

منهج لتحسين فاعلية الطاقة في المباني من خلال تطبيق تقنيات الهندسة القيمية

أ.د.م. / محمد سعيد مصيلحي السيد

أستاذ مساعد بكلية الهندسة - جامعة الفيوم

أ.د. / إيهاب محمود بيومي عقبة

أستاذ التصميم والتخطيط البيئي بكلية الهندسة - جامعة الفيوم

msm16@fayoum.edu.eg

emo00@fayoum.edu.eg

اسم الباحث : مها محمود ربيع محمد الفخراني

الوظيفة : باحثة دراسات عليا بكلية الهندسة _قسم الهندسة المعمارية _جامعة الفيوم

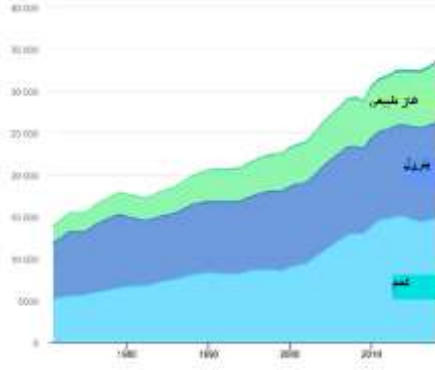
البريد الإلكتروني: mm1364@fayoum.edu.eg

ملخص البحث :

إن الزيادة السريعة في إستهلاك الطاقة عالميا نتج عنه زيادة الإهتمام بالطاقة ومراعاة تأثيراتها حيث أن هذه الزيادة السريعة في هذا الإستهلاك نتج عنه مخاوف من إنتهاء مصادر الطاقة وزيادة التلوث البيئي الذي بدوره يؤثر على الإنسان وقطاع المباني بما يشغله من مساحة كبيرة ، ومع زيادة الوعي بالبيئة ومشاكلها والإهتمام بها أصبح هناك اهتمام بكفاءة الطاقة في المباني وتحسين جودة الطاقة بها فتم التوجه إلى الهندسة القيمية لتحسين هذه الجودة والهندسة القيمية هي نظام له تاريخ في تحسين القيمة للمنتج عن طريق تحسين الفاعلية وتحسين دورة حياة المنتج فهي عملية منظمة استخدمت بفاعلية على نطاق واسع في الشركات والمؤسسات وهي دمج ومزج بين علوم الإدارة وعلوم الهندسة ، فالهندسة القيمية هي وسيلة محددة وكفؤ للغاية لتحديد فاعلية الإستهلاك في المنتج أو المشروع ، وتطبيق الهندسة القيمية في بداية أى مشروع يعمل على زيادة الفاعلية به ، ولأن حسابات الطاقة تكون على مدى زمنى طويل فإن أفضل طريقة لحساب الطاقة وإستهلاكها يكون عن طريق حسابات تكلفة دورة الحياة لمعرفة تأثير هذا الإستهلاك على العمر الزمنى للمنشأ أو العنصر الذي يتم دراسة تأثير إستهلاك الطاقة عليه وتعتبر حسابات تكلفة دورة الحياة جزء من دراسات الهندسة القيمية والهدف من البحث هو الوصول إلى منهج لتحسين فاعلية الطاقة في المباني من خلال تطبيق تقنيات الهندسة القيمية ولا يقصد هنا إيجاد منهجية مبتكرة ولكن هو إستخدام منهجية الهندسة القيمية المعروفة عالميا وتطويعها وإستغلال كل مرحلة من منهجياتها وإدخال نظم تقييم وحسابات للتكلفة جديدة بها لتحقيق فاعلية الطاقة في المبني فمثلا مرحلة جمع المعلومات يقصد بها المعلومات الخاصة والمتعلقة بالطاقة ، مرحلة التحليل الوظيفي هنا تكون الوظائف الخاصة بإستهلاك الطاقة في المبني ، مرحلة الإبتكار يتم فيها إبتكار أفكار تؤثر فقط على الطاقة وإستهلاكها وذلك من خلال القائمة الخاصة بعوامل تحقيق فاعلية الطاقة ، مرحلة التقييم لا يتم بها تقييم عادي للتكلفة المبدئية كما هو في منهجيات الهندسة القيمية المعروفة ولكن هو تقييم من حيث تكلفة دورة الحياة كما سيرد تفصيله وتقييم ثاني من حيث تأثير البدائل المبتكرة على الوظائف المرجوة من المبني ومن حيث التكلفة وهو ما يسمى بالتقييم الوزني، وكذلك مرحلة التطوير فهي تفكر في تطوير الأفكار من أجل تحقيق فاعلية إستهلاك الطاقة في المبني ، ومرحلة العرض أيضا يتم فيها عرض التصميم الأصلي والتصميم المقترح من حيث التكلفة المبدئية وتكلفة دورة الحياة التي تتضمن إستهلاك الطاقة للمبني ، ومن أهم النتائج التي تم الوصول إليها في هذا البحث هو الوصول إلى منهجية تعمل على تحقيق فاعلية الطاقة وهي منهجية الهندسة القيمية المعروفة وذلك بتسلسل خطواتها وتركيز هذه الخطوات والمنهجيات على تطبيق فاعلية الطاقة في المبني

الكلمات الدلالية :

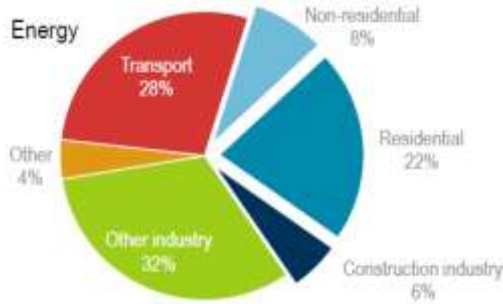
الهندسة القيمية/ فاعلية الطاقة / تحسين فاعلية الطاقة / استهلاك الطاقة في المبني / تكلفة دورة حياة المبني



شكل 2 إجمالي انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون من عام 1971 إلى عام 2018 (25)

