JAUES

Journal of Al-Azhar University Engineering Sector

Vol. 16, No.61, October 2021 ,1355 -1369

تصنيف مستويات ذكاء المباني وفقا لمفهوم الإستجابة تجاه المتغيرات

CLASSIFICATION OF BUILDINGS INTELLIGENCE LEVELS ACCORDING TO THE CONCEPT OF RESPONSE TO VARIABLES

د. عادل عبد الحميد رضوان

مدرس العمارة بكلية الهندسة- جامعة

الأزهر بالقاهرة

الملخص:

تعتبر المباني الذكية أحد المفاهيم المعاصرة للفكر المعماري الذي يواكب تطبيقات التكنولوجيا المتقدمة. وتتميز المباني الذكية بقدرتها على التكيف وفقا لمتطلبات ومحددات عديدة، حيث يمتلك المبنى الذكي القدرة على توفير رد الفعل المناسب للمدخلات والتغيرات المطلوبة. ويمكن القول بأن عملية الإستجابة هي الأساس الذي يحدد ذكاء المبنى من عدمه.

وقد ركزت الدراسة على **الإستجابة المقصودة في رد الفعل الذي يحققه المبنى** تجاه المتغيرات والمدخلات التي يستقبلها المبنى سواء من البيئة الداخلية أو الخارجية. وتعتبر عملية الإستجابة التي يجب أن يتصف بها المبنى الذكي هي بمثابة عملية يندرج معها العديد من العمليات والصفات الأخرى، مثل المرونة والملائمة والتكيف والتغير طبقا للحالة المطلوبة داخل وخارج المبنى، وكذلك رد الفعل المرتبط بزمن معين. وبناء على هذا التصور فإن عملية الإستجابة يترتب عليها العديد من الصفات الفرعية التي تكسب المبنى صفة الذكاء، مثل الأتمتة والإستدامة والإفتراضية والتحكم والراحة وكفاءة الإنتاجية لبيئة العمل، وغير ذلك. ومن ثم يمكن إعتبار أن الإستجابة هي التي تمثل الركيزة الأساسية لمجموعة التجهيزات والنظم والصفات الخاصة بالمبنى الذكي.

كما إنه لا يمكن الإكتفاء بمفهوم العمارة الذكية دون التأكيد على مفهوم الإستجابة، ذلك أن الذكاء هو الصفة؛ أماالإستجابة فهي الآلية التي إذا تمت تحققت صفة الذكاء، لذلك فهي المعيار الحاكم الذي يمكن الإعتماد عليه في توصيف مستويات عديدة لذكاء المباني. كما أن عملية الإستجابة هي التي تحقق وتضمن الوصول لمستويات متقدمة من ذكاء المبنى، حيث أن مفهوم الإستجابة يعتبر مفهوما مشتملا لمجموعة من البدائل والحلول التي لا حصر لها.

والإستجابة في المباني الذكية تتحقق من خلال العديد من الأفكار والتجهيزات اللازمة لعمليات التحكم الآلي واليدوي بالمبنى وتوفير التكامل بين المستخدمين وبين عناصر وفراغات المبنى.

الكلمات الدلالية: ذكاء المبنى- إستجابة المبنى للمتغيرات- الملائمة- التكيف-المرونة- التحكم الآلي- التحكم اليدوي

الاشكالية البحثية:

لقد ظهرت العديد من التصنيفات التي تناولت مناقشة المباني الذكية والتي تنوعت حسب نظرة المعماريين، وحسب الفترة الزمنية وحسب التكنولوجيا المتاحة في هذه الفترات، كما تم تصنيف المباني الذكية وفقا للأتمتة والإفتراضية والإستدامة.

إلا **أن الإعتماد على تصنيف مستويات المبانى الذكية بالإعتماد على *الأتمتة والإفتراضية والإستدامة* يشتمل ضمنيا على نسبة من الخلط بين المفاهيم، وليس تحديدا لما تستهدفه مفاهيم المباني الذكية بشكل دقيق**. ويتضح ذلك من خلال:

أولا: التداخل والخلط بين مفهومي"**أتمتة المباني** "و "**ذكاء المباني** " وعدم صياغة آلية دقيقة للفرق بينهما، وتحديد الإطار الفاصل بين مفهوم الإستجابة لدى المباني الذكية ومفهوم الفعالية لدى المباني المؤتمتة .ومن ثم "أهمية صياغة وبلورة مفهوم إستجابة المباني الذكية في ضوء منهجية علمية متكاملة تضم كافة محاور التطبيق والتقييم المعماري للمباني الذكية."

ثانيا: تعميم الإعتماد في تقييم المباني الذكية على المبادئ الثلاثة(الأتمتة، الإستجابة، الإستدامة)، وأن هذا التعميم قد يتسبب في قياس خاطئ لمستوى ذكاء المباني، وبالتالي أولوية تحديد المعيار الحاكم لذكاء المبنى، الذي يعتبر مفهوما فاصلا بين ذكاء المبنى أوجزء من المبنى وبين عدم ذكاء هذا الجزء، ومستويات هذا الذكاء، والذي بغياب هذا المعيار تسقط صفة الذكاء عن المبنى أو عن بعض عناصره.

ثالثا: أن الإستدامة التي تحققها العمارة الذكية هي قيمة مضافة للإستدامة التي من الممكن أن تتحقق في العموم إستنادا لآليات تقليدية أو نمطية غير ذكية، وأن إستدامة المباني الذكية نتيجة مباشرة للإستجابة الفعالة التي يحققها المبنى الذكي تجاه البيئة الداخلية والخارجية، وأنه عند زيادة معدلات إستجابة العمليات المختلفة بالمبنى
يزداد دعم المبنى لقضايا الإستدامة.

مقدمة:

تعتبر المباني الذكية طرحا معماريا معاصرا ومتكاملا مع النتاج التكنولوجي المتقدم الذي نعيشه خلال الفترات الأخيرة. ويعتبر الأساس في تناول هذا الجانب اظلمعماري المتمثل في المباني الذكية قائم على تحديد وتطوير الإيجابيات التي من الممكن أن تتحقق في ضوء تطبيق هذا المفهوم المعاصر للبناء والتشييد. كما أن أساس تصنيف وقياس مدى ذكاء المبنى هو مدى تحقيق الإستجابة بالمبنى سواء تجاه المتغيرات الداخلية أو المتغيرات المتعلقة بالبيئة الخارجية. وأن الأتمتة في حد ذاتها لا تعبر عن ذكاء المبنى وإنما هي آلية قد تحقق إستجابة ذكية وقد تحقق رد فعل تقليدي لا يوصف بأنه ذكي. وكذلك الإستدامة تعتبر نتيجة مباشرة لإستجابة المبنى بشكل ذكي، لكن الإستدامة في حد ذاتها لا تعبر عن ذكاء المبنى، فقد يكون المبنى مستداما رغم أنه مبنى تقليدي.

أهداف البحث:

١- تحديد وتأكيد الإستجابة للمتغيرات البيئية كمعيار حاكم في تصنيف وقياس كفاءة المباني الذكية.
٢- تحديد المعايير الأساسية لتصنيف وقياس مدى ذكاء المباني وفقا لقدرتها على التفاعل المرن مع المدخلات المختلفة للبيئة الخارجية ولمتطلبات شاغلي المبنى.
٣- إمكانية التفرقة بين الإستدامة البيئية التي يوفرها المبنى بالنظم التقليدية وبين القيمة المضافة التي توفرها وتحققها الإستجابة الفعالة بالمباني الذكية.

فرضية البحث:

أن الإستجابة المتفاعلة للمبنى مع المدخلات المختلفة من البيئة الداخلية والخارجية هي التي تحدد مفهوم ومستوى ذكاء المبنى وما يترتب عليه من جوانب إيجابية للمبنى من ناحية الراحة والإستدامة العامة للمبنى وليس ما يمتلكه المبنى من الأتمتة أو التحكم الغير متفاعل مع المدخلات المتغيرة.

١/ مفهوم المباني الذكية: Intelligent Building Concept

تعتبر صفة الذكاء هي القاسم المشترك بين العمارة الذكية والمباني الذكية، وسوف نشير إلى بعض مفاهيم الذكاء وعلاقته بمفهوم المبنى الذكي، وعلاقته بالمفهوم الأشمل للعمارة الذكية.

