Journal of Al-Azhar University Engineering Sector

Vol.15, No. 55, April, 2020, 663-671

ACHIEVING THE QUALITY OF THE LIGHT ENVIRONMENT INSIDE HOTEL ROOMS USING SMART SYSTEMS

Dalia Magdy Mohammed Morci Kassem*, Ahmed R. Abdin, Mohsen Abo-Elnaga and Gehan A. Elsaid

Architecture Department, Faculty of Engineering, Cairo, University Egypt

*Corresponding Author E-mail: arch.daliamagdy@yahoo.com

ABSTRACT

This research presents how to achieve the quality of the photovoltaic environment for hotel accommodation in hotels using smart systems, as reducing energy consumption rates is a major goal of the smart hotel design, which is directly related to the efficiency of the internal environment of the guest rooms, the higher the quality of the photovoltaic environment, the lower the rates Energy consumption, as it achieves a quality environment in the hotel's accommodation rooms, achieving visual comfort.

A high-quality indoor environment is provided with attention to the quality of the "thermal environment" and the quality of "indoor air environment" as well as a good "light environment", which affects the visitor's sense of comfort inside the room through the elements of perceptual components of that internal environment, as the quality of the internal environment is linked A direct correlation to achieving energy efficiency, and this research will explain how to achieve the quality of the photovoltaic environment in smart hotel rooms, thus achieving comfort for visitors and reduces energy consumption by using smart systems.

KEYWORDS: Quality Of The Light Environment, Guest Rooms, Smart Systems, Day Light, Artificial Light

تحقيق جودة البيئة الضوئية داخل غرف الفنادق باستخدام الأنظمة الذكية

داليا مجدي محمد مرسي قاسم* و أحمد رضا عابدين و محسن أبو النجا و جيهان احمد السيد

قسم الهندسة المعمارية ، كلية الهندسة ، جامعة القاهرة ، الجيزة، مصر

*البريد الاليكتروني للباحث الرئيسي: E-mail: arch.daliamagdy@yahoo.com

الملخص

تقدم هذه الورقة البحثية كيفية تحقيق جودة البيئة الضوئية لغرف الإقامة في الفنادق باستخدام الأنظمة الذكية، حيث أن تقليل معدلات استهلاك الطاقة هدف رئيسي من أهداف تصميم الفندق الذكي، وهو ما يرتبط مباشرة بمدى كفاءة البيئة الداخلية لغرف الإقامة، فكلما زادت جودة البيئة الضوئية كلما قلت معدلات استهلاك الطاقة، كما أنه يحقق جودة بيئة داخل غرف الإقامة للزائرين في الفندق، ومحققة للراحة البصرية.

يتم توفير بيئة داخلية عالية الجودة بالاهتمام بجودة "البيئة الحرارية" وجودة "بيئة الهواء الداخلية" وأيضا "بيئة ضوئية" جيدة، وهو ما يؤثر على شعور الزائر بالراحة داخل الغرفة من خلال عناصر الإدراك الحسي لمكونات تلك البيئة الداخلية، كما أن جودة البيئة الداخلية مرتبطة ارتباطا طردياً بتحقيق كفاءة الطاقة، وهذا البحث سوف يوضح كيفية تحقيق جودة البيئة الضوئية في غرف الفنادق الذكية مما يحقق راحة للزائرين ويقلل من استهلاك الطاقة وذلك باستخدام الأنظمة الذكية.

الكلمات المفتاحية: جودة البيئة الضوئية ، غرف الإقامة، أنظمة ذكية، إضاءة طبيعية ، إضاءة اصطناعية.

مقدمة:

إن فكر تفادي إفساد البيئة يتحقق بالإقلال من استخدام الطاقة، حيث أن أحد أسباب تصميم المباني الذكية هو "الاستجابة للاحتياجات والضروريات البيئة"، وأهم ما تهتم به هو "اعتبارات استخدام الطاقة"، وذلك الاعتبار هو المحرك الرئيسي والهدف الأول للعمارة المعاصرة، وتوفير الطاقة المطلوب توافره يعد أحد الاعتبارات الأساسية للمباني بشكل عام والمباني الذكية بشكل خاص، حيث يقضي الإنسان ٩٠% من وقته داخل أماكن مغلقة، لذا فإن تصميم البيئة الداخلية مهم جداً، ومن ثم فإن "الحفاظ على الطاقة" يفضل الآن تحويله إلى "كفاءة الطاقة"، لتدل كفاءة الطاقة على "توفير متطلبات شاغل المكان من الراحة بالإضافة إلى تخفيض استهلاك الطاقة".[1]

ولتحقيق جودة البيئة الداخلية داخل غرف الإقامة الذكية في الفنادق يتطلب تحقيق جودة بيئة حرارية جودة هواء وجودة بيئة ضوئية وصوتية، وما يعود هذا على تحقيق أيضاً كفاءة الطاقة، ولتحقيق استخدام الأنظمة الذكية لتحقيق الهدفين السابقين، وبالتالي في هذه الورقة البحثية توضح دليل تحقيق جودة البيئة الضوئية في غرف الفنادق الذكية.

