اعتبارات الجودة في أعداد تصميم المشروع الهندسي

الدكتور راجي العاني
أدراه هندسية

أفراح عبد الجبار
ماجستير أدارة هندسية

الخلاصة

تعد جودة عملية التصميم مهمة وضرورية لضمان جودة مراحل المشروع الهندسي اللاحقة (التنفيذ، الاستخدام، الصيانة) وأن أي تلكؤ أو خلل في هذه المرحلة سينعكس تأثيره على المراحل اللاحقة بصورة مضاعفة.

يتناول هذا البحث تحديد متطلبات الجودة في التصميم والتي تمثلت بمتطلبات الأداء وقابلية التنفيذ وضبط التصميم وكذلك السيطرة على الكلف أثناء مرحلة التصميم كما تناول البحث تحديد الأسباب المؤدية إلى حدوث مشاكل في التصميم والتي بدورها تؤثر على جودة المشروع المنفذ.

توصل الباحثان إلى عدد من الاستنتاجات التي كان من بينها ضرورة تقسيم الأعمال الهندسية عند أعداد التصميم إلى مراحل لغرض تحقيق متطلبات الجودة.

IMPLEMENTATION OF QUALITY IN PREPARATION THE ENGINEERING DESIGN

Dr. Raji Al-Ani
Engineering Management

Affrah Abdeljabbar
M.Sc. in Management

ABSTRACT

Quality of Engineering Design is considered as an important and essential matter for assuring the quality of the following project phases (construction, commissioning and maintenance), and any delay or fault in this phase(Design phase) will reflect on the following phases cumulatively.

In this research, the authors has identified the quality requirements in engineering design which represented as requirements for achievement constructability, and design control.. and then controlling the cost of design. The research has also discussed the reasons of causing problems in preparing the engineering design and that will affect the executed project.

The researches have concluded many points like there is a necessity to nominate the design works to the related phases of the design preparation to implement the quality requirements in the engineering design

المقدمة

أصبح الاهتمام بالجودة من الأمور المسلم بها وخاصة بعد الثورة الصناعية وانتشار المنتجات المصنعة وزيادة المنافسة عليها في الأسواق فكانت الجودة هي جواز المرور للمنتج الأفضل. وقد حث الرسول (ص) على الجودة بقوله " أن الله يحب إذا عمل أحدكم عملا أن يتقنه" وكذلك كان هنالك تعبير يقال في اللغة الإنكليزية هو (Do the right thing. first time) والذي يعني بمفهومه (أفعل الشيء بصورة صحيحة ومن المرة الأولى)، ولفعل الشيء بشكل صحيح يجب أن تكون البداية منذ مراحل التصميم. إذا أن أهم ما يميز العمل الهندسي هو التصميم لذلك العمل حيث ان التصميم يعتبر هو النشاط الإبداعي الذي يعتمد على الاحتياجات المعلنة والمعارف الموجودة للوصول إلى منهج يلبي هذه الاحتياجات ويمكن تحقيقها فالاهتمام بجودة التصميم يعد الأساس الذي تستند عليه جودة المنشأ خلال مرحلة الإنشاء وأثناء فترة التشغيل للمباني. تتناول الدراسة تحديد الاعتبارات التي يجب اعتمادها في تحقيق متطلبات الجودة للتصميم في قطاع التشييد.

مراحل التصميم

لغرض السيطرة على أداره التصميم بصورة كفوءة فمن الضروري أن يتم تقسيم العملية التصميمية إلى عدة مراحل كما يلي :-

أ- قسمت منظمة أل (RIBA – Royal Institute of British Architects) البريطانية، في خطة عملها التي تتكون من اثنتي عشر مرحلة، العمل التصميمي إلى ثلاث مراحل هي (Baldwin, 1999):

١- مرحلة المقترحات الأولية (Out line Proposed).

٢- مرحلة التصميم التخطيطي (Schematic Design).

٣- مرحلة التصميم التفصيلي (Detailed Design).

ب- أما أل(AIA- American Institute of Architects) الأميركية فقد قسمت العمل التصميمي إلى المراحل الرئيسية التالية (Robert, 1976):-

١- التصميم التخطيطي (Schematic Design).

٢- تطور التصميم (Design Development).

٣- وثائق الإنشاء (Construction Document).

