الأبنية المدارية الذكية

اثر التكامل الايكو-تكنولوجي في تقليل كلفة المبنى الاقتصادية والبيئية

د. إبراهيم جواد آل يوسف رضاب احمد محمود

ملخص البحث:

تطرقت عدد من الدراسات المعمارية في السنوات الأخيرة الى مفهومين قد يبدوان لأول وهلة وكأنهما على طرفي نقيض هما التكنولوجيا والايكولوجيا. فقد بحث التوجه التكنولوجي متمثلا بالأبنية الذكية في مواكبة التطورات العلمية والتقنية واستثمار إمكاناتها لتحقيق التكيف مع متطلبات الإنسان المتغيرة، توفير بيئة داخلية ملائمة، والاستجابة لمؤثرات البيئة الخارجية بغض النظر عن السياق والمحتوى البيئي الذي تتواجد فيه تلك الأبنية. أما التوجه الايكولوجي فهو ليس بتوجه جديد، إلا انه قد تم نسيانه بسبب استخدام الوسائل التكنولوجية للسيطرة على البيئة، مما أدى إلى عدم إيفائه بمتطلبات الراحة العصرية. إلا انه في الحقيقة يدعو أيضا الى ما هو اشمل من السيطرة على الظروف المناخية وتوفير الراحة، فهو منهج شمولي يهدف إلى التأكد من استجابة المبنى كعنصر متكامل من عناصر النظام الايكولوجي، وليس كنظام منفصل ولا متطفل على الأنظمة الايكولوجية المحيطة.

لذلك وبهدف الإفادة من الفرص التي يوفرها كلا المنهجين وتجاوز سلبياتهما فقد تناولهما البحث من خلال منهج ثالث يقوم على الجمع بينهما ضمن إطار تكاملي، اصطلح البحث على تسميته بالمنهج التكاملي متمثلا بالأبنية المدارية الذكية (الابنية الذكية في المناطق المدارية ذات المناخ الحار)، وهي "الأبنية التي تجمع بين الأبنية الذكية والأبنية الايكولوجية بعلاقات تكاملية لتحقيق التكامل البيئي-الثقافي من خلال التكامل بين المنظومات الايكولوجية للمبنى مع منظوماته التكنولوجية" وبذلك فقد تم تحديد مقوماتها الأساسية بـ: التكنولوجيا، الايكولوجيا، والتكامل. ومن دراسة هذه المقومات كمناهج تصميمية ومناقشة الطروحات التي تناولتها تمكن البحث من بلورت المشكلة البحثية بـ" تأثير التكامل الايكو-تكنولوجي على الكلفة في الابنية الذكية المصممة"، واضعا البحث فرضيته المتمثلة بـ"يحقق تكامل الأنظمة الايكو-تكنولوجية في تصميم المباني الذكية الكفاءة الاقتصادية والبيئية".

ولمعرفة تأثير هذا التكامل على كلفة المباني اعتمد البحث منهجية تقوم على استخلاص مؤشرات الابنية المدارية الذكية واختبار المنتخب منها بعدة اختبارات تطبيقية بالاستعانة ببرنامج المحاكاة Ecotect. ولإعطاء صورة اشمل عن أبعاد هذه المشكلة فقد ذهب البحث الى ما هو ابعد من الكلفة الاقتصادية المباشرة، اذ تم إجراء عدد من الاختبارات التي من شأنها بيان ما يترتب على إنشاء المبنى من كلف بيئية، وإمكانية تقليلها بإتباع هذه المؤشرات. وتم إدراج النتائج بشكل مخططات وجداول تبين ما تم التوصل إليه في هذا المجال.

Intelligent Tropical Buildings

A Study of the Eco-Technological Integration Effects on Reducing the Economical and Environmental Costs

By: Rudhab Ahmed Mahmood Supervised By: Dr. Ibrahim Jawad Al-Yousuf

Abstract

In the last few years, a number of studies highlighted the two concepts of "Technology" and "Ecology", which may seem at a glance as being in contradiction. The "Technological" approach represented by the "intelligent buildings" is investing the new scientific and technological advances to achieve adaptation with the ever changing man needs, provide comfortable internal environment, and responding to external environment effects but without taking into consideration the context and the environmental content surrounding these buildings. This has led to ignorance of the project site nature and the surrounding environment. This has formed the *general boundaries of my study.* Because of the growing use of modern technological facilities to control the environment, the "Ecological" approach is being overlooked or ignored. It calls for the nature's own capabilities and to decrease the dependence on technology as much as possible, this has led to compromising the standards of modern comfort. In fact this approach aims at more than controlling the atmosphere and providing comfort, it's a comprehensive approach that aims at integrating the building with the surrounding ecological system, rather than being isolated from, or parasiting on the surrounding ecological systems. Therefore and in order to get benefit of the opportunities provided by both approaches and avoided their drawbacks, a third approach has been investigated in my study, namely "the integrational approach" and is represented by the "*Intelligent Tropical buildings*" which are defined as: *those buildings that gather between intelligent buildings (with its included technology) and ecological buildings (with its integration and attempted preservation of the environment) with integrational relationships in order to achieve the ecologic-cultural integration through integration between ecological and technological systems of the building*. So, basic elements of these buildings were set as: technology, ecology, and integration.

Studying these elements as designing approaches and discussing previous studies in the same field, the study was able to pinpoint some aspects of contradiction and shortage. Contradiction lies in regarding buildings as ecological and need technology to improve performance, the concept that is adopted by most of the studies investigating ecological-technological integration. However, most contemporary architecture studies point that the ecological considerations in buildings were ignored due to the dependence on technological facilities. As for the shortage, it is represented by the cost aspects. From here emerged the research problem concentrating on the defective aspects of the previous studies, and was labeled as "*The effect of the eco-technological integration on the intelligent building cost*".

In order to identify the effect of this integration on buildings costs, the research depended on an approach based on setting parameters for the intelligent tropical buildings and subjecting few elected parameters to practical tests using the simulation program "Ecotect". To give a wider perspective, the research has gone further than the direct economic costs; it performed several tests that would show the ecological costs of the building and the possibility to minimize them considering these parameters. The results were put into graphs and tables. Results have shown the possibility of minimizing construction costs by 23.39-3.8%, 43.38-7.87% of operational cost, in addition to decrease thermal exchange of the building envelope by ratios reaching to 46% for conduction gain, 49.52% for conduction loss, 92.85% for solar air gain, 14.04% for solar gain, and 43.38% of Co2 emission resulting from conditioning energy, according to facilities used. In addition to reduction by 76.18% of Co2 resulted from main building materials. This indicates the efficacy of the elected parameters for the eco-technological integration in achieving economical and ecological efficiency of the building.

الابنية المدارية الذكية
دراسة اثر التكامل البيئي-التقني في تقليل كلفة المبنى الاقتصادية والبيئية

تمهيد:

تطرقت عدد من الدراسات المعمارية في السنوات الأخيرة إلى مفهومين قد يبدوان وكأنهما على طرفي نقيض هما التكنولوجيا والايكولوجيا. فقد بُحث التوجه التكنولوجي (التقني) متمثلا بالأبنية الذكية في مواكبة التطورات العلمية والتقنية واستثمار إمكاناتها لتحقيق التكيف مع متطلبات الإنسان المتغيرة، توفير بيئة داخلية ملائمة، مما أدى إلى إغفال وتناسي طبيعة موقع المشروع والبيئة المحيطة به، وهذا ما شكل *الحدود العامة للدراسة*. أما التوجه الايكولوجي (البيئي) فهو ليس بتوجه جديد، إلا انه أهمل بسبب استخدام الوسائل التكنولوجية للسيطرة على البيئة، إذ انه يدعو إلى الرجوع للطبيعة وما توفره من فرص وإمكانات وتقليل الاعتماد على التكنولوجيا، مما أدى إلى عدم إيفائه بمتطلبات الراحة العصرية.

لذلك وبهدف الإفادة من الفرص التي يوفرها كلا المنهجين وتجاوز سلبياتهما فقد تناولهما البحث من خلال منهج ثالث يقوم على الجمع بينهما ضمن إطار تكاملي، اصطلح البحث على تسميته بالمنهج التكاملي متمثلا بالأبنية المدارية الذكية (الابنية الذكية في المناطق المدارية ذات المناخ الحار)، التي تم تعريفها بأنها "الأبنية التي تجمع بين الأبنية الذكية (بما تتضمنه من تكنولوجيا) والأبنية الايكولوجية (بتوافقها مع البيئة ومحاولتها الحفاظ عليها) بعلاقات تكاملية لتحقيق التكامل البيئي-الثقافي من خلال التكامل بين المنظومات الايكولوجية للمبنى مع منظوماته التكنولوجية. وبذلك فقد تم تحديد مقوماتها الأساسية بـ: المقوم التقني (التكنولوجيا)، المقوم البيئي (الايكولوجيا)، والتكامل.

ومن دراسة هذه المقومات كمناهج تصميمية ومناقشة الطروحات التي تناولتها تمكن البحث من تحديد بعض جوانب التناقض والقصور فيها. تمثل التناقض في النظر للمباني على أنها متبيئة وتحتاج إلى التكنولوجيا لتحسين ادائيتها، في حين تشير طروحات العمارة المعاصرة إلى ان الاعتبارات البيئية في المباني قد أغفلت نتيجة الاعتماد على الوسائل التكنولوجية. أما القصور فيتمثل في الجوانب المتعلقة بكلفة هذه المباني. ومن هنا فقد تبلورت المشكلة البحثية في " *تأثير التكامل الايكو-تكنولوجي (البيئي-التقني) على الكلفة في الابنية الذكية المصممة*"، واضعا البحث فرضيته المتمثلة بـ"يحقق تكامل الأنظمة الايكو-تكنولوجية (البيئية- التقنية) في تصميم المباني الذكية الكفاءة الاقتصادية والبيئية".

ولمعرفة تأثير هذا التكامل على كلفة المباني اعتمد البحث منهجية تقوم على استخلاص مؤشرات الابنية المدارية الذكية واختبار المنتخب منها بعدة اختبارات تطبيقية بالاستعانة ببرنامج المحاكاة Ecotect. وقد ذهب البحث إلى ما هو ابعد من الكلفة الاقتصادية المباشرة، إذ تم إجراء عدد من الاختبارات التي من شأنها بيان ما يترتب على إنشاء المبنى من كلف بيئية، وإمكانية تقليلها بإتباع هذه المؤشرات. وتم إدراج النتائج بشكل مخططات وجداول تبين ما تم التوصل إليه في هذا المجال.

المحور الأول: الابنية المدارية الذكية

لقد طرح مصطلح الأبنية المدارية الذكية من قبل المعماري (Chris Abel) في كتابيه " Architecture and Identity, 1997" و" Architecture, Technology and Process, 2004"، لذا سيتبنى البحث تعريفه ووصفه لهذا النوع من المباني. حيث:

- تناولت طروحاته التكنولوجيا في العمارة من خلال تعريف العمارة بأنها محاولة لبناء نموذج معاصر يجمع بين العمارة الذكية والعمارة الايكولوجية من خلال العمارة المدارية الذكية، المحققة للتكامل البيئي الثقافي Eco-Culture(1,P.199.201)للمناطق المدارية ذات المناخ الحار.
- تلعب التكنولوجيا دورا أساسيا في تطوير العمارة الجديدة المستجيبة والمتكيفة مع البيئة، ليس لأغراض صنع

الشكل فقط كما يتم الآن، وإنما كأداة للتكامل مع المدى الكلي للتصميم البيئي، وإنتاج البناء واستعماله(2, P.84).

- ان اعتماد الأسس الايكولوجية النابعة من الطبيعة المحلية للموقع تلعب دورا كبيرا في اختيار التكنولوجيا المتناسبة مع الحلول التقليدية، للتوصل إلى مفهوم يجمع بين المحلي والعالمي (Glocal = Global +Local) مشيرا إلى ان الأرض عالمية ولكنها في نفس الوقت تحمل صفة المحلية لكل منطقة(1.P.201-204).

وهذا النوع من المباني يمكن أن يأخذ أشكالا أو هيئات مختلفة اعتمادا على البيئة الثقافية والفيزياوية التي يعمل بها المصممون وينشأ عليها المبنى. وأن الشيء الثابت في هذه التصاميم هو العمليات الأساسية للمبنى المستجيب بيئيا. أما التغيير والتنويع فيتم في كيفية الدمج بين الأفكار والمناهج القديمة مع الأفكار والمناهج الحديثة ضمن نفس الممارسة.(2,P.7)

وبذلك فان الأبنية المدارية الذكية هي الأبنية التي تجمع بين الأبنية الذكية (بما تتضمنه من تكنولوجيا) وبين الأبنية الايكولوجية (بتوافقها مع البيئة ومحاولتها الحفاظ عليها) بعلاقات تكاملية لتحقيق التكامل البيئي-الثقافي من خلال التكامل بين المنظومات الايكولوجية للمبنى مع منظوماته التكنولوجية. وبذلك فإنها تقوم على ثلاثة مقومات أساسية هي: المقوم التقني(التكنولوجيا)،المقوم البيئي (الايكولوجيا)، والتكامل.

