وتتميز إضاءة المهام أو الإضاءة الوظيفية بزيادة كفاءة الطاقة إلى أقصى حد من خلال استخدام الضوء مباشرةً عند الحاجة إليه فقط، واستخدام الإضاءة العامة بشكل أقل. (Canada ٢٠١٠) ((CLTC) ٢٠١٦) من أمثلتها المصابيح الموصولة بالكهرباء وهي تركيبات محمولة يتم توصيلها بمصدر كهربي، وتشمل مصابيح الطاولة، ومصابيح الأرضية، ومصابيح المكتب، والإضاءة السفلية للخزانة، والمصابيح الليلية، و تتميز تلك المصابيح بأنها توفر المرونة للمقيم لأنه يمكن نقلها عند إعادة ترتيب الأثاث، ووضعها بالقرب من المهام المطلوبة منها مثل القراءة والخياطة، للحصول على أعلى إضاءة للمهمة المرئية، Figueiro (٢٠٠١) وتوضح صورة ٤ بعض تلك الأمثلة.

صورة ٤ أمثلة للإضاءة الوظيفية (إضاءة المهام) (حسن ٢٠٢٠)

٣-١-٣-الإضاءة التأكيدية (المركزة): هي إضاءة تتطلب فهم المكان الذي توضع فيه العناصر الجمالية التي تستحق اهتمامًا خاصًا، مثل اللوحات، الصور الفوتوغرافية، الزهور المنسقة، الأعمال الفنية، التفاصيل المعمارية أو عناصر التصميم الداخلي، وتعتبر إضاءة المسار الخطي (مجموعة مصابيح مثبتة خطيا) والمصابيح المثبتة على الحائط من الخيارات الشائعة للإضاءة المركزة، كما أصبحت وحدات إضاءة LED التي يمكن التحكم في ألوانها أكثر انتشارًا وبأسعار معقولة، مما يوفر خيارات جديدة للإضاءة المركزة، حيث تمكن المستخدم من تغيير لون الجدار باستخدام الضوء الملون بضغطة زر.

٣-١-٤- الإضاءة الجمالية: هي إضاءات تم تصميمها بحيث تبدو جذابة وتضيف إلى جماليات الفراغ، وتعتبر المصابيح الجانبية (الأباليك) والثريات من أكثر منتجات الإضاءة الجمالية شيوعًا. (Canada ٢٠١٠) ((CLTC) ٢٠١٦)

٣-٢- على أساس أنواع المصابيح المستخدمة: وتعتبر أهم المصابيح التي تتبع هذا التصنيف:

٣-٢-١- المصابيح المتوهجة: وهي مصابيح تنتج ضوءا دافئا مائلا للاصفرار، وتعتبر الأقدم والأكثر استخداما في الفراغات المنزلية، وتنتج تلك المصابيح الضوء عن طريق خيوط سلكية يتم تسخينها إلى درجات حرارة عالية، فتصدر إشعاعًا كهرومغناطيسيًا في الطيف المرئي بسبب مرور تيار كهربائي عبرها، ويعيب المصابيح المتوهجة أنها غير موفرة للطاقة أو معمرة، بالإضافة إلى الحرارة الشديدة التي تصدر منها أثناء التشغيل، إلا أنها تتميز بسهولة التركيب والاستبدال، ورخص ثمنها، كما يمكن التحكم بدرجة إضاءتها.

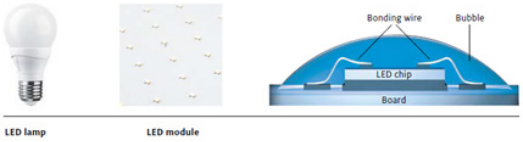
شكل ٤ المصابيح المتوهجة (The lighting handbock - Your concise reference book ٢٠١٨)

٣-٢-٢- المصابيح الفلورية (الفلورسنت): هي عبارة عن وعاء أنبوبي زجاجي، يحتوي على مركبات كيميائية تسمى الفوسفور، تبعث الضوء المرئي باستخدام تأثير التألق عندما تثيرها الأشعة فوق البنفسجية، وتعتبر تلك المصابيح أكثر كفاءة وتوفيرا للطاقة من المصابيح المتوهجة، ومن أنواعها الفلورسنت الخطي والفلورسنت المضغوط، كما يتضح من الأشكال (٥ – ٦)

شكل ٥ الفلورسنت الخطي

شكل ٦ الفلورسنت المضغوط (The lighting handbock - Your concise reference book ٢٠١٨)

٣-٢-٣- مصابيح الصمام الثنائي الباعث للضوء (الـ LED): تعتبر تلك المصابيح هي الأحدث في تكنولوجيا الإضاءة، حيث تعتمد على آلية التألق الكهربائي في مواد أشباه الموصلات، من خلال قيام الإلكترونات بتدوير الصمام وتمرير الفجوة من شريط التوصيل إلى نطاق التكافؤ للذرات، ومنها تتحرر الطاقة على شكل فوتون ضوئي، كما يتضح من شكل (٧) الذي يوضح نماذج لبعض أنواع مصابيح الـ LED. (Juan Sebastian Botero-Valencia ٢٠١٥) (الردايدة ٢٠١٩)



شكل ٧ مصابيح الصمام الثنائي الباعث للضوء (The lighting LED handbock - Your concise reference book ٢٠١٨)

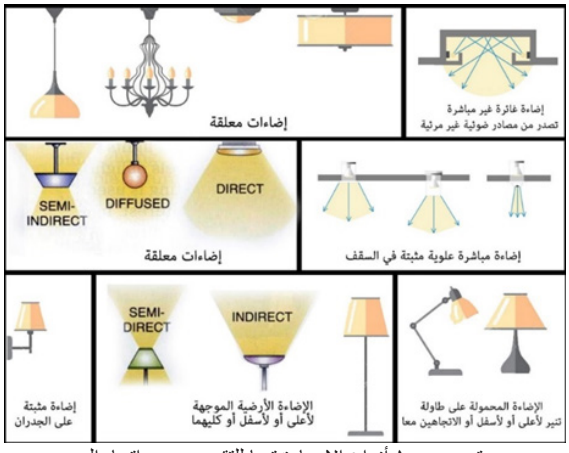
جدول ١ يوضح تصنيف الإضاءة على أساس أنواع المصابيح المستخدمة وتطبيقاتها واستهلاك الطاقة والعمر الافتراضي ومؤشر تجسيد اللون. (Canada ٢٠١٠)

نوع الإضاءة	استهلاك	مؤشر تجسيد اللون (CRI)	العمر الافتراضي بالساعات	التطبيقات
مصابيح الصمام الثنائي الباعث للضوء	منخفض	70+	50000	إضاءة تأكيدية (مركزة) – إضاءة وظيفية (مهام) – إضاءة جمالية

فلورسنت مضغوط	متوسط	80	10000
الفلورسنت الخطي	متوسط	80	20000
المصابيح المتوهجة العادية	مرتفع	100	1000
مصابيح الهالوجين المتوهجة	مرتفع	100	4000

٣-٣- على أساس اتجاه الضوء: تنقسم مصادر الإضاءة تحت هذا التصنيف إلى ست فئات:

إضاءة غائرة غير مباشرة تصدر من مصادر ضوئية غير مرئية، وإضاءة مباشرة علوية مثبتة في السقف، وإضاءة معلقة، وإضاءة مثبتة على الجدران موجهة لأعلى أو لأسفل، الإضاءة الأرضية الموجهة لأعلى أو لأسفل أو كليهما، والإضاءة المحمولة على طاولة، والتي تنير لأعلى أو لأسفل أو الاتجاهين معا، حيث يمكن أن يكون نمط توزيع الضوء ضيقًا، أو واسعًا، أو مكثفًا، أو منتشرًا، ويوفر إضاءة عامة أو مخصصة أو مركزة. (Figueiro ٢٠٠١) (الردايدة ٢٠١٩) رسم توضيحي ١.



