مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (25) العدد (14)2003
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol (25) No (14) 2003

قياس مؤشرات جودة عمليات التصميم للمشاريع واقتراح الحلول الملائمة للتحسين المستمر

الدكتور جمال عمران*
الدكتور عادل عوض**
رنا أحمد ميا ***

(قبل للنشر في 2003/3/24)

□ الملخّص □

تعتبر مشاكل التصميم المسبب الأول لزيادة كلفة المشاريع ومدتها محليا ًوعالمياً فضلا عن تأثيرها السلبي على جودة المنتجات والخدمات المقدمة، ففي حال غياب نظام فعال لقياس الجودة سيكون من الصعب جداً تحسينها،لذا نقترح هنا مجموعة مؤشرات تحدد مستوى جودة عملية التصميم تمكننا من معالجة وتقييم المعطيات الناتجة عن القياس وصولاً إلى اقتراح الحلول الملائمة،وهذه الحلول تشكل أساس عمليات اتخاذ القرارات المهيكلة (structured decisions) على كامل مراحل المشاريع بغية التحسين المستمرلها.

بدأنا في هذا البحث بدراسة مؤشر صحة مخططات التصميم نظراً للأهمية الخاصة التي يحظى بها حيث وجدنا في حالة المثال المدروس أن حجم الأخطاء كبير(كماً ونوعاً)، إضافة لمخالفة الدراسة للأسس التصميمية المعتمدة عالميا وبعد تحليل الأسباب باستخدام تقانات حل المشاكل، نقترح في هذا العمل تطبيق أنظمة إدارة الجودة بهدف التوصل إلى انعدام الأخطاء zero defects في كامل مخططات المشروع.

نظراً للمدة الزمنية الطويلة التي تحتاجها عملية تفعيل أنظمة إدارة الجودة لجأنا حالياً لتطبيق ضبط الجودة (QC) مع المنهجية والأدوات اللازمة واستخدمنا مصفوفة (House of quality) لتحديد الأهمية النسبية لعناصر QC في المثال المدروس وكانت النتيجة أن تطبيق مراجعة الجودة ضمن الأقسام المختلفة ومراجعة قابلية البناء ومراجعة التشغيل والصيانة سيحسن صحة المخططات بنسبة 90.65%

الكلمات المفتاحية: عمليات التصميم، مؤشرات الأداء ، إدارة الجودة الشاملة ،ضبط الجودة

* مدرس في قسم هندسة الإدارة والإنشاء– كلية الهندسة المدنية –جامعة تشرين –اللاذقية–سوريا
** أستاذ في قسم الهندسة البيئية –كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين –اللاذقية–سوريا
***طالبة ماجستير في قسم هندسة الإدارة والإنشاء– كلية الهندسة المدنية –جامعة تشرين – اللاذقية–سوريا

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (25) العدد (14)2003
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol (25) No (14) 2003

Measuring Quality Indicators of Projects Design Processes and Suggesting Solutions to Continious Improvement

Dr. Jamal Omran*
Dr. Adel Awad **
Rana Maya ***

(Accepted 24/3/2003)

□ ABSTRACT □

Design failures are the main reasons causing cost and schedule changes localy and internationaly, beside its negative effect on quality of products and services. The treatment of this fact will be very difficult without an effective system to measure the quality of design procedure. to do that we suggest a set of indicators to detect the level of quality of the design process which enables us to treat and assess the result of measurement and to suggest suitable solutions, which are the basis of structured decisions at the projects cycle time for its continious improvement.

we start in this research by studying the indicator of drawing accuracy due to its high priority. The case study shows a large amount of defects(qualitive &quantitive),in adition the design is not according to the international standards,and due to analysis of the causes by the problem solving technique we suggests implementing quality management systems to reach zero deffects.

Since implementing such systems is time expensive, we apply quality control with methdology and tools and use the matrix of (house of quality) to assign weights to its elements in the case study, the result was the intradisciplinary review of operation and maintance that will improve drowings to 90.65%.

Keywords:
performace indicators,total quality management,quality control, design processes

***Lecturer- Department of Construction Engineering and Management Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
**** Professor- Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
***** Postgraduate Student, Department of Construction Engineering and Management, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia,Syria.**

مقدمة :

إن المشاكل الكبيرة والكثيرة في المشاريع الإنشائية الهامة في سورية يعود منشأها في غالب الأحوال إلى أسباب تتعلق بمرحلة التصميم ولما كان يلف هذه المرحلة من العمل غموض كبير نحاول في هذا البحث إضاءة قضية الجودة في التصميم الهندسي على مختلف مراحله، والتي تكون في معظم الحالات غائبة في المشاريع الهامة في قطرنا.

كيف يمكن أن نتلمس الخطوات الأولى في عملية إدخال مبدأ ومفهوم الجودة في عمل المكاتب الاستشارية سواء كانت قطاع عام (كما هو سائد حالياً) أو قطاع خاص (كما هو متوقع أن يحصل في السنوات القادمة) هذه المكاتب الاستشارية المعنيةبتقديم الخدمات الهندسية في كل مراحل المشروع بدءاً بالتصميم وانتهاء بالاستثمار، إذ أن العمل سيبدأ من محاولة إيجاد أسس للعمل الاستشاري وصولاً إلى مبدأ إدارة الجودة الشاملة.