يعرف الذكاء طبقا للموسوعة البريطانية لدائرة المعارف بأنه "**المقدرة على التكيف بفاعلية**"، عن طريق التغيير في البيئة ذاتها أو إيجاد بيئة أخرى جديدة". (الموسوعة البريطانية لدائرة المعارف Encyclopedia Britannica). وتعتبر المباني الذكية بشكل عام هي المباني التي تحقق فيها جوانب من التكامل وسبل التحكم، من خلال خامات وعناصر بناء متقدمة تحقق عملية التكيف المطلوبة سواء على المستوى الفردي او على مستوى المبنى بالكامل. ويتكامل هذا المفهوم مع مفهوم المؤسسة التي تستخدم هذا المبنى ليصبح مفهوم التكامل أكثر شمولية. وينبغي ان يتحقق ذلك جنبا إلى جنب مع مفهوم التحكم لدى المستخدم الفردي، كما أنه في حالة عدم إمكانية التحكم الفردي فيجب أن يكون مستخدم المبنى على دراية بذلك.

٢/ تعريف المباني الذكية: Definitions of Intelligent and Smart buildings

إن تعريف المبنى الذكي لا يرتبط بتحقيق حد معين من الكفاءة، لأن هذا الحد قد يتغير من مبنى لمبنى آخر. لكن ينبغي ان يمتلك المبنى الذكي نفس العمليات التي تجعله قادرا على تعديل العمليات وفقا للإحتياجات المختلفة.

وكلمة (**Intelligent**) هي كلمة لاتينية ترجع جذورها إلى القرن الرابع عشر، وهي مشتقة من كلمة (**Intelligentia**) والتي أتت من كلمة (**Intelligere**) وهي تعني (**الإستشفاف**)، وأصول معنى كلمة الإستشفاف هو الإختيار من بين الأفكار، أو التحديد، والمستمدة من أمور (**بين**) وتتداخل مع كلمة (**إختيار**). (Wigginton & Harris 2002, p.17)

وفي البداية كان يعرف المبنى الذكي بأنه المبنى الذي يحتوي على أحدث التقنيات والأنظمة. فعلى سبيل المثال في عام ١٩٨٥ في المؤتمر الدولي (Toronto)، تم تعريف المبنى الذكي بأنه "**المبنى الذي يجمع بين الإبتكارات التكنولوجية، والإدارة المتكاملة، ويحقق زيادة في عائد الإستثمار**".

وفي عام ١٩٨٨ حدد (Atkin) المبنى الذكي بأنه "**المبنى الذي يعرف ما يحدث بداخله وخارجه، ويمكن أن يحدد الطريقة الكثر فعالية لخلق بيئة مناسبة للمستخدمين في الأوقات المحددة**". ويرتكز هذا التعريف على أن المبنى الذكي يمتلك القدرة على جمع المعلومات (المدخلات)، والإستجابة (المخرجات)، على ان تكون الإستجابة في الوقت المحدد والأنسب.

وفي عام ١٩٩٦، عرفت المباني الذكية بأنها "**المباني التي لديها تكنولوجيا وأجهزة تسمح بالتحكم التلقائي**". وفي عام ١٩٩٨ تم تعريف المبنى الذكي بأنه هو "**المبنى الأكثر إستجابة لإحتياجات مستخدميه، ولديه القدرة على التكيف مع التكنولوجيا الحديثة والتغييرات التنظيمية لعمليات التشغيل**". ويعتمد هذا التعريف على المعايير الهامة التي تحكم مفهوم المبنى الذكي، حيث يتضمن عملية الإستجابة والتي تمثل مخرجات عملية التحكم، ويتضمن تنوع إحتياجات المستخدمين، كما يتضمن أيضا مفهوم التكيف، حتى إن كان التكيف يتم من تلقاء نفسه أو من قبل الآخرين.

ومع تطور تقنيات الاتصالات زادت قدرات المباني الذكية، حيث أضيف إلى مفهوم المبنى الذكي عملية القدرة على التعلم (Learning Ability)، من الخبرات والأحداث السابقة، بالإضافة إلى القدرة على معالجة المعلومات المنقولة بين الأنظمة، ومن ثم يمكن الوصول إلى رد الفعل الأمثل.

قامت الجمعية القارية للمباني المؤتمتة CABA the Continental Automated Buildings Association في أمريكا الشمالية بتعريف المباني الذكية بأنها "**هي المباني التي توفر لمالك المبنى ومستخدميه بيئة مرنة وفعالة ومريحة وآمنة من خلال أنظمة تكنولوجية متكاملة ونظم إتصالات وتحكم متعددة**" (Zhen Chen, Atulya, 2009, p.60)

ومن التعريفات الأولى للمبنى الذكي بأنه "المبنى الذي يتحكم تماما في بيئته الداخلية" (Stubbings, 1988- www.smart2020.org). وقد كان يعني هذا التعريف أن المبنى قادر على المراقبة وتقنيات التحكم في عمليات التسخين والتدفئة والتبريد والإضاءة والتهوية والأمن، وكذلك خدمات الاتصالات وقاعدة البيانات بالمبنى، والتحكم بالمصاعد والعمليات الأخرى بالمبنى إعتماداعلى التحكم من خلال الحاسب الآلي. وقد كانت معظم التعريفات ترتكز على تقليل عنصر التدخل البشري للتحكم في المبنى، وأن المبنى يعتمد على الأتمتة من خلال وحدة التحكم المركزي -Building Management System، (Buckman, Mayfield & Stephen Beck, 2014 p. 92-109)

في عام ١٩٩٥ حددت Conseil International du Baˆtiment Working Groups تعريف للمبنى الذكي بأنه "مبنى ديناميكي ومستجيب، يوفر إحتياجات مستخدميه، ويحقق كفاءة إنتاجية وتكلفة فعالة، وكذلك الظروف البيئية الملائمة للعمل،

وذلك من خلال التفاعل بين أربعة عناصر رئيسية هي الفراغ (نسيج المبنى، الإنشاء، المرافق)، والعمليات (الأتمتة، التحكم، الأنظمة)، والعنصر البشري (المستخدم، الخدمات المقدمة للمستخدم)، والإدارة (الأداء، الصيانة الدورية) وكل ذلك مشتملا على العلاقات المتبادلة بين هذه الأربعة عناصر". (Everett, 2008, P.3-20)

وعرف كليمنتس كروم المبنى الذكي بأنه **"المبنى الذي يستجيب لمتطلبات شاغليه، ومتطلبات المؤسسة التي تمتلك المبنى، وكذلك متطلبات المجتمع بشكل أشمل. ويجب أن يحقق الإستدامة من حيث إستهلاك الطاقة والمياه، بجانب كونه قليل الإنبعاثات الضارة بالبيئة، ويوفر الرفاهية المطلوبة لمستخدميه بالمستوى الوظيفي الفعال"**. (Clements-Croome, 2011P.2)

وبشكل رئيسي فإن المبنى الذكي يعتمد في الأساس على مفهوم ***الإستجابة*** *للمتغيرات التي يتعرض لها المبنى وإمتلاك القدرة على التكيف مع هذه الظروف المتغيرة حتى وإن كانت طارئة أو غير متوقعة بالنسبة لقاعدة بيانات المبنى. وكذلك إمتلاك القدرة على معرفة الظروف الجديدة على بيئة المبنى الداخلية أو الخارجية، والتعامل مع هذه المعلومات الجديدة بدرجة من الموائمة من أجل تحسين كفاءة تجربة إستخدام المبنى.*

٣/السمات الأساسية للمباني الذكية

١/٣ المرونة في المباني الذكية

تعتبر المرونة أحد أهم ملامح المباني الذكية ، والمرونة تتطلب الحاجة لتغيير توزيع الأماكن أو العناصر إلى قدرة المبنى على التغير. كما تعتبر المرونة هي المعنى الأشمل الذي يتضمن مفاهيم (**التكيف والضبط والتحكم**). حيث أن قدرة المبنى على التكيف لوضع جديد تتطلب مرونة الأنظمة ومرونة التجهيزات التي تتحرك لتتغير في وضع جديد. كما أن عملية التحكم الفردي أو التحكم المركزي تتكامل مع المرونة، لأنها هي العملية التي يمكن من خلالها السيطرة على التغييرات. كما تعتبر عملية الضبط هي مرحلة فرعية من مراحل التحكم المرن، حيث تتيح للمستخدم القدرة على ضبط مستويات الإنارة بشكل تدريجي متعدد وكذلك ضبط عمليات التبريد والتدفئة إلى غير ذلك.