أولا: التكنولوجيا:

ان أول ظهور لمصطلح Technology كان في القرن السابع عشر كدلالة لدراسة الفنون التطبيقية، التي تعرف باستخدام الإنسان للأدوات من أجل خدمة رغباته بأقل جهد وأعلى فعالية(1.P.52) . وبذلك فقد اقترنت التكنولوجيا بالفعل، لتحقيق التكيف وإعادة تشكيل الطبيعة بما يحقق صورة لذات الإنسان في ذلك الزمان والمكان. إلا إن التكنولوجيا لم ترتبط بالعلم وتعتمد عليه حتى القرن العشرين. ان للتكنولوجيا معلومات، تكنولوجيا المواد، وتكنولوجيا الأنظمة.

الابنية الذكية:

بدأ تعريف الأبنية الذكية بأول مفهوم حدد لها من قبل معهد الأبنية الذكية عام1980: بأنها تتكون من تكامل الأنظمة المختلفة لإدارة المصادر الفيزياوية وغير الفيزياوية الداخلة في المبنى وبفاعلية لتنظيم طبيعتها أو نسقها لتحقيق أقصى ما يمكن من: الأدائية، تقليل كلفة الاستثمار والتشغيل، المرونة(4,P.2). ثم تعددت اتجاهات الأبنية الذكية بعد ذلك باعتبارها الأداة الديناميكية الفعالة التي تستخدم لخلق الظروف الشخصية، البيئية، والتكنولوجية اللازمة لشاغلي البناية لزيادة قابلياتهم، إنتاجهم، درجة الراحة والرضا لديهم. وبعبارة أخرى فان الأبنية الذكية تعتبر الخادم لحاجات الإنسان(5, P.5)

ومن ذلك وضع البحث من وضع التعريف الذي سيتم اعتماده لها على إنها: الأبنية المتكونة من تكامل الأنظمة التصميمية والتكنولوجية الداخلة فيها، وذلك لتحقيق التكيف المتزامن مع التغير من خلال:الأدائية الوظيفية؛ تحقيق أعلى درجات الراحة لشاغليها؛ التكيف البيئي؛ الإدارة الفعالة للطاقة والمواد؛ سرعة الاتصالات؛ الفعالية الاقتصادية بتقليل كلفة الاستثمار والتشغيل؛ ومواكبة التقدم العلمي والتكنولوجي والتطورات الحاصلة فيه.

تصميم الابنية الذكية:

أن تصميم المبنى الذكي يحتاج من فريق التصميم أن يتحمل مسؤولية تنفيذ جميع تطبيقات التكنولوجيا الداخلة فيه، كما يحتاج إلى تحديد الاحتياجات المعلوماتية الراهنة والمتوقعة لشاغلي المبنى. وينبغي تصميم كل تسهيلة (facility) بحيث يمكن استبدالها لدى حدوث أي اضطراب تتسبب به لفعاليات المبنى. مع مراعاة التصميم الجيد للفضاءات وخدمات المبنى، لأن التصميم الجيد للفضاءات هو الذي يعطي الانطباع الأولي بالراحة لدى المستخدم(6,P.217) .

ويجب الإشارة إلى ضرورة تداخل مرحلتي التصميم والتنفيذ في الأبنية الذكية بسلسلة من التفاعلات تزود كل منها الأخرى بمتغيرات مختلفة. حيث أن المرحلة التنفيذية أساسية لإثبات صواب أو خطأ الافتراضات الذهنية التي

تم افتراضها في المرحلة التصميمية ومدى ملاءمتها، (7,P.15) شكل (1-1).

أن أهم المميزات التي ارتبطت بتصاميم الأبنية الذكية هي: المرونة(تمكن تجهيزات الأبنية الذكية من مواجهة التغييرات) والفعالية(معرفة الأشياء الصحيحة الواجب عملها عند إدارة جوانب المبنى المختلفة)والكفاءة(5,P.163) .

الدراسات السابقة:

لقد تم تناول عدد من الدراسات السابقة التي تناولت موضوع الأبنية الذكية والذكاء في العمارة، ومن هذه الدراسات: دراسة (السهيل، 1999)، (Himanen, 2003)، (د. ربيع محمد رفعت، 2005)، (البدراوي، 2006)، و(العقيلي، 2007). وسيتم هنا بيان أهم النقاط التي ركزت عليها هذه الدراسات، ومن ثم استخلاص المشكلة العامة للبحث.

- ناقشت طروحات السهيل المباني الذكية من خلال ميكانيكيا السلوك واستجابتها للمؤثرات الخارجية مشيرا إلى أن لها ثلاثة مستويات (بيئية، مفاهيمية، ومعرفية) وأن المستوى المعرفي أعلاها ويمثل غاية العمارة الذكية في تلبيتها لمتطلبات المعرفة والقدرة في السلوك الذكي.
- تناولت دراسة Himanen ذكاء الأبنية معتبرة إياه مستمدا من الذكاء الإنساني وقدرة الإنسان على التواصل، الوعي الذاتي، الفهم، والاستجابة للمؤثرات الخارجية من خلال التغيير في السلوك والتكيف والتعلم وغيرها.
- ركزت دراسة ربيع على تكنولوجيا المعلومات وأنظمة التحكم ووسائل الاتصالات باعتبارها وسائل تخدم هدف تعزيز الدور المعرفي للأبنية الذكية وتدعيم بناء مدن المعرفة.
- أشارت دراسة البدراوي إلى أن النظم الديناميكية المعقدة هي الأساس الذي تقوم عليه العمارة الذكية، وأن هذه المباني متغيرة بتغير الزمن تبعا للتطورات والتغيرات في العلوم والتكنولوجيا التي تستند عليها.
- ركزت دراسة العقيلي على أهمية الطاقة وضرورة حفظها من خلال استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وتطبيقها على غلاف المبنى بهدف تفعيل استجابته لمتغيرات البيئة الخارجية.

مع الأخذ بنظر الاعتبار أن جميع هذه الدراسات أكدت على أن هدف الأبنية الذكية هو الاستجابة للظروف البيئية وتحقيق الحاجات الإنسانية على اختلاف مستوياتها.

ومما سبق نرى بأن جميع الدراسات أنفة الذكر أكدت على دور التكنولوجيا وما ينتج عنها من تقنيات وأنظمة، معتبرة إياها الأساس في قيام الأبنية الذكية وتكيفها مع متطلبات الإنسان المتغيرة، وتوفير البيئة الداخلية الملائمة بغض النظر عن السياق أو المحتوى البيئي والحضاري الذي تتواجد فيه هذه الأبنية. وبذلك يمكن استخلاص المشكلة العامة للبحث والمتمثلة بـ: "إغفال الجانب البيئي (الايكولوجي) في تصميم الأبنية الذكية"

ثانيا: الايكولوجيا:

الايكولوجيا أو ما اصطلح عليه البعض بعلم البيئة أو التبيؤ، حقل معرفي حديث نسبيا متخصص (في الأصل) بدراسة مدى قدرة الكائنات الحية على التوافق الفعال مع بيئاتها(8,P.17) ، دون أن يكون للإنسان دور في هذا التفاعل. إلا أنه تغير بعد ذلك وأصبح يستعمل لدراسة التفاعل بين الإنسان والبيئات الطبيعية والبشرية والاجتماعية التي يعيش فيها. وإن هذا التحول جاء نتيجة كون الإنسان العنصر الذي تتزايد قدراته وإمكاناته في التأثير على الأنظمة البيئية(9,P.14).

والايكولوجيا علم وثيق الصلة بكل علم يتناول علاقة الإنسان ببيئته. حيث يشير علم التبيؤ إلى تحقيق الموازنة بين الاهتمامات البشرية والمحافظة على البيئة قدر المستطاع(8, P.44-46).

ومن ذلك يعرف البحث الايكولوجيا على أنه: دراسة العلاقات التفاعلية بين الإنسان وبيئته من خلال فعالياته ونشاطاته الإنشائية في مكان ما، والتي يهدف من خلالها إلى تحقيق أعلى درجات الراحة الممكنة(ضمن هذه المباني)، والمتزامنة مع الحفاظ على البيئة وتقليل التأثيرات الضارة عليها لتحقيق الهدف الأسمى في التكيف مع هذه البيئة.

التصميم الايكولوجي:

يمكن تعريف التصميم الايكولوجي على أنه منهج تصميمي توقعي أو ترقبي، حساس للتأثيرات التي يحدثها على الأنظمة الايكولوجية والموارد، مستجيب للمخاطر والفرص التي توفرها(10,P.83). إذ ان المبنى خلال وجوده، يؤثر في البيئة المحلية (بإنشاء المبنى وتشغيله) والعالمية (بتصنيع المواد واقتنائها). ان التصميم الايكولوجي لا يتضمن فقط التصميم المعماري والهندسي وعلم الايكولوجيا، وإنما يضم بعض الفروع العلمية التي تبدو ظاهريا بأنها مختلفة وبعيدة عن الموضوع مثل تخطيط استخدام الأراضي، دراسات الطاقة، حفظ الموارد، ممارسات وتكنولوجيا إعادة التدوير، التحكم بالتلوث، علم المناخ...الخ، والتي بتكاملها نحصل على منهج التصميم الايكولوجي(11,P.7).

وبذلك يمكن تعريف التصميم الايكولوجي على انه منهج تصميمي توقعي يقوم على مكاملة العلوم المختلفة مع التصميم المعماري لغرض اتخاذ القرارات التصميمية المناسبة لخلق بيئة اصطناعية مستجيبة ومتوافقة مع الأنظمة الايكولوجية والمحيط الحيوي، ملبية لحاجات الإنسان.

مبادئ العمارة الايكولوجية:

ترى العمارة الايكولوجية المباني على إنها جزء من ايكولوجيا الكوكب. وبما ان إي نظام مصمم يتكون في الأصل من موارد (مدخلات ومخرجات)، وتفاعلات (داخلية وخارجية). ولغرض تحقيق هدف العمارة الايكولوجية في التقليل من التأثيرات السلبية لهذه الأنظمة على البيئة فإن ذلك يتم من خلال تطبيق مبادئ العمارة الايكولوجية في التصميم التي تنقسم إلى: مبادئ تساهم في التقليل من التأثير السلبي الناتج من تفاعلات هذا النظام (متمثلة في احترام الموقع، والتكيف مع المناخ)، وأخرى تساهم في التقليل من التأثير السلبي الناتج من استنزاف الموارد (متمثلة في الاستخدام الأمثل للموارد). وكما في الفقرات اللاحقة:

1- **احترام الموقع:** وذلك من خلال: فهم المكان، الارتباط مع الطبيعة، فهم العمليات الطبيعية، فهم التأثير البيئي، وفهم الناس. إي الدعوة إلى فهم الموقع من كافة الجوانب البيئية والطبيعية والثقافية وهذا يتطلب أيضا التوافق مع الطابع المعماري السائد، واحترام الثقافة والتراث.

2- **التكيف مع المناخ:** وتتجلى أهمية تكيف المبنى مع المناخ وعناصره المختلفة من خلال حقيقة كون المبنى حالما ينتهي بناؤه يصبح جزءا من البيئة، معرضا لتأثيراتها المختلفة.فإذا استطاع المبنى أن يواجه الضغوط والمشكلات المناخية وفي نفس الوقت يستعمل الموارد المناخية والطبيعية المتاحة من أجل تحقيق راحة الإنسان داخله فيمكن أن يطلق على هذا المبنى بأنه متوازن مناخيا(13,P.3).

3- **الاستغلال الأمثل للموارد:**

ان من أهم متطلبات الأبنية الايكولوجية هو الاستخدام الأمثل للموارد خلال مراحل حياة المبنى. وذلك من خلال ترشيد استهلاك موارد عمليات إنشاء وتشغيل المبنى بنوعيها Upstream: والذي تتدفق فيه الموارد إلى المبنى(المدخلات)، و Downstream: والذي تتدفق فيه الموارد إلى خارج المبنى (المخرجات).

ويركز هذا المبدأ على ثلاثة أنواع رئيسية من الموارد، والتي يمثل كل منها ضرورة من ضرورات إنشاء المباني وتشغيلها. وهذه الموارد هي المياه، الطاقة، والمواد.

أ- **المياه:** أن المياه بصورة عامة لا يمكن وصفها على أنها موارد متجددة أو غير متجددة. حيث أن كمية الماء الكلية ثابتة إذا ما أخذناها على مستوى الكرة الأرضية ككل. لكن هذا لا يمنع شحة المياه في بعض المناطق، حيث أن هذه الشحة تحدث للمياه النقية التي تعتبر ضرورية جدا لمعظم الصناعات، والتي غالبا ما تعود إلى الطبيعة بصورة ملوثة وبمحتوى أوكسجين أقل(14,P.3).

ويتحقق الاستغلال الأمثل للمياه من خلال: ترشيد الاستهلاك، وإعادة التدوير.

ب- **الطاقة:** يميل اتجاه سير الطاقة في النظام الكوني نحو فقدانها وتبديدها بصورة تدريجية، فعند تحويلها من شكل لأخر لا تتحول جميعها إلى شكل أخر

للطاقة، بل يبقى بعضها في شكل لا يمكن الاستفادة منه "ظاهرة الانتروبيا". وهذا ما يجعل النظام الكوني يميل للحفاظ على الطاقة من خلال محاولة بذل اقل طاقة ممكنة لكل فعالية مطلوبة، وينطبق هذا أليا على الكائن الحي والمادة غير الحية(15, P.48).

