الهندسة القيمية والارتقاء بالمشروعات

صالح بن ظاهر العشيش

*رئيس قسم الهندسة القيمية والمراجعة ، الادارة العامة للأشغال العسكرية

**وزارة الدفاع والطيران ، المملكة العربية السعودية

المستخلص : يهدف هذا البحث الى التعريف بالدور المميز للهندسة القيمية كوسيلة فعالة للارتقاء بالمستوى الفني والأدائي للمشروعات الهندسية . هذا الدور المميز للهندسة القيمية تختلف فيه عن الأساليب الأخرى كالمراجعة الفنية وضبط الجودة وغير ذلك من الأساليب العديدة التي تطبق لرفع مستوى المشروعات تصميما وتنفيذا . يتمثل هذا الاختلاف في وجود منهج واضح ومحدد تسير وفقه الدراسات القيمية للمشروعات ويتكون من خطة عمل ذات ثمان خطوات تمثل كل خطوة مرحلة من مراحل الدراسة القيمية . يعتبر لب هذا المنهج هو التحليل الوظيفي (Function Analysis) لكل عنصر من عناصر المشروع أو جزء من أجزائه بهدف الوصول الى تحديد الوظيفة الأساسية المطلوب أن يؤديها هذا العنصر أو ذاك الجزء ، أو بعبارة أخرى ماهي الوظيفة التي صمم المشروع من أجلها وذلك لغرض توفير بدائل أفضل من النواحي المالية والتنفيذية والتشغيلية تؤدي نفس الوظائف بدون أن يكون هناك زيادة ليس لها مردود أو خدمة اضافية أو منفعة فعلية مع عدم المساس البتة بالجودة الموصوفة أو مستوى الأداء المطلوب أو الجمال المبتغى . هذا هو الارتقاء الحقيقي الذي لايأتي على حساب شيء آخر وهذا ماتقوم به الهندسة القيمية .

مقدمة :

يقوم اي مشروع على ركيزتين أساسيتين هما :

١- التصميم

٢- التنفيذ

هاتان الركيزتان هما الأساس الذي يبنى عليه المشروع الهندسي ، وهما اللتان تصنعان نجاح المشروع أو تكونان سببا في فشله واخفاقه . تعتمد الركيزة الثانية على الأولى لهذا لابد من التركيز على التصميم لأنه البداية والأساس الذي من خلاله يكون الارتقاء بالمشروعات الهندسية فنيا واقتصاديا وتشغيليا .

الهندسة القيمية أسلوب مميز يساهم بشكل رئيسي في رفع مستوى المشروعات الهندسية من خلال تطوير وتحسين التصاميم ليكون المشروع محققا لأهدافه كما ينبغي . ان التجربة الثرية التي عشناها ومازلنا في قسم الهندسة القيمية بالادارة العامة للأشغال العسكرية أثبتت عمليا أن الارتقاء بالمشروعات الهندسية باستخدام أسلوب الهندسة القيمية كان ارتقاءا فعليا بكل المقاييس ، الأمر الذي أدى الى تحسين في النوع وترشيد في التكلفة الأولية وتخفيض في نفقات التشغيل والصيانة لاحقا . ان الدراسات القيمية تركز على وجوب التوازن بين ثلاثة عناصر هامة هي التكلفة والجودة والأداء ، وهي الأساس لأي مشروع ناجح.

نتعرض في هذا البحث لهذه التقنية الجديدة نسبيا والتي نشأت في الولايات المتحدة الأمريكية ، ودخلت حديثا المملكة العربية السعودية عن طريق الادارة العامة للأشغال العسكرية ، حيث أصبحت المملكة رائدة في تطبيق هذه التقنية على مستوى الوطن العربي ، ولهذا نرى أن من الواجب تعميمها ونشرها في الأوساط الهندسية لتعم الفائدة .