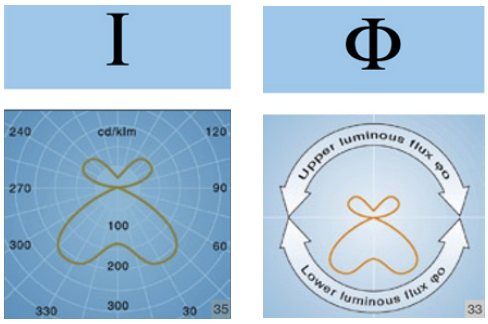
رسم توضيحي ١ أنواع الإضاءة تبعا للتقسيم حسب اتجاه الضوء

٤-العناصر البنائية للضوء: وتشمل العوامل المؤثرة على الرؤية والإدراك البصري:

٤-١- حساب كمية الإضاءة:

٤-١-١- التدفق الضوئي Φ Luminous flux: هو معدل انبعاث الضوء من المصباح، ويقاس باللومن (lm)، ويعتمد ذلك المعدل على نوع المصباح وقوته الكهربية، فكلما انخفضت القوة الكهربائية، انخفض اللومن المنبعث من المصباح، حيث يبلغ التدفق الضوئي للمصباح المتوهج ١٠٠ واط حوالي ١٣٨٠ لومن، أما التدفق الضوئي لمصباح فلورسنت ٢٠ واط يبلغ حوالي ١٢٠٠ لومن، وترتبط كمية الضوء الصادر من المصباح الضوئي بثلاثة عوامل رئيسة: هي قوة الضوء، بعد الجسم عن مصدر الضوء، نظام توزيع الضوء في الفراغ، شكل (٨).

٤-١-٢- شدة الإضاءة I: Luminous intensity: هي مقدار التدفق الضوئي الذي يشع في اتجاه معين، ويقاس بوحدة الشمعة (cd)، ويتم تحديد طريقة توزيع شدة الإضاءة للمصابيح بواسطة منحنيات رسم بياني، تُعرف بمنحنيات توزيع الكثافة (IDCs)، حيث يشار إلى IDC بواسطة المرجع cd/klm، وذلك بهدف المقارنة بين وحدات الإنارة المختلفة. شكل (٩) (Lighting with Artificial Light ٢٠٠٤) (الردايدة ٢٠١٩) (Figueiro ٢٠٠١)



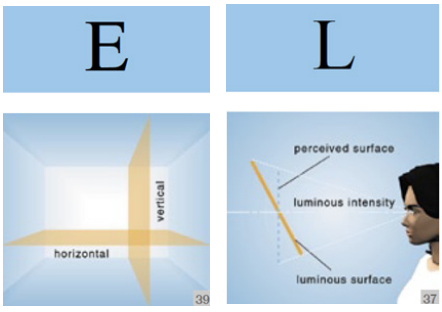
شكل ٨ التدفق الضوئي Φ Luminous flux – شكل ٩ شدة الإضاءة I Luminous intensity

٤-١-٣- فعالية الإضاءة η: Luminous efficacy: هي كمية التدفق الضوئي للمصباح بالنسبة لاستهلاكه للطاقة، ويتم التعبير عنها باللومن لكل وات lm / W). (Lighting with Artificial Light ٢٠٠٤)

٤-١-٤- معامل الانعكاس ρ: Reflectance: يشير إلى النسبة المئوية لتدفق الضوء المنعكس بواسطة السطح، ويعد عاملا هاما لحساب الإضاءة الداخلية، حيث تتطلب الأسطح المظلمة إضاءة عالية، بينما تتطلب الأسطح الفاتحة مستوى إضاءة أقل لخلق نفس الانطباع عن السطوع.

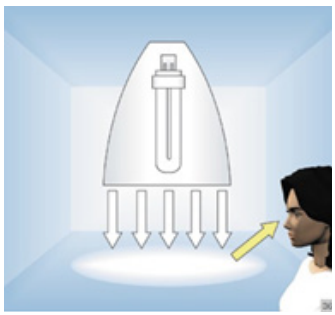
٤-١-٥- الإنارة L Luminance: يشير المصطلح إلى سطوع سطح مضيء كما تراه العين البشرية، حيث يصف التأثير الفسيولوجي للضوء على العين، ويقاس بشدة الإضاءة لكل وحدة مساحة (cd/m) شكل (١٠).

٤-١-٦- الاستضاءة E: Illuminance: يشير إلى مقدار التدفق الضوئي من مصدر الضوء الساقط على سطح معين، ويقاس بوحدة اللوكس (lx). شكل (١١) (Lighting with Artificial Light ٢٠٠٤)



شكل ١٠ الإنارة L Luminance شكل ١١ الاستضاءة E: Illuminance

٤-٢- **الوهج: Glare** هو عملية انبعاث ضوء شديد سطوعه عال مقارنة بالبيئة المحيطة، الأمر الذي له تأثيرا سلبيا على الإبصار ووضوح الأجسام في الفراغ، ويمكن أن يحدث الوهج بشكل مباشر عن طريق المصابيح أو بشكل غير مباشر عن طريق الأسطح العاكسة، حيث يعتمد على نصوع مصدر الضوء وحجمه وموقعه بالنسبة إلى المشاهد وسطوع البيئة المحيطة. والوهج لا يمكن تجنبه تماما، لذلك يجب تقليله من خلال الاهتمام بتوزيع وحدات الإضاءة والأجزاء الواقية لها، مع مراعاة الانعكاس عند اختيار ألوان الأثاث والجدران والأسقف والأرضيات، وفي أماكن العمل يجب اتخاذ احتياطات خاصة لتجنب الوهج المنعكس. (الردايدة ٢٠١٩)



شكل ١٢ الوهج Glare

٤-٣- **اتجاه الضوء:** يصدر الضوء من مصدره إلى الأسطح المحيطة به في خطوط مستقيمة، إلا إذا اصطدم بحاجز يحول دون استمراريته، عندها قد يحول مساره، وتستخدم اتجاهات الضوء في التصميم الداخلي بهدف التوزيع البصري الجمالي أو الوظيفي للإضاءة، بحيث تكون إما موجهة لأسفل، أو لأعلى أو في كل من الاتجاهين، أو في جميع الاتجاهات، في شكل حزم ضوئية ضيقة أو واسعة، وتتخذ مصادر الإضاءة الاصطناعية في الفراغات الداخلية أشكالاً متعددة فهي إما تكون نقطية، أو خطية، أو سطحية. (Lighting with Artificial Light ٢٠٠٤)

٥- السمات الأساسية للإضاءة الصناعية الجيدة في الفراغات السكنية:
هناك عدة شروط يجب توافرها في الإضاءة الصناعية لتسمح بالإدراك والتعرف على محتويات الفراغ:

٥-١- استخدام الإضاءة في تجسيد اللون بهدف التعرف على الألوان والملامس المختلفة في الغرفة وتمييزها بشكل صحيح، وذلك من خلال توفير الحد الأدنى من شدة الإضاءة المنبعثة من السطح المضيء (النصوع) بهدف تمكين قاطني المسكن من التعرف على حدود الفراغ وتفاصيله بسهولة، كما يتضح من الصورة (٥) ويمكن التعبير عن قيمة التجسيد اللوني برقم يتراوح بين ٠ و١٠٠.