ويتحقق الاستغلال الأمثل للطاقة من خلال: ترشيد الاستهلاك (باختيار المواد ذات الطاقة الكامنة القليلة، تخطيط الموقع الواعي بالطاقة، شكل المبنى، التبريد والتدفئة المنفعلة، العزل الحراري، الإضاءة الطبيعية، التهوية الطبيعية، استخدام الأجهزة والمعدات الفعالة للطاقة، واستخدام التقنيات التي تدعم إعادة التدوير والاستخدام)، والاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة.

ج- **المواد:** تعد صناعة البناء أكبر مستهلك للمواد الخام في العالم بعد إنتاج الغذاء. ولغرض تحقيق الاستغلال الأمثل للمواد الذي يتم من خلال: ترشيد الاستهلاك (بالاقتصاد في المواد أثناء البناء، تقليل ضائعات المواد في موقع العمل، استخدام المواد ذات الديمومة العالية)، وإدارة الفضلات، وإعادة التدوير والاستخدام (وتكون بثلاث مستويات: إعادة الاستخدام، إعادة التدوير، واستعادة الطاقة)،.

ثالثا: التكامل:

ويمثل التكامل المقوم الثالث من مقومات الابنية المدارية الذكية، وقد يكون الأهم لكونه السبيل الوحيد لتحقيق التوافق بين ما تسعى إليه كل من الايكولوجيا والتكنولوجيا. محاولا إيجاد علاقات تفاعلية تكاملية بين هذين المنهجين.

والتكامل هو التشكيل أو المزج في الكل لمكونات فردية أو جماعية مما يعطي الوحدة وضمن أنظمة المبنى يكون التكامل هو الفعل في خلق وظيفة المبنى الكلية الحاوية على أنظمة المبنى بكل متنوع(16,P.8). فالمقصود بالتكامل بين منظومات البناية هو العلاقة أو طريقة الارتباط بين هذه المنظومات، بحيث يكون المحدد الحرج لنجاح أي مبنى هو بتحقيق مجالات التكامل المختلفة لهذه المنظومات بالشكل الذي لا يجعل منها مكونات مستقلة الواحدة عن الأخرى.

وبذلك يمكن تعريف التكامل ضمن المبنى بأنه الترابط بين منظوماته المختلفة بعلاقات توافقية تسهم في إظهار المبنى ككيان موحد يخدم الغاية التي صمم من اجلها وبمستوى أعلى من الأدائية.

المحور الثاني: التكامل الايكو-تكنولوجي (البيئي-التقني) في الابنية المدارية الذكية:

ان أعظم فرصة لتحقيق التكامل تكون أثناء التشكيل الأولي للمبنى وفقا للبرنامج المعماري الموضوع له. وفي مرحلة تكوين الفكرة يكون على العملية التصميمية أن تركز على التقييم النوعي لتفاعلات التصميم الكلية. لذا فأن حجم المعلومات المطلوبة يجب أن تكون ملائمة لتوضيح كيفية تشكيل وتأسيس التكامل بين الأنظمة التقنية والفكرة المعمارية(17, P.335).

وقد أشار Broadbent إلى أهمية التكامل الايكو-تكنولوجي من خلال إشادته بعملية التصميم البيئي التي تبدأ بمتطلبات المستخدمين ثم تنتقل إلى المكونات الفيزياوية ومن ثم تجمع الاثنين معا بتكنولوجيا البناية محققة بذلك النظرة الشمولية. على عكس اغلب الأفكار المطروحة حاليا، والتي وصفها بأنها ذات نمط جامد وذلك لأنها عادة ما تبدأ بتكنولوجيا البناية، قبل متطلبات المستخدمين وقبل وجود الموقع أصلا. فتكون النتيجة فشلا في الأدائية الصوتية، السيطرة الحرارية،والسيطرة البيئية بصورة عامة.

وبما ان الطبيعة وقواها في حالة تغير مستمر، لذا فاستجابة العمارة لهذا التغير تختلف حسب الموقع، وحسب التوجيه ضمن الموقع الواحد. وقد تكون هذه الاستجابات بسيطة أو فيها نوع من خداع البيئة. مع الإشارة إلى إن المعالجات التكنولوجية البسيطة المستخدمة للتوافق مع البيئة لا تنتقص من ذكاء المبنى(18, P.33).

الطروحات السابقة:

يجمع التكامل الايكو-تكنولوجي أو ما اصطلحنا على تسميته بالمنهج التكاملي بين منهجين تصميميين لكل

منهما مبادئه ومرتكزاته وأهدافه وسبله الخاصة للوصول إلى هذه الأهداف. لذلك فأن تطبيق هذا المنهج في التصميم سيأخذ أشكالا عديدة تبعا لوجهة نظر المصمم وهدفه ونوع المتغيرات التي سينتخبها من كلا المنهجين والوسائل المتبعة لمكاملة هذه المتغيرات والوصول إلى الهدف. لذلك فقد تم تناول طروحات عدد من المعماريين حول الموضوع، ومنها: (Yeang, 1994)، (Piano, 1998)، (Foster, 1998,1999)، (Horden, 2000)، (Binggeli, 2003)، (Allen, 2005)، (Kutz, 2007)، وسيتم في هذه الفقرة بيان الأفكار الرئيسية التي تناولوها ورؤية كل منهم للتكامل، وصولا إلى تحديد المشكلة البحثية.

تناولت طروحات Yeang التكامل من خلال العمارة البيومناخية والمزج بين المنهج المعاصر في البناء والستراتيجيات التقليدية للتبريد مؤكدا أن الهدف هو تقليل الآثار السلبية على البيئة وليس التعايش المطلق معها. ودعت الطروحات إلى استخدام الطاقة المتجددة وإتباع بعض الستراتيجيات التصميمية التي من شأنها تقليل استهلاك الطاقة المصروفة على التبريد. كما وتؤكد على اختيار المواد المناسبة،وإعادة التدوير، والتنوع في استخدام التكنولوجيا الحديثة وخاصة تكنولوجيا المواد.

أشارت طروحات Piano إلى التكامل من خلال توظيف التكنولوجيا المناسبة للإفادة من الفرص التي توفرها الطبيعة في الموقع والتحكم بالعوامل المناخية المختلفة. وركزت على احترام الموقع ومراعاته في التصميم وتقليل التأثيرات السلبية على البيئة. كما أشارت إلى ضرورة ترشيد استهلاك الطاقة، وأهمية اختيار المواد.

- تبنى Foster التوجه التكنولوجي لتحقيق أبنية ايكولوجية مراعية للبيئة المحلية مناخيا وثقافيا، مستفيدا من الفرص التي توفرها الطبيعة مدعما إياها بالوسائل والمنتجات التكنولوجية الحديثة.
- يشير Horden إلى أن التكامل الايكو-تكنولوجي يمثل عملية صراع من اجل الملائمة والتكيف والذي يتحقق حين تكون البناية عبارة عن سلسلة مستمرة من الأنظمة تبدأ بالنظام الطبيعي وصولا إلى أكثر الأنظمة صناعية. مؤكدا على أهمية استخدام المواد المحلية، إدارة الفضلات، استخدام الطاقات المتجددة، حفظ المياه، حفظ الموارد، وتوظيف التكنولوجيا العالية وشبكات الإنترنت.
- تناول Binggeli التكامل في التصميم الداخلي للمشروع وخلق بيئة داخلية مريحة. حيث يؤكد على ضرورة تقليل استهلاك الطاقة مع تحسين الظروف المناخية للمبنى من خلال الاستفادة من الإمكانات التكنولوجية في هذا المجال.
- يؤكد Allen على إعادة التدوير، إذ أن العمارة هي المسؤولة بشكل كبير عن تدهور البيئة ومواردها. وبالتالي ضرورة تثقيف المعماريين بيئيا ويشجع على استخدام الاستمارات التقييمية كحافز لمراعاة البيئة في التصميم وابتكار أساليب جديدة لتحقيق ذلك واستخدام التكنولوجيا المناسبة لذلك كوسيلة لتحقيق التكامل.
- تشير طروحات Kutz إلى أن مسؤولية مستقبل الحضارات تقع على عاتق المهندسين، لذا يؤكد على ضرورة تثقيفهم باتجاه مكاملة التكنولوجيا مع التصميم لتقليل التأثيرات السلبية على البيئة وتطوير مناهج تكاملية ترتكز على الطرق المبتكرة في التصميم والتصنيع، والإفادة من التكنولوجيا المتطورة لتحقيق التكامل.

ومما سبق تناوله من طروحات وما سبقها من طرح المناهج التصميمية الثلاثة نلاحظ وجود تناقض في جانب وقصور في الكلف ساهما في استخلاص المشكلة البحثية. المتمثلة بـ:"تأثير التكامل الايكو-تكنولوجي (البيئي-التقني)على الكلفة في الابنية الذكية المصممة" واضعا البحث فرضيته المتمثلة بـ" يحقق تكامل الأنظمة الايكو- تكنولوجية في تصميم المباني الذكية الكفاءة الاقتصادية والبيئية".

ومن ذلك تم تسقيط المفردات الرئيسة للمنهج التكاملي (التي تمثل المفردات الرئيسية للمنهجين الايكولوجي والتكنولوجي) على طروحات هذا المنهج، والمبينة في الجدول(1-1).

المحور الثالث:أدائية الأبنية المدارية الذكية:

الأدائية:

يعرف Rush ادائية المبنى على انه مقياس لمقدار الإشباع والرضا الذي يوفره المبنى لشاغليه(16,P.231). وهي نسبة ما تحققه البناية من الغاية التصميمية المرجوة منها. وبذلك تعد الأدائية مقياسا لجدوى ومعقولية المبنى، وتشير بعض الطروحات إلى أنها تتحقق بتحقيق الـ(4e's): الاقتصاد(فعل الأشياء بكلف أقل)، الكفاءة(فعل الأشياء بصورة صحيحة)،الفعالية ، والفاعلية(درجة علاقة الناتج بالطلبات). ويبين الشكل(1-2) العلاقة بين هذه الـ(4e's). وأن هذه العوامل ممكن أن نجدها في الأبنية الذكية على مستويات مختلفة، ويمكن إيجادها خلال عمليات الإنشاء، فترة التشغيل، وحتى بعدها عند إعادة التدوير(6, P.315).

وإذا ما طبقنا ذلك على الصناعة البنائية فان الكفاءة تعد شرطا أساسا لتحقيق الأدائية العالية للمبنى من خلال تكاملها مع الفعالية لتحقيق متطلبات الشاغلين بأقل كلفة، حيث:

- تمثل الفعالية تلبية متطلبات الشاغلين (والتي تحدد في مرحلة الإعداد للتصميم).
- وتمثل الفاعلية المقياس أو التقييم لمستوى تلبية هذه المتطلبات (ويتم التأكد من ذلك بعد الإشغال).
- أما الكفاءة فتمثل الطريقة التي يتم بها تلبية هذه الاحتياجات والمتطلبات مع مراعاة الجانب الاقتصادي.

ومن ذلك فأن الكفاءة تمثل العامل الأكثر أهمية أو الأكثر تأثيرا في تحقيق الأدائية العالية في المشاريع، وبموجب ما يطرحه البحث من أن تحقيق راحة ومتطلبات الشاغلين تعد من المسلمات، لذا سيتم اعتماد تحقيق الكفاءة كمؤشر لتحقيق الأدائية العالية.

الكفاءة:

الكفاءة مصطلح عام وغير محدد بمجال دون آخر. وبصورة عامة تحدث الكفاءة عندما يتم الحصول على الناتج المطلوب بأقل ما يمكن من المدخلات(19,P.28). وقد حدد البحث نوعين من الكفاءة التي يفترض أنها تتحقق من جراء التكامل الايكو-تكنولوجي في المباني: وهما الكفاءة الاقتصادية والكفاءة البيئية.

أولا: الكفاءة الاقتصادية:

إن صناعة البناء تمثل غالبا أكبر نشاط صناعي للدول. لذلك فأن لها تأثير كبير على الاقتصاد الوطني، لذا فإن إي تغيير ولو طفيف باتجاه تحسين كفاءة الموارد في عمليات الإنشاء وتشغيل المباني يمكن أن يحدث مساهمة كبيرة نحو الازدهار الاقتصادي وتحسين البيئة. وفي توجه التصميم المتكامل يتم تحديد كافة الخيارات خلال عملية واضحة ومفتوحة، إذ إن القرارات التي يتم اتخاذها في المراحل الأولى من التصميم والتنفيذ لها تأثير كبير على كلفة وكفاءة المبنى في المراحل اللاحقة

وتمثل الكلفة أساس قياس الكفاءة الاقتصادية، وتعني بمفهومها العام القيمة المالية للبضائع والخدمات التي يحتاجها كل من المنتجين والمستهلكين. وترتبط عادة بالعلاقة بين قيمة مدخلات الإنتاج ومستوى الناتج المخرج(20).

