JAUES

Journal Of Al-Azhar University Engineering Sector

Vol. 14, No. 51, April, 2019, 831-841

ANALYTICAL STUDY OF THE EFFECT OF THE APPLICATION OF SMART BUILDINGS ON THE ENVIRONMENT OF ADMINISTRATIVE BUILDINGS AND THE RATE OF ENERGY CONSUMPTION WITHIN THEM

Ayman Hassan Ahmed Mahmoud[1], **Hussein Sabri Al-Shanwani** [2] **and Nermin Nabil Mohammed Attieh**[2]

[1]Faculty of Engineering, Cairo University

[2] Faculty of Engineering , Zagazig University,

ABSTRACT

The evolution of modern technologies and integrated computer systems has made a major shift in the construction industry. This led to the emergence of "smart buildings" concept. The demand for this type of buildings is not only for the sake of luxury but also it is necessary to gain several advantages such as low energy and water consumption, decrease operating costs increasing productivity as well as providing the welfare of users; thus Smart buildings participate in positively affecting natural environment and human wellbeing. Administrative buildings' sector is one of the most energy consuming sectors in several countries; the research aims to explain the impact of smart systems on energy conservation strategies within the Administrative buildings while demonstrating the numerous environmental advantages of the smart architecture through the descriptive analysis of a number of smart administrative buildings in order to determine the reduction in energy consumption for these building.

Key words : Smart Buildings , Smart system , Integrated Systems , Energy consumption.

دراسة تحليلية لتأثير تطبيق سمات المباني الذكية على بيئة المباني الإدارية و معدل استهلاك الطاقة داخلها

أيمن حسان أحمد محمود [١]و حسين صبري الشنواني[٢] و نرمين نبيل محمد عطية[٢]

[١]كلية الهندسة _ جامعة القاهرة- جمهورية مصر العربية

[٢]كلية الهندسة – جامعة الزقازيق - جمهورية مصر العربية

ملخص البحث :

تطور التقنيات الحديثة و أنظمة الكمبيوتر المتكاملة أحدث تحول كبير فى صناعة البناء، مما أدى إلى ظهور مفهوم " المبانى الذكية " فلم يعد الطلب على هذا النوع من المبانى من أجل الرفاهيه فقط بل اصبح من الضرورى لما لها من مميزات متعددة، كإنخفاض استهلاك الطاقة و المياه، و تقليل تكاليف التشغيل بالاضافة الى زيادة الانتاجيه و توفير الراحة للمستعملين، لذلك تساهم المباني الذكية في التأثير إيجابيا" على البيئة الطبيعية و صحة المستعملين. يعد قطاع المبانى الإدارية من أكثر القطاعات إستهلاكا للطاقة فى العديد من البلدان ، يهدف هذا البحث الى توضيح أثر الأنظمة الذكية على ترشيد استهلاك الطاقة داخل المبانى الإدارية الذكية و توضيح ان العمارة الذكية لها مميزات بيئية عديدة و ذلك من خلال تحليل عدد من المبانى الإدارية الذكية، للتحقق من معدل ترشيد استهلاك الطاقة لهذا النوع من المبانى و كذلك التأكيد على دور التقنيات و الأنظمة الذكية على بيئة المبنى.

الكلمات الدالة : المبانى الذكية ، النظام الذكى ، الأنظمة المتكاملة ، استهلاك الطاقة .

مقدمة :

ظهرت المبانى الذكية كنتيجة مباشرة للتطور العلمى و التكنولوجى و مع الوقت أختلف مفهوم المبانى الذكية، حيث انه بإستعراض تعاريف المبنى الذكى منذ ظهورها فى أوائل الثمانينات حتى الان ، نجد انها تطورت عبر الزمن نتيجة للتطور التكنولوجى و الاحتياجات المتغيرة لبيئة المبني(Himanen, 2003) ، و ايضا نجد انه مع اختلاف الثقافات و الاهداف و الضرورات اختلف ايضا تركيب المبنى الذكى و سماتة ، لذلك فإنه منذ ظهور المبانى الذكية سنه ١٩٨٠ ما يقارب العشرين عاما و حتى الان من الصعب ان نجد تعريفا متفق عليه .

و لكن من أحد التعريفات الشاملة عن المباني الذكية الذي يسلط الضوء بشكل كبير على الخصائص التي يجب أن يمتلكها المبنى الذكي هو (تحديد المبنى ما يحدث داخله و خارجه ، تحديد المبنى الطرق الأكثر فاعلية لتوفير بيئة صحية و مريحة لمستعملية ، سرعة إستجابة المبنى لاحتياجات مستعملية (Atkin, 1993)، و سيتم فى ورقة البحث التركيز على توضيح استرايجيات ترشيد استهلاك الطاقة فى المبانى الإدارية الذكية بإستخدام الأنظمة الذكية .

١- ١ - المشكلة البحثية :

المبانى بشكل عام مسئولة عن ٤٠% على الاقل من استهلاك الطاقة (Gyeong Yun, 2014) و يعتبر قطاع المبانى الإدارية من أكثر القطاعات إستهلاكا للطاقة ففى معظم البلدان تمثل الإضاءة ٢٠-٤٠٪ من إجمالي استهلاك الطاقة في مباني المكاتب(Chuang Wang, 2016) ، و على الرغم ان التطور المستمر فى التكنولوجيا التى أثبتت الانظمة الذكية خلالها كفاءتها على المدى البعيد Life cycle cost من حيث التكلفة و قدرتها على ترشيد إستهلاك طاقة المبنى (Sinopoli, 2006)و مع زيادة أزمة الطاقة التى يعانى منها العالم ، أصبح هناك حاجه ملحة لاستخدام هذه التقنيات ، فلازال مفهوم المبانى الذكية و أنظمتها فى الدول النامية مقتصر على انها وسائل ترفيهيه لا أكثر و يعتقد البعض ان التكلفة المبدئية initial cost لهذه الأنظمة قد لا تتناسب مع الدول ذات الاقتصاد المنخفض .

