Journal of Al-Azhar University Engineering Sector

Vol.16, No. 60, July, 2021,893-909

The Role of Value Engineering in Improving the Energy Efficiency of Existing Buildings

Mohamad Abdalraouf[1,*], Ismail Mohamed[1], Mohamed Zakaria Elders[1]
[1]Architecture Engineering Department, Faculty of Engineering, Al-Azhar University, Cairo, Egypt.
*Corresponding Author E-mail: mohamadabdalraouf@gmail.com

ABSTRACT
The research study aims to develop existing buildings with a more sustainable vision, taking into account the application of sustainable design concept during the planning phase of development. Thinking about design process should be as an integrated system, where architectural side and passive design strategies can be integrated through development operations.

The different climatic conditions surrounding the building, which are determined by the region in which the building is located; the different orientation of each level of the outer casing relative to the main directions, and dividing the outer casing elements into solid and open, vary the treatment alternatives of each of these elements depending on the circumstances affecting it.

Thus, the value engineering approach gets its importance of its application to sustainable existing buildings. The project achieves the desired objectives through a methodology that helps to choose between these alternatives on a scientific that interests in studying cost, functionality and quality, which has started to be used as one of the assistance areas of the development process in order to reach a balance point between quality and costs.
The objective of this research is to apply value engineering during the stages of existing building's development and its impact on the design decisions through an analytical study of the mandatory requirements of the outer casing of existing buildings to improve energy consumption, use the value engineering approach in comparison, choose among the available alternatives during work phases of the architectural project and take the decision which achieves the highest quality at the right cost.

KEYWORDS: Value Engineering - Improving Energy Efficiency in Buildings - Sustainable Buildings - Greening Existing Buildings

دور هندسة القيمة في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة بالمباني القائمة

محمد عبد الرؤوف ابو الفتوح[١]*، اسماعيل محمد محيي الدين[٢] ، محمد زكريا الدرس[٣]
[١]مدرس مساعد بقسم العمارة كلية الهندسة (بنين) جامعة الازهر- القاهرة
[2]استاذ العمارة المساعد كلية الهندسة (بنين) جامعة الازهر- القاهرة
[3]استاذ العمارة المتفرغ كلية الهندسة (بنين) جامعة الازهر- القاهرة
البريد الاليكتروني: *E-mail mohamadabdalraouf@gmail.com

الملخص

ان تحقيق الاستدامة لا يقتصر على المباني الجديدة فحسب بل يمتد ليشمل المباني القائمة، وبالنظر الى بعض المباني القائمة نجد انها تعاني الاستهلاك الزائد للطاقة أثناء عمليات التشغيل خاصة انظمة التكييف والاضاءة.

ويعتبر تحسين كفاءة استهلاك الطاقة بالمباني القائمة أحد أهم الاستراتيجيات المطلوب تحقيقها أثناء عملية التخطيط لتطوير هذا النوع من المباني، ومع تعدد أساليب تحسين استهلاك الطاقة فى المباني باستخدام المعالجات المعمارية ومفاهيم التصميم السالب والمستدام، بالاضافة الى استبدال انظمة التكييف والاضاءة القائمة بأخرى أعلى كفاءة واقل استهلاكا للطاقة، من هنا تظهر أهمية الاعتماد على منهجية عمل هندسة القيمة أثناء عملية التخطيط لتطوير المبانى القائمة لطرح البدائل المتاحة طبقا لظروف وطبيعة المبنى مع الاختيار بين البدائل بطريقة منهجية لدعم اتخاذ القرار التصميمي بغرض تحسين آداء المبنى بأعلى جودة وأقل تكلفة.

الكلمات المفتاحية : هندسة القيمة ,تحسين كفاءة استهلاك الطاقة بالمباني ,المباني المستدامة ,تخضير المباني القائمة.

١. المقدمة

تمثل المباني القائمة النسبة الأكبر من إجمالي قطاع المباني لذا فهي تحتاج القدر الاكبر من الاهتمام الي جانب أنها تحتاج متطلبات خاصة لرفع كفائتها علي عكس الشروع في تنفيذ مبني جديد موفر للطاقة و صديق للبيئة، ويعتبر تحسين كفاءة استهلاك الطاقة أحد أهم هذه الأهداف التي يجب تحقيقها، وللغلاف الخارجي للمبنى دور رئيسي في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة اللازمة لتوفير الراحة الحرارية والتي تمثل النصيب الأكبر من استهلاك الطاقة طوال عمر المبنى الكلي، الأمر الذي يتطلب إضافة بعض المعالجات البيئية للغلاف الخارجي للرفع من كفاءته، وهناك العديد من بدائل المعالجات لكل عنصر من عناصر الغلاف الخارجي، والتي تختلف من حيث الخصائص والتكاليف والتأثير على تصميم المبنى.

وقد يتسبب القصور في إجراء دراسات هندسة القيمة لبدائل هذه المعالجات أثناء المراحل الأولية من التخطيط للتطوير إلى ارتفاع التكلفة الابتدائية للمبنى، الأمر الذي يؤدي إلى عزوف المستثمرين عن الاهتمام بتنفيذ هذه المعالجات في المباني دون الاهتمام بالوفر الذي تحققه على التكلفة الكلية طوال عمر المبنى الكلي، وبالتالي فإن العناية بدراسة التكلفة المناسبة للمعالجات البيئية وتوجيهها لما يخدم تحقيق أهداف الاستدامة وإعطاء أكبر قيمة اقتصادية للأموال المنفقة من أهم أسباب نجاح وإتمام المشروعات. وتعتبر هندسة القيمة أحد المداخل الاقتصادية التي تهتم بتحقيق كُل من التكلفة والأداء الوظيفي على الوجه الأمثل وهو ما يمثل أعلى قيمة، ويمكنًا منهج هندسة القيمة من الكشف عن مواطن التكاليف غير الضرورية وسبل حذفها والمقارنة بين البدائل المتاحة دون الإضرار بالجودة المطلوبة لتحقيق الوظيفة.

٢. أهداف البحث

يهدف البحث الى وضع منهجية لعملية التخطيط لتطوير المباني القائمة تعتمد على تطبيق هندسة القيمة فى اتخاذ القرارات المتعلقة بتحسين كفاءة استهلاك الطاقة بهدف تحقيق التوازن بين التكلفة و الجودة دون الاخلال بالاهداف التصميمية، بالاضافة الى تحديد اساليب التعامل مع المباني القائمة لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة طبقا لطبيعة المبنى و ظروفه، ولتحقيق اهداف البحث تم الاعتماد علي المنهج النظري لدراسة طرق تحسين استهلاك الطاقة بالمباني القائمة خلال عملية التشغيل وعرض مراحل خطة عمل هندسة القيمة، اما في مرحلة الدراسة التطبيقية يعتمد البحث على تطبيق منهج هندسة القيمة على المباني القائمة بهدف تحسين كفاءة الطاقة اللازمة للتشغيل اثناء عملية التخطيط للتطوير.

٣. فرضيات البحث

تطبيق منهجية عمل هندسة القيمة أثناء مراحل التخطيط لتطوير المباني القائمة تساعد على الوصول إلى حلول اقتصادية تساهم في ترشيد استهلاك الطاقة في هذا النوع من المباني، وتؤكد على إمكانية تحقيق التوازن بين التكلفة والجودة والأهداف التصميمية إذا ما تم تطبيق هندسة القيمة بمنهجية صحيحة لا تعتمد فقط على تقليل التكلفة، وإنما تراعي الأبعاد التصميمية الأخرى.