ولأغراض تقييم الأداء المالي والكفاءة الاقتصادية للمشاريع الإنشائية يتم تقسيم الكلفة إلى كلف الإنشاء وكلف التشغيل.

1- الكلفة البنائية:

ان السيطرة على الكلفة بمفهومها العام هي عملية تبدأ مع بدء التفكير بإنشاء المشروع وتتحرك مع مراحل التصميم ومن ثم مرحلة التشييد وذلك بإتباع خطة مدروسة تستند إلى حسابات تفصيلية تسمى تخطيط الكلفة. وهناك العديد من العوامل التي تؤثر على الكلفة الأولية (البنائية) للمباني منها:

أ- **على مستوى التصميم:** تحديد البرنامج الوظيفي؛ تجنب المساحات غير المستغلة؛ البساطة في التصميم والتنفيذ؛ النمطية والتقييس؛ اختيار البديل التصميمي الأفضل؛ تطبيق المراجعة القيمية.

ب- **على مستوى التنفيذ:** اختيار النظام البنائي المناسب والتقنية البنائية المناسبة؛ إدارة التنفيذ وضبط مدته؛ الاستخدام الأمثل لمواد البناء؛ استخدام المواد المعاد

تدويرها؛ اختيار المواد ذات الطاقة الكامنة القليلة؛ وتقليل النفايات.

2- الكلفة التشغيلية:

أن تصور علاقة الاقتصاد بالمبنى غالبا ما تقترن بكلفة إنشائه. إلا أن الكلفة قد تتجاوز الرقم الذي تصل إليه لحظة تشغيله الأول أضعافا مضاعفة خلال حياة المبنى. وتشير بعض الطروحات إلى إن كلفة إنشاء المبنى تمثل فقط 5% من ميزانية المبنى(21,P.119). ومن العوامل التي تساعد على تخفيض مصاريف الاستخدام التي تشمل الصيانة وتشغيل المبنى دون تجاهل احتياجات الشاغلين أو مستوى الراحة المطلوبة:

1) **ترشيد استهلاك الطاقة:** من خلال: الفرص التي تقدمها الطبيعة في الموقع؛ الإضاءة الطبيعية ؛ زراعة أسطح المباني؛ استخدام الأجهزة والمعدات الكفوءة للطاقة.
2) حفظ وترشيد استهلاك المياه.
3) جعل المبنى ذكيا.
4) استخدام المواد ذات الديمومة العالية.

ثانيا: الكفاءة البيئية:

قبل أقل من عقدين من الزمن، كان اتخاذ القرارات بتنفيذ مشروع ما يتم بناءا على نتائج دراسة الجدوى الاقتصادية، دون إعارة الاهتمام للبيئة بمفهومها الشامل. ولكن مع زيادة الوعي البيئي ازداد الضغط بضرورة إدخال العنصر البيئي كمعامل أساس في معادلة اتخاذ القرار للمشاريع، وإدخال حساب الكلفة البيئية عند دراسة الجدوى الاقتصادية لأي مشروع(22, P.1.3). وذلك لان هناك ارتباطا وثيقا بين البيئة والاقتصاد، ويتجسد هذا الارتباط بصورة واضحة في العمارة. إذ إن تأثيرات الأنشطة العمرانية على البيئة لها أبعاد اقتصادية واضحة، والعكس صحيح.

ومن خلال هذا المنظور يمكن تقسيم الكلف إلى الكلف المباشرة(المنظورة) الناتجة من عمليات إنشاء المبنى وتشغيله. والكلف غير المباشرة(غير المنظورة) وتسمى بالكلف البيئية وهي على نوعين: داخلية تنشأ من ما يتعلق بالمبنى من مشاكل صحة الشاغلين وإنتاجيتهم، وخارجية تنشأ من مشاكل التلوث، توليد الفضلات، وتدمير البيئة(23,P.1.3).

والكفاءة البيئية كما الكلف البيئية تكون على مستويين داخلي وهو ما يتعلق بتوفير البيئة المريحة للشاغلين، وخارجي وهو ما يتعلق بتقليل الآثار السلبية على البيئة.

1- الراحة:

تمثل درجة حرارة الفضاء العامل الأكثر تأثيرا على راحة المستخدم لذا سيتم اعتماده كمؤشر لتحقيق الراحة. وتعرف مؤسسة B.R.S (Building Research Station) درجة الراحة الحرارية بأنها: تلك الحالة التي تحصل عندها الراحة، وهذه تحصل عند الإبقاء على درجة حرارة الجسم بحدود 37 م، دون حصول أي جهود تعرق أو ارتجاف عضلي مضطرب. وقد حددت المؤسسة درجة حرارة 26 م درجةً قصوى يقيسها المحرار الجاف لدرجة حرارة الهواء،والتي عندها لا يقوم جسم الإنسان الجالس بإجراء عمليات التبريد بالتعرق بصورة مؤثرة مهما كان محتوى الهواء من الرطوبة النسبية(24,P.14)

2- تقليل الاثر البيئي:

إن الفعاليات المتعلقة بإنشاء المباني وتشغيلها تتسبب بالعديد من الآثار السلبية للبيئة. مثل استهلاك الموارد وانبعاث التلوث من المبنى، والتي لا تنتهي لمجرد الانتهاء من إنشائه، وتظل الإشكالية قائمة بين المبنى والبيئة ما بقي المبنى يؤدى وظائفه. لذا فإدخال الكلف البيئية في دراسة المشروع ستؤثر على الكثير من القرارات التصميمية والتنفيذية.

والعوامل المؤثرة على الكفاءة الاقتصادية (سابقة الذكر) نفسها تؤثر على الكفاءة البيئية ولكن بدلالة الموارد. فالعوامل التي تزيد من استهلاك المواد الخام والطاقة يكون لها تأثير سلبي على البيئة والعكس صحيح. ومن ذلك يمكن انتخاب أهم المؤشرات التي تساهم في تحقيق الكفاءة الاقتصادية والبيئية للأبنية المدارية الذكية وكما في الجدول(1-2):

المحور الرابع: الإجراءات التطبيقية:

يتناول هذا المحور الإجراءات التطبيقية التي تهدف إلى التحقق من صحة الفرضية التي طرحها البحث، وذلك ضمن مرحلتين:

المرحلة الأولى: الدراسة التوصيفية:

يمثل القطاع العام في العراق بصورة عامة ووزارة الأعمار والإسكان بصورة خاصة الجهة الرئيسية المسؤولة عن تنفيذ المشاريع السكنية المتكاملة لذوي الدخل المحدود. لذلك فان إي تحسين في سياسات التصميم والتنفيذ ضمن هذا القطاع ستعود بفائدة كبيرة على مستوى الاقتصاد العام، الاقتصاد الخاص، والبيئة. هذا بالإضافة إلى قدرة هذه الجهات على فرض تلك التحسينات على الجهات التنفيذية الأخرى كالقطاع الخاص من خلال إجراء التعديلات على التشريعات والقوانين والمواصفات الخاصة بتصميم وتنفيذ المشاريع المختلفة.

لذلك، فقد تم اختيار مشروع المجمع السكني في سبع ابكار لدراسة الحالة وإجراء الاختبارات التطبيقية عليه، كونه من تصميم وتنفيذ تشكيلات وزارة الأعمار والإسكان.

يمتد المشروع على رقعة من الأرض تبلغ مساحتها 29 دونما تقع في الطرف الشمالي من مدينه بغداد وفي منطقه سبع ابكار. ويضم المجمع 48 عمارة سكنية نفذت نصفها بطريقة البناء الهيكلي التقليدي والنصف الأخر بطريقة البناء الجاهز، تتكون كل عمارة من ثلاثة طوابق بواقع شقتين في كل طابق أحداهما ذات غرفتي نوم والأخرى ذات ثلاث غرف، بالإضافة إلى مدرسة ابتدائية وسوق. ويبين الشكل(1-3) بعض الصور للمشروع.

المرحلة الثانية: الدراسة التطبيقية:

سيتم في هذه المرحلة، بعد التعرف على المبنى المنتخب للدراسة، إجراء عدد من الاختبارات التطبيقية على بعض المعالجات الايكو-تكنولوجية بعد تطبيقها على إحدى البنايات السكنية للمشروع قيد الدراسة وذلك لغرض التأكد من صحة الفرضية. علما ان هذه الاختبارات ستتم بالاستعانة ببرنامج المحاكاة الحاسوبي Ecotect.

اختيار المبنى السكني:

لقد تم اختيار المبنى السكني (عينة الدراسة) بصورة عشوائية من مجموعة المباني السكنية المنفذة بأسلوب البناء التقليدي، ذلك ان جميع هذه المباني لها نفس التصميم الخارجي والداخلي، كما ان توجيهها ضمن الموقع متشابه فهي جميعها مواجهة للاتجاهات الثانوية تقريبا، مما يشير إلى إن نتائج التطبيق لن تتأثر من مبنى لآخر إلا في بعض التغييرات الطفيفة في الأداء الحراري بسبب تغير الظل الساقط عليها من المباني المجاورة.

المكونات الإنشائية للمبنى:

لكون المشروع قيد الدراسة هو مشروع واقعي منفذ، لذا فقد تم اعتماد نفس المكونات الإنشائية للمبنى الفعلي. والتي تضم ما يلي:

أ- الأرضيات: وتتكون من الطبقات التالية (15سم حجر تربيع، 10سم كونكريت، 2,5سم مونة سمنت، 2,5سم كاشي).

ب- الجدران:

1) الجدران الخارجية: وتتكون من طبقات من الخارج إلى الداخل (2سم لبخ، 24سم طابوق، 2سم بياض).
2) الجدار الخارجي فوق المدخل: ويتكون من طبقات من الخارج إلى الداخل (7سم حجر، 4سم مونة سمنت، 24سم طابوق، 2سم بياض).
3) جدران الشرف والاسيجة: وتتكون من (2سم لبخ، 24سم طابوق، 2سم لبخ).
4) الجدران الداخلية: وتتكون من (2سم بياض، 24سم طابوق، 2سم بياض).

ج- السقوف:

1) سقف الطابق الأرضي والأول: ويتكون من طبقات من الداخل إلى الخارج (2سم بياض، 15سم كونكريت، 2,5سم مونة سمنت، 2,5سم كاشي).
2) سقف الطابق الثاني: ويتكون من طبقات من الداخل إلى الخارج (2سم بياض، 15سم كونكريت، 2سم مانع رطوبة، 5سم عازل، 7سم تراب، 2سم رمل، 4سم وحدات كونكريتية).

3) سقف البيتونة: ويتكون من الداخل إلى الخارج من(2سم بياض، 18سم كونكريت،2سم مانع رطوبة،7سم تراب، 2سم رمل، 4سم وحدات كونكريتية)

د- الشبابيك: وتتكون من طبقة واحدة من الزجاج الاعتيادي وبإطار من الألمنيوم.

هـ- الأبواب: باب حديد كبس وجهين بأبعاد 2,1x1,55م لمدخل المبنى؛ أبواب حديد/ زجاج بأبعاد 1 x2,1م للبالكونات؛ باب حديد كبس وجه واحد بأبعاد 2,1x1م للبيتونة؛ أبواب خشب عادي مغلف بألواح من الصاج بسمك 4ملم لمدخل الشقق وبأبعاد 1,25 x 2,1م؛ أبواب خشب عادي مغلف بألواح من المعاكس سمك 4ملم بأبعاد 1 x 2,1م للفضاءات الداخلية، وبأبعاد 0,8 x2,1م للفضاءات الخدمية.

الإعدادات المسبقة:

يتطلب إجراء الاختبارات بعض الإعدادات المسبقة والمعطيات التي يجب توفيرها للبرنامج (Ecotect) ليتمكن من إجراءها بالصورة الصحيحة، ومن هذه الإعدادات: إنشاء نموذج افتراضي ثلاثي الأبعاد للمبنى ويفضل ان يتم رسم النموذج الافتراضي ضمن البرنامج نفسه، شكل(1-4)، مع مراعاة قواعد الرسم التي يفرضها ومنها تقسيم المبنى على أساس الانطقة الحرارية بدل الفضاءات، تحديد بعض المعلومات التشغيلية الداخلية لكل نطاق حراري، تحديد المواد الإنشائية المكونة لكل جزء من أجزاء المبنى مع تعريف ذلك الجزء فيما إذا كان جدارا، أرضية، سقفا، قاطعا لما لذلك من تأثير على حسابات الكلفة والحسابات الحرارية، تحديد موقع المبنى الجغرافي وتوجيهه ضمن الموقع بالإضافة إلى المعلومات المناخية للمدينة، أو استعمال احد ملفات المناخ weather files لتلك المدينة، والذي يحتوي على معلومات مناخية ساعية متكاملة ولعام كامل.

إجراء الاختبارات التطبيقية:

1- اختبارات الكفاءة الاقتصادية:

اختبارات الكلفة البنائية:

ان حساب الكلفة البنائية سيتم: بدلالة المواد البنائية فقط ولبنية المبنى الظاهرة فقط[*].

1) **حساب كلفة المبنى في حالته الاولية:**

لقد تم حساب كلفة المبنى ككل في حالته الاولية. مع إعطاء الكلف التفصيلية لأجزاء المبنى المختلفة ونسبتها من الكلفة الكلية كما في الشكل(1-5).