و على ذلك يمكن تحديد مشكلة البحث فى :

عدم وضوح الربط بين استخدام التقنيات و الأنظمة الذكية داخل المبانى و إمكانيتها فى الحفاظ على البيئة و ترشيد استهلاك الطاقة و الموارد .

١- ٢ - الهدف من البحث:

يهدف البحث الى توضيح استراتيجيات ترشيد استهلاك الطاقة فى المبانى الإدارية الذكية بإستخدام الأنظمة الذكية ، و كذلك إثبات ان العمارة الذكية لها مميزات بيئية مثل تحقيق الراحة الضوئية ، الحرارية و الهوائية ، و ميزات إقتصادية .

١- ٣ - منهج البحث:

منهج وصفى تحليلي descriptive analysis من خلال :

دراسة نظرية : العرض النظرى للمفاهيم الاساسية للمبانى الذكية و تغيرها عبر الزمان و المكان على مر العصور ، كذلك الوصول الى سمات و خصائص للمبنى الذكى ، التى اذا توافرت يمكننا القول بأن هذه المبنى يعد مبنى ذكى (المنهج الاستقرائى) .

دراسة تحليلية مقارنة : لتأثير سمات و خ صائص المبانى الذكية على طاقة المبنى الادارى و كذلك دورها فى الحفاظ على البيئة ، من خلال دراسة لامثلة للمبانى الإدارية الذكية العالمية و عمل مقارنات و تحليلات بينهما تعتمد (سمات المبانى الذكية و خصائصها) .

١- ٤ - نبذة تاريخية لنشأة و تطور فكرة المبانى الذكية:

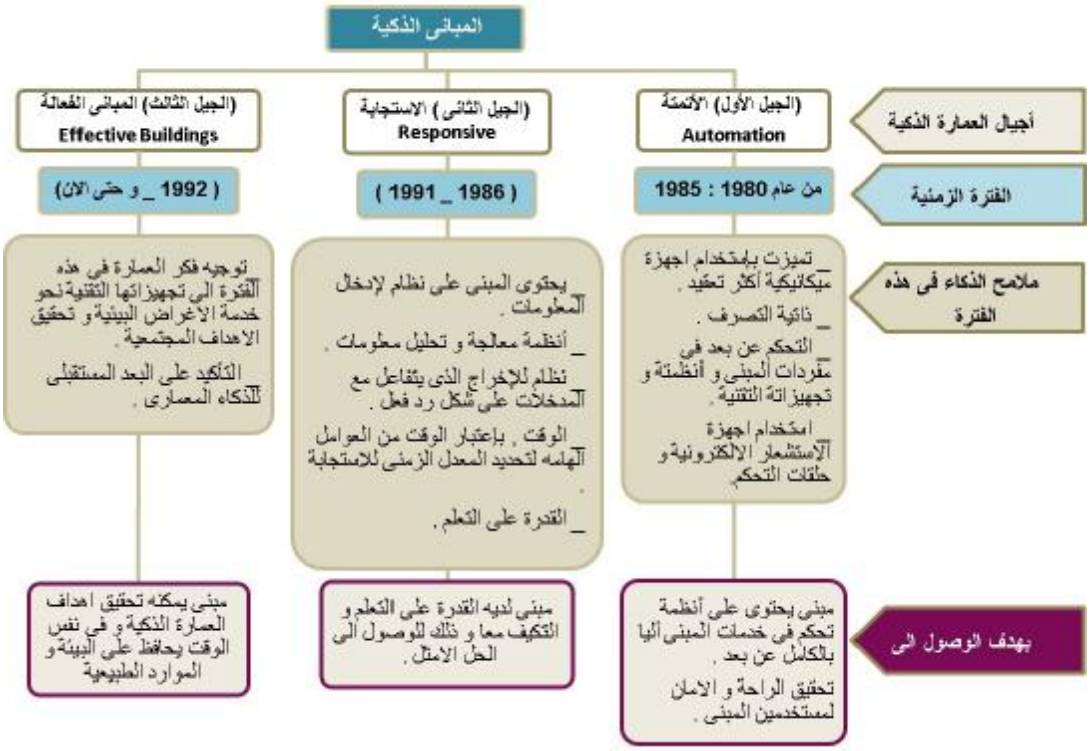
م ن خلال دراسة التطور التاريخى للمبانى الذكية منذ بداية ظهورها فى أوائل الثمانينات حتى الان ، نجد انها مرت بثلاثة اجيال متتاليه (Andrew Harrison, 2005) ، فنجد ان الجيل الاول ظهر فى الفترة ما بين **(١٩٨٠ : ١٩٨٥)** اطلق على المبانى فى هذا الوقت بالمبانى المؤتمتة " Automated Buildings " نسبة لأهم سمات هذا الجيل و هى الاتمتة Automation و المقصود بها التحكم الالى بشكل عام اى قيام الاله بأداء العمل ذاتيا و بصورة مستمرة و دون تدخل بشرى و ذلك من خلال برمجه هذه الاله لتنفيذ العمل.