٤. هندسة القيمة

تعتبر هندسة القيمة إحدى أهم المناهج الإدارية و أحدثها اعتماداً فى دول العالم، و هى دراسة تحليلية ذات منهج محدد، و تعمل بواسطة فريق عمل متعدد التخصصات على منتج أو مشروع أو خدمة، لتحديد و تصنيف الوظائف التى يؤديها لغرض تنفيذ تلك الوظائف بطريقة أفضل و تكلفة أقل ،من خلال بدائل ابتكارية دون المساس بالمتطلبات الأساسية، مستندة فى عملها على مبدأ الموازنة الوظيفية بين عناصر الانتاج الثلاثة (الأداء – الجودة – التكلفة). حيث اثبتت هذه المنهجية امكانية عالية فى حل المشاكل التى تواجه الانتاج مستندة على قدرتها فى التحليل الوظيفى، و تحقيق افضل استثمار لما هو متاح من الموارد و تقليل التكلفة بما لا يؤثر فى هدف او وظيفة المشروع ، بالاضافة إلى سرعتها فى اعطاء النتائج و تقديم

المقترحات. كل ذلك جعلها قادرة على تحسين العمل المعمارى و ابتكار الافكار المبدعة و الارتقاء بمستوى المشاريع المنفذة و التحسين من كفاءتها الوظيفية و الجمالية اذا ما تم الاعتماد عليها كمنهجية عمل، و هو ما يحاول هذا البحث فعله لاستنتاج بعض التوصيات و الحلول لتطوير و تحسين العمل المعمارى و الرفع من قيمته[٥].

١,٤ أهداف هندسة القيمة

الهدف الرئيسي للهندسة القيمية هو إظهار الثلاث عوامل (القيمة- الوظيفة- التكلفة)
و إدراجها بالمعادلة : القيمة = الوظيفة / التكلفة
للحصول على مؤشر القيمة لمعرفة مواطن التكاليف الغير ضرورية و استبعادها للحصول على نفس الجودة أو زيادة الكفاءة مع تقليل التكاليف الكلية، إذا تربط القيمة و الوظيفة علاقة طردية، و ترتبط القيمة مع التكلفة علاقة عكسية فكلما زادت كفاءة الوظيفة و قلت التكلفة زادت القيمة و يمكن تلخيصها فى الجدول التالي.[٢]

	الوظيفة و الجودة	التكلفة	فاعلية هندسة القيمة
١	تطورت	إنخفضت	أهداف هندسة القيمة
٢	تطورت	ثابتة	
٣	تطورت	زادت	مرفوض
٤	إنخفضت	إنخفضت	

جدول ١: علاقة محاور هندسة القيمة

٢,٤ كيفية قياس القيمة

القيمة ترتكز على ثلاثة عناصر رئيسية وهى التكلفة والجودة والأداء الوظيفي، وللحصول على مقياس حقيقي للقيمة لابد من أخذ جميع هذه العناصر بعين الاعتبار:

عناصر القيمة

أ- الأداء الوظيفي: هو الهدف المحدد من امتلاك الشيء، وهي تعني أيضاً الوظيفة التي يقوم بها الشيء والذي أوجد من أجله، ويعبر عن الوظيفة في مجال هندسة القيمة بجملة مكونة من كلمتين: اسم وفعل، الاسم يكون قابلاً للقياس وبالتالي يسهل تحديد تكلفته ومقارنته بغيره من البدائل، والفعل يدل على الحركة والنشاط.
ب- الجودة: وهي تحقيق المستوى المطلوب من الوظائف أو الاداء من خلال الخصائص والامكانيات التي توفرها السلعة أو الخدمة طيلة العمر الافتراضي بفعالية واقتصادية، وللجودة الشاملة عدة معايير منها تلبية المطلوب والوظائف المحددة مع قدر كاف من الفعالية والمتانة دون نقص مخل في التكلفة.
ج- التكلفة الكلية: التكلفة من وجهة النظر المحاسبية يمكن التعبير عنها بتضحية اقتصادية مقابل الحصول على عائد أو منفعة، والتكلفة في إطار هندسة القيمة يقصد بها التكلفة الكلية التي تضم التكلفة المباشرة على المنتج، والتكلفة غير المباشرة.[١]

٣,٤ خطة عمل هندسة القيمة

تتكون خطة عمل هندسة القيمة من خطوتين أساسيتين تساعد المستخدم في تطبيق هندسة القيمة، وتحسين عملية صنع القرار من أجل عرض جميع الحقائق والأفكار اللازمة لتحليل الأفعال وتبدأ خطة العمل بخطوة الإعداد للدراسة يليها خطوة ورشة عمل هندسة القيمة.

١,٣,٤ الخطوة الأولى: الإعداد للدراسة

١,١,٣,٤ إختيار فريق العمل

يختلف حجم فريق العمل باختلاف حجم المشروع، ويفضل أن يكون متعدد الخبرات والتخصصات وذلك للحصول على أكبر عدد من الأفكار، ولكن في الغالب يتكون من خمسة إلى تسعة أفراد، أما إذا كان لدينا مشروع كبير يتطلب عشرة أفراد أو أكثر، فبالإمكان تقسيم فريق العمل إلى فريقين أو ثلاثة، وليس من الضروري أن يكون لدى أفراد فريق العمل إلمام

بهندسة القيمة، كما أنه لا يشترط أن يكون جميع أفراد الفريق مهندسين، ولكن يجب أن يكون الفريق بقيادة أخصائي قيمي معتمد (Certified Value Specialist) (CVS).[١٣]

٢,٣,٤ الخطوة الثانية: ورشة عمل هندسة القيمة

تتكون ورشة عمل هندسة القيمة من عدة خطوات منظمة يختلف البعض في تعددها، فهناك من خمس إلى عشر مراحل، ولكنها غالباً مكونة من خمس مراحل.

وهو المتبع من قبل الكثير من خبراء إدارة القيمة، وهذه المراحل متسلسلة منطقياً حيث يجب الانتهاء تماماً من أي مرحلة قبل البدء في المرحلة التي تليها.[١٤]

مراحل ورشة عمل هندسة القيمة

١,٢,٣,٤ مرحلة المعلومات

تهدف هذه المرحلة إلى تكوين القاعدة المعلوماتية الأساسية اللازمة للتصميم ومعرفة الاعتبارات الأساسية عن فئة المستخدمين، والطبيعة الخاصة لاحتياجاتهم، والقيمة الاستحقاقية لها، ومن ثم تحديد أسس اختيار المواد لتحقيق المتطلبات الوظيفية مع دراسة تكلفة المشروع، وإجراء دراسات الجدوى الابتدائية والتفصيلية، وتحديد مناطق التكلفة العالية وامكانية حذفها، وهى تمثل أولى مراحل العمل، وكلما زادت كفاءة تلك المرحلة أثرت في باقي المراحل.

٢,٢,٣,٤ مرحلة تحليل الوظائف

إن مرحلة تحليل الوظائف هى الركيزة التي تعتمد عليها دراسات هندسة القيمة، والتي تميزها على أساليب حل المشكلات الأخرى، وفي تلك الخطوة يتم التعرف على وظائف المشروع وفهمها جيداً وإدراك العلاقة بين تلك الوظائف. ويتم ذلك باتباع الخطوات التالية[١]

خطوات مرحلة تحليل الوظائف

أ- **تحديد الوظائف:** إن الوظيفة هى الغرض الذي أوجد من أجلها المنتج أو المشروع.