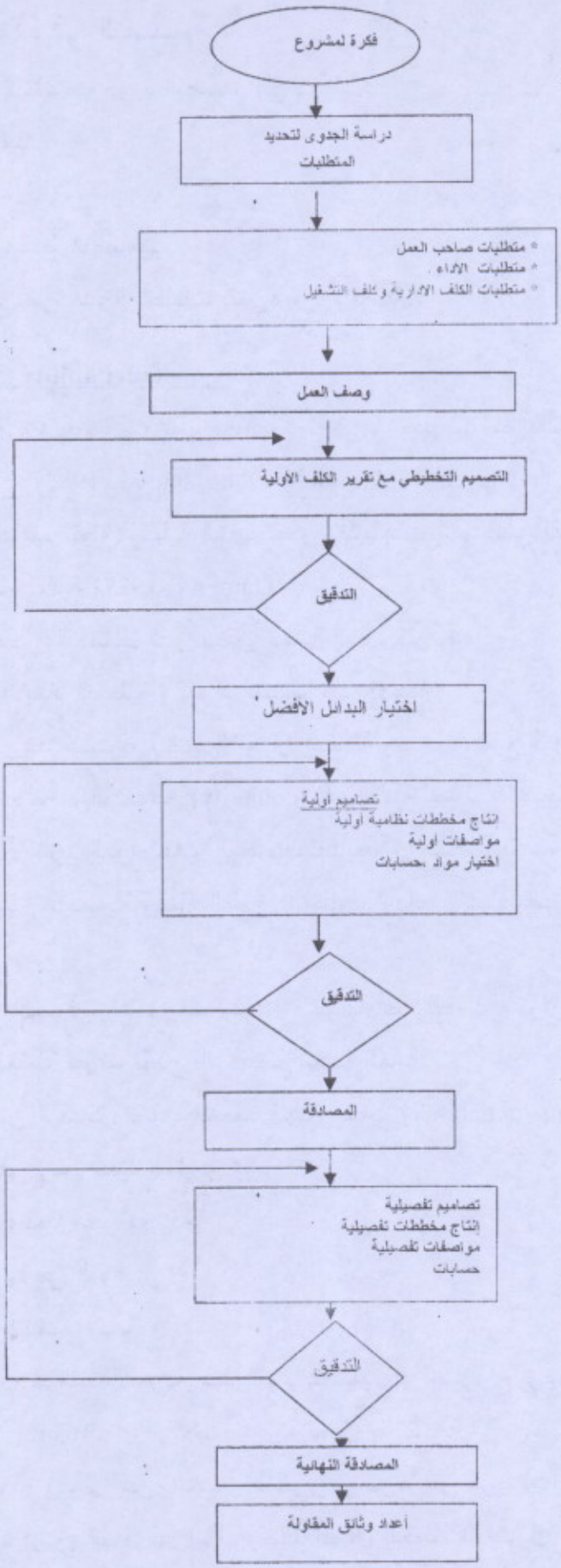
ج- أما العقد الهندسي العراقي فقد حدد مراحل العمل الاستشاري لإنجاز التصميم بالمراحل التالية (عبد الرحمان ، ١٩٩٧):-

١- التصميم التخطيطي

٢- التصميم الأولي.

٣- التصميم التفصيلي.

والشكل (1) يوضح مراحل التصميم للمشروع هندسي حسب ما ورد في العقد الهندسي والمعتمد عادة في دوائر التصميم في القطاع الهندسي.



شكل (١) مراحل تصميم المشروع الهندسي حسب ما جاء بالعقد الهندسي العراقي

متطلبات الجودة في التصميم

يمكن أن تقسم متطلبات جودة التصميم إلى ما يلي:-

١- قابلية التنفيذ.

٢- متطلبات الأداء.

٣- متطلبات ضبط التصاميم.

وسيتم تناول كل من هذه المتطلبات بشيء من التفصيل:-

قابلية التنفيذ Construct ability

وهي التكامل الأمثل للخبرة والمعرفة الموقعية في التخطيط، التصميم، التهيئة، النشاطات الموقعية لإنجاز أهداف المشروع (Tatum Clayed, 1987, Eldon, 1988, James T, 1987).

وهناك عدة مفاهيم تتعلق بقابلية التنفيذ يمكن تطبيقها في مرحلتي التصميم والتهيئة للتوصل إلى عملية تنفيذ دقيقة ذات جودة عالية (James T, 1987):-

١- يجب اختيار التصميم الذي يحقق عملية إنشاء كفوءة.

٢- استخدام الأبعاد النمطية والمواد الشائعة قدر الإمكان.

٣- يجب أن يأخذ التصميم بنظر الاعتبار إمكانية وصول جميع المواد المراد أستخدامها الى موقع التنفيذ.

٤- استخدام الأجزاء المنمذجة (Modularity) والقابلة للتجميع لتسهيل عملية الحمل والتركيب.

٥- يجب أن لا تلزم المواصفات المعدة المنفذ بطرق إنشاء معقدة وغير ضرورية وأنما من المفضل أن يحدد النتائج المطلوبة وليس الطرق المطلوبة وذلك لأعطاء المرونة للمنفذ للوصول إلى نتيجة بأفضل الطرق.

٦- المهارات المتوفرة للأيدي العاملة: أن غياب أحد العاملين، توفر الأيدي العاملة أو توفر درجة المهارة للأيدي العاملة سوف يؤدي إلى نتائج مكلفة للغاية.

وقد تظهر بعض المشاكل بسبب ضعف قابلية التنفيذ (Constructiability) منها (Eldon, Noel N., 1988):-

١- التأخير في زمن تنفيذ المشروع.

٢- إنتاجية موقعيه غير مقبولة.

٣- ضياع مهم في الموارد.

٤- زيادة في كلف الإنشاء.

ولغرض تكامل جوانب المعرفة عند القيام بتصميم أي مشروع توصي أدارة الجودة الشاملة TQM بالعمل كفريق Team Work، أي أن يضم فريق العمل بالإضافة إلى المصممين بعض المنفذين ذوي الخبرة وممثل عن أداره الجودة وممثل عن البحث والتطوير وغيرها من الوظائف التي لها علاقة بالعمل الذي يجري تصميمه ويقوم فريق العمل بدراسة ووضع أفضل الخطط للوصول إلى تصميم ذو قابلية تنفيذ عالية وفي نفس الوقت يتم دراسة متطلبات الأداء وتأثير كل منها على التصميم والسبل المؤدية إلى تحقيقها.

متطلبات الأداء

يعني الأداء بالنسبة إلى المنشأ هو الاهتمام بالمنشأ بعد الانتهاء من إنشاءه لذا فهناك عدة متطلبات لأداء أفضل ومن هذه المتطلبات.