ماهي الهندسة القيمية ؟ :

هي جهد جماعي منظم يقوم به مهندسون أكفاء من عدة تخصصات ، موجه لدراسة وتحليل وتقويم وظيفة منتج أو مشروع أو نسق لغرض تحديد الوظيفة الأساسية ومن ثم معرفة الأداء الذي تقوم به لمقارنته بالمواصفات والقياسات الهندسية المهنية المتفق عليها بهدف ايجاد البديل أو البدائل التي تؤدي نفس الوظيفة وذلك المستوى من الأداء بأقل تكلفة ممكنة بدون أن يكون هناك أي مساس بالأداء أو نقص في الجودة أو الناحية الجمالية حيث يقوم فريق الدراسة القيمية

والمكون من عدة تخصصات في فروع الهندسة تناسب طبيعة المشروع قيد الدراسة باستخدام أساليب وطرق ابداعية من خلال اتباع خطة عمل منهجية تتكون من ثمان خطوات تمثل كل منها مرحلة من مراحل الدراسة وقد رتبت حسب تسلسلها الاجرائي وهي كما يلي :-

١- جمع ودراسة المعلومات .
٢- تحليل الوظائف .
٣- طرح الأفكار .
٤- تحكيم وتقويم الأفكار .
٥- تطوير الأفكار والحلول المحكمة .
٦- عرض وتقديم الأفكار والحلول .
٧- التطبيق .
٨- المتابعة والتغذية المرتدة .

لكل خطوة من هذه الخطوات أعلاها دورها الهام في الدراسة القيمية للمشروعات من أجل الوصول بالتصميم الى المستوى المرغوب . وسوف نتعرض بشيء من التفصيل لكل خطوة ونبين الدور الذي تلعبه في اتجاه الارتقاء بالعمل الهندسي وابرازه كعمل متقن يحقق التوازن الدقيق بين التكلفة والأداء والجودة .

المرحلة الأولى : جمع ودراسة المعلومات :

في هذه المرحلة يقوم فريق الدراسة بجمع وتقصي المعلومات المتعلقة بالمشروع مثل المخططات ، المواصفات ، معايير التصميم ، المتطلبات ، أسس مجال العمل ، الموقع ، التقديرات المالية الى آخره من المعلومات ذات العلاقة بالمشروع سواء كانت مباشرة أم غير مباشرة باستخدام نماذج خاصة بذلك ، فالهدف من هذه المرحلة هو فهم المشروع من جميع جوانبه فهما عميقا حيث يقوم الفريق بمراجعة وتحليل وتصنيف المعلومات ومن ثم تحديد مجال الدراسة وترتيب أولوية الأهداف ، والتي منها ترشيد التكاليف مع تحسين الأداء ورفع الجودة .

يتم اعداد نموذج التكلفة لكل عنصر من عناصر المشروع ، مثال ذلك ، الأعمال الانشائية ، الكهربائية ، الميكانيكية ، المعمارية ، أعمال الموقع الى غير ذلك من العناصر . حيث تحدد وتنظم التكلفة بترتيب تنازلي وتوضح برسم بياني لغرض معرفة وتحديد مواطن التكلفة العالية حتى تحلل وتعرف الأسباب تمهيدا لدراسة الموضوع وايجاد الحلول . كما يتم في هذه المرحلة أيضا اعداد نموذج المساحات مثال ذلك : الممرات ، المنطقة الرئيسية ، المنطقة المساندة ..الخ على غرار النموذج السابق حتى يتسنى معرفة مدى تناسق وتناسب المساحات في التصميم وهل هناك زيادة لاحاجة لها أو نقص يخل بالهدف . وهنا يجب أن تجيب هذه المرحلة عن السؤالين التاليين :-

- ماهو المشروع بكل تفاصيله وجزئياته ؟
- ماذا يكلف كل جزء منه ؟

تبين هذه المرحلة بعد اتمامها كيف أن تصميم المشروع مر بدراسة متعمقة من قبل مختصين وأن هذا المشروع قد أعطي حقه من البحث الشامل والمراجعة الدقيقة مما يعني التقليل بنسبة عالية من احتمالية حدوث أخطاء ، أو اغفال نقاط أو تجاوز معلومات قد تكون هامة وحاسمة في مرحلة التصميم ، الأمر الذي يؤدي الى الحصول على مشروع صمم على أسس من المعلومات الدقيقة والشاملة .

المرحلة الثانية : تحليل الوظائف :

في هذه المرحلة يتم تحديد الوظيفة الأساسية للمشروع ككل ، ثم تحليل وظيفة كل عنصر من عناصره أو جزء من أجزائه لمعرفة وتحديد الغرض الذي وجد من أجله المشروع ، وماهي الوظيفة التي يؤديها كل عنصر فيه ، ومامدى دور هذه الوظائف في الوصول الى الوظيفة الأساسية للمشروع من خلال

تصنيف معين لهذه الوظائف أي هل هذه الوظائف أساسية أم ثانوية ؟ وهذا يتم بالخطوات التالية :