٠١ جودة البيئة الضوئية:

البيئة الضوئية لها أعظم الأثر على الزائرين لغرف الإقامة في الفنادق حيث أن الضوء يعتبر أحد العناصر الجوهرية الأساسية الفاعلة في منظومة الإدراك البصري وإحساس الزائر بالراحة. ويتم ذلك عن طريق الإضاءة الطبيعية والصناعية.

ولما للإضاءة الطبيعية من مميزات لا يمكن الإضاءة الصناعية تعويضها وهى تحقيق الراحة البصرية والنفسية وتوفير الجو الصحي (الإضاءة الصحية) وتحقيق الاستدامة.[2]

ومن هنا فالإضاءة الطبيعية هى بلا شك أحد أهم متطلبات بيئة العمل المنتجة والصحية، وعدم إعاقة الرؤية واتصالها بالخارج هى أحد أهم المعايير والمتطلبات الحاكمة لتصميم غرف الفنادق، والاهتمام الحالي لا يركز فقط على تقليل الإضاءة الاصطناعية داخل الغرف بقدر تركيزه على تحسين الإضاءة بالحصول على إضاءة (طبيعية - صناعية) ذات شدة ثابتة في كل مسطحات الغرفة. بالإضافة إلى ذلك هناك اهتمام شديد بشأن إشعاعات ثاني أكسيد الكربون وارتفاع درجة الحرارة العامة نتيجة الإفراط في الاعتماد على الإضاءة الاصطناعية.

وعليه فالهدف من نظام الإضاءة الطبيعية في الواجهات الذكية هو التفاعل مع نظام الإضاءة الاصطناعية والتكامل معه لتحقيق هدفين أساسين:

أ- خفض معدلات استهلاك المبنى من الطاقة الكهربائية المستهلكة في الإضاءة الاصطناعية.

ب- تحسين مستويات الإنارة لتحقيق الراحة البصرية.

والأنظمة المتبعة للاستفادة من الإضاءة النهارية بواسطة التقنيات الذكية يمكنها تحقيق تحسين كفاءة الطاقة بتقليل الإضاءة الصناعية، وأعمال التبريد الناتجة عنها كما يمكنها أن تخفض إلى حد كبير استهلاك المباني للطاقة وتحسن أيضاً نوعية الإضاءة في البيئة الداخلية بشكل ملحوظ.[3]

وعلى ذلك فإن هناك نوعان من "وسائل التحكم في الإضاءة الصناعية المستجيبة للإضاءة الطبيعة" يلتزم توافرها لتحقيق أفضل استفادة من الإضاءة الطبيعية في غرف الإقامة الذكية في الفنادق.

أ- نظم التحكم في نفاذ الإضاءة الطبيعية داخل غرف الإقامة الذكية في الفنادق.

ب- نظم تكامل الإضاءة الاصطناعية مع الإضاءة الطبيعية.[3]

٠٢ نظم التحكم في نفاذ الإضاءة الطبيعية داخل غرف الإقامة الذكية في الفنادق:

إن إدخال الإضاءة الطبيعية داخل الغرفة يحتاج إلى مهارة من المصمم ويمكن الوصول إلى حلول مناسبة، وتعمل هذه الأنظمة على:

أ. إعادة توجيه الضوء للمناطق الغير المضاءة جيداً.

ب. تزويد الفراغ بالإضاءة الطبيعية مع الحفاظ على الراحة البصرية والتحكم في الوهج.

ج. الإضافة إلى عملها كأنظمة تظليل شمسية وتزيد من التحكم في الخواص الحرارية.[4]

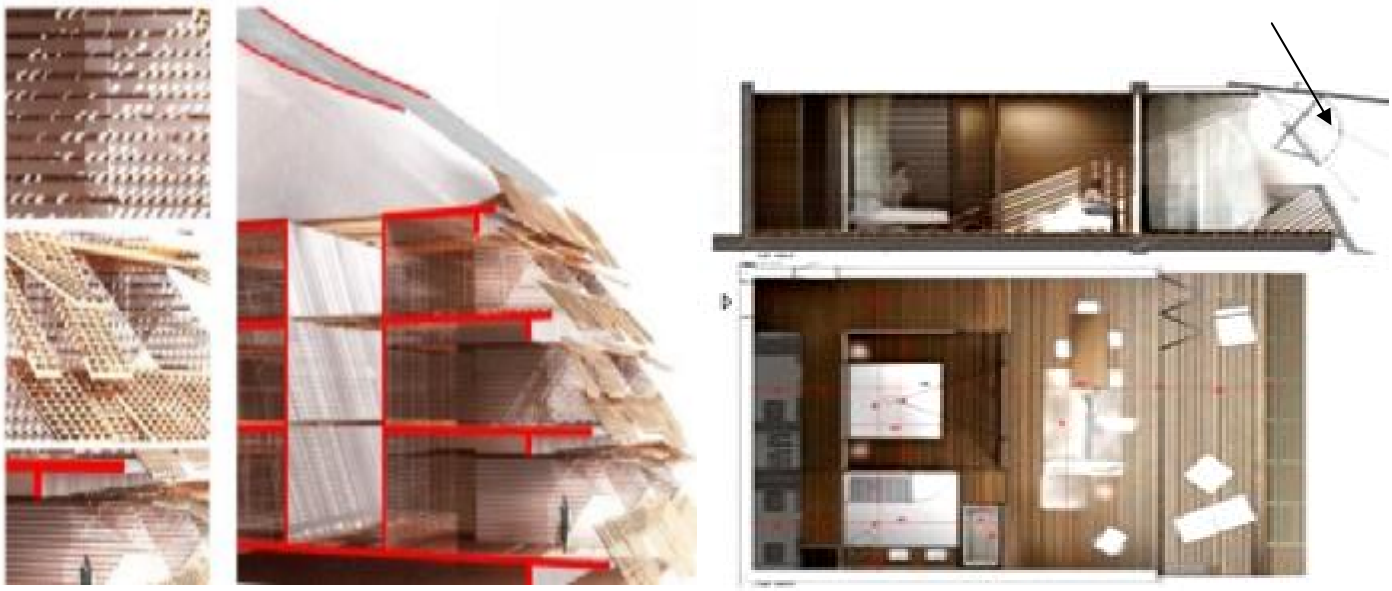
وتنقسم هذه الأنظمة إلى:

(٢-١) أنظمة الإضاءة الطبيعية المزودة بأنظمة التظليل:

تستخدم هذه الأنظمة للتظليل بالإضافة إلى تزويد الفراغ بالإضاءة الطبيعية وقد تعمل أيضا على الحماية من الوهج وأيضا التوجيه الجيد للضوء ، ويمكن التحكم فيها للتقليل من دخول الضوء إلى الفراغ، كما أنها صممت لكي تتمكن من إدخال الضوء في الوقت الذي تستخدم فيه للتظليل على المبنى. [٣]

(٢-١-١) كاسرات الشمس المتحركة:

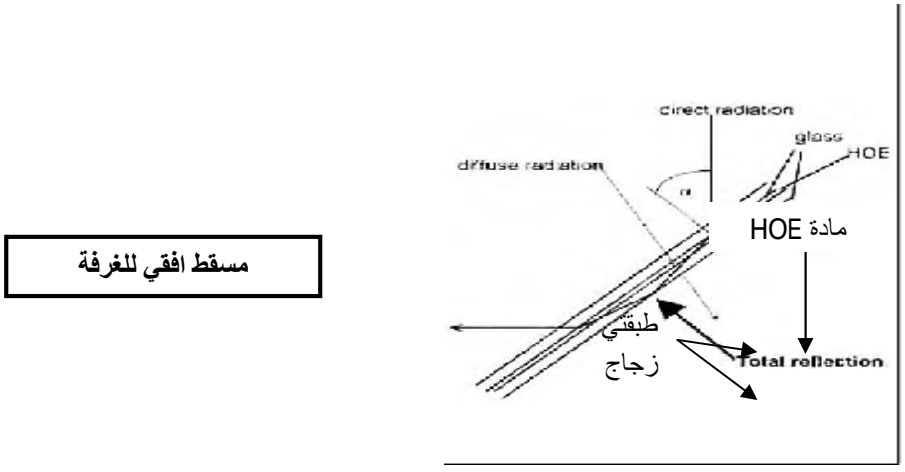
تعمل كوسائل تظليل شمسية وأجهزة انحراف للضوء ، وهي تعمل أوتوماتيكيا للحفاظ على إضاءة داخلية ملائمة لفراغ الغرفة , كما هو موضح بالشكل (١)- يوضح أنظمة التظليل التي استخدمت على نوافذ غرف إقامة في فندق (W Hotel Dubai) في دبي.



شكل (١) – يوضح أنظمة التظليل (الكاسرات الشمسية) في فندق (WHotel Dubai)- دبي
(المصدر: www.desmena.com – desmena, WHotel, Dubai by Ateliers Jean Nouvel)

(٢-١-٢) مادة الHOE (Holographic Optical Element):

وهي مادة بصرية ثلاثية الإبعاد تتكون من فيلم ثلاثي الإبعاد يوضع بين طبقتي الزجاج ضمن نظام فتحة الإضاءة الطبيعية ؛وهي تعتبر وسيلة تظليل من اهم خصائصها أنها تمنع نفاذ أشعة الشمس المباشرة ، بينما تسمح بنفاذ إضاءة السماء الغير مباشرة [4]كما هو موضح بالشكل (٢).



شكل (٢) – يوضح المبدأ الأساسي لوظيفة (HOE) بين طبقي الزجاج
(المصدر: Richard Watkins, Daylight in Building, 2010, computer Science)

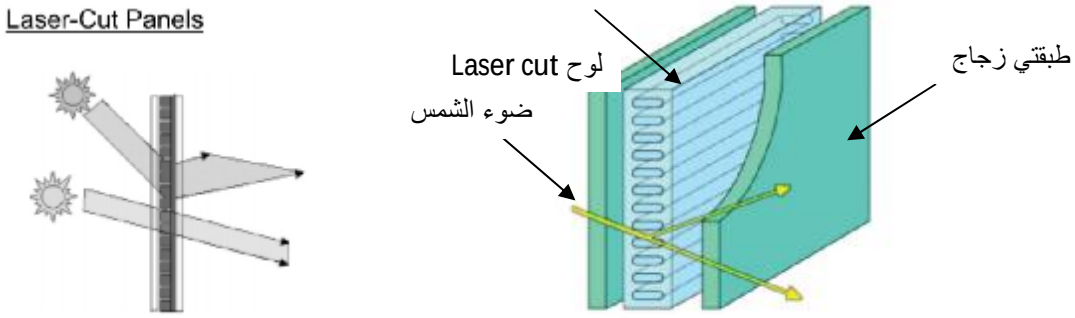
(٢-٢) أنظمة الإضاءة الطبيعية بدون أنظمة التظليل:

صممت هذه الأنظمة لتوجيه ضوء الشمس مباشرة للفراغات من النوافذ ومنها:

- أنظمة توجيه الضوء المباشر (Direct light – Guiding system):

نظام (Laser cut panel) : وهي عبارة عن وحدات رفيعة مصنوعة من الاكليريك الشفاف مقسمة بواسطة (laser cut) الى صفوف مستطيلة ، حيث يتحول السطح الخارجي لها الى مرآة خارجية مما يساعد على انحراف الضوء بكفاءة عالية بزاوية اقل من ١٢٠ درجة داخل الوحدة حيث تعمل على توجيه الضوء الى الفراغ، ويمكن ان تستخدم كوحدات ثابتة – أو متحركة ضمن النافذة. [3]

,هى تعمل على توجيه ضوء الشمس المباشر إلى الفراغ بدون أي تأثيرات جانبية للوهج أو إحساس بالحرارة كما هو موضح بالشكل (٣).



شكل (٣) - نظام Laser cut panel
(المصدر: Richard Watkins, Daylight in Building, 2010, computer Science)

٣ ٠ نظم تكامل الإضاءة الإصطناعية مع الإضاءة الطبيعية:

إن إستخدام أنظمة التحكم في الإضاءة الإصطناعية للتكامل مع الإضاءة الطبيعية تؤدي إلى تقليل الطاقة المستهلكة وتحقيق جودة البيئة الضوئية المطلوبة لغرف الإقامة الذكية في الفنادق.

ويمكن تقسيم هذه النظم حسب طريقة التحكم في نوعين رئيسين:

أ- التحكم اليدوي في الإضاءة الصناعية:

إن التحكم اليدوي في الإضاءة الإصطناعية يرضي نفسياً الزائرين لغرف الإقامة في الفنادق، ففي كثير من الدراسات وجد أن المستخدم يكون أكثر سعادة عندما يستطيع التحكم في البيئة الموجود بها ومفتاح التحكم في الإضاءة هو رمز لهذا التحكم، ونجاح إستخدام التحكم اليدوي يعتمد على سهولة الوصول إلى مفاتيح التحكم، بوصفها بالقرب من الفراغ المراد إضاءته مثل فراغ النوم بجانب السرير، منطقة الجلوس. كما موضح بالشكل (٤).

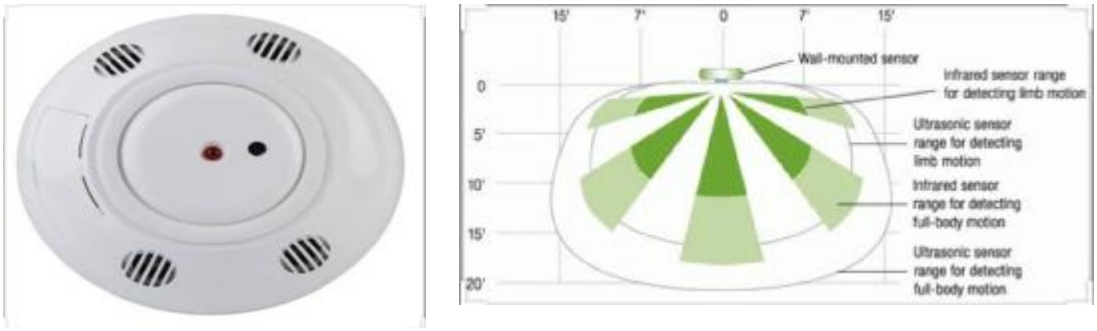
شاشات الكترونية تعمل مع النظام الذكي(Smart system)
تعمل اتوماتيكيا ويتم التحكم بها ايضا على حسب رغبة
الزائرين في الغرفة.

شكل (٤) – طرق التحكم اليدوي
(المصدر: www.1000Bulb.com, hotel guest room lighting, 2018)

ب- التحكم الأوتوماتيكي في الإضاءة الصناعية:

هى نظم تحكم إلكترونية تقوم بالتحكم في الإضاءة الصناعية بخفتها، إستجابة لمستويات الإضاءة الطبيعية المتاحة من خلال إستخدام أجهزة أو برامج تحكم من هذه الأجهزة:

- **أجهزة استشعار المستخدمين (حساسات الأشغال) (Occupancy Sensors):** كما هو موضح بالشكل (٥)
تعمل على الإحساس بوجود مستخدمين في الغرفة وتعتمد على تقنيات مختلفة مثل إستخدام الأشعة تحت الحمراء أو إستخدام الموجات فوق الصوتية أو الموجات الدقيقة (Microwaves).