2) **حساب كلفة المبنى بعد استبدال بعض المواد البنائية القابلة لإعادة التدوير ببديلاتها المعاد تدويرها:** والمواد المعاد تدويرها التي تم استخدامها هي: الطابوق، حديد التسليح، وحدات التسطيح الكونكريتية، الأبواب، إطارات الألمنيوم للشبابيك، بالإضافة إلى استبدال حجر التربيع بقطع الكونكريت من سقوف وأرضيات المباني المهدمة. وبذلك فقد كانت النتائج كما في الشكل(1-6).

3) **حساب كلفة المبنى المنشأ من المواد المعاد تدويرها وبإضافة العوازل إلى غلافه الخارجي:** وقد تم إضافة عازل حراري للجدران الخارجية للمبنى فأصبحت طبقات الجدار من الخارج إلى الداخل (2سم لبخ،12سم طابوق، 5سم عازل، 12سم طابوق، 2سم بياض)، مع ان البحث لم يدخل في تفاصيل الجدران المزدوجة والضعف في القيم الإنشائية وزيادة كلف التنفيذ. وتكون طبقات سقف البيتونة من الخارج إلى الداخل (4سم وحدات كونكريتية، 2سم رمل، سم تراب، 5سم عازل حراري، 2سم مانع رطوبة،18سم كونكريت، 2سم بياض)، وكانت النتائج كما في الشكل.

4) **حساب كلفة المبنى المنشأ من المواد المعاد تدويرها والمعزول، باستخدام الزجاج الذكي بدل العادي في الشبابيك:** لقد تم استخدام الزجاج الذكي في جميع شبابيك المبنى السكني فيما عدا شبابيك المدخل وما فوقه إلى البيتونة، وشبابيك المرافق الصحية والحمامات وشباك فضاء الأطفال المطل على الشرفة لوقوعه في الظل طيلة

[*] علما ان الأسعار المعتمدة كانت وفق جدول أسعار المواد الإنشائية الدوري الذي تعده وزارة الأعمار والإسكان، وللأشهر 7، 8، 2008/9

فترة النهار، حيث تم الإبقاء على الزجاج العادي في هذه الشبابيك.

5) **حساب كلفة المبنى المنشأ من المواد المعاد تدويرها، المعزول، والمستخدم للزجاج الذكي بعد إضافة حديقة السطح:**

لقد تم في هذا الاختبار حساب كلفة المبنى الكلية والتفصيلية المترتبة على استبدال بعض طبقات التسطيح بأخرى تسمح باستغلال سطح المبنى للزراعة. وسيتم في هذه الحالة الاستغناء عن طبقات التسطيح التالية: الوحدات الكونكريتية، الرمل، التراب، مع إضافة طبقة ثانية من مانع الرطوبة بسمك 2سم، طبقة من الحصى المدرج التي تعمل عمل المرشح والمصرف للمياه الزائدة (ولتفعيل مبدأ إعادة التدوير فقد تم الاستعاضة عن الحصى بالكسر الناعم المتخلف عن تكسير الصبات الكونكريتية المستخدمة بدل حجر التربيع)، ثم إضافة طبقة من التراب الصالح للزراعة يعتمد سمكها على النباتات المراد زراعتها وحسب الجدول(1-3). مع الإشارة إلى إن البحث اعتمد متوسط السمك (30سم)للتمكن من زراعة الثيل والشجيرات. وكانت النتائج كما في الشكل(1-7).

أ- **اختبارات الكلفة التشغيلية:**

وقد تم حسابها بدلالة الطاقة المستهلكة في تكييف المبنى.

1) **حساب الطاقة اللازمة لتكييف المبنى في حالته الاولية** وعند استخدام المواد المعاد تدويرها وعلى مدار السنة: ان أحمال تكييف المبنى في حالته الاولية لا تختلف عن أحمال تكييفه عند استخدام المواد المعاد تدويرها،حيث ان إعادة تدوير المواد عموما لا تؤثر على خصائصها الفيزياوية. لذا فقد تم إجراء اختبار واحد للحالتين معا والذي تظهر نتائجه في الشكلين (1-8) الذي يبين أحمال التبريد والتدفئة، و(1-9)الذي يبين بشكل تفصيلي الاستخدام اليومي للطاقة المصروفة على التكييف.

2) **حساب الطاقة اللازمة لتكييف المبنى** عند استخدام العوازل في غلافه الخارجي وعلى مدار السنة:

3) **حساب الطاقة اللازمة لتكييف** المبنى عند استخدام الزجاج الذكي وعلى مدار السنة:

4) **حساب الطاقة اللازمة لتكييف المبنى عند إضافة حديقة السطح وعلى مدار السنة:** ان إضافة حديقة السطح تساهم في تخفيض نسبة كبيرة من الكسب الحراري خلال سقوف المبنى، إلا انه وبسبب ان برنامج Ecotect لا يدعم مثل هذه المعالجات لذلك فقد تم الاستعاضة عن الغطاء الأخضر بطبقة من قشور وألياف النباتات اليابسة التي توفر جزءا بسيطا جدا من العزل الذي يوفره الغطاء الأخضر.

5) **حساب الطاقة اللازمة لتكييف المبنى المعزول، المستخدم للزجاج الذكي، والمزروع السطح وعلى مدار السنة:**

لقد تم حساب أحمال التكييف والطاقة اللازمة له بعد مكاملة المعالجات الايكو-تكنولوجية المنتخبة في المبنى ليعطي مفهوم المبنى المداري الذكي.

6) **حساب الطاقة اللازمة لتكييف المبنى المعزول، المستخدم للزجاج الذكي، والمزروع السطح وعلى مدار السنة باستخدام ستراتيجية التكييف المختلط:** لما كانت الابنية المدارية الذكية تهدف إلى التكامل الايكو-تكنولوجي، وتدعم الإفادة من الفرص التي توفرها الطبيعة، والتعايش معها كجزء منها. لذا تم اقتراح ستراتيجية التكييف المختلط التي تقوم على الجمع بين التكييف بواسطة أنظمة التكييف (HVAC) وبين التهوية الطبيعية. حيث تفترض ان يتم إطفاء أنظمة التكييف متى ما كانت الظروف الخارجية ضمن المدى المحدد للراحة. مع الأخذ بالاعتبار إن برنامج Ecotect يفترض في مثل هذه الأوقات إما الإبقاء على أنظمة التكييف مشتغلة لإعطاء تهوية ميكانيكية فقط أو فتح شبابيك الفضاء.

2- <u>اختبارات الكفاءة البيئية:</u>

أ- **اختبارات الراحة الحرارية:**

وتم حسابها بدلالة التبادل الحراري للمبنى مع البيئة الخارجية. وبما ان التبادل الحراري يحصل عن طريق

غلاف المبنى وبصورة رئيسية عن طريق التوصيل والكسب من الهواء الشمسي (sol-air gain) للأجزاء المعتمة من الغلاف، وعن طريق الكسب الشمسي للأجزاء الشفافة منه، لذا فان تقليل الكسب عبر هذه الجوانب يعني وجود فرصة اكبر للحصول على الراحة الحرارية باستهلاك اقل ما يمكن من الطاقة للتكييف. وستبين نتائج الاختبارات التالية اثر المعالجات الايكو-تكنولوجية المستخدمة على الكسب الحراري للمبنى، علما ان هذه الاختبارات طبقت على المبنى بفرضه خاليا (بدون إشغال) لتجنب تأثير الكسب الحراري الداخلي (internal) الناجم عن الإشغال وما يتطلبه من إضاءة وأجهزة وغيرها.

1) حساب الكسب الحراري للمبنى في حالته الاولية وعند استخدام المواد المعاد تدويرها وعلى مدار السنة:

يبين الشكل(1-10) المخطط التفصيلي للكسب والفقدان الحراري، والذي يمثل نتيجة هذا الاختبار. مع الإشارة إلى إن الجزء العلوي من المخطط يمثل الكسب الحراري، والجزء السفلي يمثل الفقدان الحراري.

2) **حساب الكسب الحراري للمبنى** عند استخدام العوازل في غلافه الخارجي وعلى مدار السنة:

3) **حساب الكسب الحراري للمبنى** عند استخدام الزجاج الذكي وعلى مدار السنة:

4) **حساب الكسب الحراري للمبنى** بعد إضافة حديقة السطح وعلى مدار السنة:

5) حساب الكسب الحراري للمبنى المعزول، المستخدم للزجاج الذكي، والمزروع السطح وعلى مدار السنة:

ب- اختبارات الاثر البيئي:

وسيتم اختبار هذا الجانب من خلال قياس اثر المعالجات الايكو-تكنولوجية في تخفيض انبعاث غاز Co2 للمرحلة البنائية والتشغيلية للمبنى. مما يتطلب، التعرف على كمية غاز Co2 المنبعثة من تصنيع المواد البنائية، إعادة تدويرها، بالإضافة إلى كمية غاز Co2 المنبعثة من الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل المبنى. علما ان جميع هذه الحسابات والاختبارات المترتبة عليها تم إجراؤها بصورة حسابية رياضية مع الاستعانة ببرنامج Microsoft Excel لإخراج النتائج وكما يلي:

1) حساب كمية غاز Co2 المنبعثة من المواد البنائية:

وسيتم حسابها بالاعتماد على الطاقة الكامنة في المواد، وكمية غاز Co2 المنبعثة من وحدة الطاقة، جدول(1-4). وبعملية رياضية بسيطة تظهر نتائج الحسابات كما مبين في الشكل(1-11).

إما فيما يخص المواد المعاد تدويرها، فسيتم الاقتصار على حساب كمية غاز Co2 المنبعثة من المواد الأساسية المعاد تدويرها التي تم اعتمادها في الاختبارات السابقة والتي تشمل الطابوق، الحديد، الألمنيوم فقط.

علما ان الطابوق يستهلك 5% فقط من الطاقة اللازمة لتصنيعه عند إعادة تدويره، ويستهلك الحديد من 25-50% من الطاقة اللازمة لتصنيع الجديد منه، في حين ان الألمنيوم قد يستهلك حتى 15% من الطاقة اللازمة لتصنيع الجديد منه. (مع الإشارة إلى انه بالنسبة للحديد والألمنيوم قد تم اعتماد نسبة وسطية تمثل المعدل لاستهلاك الطاقة والمقدرة بـ37% للحديد، و25% للألمنيوم).

2) الاختبارات:

أ) حساب كمية غاز Co2 المنبعثة من المواد البنائية الأساسية للمبنى في حالته الاولية:

والتي تشمل الطابوق، الكونكريت، حديد التسليح، الألمنيوم، والزجاج. وكانت النتائج كما مبين في الشكل(1-11).

ب) حساب كمية غاز Co2 المنبعثة من المواد البنائية الأساسية للمبنى المستخدم للمواد المعاد تدويرها والزجاج الذكي:

وكانت النتائج كما في الشكل(1-12). كما انه يمكن استخدام الاسمنت المصنوع من كربونات المغنيسيوم بدل الاسمنت العادي (المصنوع من كربونات الكالسيوم) في الكونكريت، والذي يستهلك نصف طاقة التصنيع (نسبة للسمنة العادي) ويمتص كل طن منه 0,4طن من غاز

Co2 أثناء تصلبه وبذلك تكون كمية غاز Co2 المنبعثة في حال استخدامه.

ج) **حساب كمية غاز Co2 المنبعثة من الطاقة الكهربائية المستهلكة لتكييف المبنى في حالته الاولية** وعند استخدام المواد المعاد تدويرها وعلى مدار السنة:

كل كيلو واط ساعة واحد (kwh) يتم استهلاكه من الطاقة الكهربائية ينتج 0,22كغم من غاز Co_2، جدول (1-5).