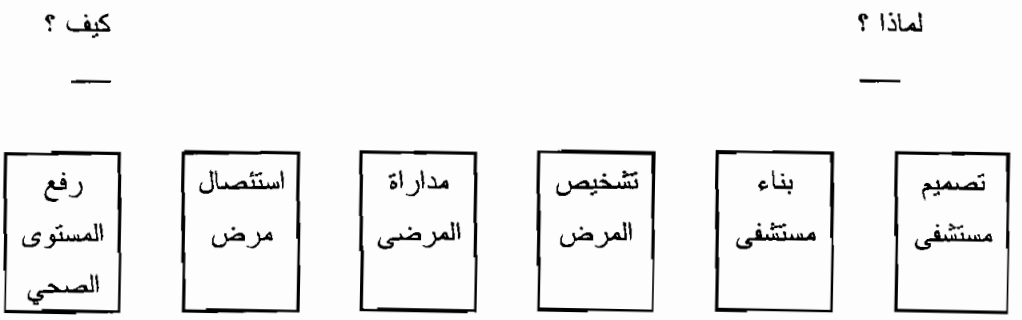
١- وصف أداء كل وظيفة بكلمتين هما فعل يدل على حركة واسم قابل للقياس ، مثال على ذلك العمود الانشائي في مبنى يمكن تعريفه بـ (حمل ثقل) ، ثم بعد ذلك تصنف هذه الوظائف الى ثلاثة أصناف هي أساسية وثانوية وجمالية .

٢- يتم رتبط وصف أداء هذه الوظائف بعضها ببعض حسب تسلسل منطقي باستخدام رسم بياني يسمى (F.A.S.T) اختصارا من (Function Analysis System Technique) (أنظرا لشكل ١) وهذا يساعد على تحديد النقص أو التكرار في الوظائف لتلافيهما .

٣- تحديد وبيان العلاقة بين التكلفة والأداء المطلوب لمعرفة اذا كان الأداء لتلك الوظيفة يستحق ماخصص لها من ثمن ، وبالتالي معرفة الوظائف ذات الثمن المرتفع بالقياس للأداء . حتى يمكن ايجاد البديل الأفضل الذي يحقق علاقة متوازنة بين الأداء والثمن . هذه المرحلة يجب أن توفر الاجابة على الأسئلة التالية عند اتمامها :-

- ماهو الهدف أو الغرض من المشروع ؟
- ماهي وظائف المشروع ؟
- ماذا ستكلف كل وظيفة ؟
- ماهو الثمن الذي تستحقه كل وظيفة ؟

تجسد هذه المرحلة عمق التحليل الوظيفي الذي يمر به التصميم حيث تحلل وتصنف كل وظيفة كما سبقت الاشارة لذلك وتعطى كل وظيفة ماتستحقه من ثمن ، فيأتي التصميم على نحو عال من الدقة والاتقان حيث لايوجد مجال للفرضيات التي لاتنطبق والاحتياطات التي لامبرر لها .



شكل رقم (١) الرسم البياني للوظائف (F.A.S.T)

المرحلة الثالثة : طرح الأفكار :

هذه هي مرحلة الابداع واطلاق المواهب ، فمن خلال أسلوب العصف الذهني أو غيره من الأساليب يقوم أعضاء فريق الدراسة بطرح الأفكار الابداعية لايجاد بدائل تحقق الوظائف أو الأداء الذي حدد في المرحلة السابقة ، أما بطريقة أفضل أو بتكلفة أقل أو بهما معا . تدون تلك الأفكار والاقتراحات كما جاءت بعفويتها بدون تقويم لها حتى لاتقتل فكرة جيدة في مهدها لأن ذلك سيأتي في المرحلة اللاحقة . توفر هذه المرحلة البيئة الملائمة للمهندسين لطرح أفكارهم وتصوراتهم حول ايجاد الحلول لما هو مطروح ، كما أنها توفر الفرصة المناسبة لشحذ ملكات الابداع واظهار المقدرة والاستفادة من تجاربهم وخبراتهم . ان طرح الأفكار الابداعية يتطلب متابعة المستجدات في التخصص حتى تظهر الحلول والبدائل جديدة وهذا مما يثري حصيلة المهندس العلمية . هذه المرحلة يجب أن تعطي الاجابة الشافية على السؤال التالي :-

* ماهي البدائل التي تؤدي نفس الوظيفة ؟

نرى هنا كيف أن هذه المرحلة توفر البيئة المناسبة للابداع واظهار البراعة واطلاق الملكات من خلال التفاعل بين أعضاء فريق الدراسة ، فتأتي الحلول والاقتراحات جيدة في النوعية متميزة في الفكرة مما ينعكس على نوعية العمل الهندسي لأنه نتج عن عملية ابداعية توظف النبوغ والتجربة المصقولة بالتخصص .