شكل (٥) يوضح شكل لأحد الـ(Occupancy Sensors) المستخدمة في الـSmart guest rooms
(المصدر: www.bowinlock.com, 2017)

- **الحساسات الضوئية (Photo Sensors):**

تعتمد الحساسات الضوئية ببساطة على تحديد مستوى الإضاءة الطبيعية المتوفرة ومن ثم العمل آلياً على تحديد مستوى الإضاءة الصناعية المطلوب للوصول إلى مستويات الإضاءة اللازمة.

٤. نظم الإضاءة الذكية المتكاملة (Intelligent Integrated Lighting):

تعتمد نظم الإضاءة الذكية المتكاملة أحد خطوات الأنظمة، وهى في هذا تعتمد على شبكة المعلومات لإدارتها، وتبعاً لبروتوكول (لغة) تبادل المعلومات داخل الشبكة ويمكن تقسيم نظم الإضاءة الذكية إلى قسمين:

جدول (١) يوضح الفرق بين البروتوكولات المغلقة والمفتوحة وأفضلية اختيار النظام المفتوح (المصدر: عمل الباحث).

نظم تعتمد على البروتوكولات المغلقة (Closed Protocol)	نظم تعتمد على البروتوكولات المفتوحة (Open Protocol)
أ- إن في البرتوكولات المغلقة يتحدث كل نظام داخل المبنى لغته الخاصة. لذا حتى يمكن لهذه النظم العمل معاً ضمن نظام إدارة واحدة، وبهذا الشكل فإن كل مبنى يعامل كحالة مستقلة. ب- تعمل نظم الإضاءة الذكية كجزء من مركبات نظم إدارة المباني (BMs) ويتكون هذه النظم من: ١-حساسات الإضاءة الطبيعية (Day light Sensors). ٢-حساسات الأشغال (Occupancy Sensors). ٣-نظم الخفض التدريجي للإضاءة (Personal/ Dimming Controls). ٤-البرامج الزمنية (Event Scheduling). ت- تتيح هذه النظم للزائرين ضبط الإضاءة بالإضافة إلى تكيفها مع تغيرات الإضاءة التي تحدث على مدار اليوم. ث- تتصل هذه النظم بشبكة معلومات تعمل من خلال برامج إدارة للطاقة (Energy Management System "Ems").	إن في البرتوكولات المفتوحة تتيح مرونة هائلة في التعامل مع مجموعة كبيرة من النظم والمعدات من خلال واجهة برمجة قياسية (Standard software Interface). بحيث يمكن بسهولة تركيب وتشغيل (Plug and play) أي نظام مباشرة، ومن هذه البروتوكولات (KNX) وهو المتعارف عليه دولياً بين الفنادق عالمياً ويتكون من: ١- وحدات الإضاءة معرفة رقمياً (Digital Addressable Luminaries). ٢- الكابلات النمطية (Modular Cable). ٣- تعدد نظم التحكم: أ- الحاسب الشخصي (Laptop). ب- لوحة التحكم الحائطية. ت- جهاز المحمول الشخصي (Mobile). ث- لوحة التحكم باللمس (Touch Screen Panel). ٤- التحكم الأمثل في حالة الإضاءة (Lighting Scene). ٥- المرونة. ٦- استخدام الحساسات الذكية (Smart Vision Sensors). ٧- تقييم تقارير الإستهلاك والصيانة. **ومن مميزات هذا النظام:** ١- التعامل مع عدد كبير من وحدات الإضاءة والمصابيح (الفلورية – والليد). ٢- تكلفة هذا النظام منخفضة لإعتماده على عنونة عناصر النظام لا على الدوائر الكهربائية المعقدة. ٣- توفير ٦٠% [2] من الطاقة المستهلكة، كما يمكن إستعادة تكاليفه الأولية بعد حوالي ثلاث أعوام.

٥ ٠ مكونات نظام الإضاءة الذكية في غرف الفنادق:

يتكون أي نظام أوتوماتيكي للتحكم في الإضاءة الصناعية للتكامل مع أي نظام آخر داخل الغرفة (مثل نظام التبريد والتهوية "HVAC" – الإضاءة الطبيعية Occupancy Natural Lighting) حيث يسمى "نظام الإضاءة الصناعية المستحدثة" (Responsive Artificial Lighting) إلى:

(٥-١) مصدر الضوء (Light source):

يتم اختيار الآن في غرف الفنادق مصابيح أللید لما فيها توفير للطاقة سواء كانت مصابيح – شرائط.

(٥-٢) وحدة تحكم (Control Unit):

هى الأداة التي تستخدم في الجهد الداخل لمصدر الضوء. وهى نوعان إما أنظمة الفتح والغلق (Switching) أو أنظمة الخفت (Dimming).