د) **حساب كمية غاز Co_2 المنبعثة من الطاقة الكهربائية المستهلكة لتكييف المبنى** عند استخدام العوازل في غلافه الخارجي وعلى مدار السنة:

هـ) **هـ) حساب كمية غاز Co2 المنبعثة من الطاقة الكهربائية المستهلكة لتكييف المبنى عند** استخدام الزجاج الذكي وعلى مدار السنة:

و) **حساب كمية غاز Co2 المنبعثة من الطاقة الكهربائية المستهلكة لتكييف المبنى** عند إضافة حديقة السطح وعلى مدار السنة:

ز) **حساب كمية غاز Co2 المنبعثة من الطاقة الكهربائية المستهلكة لتكييف المبنى المعزول،** المستخدم للزجاج الذكي، والمزروع السطح وعلى مدار السنة:

ح) **حساب كمية غازCo2 المنبعثة من الطاقة الكهربائية المستهلكة لتكييف المبنى المعزول،**المستخدم للزجاج الذكي، والمزروع السطح وعلى مدار السنة باستخدام ستراتيجية التكييف المختلط:

ط) **اختبارات اثر التوجيه على الكفاءتين الاقتصادية والبيئية:**

هناك عدد كبير من البحوث والدراسات التي اهتمت بموضوع توجيه المبنى ضمن الموقع، وقد أجمعت على إن التوجيه الجنوبي يمثل التوجيه الأمثل. لذلك فقد تم اعتماد هذا التوجيه للاختبارات التالية:

أ- **اختبارات اثر التوجيه على الكلفة التشغيلية للمبنى:**

1) **حساب الطاقة اللازمة لتكييف المبنى في حالته الاولية** وعند استخدام المواد المعاد تدويرها وعلى مدار السنة للتوجيه الجنوبي:

2) **حساب الطاقة اللازمة لتكييف المبنى المعزول،** المستخدم للزجاج الذكي، والمزروع السطح وعلى مدار السنة للتوجيه الجنوبي:

3) **حساب الطاقة اللازمة لتكييف المبنى المعزول،** المستخدم للزجاج الذكي، والمزروع السطح وعلى مدار السنة باستخدام ستراتيجية التكييف المختلط وللتوجيه الجنوبي:

ب- **اختبارات اثر التوجيه على الراحة الحرارية:**

1) **حساب الكسب الحراري للمبنى في حالته الاولية** وعند استخدام المواد المعاد تدويرها وعلى مدار السنة للتوجيه الجنوبي:

2) **حساب الكسب الحراري للمبنى المعزول،** المستخدم للزجاج الذكي، والمزروع السطح وعلى مدار السنة للتوجيه الجنوبي:

ج- **اختبارات اثر التوجيه على الاثر البيئي:**

1) **حساب كمية غاز Co2 المنبعثة من الطاقة الكهربائية المستهلكة لتكييف المبنى في حالته الاولية** وعند استخدام المواد المعاد تدويرها وعلى مدار السنة للتوجيه الجنوبي:

2) **حساب كمية غاز Co2 المنبعثة من الطاقة الكهربائية المستهلكة لتكييف المبنى المعزول،** المستخدم للزجاج الذكي، والمزروع السطح وعلى مدار السنة للتوجيه الجنوبي:

3) **حساب كمية غاز Co2 المنبعثة من الطاقة الكهربائية المستهلكة لتكييف المبنى المعزول،** المستخدم للزجاج الذكي، والمزروع السطح وعلى مدار السنة باستخدام ستراتيجية التكييف المختلط وللتوجيه الجنوبي:

المحور الخامس: النتائج والاستنتاجات:

تحليل نتائج الاختبارات الخاصة بالكفاءة الاقتصادية:

أولا: تحليل نتائج اختبارات الكلفة البنائية:

يبين الجدول(1-5) نتائج اختبارات الكلفة البنائية للحالات المختبرة، مع نسب التخفيض المتحققة لكل حالة.

ثانياً: تحليل نتائج اختبارات الكلفة التشغيلية:

يبين الجدول(1-6) مجموع الطاقة الكهربائية اللازمة لتكييف المبنى ككل، والطاقة اللازمة للمتر المربع الواحد منه للحالات المختبرة، مع نسب التخفيض المتحققة لكل حالة.

تحليل نتائج الاختبارات الخاصة بالكفاءة البيئية:

أولا: تحليل نتائج اختبارات الراحة الحرارية:

يبين الجدول(1-7) نتائج اختبارات الكسب الحراري على شكل نسب مئوية من التبادل الحراري الكلي للمبنى ولجميع الحالات المختبرة.

ثانياً: تحليل نتائج اختبارات الاثر البيئي:

يبين الجدولان(1-8)، (1-9) نتائج اختبارات الاثر البيئي للمبنى في مراحله البنائية والتشغيلية ولجميع الحالات المختبرة.

تحليل نتائج اختبارات اثر التوجيه على الكفاءتين الاقتصادية والبيئية:

أولا: تحليل نتائج اثر التوجيه على الكلفة التشغيلية للمبنى: يبين الجدول(1-10) مجموع الطاقة الكهربائية اللازمة لتكييف المبنى ككل (بتوجيهه الأولي إلى الجنوب الغربي وبالتوجيه الجنوبي)، ومعدل الطاقة اللازمة للمتر المربع الواحد منه للحالات المختبرة، مع نسب التخفيض المتحققة لكل حالة.

ثانيا: تحليل نتائج اختبارات اثر التوجيه على الراحة الحرارية: يبين الجدول(1-11) نتائج اختبارات الكسب الحراري على شكل نسب مئوية من التبادل الحراري الكلي للمبنى (في توجيهه الأولي إلى الجنوب الغربي وبالتوجيه الجنوبي) ولجميع الحالات المختبرة، مع نسب التخفيض المتحققة لكل حالة.

ثالثا: تحليل نتائج اختبارات اثر التوجيه على الاثر البيئي: يبين الجدول(1-12) نتائج اختبارات الاثر البيئي للمرحلة التشغيلية للمبنى (في توجيهه الأولي للجنوب الغربي وبالتوجيه الجنوبي) ولجميع الحالات المختبرة، مع نسب التخفيض المتحققة لكل حالة.

الاستنتاجات النهائية:

الاستنتاجات المتعلقة بالإطار النظري:

أولا: إن التكيف مع البيئة المحيطة يمثل هدف الذكاء وغايته. ولما كانت العمارة هي الكيان الظاهري التي تجسد محاولة الإنسان لتحقيق هذا التكيف مع البيئة الفيزياوية والثقافية، لذلك فالأبنية المدارية الذكية تمثل الحل الهادف إلى تحقيق هذا النوع من التكيف مع البيئة المحيطة من خلال جمعها للمفردات الايكولوجية والتكنولوجية في كل واحد متكامل متناغم ضمن المنظومة الناتجة عن هذا التكامل من جهة، وبين المنظومة ومحيطها من جهة أخرى.

ثانيا: يساهم تحقيق التكامل بين منظومات المبنى التصميمية والايكولوجية والتكنولوجية في توفير مبنى متكامل موحد قادر على ان يخدم الغرض الذي صمم من اجله وبمستوى أعلى من الأدائية.

ثالثا: للتغذية الاسترجاعية أهمية كبيرة، حيث ان اعتماد هذا المبدأ ضمن مراحل التصميم من جهة، وبين التصميم والتنفيذ من جهة أخرى يساعد على تصحيح المشاكل والعقبات التي تواجه المشروع وتلافي وقوع الأخطاء على مستوى الواقع.

رابعا: ان جميع الأنظمة المبنية يجب ان تملك علاقات تبادلية ذات فائدة مشتركة مع بيئتها المحلية، ومع باقي المحيط الحيوي. ولما كان من الصعب على المبنى ان يقدم الفوائد للبيئة فانه على الأقل يجب إن يحافظ عليها ويقلل من الإضرار التي يحدثها فيها.

خامسا: ان الاقتصاد بصورة عامة وفي مجال الصناعة البنائية بصورة خاصة يجب ان ينظر إليه من خلال مفهومي المدخلات والمخرجات وليس من خلال الكلف الاولية فقط كما يتم في اغلب المشاريع الحالية.

الاستنتاجات المتعلقة بنتائج التطبيق:

أولا: إن الحل لمشاكل ارتفاع الكلف البنائية هو في إنشاء أبنية مدارية ذكية من خلال الرجوع إلى المبادئ الايكولوجية ومكاملتها مع التقنيات التكنولوجية المتطورة للوصول إلى كلف اقل بأفضل ما يمكن من النوعية. ولا يكمن الحل إطلاقا في تقليل المواصفات إلى الحد الأدنى المقبول، الذي يترتب عليه كلف تشغيلية كبيرة وكلف بيئية اكبر.

ثانيا: حيث أثبتت نتائج الاختبارات السابقة امكانية تخفيض الكلفة البنائية للمشروع من خلال تحسين الظروف الداخلية والمواصفات وليس تقليلها، من خلال التكامل الايكو-تكنولوجي.

ثالثا: كما أثبتت نتائج الاختبارات فاعلية التكامل الايكو-تكنولوجي في تقليل كلفة المبنى التشغيلية.

رابعا: ان حساب كفاءة المشروع الاقتصادية يجب ان تشمل الجانبين البنائي، والتشغيلي وعدم الاكتفاء بالكلفة البنائية فقط رغم الزيادة التي قد تحصل في الكلفة الاولية، ذلك ان هذه الزيادة يمكن تعويضها من خلال الوفر المتحقق في الكلفة التشغيلية، بالإضافة إلى ما توفره من كلف بيئية غير منظورة.

خامسا: ان تحقيق الكفاءة البيئية للمباني لا يتعارض مع تحقيق الكفاءة الاقتصادية لها إذا ما تم التعامل مع الإمكانات المتوفرة بصورة صحيحة واتخاذ القرارات التصميمية والتنفيذية المناسبة. فتحقيق الكفاءة البيئية لا يتطلب دائما زيادة كبيرة في الكلفة الاولية للمنشأ.

سادسا: لنظام التشغيل اثر كبير على الكفاءة البيئية والاقتصادية، فبالإضافة إلى أهمية انتخاب المعالجات المستخدمة في المبنى فان اختيار نظام تشغيل ذلك المبنى له أهمية كبيرة أيضا،حيث انه يؤثر على:

- الكلفة التشغيلية، فبالإضافة إلى الوفر الذي حققته المعالجات الايكو-تكنولوجية المنتخبة في الطاقة التشغيلية والانبعاثات الناجمة عنها، فقد زاد نظام التكييف المختلط هذا الوفر بنسبة 20% تقريبا.
- الراحة الحرارية والنفسية داخل الفضاء، حيث يوفر نظام التكييف المختلط الانفتاح على البيئة الخارجية وجعل المبنى متصلا بها متوافقا معها وليس كيانا منغلقا دخيلا عليها، مؤديا بذلك إلى زيادة فترة المعدل وزيادة مدة الاستفادة من خط الطاقة الصفري.

سابعا: ان استخدام المواد الحديثة المراعية للبيئة يساهم في زيادة كفاءة المبنى البيئية بشكل كبير، كما انه في الغالب لا يؤثر كثيرا على الكلفة البنائية.

اختيار مواد بنائية ما كان ليتم اختيارها وفقا لحسابات الكفاءة الاقتصادية وحدها.

ثامنا: ان الطاقة الكامنة في المواد البنائية تشكل نسبة لا يمكن الاستهانة بها من الطاقة الكلية الداخلة للمبنى (تمثل اغلب طاقة الإنشاء) كما أنها تؤثر على كمية الطاقة التي سيحتاجها المبنى في مرحلة التشغيل. لذلك فان اختيار المواد البنائية ذات الطاقة الكامنة القليلة يساهم في خفض استهلاك الطاقة وما تسببه من انبعاثات، على ان يتم (عند اختيار هذه المواد) الأخذ بالاعتبار المرحلة التشغيلية للمبنى، حيث انه قد يتم اختيار مواد ذات طاقة كامنة أعلى لان جدواها الاقتصادية والبيئية على المدى البعيد اكبر.

المصادر:

1. Abel, Chris, "Architecture and Identity-Towards a Global Eco-Culture", 1997.
2. Abel, Chris, "Architecture, Technology and Process", Architectural press, An Imprint of Elsevier, 2004.
3. السهيل، أسامة قحطان، "بنية الذكاء في العمارة"، أطروحة ماجستير، جامعة بغداد، ص 4 ، 1999.
4. Croom, T.D.G. Clements, "Futures Horizons in Building Environmental Engineering", Dept. of Construction Management and Engineering, University of Reading, UK., 1998.
5. Bernaden, John A. and Neubauer, Richard E., "The Intelligent Building Source Book", Johnson controls Inc., Published by: The Fairmont Press, Inc., 1988.

6. Himanen, Mervi, "The Intelligence of Intelligent Buildings", Doctor degree thesis, Helsinki University of Technology, Espoo, Finland,

7. حمد الله، رغد نعمة الله، "التكنولوجيا والشكل: اثر التكنولوجيا الحديثة في شكل المسكن"، أطروحة ماجستير، جامعة بغداد، 1997.

8. المرياتي، د. كامل جاسم، "مقدمة في علم التبيؤ البشري"، بيت الحكمة، 2008 .

9. نجم، د. حسين طه، "البيئة والإنسان: دراسات في الايكولوجيا البشرية"، دار القلم-بيروت، 1984.

10. Yeang, K.,"Design with Nature: The ecological basis for architectural design", McGraw-Hill, Inc., 1995.

11. Richards, Ivor, "Ecology of the Sky", the Image Publishing Group, 2001.

12. Sam, Hui, 2002, www.arch.hku.hk/research.

13. "العمارة الخضراء"Www.m3mare.com...

14. Berge, Bjorn, "The Ecology of Building Materials", Translated by: Filip Henley, Architectural Pressm A print of Butterworth-Heinemann, 2001.

15. ألجميلي، مظفر، "اثر الخصائص التصميمية للأبنية الصناعية على استهلاك الطاقة"، أطروحة ماجستير،الجامعة التكنولوجية،2002.

16. Rush, R.D., "The Building Systems Integration Hand Book", the American Institute of Architecture, John Willy and Sons, New York, 1986.

17. Pressman, Andy, NCARB, AIA, "Architectural design Portable Handbook: A Guide to Excellent Practice", McGraw-Hill, 2001.