إستهلاك الطاقة في المباني :

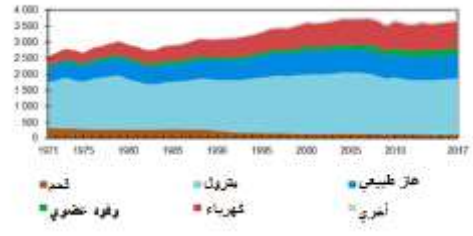
إن المباني وقطاع الإنشاء في العالم مسؤول عن استهلاك حوالي 36 % (شكل 3) من الطاقة وانبعاث حوالي 39 % من إجمالي انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (شكل 4) ، وزادت نسبة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من قطاع المباني بنسبة 2% من العام الذي يسبقه وذلك لزيادة مساحة المباني التي يتم إنشاؤها



شكل 3 استهلاك المباني من الطاقة عالميا (14)

إستهلاك الطاقة عالميا

إن استهلاك الطاقة عالميا في تزايد مستمر ونسبة استهلاك الطاقة تزداد عاما بعد عام ، فعلى سبيل المثال النسبة في زيادة استهلاك الطاقة في عام 2015 زادت بنسبة 52 % عن استهلاك الطاقة في عام 1992 وهذا يشير إلى الزيادة السريعة في استهلاك الطاقة (6) ويوضح الشكل التالي (شكل 1) التغير في استهلاك كل نوع من أنواع الطاقة عالميا من عام 1971 إلى عام 2017 وذلك طبقا لإحصائيات منظمة الطاقة العالمية التي تمت 2019 (23)

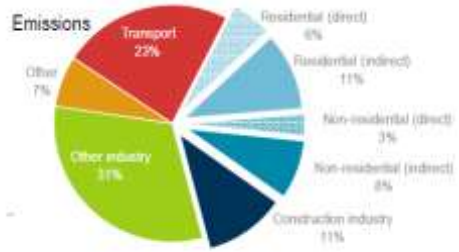


شكل 1 استهلاك الطاقة عالميا (23)

تأثير زيادة استهلاك الطاقة

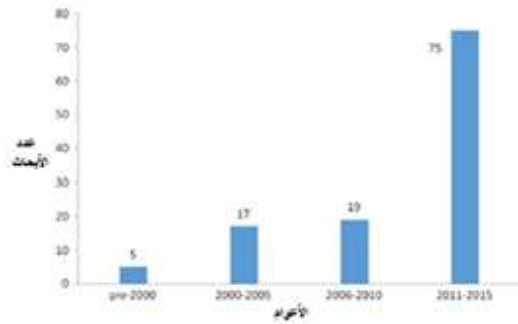
إن الزيادة في استهلاك الطاقة ينتج عنها زيادة في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وماله من تأثيرات سلبية على صحة الإنسان ويؤثر بالسلب على البيئة ويزيد من ظاهرة الاحتباس الحراري وهي ظاهرة عالمية تزيد من درجات حرارة الكوكب وتعمل على ذوبان الجليد وبلغ إجمالي انبعاث ثاني أكسيد الكربون لعام 2017 حوالي 32099.22 مليون طن نفط مكافئ شكل (شكل 2) وذلك طبقا لإحصائيات منظمة الطاقة العالمية التي تمت 2019

إستهلاك الطاقة فقط ولكن هي إستخدام الطاقة بطريقة فعالة ومثالية دون أى هدر لهذه الطاقة ودون الإخلال بالوظيفة الأساسية التي تغذيها هذه الطاقة ، ومصطلح فاعلية الطاقة هو مصطلح عام ولا يوجد وحدة قياس لقياسه ولكن يمكن قياس سلسلة من المؤشرات لتحديد كم التغيرات في كفاءة الطاقة وهي عموما يمكن تعريفها على أنها إستخدام أقل للطاقة للحصول على نفس المنتج(15)



شكل 4 نسبة إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون من المباني عالميا (14)

ونتيجة لهذه الزيادة في إستهلاك الطاقة ونتيجة إرتفاع أسعار الطاقة عالميا تم التوجه إلى فاعلية الطاقة إزدادت الأبحاث المتعلقة بفاعلية الطاقة (شكل 5)



شكل 5 زيادة الأبحاث في مجال فاعلية الطاقة عالميا (20)

عوامل تحقيق فاعلية الطاقة

ويمكن الوصول إلى فاعلية الطاقة بإستخدام مواد حديثة ومبتكرة أو من خلال التكنولوجيا الحديثة أو من خلال أفكار تصميمية جيدة كأفضل تصميم بيئي والذي يراعي تقليل

إستهلاك الطاقة والحفاظ على نفس المستوي من الراحة (15) وهناك العديد من العوامل التي تعمل على تحقيق فاعلية الطاقة في المبنى وهذه العوامل يمكن تلخيصها في الجدول التالي(جدول 1)

جدول 1 العوامل التي تؤثر في تحقيق فاعلية الطاقة في المبنى المصدر (21) بصرف من الباحث

عوامل تحقيق فاعلية الطاقة في المبنى		
شكل المبنى	تصميمي	العملية التصميمية
توجيه المبنى		
إرتفاع المبنى		
الكثافة العمرانية حول المبنى		
نمط تكرار الوحدات		
النباتات المحيطة	إنشائي	
نسبة الزجاج في المبنى		
مواد البناء المستخدمة ومعامل		
انتقال الحرارة لها		
طبقات المواد		
إطار النوافذ		
الهيكل الإنشائي		

تعريف فاعلية الطاقة

إن فاعلية الطاقة يمكن تعريفها في كلمات بسيطة وهي إستخلاص أقصى طاقة من لوقود دون هدرها(15)، فطبقا لقسم الطاقة في الولايات المتحدة الأمريكية عرف فاعلية الطاقة على أنها " الحصول على نفس الوظيفة بنفس الكفاءة والفاعلية ولكن بتكلفة أقل على المدى الطويل" ، وهي تعني الحصول على نفس الوظيفة والمنافع من هذه الوظيفة مثل التبريد أو التدفئة مثلا ولكن بتقليل إستهلاك الطاقة المستخدمة لهذه الوظيفة، وفاعلية الطاقة لا تعني التقليل أو التوفير أو الإقتطاع من