اما فى منتصف الثمانينات فى الفترة ما بين **(١٩٨٦ : ١٩٩١)** ظهر الجيل الثانى الذى سمِّيت فيه المبانى فى هذا الوقت بالمبانى المستجيبة " Responsive Buildings " و يمكن تعريف الاستجابة انها " اى تصرف او تغير فى الحالة يتم استثارتة بمثير او محفز او مستجيب " ، و المقصود باستجابة المبنى هو " قدرة المبنى على تلبية رغبات و متطلبات شاغلية و للتغيرات فى البيئة الداخلية و الخارجية للمبنى " .

فى أوائل التسعينات اى من الفترة **(١٩٩٢ و** حتى الان **)** اطلق على هذه الفترة بالجيل الثالث و الذى اصبحت فيه المبانى تتميز بالفاعلية لذلك سُميت المبانى الذكية فى هذا الوقت بالمبانى الفعالة " Effective Buildings " و هيا المبانى التى تمثل بيئة متجاوبة لتحقيق عملها (Elazm, 2017) و كان الهدف فى هذا الوقت إيجاد بيئات عمرانية قادرة على تحمل

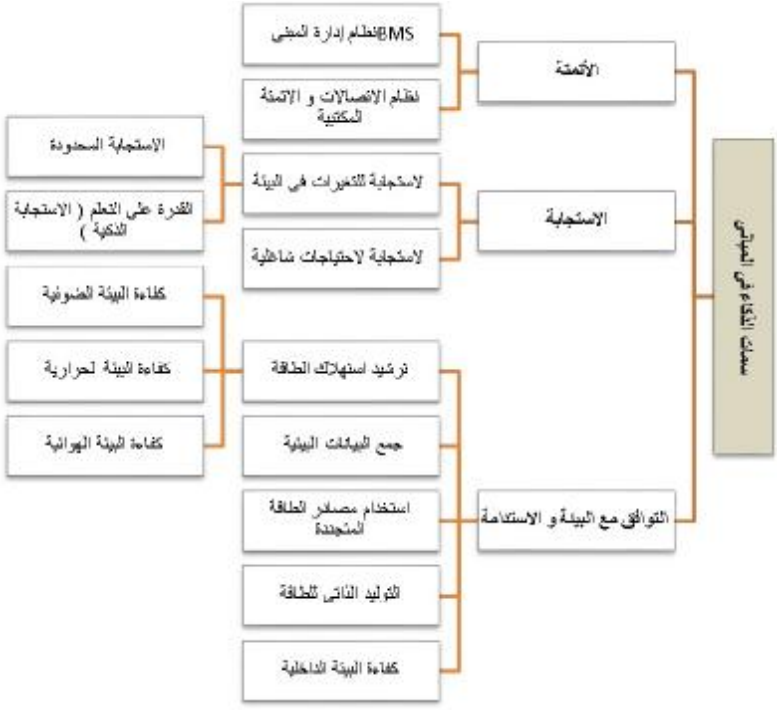
مسئوليتها البيئية و تحقيق مبادئ و مفاهيم الحفاظ و الإستدامة ، من خلال الاعتماد على مصادر الطاقة المستدامة ، الكامنة ، المتجددة و غير ملوثة للبيئة .

مما سبق يمكننا تقسيم التطور التاريخى للعمارة الذكية منذ بداية ظهورها فى الثمانينات و حتى الان الى ثلاثة حقبات



زمنية(Andrew Harrison, 2005) أنظر شكل1 .

شكل ١ لتطور الأجيال الثلاثة للمبانى الذكية من خيث ملامح الذكاء لكل مرحلة و الهدف منها (المصدر الباحث) نقلا عن (Ahmed Reda, 2010)



شكل ٢ سمات الذكاء فى المبانى (المصدر الباحث) نقلا عن (Ahmed Reda, 2010)

١-٥- تعريف النظام الذكى :

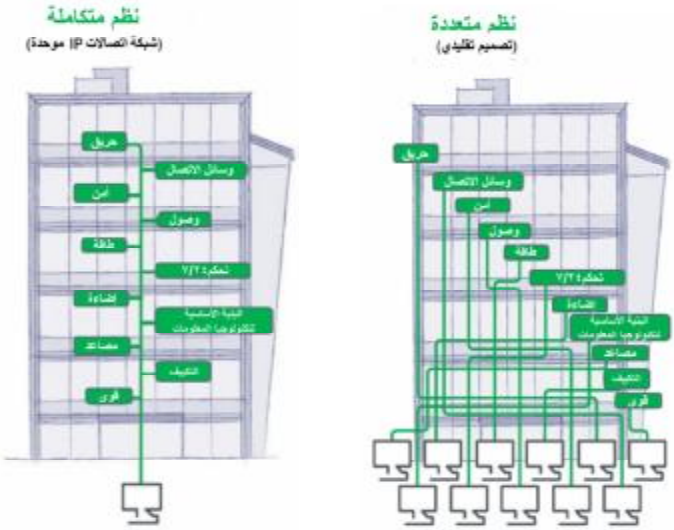
عدد كبير من الخبراء قاموا بتعريف النظام الذكى على انه :

مجموعة من المدخلات يتم اعدادها بطرق معينة و ترتبط باساليب لمعالجة المعلومات والتحليلها ، للوصول الى مخرجات محددة تحقق الاهداف المطلوبة (Yang, 2018)، و من مكونات النظام الذكى :