ب- **تصنيف الوظائف:** هناك وظائف عديدة ومتنوعة وتختلف في درجة الأهمية، كما أن هناك أكثر من وظيفة لشئ معين، لذا يلزمنا تصنيف تلك الوظائف كي يسهل التعامل معها فيما بعد، وهناك ثلاثة تصنيفات للوظائف وهم:

- وظائف أساسية
- وظائف ثانوية
- وظائف ثانوية مطلوبة

ج- **ربط الوظائف برسم بياني (مخطط فاست) FAST Diagram:** بعد تحديد الوظائف وتصنيفها يلزم ربط بعضها ببعض، ويتم ذلك باتباع أسلوب فاست FAST وهو اختصار لـ Function Analysis System Technique.

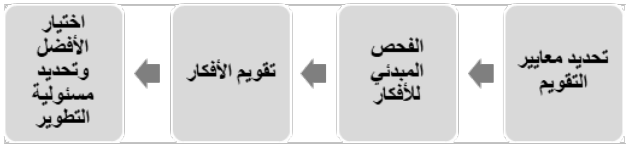
د- **اختيار الوظائف التي يمكن تحسينها:** بناء على الوظائف التي تم تحديدها في نموذج (FAST) يكون لدينا فهم وإدراك أفضل للمشروع، وعند ذلك نحدد مبدئياً الوظائف التي يمكن تحسينها ضمن مجال العمل.

٣,٢,٣,٤ مرحلة الإبتكار وطرح الأفكار

تهدف تلك المرحلة إلى التوصل إلى بدائل مبتكرة وجديدة للحلول التصميمية، فبعد أن أصبح لدينا إدراك وفهم تام للمشروع يمكننا أن نبدأ في طرح الأفكار أو ما يسمى بمرحلة الإبداع.

٤,٢,٣,٤ مرحلة التقويم والاختيار

بما أن الحكم على الأفكار كان ممنوعاً خلال طرح الأفكار، فمن المؤكد أن الأفكار الواردة في القائمة غير ملائمة أو غير عملية. إذن فالغرض من تلك المرحلة هو تقليص عدد تلك الأفكار ثم اختيار أنسبها حسب ما يتفق مع الأهداف المقررة سابقاً، وتتكون عملية التقويم والاختيار من أربع خطوات كما يلي



خطوات مرحلة التقويم والاختيار

٥,٢,٣,٤ مرحلة البحث والتطوير

إن جوهر عمل دراسات هندسة القيمة هو تحليل الوظائف، ومن ثم تقويمها، عندئذ يكون لدى فريق العمل مجموعة من الأفكار التي يحتاج إلى صياغتها في مقترحات. فالعمل على صياغة تلك الأفكار هو ما يسمى بتطوير الأفكار، وحيث إنَ تلك الأفكار هى خلاصة الدراسة ونظراً للمدة الطويلة التي تستغرقها تلك المرحلة، فلابد من وضع خطة عمل محكمة تتناسب مع كمية الأفكار، لهذا تتم عملية البحث تلك على ثلاث مراحل تبدأ بالبحث ثم التطوير وتنتهي بإعداد التقرير المبدئي للدراسة.[٨]

٥. المبنى والطاقة

تعتبر الطاقة من أهم القضايا التي يجب دراستها بعناية واتخاذ القرارات المتعلقة بتأمين الاحتياجات الأساسية لكافة القطاعات المختلفة، والاهتمام بالدور الحيوي الذي تلعبه في تحقيق التنمية المتواصلة من خلال العلاقة المباشرة بين الطاقة وقطاعات الاقتصاد القومي، ويعتبر قطاع المباني من أكثر القطاعات استهلاكاً للطاقة بعد قطاع الصناعة، الأمر الذي يرفع من أهمية جدوي ترشيد استهلاك الطاقة في هذا القطاع، وللوصول لهذا الهدف لابد من التعرض بالدراسة إلى الطاقة المستهلكة بالمباني ومواضع ذلك الاستهلاك وتحديد مواضع الهدر فيه.[٩]

١,٥ ترشيد استهلاك الطاقة بالمباني

يقصد بترشيد استهلاك الطاقة "حسن استخدام المتاح منها باستثماره بأكفأ الوسائل الممكنة للحصول على أقصى عائد اقتصادي٩ ، ولا يعني ترشيد استهلاك الطاقة تشغيل المبنى دون طاقة ولا يجب أن يصاحبه تخصيص حصص أو تقليص خدمات إمداد بالطاقة، ولكن ترشيد استهلاك الطاقة يعني تحديد مواقع الاستخدام المهدر وإتخاذ خطوات العمل اللازمة لخفض هذا الفاقد إلى حده الأدنى أو منعه تماماً.

ويمكن ترشيد استهلاك الطاقة في المبنى من خلال إحدى طريقتين:

- طريقة مباشرة تعتمد علي ترشيد الطاقة الحالية بإعادة تنظيم ما هو متاح لخفض الفقد وتحسين كفاءة الأداء باستخدام النظم المرشدة للطاقة.
- طريقة غير مباشرة وتعتمد على استبدال الطاقة الحالية بأخرى مستديمة أو أكثر كفاءة، باعتماد المبنى ذاتياً علي الطاقة المولدة داخله من مصادر الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح.[١٠]

١,١,٥ محاور ترشيد استهلاك الطاقة بالمباني

يعتمد ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها في قطاع الأبنية على الإجراءات والتصرفات التي يقوم بها مستخدموا هذه الأبنية وعلى إدارة الطاقة فيها، والتي يمكن تصنيفها كالتالي:

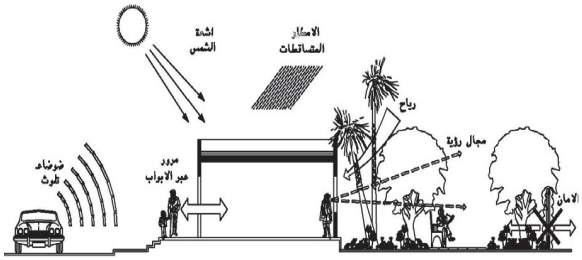
أ- **ترشيد استهلاك الطاقة بما يرتبط بالمبنى نفسه:** يتركز الاهتمام في فرص ترشيد استهلاك الطاقة في قطاع الأبنية من خلال البناء نفسه في اتجاه رفع كفاءة استخدام الطاقة لتوفير الراحة للإنسان من خلال وفق أساليب التصميم المعماري الواعي للطاقة، حيث يراعى في ذلك تكيف المبنى مع الظروف البيئية والجغرافية والمناخية المحيطة.[١١]

ب- **ترشيد استهلاك الطاقة بما يتعلق بالأجهزة والنظم والمعدات المستخدمة في المبنى:** تستهلك المباني قدر كبير من الطاقة معظمها لتدفئة وتبريد وتهوية وإضاءة المبنى، لذا تم الاهتمام بفرص ترشيد استهلاك الطاقة عن طريق نظم إدارة الطاقة والتي تعتبر من الوسائل الممكنة لترشيد الطاقة وخفض استهلاكها وتكاليفها.