ومفهوم المرونة المقصود هنا هي ليست فقط المرونة المرتبطة بتغييرات دورية أو توقيتات زمنية مثل المواسم أو توقيتات معينة. بل هي المرونة الكاملة في جميع التوقيتات مع مختلف المدخلات وهو ما يطلق عليه القدرة على التكيف التكنولوجي. وهذا يعني ان مرونة التغيير تحدث على مستويات تفصيلية لكافة العناصر داخل التغييرات الدورية المرتبطة بالمواسم والتوقيتات المختلفة.

وتحقيق المرونة بهذا المفهوم يتطلب ألا يعتمد التغيير على الطرق اليدوية بل لابد من توفير التحكم الآلي والتحكم اليدوي، وهذا التحكم يحقق فاعلية تنظيم بيئة العمل بشكل مباشر مع إحتياجات مستخدمي المبنى، بحيث تكون سبل التحكم مرتبطة بالنظام المؤتمت بالكامل من خلال وحدات وأجهزة الإستشعار التي تراقب التغيرات البيئية والمناخية وغيرها. (Mervi 2003, P.317)

المرونة والتكيف والتحكم في المبنى الذكية تتجاوز عملية المرونة في طريقة توزيع فراغات العمل أو توزيع عناصر المبنى الداخلية، ويتسع مفهوم المرونة بالمبنى الذكي إلى معنى أكثر عمقا من ذلك بكثير، وهذا المعنى هو المرونة في إستخدام المعلومات وطريقة تأثير معلومات المناخ الخارجي على القرار الذي يتخذه المبنى تجاه البيئة الداخلية، بحيث تتفق مع معلومات الطاقة ومعلومات البيئة الداخلية الأخرى. ***ومن هنا تصبح المرونة التي يتضمنها مفهوم المبنى الذكي تتفق مع مفهوم الإستجابة الذي يعتبر هو أساس فكرة المبنى الذكى.***

٢/٣ القدرة على التكيف: Adaptability

إن المقصود بعملية التكيف هنا هو القدرة على التنسيق والتكامل بين ومع جميع جوانب المبنى. ويكون المبنى قادرا على التكيف مع الظروف المختلفة عندما يمتلك آلية لجمع وإستخدام المعلومات من الداخل والخارج، حتى يكون جاهزا لحدث ما قبل أن يحدث هذا الأمر، وهذا ما يمكننا تسميته بقدرة المبنى على التنبؤ. (Buckman, & Beck, 2014, P. 99)

إن فكرة القدرة على التكيف تختلف إختلافا جوهريا عن مفهوم القدرة على رد الفعل، ذلك أن مفهوم رد الفعل هو أمر بديهي يحدث حتى في المباني التقليدية. والسبب في ذلك أن رد الفعل يعتمد في الأساس على أن المبنى مؤتمت، ومعلوم مسبقا أنه في

حالة حدوث أمر معين يكون رد الفعل بطريقة معينة. أما قدرة المبنى على التكيف فهي ذات دلالة بأن المبنى يستطيع قراءة المشهد وتسجيل المعلومات التي تستجد عليه وتطرأ بصورة متكررة أو نادرة فيقوم برد فعل متكيف يحقق التكامل مع الكفاءة الإقتصادية والوظيفية.

٣/٣ الإستجابة المتفاعلة مع طبيعة المدخلات:

بناء على تحليل ومعالجة المعلومات التي تتم في وحدة (**B**uilding **C**ontrol **S**ystem-**BCS**) يتم إتخاذ القرارات التي تشكل إستجابة النظم. ويمكن تصنيفها إلى شقين هما، الإستجابة الداخلية والخارجية.

والإستجابة للبيئة الداخلية والخارجية تتعلق بالنظام. وتعتبر الإستجابة الداخلية هي الشق أو الجانب الذي يغطي كافة الأحداث وردود الأفعال الداخلية. كما أن الحسابات والبرمجة التي تتم طبقا للمعطيات السابقة تعتبر إستجابة متعلقة بالبيئة الداخلية للمبنى. أما الإستجابة الخارجية (تتعلق بالغلاف الخارجي للمبنى) فهي في حد ذاتها تعتبر إستجابة لنتيجة التغيرات الداخلية للمبنى، والتي تمت وفقا لمعالجة المعلومات حسب المتطلبات المختلفة.

والإستجابة الخارجية تأخذ شكلين او طريقتين مختلفتين، **ساكنة ومتحركة** (static and kinetic response). فالإستجابة الخارجية الساكنة قد تكون متعلقة بدرجة الحرارة، مرئية، مسموعة، تغير في الضوء. وأما الإستجابة المتحركة فقد تكون في شكل حركة مثل غلق أو فتح باب أو نافذة. والإستجابة في شكل حركة تأخذ العديد من الأشكال والتغيرات والطرق المتنوعة والمتبادلة.

٤/٣ التحكم داخل المباني الذكية:

تعتبر عملية التحكم داخل المباني واحدة من أهم العمليات، سواء من ناحية التصميم أو من ناحية التنفيذ والإستخدام والتشغيل بطريقة صحيحة. ومن الممكن أن تكون عملية التحكم بطريقة يدوية أو مؤتمتة آليا بشكل كامل. إلا أنه في حالة غياب أحد عوامل (**التصميم، والتنفيذ، والتشغيل**) يؤثر ذلك سلبا على الأداء المطلوب لعملية التحكم داخل المبنى الذكي. وسواء في التحكم اليدوي أو الآلي فإن التصميم يوضع غالبا للظروف المعتادة للمناخ والتشغيل والإستخدام. (Buckman,& Beck, 2014, P. 100)

٤/ المعايير الأساسية للمبنى الذكي:

هناك مجموعة من المعايير اللازم توافرها في المبنى الذكي وهي:

- إستقبال وجمع المعلومات (**المدخلات**).
  receiver Input system that receives information by means of information
- تحليل ومعالجة المعلومات Processing and information analysis
- الإستجابة. Output system (response)
- عامل الوقت،(**الذي يلزم أن تتم الإستجابة في الوقت المحدد**).
  needed time Time consideration that makes the response happen within the
- **القدرة على التعلم**،Learning ability

٥/ المفهوم الحاكم في العمارة الذكية:

تعتبر عملية الإستجابة التي يجب أن يتصف بها المبنى الذكي هي بمثابة عملية يندرج معها العديد من العمليات والصفات الأخرى، مثل المرونة والتغير طبقا للحالة المطلوبة داخل وخارج المبنى ورد الفعل المرتبط بزمن معين، وغير ذلك. مما يترتب عليها العديد من الصفات الفرعية، مثل الأتمتة والإستدامة والإفتراضية والتحكم وغير ذلك. ومن ثم يمكن إعتبار أن الإستجابة هي التي تمثل الركيزة الأساسية لمجموعة التجهيزات والنظم والصفات الخاصة بالمبنى الذكي.

ومن ثم لا يمكن أن يتم الإكتفاء بمفهوم العمارة الذكية دون التأكيد على مفهوم الإستجابة، **ذلك أن الذكاء هو الصفة؛ أماالإستجابة فهي الآلية التي إذا تمت تحققت صفة الذكاء**، لذلك فهي معيار حاكم بدونه لا يوجد مبنى ذكي، أو أنها معيار يمكن الإعتماد عليه في توصيف مستويات عدة لذكاء المباني.