إن الغرض الأساسي لإدارة الجودة الشاملة Total Quality management(TQM) هو تحقيق أعلى درجة لرضى الزبون من خلال التحسين المستمر للمنتجات والعمليات، وعناصر نظام TQM تضع أساس لتطوير النظام الإداري للمؤسسة من خلال التخطيط، الضبط، وتحسين الجودة حيث يعتبر نظام TQM منهج مخطط للتحسين وإذا طبق بشكل صحيح سوف يساعد المؤسسات الاستشارية، وتطبيقه يتطلب بشكل أساسي التعهد التام للوصول لتحقيق رضى الزبون والتحسين المستمر. ففي عام 1992 قام معهد صناعة الإنشاء في تكساس بنشر إرشادات لتطبيق إدارة الجودة في الهندسة وصناعة الإنشاء، وتشير الدراسة إلى أن تطبيق TQM أدى إلى تحسين رضى الزبون وإنقاص الدورات الحياتية واختصار للتكاليف وزيادة رضى وإنتاجية العاملين[1]

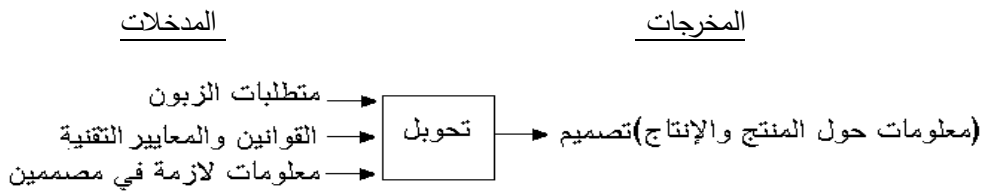
وعلى الرغم من أهمية ما تقدم تخلفت صناعة الإنشاء عن غيرها من الصناعات في تطبيق الجودة بسبب عدم إدراك العاملين فيها لقابلية تطبيق الجودة في صناعة الإنشاء وبسبب اعتقادهم الخاطئ بأن تطبيق الجودة سيرافقه زيادة في التكاليف ويحتاج إلى فترة طويلة لتطبيقه.

وهناك العديد من الشركات الإنشائية في Singapore, AU, UK, US وبلدان أوربية أخرى طبقوا بنجاح TQM لعدد من السنوات وكانت النتيجة زيادة فرص العمل(من خلال زبائن الراضيين واستشاريين راضيين)، إنقاص التكاليف ، الإنهاء في الوقت المحدد وضمن الكلفة المحددة ، فريق راضٍ ومعنوياته مرتفعة وإنقاص كمية إعادة العمل. وكان رأي الإدارة "من خلال تحسين جودة العمل نستطيع التخطيط للنجاح" [2]. وفي دراسة لتقييم العناصر التي تحكم على نجاح المشروع كانت هناك معايير موضوعية وذاتية وكانت أهم العناصر الموضوعية التي تحدد نجاح المشروع هي الكلفة والزمن أما أهم العناصر الذاتية فهي الجودة [3]. وقامت لجنة إدارة الجودة في المنظمة العالمية للهندسة الاستشارية (Fidic) بإجراء استبيان عن أهمية تطبيق الجودة في الهندسة الاستشارية وكانت النتيجة أن أكثر من 70% من المشتركين شعروا بان إدارة الجودة فعالة جداً وهو الاستبيان الوحيد في الهندسة الاستشارية عن أهمية تطبيق الجودة حيث قدمت النتائج في مؤتمرالفيديك عام 1999. [4]

مشكلة البحث:

واقع التصميم الهندسي في القطر العربي السوري :

يعرف التصميم بأنه عملية تحويل ونقل متطلبات الزبائن وفق القوانين والمعايير التقنية إلى مخططات ووثائق ومواصفات شكل 1



شكل(1) " التصميم كتحويل للمعلومات والمتطلبات" (المصدر KOSKELA)

وهنا يبرز السؤال التالي "هل تحقق مخرجات عملية التصميم الجودة المطلوبة ؟"

إن الدراسات والأبحاث المحلية والعالمية يمكن أن تجيب عن هذه السؤال بـ "كلا" ففي دراسة لأسباب زيادة كلفة ومدة المشاريع في سورية تبين أن للأخطاء التصميمية أثر كبير في هذه الزيادة ، حيث أن التصاميم تحتوي على أخطاء حسابية، إدارية ، فنية ، تنظيمية ، تنتج عنها نتائج سيئة على تنفيذ المشروع يؤدي إلى زيادة مدة تنفيذه وعرقلة تنفيذه وأحياناً فشله هذا عدى عن زيادة كلفته ، فتعديلات التصميم تشكل من 14 – 17% من العوامل المسببة لزيادة كلفة ومدة المشاريع وهناك 17% لأسباب أخرى تعود إلى أخطاء الدراسة وبالتالي تشكل نقص جودة التصميم حوالي 34% من أسباب زيادة كلفة ومدة المشاريع في سورية [5]. وتشير دراسة أخرى إلى هناك الكثير من المشاريع لا تطابق المواصفات جزئياً أو كلياً، ففي مشاريع كثيرة بدأت أعمال التدعيم قبل انتهاء التنفيذ وفي عقد لترميم مشفى رئيسي في سورية لم يكن كافياً لترميم ما قيمته 10% من المشروع واحتاج إلى ملاحق عقود ما قيمته 10 أضعاف قيمة العقد الرئيسي وتأخر برنامجه الزمني 10 أضعاف المدة الواردة في العقد[6] .