ج- **ترشيد استهلاك الطاقة بما يرتبط بمستخدم المبنى**: يعتمد على وضع برامج التوعية عن طريق وسائل الإعلام المرئي والمسموع والمكتوب، وعلى نطاق المجتمع المدني وخاصة من الناحية السلوكية.[١٠]

٢,٥ الغلاف الخارجي للمبنى

المناخ داخل الفراغات المعمارية ما هو إلا جزء من المناخ الخارجي ولكن قد طرأت عليه بعض التغيرات عن ظروف المناخ الخارجي نتيجة وجود وسط انتقل خلاله المناخ الخارجي إلى داخل الفراغ، وهذا الوسط ما هو إلا الغلاف الخارجي لهذا الفراغ، لذلك يعتبر الغلاف الخارجي للمبنى حلقة الوصل بين الداخل والخارج سواء إتصل الداخل بالخارج كالرؤية أو دخول وخروج المبنى، أو التأثير بالضوضاء أو الحرارة أو ما غير ذلك من العوامل الخارجية التي تؤثر على الفراغ الداخل.[٦]



تبادل الاتصال بين الداخل والخارج عن طريق الغلاف الخارجي

ويعتبر الانتقال الحراري ما بين الداخل والخارج من أهم عناصر المناخ ذات التأثير القوي على الإنسان من حيث إحساسه بالراحة من عدمه، فيتم الانتقال الحراري بين البيئة الخارجية والوسط الداخلي للمبني من خلال غلافه الخارجي من حوائط وأسقف وكذلك من خلال الفتحات الخارجية، وتنتقل الحرارة بنفس الطريقة خلال الأسقف والحوائط على السواء، إلا أن كمية الأشعة الساقطة على السطح تكون أكبر نتيجة لطول مدة تعرضه للشمس فبالتالي تكون كمية الحرارة المتسربة من خلاله إلى الداخل تكون أكبر من الحوائط الرأسية. أما الفتحات فتعتبر المصدر الرئيسي لنفاذ الحرارة إلى الداخل وذلك لرقة سماكتها حيث إنها في الغالب تكون من الزجاج.[٣]

١,٢,٥ أساليب معالجات عناصر الغلاف الخارجي

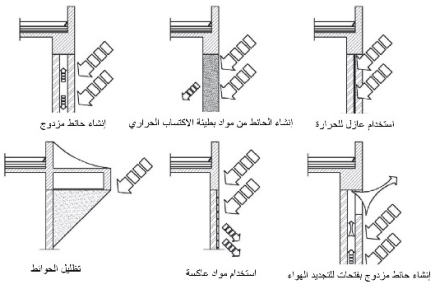
معالجات الغلاف الخارجي لا تعني التخلص كلياً من الحرارة النافذة من خلاله، ولكن تعتبر وسائل مساعدة للحد من الحرارة النافذة إلى داخل الفراغ، وهناك عدد معالجات مختلفة حسب العنصر يمكن إيجازها فيما يلي:

أ- معالجات الأسقف: يمكن تقليل الحرارة النافذة للأسطح عن طريق المعالجات الآتية:

- استخدام مواد عازلة للحرارة.
- استخدام مواد عاكسة لأشعة الشمس.
- ترك فراغ هوائي عازل.
- استخدام أشكال منحنية للسقف[٣].

ب- معالجات الحوائط: تتشابه معالجات الحوائط إلى حد كبير مع معالجات الأسقف ومن أمثلة تلك المعالجات كما يلي:

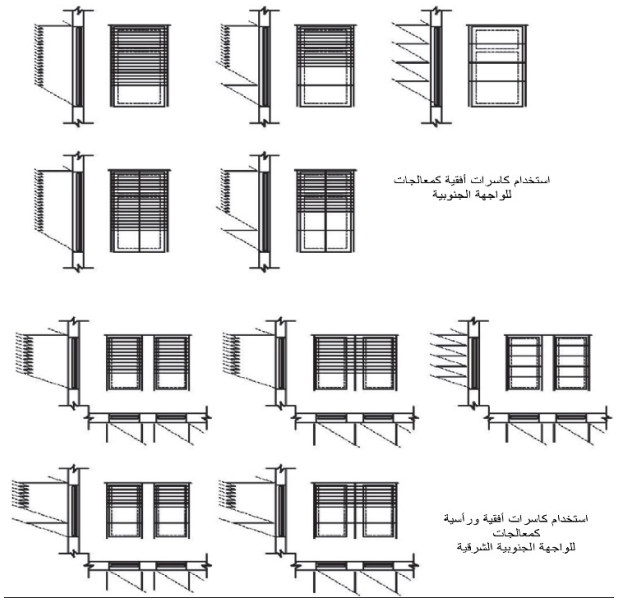
- استخدام عازل للحرارة في الحوائط.
- إنشاء الحوائط من مواد بطيئة الاكتساب والانتقال الحراري.
- إنشاء حوائط مزدوجة تسمح بمرور الهواء وتجديده.
- تكسية الحوائط بمواد عاكسة للحرارة.
- تظليل أجزاء من الحوائط الخارجية بالبروزات.



وسائل معالجات الحوائط

ج- معالجات الفتحات الخارجية: معالجة الفتحات الخارجية لها دور أساسي في تقليل الحمل الحراري النافذ لداخل المبنى ومن أشهر أمثلة معالجات الفتحات الخارجية ما يلي:

- استخدام كاسرات الشمس الرأسية والأفقية وتختلف كاسرات الشمس باختلاف الواجهة الموجود بها الفتحة وأيضاً يختلف تصميم الكاسرة حسب رؤية المصمم بشرط أن تحقق الهدف الأساسي في منع أشعة الشمس من النفاذ لداخل الفراغ.
- استخدام نوع زجاج بمواصفات عالية لتقليل الاحمال الحرارية المنتقلة عبر الفتحات.



وسائل معالجات الفتحات

٢,٢,٥ أثر الغلاف الخارجي للمبنى على استهلاك الطاقة

بالنسبة للمباني المكيفة ميكانيكاً فللغلاف الخارجي للمبني دور رئيسي في تقليل الأحمال علي أجهزة التكييف التي ترفع من تكلفة تشغيل المبنى طوال فترة عمره الكلي، حيث إنَ الغلاف الخارجي يعتبر حلقة الوصل بين الفراغ الداخلي والفراغ الخارجي المحيط بالمبنى، مشكلاً طبقاً لتصميمه والمواد المصنع منها مناخ داخلي مصغر، وبناء على ذلك يمكن اعتبار مفاهيم التحكم الأساسية في التصميم المناخي كالتالي:

- الحد من الاكتساب الحراري من المصادر الحرارية المحيطة.
- الحفاظ على الطاقة الحرارية بالفراغ الداخلي.
- التخلص من الطاقة الحرارية بالفراغ الداخلي.

وقد توصل العديد من الباحثين في مجال العمارة، ومجال فيزياء المباني إلى معايير ومحددات فنية عند توافرها في الغلاف الخارجي للمبنى تتحقق الراحة الحرارية للمباني غير المكيفة، وتساهم في تقليل أحمال التكييف بالنسبة للمباني المكيفة مما يخفض الطاقة المستهلكة في تشغيلها، ومن أحجام هذه الوحدات وبالتالي تكاليف الإنشاء والتشغيل علي طول العمر الكلي للمبنى، وقام المركز المصري لبحوث الإسكان والبناء بإصدار الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة بالمباني كمرجع أساسي يعتمد عليه المصمم في أعمال الغلاف الخارجي للمبنى.[٦]

٣,٥ الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني

يهدف هذا الكود إلى تحديد المتطلبات الالزامية للغلاف الخارجى للمباني المكيفة أو غير المكيفة، لتحسين كفاءة استخدام الطاقة وتوفير الراحة الحرارية للمستعملين. وتساهم أساليب التصميم المعمارى البيئى وكذا الطرق السلبية للتبريد والتدفئة فى ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية، ومن هذه الأساليب التحكم فى الإشعاع الشمسي الساقط على الأسطح الخارجية للمبنى واختيار توجيه المبنى والنسب المثلى للفتحات واختيار الخصائص الحرارية لمواد البناء ومواد العزل الحراري المستخدمة فى عزل الغلاف الخارجي للمبنى.[٤]

٦. الدراسة التطبيقية

تقوم الدراسة التطبيقية على تحليل نموذج لمعالجات الواجهة الجنوبية الغربية بمبنى وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة.