السلامة Safety

تعتبر السلامة، في كل الأحوال، ذات أهمية عظمى في كل مراحل دورة حياة المشروع وتبدأ من مرحلة التصميم حيث يتم تحديد متطلبات السلامة بمراجعة البيانات التاريخية المتوفرة والمتعلقة بالسلامة لمشاريع مماثلة التي يجري تصميمها وتقييم المخاطر وإيجاد شدة تأثير تلك المخاطر على المستخدم و البيئة وبالتالي تعديل التصميم أو تغيره لتلافي تلك المخاطر في تنفيذ المشروع.

المعولية Reliability

تعني المعولية "احتمالية الخلو من الفشل وتحت ظروف التشغيل المعروفة ولفترة محددة من الزمن لوظيفة محددة" (Ebeling, 1997)، وتعتبر هذه صفة متأصلة في المنظومة أو أجزاء من المنظومة ويمكن إيجادها والسيطرة عليها خلال مرحلة التصميم مع عدم التجاهل بأن المعولية وعلى مدى العمر المخطط للمنشأ يجب أن تكون مقرونة بإمكانية الصيانة Maintainability .

إمكانية الصيانة Maintainability

وهي خاصية من خصائص التصميم والتي تؤثر في الصيانة المبرمجة أو غير المبرمجة تحت ظروف بيئة التشغيل

هنالك عدد من الاعتبارات يمكن ملاحظتها لتحقيق امكانية الصيانة عند أعداد التصاميم (Noori, Hamid, 1995):-

١- توفير الحيز الكافي لفنيي الصيانة لتأدية عملهم وتوفير مخازن للعدد والمواد الاحتياطية.
٢- عزل الأبنية الخدمية عن الأبنية الرئيسية لتسهيل أعمال الصيانة.
٣- وضع الحمامات ومعدات المياه قريبة من بعضها البعض لتسهيل الوصول أليها وسهولة صيانتها.
٤- سهولة الوصول إلى أجزاء المبنى المراد صيانتها.

قابلية البقاء Sustainability

يمكن تعريف ديمومة التصميم (Houvila, Pekka, 2000) على أنها تصميم الأبنية والمنشآت باستخدام طرق ومواد لن تؤدي إلى الإيذاء بالبيئة أو الصحة الشخصية للشاغلين للمنشأ أو العاملين فيه وللأجيال القادمة. وتشمل الديمومة المحافظة على الصحة لكل من العاملين والمستخدمين من تأثير الأشعة الضارة، والحفاظ

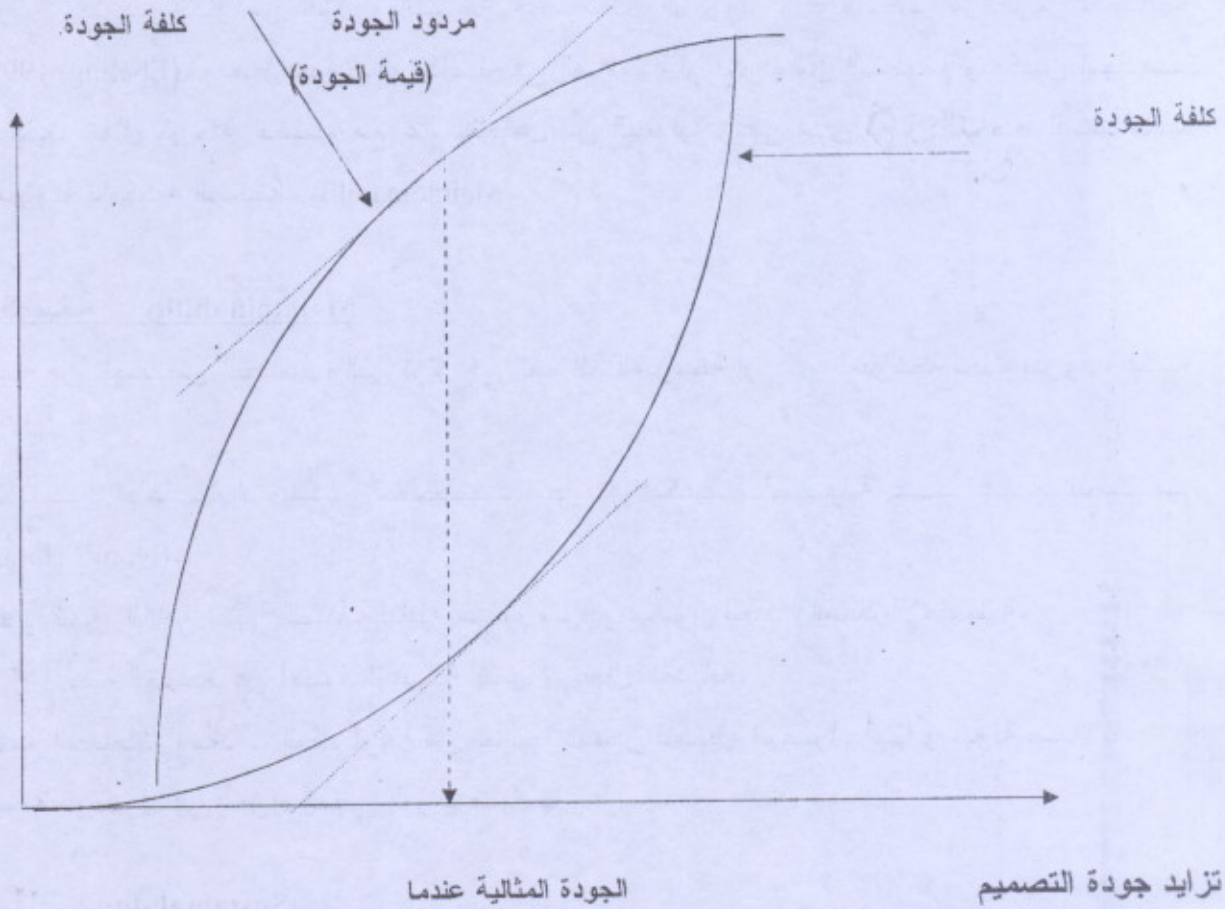
على مختلف أشكال الحياة، وكذلك الحفاظ على الموارد والحد من نفاذها. وللديمومة أبعاد أخرى وهي المحددات الاقتصادية وكذلك الإرث الثقافي والعدالة الاجتماعية وجانب الحفاظ على جودة البيئة.