صورة ٥ تأثير شدة الإضاءة العالية والمنخفضة على الرؤية

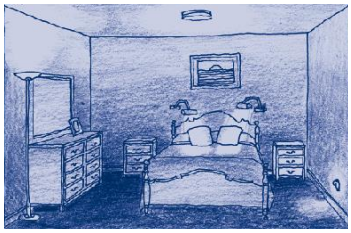
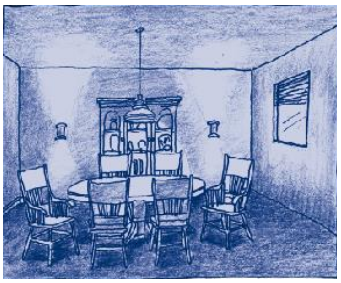
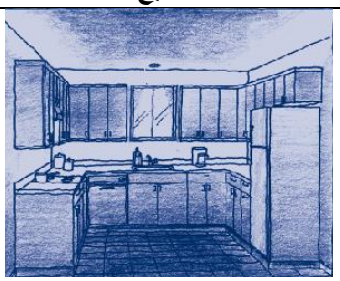
٥-٢- توفير الحد الأدنى من التباين (في اللون أو الإضاءة) بين سطوع مكونات الفراغ وتفاصيله، وسطوع المحيط المباشر، وجعل العين قادرة على تمييز الألوان والتباين، ووضوح الرؤية، وسرعة الإدراك البصري. صورة (٦)

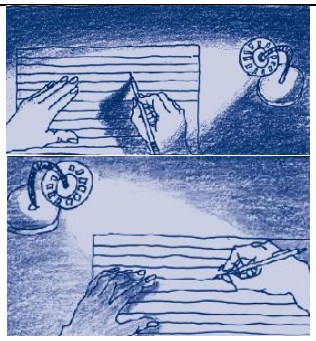
صورة ٦ توضيح الفارق بين توفير الحد الأدنى للتباين بين الفراغ ومكوناته، وزيادة الإضاءة لدرجة تقليل التباين مما يقلل من إدراك التفاصيل

٥-٣- خلق ظروف بصرية جيدة من خلال معرفة الخصائص الفسيولوجية والبصرية للعين، بهدف الحصول على الإضاءة المناسبة والتوزيع الملائم للراحة البصرية، وذلك من خلال:

- الحد من الوهج، واختيار الطيف الضوئي المناسب والمريح للعين وتوجيه سقوطه توجيهاً صحيحاً، حيث يجب أن تكون الرؤية غير منزعجة من الوهج سواء المباشر أو غير المباشر.
- التوزيع المتناسق للإضاءة، واستخدام ألوان المصابيح الفاتحة، بهدف تهيئة الفراغ الداخلي لممارسة مختلف الأنشطة الإنسانية.
- تحديد مصدر الضوء واتجاهه. (Lighting with Artificial Light ٢٠٠٤) (الغرباوي ٢٠١٩)

٦- منهج علمي مقترح لتصميم الإضاءة الفعالة داخل الفراغ السكني:
يجب على بيئة العمل أن توفر شدة الإضاءة المناسبة، والتوزيع المناسب طبقا للنشاط المؤدى في الفراغ، بالإضافة إلى التأكد من أن شاشات الحاسوب والتلفاز لا تحتوي على الكثير من الوهج (لمنع إجهاد العين) وضمان عدم إلقاء ظلال أثناء أداء المهام. وتبلغ الإضاءة في الهواء الطلق في يوم صاف، ما يقرب من ١٠٠٠٠ لوكس، بينما يكون الضوء المتاح أشبه بـ ١٠٠٠ لوكس من خلال نافذة بالداخل. إلا إن الإضاءة يمكن أن تنخفض بشكل كبير في وسط الغرفة، حتى تصل إلى ٢٥ إلى ٥٠ لوكس، ومن هنا تأتي الحاجة إلى الإضاءة العامة وإضاءة المهام في الفراغ الداخلي، حيث يجب رفع إضاءة المهام لتصل إلى ٥٠٠ – ٨٠٠ لوكس، مع تركيزها على السطح المطلوب بقيمة ٨٠٠ إلى ١٧٠٠ لوكس. والجدول التالي يوضح منهج علمي مقترح لتصميم الإضاءة الفعالة داخل الفراغ السكني لكل فراغ سكني:

الفراغات الداخلية السكنية	محددات الإضاءة الصناعية	المنهج العلمي المقترح
فراغ المعيشة	درجة حرارة اللون	من 4000 – 6000
	نوع الإضاءة	إضاءة عامة: للسماح للمقيمين برؤية وجوه بعضهم البعض أثناء المشاركة في المحادثات، والتعرف على التفاصيل المرئية بسهولة
		إضاءة وظيفية: من خلال استخدام وحدات إضاءة مرنة قابلة للتحريك إما مصابيح أرضية أو مصابيح طاولة؛ لإتاحة الفرصة لأداء الأنشطة اليومية مثل القراءة والخياطة وغيرها.
		جمالية: من خلال استخدام الإضاءة التأكيدية المركزة لإبراز اللوحات الفنية أو الجداريات أو النباتات وغيرها من الوسائل التجميلية.
	كمية الإضاءة	إضاءة عامة: 300 لوكس
		إضاءة مهام: 500 لوكس
		إضاءة تلفاز: 150 لوكس
رسم توضيحي2 – رسم توضيحي3 غرفة المعيشة		
غرفة النوم الرئيسة	درجة حرارة اللون	من 3000 – 4000
	نوع الإضاءة	إضاءة عامة محيطة ذات مستوى منخفض لتهدئة الشخص ومساعدته على النوم، ويفضل أن تكون غير مباشرة.
		وحدات إضاءة وظيفية مرنة قابلة للتحريك، لارتداء الملابس والقراءة، بالإضافة لاستخدام المصابيح المثبتة في سقف الخزائن وخاصة الخزائن العميقة؛ بهدف استكمال مستويات الإضاءة العامة للغرفة في حال انخفاضها.
	كمية الإضاءة	إضاءة عامة: 100 – 300 لوكس
		إضاءة مهام: 300 لوكس
رسم توضيحي 4 غرفة النوم		
غرفة الطعام	درجة حرارة اللون	من 4000 – 6000
	نوع الإضاءة	إضاءة عامة محيطة ذات مستوى منخفض لتهدئة الشخص ومساعدته على النوم، ويفضل أن تكون غير مباشرة.
		وحدات إضاءة وظيفية مرنة قابلة للتحريك، لارتداء الملابس والقراءة، بالإضافة لاستخدام المصابيح المثبتة في سقف الخزائن وخاصة الخزائن العميقة؛ بهدف استكمال مستويات الإضاءة العامة للغرفة في حال انخفاضها.
	كمية الإضاءة	إضاءة عامة: 100 – 300 لوكس
		إضاءة مهام: 300 لوكس
رسم توضيحي 5 غرفة الطعام		
المطبخ	درجة حرارة اللون	من 5000 – 6000
	نوع الإضاءة	إضاءة عامة محيطة مشرقة، من خلال استخدام المصابيح السقفية.
		وحدات إضاءة وظيفية، يتم توجيهها على أسطح العمل، وفوق حوض غسيل الأطباق والموقد (البوتاجاز)، مع تجنب الوهج من خلال إخفاء إضاءة المهام أسفل الوحدات السفلية أو تركيب حواجز أو وسائل حجب للضوء، بهدف الحماية من رؤية المصباح مباشرة، ويمكن أيضا تركيب إضاءة بداخل الخزانات وخاصة المظلمة منها للتمكن من العثور على الأدوات بسهولة.
	كمية الإضاءة	إضاءة عامة: 300 لوكس.
		إضاءة مهام: 750 لوكس.
رسم توضيحي 6 المطبخ		