(٥-٣) حساس الضوء (Photo Sensor):

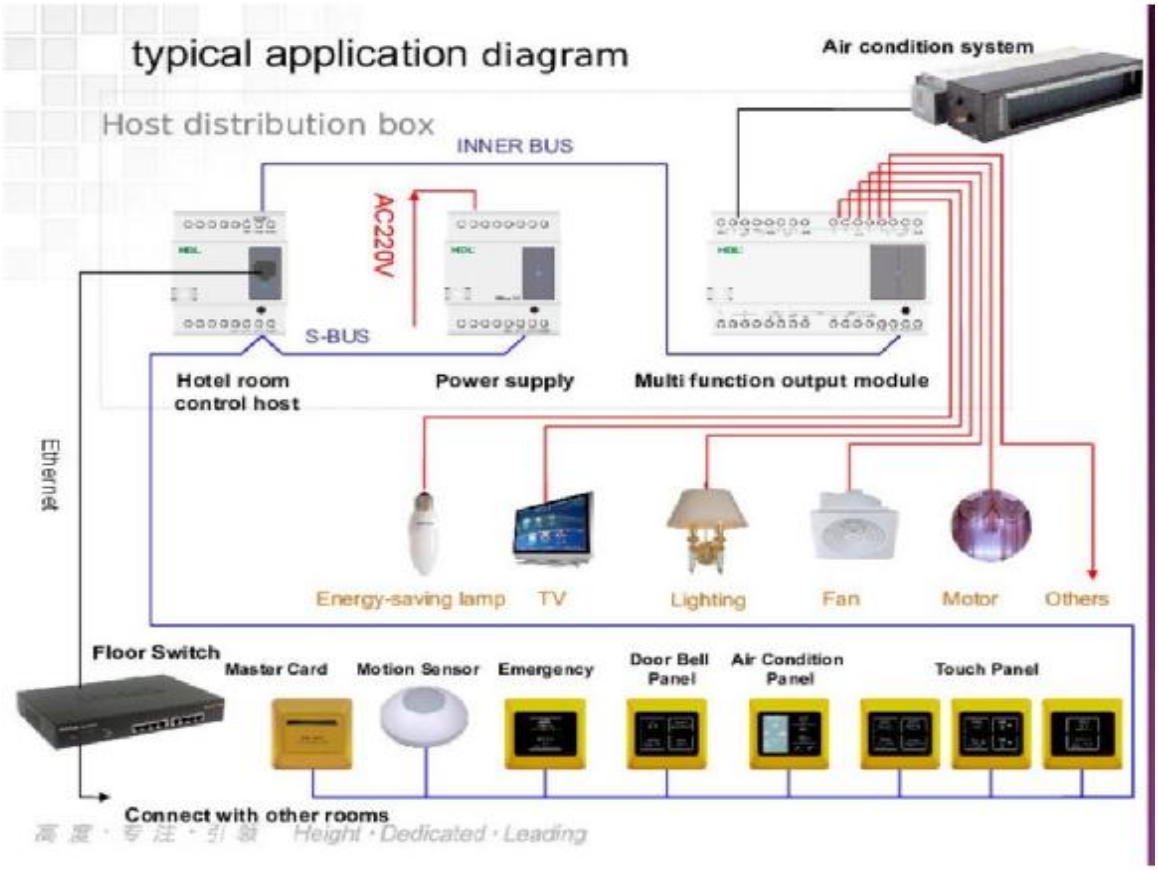
تقليل منسوب شدة الإضاءة النافذة للغرفة فيوضح في مواجهة الشباك لقياس شدة الإضاءة الطبيعية النافذة للغرفة.

(٥-٤) حساس الأشغال (Occupancy Sensors):

هو أداة تستشعر وجود الأشخاص في الغرفة، فتقوم بإرسال إشارة لجهاز التحكم فيقوم بتشغيل الإضاءة كما أنه أيضاً يقوم بفتح الستائر أوتوماتيكياً في الغرفة للاستفادة من الإضاءة الطبيعية والاستمتاع بالمنظر الخارجي، ولو شعر بغياب الزائر عن الغرفة فيرسل إشارة لجهاز التحكم فيغلق الإضاءة وتغلق أيضاً الستائر.[3]

(٥-٥) جهاز تحكم (Controller):

يعتبر "عقل نظام التحكم الأوتوماتيكي"، فهو المسئول عن تحديد التغير اللازم في منسوب شدة الإضاءة فيقوم بغلق أو فتح



دائرة التيار (Switching) أو تقوم بزيادة وخفض كمية الإضاءة (Dimming).[3]

شكل (٦) – يوضح شكل نظام الإضاءة الذكية في غرف الفنادق.

(www.nuuon.com/hotels/typical application diagram)

٠٦ تحسين كفاءة الطاقة باستخدام الانظمة الذكية في الفنادق:

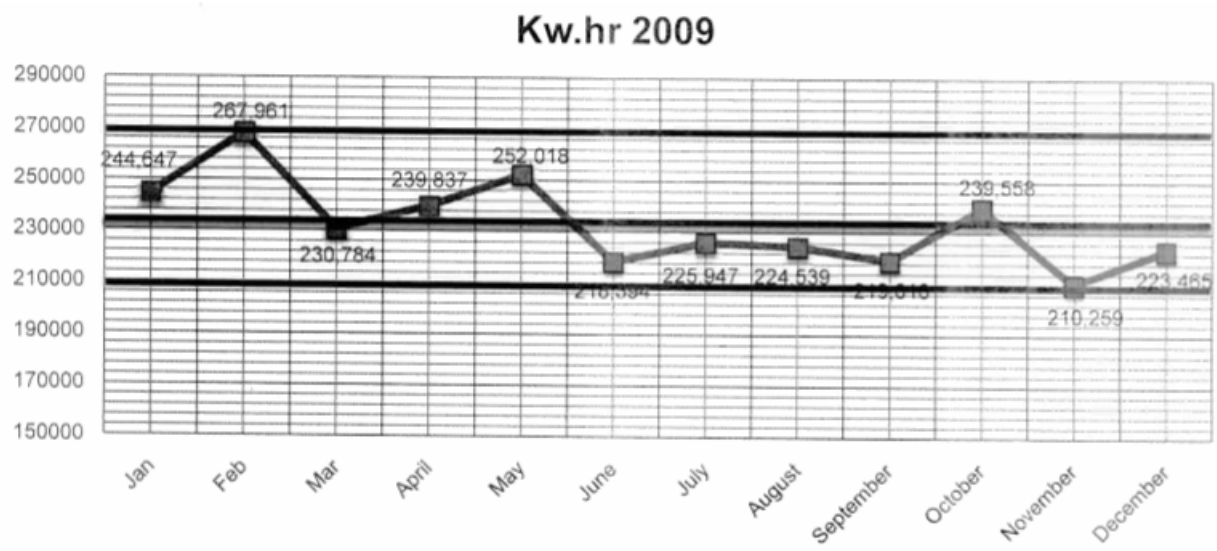
لتوضيح ذلك تم عمل تحليل لحالة دراسية لفندق (Nile City) في القاهرة بواسطة (The Egyptian Company for mobile services) Mobinil ، حيث تم توضيح استهلاك الطاقة قبل استخدام الانظمة الذكية عام (٢٠٠٩) [10] كما هو موضح في الجدول (١) والشكل (٧).

Total Consumption in Kw.hr	Average Consumption in Kw.hr	Average Kw.hr/ m2	Max Consumption in Kw.hr	Min Consumption in Kw.hr	Max Consumption deviation from average	Min Consumption deviation average
2,796,419	233,035	10.44	267,961	210,259	14.99%	-9.77%

جدول (٢٠٠٩)

(المصدر: The Egyptian Company for mobile services(Mobinil)

Corporate presentation - March 1,1008 Nile City ,unrestricted).

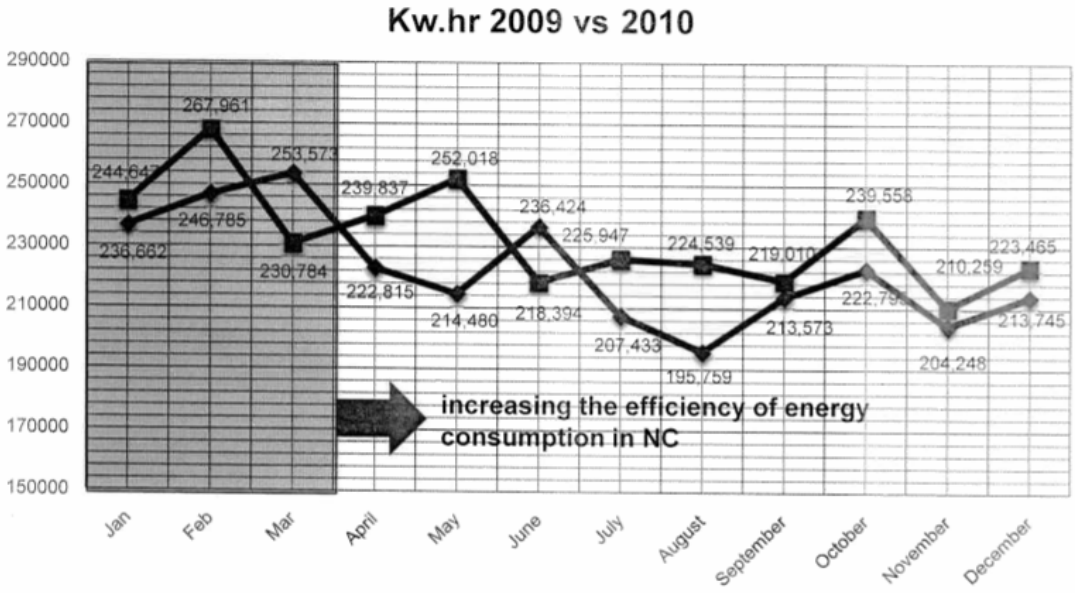


شكل (٧) يوضح استهلاك الطاقة على مدار السنة في فندق ال Nile City
(المصدر: نفس المصدر السابق)

اما بعد استخدام الانظمة الذكية (KNX) - IB - Bsu ABB في عام ٢٠١٠ فقد قل استهلاك الطاقة وزادت كفاءة الطاقة [10] كما هو موضح في الجدول (٢) والشكل (٨)

جدول (٢) يوضح الفرق في كفاءة الطاقة بعد استخدام الانظمة الذكية
(المصدر: The Egyptian Company for mobile services(Mobinil) - Corporate presentation - March 1,1008 Nile City ,unrestricted).

Building	Total Consumption in Kw.hr	Average Consumption in Kw.hr	Max Consumption in Kw.hr	Min Consumption in Kw.hr	Average Kw.hr/m 2	Max consumption deviation from average	Min consumption deviation from average
NC 2010	2,668,290	222,358	253,573	195,759	9.96	14.04%	-11.96%
NC 2009	2,796,419	233,035	267,961	210259	10.44	14.99%	-9.77%



شكل (٨) يوضح الزيادة في كفاءة الطاقة بعد استخدام الانظمة الذكية
(المصدر: نفس المصدر السابق)

مما سبق نستنتج ان استخدام الانظمة الذكية يقلل من استهلاك الطاقة ويزيد من كفاءة الطاقة.