التصميم وكلف الجودة

تهدف عملية التصميم الهندسي إلى تأمين المواصفات المناسبة لأوجه استخدام المنشأ ضمن حدود المستوى المطلوب للجودة وبغية تحقيق ذلك فأن معرفة احتياجات المستخدمين للمنشأ ورغبتهم تعد ضرورية لا يمكن إغفالها.

وترتفع التكاليف عادة مع ارتفاع مستوى الجودة والعكس صحيح. أن انخفاض مستوى الجودة يؤدي إلى انخفاض قيمة المنشأ وقد يصل إلى الصفر عندما لا يلبي أيا من احتياجات المستفدين من المنشأ.

ولتحديد المستوى الذي يضمن الحصول على أفضل جودة بأقل كلفة ممكنة يتعين الوقوف على التحديد الدقيق لعلاقة جودة التصميم وتكاليف تحقيقها (Barrie, Donald, 1984) و **الشكل (2)** يوضح تلك العلامة.



شكل رقم (2) العلاقة بين جودة التصميم وكلفة الجودة وقيمة الجودة (١٥)

يلاحظ من الشكل أنه تتزايد كلف الجودة بزيادة مردود الجودة بنسبة أعلى ويستمر التزايد ويلاحظ أيضا أنه قد تصل متطلبات الجودة للتصميم إلى مرحلة يصبح زيادة متطلبات الجودة غير مجدي من الناحية

الاقتصادية وعليه أستوجب أيجاد النقطة المثالية لجودة التصميم التي تحقق أعلى جودة ممكنة بأقل كلفة والتي (كما موضحة في الشكل) يحدث عندما يتوازى مماسي المنحنيين (منحني كلف الجودة المطلوبة ومنحني مردود الجودة). يتبين مما تقدم أهمية التحديد الدقيق لمستوى الجودة المطلوبة لأنه يؤثر على رفع كلفة المنشأ أو خفضها، وأن الجهد المطلوب هو زيادة قيمة المنشأ لدى الزبون وخفض كلفتها.

ضبط التصميم

لقد أكدت عدة مواصفات منها المواصفة البريطانية BS5750، BS7000 ومواصفات الأيزو ٢٠٠٠/٩٠٠١ الدليل الأستشاري المرجعي ٢٠٠٢/١٠٠١ على الضرورة ضبط التصميم.

وقد نصت هذه المواصفات على القيام بالفعاليات التالية لغرض ضبط التصميم.

التخطيط للتصميم

يتطلب التخطيط والسيطرة على تصميم المنتج وتطويره خلال عملية التخطيط للتصميم عادة تحديد ما يلي (ISO9000):-

١- مراحل التصميم

٢- أعمال المراجعة والتحقق وصحة النفاذ المناسبة لكل مرحلة من مراحل.

٣- المسؤوليات والصلاحيات المتعلقة بالتصميم.

ويتم تحقيق التخطيط بإدارة التداخلات بين المجاميع التصميمية المختلفة المعينة بالتصميم لضمان الاتصالات الفعالة ووضوح الواجبات والمسؤوليات.

وتهدف عملية التخطيط إلى:-

١- تثبيت معايير القبول.

٢- تثبيت معلومات الجودة بأجراء الاتصالات مع الوظائف الأخرى مثل أداره الجودة، المشتريات وغيرها .

٣- تثبيت طرق ووسائل القبول بإيجاد قياسات الجودة التي سيتم أجراءها وطرق أجراءها.

٤- ضمان الحصول على رضى الزبون.

مدخلات التصميم Design Input

يتم تحديد المدخلات ذات العلاقة بمتطلبات المنشأ وتوثيقها وتضمن ما يلي:-

١- المتطلبات الوظيفية ومتطلبات الأداء.

٢- المتطلبات الرسمية والنظامية الواجب تطبيقها.

٣- المعلومات المستقاة من تصاميم مشابهة والقابلية للتطبيق.

٤- أية مدخلات أخرى ضرورية للتصميم.

ويتم صياغة مدخلات التصميم وأية معلومات أخرى تخص المنشأ بضمنها نتائج دراسة الجدوى على شكل وثيقة تسمى خلاصة العمل (Work Brief) وأذا لم يتم إعطاءها من قبل الزبون يقوم فريق التصميم بأعدادها وتتم المصادقة عليه لغرض اعتمادها.

مخرجات التصميم Design Output

تهيأ مخرجات التصميم بأسلوب يسمح بالتحقق منها استنادا إلى مدخلات التصميم وتكون كما يلي:-

١- تفي بمتطلبات التصميم.
٢- توفر معلومات مناسبة للمشتريات والتنفيذ.
٣- تحوي أو تشير إلى معايير القبول.
٤- توثق بطريقة ليمكن التحقق منها.

وتكون المخرجات بصيغة مخططات أو مواصفات أو حسابات أو جداول ووثائق أخرى تعرف بالمتطلبات الفنية للعمل الموقعي، المواد، المنظومات، وتسمى بوثائق التصميم وتنتج في المرحلة النهائية لعملية التصميم.