 رسم توضيحي 7 إضاءة مهام المطبخ		
الحمام	درجة حرارة اللون	من 4000 – 5000.
 رسم توضيحي 8 الحمام	نوع الإضاءة	إضاءة عامة ساطعة وموحدة وخالية من الظلال مع تقليل الوهج.
		وحدات إضاءة وظيفية جيدة تضاف بجوار المرآة لأداء كافة مهام العناية الشخصية، كما يجب إضافة وحدة إضاءة ساقطة فوق حوض الاستحمام، لكي تعوض نقص الإضاءة عندما تحد ستارة الدش أو الباب الزجاجي من الإضاءة المحيطة.
	كمية الإضاءة	إضاءة عامة: 300 لوكس
		إضاءة مهام (حلاقة وعناية شخصية): 300 – 700 لوكس
غرفة الغسيل	درجة حرارة اللون	من 4000 – 5000
	نوع الإضاءة	إضاءة عامة محيطة ذات مستوى منخفض لتهدئة الشخص ومساعدته على النوم، ويفضل أن تكون غير مباشرة.
	كمية الإضاءة	إضاءة عامة: 200 لوكس
غرفة المكتب	درجة حرارة اللون	من 4000 – 6500
 رسم توضيحي 9 إضاءة المكتب	نوع الإضاءة	إضاءة عامة محيطة ذات قوي لتيسير أداء العمل.
		وحدات إضاءة وظيفية مكتبية مرنة قابلة للتحريك، أو مصابيح أرضية أو مصابيح طاولة بالقرب من منطقة العمل قدر الإمكان للحصول على أعلى إضاءة للوظيفة المرئية، بشرط وضع المصباح على الجانب الأيسر في حالة كان المستخدم شخص أيمن، بينما يوضع جهة اليمين إذا كان المستخدم أعسر، بهدف تقليل الظلال التي تلقيها الأيدي على الأوراق أو ألواح التقطيع أو أسطح المهام الأخرى.
	كمية الإضاءة	إضاءة عامة: 500 لوكس.
		إضاءة مهام: 800 لوكس.
الممرات والسلالم	درجة حرارة اللون	من 4000 – 5000
	نوع الإضاءة	يجب تجنب الإضاءات الكاشفة التي قد ينتج عنها ظلال في المداخل والممرات، ويفضل استبدالها بإضاءة عامة معلقة.
		يمكن استخدام إضاءة جمالية في المدخل كوحدات الإضاءة الحائطية (أباليك) أو وحدات إضاءة مركزة على الأعمال الفنية واللوحات، لخلق مناخ ترحيبي.
	كمية الإضاءة	إضاءة عامة: 100 – 500 لوكس

ثانيا: المحور التطبيقي:

تطبيقات الإضاءة الصناعية في الفراغات السكنية من خلال دراسة تحليلية لبعض الوحدات السكنية في الدول العربية: [2]

في الدراسة التحليلية التالية تقوم الدارسة بتحليل الإضاءة الصناعية المستخدمة داخل الوحدات السكنية المفروشة التي وقع الاختيار عليها، في دولة الإمارات العربية ومملكة البحرين، **وهي** مركيور للوحدات السكنية المفروشة بالبحرين، مركيور البارشا للشقق السكنية المفروشة بدبي، سويس لوحدات الإقامة المفروشة بالبحرين.

مبررات اختيار الحالات الدراسية:

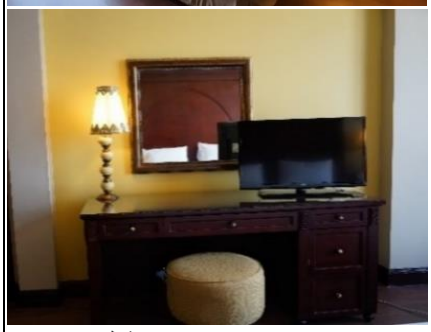
- اقتراب تلك الوحدات السكنية من مناطق حيوية بالمدينة.
- تنوع تصميم الوحدات السكنية المختارة بين التصميم الكلاسيكي والإسلامي والحديث.
- اختيار السكان المقيمين المتكرر لتلك الوحدات في الإقامات الطويلة لتوافر كافة الخدمات السكنية بداخل الوحدات.

آلية الدراسة:

اهتمت الدارسة بدراسة وتحليل الإضاءة الصناعية داخل الفراغات السكنية السابق ذكرها، بناء على المعلومات البحثية التي وردت بالمحور الأول من البحث، بالإضافة إلى دراسة التأثير البصري لمصادر الإضاءة على الألوان والأشكال والخامات وتصميم الفراغات، وتأثيرها على الراحة النفسية والبصرية للمقيم، وعلى الجوانب الجمالية للفراغ الداخلي، والتعرف على الفراغات التي تمكنت من تحقيق الهدف المطلوب في توزيع الإضاءات الصناعية، بهدف تحليل وتقييم دور الاضاءة الصناعية في إبراز الجوانب الجمالية والوظيفية والنفسية داخل الفراغ السكني، وقد تم قياس مقدار الضوء الصادر من وحدات الإضاءة الصناعية ليلا – لضمان عدم تأثير الضوء الطبيعي – بمقياس اللوكس باستخدام تطبيق الإضاءة Light Meter، في الأماكن المعيشية في الفراغ مرة، ومن منتصف الغرفة مرة أخرى، وذلك لأن الضوء يكون أكثر سطوعًا من مصدره، لذلك فإن الاعتماد على مقياس واحد للضوء قد لا يعطي النتائج السليمة.

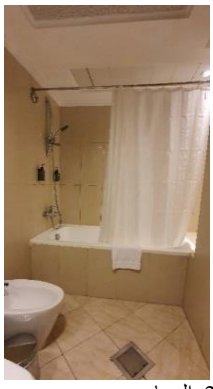
<table>
<tr><th colspan="4">دراسة تحليلية (1): مركيور جراند البحرين للوحدات السكنية المفروشة: Mercure Grand – All Suits</th></tr>
<tr><td>توصيف الوحدة السكنية</td><td colspan="3">مجموعة من الشقق المفروشة بمنطقة السيف في مملكة البحرين، يتم تأجيرها بشكل يومي أو شهري، تتكون الوحدة من غرفة معيشة وغرفة طعام، ومطبخ، وغرفة نوم، وحمام.</td></tr>
<tr><td>توصيف الإضاءة بشكل عام</td><td colspan="3">اعتمد اختيار وتوزيع وحدات الإضاءة في الوحدة السكنية في المقام الأول على وحدات إضاءة ذات تصميم جمالي لكي يتناسب مع التصميم الإسلامي للفراغ الداخلي.</td></tr>
<tr><td>الفراغات الداخلية السكنية</td><td>محددات الإضاءة الصناعية</td><td colspan="2">المنهج العلمي المقترح</td></tr>
<tr><td rowspan="5">غرفة المعيشة

صورة 7 – صورة 8 غرفة المعيشة</td><td>درجة حرارة اللون</td><td colspan="2">وحدات إضاءة دافئة 2500k</td></tr>
<tr><td rowspan="2">نوع الإضاءة</td><td colspan="2">إضاءة عامة: لم يتم استخدام إضاءة عامة</td></tr>
<tr><td colspan="2">إضاءة وظيفية: من خلال استخدام وحدتي إضاءة طاولة.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">كمية الإضاءة</td><td>إضاءة عامة (تم القياس من منتصف الغرفة): 3 لوكس</td><td>إضاءة غير كافية تماما</td></tr>
<tr><td>إضاءة مهام (تم القياس عند الجلوس على الأريكة بجوار المصباح الجانبي): 77 لوكس</td><td>إضاءة غير كافية</td></tr>
<tr><td>تأثير الضوء على الفراغ</td><td colspan="2">استخدمت إضاءة متوسطة الشدة، ذات غطاء قماشي باللون البيج مما حجب أكثر من نصف إضاءة المصباح، بالإضافة إلى صغر مساحة باب الشرفة المهيأ لاستقبال الضوء الطبيعي، فصار الاعتماد الكلي في الرؤية على الإضاءة الوظيفية من خلال مصباحين جانبيين فقط مما أثر على وضوح تفاصيل التصميم الداخلي من ألوان وأشكال وخطوط تصميمية، حيث اعتمد التصميم العام للفراغ على الخطوط الإسلامية الهندسية، والتي لم تكن واضحة بسبب خفوت الإضاءة وقلة شدتها، كما أن خفوت المصابيح المبالغ فيه أضفى كآبة على إضاءة الفراغ.</td></tr>
<tr><td>غرفة الطعام والمطبخ</td><td>درجة حرارة اللون</td><td colspan="2">وحدات إضاءة دافئة 2700k</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>نوع الإضاءة</td><td colspan="2">إضاءة عامة: من خلال 4 وحدات سقفية نقطية</td></tr>
<tr><td rowspan="2">كمية الإضاءة</td><td>إضاءة عامة: 56 لوكس</td><td>إضاءة غير كافية</td></tr>
<tr><td>إضاءة وظيفية: لا توجد</td><td>إضاءة غير كافية</td></tr>
</table>