لا تعتبر في حساباتها تغير أسعار الطاقة في المستقبل وتغير قيمة النقود ،لذلك فإن حسابات تكلفة دورة الحياة تعتبر وسيلة فعالة لتقييم التغييرات الإقتصادية للتعديلات على الطاقة في المبني حيث أنها تضع في حساباتها كل المتغيرات السابقة وتقوم بحساب هل هذه التعديلات سوف يكون لها توفير في الحسابات في المستقبل أم لا(19)

تعريف الهندسة القيمة ونشأتها

الهندسة القيمة هي منهجية عالمية لحل المشكلات والتي يمكن إستخدامها على كافة المستويات، وتطبيقاتها تعمل على تحسين كل الدراسات المتعلقة بها، فمن خلال خطة العمل الخاصة بالهندسة القيمة يتم توفير نظام يعمل على تحسين الجودة (5).

1 اهداف الهندسة القيمة

إن الهندسة القيمة هي عملية منظمة من أجل الحصول على أفضل قيمة لكل دولار ينفق وذلك خلال العديد من المناقشات بإستخدام فريق عمل متنوع ومدرب وكلا من القيمة وإحتياجات العميل، لذلك يمكن التلخيص أن الهدف الرئيسي من الهندسة القيمة هو تحقيق ثلاثة عناصر(تحقيق الوظيفة ،زيادة الجودة وتقليل التكلفة) ويمكن تمثيلها في المعادلة الآتية :

$$\text{القيمة} = (\text{الوظيفة} + \text{الجودة}) / \text{التكلفة}$$

2 تعريف الوظيفة

يمكن تعريف الوظيفة على أنها العمل الذي يقوم به الشئ ومن أجله يستخدم هذا الشئ سواء كان عنصر أو خدمة أو منتج بمعنى أن ما يتوفر فيه من إمكانيات هي التي تؤدي إلى الطلب عليه ، ويتم تعريف الوظيفة من فعل واسم فالهدف من الفعل هو الإحساس بديناميكية الأداء والهدف من الاسم أن يكون قابل للقياس ومدى مساهمته في الربط بين الوظيفة

عزل الحوائط	أنواع العزل المختلفة	نظام التهوية	الأنظمة المختلفة
عزل الأسقف الداخلية			
عزل الأرضيات			
عزل الأسطح			
مفرد	نوع الزجاج		
ثنائي			
ثلاثي			
داخلي	التظليل		
خارجي			
به عامل تنبؤ			
تهوية ميكانيكية	نظام التهوية	الأنظمة المختلفة	
تهوية طبيعية			
المكيفات			
درجة الحرارة	نظام تدفئة المياه		
تدفق المياه			
سلوك المستخدمين			
الإضاءة			البعد الإنساني
الأجهزة الكهربائية المختلفة			
عدد المستخدمين			البعد الإنساني
سلوكهم			

فوائد تحقيق فاعلية الطاقة

هناك العديد من الفوائد من توفير الطاقة وتحقيق فاعلية الطاقة في المبني ويوجد العديد من التقسيمات التي تقسم هذه الفوائد فهناك تقسيم الفوائد على مستوي (الأفراد / القطاع / الدول / العالم) وعلى مستوي (اقتصادي /اجتماعي /بيئي / الطاقة)

حساب إستهلاك الطاقة بحسابات تكلفة دورة الحياة

قديمًا كانت الطريقة التقليدية في حسابات تكلفة الطاقة هي حسابات عودة رأس المال "أى عودة رأس المال المدفوع في التعديلات نتيجة التوفير في فواتير الطاقة " وهي الأكثر شيوعا في تقييم التعديلات التي تمت في العناصر المتعلقة بالطاقة في المبني ، ولكن هذه الطريقة غير فعالة وقاصرة حيث إنها

4 متى يتم تطبيق الهندسة القيمة

يجب تطبيق الهندسة القيمة مبكرا قدر المستطاع قبل إبداع الميزانية (2)، وعندما يتم تطبيق الهندسة القيمة متأخرا فإن عنصرين يزدادوا

1) النفقات المطلوبة لإحداث هذا التغيير

2) المقاومة للتغيير

والشكل التالي (شكل 6) يوضح الوقت الأمثل لتطبيق الهندسة القيمة



شكل 6 الوقت الأمثل لتطبيق الهندسة القيمة (2)

خطة عمل الهندسة القيمة

إن أفضل طريقة للحصول على مجهود منظم من الهندسة القيمة هو القيام بخطة عمل وخطة عمل الهندسة القيمة هي ما تميز الهندسة القيمة عن أي إجراء آخر لتقليل النفقات ، وهي تتم على ثلاث مراحل كما في الشكل التالي (12) (شكل 7):

A. مرحلة ما قبل الدراسة Pre_workshop preparation

B. مرحلة تطبيق الهندسة القيمة بخطواتها الست VE Study WorkShop

1. مرحلة جمع المعلومات Information Phase

2. مرحلة التحليل الوظيفي Function Analysis Phase

3. مرحلة الابتكار والإبداع Creative Phase

والتكلفة ، فمثلا سلك الكهرباء وظيفته (الفعل : نقل / الاسم : تيار) (3)، ويمكن تعريف الوظيفة أيضا على أنها ما تحقق من إحتياجات المستخدمين من هذه الوظيفة (16)