مبنى وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة (المصدر الباحث)

يتكون المبنى من دور بدروم ودور ارضي وميزانين ١٣ دور متكرر ودور سطح، تبلغ اجمالي المساحة المبنية للمبنى حوالي ٤١٨٠٠,٠٠ م٢

يتناول هذا الجزء من البحث وضع منهجية لتطبيق خطة عمل هندسة القيمة على معالجات الغلاف الخارجي للواجهة الجنوبية الغربية للمبنى كنموذج بهدف اختيار المعالجات المناسبة تبعاً لموقع المشروع والظروف المحيطة به، وذلك أثناء مرحلة تطوير المبنى، إذ تعتمد الدراسة على هندسة القيمة فى تحليل عناصر الغلاف الخارجى وإيجاد بدائل المعالجات وتقييم تلك البدائل ثم اختيار البديل الأمثل الذى يحقق أعلى قيمة بجودة وتكلفة مناسبة، حيث تبدأ خطة عمل هندسة القيمة بخطوة الإعداد للدراسة تليها خطوة ورشة عمل هندسة القيمة.

١,٦ تطبيق خطوات منهج هندسة القيمة على الحالة الدراسية

تمر خطة العمل بعدة مراحل تبدأ بمرحلة المعلومات إلى أن تنتهي بالتقرير الابتدائي للدراسة.

١,١,٦ مرحلة المعلومات

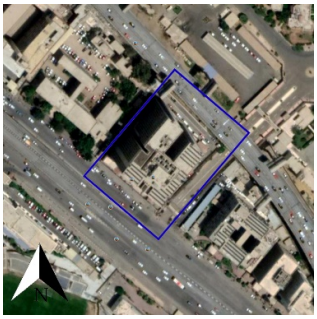
تبدأ هذه المرحلة بخطوة جمع المعلومات ثم تحليل المعلومات ثم استخلاص نتائج التحليل.

١,١,١,٦ جمع المعلومات

أ- **موقع المشروع:** يقع المشروع بإقليم الدلتا والقاهرة تبعاً لتقسيم الأقاليم المناخية بجمهورية مصر العربية المحددة بالكود المصري لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المباني.

ب- **الموقع العام**: المسقط الأفقي للمبنى على شكل حرف Uتتجه أضلاعه للاتجاهات شمال شرق وجنوب شرق وجنوب غرب وشمال غرب حيث يقع المدخل الرئيسي للمشروع على الواجهه الجنوبية الغربية.

ومن خلال دراسة الموقع العام للمبنى نجد أنه لا يقع على المبنى أي ظلال ناتجة عن المباني المجاورة في أي اتجاه نظراً لبعد المبنى عنهم. الا ان المبنى يسقط ظلال علي نفسه نتيجة تشكيل المسقط الافقي في الواجهة الشمالية الغربية.

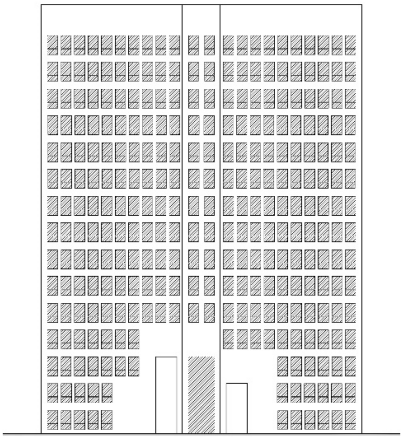


الموقع العام لمبنى وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة (المصدر الباحث)

ج – تحليل المسقط الافقي للدور المتكرر والواجهة الجنوبي الغربية

المسقط الافقي للدور المتكرر للمبنى

يتضح من المسقط الافقي ان نسبة الفراغات الادرارية المطلوب توفير راحة حرارية بها تشغل نسبة ١٠٠٪ من مساحة الواجهة الجنوبية الغربية.



الواجهة الجنوبية الغربية للمبنى (المصدر الباحث)

فيما يلي تحليل عناصر الواجهة محل الدراسة طبقا لمعايير الكود المصري لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المباني لتحديد مدى مطابقة عناصر الواجهة لمعايير الكود، وفي هذه المرحلة يتم تقسيم عناصر الواجهة الي عناصر مصمتة وفتحات.

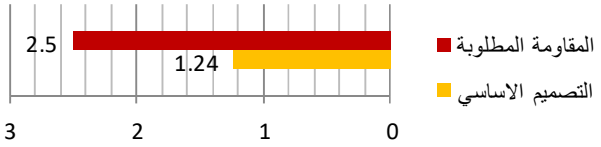
المساحة الإجمالية للواجهة الجنوبية الغربية: ٢١٦٠م٢		
العنصر	المساحة	النسبة من مساحة الواجهة
حوائط مصمتة	١٣١٧,٦٠م٢	٦١ %
فتحات	٨٤٢,٤٠ م٢	٣٩ %

اولا: تحليل الحوائط المصمتة

نسبة الحوائط بالواجهة الجنوبية الغربية : ٦١ %		
الخصائص	**التوصيف**	**طريقة الحساب**
اللون	**داكن**	**لأن امتصاصية سطحة الخارجي زادت عن ٥٠٪.**
ثقل الإنشاء	**إنشاء ثقيل**	**لأن كثافة مواد الحائط تزيد عن ٤٥٠ كجم/م٣.**
المقاومة الحرارية المطلوبة		**٢,٥٠**
يتم احتساب المقاومة الحرارية الكلية للحائط عن طريق الجمع الجبري لمقاومات طبقات الحائط		
الطبقات		**المقاومة**
المقاومة السطحية الداخلية		**٠,١٧**
٢ سم بياض		**٠,٢٨**
٢٥ سم طوب اسمني		**٠,٣٣**
٢ سم بياض		**٠,٢٨**
المقاومة السطحية الخارجية		**٠,١٨**
النتائج النهائية لحساب المقاومة الحرارية الموجودة بحوائط الواجهة الجنوبية بالتصميم الأساسي		
المقاومة الحرارية الإجمالية للحائط		**١,٢٤**

تحليل الحوائط بالنسبة لمتطلبات الكود (المصدر الباحث)

من الجدول السابق يتضح ان المقاومة الحرارية الكلية للحوائط المصمتة بالواجهة تساوي ١,٢٤ ومع مراجعة متطلبات الحوائط المصمتة مع الكود نجد ان المقاومة الحرارية الكلية المطلوبة تساوي ٢,٥٠

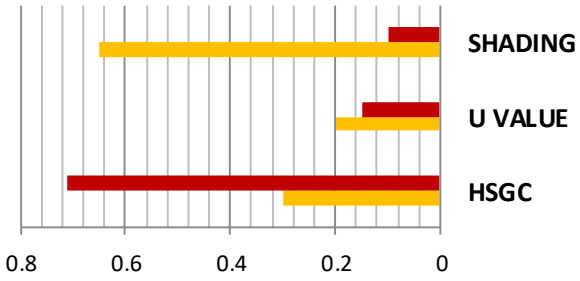


التصميم الاساسي للحوائط المصمتة بالنسبة لمتطلبات الكود (المصدر الباحث)

ثانيا: تحليل الفتحات

من خلال دراسة خواص الفتحات الموجودة بالتصميم الاساسي للمبنى ومقارنتها بمتطلبات الكود نجد انه يجب الا يزيد معامل الاكتساب الحراري الشمسي لفتحات الواجهة الجنوبية الغربية للمبنى عن ٠,٣ والا تقل المقاومة الحرارية للفتحات عن ٠,٢ وان الحد الادنى لنسبة اظلال الفتحات ٦٥٪ طبقا لمعايير الكود المصري لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة.