 صورة 9 غرفة الطعام	تأثير الضوء على الفراغ	عدم توافر أي إضـــاءات وظيفية أعلى طاولة الطعام أو في منطقة إعداد الطعام في المطبخ، كان له تأثير سلبي على الراحة البصرية مما صعب من مهام إعداد الطعام أو تناوله.
المدخل	درجة حرارة اللون	وحدات إضاءة دافئة 2700k
 صورة 10 أباليك تم استخدامها كإضاءة جمالية في المدخل	نوع الإضاءة	إضـــاءة جمالية: ظهرت في المصـــباحين الجانبيين (الأباليك) في مدخل الشقة.
	كمية الإضاءة	إضاءة عامة: 1 – 2 لوكس | إضاءة غير كافية
		إضاءة وظيفية جمالية: 24 – 36 لوكس | إضاءة غير كافية
	تأثير الضوء على الفراغ	اسـتخدمت وحدتي إضـاءة حائطية (أباليك) لأغراض جمالية مطلقة، إلا أنها لم تكن موفقة في تحقيق هدفها الأســـاســـي، فظهرت الوحدات المسـتخدمة في المدخل بشـكل باهت على الرغم من تصـميمها الجمالي الذي يهدف إلى إلقاء ظلال درامية على الجدران.
غرفة النوم	درجة حرارة اللون	وحدات إضاءة دافئة 2200k
   صورة 11 – صورة 12 غرفة النوم	نوع الإضاءة	إضاءة وظيفية: من خلال إضافة مصباح فوق طاولة المرآة (التسريحة) ومصباحين على جانبي السرير.
	كمية الإضاءة	إضاءة عامة: لا توجد. | إضاءة غير كافية
		إضاءة مهام: 24 – 36 لوكس | إضاءة غير كافية
	تأثير الضوء على الفراغ	استخدام مصباحي الإضاءة الليلية، ومصباح طاولة المرآة، بإضاءتهم الضعيفة، قلل من القدرة على التعرف على التفاصيل والألوان، واختيار الملابس إلا في فترة الظهيرة بسبب الاعتماد على ضوء الشمس المباشر من خلال النافذة الواسعة.
الحمام	درجة حرارة اللون	وحدات إضاءة دافئة 2500k
 صورة 13 الحمام	نوع الإضاءة	إضاءة عامة: عبارة عن وحدتي إضاءة نقطية سقفية.
		إضاءة وظيفية جمالية: ظهرت في المصباحين الجانبيين (الأباليك) على جانبي مرآة الحمام.
	كمية الإضاءة	إضاءة عامة: 40 لوكس | إضاءة غير كافية
		إضاءة مهام: 130 لوكس | إضاءة غير كافية
	تأثير الضوء على الفراغ	لم توفق الأباليك المســـتخدمة في الحمام على جانبي المرآة في تحقيق الهدف الوظيفي والبصـــري المطلوب منها وهو توضـــيح الرؤية عند النظر في المرآة لأغراض العناية الشـخصـية، كما لم توفق في تحقيق الهدف الجمالي وصدرت عنها إضاءة باهتة دون إلقاء الظلال المتوقعة على الجدران.

المدخل	درجة حرارة اللون		إضاءة بيضاء معتدلة بمقدار k4000
صورة 16 كونصول الاستقبال	نوع الإضاءة		إضاءة جمالية: من خلال وحدتي إضاءة حائطية.
	كمية الإضاءة	إضاءة جمالية: 150 لوكس	إضاءة جيدة
	تأثير الضوء على الفراغ		أدت إضاءة الأباليك المستخدمة على جانبي الكونسول وظيفتها الجمالية المطلوبة منها في مدخل الوحدة، سواء في تصميم وحدات الإضاءة أو في التأثير الناتج عنها على الجدران.
غرفة النوم	درجة حرارة اللون		وحدات إضاءة دافئة بين 2700k و3000k
صورة 17 – صورة 18 غرفة النوم	نوع الإضاءة		إضاءة عامة: لا يوجد.
			إضاءة وظيفية: مصباحي إضاءة طاولة ليلية – مصباحين سقف بداخل خزانة الملابس – مصباح طولي للقراءة – مصباحين حائطيين على جانبي المرآة.
	كمية الإضاءة	الإضاءة العامة بالغرفة عند تشغيل كافة المصابيح الوظيفية: 100 لوكس	إضاءة جيدة
		إضاءة طاولة المرآة (التسريحة): 150 لوكس	إضاءة جيدة
		إضاءة الخزانة الملابس: 300 لوكس	إضاءة جيدة
	تأثير الضوء على الفراغ		أدت وحدات الإضاءة وظيفتها بشكل كاف، حيث ساهمت إضافة الإضاءة الوظيفية في أماكن المهام الخاصة بغرفة النوم في توضيح الرؤية عند أداء تلك المهام، كمصباح القراءة الأرضي ووحدات الإضاءة المثبتة بداخل الخزانة، والمصابيح الليلية، مما ساعد على تحقيق الراحة البصرية، أما استخدام وحدتي الإضاءة الحائطية على جانبي مرآة التسريحة فقد ساهم في تقليل الظلال أثناء استخدام المرآة، كما أنه أضاف للجانب الجمالي للغرفة وبالتالي تحقيق الراحة النفسية.
المكتب	درجة حرارة اللون		إضاءة بيضاء معتدلة بمقدار k4000
صورة 19 فراغ غرفة المكتب	نوع الإضاءة		إضاءة عامة: وحدة إضاءة سقفية.
			إضاءة وظيفية: مصباح إضاءة جانبي.
	كمية الإضاءة	إضاءة عامة: 175 لوكس	إضاءة متوسطة
		إضاءة وظيفية: 300 لوكس	إضاءة متوسطة
	تأثير الضوء على الفراغ		الإضاءة العامة المستخدمة كافية إلى حد ما، بينما الإضاءة الوظيفية بغطائها القماشي اهتمت بتحقيق الجانب الجمالي دون مراعاة الجانب الوظيفي، لذا كان من الأفضل استخدام مصباح مكتبي موجه نحو سطح المكتب، وذلك لزيادة كمية الضوء الساقطة على مساحة العمل.
المطبخ	درجة حرارة اللون		إضاءة بيضاء معتدلة بمقدار k4500
	نوع الإضاءة		إضاءة عامة من خلال مصباح سقفي.
	كمية الإضاءة	إضاءة عامة: 90 لوكس	إضاءة غير كافية