٦/ أهم الطرق المتبعة في تقييم المباني الذكية:

١- طريقة جمعية المباني الذكية (IBSK)، ومقرها في كوريا وتسمى بـ (معايير التقييم للمباني الذكية)،
Assessment Standard for Certifying Intelligent Building (ASCIB), Intelligent Building Socity of Korea (IBSK), Seoul, Korea

٢- طريقة جمعية المباني الآلية الأوروبية (**CABA**)، ومقرها في كندا، وتسمى هذه الطريقة بـ (معايير التقييم للمباني الذكية)
Continental **A**utomated **B**uildings **A**ssociation-**CABA**

٣- طريقة معهد أبحاث البناء والعمارة (**TIBA**)، ومقرها في تايوان وتسمى (تقييم المباني الذكية)
Ministry of ،Intelligent Building Assessment (by Architecture and Building Research Institute Taiwan, China)،the Interior

٤- طريقة المعهد الآسيوي للمباني الذكية (**AIIB**)، ومقرها في الصين، وتسمى (دليل المبنى الذكي IB Index)،
Asian **I**nstitute of **I**ntelligent **B**uildings (**AIIB**), Hong Kong, China

٥- طريقة مجلس التشييد بشنغهاي (**SCC**)، ومقرها في الصين وتسمى بـ (تقييم المباني الذكية)
Intelligent Building Rating by Shangahai Construction Council (SCC), Shangahai, China

٦- طريقة مؤسسة أبحاث البناء (**BRE**) بالمملكة المتحدة، وتسمى بـ (طريقة المصفوفة لتقييم أداء المباني الذكية)
A Matrix tool for assissing the performance of intelligent building (MATOOL, by Building Research Establishment Ltd. (BRE), UK

جدول (١) الأساليب والطرق الرئيسية المعتمدة في عملية تقييم المباني الذكية

الفئات الرئيسية للمعايير المعتمدة في أساليب التصنيف لتقييم المبنى الذكي						
المعايير الرئيسية لمناهج التقييم	مناهج التقييم					
	AIIB method (Hong Kong, China)	BRE method (UK)	CABA method (Canada/USA)	IBSK method (Korea)	SCC method (Shanghai, China)	TIBA method (Taiwan,China)
معايير معمارية	الراحة	البيئة المبنية	-	التصميم المعماري	-	الجوانب الصحية
	الجوانب الصحية	-	-	-	-	-
	الفراغ	-	-	-	-	-
معايير هندسية	التقنيات المتقدمة	جوانب الوظيفية	الأتمتة	نظام الكهرباء	الاتصالات	المعلومات-الأوامر
	السلامة والإنشاء	الإستجابة	إدخال الأوامر	المعلومات-الأوامر	تأريض الكهرباء	الأمن والأمان
	كفاءة العمل	الملائمة	الأمن	النظام الميكانيكي	التحكم في الخدمات	توزيع الكابلات
	-	-	الإنشاء	تكامل الأنظمة	التحكم في الحريق	التكامل بين النظم
	-	-	الأنظمة	-	التكامل بين النظم	-
	-	-	-	-	أتمتة المكاتب	-
	-	-	-	-	مصدر الكهرباء	-
	-	-	-	-	الأمن	-
	-	-	-	-	توزيع الكابلات	-
معايير بيئية	المعايير الخضراء	-	-	البيئة	البيئة	توفير الكهرباء
معايير إقتصادية	فعالية التكلفة	الجوانب الإقتصادية	-	-	-	-
معايير تنظيمية	الأمن والتشغيل	-	الملكية	الخدمات	الملكية	الخدمات
معايير إجتماعية	الثقافة	-	-	-	-	-

١/٦ دليل المبنى الذكى: Intelligent Building Index IBI
(طريقة المعهد الأسيوي لتقييم المباني الذكية.)

يعتمد هذا الدليل في تقييم المباني الذكية على التعريف الذي تم وضعه للمبنى الذكي بأنه " المبنى الذي تم تصميمه وإنشاؤه بناء على الإختيار الأمثل لقيم جودة البيئة لتتقابل مع متطلبات المستخدم، من خلال التخطيط المتناسب مع خدمات ومرافق المبنى، وذلك لتحقيق مفهوم قيمة المبنى على المدى الطويل"

AIIB adopts an official definition of IB, "**An Intelligent Building is designed and constructed based on an appropriate selection of Quality Environment Modules to meet the User's Requirements by mapping with the appropriate building facilities to achieve a Long-Term Building Value**." (Leonard & Andrew 2005 P. 2302)

وبناء على هذا التعريف تم وضع آلية لتقييم المباني الذكية وتعتبر من أولى الطرق في عملية تقييم المباني وأكثرها شمولية، كما تم تطوير هذه الطريقة وتنقيحها لتتلائم مع المعايير العالمية التي يمكن تطبيقها على مستوى العالم.

وتتكون هذه الطريقة (**IBI**) من مجموعة من الوحدات أو المعايير الرئيسية يطلق عليها (Module-**M**) وكل معيار منها يتضمن مجموعة متعددة من العناصر (Elements) كما هو موضح في الجدول (٢). ويعتبر الأساس في إعطاء وزن لكل معيار يعود لوزن كل عنصر من العناصر التي تندرج أسفل كل معيار رئيسي من معايير التقييم، وأن هذا العنصر يكون له وزن وفقا لقوة هذا العنصر ومدى تأثيره على نجاح المعيار بشكل خاص وعلى نجاح المبنى بشكل عام. ومن الممكن أن يكون العنصر الواحد متكررا في أكثر من معيار لكن قد يختلف وزنه في المعيار الأول عن وزنه في المعيار الثاني، وهكذا.

جدول (٢) معايير تصنيف وتقييم المباني الذكية
(AIIB- IBI-2005 P. 1-13)

عدد عناصر كل معيار	المعايير والمؤشرات الرئيسية لدليل المبنى الذكي IBI
٧٥	Green Index **(M1) الدليل الأخضر**
١٨	Space Index **(M2)الفراغ**
٥٠	Comfort Index **(M3)الراحة**
٨٠	Working Efficency Index **(M4)كفاءة العمل**
١٣	Culture Index **(M5)الثقافة**
٣٨	High-Tech Image Index **(M6)التكنولوجيا الفائقة**
٣١	Safety and Structure Index **(M7)السلامة والإنشاء**
٤٠	Management practice and Security Index **(M8) الإدارة والأمن**
١	Cost Effectiveness Index **(M9)فعالية التكلفة**
٣٢	Health and sanitation Index **(M10)الصحة العامة والوقائية**
الإجمالي ٣٧٨ عنصر	١٠ مؤشرات

٢/٦ مصفوفة تقييم المباني الذكية:

A matrix tool for assessing the performance of intelligent buildings

قدم كلا من (Sutherland)، (Stavrakakis)، (Kolokotsa)، (Karatassou)، (Santamouris) طريقة للتقدير الكمي لمستويات ذكاء المبنى من خلال خمسة عناصر رئيسية لكفاءة أداء المبنى الذكي، وكل عنصر من هذه العناصر الخمسة يتضمن خمسة خصائص فرعية، وكل من هذه العناصر الـ ٢٥ يتأثر بخمسة مؤثرات فاعلة في كفاءة المبنى الذكي، وهذه الخمسة مؤثرات هي: (Sutherland,Stavrakakis,Kolokotsa,Karatassou,Santamouris 2005, P.334)):

١- **المستخدمون (People)**: هل يشعر المستخدمين بالراحة، وهل يحققون إنتاجية عالية، وكيف تفاعلوا مع المبنى.
٢- **الأنظمـــة (Systems)**: هل توفر أنظمة المبنى التسهيلات للمستخدمين، وهل تتكامل أنظمة المبنى بشكل جيد.
٣- **الطـــوارئ (Critical)**: هل يضمن المبنى سلامة وصحة المستخدمين والمرافق والتجهيزات اللازمة للطوارئ.
٤- **العمليات (Processes)**: هل يوفر المبنى سياسة إدارة الطاقة وعمليات التنظيم والكفاءة التقنية.
التصميـــم (Design): هل يتحقق بالمبنى الإعتبارات والقرارات التصميمية لتكامل المبنى وإدارة الأنظمة.