3 تعريف التكلفة

إن التكلفة الحقيقية لعنصر ليست فقط مجموع النقود الذي يتم إنفاقه عند البداية ولكنها أيضا يشترك فيها العديد من العناصر مثل تأثيره على المدى الطويل أو ما يعرف باسم تكلفة دورة الحياة وهي تشمل أيضا الوقت الذي سيستغرقه المشروع ليتم تنفيذه ، عدد الأشخاص لهذا المشروع وخبرتهم وهل يحتاج إلى إصلاحات في المستقبل ام لا ، والهدف الرئيسي للهندسة القيمة هو تحديد التكلفة الغير ضرورية والتخلص منها حيث أن هذه التكلفة لا تحقق الوظيفة الأساسية ولا تضيف شئ للمشروع (16) ، ويمكن ربط العلاقة بين التكلفة الوظيفة في الجدول التالي (جدول 2)

جدول 2 العلاقة بين الوظيفة والجودة والتكلفة وتحقيق أهداف الهندسة القيمة (16)

الوظيفة والجودة	التكلفة	الهندسة القيمة
تتحسن	تقل	تحقق اهداف الهندسة القيمة
تتحسن	تظل ثابتة	القيمة
تتحسن	تزيد	غير مفضلة
تقل	تزيد	مرفوضة

خلال الوقت، إن تكلفة دورة الحياة (LIFE) LCC يتحملها المالك خلال دورة حياة العنصر أو المبني ، كأساس عملية تكلفة دورة الحياة LCC هو عملية تحليل للتكلفة المتساوية للعناصر المختلفة ، فالطريقة التي يتم بها حساب التكلفة المبدئية يجب أن تكون نفسها الطريقة التي يتم بها حساب أنواع التكلفة الأخرى مثل تكلفة الصيانة والتشغيل(5)

تقدير تكلفة الطاقة

وقامت الهيئة الحكومية لإدارة الطاقة Federal Energy Management Programme FEMP

قامت بوضع أسس معينة مطلوبة في إعتبرات حسابات تكلفة الطاقة التي تتم من خلال تكلفة دورة الحياة وهي :

- قياس كمية الطاقة المستهلكة في البدائل المختلفة (والتي يتم منها إستنتاج الوفر في الطاقة بين البدائل المختلفة) بنوع الطاقة نفسه سواء كانت طاقة كهربائية - غاز - بنزين ولا يتم حساب أصل هذه الطاقة أو مصادرها الأساسية
 - إستخدام السعر الحالي والمحلي لأسعار الطاقة المختلفة ولا يتم إستخدام الأسعار الدولية
 - إستخدام نظام (DOE energy price escalling rate) وهونظام خاص بقياس نسبة الإختلاف في إرتفاع السعر مع زيادة الوقت
- ويوضح الجدول التالي (جدول 3) تحليلات حسابات تكلفة دورة الحياة لنموذج أصلي ومقترحين حيث أن يتم إدخال فترة عمر المبني وهي فترة الحسابات التي يتم عليها الدراسة وليست تعني بالتحديد عمره ولكن فترة الدراسة وغالبا تكون من 20 - 40 عام ، ومعدل إنخفاض قيمة النقود الخاصة بالبلد موقع الدراسة

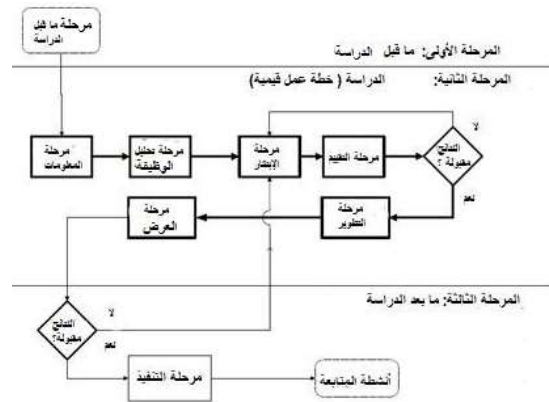
4. مرحلة التقييم Evaluation phase

5. مرحلة التطوير Development Phase

6. مرحلة العرض والتطبيق Presentation and

Implementation Phase

C. مرحلة ما بعد الدراسة Post workshop



شكل 7 مراحل عمل خطة الهندسة القيمية (12)

تعريف تكلفة دورة الحياة

طبقا للمنظمة العالمية للأسس والتكنولوجيا The National Institution of Standards and Technology (NIST)، فقد عرفت تكلفة دورة الحياة (LCC) CycleCoast على أنها مجموع الدولارات المحسوبة بالقيمة الحالية لها لمجموع تكلفة (الإمتلاك + التشغيل + التصليح + الصيانة + التبديل) وذلك خلال فترة من الزمن (13)، فتكلفة دورة الحياة تستخدم للمقارنة بين البدائل المختلفة بواسطة التعريف والتقييم الإقتصادي المؤثر خلال دورة الحياة لكل عنصر، فعند إتخاذ القرار كلا من القيمة الحالية والقيمة المستقبلية للنقود يتم وضعها في الإعتبار ، فعلى سبيل المثال إستثمار مبلغ من المال قدره 100 دولار بنسبة ربح 10 % سوف يزيد من رأس المال ليصل إلى 673 دولار خلال 20 عام أى أن 100 دولار اليوم تقدر بحوالى 673 دولار بعد 20 عام ، وذلك لأن قيمة النقود نفسها تتغير



شكل 8 المنهجية المتبعة في المبني محل الدراسة

مرحلة التحليل الوظيفي

وهذه المرحلة هي أساس الهندسة القيمة وتعتبر من أهم المراحل فيها وفي هذه المرحلة تم تحديد أهم الوظائف الأساسية التي يحتاجها المستخدمين للمبني والتي تؤثر على إستهلاك الطاقة في التدفئة وهذه الوظائف هي كالتالي

جدول 4 الوظائف المختلفة المتعلقة بإستهلاك الطاقة (المصدر: (10) _ بصرف من الباحث)

وهي إعتدال درجة الحرارة داخل المبني لمستخدمي المبني وتقليل الإحساس بالرطوبة الخارجية أو الجو الجاف في الهواء الخارجي وتحسين الراحة الحرارية يعمل على تقليل إستهلاك الطاقة في التدفئة.