المدخل	درجة حرارة اللون		إضاءة بيضاء معتدلة بمقدار k4000
صورة 16 كونصول الاستقبال	نوع الإضاءة		إضاءة جمالية: من خلال وحدتي إضاءة حائطية.
	كمية الإضاءة	إضاءة جمالية: 150 لوكس	إضاءة جيدة
	تأثير الضوء على الفراغ		أدت إضاءة الأباليك المستخدمة على جانبي الكونسول وظيفتها الجمالية المطلوبة منها في مدخل الوحدة، سواء في تصميم وحدات الإضاءة أو في التأثير الناتج عنها على الجدران.
غرفة النوم	درجة حرارة اللون		وحدات إضاءة دافئة بين 2700k و3000k
صورة 17 – صورة 18 غرفة النوم	نوع الإضاءة		إضاءة عامة: لا يوجد.
			إضاءة وظيفية: مصباحي إضاءة طاولة ليلية – مصباحين سقف بداخل خزانة الملابس – مصباح طولي للقراءة – مصباحين حائطيين على جانبي المرآة.
	كمية الإضاءة	الإضاءة العامة بالغرفة عند تشغيل كافة المصابيح الوظيفية: 100 لوكس	إضاءة جيدة
		إضاءة طاولة المرآة (التسريحة): 150 لوكس	إضاءة جيدة
		إضاءة الخزانة الملابس: 300 لوكس	إضاءة جيدة
	تأثير الضوء على الفراغ		أدت وحدات الإضاءة وظيفتها بشكل كاف، حيث ساهمت إضافة الإضاءة الوظيفية في أماكن المهام الخاصة بغرفة النوم في توضيح الرؤية عند أداء تلك المهام، كمصباح القراءة الأرضي ووحدات الإضاءة المثبتة بداخل الخزانة، والمصابيح الليلية، مما ساعد على تحقيق الراحة البصرية، أما استخدام وحدتي الإضاءة الحائطية على جانبي مرآة التسريحة فقد ساهم في تقليل الظلال أثناء استخدام المرآة، كما أنه أضاف للجانب الجمالي للغرفة وبالتالي تحقيق الراحة النفسية.
المكتب	درجة حرارة اللون		إضاءة بيضاء معتدلة بمقدار k4000
صورة 19 فراغ غرفة المكتب	نوع الإضاءة		إضاءة عامة: وحدة إضاءة سقفية.
			إضاءة وظيفية: مصباح إضاءة جانبي.
	كمية الإضاءة	إضاءة عامة: 175 لوكس	إضاءة متوسطة
		إضاءة وظيفية: 300 لوكس	إضاءة متوسطة
	تأثير الضوء على الفراغ		الإضاءة العامة المستخدمة كافية إلى حد ما، بينما الإضاءة الوظيفية بغطائها القماشي اهتمت بتحقيق الجانب الجمالي دون مراعاة الجانب الوظيفي، لذا كان من الأفضل استخدام مصباح مكتبي موجه نحو سطح المكتب، وذلك لزيادة كمية الضوء الساقطة على مساحة العمل.
المطبخ	درجة حرارة اللون		إضاءة بيضاء معتدلة بمقدار k4500
	نوع الإضاءة		إضاءة عامة من خلال مصباح سقفي.
	كمية الإضاءة	إضاءة عامة: 90 لوكس	إضاءة غير كافية

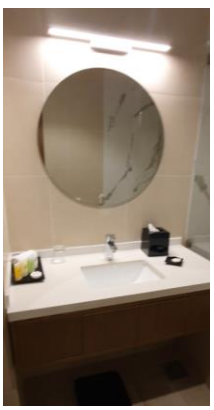
صورة 20 – صورة 21 المطبخ	تأثير الضوء على الفراغ	اعتمد المطبخ على الإضاءة العامة فقط، مما تسبب في وجود أماكن مظلمة في مناطق العمل أسفل وحدات التخزين، وقد كان من الأفضل استخدام إضاءة خفية غير مباشرة أعلى منطقة العمل بسبب إظلام بعض المناطق كما يتضح من صورة 20
الحمام	درجة حرارة اللون	إضاءة بيضاء معتدلة بمقدار k4000
 صورة 22 الحمام	نوع الإضاءة	إضاءة عامة: عبارة عن وحدتي إضاءة نقطية سقفية. إضاءة وظيفية: ظهرت في المصباح السقفي فوق حوض الاستحمام.
	كمية الإضاءة	إضاءة عامة: 135 لوكس — إضاءة متوسطة إضاءة مهام: 215 لوكس — إضاءة متوسطة
	تأثير الضوء على الفراغ	إضاءة الحمام العامة كانت موفقة إلى حد كبير، وخاصة مع استخدام إضاءة إضافية فوق حوض الاستحمام؛ لمراعاة فقدان الضوء في حالة إغلاق الستارة، إلا أنه كان من المفضل إضافة وحدة إضاءة حائطية على إحدى جوانب المرآة أو كليهما.
غرفة الغسيل	درجة حرارة اللون	إضاءة بيضاء معتدلة بمقدار k4000
صورة 23 غرفة الغسيل	نوع الإضاءة	إضاءة عامة من خلال وحدة إضاءة نقطية سقفية.
	كمية الإضاءة	إضاءة عامة: 300 لوكس — إضاءة جيدة
	تأثير الضوء على الفراغ	أدت وحدات الإضاءة وظيفتها بشكل كاف ومريح بصريا.

تعليق عام على إضاءة الوحدة السكنية

الجوانب الجمالية	الجانب الوظيفي والراحة البصرية	التجسيد اللوني	الجانب النفسي
تناسبت الإضاءة مع التصميم الكلاسيكي للفراغ الداخلي، حيث أضافت نعومة وأناقة للفراغ، من خلال تصميم وحدات الإضاءة المستخدمة والتأثير الناتج عنها فوق الجدران.	ساهمت الإضاءة في تقليل الظلال، مما أدى إلى وضوح التفاصيل المرئية، من ألوان وأشكال وخطوط تصميمية.	استخدام الإضاءة البيضاء في المطبخ وغرفة الطعام كان موفقا لتسهيل عملية إعداد الطعام ورؤية ألوان الطعام بشكل صحيح.	تعتبر الإضاءة الدافئة في غرفة النوم عاملا مساعدا على الاسترخاء والهدوء، بينما ساهمت الإضاءة البيضاء المعتدلة في فراغ المعيشة، في جذب الانتباه والشعور بالإثارة والسعادة والنشاط، وذلك لأن الضوء المعتدل والذي يحاكي ضوء الشمس يتميز بقدرته على علاج الاضطرابات النفسية وإفراز السيروتونين.

<table>
<tr><th colspan="5">دراسة تحليلية (3): سويس لوحدات الإقامة المفروشة بالبحرين: Swiss-Bel-residences Bahrain</th></tr>
<tr><td>توصيف الوحدة السكنية</td><td colspan="4">مجموعة من الشقق المفروشة بمنطقة الجفير في مملكة البحرين، يتم تأجيرها بشكل يومي أو شهري، تتكون الوحدة من غرفة معيشة وغرفة طعام، ومطبخ، ومكتب وغرفتي نوم، و2 حمام رئيس وحمام ضيوف.</td></tr>
<tr><td>توصيف الإضاءة بشكل عام</td><td colspan="4">جمعت الإضاءة المستخدمة في الوحدة السكنية بين عدة أهداف أساسية، حيث حققت في المقام الأول الهدف الوظيفي المطلوب، وفي ذات الوقت حققت الراحة البصرية والنفسية اللازمة لأداء المهام والأنشطة اليومية، بأسلوب جمالي مناسب للفراغ المصمم بالخطوط الحديثة (مودرن).</td></tr>
<tr><td>الفراغات الداخلية السكنية</td><td colspan="2">محددات الإضاءة الصناعية</td><td colspan="2">المنهج العلمي المقترح</td></tr>
<tr><td rowspan="7">غرفة المعيشة</td><td colspan="2">درجة حرارة اللون</td><td colspan="2">إضاءة عامة معتدلة باللون الأبيض تتراوح حرارتها بين 4000K و4500K.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">نوع الإضاءة</td><td colspan="2">إضاءة عامة: من خلال وحدات نقطية سقفية مباشرة، وإضاءة مخفية داخل السقف غير مباشرة.</td></tr>
<tr><td colspan="2">إضاءة وظيفية: من خلال وحدة إضاءة أرضية جانبية مخصصة للقراءة والوظائف الأخرى.</td></tr>
<tr><td colspan="2">إضاءة مركزة: استخدمت في التركيز على اللوحات الفنية المعلقة على الجدران، من خلال الوحدات النقطية السقفية التي تم توجيهها فوق اللوحات.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">كمية الإضاءة</td><td>إضاءة عامة (من منتصف الغرفة): 110 لوكس</td><td>إضاءة جيدة</td></tr>
<tr><td>الإضاءة العامة عند استخدام الأريكة في الجلوس: 380 لوكس (وذلك لأن الوحدات النقطية موجهة بشكل مباشر أعلى الشخص الجالس.)</td><td>إضاءة عالية جدا</td></tr>
<tr><td>إضاءة وظيفية: 300 لوكس</td><td>إضاءة جيدة</td></tr>
<tr><td>تأثير الضوء على الفراغ</td><td colspan="2">تميزت الإضاءة العامة المستخدمة في غرفة المعيشة بالتنوع بين الإضاءة النقطية السقفية والإضاءة غير المباشرة المختفية بداخل السقف المستعار، حيث مزجت بين الرؤية الجيدة والشكل الجمالي، إلا أن وضع الإضاءة النقطية ذات الشدة القوية فوق مكان الجلوس مباشرة لم يكن موفقا بشكل كبير، فالإضاءة القوية المسلطة فوق العين تتسبب في استثارة الأعصاب والتوتر، إلا أن إتاحة الفرصة للمقيم للتبديل بين الإضاءة المباشرة وغير المباشرة في غرفة المعيشة، جعله قادر على التحكم في الإضاءة المطلوبة حسب الحاجة، سواء أكانت مباشرة أو غير مباشرة، صورة 24.</td></tr>
<tr><td colspan="5">صورة 24 فراغ غرفة المعيشة</td></tr>
<tr><td rowspan="6">غرفة الطعام</td><td colspan="2">درجة حرارة اللون</td><td colspan="2">إضاءة عامة معتدلة باللون الأبيض تتراوح حرارتها بين 4000K و4500K – وإضاءة جمالية دافئة أعلى طاولة الطعام وكاونتر البار تتراوح حرارتها بين 2000k و2500k.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">نوع الإضاءة</td><td colspan="2">إضاءة عامة: من خلال وحدات نقطية سقفية مباشرة.</td></tr>
<tr><td colspan="2">إضاءة جمالية: من خلال وحدات إضاءة نحاسية فوق طاولة الطعام وكاونتر البار لتحقيق الهدف الجمالي بالإضافة إلى تحقيق الهدف الوظيفي.</td></tr>
<tr><td colspan="2">إضاءة مركزة: استخدمت في التركيز على اللوحات الفنية المعلقة على الجدران، من خلال الوحدات النقطية السقفية التي تم توجيهها فوق اللوحات.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">كمية الإضاءة</td><td>إضاءة عامة: 160 لوكس</td><td>إضاءة جيدة</td></tr>
<tr><td>إضاءة جمالية فوق طاولة الطعام والبار.</td><td>تم تحقيق هدف إضفاء القيمة الجمالية.</td></tr>
<tr><td colspan="5">صورة 25 فراغ غرفة الطعام</td></tr>
</table>