مراجعة التصميم Design Review

تهدف عملية المراجعة الى تدقيق كفاية التصميم وتجرى من قبل الأشخاص الذين سوف يستخدمون المنشأ والأشخاص الذين يمثلون الوظائف الأخرى وتكون هذه العملية موثقة وتجري في المراحل الرئيسية من التصميم.

تدقيق التصميم

يتم التحقق من ضمان مخرجات التصميم قد أوفت بمداخلاتها ويتم ذلك بأجراء حسابات بديلة أو مقارنة التصميم الجديد مع أخر مشابه له.

ويتم تدقيق التصاميم من قبل مهندسين من نفس الاختصاص على أن يكون المدقق على الأقل بنفس درجة المهندس المصمم، ويتم تدقيق النظام الواحد مثل المعماري أو المدني أو غيره.

وكذلك يتم تدقيق التطابق بين الأنظمة المختلفة مثل المعماري والميكانيكي وكذلك المدني والمعماري.....الخ.

صلاحية التصميم Design Acceptance

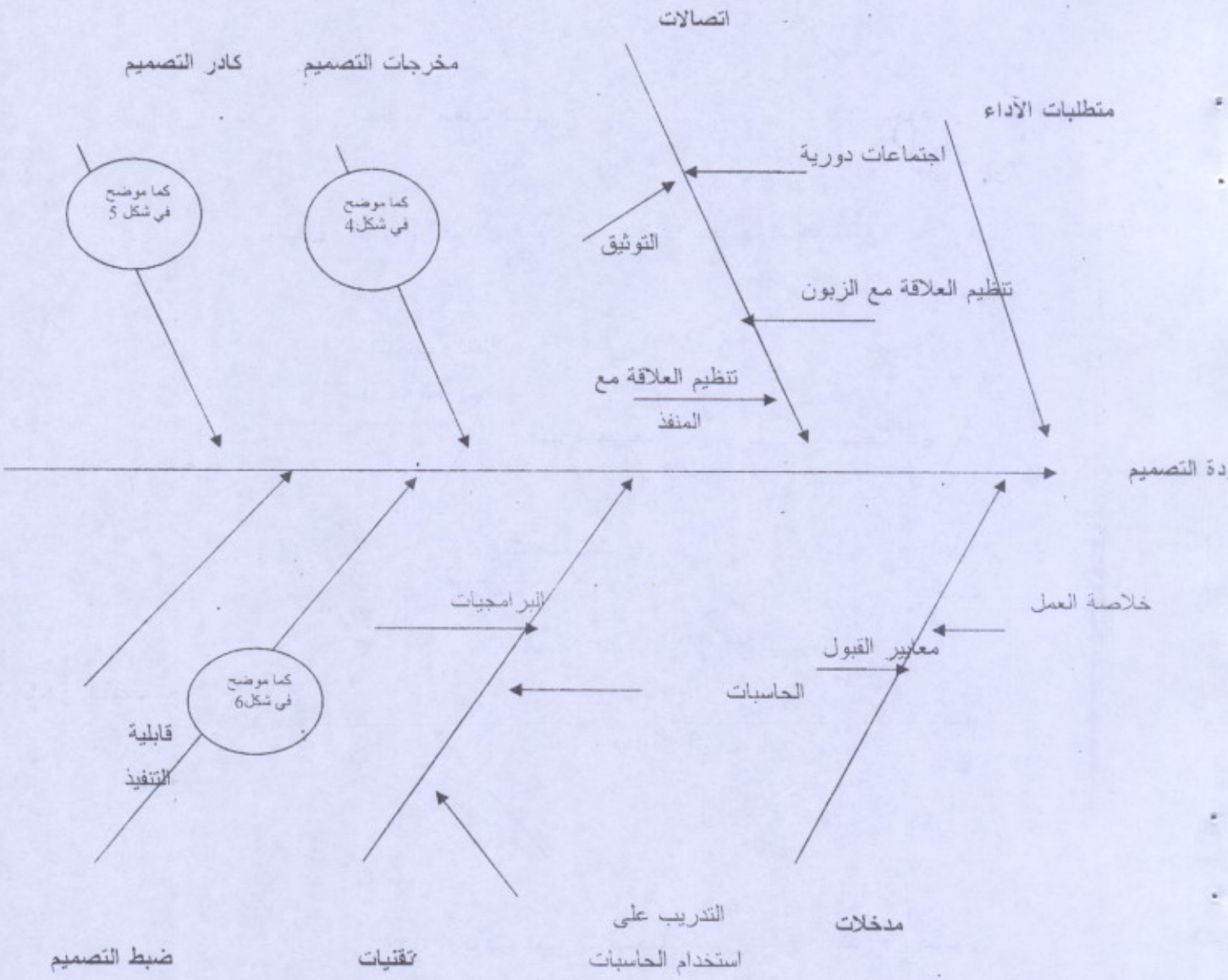
تعني صلاحية التصميم مطابقته لمتطلبات الاستخدام وهي النتيجة الطبيعية عن إجراءات التأكد من صحة التصميم وتتم المصادقة بعد أجراء فحوص موقعية على النموذج إذا أستوجب الأمر ذلك. وعند الحاجة إلى أجراء تغيرات يتم توثيق ذلك وتوثيق تأثير التغيير على التصميم المصادق عاليه من وجهة نظر المنفذين، المفتشين وأخذ وجهات نظرهم بالاعتبار.