٠٧ النتائج:

لتحقيق جودة البيئة الضوئية كجزء من تحقيق جودة البيئة الداخلية في غرف الفنادق يتم ذلك عن طريق:

١. الأنظمة المتبعة للاستفادة من الإضاءة الطبيعية بواسطة التقنيات الذكية وذلك لتحقيق تحسين كفاءة الطاقة وتقليل الإضاءة الصناعية وأحمال التبريد عن طريق استخدام وسائل التحكم في الإضاءة الصناعية المستجيبة للإضاءة الطبيعية.
٢. هناك نوعان من وسائل التحكم في الإضاءة الصناعية المستجيبة للإضاءة الطبيعية وهى:
   - نظم التحكم في نفاذ الإضاءة الطبيعية داخل غرف الإقامة في الفنادق.
   - نظم تكامل الإضاءة الاصطناعية مع الإضاءة الطبيعية.
٣. إن نظم التحكم في نفاذ الإضاءة الطبيعية داخل غرف الفنادق تنقسم إلى نوعان:
   - أنظمة الإضاءة الطبيعية المزودة بأنظمة تظليل.
   - أنظمة الإضاءة الطبيعية بدون أنظمة تظليل.
٤. نظم تكامل الإضاءة الاصطناعية مع الإضاءة الطبيعية يؤدي إلى تقليل الطاقة المستهلكة وتحقيق جودة البيئة الضوئية.
٥. إن أفضل نظم الإضاءة الذكية المتكاملة التي تعتمد على نظم البروتوكولات المفتوحة (Open Protocol) مثل (KNX) وهو أفضل من البروتوكولات المغلقة (Closed Protocol) لما لهذه الأنظمة توفير ٦٠% من الطاقة المستهلكة، كما أنها مرنة وتتيح مجموعة كبيرة من النظم والمعدات من خلال (Standard Software Interface).
٦. إن أنظمة الإضاءة الذكية واستخدامها في غرف الفنادق يحقق جودة البيئة الضوئية وعن طريق هذه الورقة البحثية تعتبر دليل لتحقيق جودة البيئة الضوئية باستخدام الأنظمة الذكية.

٠٨ التوصيات:

١. يوصى باستخدام الأنظمة الذكية في غرف الفنادق سواء كانت أنظمة الأمن والأمان (أنظمة الوقاية من الحريق - أنظمة التحكم في الدخول للغرفة) وأنظمة الأشغال وأنظمة التبريد والتكييف لما له أثر في تحقيق كفاءة الطاقة في غرف الفنادق.
٢. تطوير غرف الفنادق القائمة إلى غرف ذكية وذلك لتحقيق كفاءة الطاقة في الغرف وأيضاً تحقيق جودة البيئة الداخلية.
٣. إن تطوير غرف الفنادق إلى غرف ذكية ومنه يتم تطوير الفندق كاملاً بجميع فراغاته فإن ذلك يؤدي إلى تخفيض استهلاك الطاقة وهذا الاتجاه المحلي والدولي للحفاظ على الطاقة.
٤. يوصى بعمل أدلة مختلفة لتحقيق جودة البيئة الحرارية والصوتية والهواء الداخلي أيضاً باستخدام التقنيات الذكية وذلك لتحقيق جودة البيئة الداخلية لغرف الفنادق.

المراجع

١. ستيت، محمد السيد ,(٢٠٠٥)،"التكنولوجيا الذكية في العمارة المعاصرة"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، قسم الهندسة المعمارية، جامعة عين شمس.

٢. فجال، أحمد عاطف الدسوقي,(2010)، "العلاقة التكاملية بين مصادر الطاقة الطبيعية والتوافق البيئي في المنتجات السياحية"، رسالة دكتوراه، قسم الهندسة المعمارية، كلية هندسة، جامعة القاهرة.

٣. سالم، داليا عبد الغني، (٢٠٠٧),"دراسة الإضاءة الطبيعية داخل مباني الأثريوم على مستوى البيئة المحلية للوصول إلى الأداء الأمثل باستخدام الحاسب الآلي"، رسالة دكتوراه، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

٤. حامد، ريهام الدسوقي، (٢٠٠٤),"نحو بناء منهج تصميمي ضوئي لرفع كفاءة الإضاءة الطبيعية بالمباني الإدارية الحديثة – دراسة تحليلية باستخدام برامج الحاسب الآلي"، رسالة دكتوراه، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

5. Richard Watkins,(2010) ,"Daylight in Building", Computer science..
6. www.desmena.com,(2018) ,W Hotel, Dubai by Ateliers Jean Nouvel.
7. www.1000Bulb.com,(2018), Hotel guest room lighting,.
8. www.bowinlock,com,(2017).
9. www.nuuon.com,(2019), typical application diagram .
10. The Egyptian Company for mobile services(Mobinil), - (March 1,2008) , Corporate presentation , Nile City ,unrestricted, Electrical Analysis report for ABB KNX saving in Nile City in 2010 DOC.