المرحلة الرابعة : تحكيم وتقويم الأفكار :

هنا يقوم الكم من الأفكار والاقتراحات التي طرحت في المرحلة السابقة لغرض تحديد الممكن في التطبيق والعملي منها ، ثم توضع الأفكار والحلول والاقتراحات ذات الجدارة في مجاميع حسب التخصص حيث تدمج الاقتراحات المكملة لبعضها البعض . تبنى عملية التقويم على الأسس التالية :-

- حداثة الفكرة . - تكلفة تطوير الفكرة .
- امكانية وسهولة التطبيق . - المنفعة المتوخاة .

وذلك باستخدام نموذج خاص بالتقويم يبين المميزات والعيوب لكل فكرة واقتراح ، حيث يتم غربلة الأفكار واستخلاص الجيد منها على أساس التطبيق والتكلفة والاستخدام . في هذه المرحلة تستثار ملكة التحكيم والتمحيص لدى المهندسين للتدقيق في تلك الحلول والمقترحات ، والاحتكام الى معايير علمية وليس الرغبة والميول .

المرحلة الخامسة : تطوير الأفكار المحكمة :

هي تحويل الأفكار والحلول والمقترحات التي تم اقرارها والأخذ بها في المرحلة السابقة من مجرد فكرة مدونة ببضع كلمات الى خطوات عملية محددة توضح كيفية تطبيق الفكرة أو الاقتراح ، وتلك تتكون من خطوتين هما : التخطيط والتنفيذ .

أما التخطيط فيشمل معرفة التكاليف مع اعداد رسم توضيحي يساعد على فهم الفكرة أو عمل نموذج مجسم اذا أمكن ، وكذلك مناقشة تلك الفكرة مع من سيتأثر بتطبيقها من التخصصات الأخرى .
أما التنفيذ فيشمل توزيع الأفكار على المهندسين أعضاء فريق الدراسة كل حسب تخصصه وخبرته ، ليقوم كل واحد منهم بتطوير كل فكرة أعطيت له الى عمل متكامل واضح التفاصيل محدد المقصد حسب الأصول الهندسية في اعداد الرسومات والمواصفات . وهنا يجب أن تجيب هذه المرحلة على الأسئلة التالية عند اتمامها :-

- كم سيكلف البديل (البدائل) ؟
- هل البديل يفي بالمتطلبات ؟
- ماهي الوفورات الناتجة ؟

توضح هذه المرحلة وتبين كيف أن الأفكار والاقتراحات طورت على أيدي مهندسين متخصصين من ذوي الخبرة مما يعني الاطمئنان الى سلامة النتائج .

المرحلة السادسة : عرض وتقديم الأفكار :

يقدم قائد فريق الدراسة القيمية عرضا لصاحب القرار (المالك) عن تقرير الدراسة والذي يوضح ويوثق ماتم في المرحلة السابقة ، ويبين من هم الذين شاركوا فيها . يكون هذا التقرير هو ثمرة الجهد الذي بذله فريق الدراسة لتحسين ورفع مستوى التصميم مع تقليل التكلفة من خلال التوازن الذي ذكر سابقا والاستفادة من المستجدات والابتكارات الهندسية . ان هذا التقرير ليس لمجرد الاطلاع والمعلومية بل هو يمثل خطة عمل محددة ليتمشى بموجبها التصميم حتى يؤتي المشروع أكله ، ولذلك يجب أن يناقش ويجيب على الاستفسارات التالية :-

- ماهي الاقتراحات ؟
- لماذا يجب قبولها ؟
- متى تتحقق المنافع منها ؟
- من هو المعني بتطبيقها ؟

المرحلة السابعة : التطبيق :

هذه هي مرحلة جني الثمار ، اذ لافائدة البتة من كل ماسبق ان لم يطبق ، ان تطبيق ماجاء في الدراسات القيمية على المشروعات أثناء فترة التصميم يعني خروج المشروع بصورة مدروسة من جوانب عديدة كما تشير الى ذلك الخطوات السابقة مما يحقق الجودة والأداء واعتدال في التكاليف وهي سمات لازمة لأي تصميم ناجح .