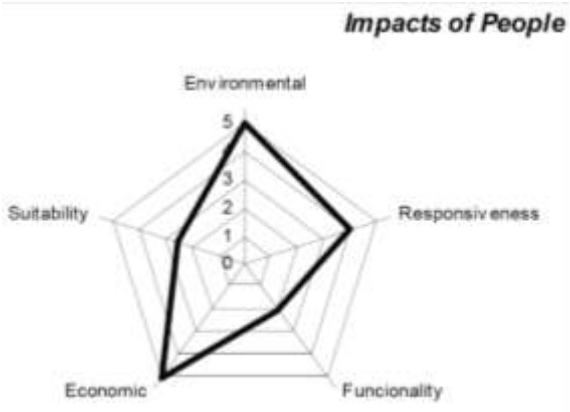
وبالتالي يكون التصنيف الإجمالي للمبنى الذكي مكونا من ١٢٥ نقطة. ومن ثم يمكن تقدير المباني الذكية تبعا لما يتوفر بهذا المبنى من هذه المؤشرات. ويتضح ذلك من خلال الجدول (٣):

جدول (٣) المؤشرات الأساسية والفرعية لتصنيف مستويات المباني الذكية وفقا لمصفوفة كلا من (Santamouris)، (Karatassou)، (Kolokotsa)، (Stavrakakis)، (Sutherland)

المصدر: (Sutherland,Stavrakakis,Kolokotsa,Karatassou,Santamouris 2005, P.334) بتصرف من الباحث

المعايير الخمسة الرئيسية	المعايير الفرعية	العوامل المشتركة
البيئة المبنية Built Environment	Comfort and productivity	المستخدمون (People)
	Individual control of local environment	
	Health and safety	
	Energy consumption and environmental impacts	
	Integration with the surrounding ecological systems	
الإستجابة Responsiveness	Awareness	الأنظمة (Systems)
	Automatic response to changes in the surroundings	
	Performance under emergencies	
	Decision-making	
	Flexible usage	
الجوانب الوظيفية Functionality	Reporting system	الطوارئ (Critical)
	Building Management System (BMS)	
	Maintenance	
	Facility Management	
	Easy-of-use through design	
الجوانب الإقتصادية Economic issues	Investment	العمليات (Processes)
	Energy supply	
	Resources	
	Cost centres	التصميم (Design)
	Budget	
الملائمة Suitability	Special use	
	IT connectivity	
	Location	
	Internal corporate organisation	
	Internal flow and operational planning	

والشكل التالي (١) يوضح الطريقة التي يتم بها عرض نتائج التقييم التقديرية لكفاءة أداء المبنى الذكي، وهو عبارة عن شكل خماسي تعبر رؤوسه عن المؤشرات والمعايير الرئيسية للتقييم، ويخرج من كل مؤشر خط، وتتقابل الخطوط في مركز الشكل، وبحيث ينقسم كل خط لخمسة عناصر فرعية تمثل المعايير الفرعية، ويتم توقيع نتيجة كل مؤثر من المؤثرات العامة على كل خط، ليعطي مؤشرا عن كفاءة المعيار.



شكل (١) تأثير المستخدمين على العناصر الخمسة لتقييم المبنى الذكي

مستويات التصنيف وفقا لمصفوفة التقييم

يتم تصنيف المبنى الذكي من خلال هذه المصفوفة وفقا لإجمالي النقاط التي يحققها من النقاط الإجمالية التي يبلغ عددها **١٢٥** نقطة، بحيث يكون التصنيف كالتالي:

(Sutherland,Stavrakakis,Kolokotsa,Karatassou,Santamouris 2005, P.336):

١- مبنى ممتـــاز: Excellent: 100~125

٢- مبنى جيد جدا: Very Good: 80 ~100

٣- مبنـــى جيد: Good: 50 ~80

٤- مبنـــى سيئ: Bad: <50

٧/ تصنيف فئات تقييم وتطبيق المباني الذكية: Intelligent Buildings Classification

قام كلا من Buckman & Mayfield Stephen في بحثهما (What is a Smart Building?) بتصنيف المباني الذكية على النحو التالي:

- **الفئة الأولى**: مباني ذكية قادرة على التفكير والتنبؤ، (**Prdective**) Thinking Buildings
- **الفئة الثانية**: مباني ذكية متكيفة، **Adaptive**
- **الفئة الثالثة**: مباني ذكية تفاعلية، **Reactive**

كما أن المعايير الأوروبية لعمليات الأتمتة والتحكم في عمليات المباني وعلاقتها بمعدلات الإستهلاك أشارت **بأربعة مستويات** من المباني المؤتمة (A,B,C,D)، يحقق منها مستويين معدلات إيجابية في التوفير والحد من الإستهلاك، ويقف منها المستوى الثالث عند الحد أو المعدل الطبيعي أو المقياسي من إستهلاك الطاقة، وأما المستوى الرابع فهو ما دون الحد الأدنى من الإستهلاك، بمعني أن المستوى الرابع يستهلك قدرا أكبر من المعدلات الطبيعية.

من خلال ماسبق يمكن أن تكون فرضية آلية تطبيق وتقييم المباني الذكية مبنية على أساس التصنيف لخمسة مستويات تمكننا من الفصل بين الفئات المختلفة للمباني الذكية ضمن مفهوم متدرج ومتسلسل كما يلي:

- **المستوى الأول**: يمثل الفئة الأولى من المباني الذكية والتي تمتلك مفاهيم القدرة على التعلم والتفكير والتنبؤ وافتراض المعلومات الناقصة أو إستقراء المعلومات الناقصة أو البيانات المتضاربة، بمعنى أن تكون متضمنة لمفهوم الأنظمة الخبيرة والذكاء الصناعي.
- **المستوى الثاني**: الفئة الثانية من المباني الذكية، والتي تعتمد على مفاهيم الإستجابة المعلوماتية والتحكم الآلي الذي يحقق المعدلات المتوسطة من الإستهلاك والإنبعاثات البئية الضارة.
- **المستوى الثالث**: الفئة الثالثة من المباني الذكية والتي تمتد تنازليا حتى تمثل الحد الأدنى من الإستهلاك. بحيث تتضمن المباني التي تحقق أقل مستوى مطلوب من المباني الذكية من ناحية إستهلاك الطاقة وسبل الراحة وتشتمل الفئات حتى ما هو أقل من الفئة الثانية.
- **المستواى الرابع**: وهي المباني التي تتضمن مفهوم الأتمتة، لكنها تستهلك المعدل الطبيعي، فلا ه تعتبر موفرة ولا هي تستهلك أكثر من المعدلات الطبيعية.
- **المستوى الخامس**: وهي الفئة التي تتضمن المباني التقليدية أو المباني المريضة التي تستهلك قدرا زائدا من الطاقة وفي نفس الوقت تنتج قدرا زائدا من الإنبعاثات التي تضر بالبيئة الطبيعية.

١/٧ مقترح تصنيف المباني الذكية من خلال ثلاث فئات رئيسية (A,B,C)، بحيث يتضمن المستوى A ثلاث مستويات فرعية تمثل تسلسل درجات ذكاء المبنى.

يقترح هذا التصور أن يكون أن أساس تصنيف المباني الذكية هو وضع إطار عام A لكل ما هو ذكي من المباني، بحيث يكون أي مستوى من مستويات ذكاء المباني يندرج داخل هذا الإطار للمباني الذكية، وبحيث يتم تصنيف مستوى ذكاء كل مبنى داخل هذا الإطار الأشمل، بحيث يشمل الإطار A مستويات متعددة من المباني الذكية كفئة أولى وثانية وثالثة. ثم يأتي بعد هذا الإطار العام المستوى B من المباني المؤتمة أو المباني التي تمتلك القدرة على التحكم الآلي لكن دون أن تحقق المستوى الأدنى من آليات إستجابة المباني الذكية. ثم يأتي بعد ذلك المستوى أو التصنيف الذي يشمل المباني التقليدية. ومن ثم يكون تم تحديد صفة الذكاء بمستوياتها داخل إطار واحد للفصل بين المباني الأخرى، على أن يتم ذلك من خلال مستويات فرعية وفقا لدرجة الإستجابة التي تتوفر بالمبنى، ومن ثم يمكن تصنيف مستوى ذكاء المبنى.

جدول (٤) مستويات ذكاء المباني في ضوء المنهجية المقترحة للتطبيق والتقييم المعماري للمباني الذكية