18. Jenks, Mike, "Future Forms and Design for Sustainable Cities", Architectural Press, an Imprint of Elsevier, 2005.

19. "The Production Efficiency", Research

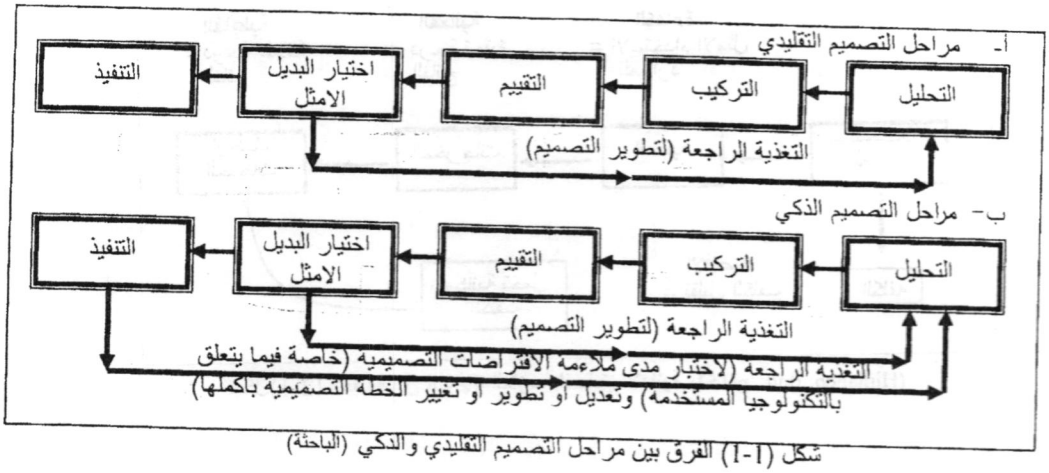
20.

21. Preiser, Wolfgang F.E, "Assessing Building Performance", Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005.

22. السيوي، م. صالح عبد العزيز، " التنمية الاقتصادية والكلفة البيئية"، المؤسسة العربية للعلوم والتكنولوجيا، المؤتمر الرابع، آفاق البحث العلمي والتطور التكنولوجي في الوطن العربي، دمشق، 11-2006/12/14.

23. Public Technology Inc., U.S. Green Building Council, U.S. Department of Energy, U.S. Environmental Protection Agency, "Sustainable

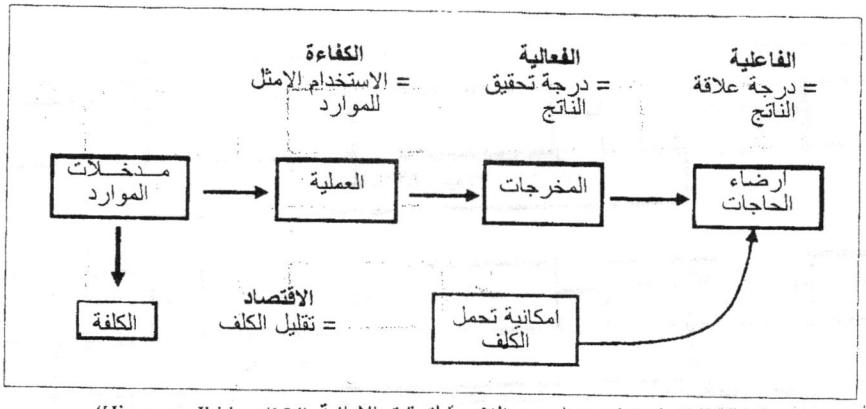
24. إبراهيم، يحيى عادل، "اثر استخدام السقوف الحوضية في زيادة الأداء الحراري للمباني"، أطروحة ماجستير، الجامعة التكنولوجية، 2006"مقدمة في علم التبيؤ البشري"، بيت الحكمة، 2008



شكل (1-1) الفرق بين مراحل التصميم التقليدي والذكي (الباحثة)

جدول(1-1) المؤشرات العامة للابنية المدارية الذكية (الباحثة)

المفردات الرئيسية	المفردات الثانوية		القيم الممكنة	نوعها
ادانية المبنى	مرحلة التصميم		التماشي مع الطابع المعماري السائد	ايكولوجية
			الارتباط مع الطبيعة وحفظ النظام الايكولوجي للمنطقة	
	مرحلة ما بعد التصميم	التنفيذ	استخدام المواد الحديثة	تكنولوجية
			التنوع في استخدام التكنولوجيا والمواد	
			التكامل بين التقنيات والمواد وعمليات الانشاء	
			اختيار المواد المناسبة	ايكو/تكنو
		الاشغال	استخدام تكنولوجيا المعلومات ومبدأ التغذية الراجعة من خلال انظمة التحكم والسيطرة للاستجابة تلقائيا للظروف الخارجية	تكنولوجية
			استخدام انظمة الاتصالات الحديثة وشبكات الانترنت	
			استخدام الالكترونيات والالياف البصرية	
الطاقة	التقليل من الكسب الحراري		مراعاة توجيه البناية ضمن الموقع	ايكولوجية
			العزل	
			استخدام المواد الذكية	تكنولوجية
			استخدام مانعات الشمس الثابتة او المتحركة	ايكو/ تكنو
	ترشيد استهلاك الطاقة		استخدام ستراتيجيات التبريد غير الفعالة	ايكولوجية
			استخدام المواد المعاد تدويرها	
			الافادة من جميع الفرص التي توفرها الطبيعة	
			استخدام الوسائل التكنولوجية المناسبة لتقليل استهلاك الطاقة	تكنولوجية
			اختيار الانظمة والمعدات الكفوءة طاقويا	
			استخدام مصادر الطاقة المتجددة	
المواد	ترشيد الاستهلاك		اعادة تدوير المواد (البنائية وغير البنائية)	ايكو/تكنو
المياه	ترشيد الاستهلاك		اعادة تدوير المياه الرمادية في الموقع	ايكولوجية
الفضلات	تقليل الفضلات		اعادة تدوير النفايات والمخلفات البنائية	ايكو/تكنو

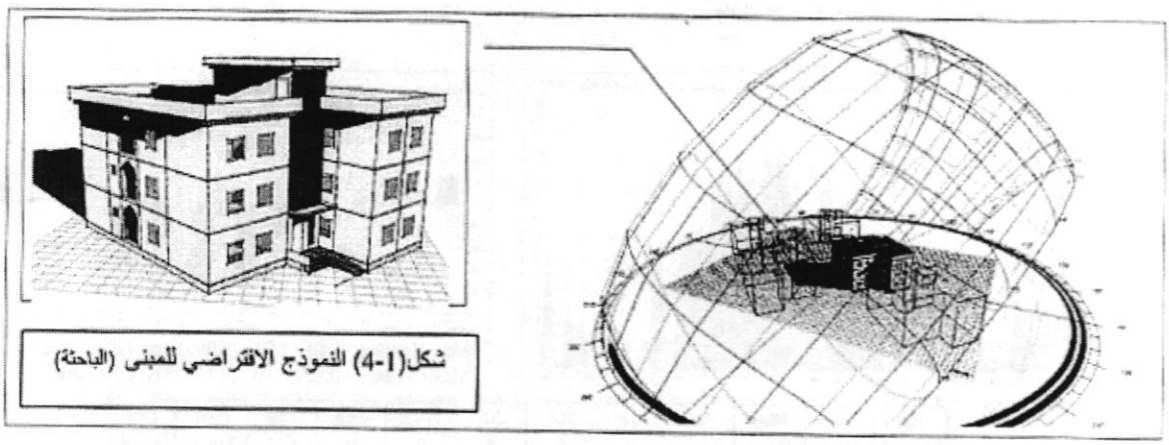


شكل(1-2) العلاقة بين الـ4e's اللازمة لتحقيق الادائية (Himanen, Ibid., p/154)

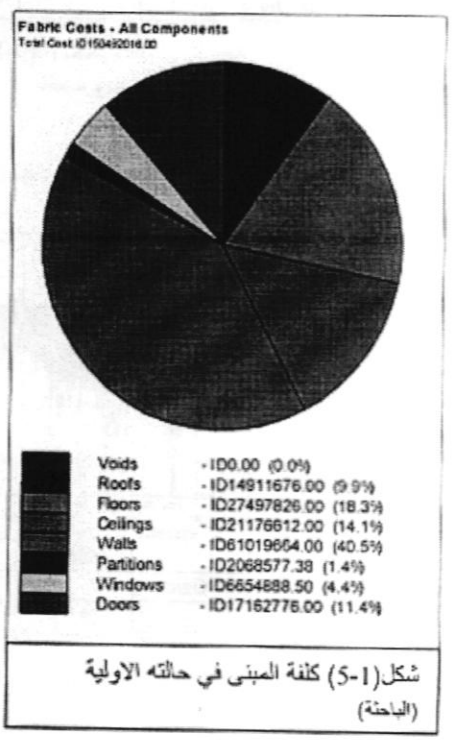
جدول (1-2) المؤشرات المنتخبة لتحقيق الكفاءة الاقتصادية والبيئية (الباحثة)

المفردات الرئيسية	المفردات الثانوية		المؤشرات	القيم الممكنة	نوعها
ادائية المبنى	مرحلة التصميم		التماشي مع الطابع المعماري الساند/ الارتباط مع الطبيعة وحفظ النظام الايكولوجي	تقليدي/ معاصر/ زراعة الاسطح	ايكولوجية
	التنفيذ	مرحلة ما بعد التصميم	استخدام المواد الحديثة / التنوع في استخدام / التنوع في استخدام التكنولوجيا والمواد التكنولوجيا والمواد/ التكامل بين التقنيات والمواد وعمليات الانشاء	سمنت المغنيسيوم/ مواد تقليدية(جديدة + مدورة)/ مواد ذكية	تكنولوجية
	الاشغال		استخدام انظمة الاتصالات الحديثة وشبكات الانترنت	LAN WAN	تكنولوجية
			استخدام الالكترونيات والالياف البصرية		
الطاقة	التقليل من الكسب الحراري		مراعاة التوجيه ضمن الموقع	التوجيه الكلي للمبنى التوجيه الجزئي لعناصر المبنى	ايكولوجية
			العزل	عزل السقوف/ عزل جدار خارجي	
			استخدام المواد الذكية	زجاج ذكي	تكنولوجية
			استخدام مانعات الشمس	الثابتة / المتحركة	ايكو/ تكنو
	ترشيد استهلاك الطاقة		استخدام المواد المعاد تدويرها		ايكولوجية
			الافادة من جميع الفرص التي توفرها الطبيعة	مناخيا/ بصريا	
			استخدام الوسائل التكنولوجية المناسبة لتقليل استهلاك الطاقة	انظمة متحسسة انظمة اتمتة	تكنولوجية
			اختيار الانظمة والمعدات الكفوءة طاقويا	انظمة تكييف/ انظمة انارة	
المواد	ترشيد الاستهلاك		اعادة تدوير المواد	البنائية/ غير البنائية	ايكو/تكنو
المياه	ترشيد الاستهلاك		اعادة تدوير المياه في الموقع	الرمادية/ مياه الامطار	ايكولوجية
الفضلات	تقليل الفضلات		اعادة تدوير النفايات		ايكو/تكنو

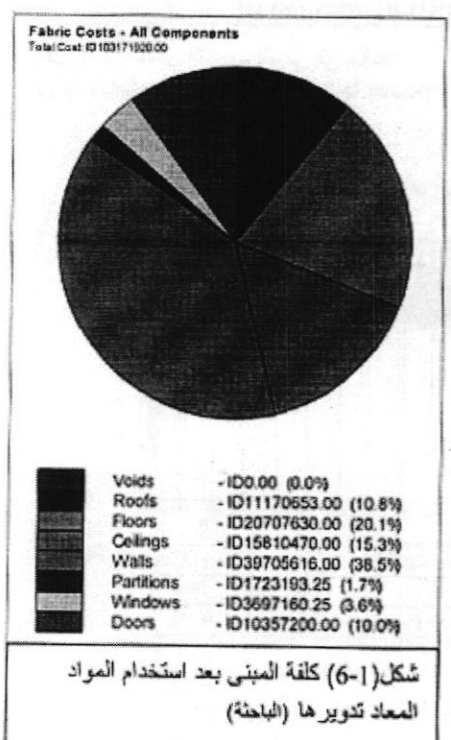
شكل (١-3) صور العمارات السكنية لمجمع سبع ابكار/ 2008 م



شكل(١-4) النموذج الافتراضي للمبنى (الباحثة)



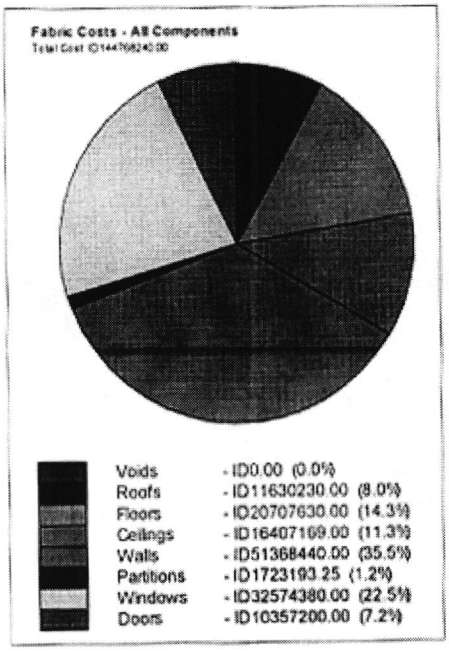
شكل(١-5) كلفة المبنى في حالته الاولية (الباحثة)