الراحة الحرارية

مرحلة جمع المعلومات

المبني هو مبني سكني مكون من عدة طوابق تم بناؤه في عام 1969 وهو مبني متعدد الطوابق والمساحة الكلية التي تحتاج إلى تدفئة في المبني هي 5,293 م² حيث أن التدفئة من أكثر العوامل إستهلاكاً للطاقة بالمبني ، وإستهلاك الطاقة به هي 434,026 kwh ، وتكلفة إستهلاك الطاقة فيه بإعتبار أن الطاقة هي طاقة كهرباء (حيث تكلفة إستهلاك الطاقة للكهرباء بالدنمارك هي 0.33 يورو لكل KWH) وبذلك فالتكلفة تساوي 143,229 kwh يورو. والشكل التالي (شكل 9) يوضح واجهة المبني⁽¹⁰⁾.



شكل 9 واجهة المبني المصدر (10)

ويلاحظ ان الحوائط والاسقف والنوافذ من أكثرهم تأثيرا (جدول 5) .

جدول 5 تأثير عناصر المبني المختلفة على الوظائف (المصدر : (10) بصرف من الباحث)

إستغلال جيد للمساحات	تحسين المظهر الجمالي	تقليل إستهلاك الطاقة	تحسين فيزياء المبني	جودة الهواء الداخلي	حجم الفتحات ومادة الإنشاء بها	الراحة الحرارية	
		+	+	+		+	العزل الحوائط
		+	+	+		+	عزل الأسقف
		+		+		+	عزل الأرضيات
		+		+		+	عزل سقف القبو
+	+	+		+	+	+	النوافذ

مرحلة الإبتكار

وفي هذه المرحلة تم إبتكار العديد من الأفكار والبدائل التي تعمل على تحسين الوظيفة وتقليل إستهلاك الطاقة في المبني

حيث أن حجم الفتحات ومادة الإنشاء بها يؤثر على المناخ الداخلي للمبني ويؤثر على إستهلاك الطاقة به للتدفئة

حيث أن نسبة الأكسجين الموجودة بالمبني تؤثر على الراحة للمستخدمين وبالتالي تؤثر على إستهلاك الطاقة في التدفئة

تقليل مشاكل الرطوبة والعزل والتي تؤثر على إستهلاك الطاقة بالتدفئة

تقليل إستهلاك الطاقة وتقليل النفقات على الطاقة من أهم الإحتياجات التي يحتاجها مستخدم المبني

المظهر الجمالي للمبني من اهم العناصر في العملية التصميمية التي تعمل على ربط المستخدم بالمبني ومن الممكن إستخدام عناصر تعمل على تقليل إستهلاك الطاقة في التدفئة يكون لها مظهر جمالي جيد

وذلك بزيادة الإستغلال الجيد للمساحات المختلفة وتقليل المساحات الغير مستغلة إستغلال أمثل والتي تعمل على زيادة إستهلاك الطاقة في التدفئة

وتم تحديد تأثير عناصر المبني المختلفة التي يمكن إقتراح أفكار فيها في المرحلة التالية على هذه الوظائف كالتالي

حجم الفتحات ومادة الإنشاء بها

جودة الهواء الداخلي

تحسين فيزياء المبني

تقليل إستهلاك الطاقة

تحسين المظهر الجمالي

إستغلال جيد للمساحات

وكانت هذه الأفكار من العوامل التي تعمل على تحقيق فاعلية الطاقة في المبني (جدول 6)

جدول 6 البدائل المختلفة في مرحلة الابتكار المصدر (10)

ب 1	إستخدام عازل صوف صخري 8سم في سقف القبو
ب 2	إستخدام عازل صوف صخري 12سم في سقف القبو
ب 3	إستخدام عازل صوف صخري 12سم في سقف القبو وإستخدام عازل للأرض في الدور الأخير 14 سم
ب 4	إستخدام عازل صوف صخري 12سم في سقف القبو وإستخدام عازل للأرض في الدور الأخير 30 سم
ب 5	إستخدام عازل صوف صخري 12سم في سقف القبو وإستخدام عازل للأرض في الدور الأخير 30 سم وإستبدال إطار النوافذ بأخري خشبية معامِل إنتقال الحرارة لها 1.6
ب 6	إستخدام عازل صوف صخري 12سم في سقف القبو وإستخدام عازل للأرض في الدور الأخير 30 سم وإستبدال إطار النوافذ بأخري خشبية معامِل إنتقال الحرارة لها 1
ب 7	إستخدام عازل صوف صخري 12سم في سقف القبو وإستخدام عازل للأرض في الدور الأخير 30 سم وإستبدال إطار النوافذ بأخري خشبية معامِل إنتقال الحرارة لها 0.7

ب 8 إستخدام عازل صوف صخري 12سم في سقف القبو وإستخدام عازل للأرض في الدور الأخير 30 سم وإستبدال إطار النوافذ بأخري خشبية معامِل إنتقال الحرارة لها 0.7 وإستخدام عزل حوائط 12 سم

ب 9 إستخدام عازل صوف صخري 30سم في سقف القبو وبإقي عناصر ب 8 كما هي

مرحلة التقييم

في هذه المرحلة تم تقييم البدائل المختلفة من حيث تقييم تكلفة دورة الحياة (حيث تم وضع فترة الدراسة 25 عام وبمعدل إنخفاض 3 %) والتقييم الوزني ، ففي تقييم تكلفة دورة الحياة تم وضع التكلفة المبدئية (تكلفة إنشاء كل بديل باليورو) ، وتم وضع تكلفة التشغيل وهي نتيجة ضرب إستهلاك الطاقة بالكيلو وات في السنة في تكلفة الكيلو وات باليورو، وبعد ذلك تم إحساب تكلفة التشغيل على فترة دراسة 25 عام بضرربها في معامِل تحويل القيمة المستقبلية للنقود (18.08) وهذا المعامِل يتم إستخراجه من الجداول الخاصة بمعامِل دفع النقود على إستهلاك الطاقة وجمع التكلفة المبدئية على التكلفة الكلية للتشغيل على مدار 25 عام ينتج لنا التكلفة الكلية لدورة حياة المبني ويتم طرح التكلفة الكلية لكل بديل من التكلفة الكلية للوضع الأصلي فينتج لنا التوفير في التكلفة لكل بديل (جدول 7) .