المصدر: الباحث

المستويات المقترحة لتصنيف وتقييم المباني الذكية وفقا لمستوى إستجابة المبنى للمتغيرات	المستوى-LEVEL	المستويات -التفصيلية الفرعية	خصائص عمليات الأتمتة في المستويات المختلفة	صفات المبنى	سمات الذكاء
	A	Class 1 المستوى الأول	إعطاء الحلول إذا كانت البيانات غير مكتملة أو المبهمة غير مؤكدة	مبنى قادر على التفكير-مبنى تنبؤي Predictive-Thinking	الخبرات السابقة-إختيار البديل الأنسب
			المتضاربة التعامل مع البيانات		الإختيار من بين البدائل
			التعلم على القدرة		خبرات سابقة ومستقبلية
			المقارنة بين مدخلات ومخرجات كل عملية من العمليات المختلفة بالمبنى		الإختيار الأنسب من بين البدائل - تكامل العمليات
			تحكم فيما يتوقع حدوثه-كفاءة أعلى		المرونة المستقبلية في عمليات التحكم
			تكنولوجيا مستقبلية، أجهزة تحكم وبرامج مدمجة مع عناصر البناء		التكيف المرن مع المدخلات المستقبلية وإمكانية ترقية الأداء
		Class 2 المستوى الثاني	تحكم متعدد السبل-كفاءة أعلى	مبنى متكيف Adaptive	المرونة النسبية
			زيادة في تكامل المبنى باستخدام الأنظمة الوسيطة-مبنى متكيف بعناصر بناء متعددة الأوضاع		الموائمة المتعددة مع مدخلات البيئة الداخلية والخارجية
		Class 3 المستوى الثالث	تكامل خدمات المبنى مع الأنظمة باستخدام محور رئيسي للبنية التحتية	مبنى تفاعلي-Interactive	تكامل مركزي لعملية إتخاذ القرار بالمبنى الذكي
			تحكم أكثر-كفاءة أعلى		مرونة التحكم
			تكامل عمل الأنظمة والبيانات		تبادل القرارات
			التكامل بين العمليات والتوقيتات -تقليل استخدام الأنظمة حسب الحاجة		التكيف الفعال مع المتغيرات
	B	مستوى واحد	تحكم بمستويات متعددة (ثرموستات)-تحكم BMSمركزي	المبنى المؤتمت	ــــــــــ
			تحكم أقل-كفاءة أعلى		
			-خامات بناء متقدمة-حساسات-شاشات عرض نظام مؤتمت لمسار التغذية الراجعة		
			تحديد توقيتات إشغال المبنى-بيانات مناطق إشغال المبنى		
	C	مستوى واحد	إمكانية التحكم في متغيرات الراحة (خاصة الراحة الحرارية)	المبنى البسيط (التقليدي)	ــــــــــ
			تحكم كامل-كفاءة أقل		
			خامات ومصادر كهرباء إعتيادية		
			إدخال البيانات يدويا		

٨/ عناصر تصنيف مستويات ذكاء المبنى وفقا للإستجابة

من خلال ما سبق يمكن إستخلاص العناصر التي يمكن على أساسها تصنيف مستويات ذكاء المباني، وهذه العناصر هي: **الإستدامة/ كفاءة العمل/ الراحة/ جودة البيئة الداخلية/ الأمن-الأمان-السلامة-الإنشاء/ العمليات والإدارة/ المرونة/ الملائمة/ الغلاف الذكي**

ويكون تصنيف المبنى من خلال مدى تحقيق الإستجابة لكل عنصر من هذه العناصر، والإستجابة التي تتحقق هي أي مستوى من المستويات الثلاثة المشار إليها في المستويات التي تم عرضها في الجدول السابق، وذلك حتى يكون تصنيف كل عنصر قائم على أساس الإستجابة الذكية بشكل خالص تماما من أي تداخلات أخرى.

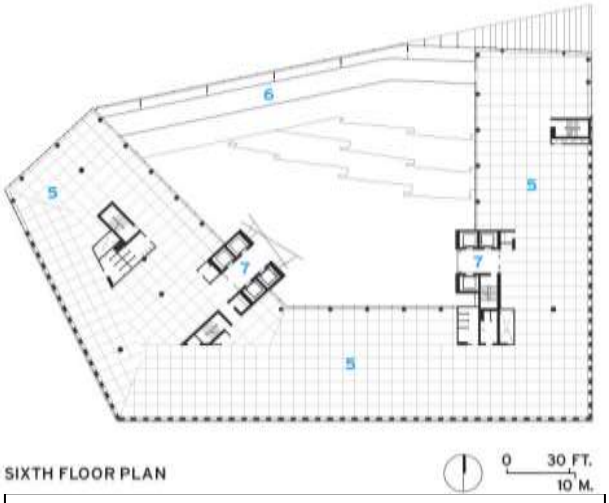
شكل (٢) مبنى Edge- منظور عام

٨/ حالة الدراسة: مبنى The Edge

يقع المبنى في منطقة الأعمال (Zuidas Business District) في مدينة أمستردام، وقد تم تصميم المبنى ليكون مقرا للشركة العالمية (Deloitte)، ويهدف المشروع إلى زيادة كفاءة العمل داخل مقر الشركة، وقد تم تصميمه في ضوء مفاهيم "البناء الذكي" ليكون حافزا للإنتقال إلى العصر الرقمي. ووفر مبنى (Edge) بيئة عمل جديدة كليا، تعتمد على إستخدام التكنولوجيا المستدامة، مع توفير مساحات عمل قابلة للتكيف بشكل ذكي.

١/٨ وصف المبنى:

مبنى إداري، يظهر المسقط الأفقي بشكل حرف U كما يظهر في الشكل (٣)، والضلع المفتوح هو الواجهة الشمالية، وضم بداخله فناء كبير (Atrium) بإرتفاع المبنى بالكامل (١٥ طابقا)، وهناك العديد من الممرات والشرفات المطلة على الفناء الداخلي، والثلاثة أضلاع أخرى عبارة عن أدوار متكررة من المكاتب والقاعات المختلفة. ويمثل المسقط الأفقي أحد امثلة المسقط الأفقي المفتوح ويحقق مرونة في التوزيع.



شكل (٣)- مسقط أفقي لأحد الأدوار المتكررة- مبنى Edge

٢/٨ حول ذكاء المبنى: Building Intelligence

ترتبط شبكة معلومات المبنى بمعلومات الهاتف الذكي للموظفين، وكذلك بشبكة المعلومات الدولية (Internet) وذلك بهدف تكوين وبناء قاعدة معلومات وقاعدة معرفية يمكن من خلالها صناعة القرار تجاه الأحداث المختلفة الخاصة بالمبنى والخاصة بالأشخاص المستخدمين للمبنى. حيث يتعرف المبنى على مكان الموظفين والسيارة الخاصة بكل موظف ومواعيد ومكان الإجتماعات المقترحة داخل المبنى، وكذلك عدد الحاضرين للإجتماع، وذلك بهدف تهيئة الفراغات من حيث الراحة الحرارية وتوقيتات التشغيل والإطفاء. بل إنه يمكن للمبنى معرفة نوع القهوة المفضل وأيضا كميات السكر التي يحتاجها الموظفين بالمبنى.

يقوم المبنى بعمل جدول زمني متغير ومرن حسب أولويات الإجتماعات والمهام المتعلقة بالموظفين والإجتماعات التي ستعقد ومتطلباتها، كما ترسل هذه المعلومات للموظف من خلال التطبيق الخاص بالمبنى على الهاتف الذكي، كما يقوم المبنى بتوجيه المستخدمين لأماكن وقوف السيارة الخاصة بهم حسب تكرار مكان الإنتظار بشكل يومي.

شكل (٤)- أماكن متعددة للعمل بخلاف الغرفة النمطية

وبالتالي فيمكن أن يحدد لك التطبيق مكان جلوسك للعمل من بين الأماكن المتعددة بالمبنى (**الجلوس على المكتب النمطي-مكتب خارج الغرفة-كشك العمل-غرفة الإجتماعات-مقعد بالشرفة-غرفة التركيز**)، وأينما تذهب أو تختار مكانا للجلوس فإن المبنى يقوم مباشرة بتوفير النمط الذي ترغب به من حيث مستويات الإضاءة ودرجات الحرارة (www.bloomberg.com). وفي الشكل (٤) مفهوم المرونة التي يحققها المبنى للموظفين.

٣/٨ تقييم المبنى بنظام بريم (BREEAM):

عند الانتهاء من المشروع في أواخر عام ٢٠١٤، حصل على جائزة أعلى درجة اعتماد (بريم BREEAM) من أي وقت مضى لمبنى المكاتب ٩٨,٣٦ % -من قبل مؤسسة بحوث البناء (BRE)، المقيم العالمي للمباني المستدامة.

- إصدار بريم BREEAM: BREEAM NL New Construction
- مرحلة التقييم: بعد البناء، Post-Construction
- التقييم: ٩٨,٣٦ %-ممتاز، Outstanding

يستهلك المبنى بشكل عام قدرا من الطاقة أقل من المباني المكتبية المماثلة بنسبة ٧٠ %. ويشمل السطح والواجهة الجنوبية مجموعة كبيرة من الألواح الكهروضوئية لتوليد الكهرباء من الشمس. كما يوفر نظام تخزين الطاقة الحرارية للمياه الجوفية جميع الطاقة اللازمة لمنظومة التدفئة والتبريد، هذا بجانب إمكانية تخزين الطاقة وإعادة إستخدامها.