 صورة 26 فراغ غرفة الطعام	تأثير الضوء على الفراغ		جاء اختيار الإضاءة الطبيعية البيضاء موفقا، وذلك لتسهيل رؤية ألوان الطعام بشكل صحيح، وقد استخدمت وحدات الإضاءة النقطية فوق اللوحة الفنية كإضاءة مركزة لإظهار جماليات اللوحة، كما يظهر في الصورة 26. كما استخدمت أيضا الإضاءة الوظيفية بشكل جمالي في وحدات الإضاءة المعلقة فوق طاولة الطعام وفوق كاونتر البار، بلونها النحاسي وخطوطها البسيطة التي تلاءمت مع الفراغ المصمم بالخطوط الحديثة، وبإضاءة دافئة جدا تناسبت مع اللون النحاسي لوحدات الإضاءة، مما أعطى شعورا بالاسترخاء والراحة، كما أضافت مناخ درامي للفراغ.
غرفة النوم	درجة حرارة اللون		إضاءة عامة معتدلة باللون الأبيض تتراوح حرارتها بين 4000K و4500K – ووحدات إضاءة وظيفية تميزت بالدفء إلى حد ما حيث تراوحت بين 2800K و3000K
   صورة 27 – صورة 28 غرفة النوم صورة 29 غرفة الملابس	نوع الإضاءة		إضاءة عامة: من خلال وحدات نقطية سقفية مباشرة. إضاءة وظيفية: المصباحين الليليين بجوار السرير.
	كمية الإضاءة	إضاءة الطاولات الليلية: 170 لوكس	إضاءة متوسطة
		إضاءة عامة: 110 لوكس	إضاءة جيدة
		إضاءة غرفة ملابس عامة: 300 لوكس	إضاءة جيدة
	تأثير الضوء على الفراغ		تم استخدام الإضاءة الوظيفية بشكل جمالي أنيق في الفراغ الداخلي وذلك ظهر في استخدام المصباحين المجاورين للسرير في غرفة النوم، والذي جاء خيارا موفقا بسبب إضاءته الدافئة التي أعطت شعورا بالهدوء والراحة والاسترخاء، وخاصة عند إطفاء الإضاءة العامة بغرفة النوم، كما أن إضاءة وحدات إضاءة سقفية بيضاء في غرفة الملابس أدى إلى تجسيد الألوان بشكل جيد عند اختيار الملابس.

المطبخ	درجة حرارة اللون	إضاءة عامة معتدلة باللون الأبيض تتراوح حرارتها بين 4000K و4500K	
   صورة 30 – صورة 31 المطبخ	نوع الإضاءة	إضاءة عامة: من خلال وحدات نقطية سقفية مباشرة.	
	كمية الإضاءة	إضاءة عامة: 120 لوكس	إضاءة غير كافية
		إضاءة وظيفية: لا توجد.	
	تأثير الضوء على الفراغ	جاء اختيار الإضاءة الطبيعية البيضاء موفقا، وذلك لتسهيل عملية إعداد الطعام ورؤية ألوان الطعام بشكل صحيح	
الحمام	درجة حرارة اللون	إضاءة معتدلة باللون الأبيض تتراوح حرارتها بين 4000K و4500K	
 صورة 32 حمام الضيوف – صورة 33 الحمام الرئيس	نوع الإضاءة	إضاءة عامة: من خلال وحدات نقطية سقفية مباشرة.	
		إضاءة وظيفية: أعلى المرآة في الحمام الرئيس وحمام الضيوف.	
	كمية الإضاءة	إضاءة عامة: 150 لوكس	إضاءة جيدة
		إضاءة وظيفية: 300 لوكس	إضاءة جيدة.
	تأثير الضوء على الفراغ	على الرغم من أن إضاءة الحمامات كانت كافية ومريحة بصريا، إلا أن وحدة الإضاءة أعلى المرآة كانت تحتاج إلى تغطية لتقليل الوهج، أو إعادة توجيهها بشكل رأسي بدلا من وضعها الأفقي أعلى المرآة لتوزيع الإضاءة على الجانبين وتقليل الظلال.	

تعليق عام على إضاءة الوحدة السكنية

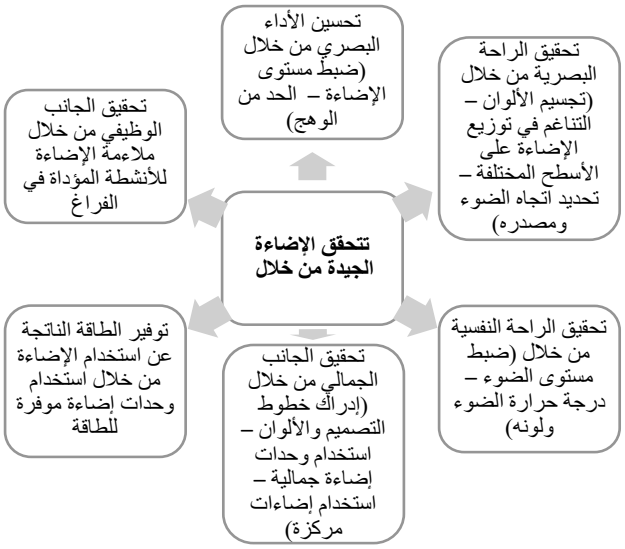
الجوانب الجمالية	الجانب الوظيفي والراحة البصرية	التجسيد اللوني	الجانب النفسي
تم توزيع الإضاءة بتصميم يتناسب مع الفراغ المصمم بالخطوط الحديثة (مودرن).	تم الاعتماد على الإضاءة العامة باللون الطبيعي المعتدل (الأبيض) الذي يماثل ضوء الشمس في الوحدة السكنية بالكامل، مما أدى لوضوح تفاصيل التصميم من ألوان وأشكال وخطوط، وبالتالي تحقيق الراحة البصرية. كما أن استخدام وحدات إضاءة مخفية بداخل السقف ساهم في تقليل الظلال وإعطاء نعومة للفراغ.	أدت وحدات الإضاءة الصناعية المستخدمة وظيفتها بشكل جيد من حيث تجسيد الألوان– والتوزيع المتناسق للسطوع.	استخدام إضاءة صناعية تماثل ضوء الشمس في الفراغات الداخلية أثر بشكل إيجابي على الجانب النفسي، حيث قللت من الاكتئاب وأعطت شعورا عاما بالسعادة والنشاط والتركيز.