التقييم الوزني ، فهو يحقق توفير في تكلفة دورة الحياة ويحقق الوظائف المطلوبة ويوفر في إستهلاك الطاقة .

البديل بالنسبة لتحقيقه للوظيفة وجمع كل هذه الأرقام ينتج لدينا مجموع الجودة للبديل وبقسمته على التكلفة يصبح لدينا القيمة للبديل ، وتم وضع التكلفة تكلفة دورة الحياة ، ومن هذا التقييم يصبح لدينا البديل رقم (5) هو أعلى البدائل من حيث

الوظيفة	A	B	C	D	E	F	G	مجموع الوزن لكل وظيفة	35	QUALITY	COAST	VALUE					
A- الراحة الحرارية	A							8	23%								
B- تظليل إستهلاك الطاقة	AB	B						7	20%								
C- جودة الهواء الداخلي	A	BC	C					6	17%								
D- إضاءة طبيعية	A	B	CD	D				5	14%								
E- تحسين فضاء المبني	A	B	C	DE	E			4	11%								
F- تحسين المظهر الجمالي	A	B	C	D	EF	F		3	9%								
G- إستغلال جيد للمساحات	A	B	C	D	E	FG	G	2	6%	100%	TOTAL	V= Q/C					
ب-1	3	3	1	1	5	2	5	0.7	0.6	0.2	0.1	0.6	0.2	0.3	2.6	1969021.31	0.0001%
ب-2	4	3	1	1	5	2	5	0.9	0.6	0.2	0.1	0.6	0.2	0.3	2.9	1906944	0.0001%
ب-3	4	4	1	1	3	2	5	0.9	0.8	0.2	0.1	0.3	0.2	0.3	2.8	1728719.24	0.0002%
ب-4	4	4	1	1	5	2	5	0.9	0.8	0.2	0.1	0.6	0.2	0.3	3.1	1701108.92	0.0002%
ب-5	5	4	5	5	5	2	5	1.1	0.8	0.9	0.7	0.6	0.2	0.3	4.5	190152.63	0.0024%
ب-6	5	4	5	5	5	2	5	1.1	0.8	0.9	0.7	0.6	0.2	0.3	4.5	1209534.52	0.0004%
ب-7	5	5	5	5	5	2	5	1.1	1.0	0.9	0.7	0.6	0.2	0.3	4.7	1097565.35	0.0004%
ب-8	5	5	5	5	5	2	5	1.1	1.0	0.9	0.7	0.6	0.2	0.3	4.7	899363.96	0.0005%
ب-9	5	5	5	5	5	2	5	1.1	1.0	0.9	0.7	0.6	0.2	0.3	4.7	900852.76	0.0005%

شكل 10 التقييم الوزني للبدائل المختلفة (المصدر (22)بتصرف من الباحث)

وبعد التعديل المقترح أصبح إستهلاك الطاقة)
بتكلفة إستهلاك (206,427kwh

68,121(يورو) وذلك أدى إلى إنخفاض إستهلاك الطاقة
بنسبة (52 %) وإنخفاض تكلفة دورة الحياة بنسبة(65%)

جدول 8 عرض التصميم الأصلي والتصميم المقترح في مرحلة
العرض _ (المصدر (16)بتصرف من الباحث)

التصميم الأصلي

مرحلة التطوير

وفي هذه المرحلة لم يتم اقتراح أى افكار لتطوير البدائل حيث
أنها ادت الى الغرض المطلوب منها من حيث إنخفاض
إستهلاك الطاقة وارتفاع قيمة المبني

مرحلة العرض

وفي هذه المرحلة تم عرض النتائج النهائية للمشروع وعرض
التصميم الأصلي والتصميم المقترح حيث كان إستهلاك الطاقة
(kwh 434,026) بتكلفة إستهلاك (143,229 يورو)

توفير في النفقات خلال دورة حياة المبني 2,399,427.69 يورو

مقارنة بين الأسلوب التقليدي والمنهجية المتبعة في إختيار البدائل

يلاحظ من المنهجية السابقة المتبعة أنه تم إختيار البديل (رقم 5) حيث أنه أفضل البدائل وأعلاها من حيث التقييم الوزني الذي يعقد مقارنة بين التكلفة من حيث تكلفة دورة الحياة كاملة ومن حيث تحقيق البديل للوظائف المختلفة .

ولو تم إختيار البديل بالطرق التقليدية الأخرى لكان تم إختيار البديل (رقم 1) حيث أنه أقل البدائل في التكلفة أو كان سيتم إختيار البديل (رقم 9) حيث أنه أكثر البدائل في التوفير في إستهلاك الطاقة ولكن طبقاً للمنهجية المتبعة وطبقاً لمرحلة التقييم المشتملة على خطوتين (الأولي : التقييم من حيث تكلفة دورة الحياة والثانية التقييم من حيث التقييم الوزني وهذه إضافة غير موجودة في المنهجية العالمية المتبعة) تبين أن كلا من هاذين البديلين ليسوا أفضل البدائل حيث أن البديل الأول لا يحقق التوفير الكافي خلال دورة حياة المبني ولا يحقق الوظائف المرجوة في المبني بقوة

والبديل التاسع هو مبالغه في التعديلات لا ينتج من ورائها أى زيادة في تحقيق الوظائف مع الزيادة المرتفعة في تكلفتها

لذلك أرشدتنا هذه المنهجية إلى أفضل وأحسن البدائل التي تحقق الغرض المطلوب منها بدقة دون زيادة في التكلفة دون أن يكون لهذه التكلفة أى عائد على تحقيق الوظائف المختلفة.