- المدخلات _ Inputs
- معالجة المعلومات والتحليل _ Information Processing Application and Analysis
- النواتج و المخرجات _ Outputs
- عامل الوقت Time consideration
- القدرة على التعلم learning ability

١-٦- التكامل بين الأنظمة داخل المبانى الإدارية الذكية :

فكرة التكامل بين الانظمة المختلفة هى مشاركة المعلومات بين عناصر و أنظمة المبنى المختلفة لتؤدى الى زيادة كفاءة المبنى و تحقيق اقصى قدر ممكن من الراحة و الامان لمستخدمين المبنى (Sinopoli, 2006) ، و قد أكد Arkin و Paciuk عام ١٩٩٧ أن ذكاء المبنى لا يحدد بمدى التقنيات المتطورة المستخدمة فى أنظمة المبنى كل منها على حده، و لكن تقاس من خلال التكامل بين الأنظمة المختلفة (شكل ٣) و هذا هوا الفرق بين المبنى الإدارى التقليدى و المبنى الإدارى الذكى الذى يوفر بيئة عمل صحية تلبي الاحتياجات المختلفة للمستعملين مما يزيد من قدرتهم الإنتاجية (Montbonnot Saint Martin, 1999).



شكل ٣ يوضح الفرق بين عمل الأنظمة المتعددة بشكل منفصل و بشكل متكامل (Sotiris Papantoniou, 2017)

١-٧-أسس اختيار الحالات الدراسية :

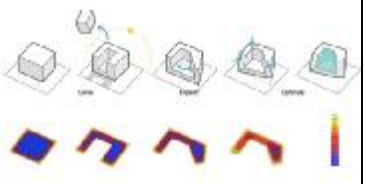
تم اختيار دراسات الحالة بناءا على ما يلى :

- مبانى إدارية ذكية تحتوى على نظم ذكية متكاملة .
- تتطلب هذه الدراسة ان يكون المبنى الذى يتم إختياره هو مبنى إدارى من الاساس اى ليس مبنى تم تصميمة كأى نوع أخر من المبانى ثم تم تحويلة الى مبنى إدارى .
- ان يكون المبنى حاصل على شهادة سواء كانت BREEAM , LEED .. el و ذلك للتأكد من توظيف النظم الذكية فى ترشيد استهلاك الطاقة .

جدول ١ مقارنة للمبانى الإدارية الذكية من حيث سمات الذكاء فى المبنى

وجه المقارنة	المبنى البيئى The Environmental Building (BRE)	مبنى الحافة The edge	مبنى شركة جوتز Headquarters of Gotz
معلومات عن المبنى	 نوع المبنى : مبنى إدارى الموقع : مدينة جارستون ، إنجلترا تاريخ إفتتاحة : 1996	 نوع المبنى : مبنى إدارى الموقع : أمستردام – هولاندا تاريخ إفتتاحة : 2015	 نوع المبنى : مبنى إدارى الموقع : مدينة وزنبرج ، ألمانيا تاريخ إفتتاحة : 1995
وصف المعمارى للمبنى			
	مبنى مكتبى يسع ل ١٠٠ شخص و مناسب للمزج بين المساحات المفتوحة open-plan و المغلقة cellular spaces و جاء تصميم المبنى على شكل حرف L بمساحة إجمالية (٢٠٥٠ م٢) . **شكل ٤ المسقط الافقى لمبنى** (Sisk, BRE 2001)	تبلغ مساحة الاجمالية ٤٠ الف متر مربع ، تم تصميم المسقط الافقى ، يوجد Uللمبنى على شكل حرف بالضلع الشرقى ١٣ طابق و الضلع الغربي ١٥ طابق و تم الربط بينهم بسقف مائل ، و يتوسط المبنى فناء سماوى يرتفع بعلو المبنى بالكامل . **شكل ٥ المسقط الافقى للمبنى على شكل حرف U**	عبارة عن مسقط مربع بمساحة (٣٨ * ٣٨ م) ، و المساحة الاجمالية للمبنى ٣٤٠٠ متر مربع ، و مكون من دورين عبارة عن مساحات مفتوحة قابلة للتقسيم مخصصة للمكاتب الإدارية ، يتوسط المسقط الافقى فناء داخلى Atrium بمساحة (١٢*١٢ م) مغطى بسقف زجاجى **شكل ٦ المسقط الافقى لمبنى جوتز** (Baird, 2004) متعدد الطبقات.
تطبيق سمات الذكاء فى المبنى			
الأتمتة			