نتائج الدراسة:

اعتمدت كل وحدة من الوحدات السكنية السابقة على أساسيات محددة في تصميم وتوزيع الإضاءة، فمنهم ما اهتم بالجانب الجمالي وأهمل الجانب الوظيفي، ومنهم ما اهتم بالجانب الوظيفي بشكل أكبر، إلا أن التصميم الأنسب اعتمد على تحقيق الراحة البصرية، الوظيفية، النفسية، والجمالية، بشكل يسر أداء المهام والأنشطة اليومية، في إطار جمالي يتناسب مع التصميم المستخدم في الفراغ الداخلي، وذلك من خلال:

- تحديد مصدر واتجاه الضوء الأنسب للفراغ.
- تحديد درجة حرارة الضوء المناسبة لكل فراغ، حيث إن التنوع بين الإضاءة الصناعية الدافئة والباردة والمعتدلة على حسب النشاط، يؤثر على نفسية المقيم، فاستخدام الضوء الأبيض الذي يحاكي ضوء الشمس يتميز بقدرته على علاج الاضطرابات النفسية وإفراز السيروتونين، ويقلل من الاكتئاب ويعطي شعورا عاما بالسعادة والنشاط والتركيز، بينما الضوء الأصفر يعطي شعورا بالهدوء والاسترخاء، كما يستخدم كإضاءة جمالية، إلا أن الإفراط في استخدام أي منهما قد لا يحقق النتيجة المرجوة.
- تحديد نوع وشدة الإضاءة المناسبة لأداء المهام في كل فراغ.
- اختيار مصادر للإضاءة موفرة للطاقة وخاصة في المداخل والمطبخ وغرف المعيشة وذلك لأن إضاءة تلك الفراغات يتم تشغيلها لأوقات طويلة.

ويمكن تلخيص الدراسة السابقة في المخطط التالي:



رسم توضيحي 10 شروط تحقيق الإضاءة الجيدة (الدارسة)

نتائج البحث:

- التخطيط المناسب للإضاءة داخل الفراغ السكني، يتطلب أولا تحديد وظيفة كل فراغ والأنشطة التي يمكن تأديتها في ذلك الفراغ، بعد ذلك تأتي مرحلة اختيار أشكال وأنواع مصادر الإضاءة بناء على الراحة البصرية والنفسية فضلا عن الجوانب الوظيفية، والجمالية، وذلك لأن الهدف الأساسي من استخدام الإضاءة الصناعية في المسكن هو تعزيز راحة المقيمين وتواصلهم، وتسهيل أدائهم للمهام اليومية.
- المبالغة في توزيع وحدات الإضاءة قد ينعكس بالسلب على نفسية الإنسان.
- المبالغة في الاهتمام بالجانب الجمالي دون مراعاة فعالية الإضاءة يؤثر على الراحة البصرية والنفسية للمقيم في الفراغ الداخلي.

التوصيات:

- على المصمم الداخلي مراعاة تكامل الدور الجمالي للإضاءة في إظهار التصميم الداخلي مع الدور الوظيفي.
- على المصمم الداخلي نشر ثقافة الإحساس البصري بالإضاءة وأهميتها ودورها بالإضافة إلى تأثيرها الفعال في الفراغات السكنية الداخلي.
- على المصمم الداخلي ضرورة التعامل مع عناصر الإضاءة الصناعية في فراغ المسكن على أسس تصميمية سليمة، وبمرجعية علمية، وعند البدء في توزيع إضاءة الفراغات السكنية، لابد من مراعاة:
  - وظيفة كل فراغ، فضلا عن طبيعة الفراغ المراد إضاءته.
  - شدة الإضاءة المناسبة لكل فراغ، فهناك فراغات تحتاج لشدة إضاءة عالية لإدراك التفاصيل، وفراغات تحتاج لإضاءة خافتة تساعد على الاسترخاء.
  - انعكاس الإضاءة والوهج الضوئي.
  - حساب كمية الحرارة الصادرة من وحدات الإضاءة.
  - اتجاه وحدة الإضاءة واتجاه الأشعة الضوئية.
  - توفير الطاقة.
- على الدولة والمؤسسات التعليمية ضرورة تشجيع الباحثين والمصممين للمزيد من البحث والتطوير والتعرف على أنواع ومواصفات مصادر الإضاءة الحديثة وأساليب استخدامها بهدف خلق فراغات داخلية توفر الراحة البصرية والنفسية.

مراجع البحث:

أولا: المراجع العربية:

1- البشكار, م أ. ز. ش. س. ش. ا. ع. ص. ا. ر. م. أ., 2021. تأثير اللون والضوء على الفراغات السكنية الداخلية. Journal of Engineering Research (ERJ), 5(1), pp. 50-59.

2- الردايدة, ع م. ع. -. ب. ن., 2019. الأبعاد الوظيفية والجمالية في تصميم الإضاءة الاصطناعية في البيئة الداخلية السكنية. المجلة الأردنية للفنون, 12(2), pp. 127 -107.

3- الغرباوي, ف. خ. إ., 2019. دور الإضاءة الصناعية في إبراز القيم الوظيفية والجمالية للفراغ الداخلي (حالة دراسية: المراكز التجارية في مدينة غزة). غزة: كلية الهندسة في الجامعة الإسلامية بغزة.

4- الهاشمي, ا. ج. م. ا. ش. ن. ن., ٢٠٠٧. التشكيلات الفنية للإضاءة الداخلية لبهو الفنادق. مجلة الهندسة والتكنولوجيا, 25(3), pp. 111-131.

5- الورفلي, ص .ا .ا., 2020 .أنواع الإنارة الطبيعية والإنارة الصناعية المستخدمة في العمارة الإسلامية . Arab Journal for Scientific Publishing (AJSP), Volume 16, pp. 201-216.

6- داود, ص .ا .ح .ع .ز .ع .ا., 2010 .اثر الإضاءة الاصطناعية في الإيحاء البصري للواجهات .مجلة الهندسة والتكنولوجيا.28(7) ,

7- محمود, م .ع .م .ا .أ .ع .ا .ا .أ .س., 2013 .الاعتبارات البصرية وأسس دراسة الإضاءة عند تصميم المباني السكنيةعلى مثال: اليمن .مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية المجلد التاسع والعشرون- العدد الأول.578 - 561 .pp ,

ثانيا: المراجع الأجنبية:

1- Anon., 2004. Lighting with Artificial Light. Frankfurt/Main Germany: Fördergemeinschaft Gutes Licht (FGL).

2- Anon., 2018. The lighting handbock - Your concise reference book. Dornbirn, AUSTRIA: Zumtobel Lighting GmbH.

3- Canada, N. r., 2010. Home lighting design guide pocket book - Energy effeciency reference guide. Canada: CEATI International.

4- CLTC, C. L. T. C., 2016. Residential Lighting. California: University of California, Davis.

5- Figueiro, M. G., 2001. Lighting a way: a key to independence. s.l.:Lighting research center.

6- Juan Sebastian Botero-Valencia, J. F. V.-B., 2015. Classification of artificial light sources and estimation of Color Rendering Index using RGB sensors, K Nearest Neighbor and Radial Basis Function. International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems, 8(3), pp. 1505-1524

ثالثا: مواقع أنترنت:

1- Adams, C., 2019. Ergonomic Lighting Levels by Room for Residential Spaces. [Online] Available at: https://www.thoughtco.com/lighting-levels-by-room-1206643] Accessed 29 September 2021.[

2- حسـن، ل.، 2020. الإضـاءة في الديكور والتصـميم الداخلي. [مـــــــــتصـــــــــل Available at: https://idecor360.com/archives/496] تاريخ الوصول 11 August 2021].