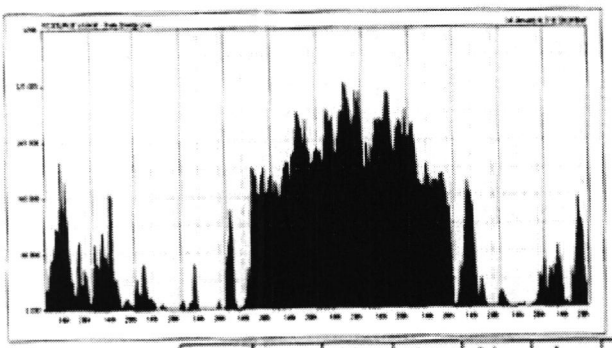
شكل(١-6) كلفة المبنى بعد استخدام المواد المعاد تدويرها (الباحثة)

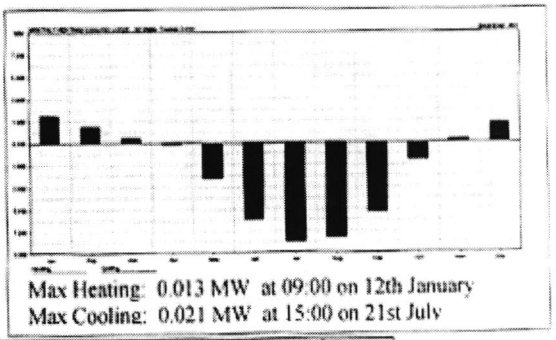
جدول(1-3) اعماق التربة اللازمة لزراعة السطح (Berge, p/330)

النباتات	الحد الادنى لعمق التربة	نوع السطح
العشب (الثيل)	10 سم	مستوي / منحدر
النباتات الاكبر	10 سم	مستوي / منحدر
الشجيرات	25 سم	مستوي / منحدر
الاشجار الصغيرة	45-80 سم	مستوي / منحدر



شكل(1-7) كلفة المبنى بعد استخدام المواد المعاد تدويرها، عزله، استخدام الزجاج الذكي، وزراعة سطحه (الباحثة)



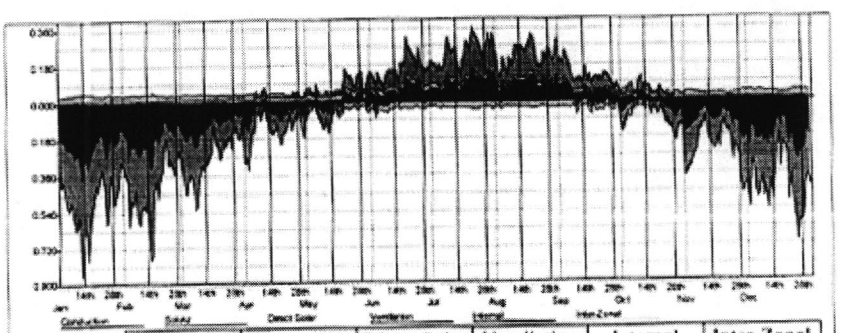


	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Heating	2248.47	1339.17	407.14	31.66	0	0	0	0	0	1.15	246.02	1546.83
Cooling	0	0	0	179.75	2893.76	6311.67	8103.86	7765.41	5695.74	1455.88	0	0

شكل(1-8) احمال التكييف للمبنى في حالته الاولية وباستخدام المواد المعاد تدويرها (الباحثة)

شكل(1-9) الاستخدام اليومي للطاقة المصروفة على التكييف (الباحثة)

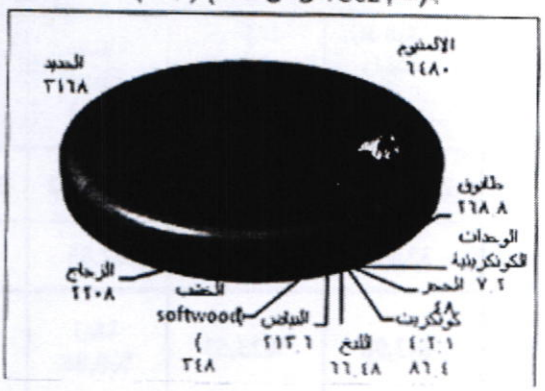
شكل(1-10) التبادل الحراري للمبنى في حالته الاولية وعند استخدام المواد المعاد تدويرها (الباحثة)



	Conduction	Sol-Air	Direct Solar	Ventilation	Internal	Inter-Zonal
Gains	26.7%	1.4%	14.3%	38.7%	0%	19%
Looses	38.9%	0%	0%	51.8%	0%	9.3%

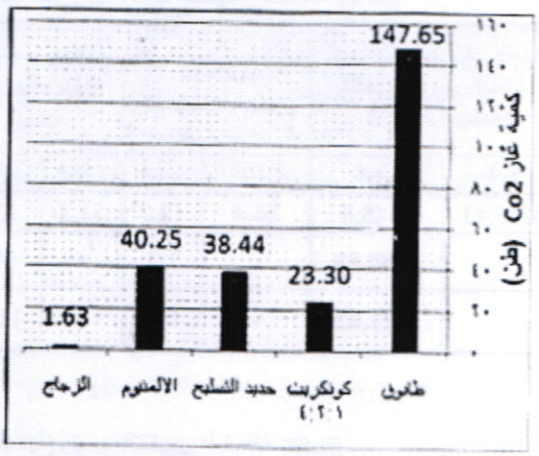
جدول(1-4) انبعاثات غاز Co2 من

شكل(1-11) كمية غاز Co2 المنبعثة من المواد البنائية مقاسة بـ(كغم Co2/طن من المادة) (الباحثة)



انواع الطاقة المختلفة (Steemers, p/98)

انواع الطاقة	الانبعاثات مقاسة بـ(tonnes (Co2/MW.h او (kg (Co2/kW.h
جميع انواع الطاقة	0,24
الكهرباء	0,22
الغاز	0,19
الفحم	0,31
النفط	0,28



شكل(1-12) كمية غاز Co2 المنبعثة من المواد البنائية الاساسية الداخلة في المبنى (الباحثة)

جدول(1-5) نتائج اختبارات الكلفة البنائية ونسب التخفيض المتحققة (الباحثة)

العناصر	كلفة المبنى (دينار عراقي)					نسبة التخفيض في كلف العناصر (بين الحالة الاولية والنهائية)
	في حالته الاولية	بعد استخدام المواد المعاد تدويرها	بعد اضافة العوازل لغلافه الخارجي	بعد اضافة الزجاج النكي	بعد اضافة حديقة السطح	
السطوح	14911676	11170653	11170653	11170653	11630230	%22
الارضيات	27497826	20707630	20707630	20707630	20707630	%24,69
السقوف	21176612	15810470	16260509	16260509	16407169	%22,52
الجدران	61019664	39705616	51368440	51368440	51368440	%15,82
القواطع	2068577,38	1723193,25	1723193,25	1723193,25	1723193,25	%16,69
الشبابيك	6654888,5	3697160,25	3697160,25	32574380	32574380	زيادة 389,48%
الابواب	17162776	10357200	10357200	10357200	10357200	%39,65
الكلفة الكلية	150492016	103171920	115284784	144162000	144768242	
نسبة التخفيض في الكلفة الكلية	%0	%31,44	%23,39	%4,21	%3,80	

جدول(1-6) نتائج اختبارات الكلفة التشغيلية (بدلالة طاقة التكييف) ونسب التخفيض المتحققة (الباحثة)

الطاقة الكهربائية اللازمة لعام كامل	المبنى					
	في حالته الاولية	باستخدام العوازل لغلافه الخارجي	باستخدام الزجاج الذكي	باضافة حديقة السطح	بعد مكاملة المعالجات الايكو-تكنولوجية فيه	بعد المكاملة واستخدام التكييف المختلط
لتكييف المبنى ككل (kw.h)	38226,48	31833,78	35217,03	38250,52	29233,12	21796,12
معدل للم(2م) (kw.h/m2)	57,81	48,15	53,26	57,85	44,21	32,96
نسبة التخفيض في الاستهلاك	%0	%16,72	%7,87	زيادة %0,06	%23,53	%42,98

جدول(1-7) نتائج اختبارات الراحة الحرارية (بدلالة التبادل الحراري) ونسب التخفيض المتحققة (الباحثة)

وسيلة التبادل الحراري	المبنى										نسبة التخفيض في التبادل الحراري (بين الحالة الاولية والنهائية)	
	في حالته الاولية		باستخدام العوازل لغلافه الخارجي		باستخدام الزجاج الذكي		باضافة حديقة السطح		بعد مكاملة المعالجات الايكو-تكنولوجية			
	كسب	فقدان	كسب	فقدان	كسب	فقدان	كسب	فقدان	كسب	فقدان	كسب	فقدان
التوصيل	34,5	52,2	26,7	38,9	31,1	46,1	33,9	51,3	18,7	26,4	%45,8	%49,43
الهواء الشمسي	10,8	-	1,4	-	12,6	-	10,5	-	1,2	-	%88,88	-
الكسب الشمسي	11	-	14,3	-	7	-	11,10	-	9,7	-	%11,82	-

جدول(1-8 نتائج اختبارات الاثر البيني (للمرحلة البنائية) ونسب التخفيض المتحققة (الباحثة)

	كمية غاز Co2 المنبعثة من المواد البنائية الاساسية للمبنى		
	في حالته الاولية	المستخدم للمواد المعاد تدويرها والزجاج الذكي	المستخدم للمواد المعاد تدويرها والزجاج الذكي وسمنت المغنيسيوم في الكونكريت
كمية غاز Co2 (طن)	251,27	59,86	59,42-
نسبة التخفيض في الانبعاثات	%0	%76,18	%123,65

جدول(1-9) نتائج اختبارات الاثر البيني (للمرحلة التشغيلية) ونسب التخفيض المتحققة (الباحثة)

	كمية غاز Co2 المنبعثة من الطاقة الكهربائية المستهلكة لتكييف المبنى					
	في حالته الاولية	باستخدام العوازل لغلافه الخارجي	باستخدام الزجاج الذكي	باضافة حديقة السطح	بعد مكاملة المعالجات الايكو-تكنولوجية	بعد المكاملة واستخدام التكييف المختلط
كمية غاز Co2 (كغم)	8409,83	7003,43	7747,75	8415.12	6431,29	4795.15
نسبة التخفيض في الانبعاثات	%0	%16,72	%7.87	زيادة %0,06	%23,53	%42,98

جدول(1-10) نتائج اختبارات اثر التوجيه على الكلفة التشغيلية ونسب التخفيض المتحققة (الباحثة)

الطاقة الكهربائية اللازمة لعام كامل	المبنى في حالته الاولية بالتوجيه		المبنى بعد مكاملة المعالجات الايكو-تكنولوجية فيه وبالتوجيه		المبنى بعد المكاملة واستخدام التكييف المختلط وبالتوجيه	
	الاولي	الجنوبي	الاولي	الجنوبي	الاولي	الجنوبي
لتكييف المبنى ككل (kw.h)	38226,48	38431,23	29233,12	29153,57	21796,12	21643,73
معدل للـ(م2) (kw.h/m2)	57,81	58,12	44,21	44,09	32,96	32,73
نسبة التخفيض في الاستهلاك	%0	زيادة %0,53	%23,53	%23,73	%42,98	%43,38

جدول(1-11) نتائج اختبارات اثر التوجيه على الراحة الحرارية (بدلالة التبادل الحراري) ونسب التخفيض المتحققة (الباحثة)

وسيلة التبادل الحراري	المبنى في حالته الاولية بالتوجيه				المبنى بعد مكاملة المعالجات الايكو-تكنولوجية فيه بالتوجيه				نسبة التخفيض في التبادل الحراري (بين الحالة الاولية والنهائية بالتوجيه الجنوبي)	
	الاولي		الجنوبي		الاولي		الجنوبي			
	كسب	فقدان	كسب	فقدان	كسب	فقدان	كسب	فقدان	كسب	فقدان
التوصيل	34,5	52,2	35	52,5	18,7	26,4	18,9	26,5	%46	49,52
الهواء الشمسي	10,8	-	9,8	-	1,2	-	0,7	-	%92,85	-
الكسب الشمسي	11	-	11,4	-	9,7	-	9,8	-	%14,04	-

جدول(1-12) نتائج اختبارات اثر التوجيه على الاثر البيني ونسب التخفيض المتحققة (الباحثة)

كمية غاز Co2 المنبعثة من الطاقة الكهربائية المستهلكة لتكييف المبنى						
في حالته الاولية بالتوجيه		بعد مكاملة المعالجات الايكو-تكنولوجية بالتوجيه		بعد مكاملة المعالجات واستخدام التكييف المختلط بالتوجيه		
الاولي	الجنوبي	الاولي	الجنوبي	الاولي	الجنوبي	
8409,83	8454,87	6431,29	6413,79	4795.15	4761,62	كمية غاز Co2 (كغم)
%0	زيادة %0,53	%23,53	%23,73	%42,98	%43,38	نسبة التخفيض في الانبعاثات