نسبة مساحة الفتحات بالواجهة الجنوبية الغربية:٣٩٪		
الخصائص	**التصميم الاساسي**	**القيمة المطلوبة**
معامل الاكتساب الحراري الشمسي	**٠,٧١**	**٠,٣٠**
المقاومة الحرارية	**٠,١٥**	**٠,٢٠**
نسبة الاظلال	**لا يوجد**	**٦٥٪**

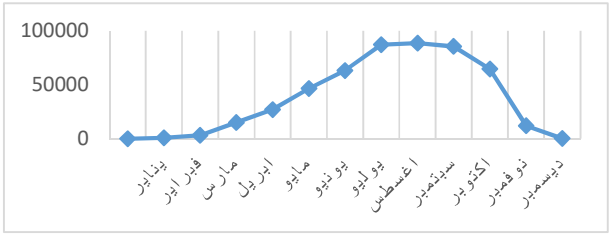


تحليل الفتحات بالنسبة لمتطلبات الكود (المصدر الباحث)

د – احمال التبريد

تم استخدام برنامج Design Builder من أجل محاكاة الوضع القائم للمبنى وحساب احمال التبريد اللازمة للفراغات الادارية المتصلة بالغلاف الخارجي للواجهة الجنوبية الغربية للمبنى، ومن أجل محاكاة الوضع القائم بصورة صحيحة تم ادخال البيانات الاتية

- تحديد موقع المبنى : يقع المبنى علي خط عرض ٣٠,١٣ وخط طول ٣١,٤٠
- التوجيه : جنوب غرب
- نشاط المبنى: مكاتب ادارية
- اجمالي مساحة الفراغات الادارية المتصلة بالواجهة محل الدراسة ٣٦٠٠م٢
- الارتفاع الصافي للطابق الواحد ٢,٧٠م اسفل الاسقف المستعارة.
- عدد الادوار: ١٥ دور
- درجة التبريد: ٢٤
- انظمة التحكم : لا يوجد
- جدول التشغيل: ٨ ص :٥ م
- اجهزة التكييف: ٦ وحدات تشيلرز بسعة ١٥٠ طن
- الارتفاع عن سطح البحر: ٧٤ م
- متوسط درجات الحرارة السنوية ٢٧ س



احمال التبريد الشهرية للفراغات الادارية (الباحث باستخدام برنامج ((Design Builder

يتبين من نتائج تحليل الاحمال للتصميم الاساسي للمبنى حيث تصل احمال التبريد السنوية ٤٩٣٤٢٤,٠٠ ك وات / س

هـ- دراسة التشكيل المعماري والاشتراطات البنائية.

من خلال دراسة الظروف الخاصة بالمبنى محل الدراسة للتعرف علي الحدود المسموح بها للتدخل من حيث التعديل أو الإضافة تبين الأتي:

- ضرورة الحفاظ على الشكيل المعماري للمبنى.

- عدم السماح بالتغيير في مساحة الدور أو مساحة الفراغات الداخلية بعمل واجهة مزدوجة أو بعمل بروزات خرسانية في أي اتجاه من الغلاف الخارجي.
- يتبين امكانية تغيير زجاج النوافذ مع احكام الشبابيك لمنع تسرب الهواء.
- إمكانية اضافة عناصر تظليل للفتحات.

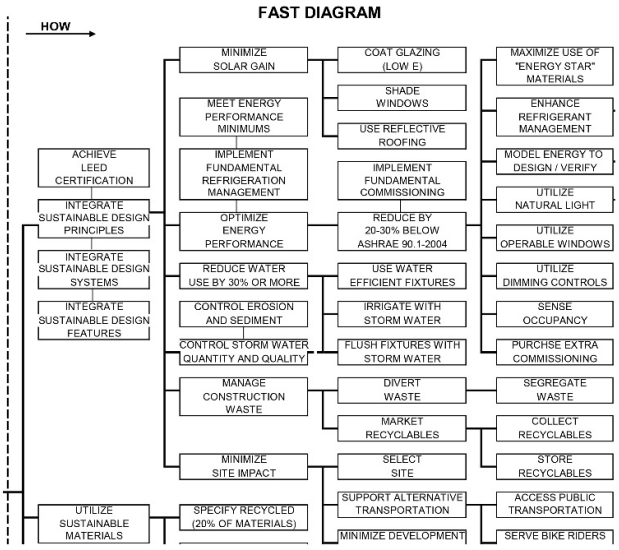
٢,١,١,٦ استخلاص نتائج التحليل

من خلال دراسة التصميم الابتدائي للمبنى نستنتج ما يلي:

- أن ٣٩ % من الغلاف الخارجي للواجهة محل الدراسة عبارة عن فتحات نوافذ.
- ضعف المقاومة الحرارية للزجاج المستخدم في النوافذ نظرا لاستخدام الزجاج من النوع المفرد العاكس.
- يتم استخدام نظام تكييف تشيلرز، تم ضبط درجة التبريد عند ٢٤ درجة مع عدم وجود انظمة تحكم ومواعيد التشغيل من الساعة ٨ صباحا حتى الساعة ٥ مساء.
- مقاومة الحوائط المصمتة المطلوبة ٢,٥ والمقاومة للتصميم الاساسي ١,٢٤
- معامل الاكتساب الحراري الشمسي للزجاج المطلوب ٠,٣ والحالي ٠,٧١
- مقاومة الزجاج المطلوبة ٠,٢ والحالية ٠,١٥
- لا يوجد تظليل للفتحات بالتصميم الاساسي.

٢,١,٦ مرحلة تحليل الوظائف

وتبدأ هذه المرحلة بتحديد الوظائف، ثم تصنيف الوظائف، ثم ربط الوظائف بمخطط FAST، وتنتهي باختيار الوظائف التي يمكن تحسينها.



مخطط FAST لتحليل الوظائف١٦

٣,١,٦ مرحلة الابتكار وطرح الأفكار

بعد أن تعرفنا على محددات توافق عناصر الغلاف الخارجي محل الدراسة مع متطلبات الكود، وعلى خصائص ومواصفات المواد، وعلى المواصفات المطلوب تحقيقها ودراستها، تأتي الخطوة الثالثة وهى الابتكار وطرح الأفكار التي تهدف إلى ابتكار أو إبداع أفكار جديدة لتحقيق الوظائف المطلوبة والمواصفات الفنية للغلاف الخارجي، ويعتمد إيجاد البدائل لتحقيق الوظائف المطلوبة على التالي:

- عدم التأثير على التشكيل المعماري الحالي للغلاف الخارجي.
- تحقيق الحد الأدنى للمتطلبات الالزامية بكود تحسين كفاءة استهلاك الطاقة.
- عدم تخصيص مساحات بالمسقط الأفقي للمعالجات المناخية.
- توافق معالجات الغلاف الخارجي مع الاشتراطات البنائية للمبنى.

١,٣,١,٦ طرح الأفكار

يتم طرح الأفكار الخاصة بمعالجات الغلاف الخارجي للمبنى كالتالي:

البديل الأول: استبدال زجاج النوافذ بزجاج مزدوج عازل يحقق المتطلبات الفنية للكود المصري بحيث لا يزيد معامل الاكتساب الحراري الشمسي للزجاج المقترح عن ٠,٣، ولا تقل المقاومة الحرارية عن ٠,٢.

البديل الثاني: إظلال الفتحات جزئيا عن طريق إضافة كاسرات شمس أفقية بحد أقصي ٤٠ سم بروز عن سطح زجاج الفتحات بحيث يحقق ٦٥٪ نسبة اظلال للفتحات ليتوافق مع متطلبات الكود.