ضبط التغيرات

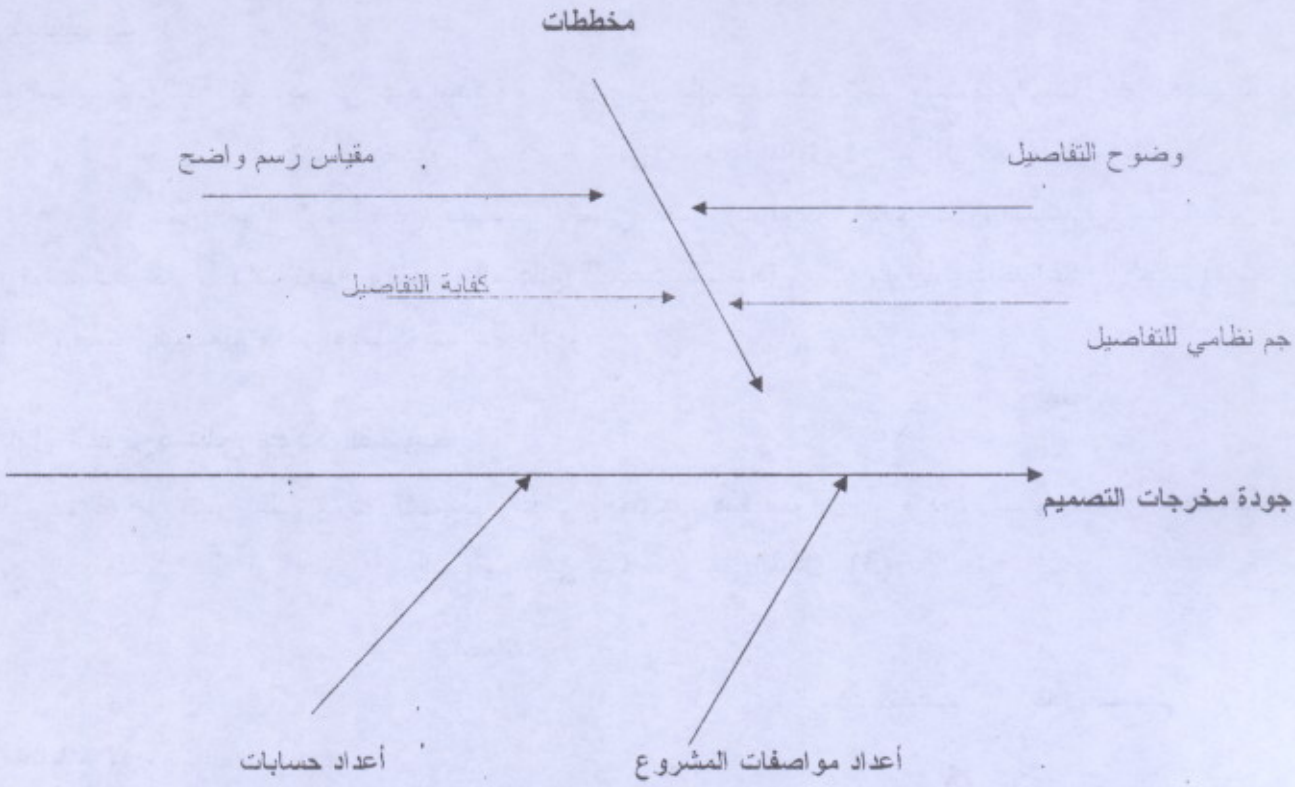
ترجع أسباب تغيرات التصميم إلى عدة أسباب منها ورود متطلبات مستجدة من صاحب العمل أو تحديث المعلومات من مصادر خارجية أو ظهور الحاجة إلى أجراء تغيرات لضمان عوامل السلامة والأمان أو بسبب عدم توفر أحد المواد المحددة في التصميم الأصلي، حيث يتم توثيق التغيرات ووضع وثيقة تبين الإجراءات اللازمة لأحداث تغيير وتأثير ذلك على التصميم المصادق عليه ويتطلب ذلك أعادة الإجراءات للتأكد من صحة التصميم وإجراءات المصادقة عليه.

العوامل المؤثرة على جودة التصميم

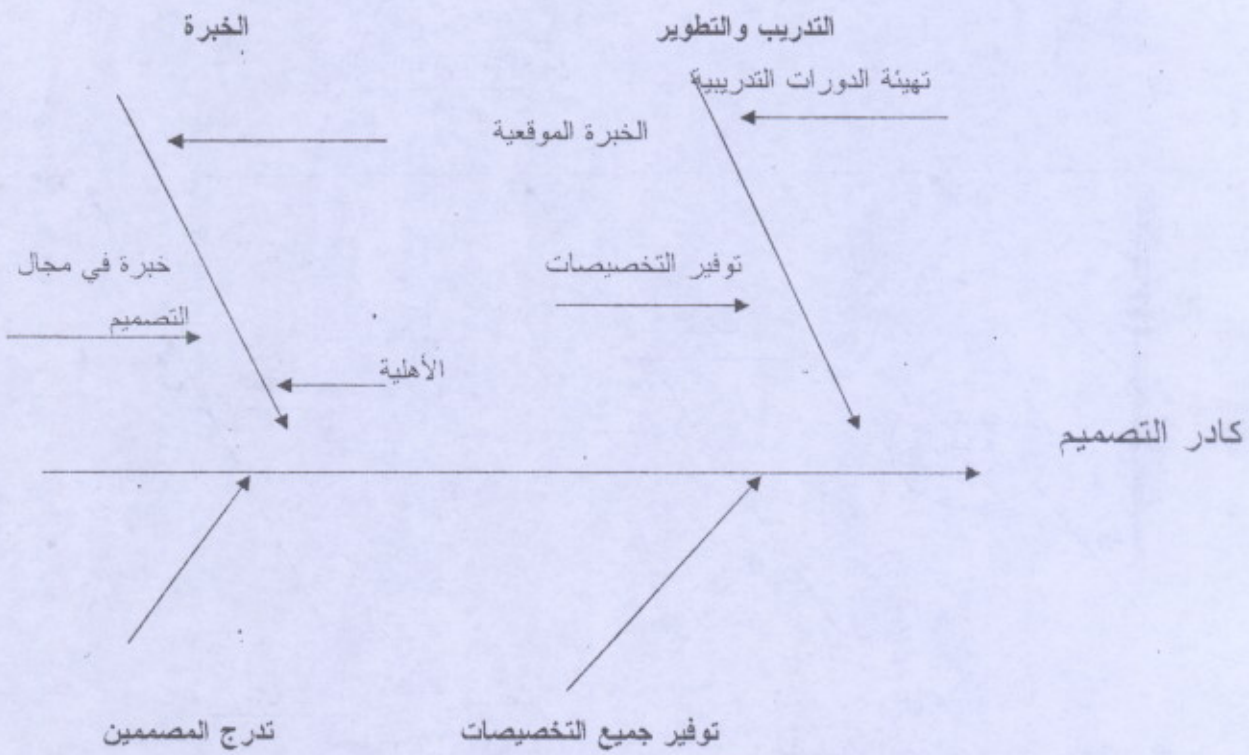
هنالك عدة عوامل تؤثر على جودة التصميم وغياب واحد من هذه العوامل أو وجوده بصورة غير منضبطة سيؤدي إلى حدوث خلل أو قصور في التصميم وهي كما مبين في **الشكل (3)**.