الخلاصة والتوصيات

يعد قطاع المباني من أكثر القطاعات إستهلاكاً للطاقة سواء على المستوى العالمي أو على المستوى المحلي لذلك كان التوجه نحو الهندسة القيمية ودراسة أسسها من الضروريات

المبني هو مبني سكنى مكون من عدة طوابق تم بناؤه في عام 1969 وهو مبني متعدد الطوابق والمساحة الكلية التي تحتاج إلى تدفئة في المبني هي 5,293 م² ، وإستهلاك الطاقة به هي 434,026 kwh ، وتكلفة إستهلاك الطاقة فيه بإعتبار أن الطاقة هي طاقة كهرباء (حيث تكلفة إستهلاك الطاقة للكهرباء بالدنمارك هي 0.33 يورو لكل KWH) وبذلك فالتكلفة تساوي 143,229kwh يورو .

التصميم المقترح

إستخدام عازل صوف صخري 12سم في سقف القبو وإستخدام عازل للأرض في الدور الأخير 30 سم وإستبدال إطار النوافذ بأخري خشبية معامل إنتقال الحرارة لها 1.6

المميزات والعيوب

المميزات :

يعمل على تقليل إستهلاك الطاقة بشكل كبير كما أنه يرفع من قيمة المبني في السوق لتقليله من استهلاك الطاقة السنوي

العيوب :

قد يكون من العيوب إرتفاع التكلفة المبدئية للتعديلات حيث أن التكلفة المبدئية للتعديل هي 188,921 يورو ولكن التوفير في الطاقة يعمل على إسترداد هذه التكلفة وهذه التعديلات تعمل على إرتفاع الكفاءة للمبني بإرتفاع تحقيق الوظيفة .

ملخص تكلفة دورة الحياة (لمدة 25 سنة) / يورو

التصميم الأصلي	التكلفة المبدئية	تكلفة دورة الحياة
التصميم المقترح	188,921	258,958,032
		190,152.63

للوطنان المختلفة المطلوبة ومن حيث توفيره في تكلفة دورة الحياة

- وفي المرحلة الخامسة وهي مرحلة التطوير لم يتم تطوير أو تعديل البديل المقترح حيث أنه يؤدي الغرض المطلوب منه في تحقيق الوظيفة وفي التوفير في التكلفة من خلال دورة حياة المبني

- وفي المرحلة السادسة وهي مرحلة العرض تم عرض تفاصيل التصميم الأصلي وإستهلاكه للطاقة وعرض التصميم المقترح وتكلفته وعرض تكلفة دورة الحياة لكل من التصميم الأصلي والتصميم المقترح والتوفير الناتج في تكلفة دورة الحياة نتيجة تطبيق هذا البديل حيث نتج أن التوفير في تكلفة دورة الحياة (2,399,427.69 يورو)

وكانت نتائج الدراسة كالتالي :

إن التعديلات على العزل في الحوائط والأسقف له دور كبير في الحفاظ على الطاقة وفي تحقيق الوظائف المطلوبة من المبني من حيث الراحة الحرارية وجودة الهواء وجودة فيزياء المبني من حيث تجنب الرطوبة وانتقال الحرارة من خلال الحوائط

وتم تقدير الكمية المناسبة من التعديلات التي تعمل على تحقيق هذه الوظائف هو من أهداف الهندسة القيمة بحيث لا تكون الكمية قليلة فلا تؤثر التأثير المطلوب في تحقيق الوظيفة أو أكثر من المطلوب فتصبح أموال مهدرة لتحقيق وظيفة يمكن تحقيقها بتكلفة أقل .

وبعد التعديل المقترح أصبح إستهلاك الطاقة (206,427kwh بتكلفة إستهلاك

لتحقيق هذه الكفاءة في الطاقة من أجل التوفير فيها نفسها وفي النفقات المتعلقة بها وتقليل الإنبعاثات الناتجة منها والتي تؤدي إلى زيادة التكاليف البيئية لمواجهة هذه الإنبعاثات والتقليل من خطرها على البيئة والمجتمع ولكن دون التأثير على الوظيفة الخاصة بالمبني ولأن حسابات الطاقة تكون مستمرة وعلى مدار أعوام لذلك حسابات التكلفة لها تكون من خلال حسابات تكلفة دورة الحياة التي تعمل على حساب التكلفة الحالية والجارية على مدار أعوام.

وفي الدراسة التحليلية تم استخدام منهجيات الهندسة القيمة وتطبيقها على تحقيق فاعلية الطاقة في المبني من خلال توفير بدائل تعمل على تقليل إستهلاك الطاقة بالمبني

- ففي مرحلة جمع المعلومات وهي المرحلة الأولى في المنهجية تم تحديد أكثر العوامل إستهلاكاً للطاقة في المبني وهي التدفئة

- ثم في المرحلة الثانية وهي مرحلة التحليل الوظيفي تم تحديد العديد من الوظائف التي تؤثر على التدفئة وعلى إستهلاك الطاقة بالمبني وتأثير مواد البناء المختلفة على هذه الوظائف وتم ملاحظة أن العزل للحوائط والأسقف من أكثرهم تأثيراً

- ثم في المرحلة الثالثة وهي مرحلة الإبتكار تم إبتكار العديد من العوامل التي تعمل على تحقيق فاعلية الطاقة في المبني وكانت هذه البدائل من عوامل تحقيق فاعلية الطاقة بالمبني

- وفي المرحلة الرابعة مرحلة التقييم تم حسابات تكلفة دورة الحياة للبدائل المختلفة ثم تم عمل التقييم الوزني لهذه البدائل طبقاً لتحقيق كل بديل للوظيفة وتكلفته وبحساب القيمة لكل بديل وهو ناتج قسمة الجودة على التكلفة تبين أن البديل (رقم 5) هو أفضل البدائل من حيث القيمة ومن حيث تحقيقه