البديل الثالث: إظلال الفتحات جزئيا عن طريق إضافة كاسرات شمس رأسية بحد أقصي ٤٠ سم بروز عن سطح زجاج الفتحات بحيث يحقق ٦٥٪ نسبة اظلال للفتحات ليتوافق مع متطلبات الكود.

البديل الرابع: عزل الحوائط المصمتة للغلاف الخارجي بإضافة عزل بولي ايثيلين EPS خارجي للوصول الي المقاومة الحرارية المطلوبة طبقا للكود.

البديل الخامس: عزل الحوائط المصمتة للغلاف الخارجي باضافة تجاليد الومنيوم الكوبوند خارجي للوصول الي المقاومة الحرارية المطلوبة طبقا للكود.

البديل	الفكرة	المميزات والعيوب
الأول	استبدال الزجاج المفرد بأخر مزدوج عاكس	▪ عدم التاثير على التشكيل المعماري للمبنى. ▪ تحقيق متطلبات الكود
الثاني	تظليل الواجهة جزئياً بكاسرات شمس أفقية	▪ تاثير مسموح به على التشكيل المعماري للمبنى. ▪ تحقيق متطلبات الكود
الثالث	تظليل الواجهة جزئياً بكاسرات شمس رأسية	▪ تاثير مسموح به على التشكيل المعماري للمبنى. ▪ تحقيق متطلبات الكود
الرابع	اضافة عزل بولي ايثيلين EPS خارجي	▪ عدم التاثير على التشكيل المعماري للمبنى بشرط الالتزام بنفس اللون للتصميم الاساسي ▪ تحقيق متطلبات الكود
الخامس	إضافة تجاليد الومنيوم الكوبوند خارجي	▪ عدم التاثير على التشكيل المعماري للمبنى بشرط الالتزام بنفس اللون للتصميم الاساسي ▪ تحقيق متطلبات الكود

تسجيل الافكار وعرض المميزات والعيوب لبدائل المعالجات (المصدر الباحث)

٤,١,٦ مرحلة التقويم والاختيار

الغرض من تلك الخطوة دراسة وتحليل جميع الأفكار التي وردت سابقاً في مرحلة طرح الأفكار، وبما أن الحكم على الأفكار كان ممنوعاً في تلك المرحلة، فمن الممكن أن يكون هناك عدد من الأفكار غير مناسب وغير عملي، لهذا يتم هنا تقييم واختيار الأفكار الجادة، واختبار مدى جودتها وقابليتها للتطبيق.

١,٤,١,٦ تقييم وتحسين الأفكار

من خلال تقييم الأفكار السابقة نجد أن البديل الخامس وهى عزل الحوائط المصمتة بتجاليد الومنيوم الكوبوند بالغلاف الخارجي ليس لها تأثيرملحوظ على تغيير الخواص الحرارية للحوائط كما ان لها تأثير سلبي على التشكيل المعماري للمبنى لذلك يتم استبعاد الفكرة من الخطوات التالية، وسيتم في المرحلة القادمة المقارنة بين التصميم الأساسي والبدائل الآتية:

- البديل الأول: إستبدال الزجاج المفرد بأخر مزدوج عاكس
- البديل الثاني: إضافة كاسرات شمس أفقية للفتحات
- البديل الثالث: إضافة كاسرات رأسية للفتحات.
- البديل الرابع: عزل الحوائط المصمتة بإضافة عز بولي ابثيلين خارجي EPS

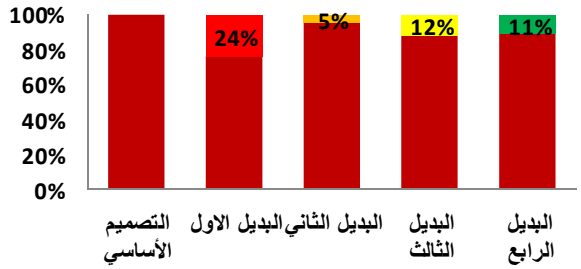
٢,٤,١,٦ اختيار الأفضل

يتم المفاضلة بين بدائل المعالجات للغلاف الخارجي المقترحة، وتتم هنا المفاضلة عن طريق حساب التكاليف لبدائل المعالجات، ومصفوفة التقييم المعياري.

أ- حساب الوفر في استهلاك الطاقة.

يتم احتساب الوفر في استهلاك الطاقة لكل بديل من البدائل لمدة زمنية ٢٠ سنة عن طريق برنامج Design Builder من أجل محاكاة البدائل المقترحة للمبنى وحساب احمال التبريد اللازمة للفراغات الادارية المتصلة بالغلاف الخارجي للواجهة الجنوبية الغربية.

البدائل	احمال التبريد السنوية ك وات / س	قيمة الاستهلاك بالجنيه لمدة ٢٠ سنة	قيمة الوفر جنيه	نسبة التوفير %
التصميم الاساسي	٤٩٣٤٢٤	١١٦٤٤٨٠٦	٠	٪٠
الاول	٣٧٥٠٠٢	٨٨٥٠٠٤٧	٢٧٩٤٧٥٨	٪٢٤
الثاني	٤٦٨٧٥٢	١١٠٦٢٥٦٦	٥٨٢٢٣٩	٪٥
الثالث	٤٣٤٢١٣	١٠٢٤٧٤٢٩	١٣٩٧٣٧٦	٪١٢
الرابع	٤٣٩١٤٧	١٠٣٦٣٨٦٠	١٢٨٠٩٤٦	٪١١



نسبة توفير البدائل لاستهلاك الطاقة (المصدر الباحث)

ب- حساب تكاليف بدائل المعالجات

يتم حساب التكاليف الابتدائية اللازمة لبدائل المعالجات شاملة كافة لوازم التنفيذ من توريد المواد الخام – العمالة اللازمة للتنفيذ – تكاليف النقل والمعدات... إلخ.

يتم احتساب الوفر في استهلاك الطاقة اللازمة لأحمال التبريد لكل بديل من البدائل عن طريق المعادلة التالية

$$\text{معامل المستحق الحالي} = \frac{1}{(1+ر)^{ن}}$$

- **المستحق الحالي (ح):** هو قيمة المبلغ المطلوب الآن لكي يمكن الإنفاق على التكاليف الدورية والتكاليف الجارية في المستقبل.
- **المستحق المستقبلي (م):** هو قيمة المبلغ الذي سوف يتم إنفاقه في المستقبل على التكاليف الدورية والتكاليف الجارية وتكلفة استهلاك الطاقة.
- **معدل التضخم (ر):** هو نسبة الاستثمار أو الزيادة السنوية في تكلفة السلع أو الخدمات والتي يحددها البنك المركزي المصري سنوياً.
- **عدد السنوات (ن):** هو الزمن من عمر المادة أو البديل الذي نحتاج فيه إلى إنفاق التكاليف الدورية والتكاليف الجارية.

يتم احتساب التكلفة الكلية عن طريق حساب التكلفة الابتدائية بالاضافة الى قيمة استهلاك الطاقة على فترة عمر ٢٠ سنة بداية من العام الحالي.