المرحلة الثامنة : المتابعة والتغذية المرتدة :

هذه المرحلة هي لمتابعة ومعرفة الأداء الفعلي لتلك الأفكار والمقترحات والحلول التي تضمنها تقرير الدراسة ، حتى يمكن بناء قاعدة حاسوبية بنتائج فعلية لغرض التطوير والتحسين والاستفادة من ذلك في دراسات مستقبلية .

كيفية تطبيق الهندسة القيمية في مرحلة التصميم :

يمكن تطبيق الهندسة القيمية في اي مرحلة من مراحل التصميم المعروفة ، لكن الهندسة القيمية كما ذكر آنفا هي تحليل للوظائف ومن ثم طرح بدائل لتلك الوظائف المطلوبة مما قد يعني احداث تغيير جذري في التصميم أو الخروج بتصميم جديد بالكلية . فالهندسة القيمية ليست استبدال عنصر بعنصر أو مادة بأخرى ، وانما ايجاد بدائل بناءا على الوظائف التي تؤدى وتكون أفضل وأجدى فهي ليست عملية ترقيع هنا أو تحوير هناك للتحسين الشكلي مع بقاء الجوهر كما هو . الهندسة القيمية قد تلغي التصميم الأصلي وتأتي بآخر يتحقق فيه أداء الوظيفة على أكمل وجه بأقل التكاليف الممكنة ، ولهذا يفضل أن تبدا الدراسة القيمية عند مرحلة مبكرة من التصميم لأن التغيير في هذه المرحلة يكون أقل في التكلفة والجهد والوقت ، كون التصميم في بدايته مما يجعل التغيير ميسورا ، وهذا لايعني بعدم اجراء الدراسة القيمية في المراحل الأخرى اذا تعذر حصولها في مرحلة الفكرة الأولية لكن تكلفة الدراسة تزداد كلما تقدمت مرحلة التصميم ، وهذه الزيادة تؤثر في المردود الناتج عن الدراسة ، وان كان المردود أعلى بكثير من تكلفة الدراسة .

الخاتمة :

ان التصميم الهندسي للمشروعات يتنوع بتعدد الآراء والاجتهادات للمشاركين فيه ، وهذه الآراء مستمدة من مؤثرات شخصية أو ذاتية لهؤلاء المشاركين مثل الخلفية العلمية والبيئية والخبرة والذوق والرغبة ، كذلك من مؤثرات خارجية مثل المعلومات المعطاه والوقت المتاح والقيود المالية . فالتصميم نتاج بشري خاضع لتلك المؤثرات مما يثير الأسئلة التالية :-

- هل حصلنا على أفضل تصميم ممكن يوازن بين الجودة والأداء والتكلفة ؟
- هل بالامكان رفع مستوى التصميم بدون زيادة في تكاليف التنفيذ بل ربما خفضها ؟

ان الاجابة على هذه التساؤلات من الواقع العملي لتطبيق الهندسة القيمية هي بالنفي للسؤال الأول ، والايجاب بالنسبة للثاني . فالهندسة القيمية وسيلة ذات دور فعال للارتقاء النوعي بالعمل الهندسي ، وهذا ما أثبتته تجربتنا في الادارة العامة للأشغال العسكرية والممتدة على مدى ثمان سنوات وعشرات الدراسات القيمية منذ تطبيق هذه التقنية حيث

تراوحت نسبة التحسين مابين عشرة الى خمسة وثلاثون في المائة ، كون الهندسة القيمية بما تحويه من تقنية وخطوات توظف فيها جميع امكانات المهندسين لتصب خبراتهم وابداعاتهم في جهد واحد متكامل ليخرج العمل الهندسي كحصيلة مشتركة لمساهمات منسقة لايجاد أفضل تصميم ممكن يراعي التوازن الدقيق بين الجودة والأداء والتكلفة .

المراجـــع

[1] Parket, Donald E. "Value Engineering Theory" Lawrence D. Miles Value Foundation Revised Edition, 1985.

[2] Ahuja, Hira N. and Walsh, Michael A. "Successful Methods in Cost Engineering" John Wiley & Sons Inc., 1983.

[3] Dell' Isola, Alphonse, "Value Engineering in Construction Industry" Van Nostrand Reinhold Company New York USA, Third Edition 1988.

[4] Value Analysis & VE Techniques, Value Analysis Incorporated, Newport Beach CA, USA, 1993.