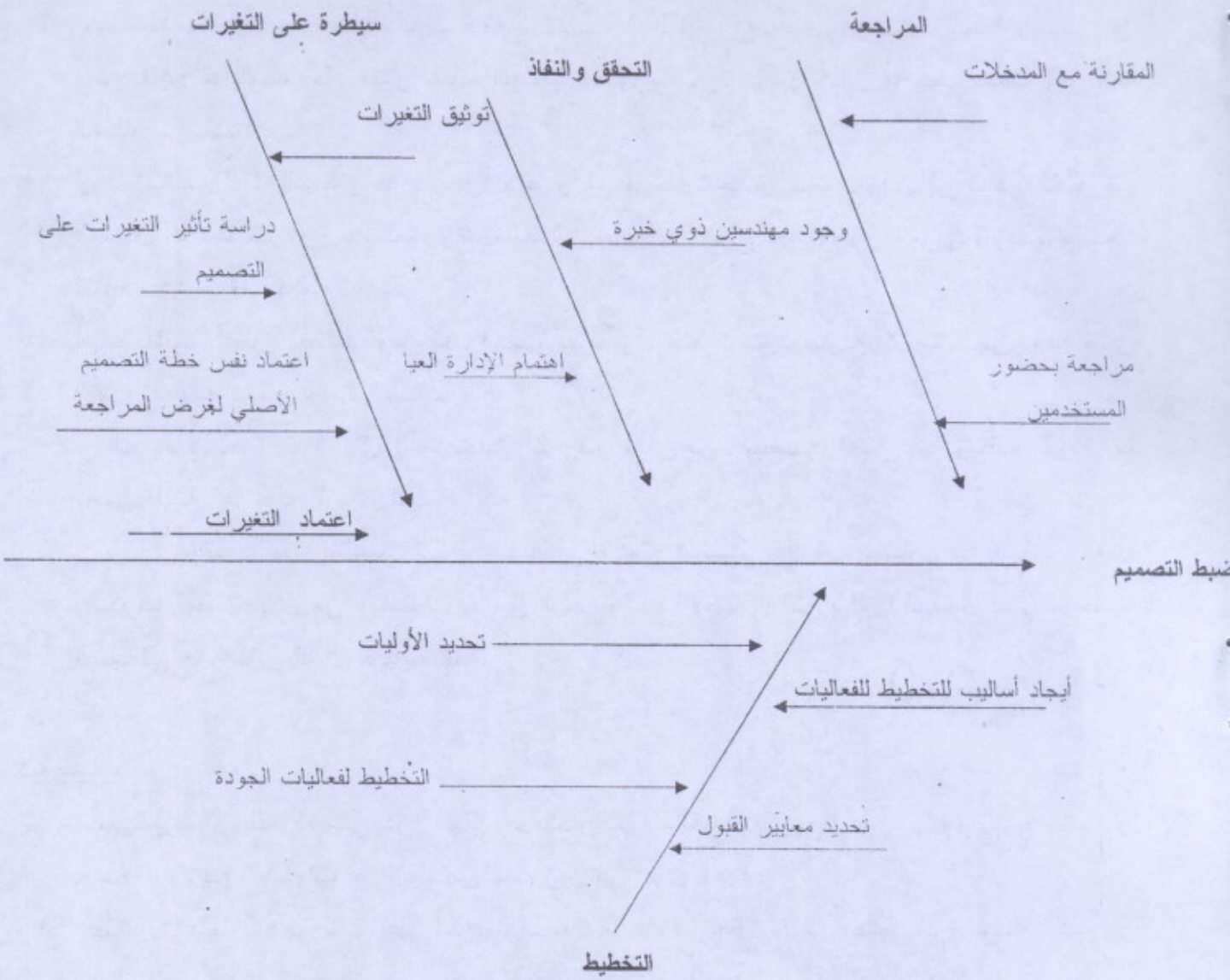
شكل (3) العوامل المؤثرة في جودة التصميم (حسب راي الباحثين)



شكل رقم (4) العوامل المؤثرة في جودة مخرجات التصميم



شكل رقم (5) العوامل المؤثرة في جودة كادر التصميم (حسب راي الباحثين)



شكل رقم (6) العوامل المؤثرة في ضبط التصميم

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

من خلال ما تم عرضه من دراسة لمتطلبات تحقيق الجودة في أعمال التصاميم الهندسية يمكن التوصل إلى ما يلي:-

١- أن تقسيم العمل التصميمي إلى مراحل يتم تدقيقها وأقرارها والمصادقة على كل مرحلة يقلل من عمليات الإعادة والتكرار وتشخيص مواطن الخلل في مراحل التصميم مبكرة.