أنظمة ادارة المبنى المتكاملة	§ يحتوى المبنى على نظام التحكم فى نظم التهوية ، التدفئة و الإضاءة ، للتحكم فى درجة .	§ يوجد ٢٨٠٠٠ جهاز إستشعار sensors فى المبنى لقياس مستويات الإضاءة و الحرارة و الحركة فى الفراغات المختلفة بالمبنى . (Kleibrink, 2013)	§ يحتوى على مجموعة من الحساسات (Sensors). (Michael Wigginton, 2002)
أنظمة الاتصالات المتكاملة	§ يحتوى المبنى على شبكة LON ، التى يتم من خلالها إرسال المعلومات لنظام إدارة المبنى. (Ahmed Reda، ٢٠١٠)	§ من أهم ما يميز المبنى لوحات ال LED فائقة الفعالية ، المصنوعة من Philips خصيصًا لأجهزة المبنى ، و تستخدم لتحمل البيانات فى شبكة للإنترنت على مستوى المبنى .	§ يحتوى المبنى على شبكة محلية (local operating LON network) و خط توزيع او ناقل بيانات التركيبات الكهربائية الأوربية . (Michael Wigginton, 2002)
وجه المقارنة	**المبنى البيئى** The Environmental Building (BRE)	**مبنى الحافة** The edge	**مبنى شركة جوتز** Headquarters of Gotz
الإستجابة			
الإستجابة للتغيرات فى البيئة الداخلية و الخارجية	§ لايتمتع بالقدرة على التصرف الذاتى و اتخاذ القرارات نظرا لانه لا يتمتع بأعلى مستويات الاستجابة و هى " القدرة على التعلم ". (Michael Wigginton، ٢٠٠٢)	§ ما يميز المبنى قدرته على التعلم ، فالمبنى يعمل كعقل بشرى ، يترجم الظواهر و المواقف و يتعامل معاها لما هو ملائم لها .	§ يتميز المبنى بقدرته على التعلم حيث يقوم نظام إدارة المبنى بالاستجابة للمعلومات التى يتم جمعها من خلال الحساسات و اتصالاها بأكثر من ١٠٠٠ مشغلات الحاسب operators عن طريق ناقل البيانات Bus. (Michael Wigginton، ٢٠٠٢)
الإستجابة لرغبات شاغلي المبنى	§ كل نظام تحكم بالمبنى معد ليكون قابل للتحكم اليدوى من قبل مستخدمي المبنى ، و ذلك بإستخدام جهاز تحكم يعمل بالاشعه التحت حمراء .	§ يتم التحكم في المبنى من الهاتف الذكي ، يمكن للموظفين تخصيص درجة الحرارة ومستويات الضوء في أي مكان يختارون العمل في المبنى عبر تطبيق الجوال.	§ يمكن التحكم فى الإضاءة عن طريق الكمبيوتر و كذلك التحكم فى كاسرات الشمس برفعها او خفضها حسب الطلب. (Michael Wigginton، ٢٠٠٢)
التوافق مع البيئة و الاستدامة			
كفاءة البيئة الداخلية للمبنى	§ يتميز المبنى بكفاءة وجودة بيئتة الداخلية نتيجة لاستخدام التقنيات الذكية فى تحقيق اهداف التصميم البيئى مما نتج عنه كفاءة البيئة الضوئية و الهوائية و الحرارية. (Thomas, 2006)	§ يعتبر المبنى من أكثر المبانى المميزة من حيث كفاءة البيئة الداخلية ، نتيجة لاستخدام العديد من أنظمة التحكم الذكية التى تساعد فى تحقيق راحة مستخدمين المبنى ، بالإضافة الى فائدة البيئة فى عمل تهوية داخل المبنى و الحفاظ على البيئة الحرارية.	§ يتميز المبنى بكفاءة وجودة بيئتة الداخلية نتيجة لاستخدام التقنيات الذكية فى تحقيق اهداف التصميم البيئى مما نتج عنه كفاءة البيئة الضوئية و الهوائية و الحرارية .
قدرة المبنى على جمع البيانات البيئية	§ يحتوى المبنى على محطة على السطح rooftop station التى تقوم بقياس الرياح و درجة حرارة الهواء الخارجى (Michael Wigginton، ٢٠٠٢).	§ يوجد ٢٨٠٠٠ جهاز إستشعار يعطى المبنى القدرة على رصد كل حركة ، صوت ، حرارة و جمع البيانات و نقلها الى نظام إدارة المبنى للتعامل معاها .	§ يحتوى على أكثر من ٢٥٠ حساس يعطى المبنى القدرة على جمع المعلومات عن البيئة الخارجية و الداخلية للمبنى مثل سرعة الرياح و اتجاهها ، معدل سقوط الامطار ، درجة الحرارة و الرطوبة النسبية ، معدل إشغال المبنى ، شدة و كثافة الضوء. (Parthenopoulou, 2017)