البدائل	التكلفة الابتدائية	قيمة الاستهلاك بالجنيه لمدة ٢٠ سنة	التكلفة الكلية
الاساسي	٠	١١٦٤٤٨٠٦	١١٦٤٤٨٠٦
الاول	٧٥٠٠٠٠	٨٨٥٠٠٤٧	٩٦٠٠٠٤٧
الثاني	٢٩٠٠٠٠	١١٠٦٢٥٦٦	١١٣٥٢٥٦٦
الثالث	٥٤٠٠٠٠	١٠٢٤٧٤٢٩	١٠٧٨٧٤٢٩
الرابع	٤٣٠٠٠٠	١٠٣٦٣٨٦٠	١٠٧٩٣٨٦٠

التكلفة الكلية لبدائل المعالجات لمدة ٢٠ سنة (المصدر الباحث)

ج- مصفوفة التقييم المعياري للبدائل

A	مراعاة التشكيل المعماري	A							
B	تقليل احمال التبريد	A1	B						
C	التأثير على المساحة	A2	B2	C					
D	التأثير على الأظلالة	A2	B2	CD	D				
E	التأثير على الراحة الضونية	A2	B2	CE	ED	E			
الوزن		7	6	2	2	2	درجة الجودة	التكلفة	مقياس القيمة	الدرجة
البدائل		38	32	10	10	10				
التصميم الأساسي		5	1	5	5	4	362	11644806	3.1	6.2
النسبة المئوية للأهمية		190	32	50	50	40				
البديل الاول: إستبدال زجاج النوافذ		5	5	5	4	4	480	9600047	4.99	10
النسبة المئوية للأهمية		190	160	50	40	40				
البديل الثاني: اضافة كاسرات افقية		4	3	5	4	3	368	11352566	3.24	6.4
النسبة المئوية للأهمية		152	96	40	40	40				
البديل الثالث: إضافة كاسرات رأسية		3	5	5	3	3	384	10787429	3.55	7.1
النسبة المئوية للأهمية		114	160	50	30	30				
البديل الرابع: عزل الحوائط المصمتة		2	3	5	5	5	322	10793860	2.98	5.9
النسبة المئوية للأهمية		76	96	50	50	50				

مصفوفة التقييم المعياري (المصدر الباحث)

من خلال الدراسة يتضح أن البديل الاول للمعالجات وهو عبارة عن استبدال زجاج النوافذ المفرد بزجاج مزدوج عاكس هو الأعلى قيمة بين البدائل الأخرى وهو الخيار الأمثل لمعالجة ترشيد استهلاك الطاقة في المبنى محل الدراسة.

٥,١,٦ مرحلة إعداد التقرير المبدئي

يتم إعداد التقرير المبدئي للدراسة ويكون مفصلاً لشرح المشروع والمشكلة والأفكار المطروحة لحلها، مع اقتراح البديل الامثل.

٧. النتائج

- توصل البحث إلى تأكيد أهمية تطبيق منهج هندسة القيمة اثناء مرحلة التخطيط لتطويرالمباني القائمة وتأثيرها على اتخاذ القرارات التصميمية لمعالجات الغلاف الخارجي للمبنى، وكيفية تطبيق هذا المنهج بشكل صحيح لتحقيق أفضل أداء بالتكلفة المناسبة.
- التأكيد على المقدرة الفائقة لمفهوم هندسة القيمة على الاختيار بين البدائل اعتماداً على التحليل المقارن للمستوى القيمي للعناصر التصميمية المكونة لكل بديل على حدة.
- إمكانية تقليل التكلفة دون الاخلال بمعايير الجودة عن طريق عمل الدراسات الدقيقة أثناء مرحلة التصميم.
- تحقيق الاستدامة بالمباني لا يتطلب التأثير على تشكيل الغلاف الخارجي للمبنى بل من الممكن أن يكون المبنى مستداماً ويخضع شكله الخارجي للتعبير المعماري الذي يريده المصمم.
- يمثل الغلاف الخارجي النصيب الأكبر من منظومة تحقيق الراحة الحرارية بالنسبة للمبنى ككل.
- ان تحقيق الاستدامة لا يقتصر على المبانى الجديدة فحسب بل يمتد ليشمل المبانى القائمة.

٨. التوصيات

- ضرورة وجود فريق عمل هندسة القيمة أثناء مراحل التخطيط لتطوير المباني القائمة والقيام بعمل الدراسة القيمية للمشروع.
- حث المعمارين على إعطاء الفرصة والوقت المناسب لتطبيق منهج هندسة القيمة علي مشروعاتهم، للرفع من جودة المشروعات.
- التأكيد على أن تطبيق منهج هندسة القيمة يعتبر أحد مراحل العمل بالمشروع المعماري.
- العمل علي تحقيق متطلبات الكود المصري لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة بالمباني وضرورة مراعاتها أثناء عملية التصميم.
- العمل على إيجاد بدائل للمعالجات المختلفة التي من شأنها أن تقلل في التكلفة مع الأخذ في الاعتبار المعايير والمواصفات الفنية دون أن تؤثر بالسلب على الجودة.

٩. المراجع

١. عبد العزيز سليمان اليوسفي، إدارة القيمة – المفهوم والأسلوب، مكتبة الملك فهد الوطنية، الطبعة الثالثة، الرياض،٢٠٠٠.

٢. مهاب حامد مطر . الهندسة القيمية . الإدارة الهندسية بين الجودة والتكلفة. مركز تطوير الأداء والتنمية . الطبعة الأولى2008 .

٣. محمد بدر الدين الخولي، المؤثرات المناخية والعمارة العربية، دار المعارف، القاهرة، ١٩٧٧.

٤. اللجنة الدائمة لإعداد الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني، الكود المصري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني، كود رقم ٣٠٦ / ٢، المركز القومي لبحوث الإسكان، القاهرة، ٢٠٠٥.

٥. محمد سعيد مصيلحي، الهندسة القيمية نحو منهج توافقي قيمي لمشروعات الإسكان الحكومي بمصر من خلال التحليل الوظيفي، رسالة دكتوراة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، القاهرة، ٢٠١٢.

٦. محمد عبد الفتاح أحمد العيسوي، اقتصاديات التصميم البيئي – نموذج لتصميم بيئي اقتصادي وتأثيره على المباني، رسالة دكتوراة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، القاهرة، ٢٠٠٧.

٧. أحمد إبراهيم عثمان، منهج إدارة القيمة بين رفع الجودة وخفض التكاليف – دراسة في تطبيق المنهج على مرحلة إعداد مستندات طرح المشروع، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة عين شمس، القاهرة، ٢٠٠٦.

٨. جاكلين فهمي فرج، إدارة المشروعات المعمارية، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الإسكندرية، ٢٠٠٥.

٩. علي عباس يحيى العلفي، الاستدامة كمدخل لترشيد الطاقة في المباني باستخدام الطاقة المتجددة – دراسة ميدانية في اليمن، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، القاهرة ٢٠١٤.

١٠. أمل كمال محمد شمس الدين، ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة عين شمس، القاهرة، ٢٠٠٣.

١١. ماجدة بدر أحمد إبراهيم، دراسة تحليلية لتقييم الأداء البيئي للمباني الذكية، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، القاهرة ٢٠١٠.
١٢. محمد عباس الزعفراني، التصميم المناخي للمنشآت المعمارية – مدخل كمي لتقييم الأداء المناخي للغلاف الخارجي وتفاعله مع محيطه العمراني، رسالة دكتوراة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، القاهرة، ٢٠٠٠.
١٣. Dell' Isola Alphonse, Value Engineering in the Construction Industry, 1982.
١٤. Dell' Isola Alphonse, Value Engineering - Practical Applications for Design, Construction, Maintenance and Operations, 1997.
١٥. Zimmerman and Glen Hart, Value Engineering – A Practical Approach for Owners, Designers and Constructors, 1997.
١٦. Charles J. Kibert, Sustainable Construction – Green Building Desigen and Delivery, Second Edition, John Wiley & Sons, New Jersey, 2008.