يتم قياس مستويات الإشغال والحركة ومعدلات الإضاءة بشكل مستمر، وتستخدم تقنيات المعلومات الذكية بوحدة التحكم المركزي للمبنى (BMS) بهدف توفير الأداء الفعال والذكي للمبنى بشكل عام. وينعكس ذلك على معدلات الكفاءة في إستهلاك الطاقة وإستهلاك المياه من خلال التقنيات المتقدمة.

يعتبر مبنى The Edge هو المبنى الأكثر إستدامة (أفضل مبنى أخضر) على مستوى العالم، وفقا لتصنيف الوكالة البريطانية (BREEAM)، وأن هذه الإستدامة التي يحققها المبنى تعتمد في الأساس على تطبيقات تكنولوجيا المعلومات بالمبنى. https://www.bloomberg.com/features/2015-the-edge-the-worlds-greenest-building/

٤/٨ الحساسات: Sensors

يحتوي المبنى على حوالي ٢٨،٠٠٠ أجهزة الاستشعارتكشف الحركة، والضوء، ودرجة الحرارة، والرطوبة، وحتى مستويات ثاني أكسيد الكربون، هذه أجهزة الاستشعار، تقوم بتوفير البيانات في الوقت الحقيقي، مما يجعل المبنى ربما الأذكى أو الأكثر إرضاء لمستخدمي المبنى.

٥/٨ الإضاءة الذكية: Smart lighting

تم إستخدام نظام الإضاءة (LED) والذي يعمل بنظام الطاقة (إيثرنيت Ethernet-Powered LED)، بالتكامل مع حساسات ومستشعرات للضوء، تقوم بقياس معدلات الإشغال والحركة ومستويات الإضاءة والرطوبة ودرجات الحرارة، الأمر الذي يسمح بضبط إستهلاك الطاقة.

تم تطوير نظام الإضاءة، حيث أن (Light Over Ethernet-LOE) يقوم على أساس IP، مما يسمح بأن يكون كل نقطة منفصلة عن باقي وحدات الإضاءة المتصلة على الشبكة. وبالتالي يمكن التحكم بها من خلال الحاسب المركزي أو من خلال تطبيقات الهواتف الذكية. الأمر الذي يجعل من السهل أن تتم أي إجراءات أو تعديلات بسرعة دون الحاجة إلى الوصول إليها من خلال الكشف والصيانة داخل السقف المستعار. بالإضافة إلى ذلك فإن تجهيزات الإنارة من خلال وحدات بأكواد (Coded-Light) تسمح بعمل تعديلات دقيقة من خلال الهاتف الذكي أو من خلال قرارات وحدة التحكم المركزي بالمبنى. ويستخدم المبنى حوالي ٦٠٠٠ وحدة إنارة من هذا النوع. وهذا النوع من الإنارة يقلل من متطلبات الطاقة اللازمة للإنارة بنحو ٥٠ % مقارنة بالإضاءة التقليدية.

وهذه الـ ٦٠٠٠ وحدة إنارة، جميعها مرتبطة بمعدلات ضوء النهار ودرجات الحرارة والأشعة تحت الحمراء ومستشعرات الحركة، حيث يتم تنشيطها فقط عند الضرورة، هذا بجانب أنها وحدات ذات إستهلاك منخفض للطاقة. حيث أنها تستخدم ٣٠٠ لوكس بدلا من ٥٠٠ لوكس في المعدلات القياسية، ونتيجة لذلك فهي تستخدم ٣,٩ وات/ متر مربع بدلا م ٨ وات/ متر مربع في الحالات الطبيعية. http://ovgrealestate.com/cases/the-edge

٦/٨ وحدة التحكم المركزية بالمبنى:

تقوم وحدة التحكم المركزي بالمبنى بعدة وظائف منها،

- التعرف على الأشخاص من غير مستخدمي المبنى المعتادين.
- عمليات التدفئة والتسخين والتبريد والتهوية والإضاءة تتكامل مع وحدة التحكم المركزي (BMS) بالتنسيق مع معلومات الإشغال والحركة والمرور بحيث تحقق مستويات متغيرة من (إشغال= صفر فما أكثر) لدعم الوصول في جميع المستويات إلى (إستهلاك طاقة=صفر) كما في شكل (٤-١-١٨).
- توقعات الإشغال في أوقات الذروة، مثل وقت الإستراحة للعاملين وتجمعاتهم في أماكن تناول الوجبات والمشروبات بناء على تكرار حدوث الأمر على فترات متعددة.
- تنبيهات للمستخدم في حالة زيادة الإضاءة عن معدلاتها الطبيعية وكذلك الأمر بالنسبة لعمليات التبريد والتدفئة، والإستفادة من المعلومات المتكررة في حالة نمط معين من الإستخدام لأحد شاغلي المبنى.
- الإخطار عن حاجة المبنى من التجهيزات والخدمات المختلفة اللازمة للإستهلاك.
- تقوم وحدة التحكم المركزي للمبنى بجمع البيانات حول تشغيل المبنى، وهذه البيانات قد تصل لأحجام كبيرة من المساحة التخزينية (Gigabytes)، ومن خلال هذه المعلومات يمكن للمبنى إدارة الموارد وطرق التشغيل والصيانة المقترحة للمبنى-شكل (٥)

شكل (٥)- عرض معلومات على شاشات التحكم المركزي بالمبنى

٧/٨ تطبيقات المبنى على الهاتف المحمول:

يتم ربط كل مستخدمي والموظفين بالمبنى من خلال تطبيق على الهاتف الذكي (**Mapiq system**)، يسمح لهم مباشرة بمعرفة أماكن إنتظار سيارتهم وكذلك التعرف على المكاتب وقاعات الإجتماعات الخالية التي يمكن إستخدامها في إتمام مهامهم، وكذلك التنسيق مع زملاء العمل في إستخدام المكاتب التي تنتشر في الفراغ المفتوح حيث يمكن إتمام وظائفهم خلال أي مكان متاح. وبالتالي يمكن للموظف إتمام العديد من الأعمال والإجتماعات ومقابلة العملاء في أماكن مختلفة من المبنى بشكل مرن ولا يختلف بأي صورة عن المكتب التقليدي الموجود داخل غرف المكاتب الخاصة بنفس الموظف.

كما يمكن من خلال الهاتف الذكي من التحكم والسيطرة على على درجة الحرارة ومستويات الإضاءة في أي مكان يختاره الموظف للعمل. كما أن المبنى يمكنه التعرف على نوع المشروبات التي يرغب بها المستخدم.

٨/٨ إنتظار السيارات والدراجات:

تقوم أجهزة الإستشعار بالتعرف على موظفيها من خلال اللوحات المعدنية للسيارة ومن ثم تحدد لك مكان الإنتظار المعتاد وتنير لك ممرات محددة للسير والوصول إلى مكان محدد.

٩/٨ جمع المعلومات البيئية ومعلومات الإستخدام والتشغيل:

تقوم أجهزة الإستشعار بالمبنى بعمل تقارير تفصيلية عن درجات الحرارة والرطوبة. وقد رصدت وحدة التحكم بالمبنى أن حوالي ٢٥ % من الموظفين يقومون بضبط درجات الحرارة والإضاءة بشكل فردي (Individual Control)، وأن ٧٥ % من الموظفين راضين عن التحكم الآلي ولا يقومون بعمل إعدادات شخصية لتهيئة الفراغات الداخلية. وقد يكون السبب في ذلك هو النطاقات (البقع) hot and cold spots الباردة او الساخنة والتي غالبا توجد بالقرب من النوافذ.