استغلال مصادر الطاقة المتجددة	§ اعتمد المبنى على الطاقة الشمسيه فى الحصول على الإضاءة الطبيعية للمبنى و طاقة الرياح فى الحصول على التهوية الطبيعية بفعل تأثير المدخنة. (Santamouris، ٢٠٠٦)	§ يتم تخزين المياة الساخنة شتاءا و الباردة صيفا عن طريق خزانان منفصلان تم وضعهما على مسافة ١٣٠ متر فى باطن الأرض ، و ذلك للإستفادة من حرارة باطن الأرض . § يتم الاستفادة من مياه الامطار من خلال تجميعها فى خزانات و تستخدم بعد ذلك فى المراحيض و فى ري الحدائق المحيطة بالمبنى .	اعتمد المبنى على الطاقة الشمسية فى التدفئة و تبريد المياة من خلال استخدام ٢٠٠ م٢ من السخانات الشمسية ذات الالواح المستوية المتتبعة لحركة الشمس . (Baird, 2004)
التوليد الذاتى للطاقة	§ الألواح الكهروضوئية PV المثبته على الحائط الجنوبى للمبنى مساحتها ٤٧ م٢ ، تنتج طاقة قصوى قدرها ١,٥ كيلو وات (Thomas، ٢٠٠٦)	§ تم وضع ألواح الخلايا الشمسية على سطح المبنى و الجدار الجنوبي و تعمل هذه الخلايا على توفير الطاقة الكهربائية اللازمة للمبنى . (Sandor, 2009)	§ يتم تزويد المبنى بالطاقة و الحرارة المندمجة من خلال وحدة توليد الطاقة المدارة بالغاز فى دور البدروم .
وجه المقارنة	**المبنى البيئى** The Environmental Building (BRE)	**مبنى الحافة** The edge	**مبنى شركة جوتز** Headquarters of Gotz
ترشيد استهلاك	§ من خلال البيئة الضوئية - البيئة الحرارية - بيئة التهوية الداخلية	§ من خلال البيئة الضوئية - البيئة الحرارية - بيئة التهوية الداخلية	§ من خلال البيئة الضوئية - البيئة الحرارية - بيئة التهوية الداخلية
التحكم فى البيئة الضوئية داخل المبنى			
نظم التحكم فى نفاذ الإضاءة الطبيعية فى الفراغ	§ توفر القواديس hoppers المصنوعة من الزجاج المحفور etched-glass في الجزء الخلفي من مداخن التهوية الزجاجية بعض ضوء النهار الإضافي. (Ruck, 2000) § يتكون نظام التظليل الخارجى من مجموعة من الشرائح الزجاجية الدوارة شكل٧ (Eleanor Lee, 2002) ، و يتم التحكم بهذه الشرائح أتوماتيكيا بواسطة نظام إدارة المبنى BMS كل ١٥ دقيقة من خلال موتورات كهربائية. (Phillips, 2000) **شكل ٧ الشرائح الزجاجية الدوارة** (Herbert, 2006)	§ إستخدام مساحات كبيرة من الزجاج بكامل واجهات المبنى . § وجود ال atrium وسقفه المائل ساعد على إغراق مساحات العمل بضوء النهار . § تم تصميم Louvers في الواجهه الجنوبية وفقًا لزاوية الشمس وتوفر تظليلًا إضافيًا للمساحات المكتبية ، مما يقلل من كسب الحرارة الشمسية.  **شكل ٨ مراحل تطور تصميم الكتلة للوصول الى أفضل شكل لأستغلال الاضاءة الطبيعية**	§ يتمتع المبنى بتوفير الإضاءة الطبيعية من خلال إحاطة المبنى من جميع جوانبة بالواجهات الزجاجية المزدوجة Glazed double skin ، حيث يوجد تجويف بسمك ٦٠٠ مم بين طبقتى الواجهه المزدوجة. (Parthenopoulou, 2017) § استخدام كاسرات الشمس المتحكم بها التى تتحرك حسب زاوية ميل الشمس ، كما يتم التحكم فى الوهج من خلال استخدام شرائح الشيش الالمونيوم المتحركة داخل التجويف بين الغلاف المزدوج . **شكل ٩ الواجهات الزجاجية المزدوجة، و كاسرات الشمس المتحركة**