٢- أعداد خلاصة لوصف العمل وتثبيت كافة المتطلبات الوظيفية والقانونية والرسمية والبيئية ومتطلبات الأداء وغيرها سوف يحدد مسار عملية التصميم بصورة مبكرة ويعتبر كدليل مرجعي لعملية المراجعة للتصاميم المعدة.

٣- أن دراسة متطلبات التنفيذ وأخذها بنظر الاعتبار في مرحلة التصميم سوف تؤدي إلى تلافي الكثير من المشاكل مثل التأخير في مدة المشروع، ضعف الإنتاجية، الضياع غير المبرر للموارد، زيادة الكلف الناجمة عن ضعف قابلية التنفيذ.

٤- أن التخطيط لأعمال التصميم ومن ثم تدقيقها وأعداد قوائم بالفعاليات المطلوبة لكل تخصص يعد من الأمور المهمة لتحقيق جودة التصميم.

٥- أن الجودة لا تعني الكلفة الأقل وأنما تحقيق أكبر قدر ممكن من المتطلبات الضرورية وبكلفة مقبولة مما يعطي القيمة المرغوبة للزبون للمنتج.

٦- أن تحديد معايير القبول للأعمال الهندسية سلفا في مرحلة التصميم يقلل من المشاكل بين صاحب العمل والجهات المنفذة ويقلل من المطالبات بفروق السعر والمدد الإضافية التي يطلبها المقاول في مرحلة التنفيذ في حالة كون تلك المعايير مبهمة.

التوصيات

١- تخصيص جائزة للجودة على غرار جائزة ديمنغ وجائزة مالكولم بلدريج وغيرها ووضع الأسس لمنحها. وتمنح للمنظمات أو الأشخاص المتميزين في مجال الجودة.

٢- إعطاء الاهتمام الكافي لنشر علم الجودة وضبط العاملين في حقل أعداد التصميم، وتوعية الكوادر العليا والعاملين في مجال التصميم بأهمية الجودة وزرع مبدأ الجدية في مجال جودة التصاميم ووضع الأسس لتحقيق ذلك.

٣- ضرورة تدريب كوادر أداره وأعداد التصاميم على الطرق المستجدة في التخطيط للتصميم وطرق التخطيط لجودة التصميم ((QFD - Quality Function Devloyment) وغيرها.

٤- زيادة تأهيل الكوادر التصميمية وكوادر تدقيق ومراجعة التصاميم واعتماد تدرج وظيفي خاص بالمصممين ويتم تحديد مسؤوليات وصلاحيات كل درجة حسب الخبرة العملية اللازمة للانتقال من درجة إلى أخرى.

٥- تبني أنظمة أدارة الجودة في المنظمات التصميمية حيث أن الجودة الجيدة تنبع من النظام الجيد.

٦- ضرورة اكتمال المواصفات الوطنية لتحقيق جودة التصاميم الهندسية لأن المواصفات تعد حجر الزاوية لجودة التصميم وقد لا تعين المواصفة الأجنبية المصمم، كونها لا تمثل ظروف البيئة المحلية.

٧- ضرورة الاهتمام بمفهوم قابلية التنفيذ (Constructability) وأجراء المزيد من الدراسات لغرض تطبيق المبادئ الخاصة به لضمان إنجاز المشاريع بجودة عالية وإنتاجية موقعية مقبولة وضمن الكلفة الزمن المحددين.

٨- الاهتمام بمتطلبات الأداء وتضمينها ضمن التصميم لما لها من تأثير على جودة التصميم.

المصادر

Baldwin, A.N. (1999), modeling information flow during the conceptual and schematic stage of building design, journal of construction management and economics ,Tayor & Robert Allan, LTD,.

Class, Robert Allan (1976), current techniques in architectural design, AIA, Washington,.

Tatum Clayed B., (1987). Improving constructability during conceptual planning, journal of construction engineering and management, Vol. 113, No.2, June, ASCE.

Eldon, Noel N. (1988), constructability improvement of project design, journal of construction engineering and management , Vol.114. No. 4 December. , ASCE.

O'Connor, James T., (1987), constructability concept for engineering and procurement" "journal of construction engineering and management, Vol.113 No.2, June, ASCE.

Ebeling, Vharles E., (1997), Introduction to reliability and maintain ability McGrow- Hill, Inc.,.

Noori, Hamid, (1995), production and opration management,. McGrow – Hill, Inc.,.

Houvila, Pekka, (2000), On the way toward sustainable buildings, www.sustainable. State .fl.us.,.

Barrie, Donald S., (1984), Professional construction management, McGraw- Hill Inc,.

ISO9000, (2000), Quality management systems" Switzerland, ISO,.

المصادر العربية

بناء نموذج حاسبي متفاعل لتقييم وتطوير ومتابعة أعداد التصاميم لمشاريع الأبنية "أطروحة ماجستير مقدمة الى قسم الهندسة المدنية – كلية الرشيد للهندسة والعلوم/ الجامعة التكنولوجية – بغداد (١٩٩٧)،عبد الرحمن المشهداني.

الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية،أنظمة أداره الجودة، دليل 2002/10001، بغداد،(2002.)