8. International Energy Agency_Key world Energy Statistics _2019_ www.iea.org/statistics/.
9. Energy in Buildings and communities Programme (EBC),International Energy Agency (IEA)_ Cost-Effective Energy and Carbon Emissions Optimization in Building Renovation (Annex 56)_ March 2017_ <http://www.iea-annex56.org/index.aspx?MenuID=4&SubMenuID=33>
10. Energy in Buildings and communities Programme (EBC),International Energy Agency (IEA)_ Shining Examples of Cost-Effective Energy and Carbon Emissions Optimization in Building Renovation (Annex 56)_ March 2017_ <http://www.iea-annex56.org/index.aspx?MenuID=4&SubMenuID=33>
11. SAVE International_ Value Methodology Glossary _october 2017
12. SAVE International_ Value Methodology standard _March 2015
13. Department of Education & Early Development_Life Cycle Cost Analysis Handbook_2nd Edition_State of Alaska -2018
14. Global Alliance for building and construction _ 2019 Global Status Report for building and construction_2019 _ www.iea.org

Thesis

15. Nurul Akmam Bint Naamandadin_Evaluation of three Energy Efficient office buildings On Architecture ANd Passive Design Strategy Towards Cost Effectiveness__MasterThesis_UNIVER SITI SAINS MALAYSIA_2011_MALAYSIA
16. Armia Ellia Noshy _Integrating Value Engineering In The Design Of Intelligent Buildings_Master Thesis_faculty Of Engineering_Ain-Shames University_2012_Egypt

68,121(يورو) وذلك أدى إلى إنخفاض إستهلاك الطاقة بنسبة (52 %) وإنخفاض تكلفة دورة الحياة بنسبة(65%)

المراجع باللغة العربية

الكتب العربية

1. أحمد راتب العبوشي _ الطاقة والبيئة _ عمان _2012_الأردن

2. عبد العزيز سليمان اليوسفي _ إدارة القيمة المفهوم والأسلوب _ الطبعة الخامسة _ يوليو 2009 _ المملكة العربية السعودية

رسائل علمية

3. محمد سعيد مصيلحي _ الهندسة القيمة نحو منهج توافقي قيمي لمشروعات الإسكان الحكومي بمصر من خلال التحليل الوظيفي _رسالة دكتوراة _ كلية الهندسة _ قسم عمارة _ جامعة القاهرة _2012 _ جمهورية مصر العربية

المراجع الأجنبية

Books

4. Anil Kumar Mukhopadhyay _ Value Engineering Mastermind From Concept to Value Engineering Certification_Vivek Mehra for SAGE Publications India Pvt Ltd_California_2009_United States of America
5. Alphonse Dell'Isola_Value Engineering: Practical Applicationsfor Design, Construction, Maintenance and Operations_1997_United States of America

Reports

6. Department of Economic and social affairs _ Energy Statics Pocketbook 2018_ Series E No.1_New York_2018 _United Nations
7. International Energy Agency_Key world Energy Statistics _2019_ www.iea.org/statistics/.

21. Kavan Javanroodi, Vahid M. Nik, Mohammad javad Mahdavinejad _A novel design based optimization framework for enhancing the energy efficiency of high rise office buildings in urban areas
22. mohamed Said meselhy _Enhancing the Interior Finishing Materials Using Value Methodology_Save International 2017 Value Summit Proceeding_philadelphia_August 2017_ United States of America

Electronic Resource

23. Enerdata _accessed (septemper 2020)_ Global Energy Statistical Year book 2020_ <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html>
24. <https://www.diargroup.net/> accessed (septemper 2020)
25. International Energy Agency _accessed (september 2020)_ World CO2 emissions from fuel combustion by fuel, 1971-2018_ <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/world-co2-emissions>

Paper

17. Murray G Patterson _ what is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues _ vol 24_ 1996_ www.elsevier.com
18. A.Allouhi , Y.El Fouih , T.Kousksou , A.Jamil , Y.Zeraouli , Y.Mourad _Energy consumption and efficiency in buildings: current status and future trends_ (ELSEVIER)Journal of Cleaner Production_VOL 109_December 2015_ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652615007581>
19. Kaitlin Carlson,Dr.Kim D.Pressnail_Value impacts of energy efficiency retrofits on commercial officebuildingsinToronto,Canada_EnergyandBuildings_December2017_ www.elsevier.com/locate/enbuild
20. XingShi,ZhichaoTian,WenqiangChen,BinghuiSi,XingJin_A review on building energy efficient design optimization from the perspective of architects_Renewable and Sustainable Energy Reviews_Volume 65_2016

A Methodology To Improve Energy Efficiency In Buildings Through The Application Of Value Engineering Techniques

The rapid increase in global energy consumption has resulted in increased interest in energy and taking into account its effects, as this rapid increase in energy consumption has resulted in fears of the end of energy sources and the increase in environmental pollution, which in turn affects people and the building sector with what it occupies of a large area, and with increasing awareness of the environment and its problems Attention to it has become an interest in energy efficiency in buildings and improving energy quality in them, so value engineering has been directed to improve this quality and value engineering is a system with a history of improving product value by improving efficiency and improving the product life cycle. It is an organized process that has been used effectively on a large scale in companies and institutions. It is an amalgamation of management sciences and engineering sciences Value engineering is a specific and very efficient method for determining the efficiency of consumption in the product or project, and the application of value engineering at the beginning of any project that works to increase the efficiency in it, and because energy calculations are over a long range, the best way to calculate energy and its consumption is through life cycle cost calculations to know The effect of this consumption on the life span of the structure or component on which the effect of energy consumption is being studied. Therefore, life cycle cost calculations are part of the value engineering studies. The aim of the research is to reach an approach to improving energy efficiency in buildings through the application of value engineering techniques in order to achieve energy efficiency in energy consumption in the building and reach that by using value engineering techniques in developing solutions and alternatives that enable us to reach the required quality and at the same time reduce costs and costs The approach used in this research is the value engineering approach, where value engineering techniques and methodologies have been applied in reaching energy efficiency in the building, and one of the most important results reached in this research is to find a methodology through the sequence of its steps, we can achieve energy efficiency in the building

Key words

Value Engineering – Energy Efficiency – Improve Energy Efficiency - Energy consumption – life Cycle Cost