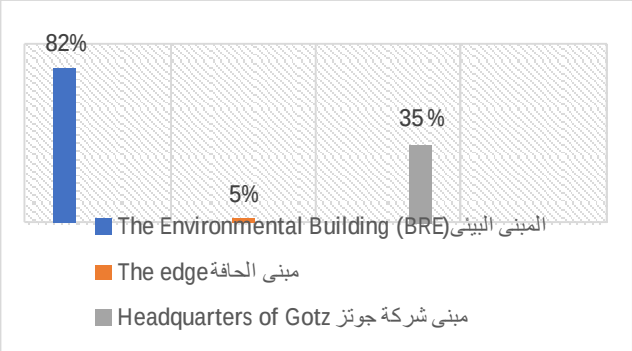
وجه المقارنة	المبنى البيئى The Environmental Building (BRE)	مبنى الحافة The edge	مبنى شركة جوتز Headquarters of Gotz
نظم التحكم فى الاضاءة الصناعية فى الفراغ	§ تحتوي المستشعرات على مستقبل الأشعة تحت الحمراء ، والذي يسمح للمستخدمين بالتحكم في مستويات الضوء عن طريق جهاز تحكم محمول باليد. § يحتوى المبنى على مصابيح الفلورسنت TL5 fluorescent lights التي تستهلك طاقة أقل من الأنابيب التقليدية (Phillips، ٢٠٠٠) يستخدم تكنولوجيا الخفت dimming technology حيث يتم خفت الإضاءة من ١٠٠% الى صفر % إذا كان هناك إضاءة طبيعية كافية .	§ يحتوى المبنى على أكثر من ٦٠٠٠ مصباح ليد طورتة شركة فيلبس حتى سمح بالتحكم فى شدة إضاءتها من خلال الهواتف الذكية الخاصة بالشاغلين. (Sandor، ٢٠٠٩) § تحتوى المصابيح بالمبنى على ٤ حساسات إستشعار و هى الحركة و بشدة الإضاءة ، الحرارة ، و أشعة تحت الحمراء للإتصال بالهواتف الذكية ، للتحكم فى شدة الإضاءة و درجة صطوعها .	§ يستخدم بالمبنى نظام الاضاءة الصناعية المستجيبة التى تعمل بشكل متقدم على تشغيل و إيقاف التشغيل طبقا لمبدأ " إضافة بدرجة أكبر " او " إضاءة بدرجة أقل " بدلا من استخدام مفاتيح التشغيل و الإيقاف البسيطة فى نظام الاضاءة التقليدى . § تثبت كل وحدة إضاءة بالسقف (٢٤٠٠ * ٢٤٠٠ مم) بثلاث مصابيح فلوريسنت مدمجة double – bend compact fluorescent tubes .
التحكم فى البيئة الحرارية داخل المبنى			
	§ الزجاج المستخدم مزدوج مطلى بطبقة ذات قدرة إنبعاثية منخفضة و حشو من غاز الأرجون بين الألواح،محققا معامل نفاذية حرارية U- value منخفضة للزجاج تبلغ ٢,٠٠ W/m2k . (Michael Wigginton، ٢٠٠٢) §إضافة شبكة انابيب للتدفئة المحيطية (المزودة ب TRVs) لإعطاء استجابة أسرع ، و نظام التدفئة بالمبنى له برنامج مثالي قياسي ، مع إمكانية التعلم الذاتى لاختيار أكفء تشغيل . § بالنسبة لتبريد المبنى ، تستخدم التهوية الطبيعية فى التحكم فى دراجات الحرارة في فصل الصيف ، يمكن ان تتكامل مع النظام الفعال للتبريد ، حيث يضخ الماء البارد من خلال دائرة التدفئة تحت الارض. (Michael Wigginton، ٢٠٠٢)	§ يتم توصيل نوع من الأنابيب يحمل الماء، وراء كل بلاط السقف من شأنها أن توفر المياه من وإلى تخزين المياه الجوفية المبنى لأغراض التدفئة والتبريد اشعاعا فخلال أشهر الصيف . § يقوم المبنى بضخ المياه الدافئة التي يزيد عمقها عن ٤٠٠ قدم في طبقة المياه الجوفية أسفل المبنى ، حتى الشتاء يتم سحبه للتدفئة.	§ بالنسبة للتدفئة ، تم تصميم المبنى للحفاظ على الحد الادنى من درجة الحرارة الداخلية البالغة ٢٠ ْس من خلال الاستفادة من الطاقة الشمسية السالبة . § تم تزويد المبنى بالتدفئة الإضافية عن طريق دوائر التدفئة الأرضية under floor heating circuit § يتم التحكم بالتبريد من خلال استخدام المضخة الحرارية الماصة an absorption heat pump فى دور البدروم حتى تسهل حفظ الحرارة المنخفضة low grade heat داخل المياة الساخنة او المياة الباردة معتمدة على دورة الامتصاص .
التحكم فى التهوية داخل المبنى			
	§ " أبراج للتهوية " على الواجهه الجنوبية ، هذه المداخن تشكل الجزء الرئيسي للحفاظ على الطاقة بالمبنى . (Santamouris, 2006)	§ الأتريوم هو عامل هام فى تهوية المبنى وتسمح الألواح الشبكية الموجودة بين كل طابق بتدفق الهواء في المكتب إلى الفضاء المفتوح ، حيث يرتفع ويخرج من	§ يوجد فى الفراغ بين لوحين زجاج الواجهه مجموعة من مراوح نقل الهواء Air Transfer Fans تعمل على تسهيل نقل الهواء الدافئ من الجانب المشمس من المبنى الى باقى

جوانب المبنى . § السقف الزجاجى القابل للسحب retractable glass roof يزود المبنى بمخرج تهوية إضافى فيساعد على زيادة التهوية الطبيعية بالمبنى ، يمكن كذلك الحصول على الهواء النقي ايضا من خلال الشبابيك المدارة كهربائيا فى المستوى العلوى ، و التى يمكن تشغيلها اتوماتيكيا للتبريد فى فصل الصيف .	السطح ، مما يخلق حلقة تهوية طبيعية ،تغيرات الحرارة البسيطة والتيارات الهوائية تجعلك تشعر كأنك في الهواء الطلق.	§ يتم التحكم بالتهوية بواسطة حساسات لدرجة الحرارة بمناطق المكتب الرئيسية و بمستويات ثانى أكسيد الكربون . (Michael Wigginton، ٢٠٠٢) § يتم التحكم فى الكاسرات الزجاجية على الواجهه الجنوبية بإستخدام أنظمة تحكم يدويا و أتوماتيكيا لضبط تهوية المبنى . § البلاطات الخرسانية المتومجه تساعد ايضا فى توفير التهوية الطبيعية للمبنى حيث يمر الهواء من خلالها . (Thomas، ٢٠٠٦)	
تقييم المبانى بيئيا			
§ حصل المبنى على شهادة ال LEED	§ حصل على ٩٨,٣٦ % ، بإستخدام طريقة " التقييم البيئى لمؤسسة بحوث البناء " BREEAM	§ حصل على ٩٢,٨ % ، بإستخدام طريقة " التقييم البيئى لمؤسسة بحوث البناء " BREEAM	
وجه المقارنة	**مبنى الحافة** The edge	**المبنى البيئى** The Environmental Building (BRE)	**مبنى شركة جوتز** Headquarters of Gotz
معدل استهلاك الطاقة بالمبنى			
§ الاستهلاك السنوى للطاقة (Annual energy use) = ٣٥ كيلو وات / م ٢	§ يعتبر بناء صافي الطاقة صفر.	§ بلغ معدل استهلاك الطاقة بالمبنى (٨٣ كيلو وات ساعة / م٢) فى السنة (Sandor، ٢٠٠٩)	

١-٨- **النتائج :**

من خلال دراسة الامثلة السابقة نجد انه ، تأثير تحقيق سمات و خصائص المبانى الذكية داخل المبنى الإدارى على طاقة المبنى و الحفاظ على البيئة ، فيها تحقيق الرحة الضوئية ، الحرارية ، الهوائية و كذلك ميزات إقتصادية ، مما يحقق الراحة و الرفاهيه لمستخدمين المبنى و من خلال تقييم المبانى بيئيا وجد التالى :