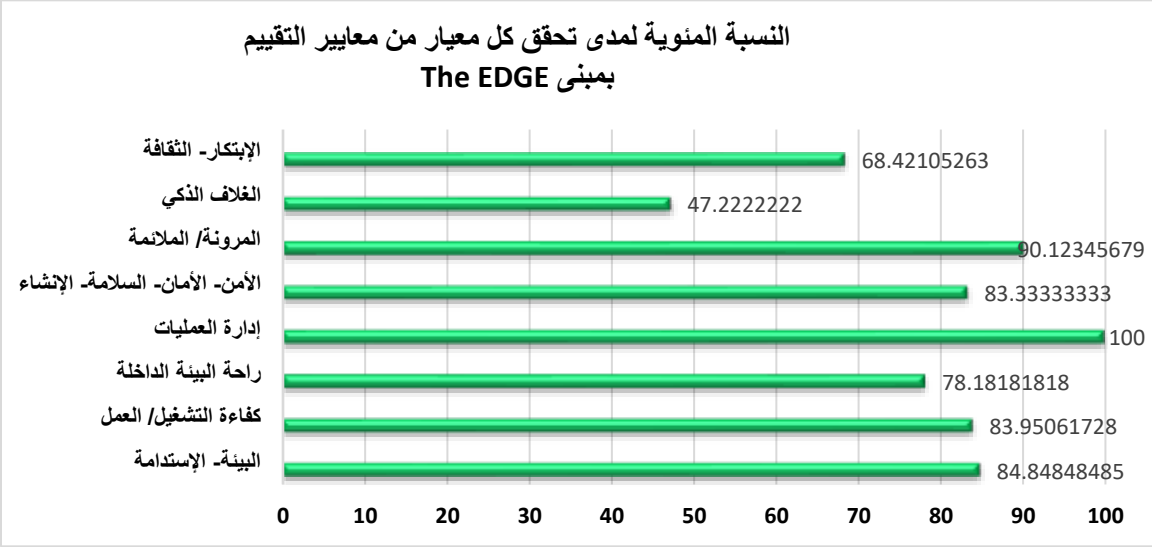
١٠/٨ طريقة جديدة للأداء الوظيفي للمبنى:

وتمثل منطقة الأتريوم مساحة كبيرة مقارنة بمساحة المكاتب، وهو ما قال عنه المعماري المصمم للمبنى **"رون باكر Ron Bakker"** إن هذه المساحة تبلغ حوالي ٢٥ % من مساحة المبنى، وهي تمثل فكرة جديدة لمفهوم **"مجتمع العمل"**، حيث تستخدم هذه المساحة في عقد الإجتماعات وهي بيئة مناسبة تماما للموظفين الراغبين في تغيير الروتين اليومي. ويشجع ذلك على علاقات جديدة وفعالة بين الموظفين وتفاعل الفرص، بل إنه يمكن القول بأن المكاتب قد تصبح وكأنها تشبه غرفة فندقية تستخدم في الأعمال الصغيرة وإنما مجتمع العمل الحقيقي والفعال فمن السهل أن يتم في الفراغ الرئيسي للمبنى (الأتريوم Atrium).

كما أن الإدارة المركزية للمبنى تسعى لتحقيق ذلك على مستوى الخدمات الصغيرة مثل الخزائن (lockers)، حيث أن الخزانة المخصصة للموظف يتم تحديدها بشكل يومي من خلال إشعار على تطبيق الهاتف الذكي، وأن تثبيت خزانة محددة للموظف لا تدوم لأكثر من أيام أو أسابيع بحد أقصى، وهدف ذلك هو أن الفلسفة الرئيسية للإدارة تسعى لكسر الروتين اليومي للناس بعيدا عن فكرة المواقع والأماكن الثابتة والتي من شأنها أن يعتاد الموظفون على الطرق الجامدة أو الثابتة في التفكير.

١١/٨ تقييم ذكاء العناصر المقترحة لتحديد نسب وتصنيف مستوى ذكاء المبنى:

النسبة المئوية لمدى تحقق كل معيار من معايير التقييم المقترحة



شكل (٦) مستوى ذكاء مبنى (The Edge) بكل معيار، من واقع الإستجابة الفعالة

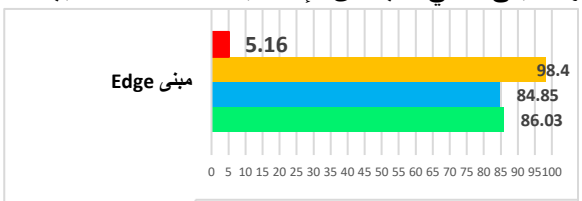
٩/ النتائج

من خلال ما سبق يمكن تحديد النتائج التالية:

١- أن ذكاء المباني متوقف على عمليات المبنى التي فقط تتم بشكل ذكي وليس وصفا لكل المبنى. وأن العمليات التي تستجيب بشكل ذكي هي التي تكسب المبنى صفة الذكاء.

٢- أن عملية الأتمتة في حد ذاتها لا تعبر عن تحقيق ملامح الذكاء من عدمه. حيث أن الأتمتة قد تتحقق بشكل آلي لكن لا تتفاعل مع التشغيل بشكل مرن، ولكن قد تتم عمليات المبنى وفقا لجدول ثابت محدد من قبل.

٣- أن الإستجابة الفعالة يترتب عليها دعم جوانب الإستدامة التي يحققها المبنى الذكي. حيث أن الإستجابة تجاه مدخلات البيئة يزيد من فرص الإستفادة وتعظيم طريقة التعامل مع عمليات إدارة الطاقة وتوفير بيئات ملائمة داخل المباني.



	مبنىEdge
الأتمتة الثابتة	5.16
إستدامة المبنى وفقا لنظم التقييم	98.4
الإستدامة الناتجة عن إستجابة المبنى	84.85
نسبة إستجابة المبنى وفقا لمقترح الدراسة	86.03

شكل (٧) نسبة الإستجابة الفعلية والإستدامة الناتجة عن الإستجابة للمبنى محل الدراسة

٤- أن تقييم المباني الذكية وفقا للمعايير الثلاثة (**الأتمتة-الإستجابة-الإستدامة**) يتسبب في نتيجة قياس غير دقيقية لمدى ذكاء المبنى، حيث أنه من الممكن أن يكون التشغيل الآلي المركزي (**الأتمتة**) يحقق معدلات زائدة من الإستهلاك، يمكن الحد منها في حالة كون المبنى أكثر مرونة وإستجابة للمدخلات المختلفة. وأن قياس ذكاء المباني يجب أن يتم فقط في ضوء مستويات الإستجابة المتعددة التي بالمبنى، ومن خلال ذلك يمكن تحديد النسبة الدقيقة لذكاء المبنى، كما يظهر ذلك من خلال الشكل (٧) المجاور الذي يوضح نسبة الإستجابة مقارنة بمعدلات الأتمتة والإستدامة التي يحققها المبنى.

المراجع:

١- موسوعة دائرة المعارف البريطانية Encyclopedia Britannica.

2- **(Wigginton & Harris 2002),** Michael Wigginton & Jude Harris, "**Intelligent Skins**", 2002.

3- **(Zhen Chen, Atulya K. Nagar 2009),** The Evaluation of Facilities Intelligence "An ANP-driven Approach" Second International Conference on Developments in eSystems Engineering, 2009

4- (**Stubbings 1988**) Stubbings, M., Intelligent Buildings: An IFS Executive Briefing, Springer-Verlag, Berlin, (1988). The Climate Group (2008), "Enabling the low carbon economy in the information age", Smart 2020, M. Webb, The Climate Group, available at: www.smart2020.org/

5- (**Buckman, & Beck, 2014**), A.H. Buckman, M. Mayfield & Stephen B.M. Beck, "**What is a Smart Building"?** Smart and Sustainable Built Environment Vol. 3 No. 2, 2014, **pp. 92-109, Emerald Group Publishing Limited,2046-6099**

6- **(Everett, 2008**), Everett, R., "The 'building colleges for the future' program. Delivering a green and Intelligent building agenda", New Review of Information Networking, Vol. 14 No. 1, pp. 3-20, (2008).

7- **(Clements-Croome 2011**), "Sustainable intelligent buildings for people: a review", Intelligent Buildings International, Vol. 3 No. 2, pp. 67-86, (2011).

8- **(Mervi 2003)** Mervi Himanen, **The Intelligence of Intelligent Buildings,** The Feasibility of the Intelligent Building Concept in, Office Buildings, TECHNICAL RESEARCH CENTRE OF FINLAND, ESPOO 2003.

9- **(Leonard & Andrew 2005),** Leonard K H CHOW Ph.D & Andrew Y T Leung Ph.**D**, New intelligent building index for buildings around the world –A quantitative approach in building assessment experience with Hong Kong tallest building, two international finance centre, 2005.

10- **Sutherland,Stavrakakis,Kolokotsa,Karatassou,Santamouris 2005),** A matrix tool for assessing the performance of intelligent buildings, International Conference "Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment", May 2005, Santorini, Greece.

11- https://www.bloomberg.com/features/2015-the-edge-the-worlds-greenest-building/

12-http://ovgrealestate.com/cases/the-edge