بلغ معدل استهلاك الطاقة **بالمبنى البيئى** (The Environmental Building (BRE (٨٣ كيلو وات ساعة / م٢) فى السنة كما تم تقييم المبنى بإستخدام طريقة " التقييم البيئى لمؤسسة بحوث البناء " BREEAM عند إكمال بناءه ، و حصل على ٩٢,٨ % (Michael Wigginton، ٢٠٠٢)، اما **مبنى الحافة** The edge يعتبر بناء صافي الطاقة صفر لأنه يمكن أن تولد كل الطاقة التي تستخدم ، وهو ينتج المزيد من الكهرباء أكثر مما يستهلك نتيجة لتصميمه الموفر للطاقة واستخدام الطاقة الشمسية والطاقة الحرارية الأرضية و يعد مبنى The edge أحد أكثر المبانى الإدارية ذكاءا حول العالم ، حيث يحتوى على تكنولوجيا متقدمة للغاية ، بالإضافة الى حصولة على أعلى معدلات الإستدامة فى شهادة مؤسسة بحوث البناء للتقييم البيئى BREEAM ب ٩٨,٣٦ % ، بلغ الاستهلاك السنوى للطاقة ٣٥ كيلو وات / م٢ لمبنى **شركة جوتز** Headquarters of Gotz ، كل من المبانى السابقة حققت معدل من ترشيد استهلاك الطاقة كذلك تقييم بيئى بشكل ملحوظ و ذلك من خلال تطبيق تقنيات المبانى الذكية ، مما يؤكد على اهمية أستخدام هذه التقنيات فى المبانى الإدارية .



شكل ١٠ معدل استهلاك الطاقة بالمبانى المصدر الباحثة

١-٩- التوصيات :

- عمل اساليب لتقييم المبانى الذكية على اساس بيئي لمعرفة مدى تأثيرها بدقه على البيئة المحيطة و الحفاظ عليها
- عمل توعية على مستوى المعماريين بالتكنولوجيا الحديثة بشكل عام و بالعمارة الذكية بشكل خاص ، توسيع فكرتها على مستوى محلى لأهميتها و الاستفادة منها .
- عمل دراسات حول الانظمة الذكية لتعمل معا بشكل متكامل ليصبح المبنى مثل العقل البشرى قادر على التفكير و أتخاذ القرارات بناءا على المتغيرات المحيطة به .
- عمل أكواد و اسس محدده كمعيار للمبانى الذكية حتى يمكن أتباعها عند تصميم اى مبنى ذكى بشكل عام و مبنى إدارى ذكى بشكل خاص .

١-١٠-المراجع :

1. Ahmed Reda, M. B. (2010). Intelligent Architecture as an approach for apply the Technological Development in Attaining the Objectives of Sustainable Architecture. Sustainable Architecture BUE. P6.
2. Andrew Harrison, E. L. (2005). Intelligent buildings in south East Asia. Taylor & Francis; 1 edition. P2.
3. Atkin, B. (1993). Intelligent buildings : applications of IT and building automation to high technology construction projects .p120.
4. Baird, G. (2004). The architectural expression of environmental control systems. London: Taylor & Francis e-Library. P85.
5. Chuang Wang, D. Y. (2016). Modeling individual's light switching behavior to understand lighting energy use of office building. Energy Procedia.p781.
6. Elazm, F. (2017). Towards Novel and Appropriate Smart Buildings “ Beijing Water Cube ”. 2 Smart Architecture. International Journal of Environmental Science.
7. Eleanor Lee, S. S. (2002). High-Performance Commercial Building Façades. The Regents of the University of California.p100.
8. Gyeong Yun, K. C. (2014). The influence of shading control strategies on the visual comfort and energy demand of office buildings. Energy Build.p70.
9. Herbert, P. (2006). The environmental building. Structural Survey.
10. Himanen, M. (2003). The intelligence of intelligent buildings : the feasibility of the intelligent building concept in office buildings. Espoo.
11. Kleibrink, M. (2013). smart working smart buildings and the future of work. Light life. P31.
12. Michael Wigginton, J. H. (2002). Intelligent Skins. Architectural Press. P77,78,80,85,96,97.
13. Montbonnot Saint Martin, J. M. (1999). SmartOffice: An Intelligent and Interactive Environment.P104.
14. Parthenopoulou, N. (2017). Sustainability through Intelligence in Buildings. International Journal of Engineering Research and Applications. P17,18.
15. Phillips, D. (2000). Lighting modern buildings. Oxford: Architectural Press. p126,127.

16. Ruck, N. (2000). Daylight in Buildings - a source book on daylighting systems and components. International Energy Agency.
17. Sandor, M. (2009). The Edge. The Hopkins Review. P7.
18. Santamouris, M. (2006). Enviromental Design of Urban Buildings: An integrated approach. P57,157 .
19. Sinopoli, J. (2006). Smart Buildings. Spicewood Publishing. p12, p7.
20. Sisk, J. ,. (2001). BRE Environmental Building. European Green Building Forum.
21. Sotiris Papantoniou,S.M.(2017).Using Intelligent Building Energy Management System for the Integration of Several Systems to one Overall Monitoring and Management System.Energy Procedia.P 641.
22. Thomas,R.(2006). Environmental Design.An introduction for Architects and Engineers. Taylor & Francis.
23. Yang, C. (2018). Smart Building Energy Systems. In R. Wang, Handbook of Energy Systems in Green Buildings. P4.