وبشكل دائم هناك اعتراضات من المتعهدين بأن التصميم غير كامل، يحتوي على الكثير من التعارضات مما يتطلب توضيحات من المصممين من أجل إكمال عملية التنفيذ وغالباً يحتوي على أخطاء نحتاج لتعديلها إجراءات متعددة، ففي دراسة لأسباب انحراف الجودة في مشاريع الإنشاء تبين أن 79% من أسباب زيادة التكاليف الكلية هي بسبب مشاكل التصميم [7] ، وفي دراسة أخرى 46% من التكاليف الإضافية كانت بسبب أخطاء التصميم حيث إن انحراف الجودة كان المسبب الأول لإعادة العمل.

مما سبق يتضح أن إعادة العمل أصبح ظاهرة شائعة في المشاريع الإنشائية مما يؤدي إلى زيادة الكلفة والزمن ومن أجل تحسين الأداء من الضروري تحديد أسباب وتكاليف إعادة العمل فهذه القياسات ستعكس آلية العمل ضمن الأقسام المختلفة وتحدد مستوى إعادة العمل، وبالنتيجة تبين مستوى الجودة والإدارة وتمكننا من تحديد أسباب الأخطاء للعمل على إزالتها، وبالتالي إذا أردنا أن يتحسن الأداء يجب أن تقاس الجودة وما لم يوجد نظام فعال لقياس الجودة سيكون من الصعب جداً تحسين الجودة [8] وبقياس مستوى الجودة يمكننا تحديد مشاكل الجودة وتحليل الأسباب التي أدت إلى هذه المشاكل وبالتالي اقتراح الحلول الملائمة للتخلص من المشاكل وتحسين عملية التصميم، وبالنتيجة إن قياس الجودة يهدف إلى اقتراح الحلول بشكل منظومي [Systematic] وذلك من أجل زيادة فعالية تحسين الجودة.

أهمية البحث :

تتمثل أهمية البحث في النقاط التالية:

1. العائق الأكبر للتنفيذ محلياً وعالمياً من بين جملة مشاكل هو أخطاء التصميم [5،9] وبالتالي تشكل مرحلة التصميم الحلقة الأكثر أهمية في دورة حياة مشاريع الإنشاء مما يعطي البحث أهمية خاصة .
2. إن هذا البحث سيتعرض لمفهوم إدارة الجودة الذي يعتبر مفهوم إداري حديث له بناء علمي وفلسفي متميز. إلا أنه لم يلق في سورية حتى الأن الإهتمام المطلوب من قبل الشركات الإستشارية.ومن هنا تأتي أهمية هذا البحث إذ أنه يحاول أن يقدم ركائز هذا المفهوم .
3. سيقدم البحث جملة من المؤشرات التي تحدد جودة التصميم والتي تعتبر عالمياً المقياس الذاتي الأكثر أهمية لنجاح المشروع .
4. إن هذا البحث يقدم حل آني مع المنهجية والأدوات من أجل تخفيض مشاكل الجودة في مرحلة التصميم وهذا يعطي للبحث أهمية كبيرة في قابليته للتطبيق حالاً. ريثما يتم تطوير الأنظمة اللازمة لتحقيق الجودة .
5. يمكن أن يعد هذا البحث الأول في القطر العربي السوري إذ يتناول آلية تطبيق أنظمة الجودة في الهندسة الاستشارية.

من المتوقع أن يكون هذا البحث مفيداً جداً للشركات الاستشارية المحلية حيث يؤكد مدى الفائدة من تطبيق أنظمة الجودة ضمن مؤسساتهم وسيدركون ذلك عندما يروا بأن جهود تحسين الجودة يمكن أن تقاس وتحلل بشكل كمي والذي سيمكنهم من تطوير المنهجيات الملائمة للتحسين وتحقيق رضا الزبون .

أهداف البحث:

تركز TQM على الوقاية وليس التصحيح والهدف هو الحصول على عمل خالٍ كلياً من الأخطاء بنسبة 100% وخالٍ من الضياع في الزمن والمال. أي الهدف هو إجراء العمل بشكل صحيح من المرة الأولى والتخلص من الجهد الضائع وإعادة العمل ومن أجل تحقيق ذلك يجب التركيز على كافة العمليات التي تتم ضمن مرحلة التصميم وبالتالي الهدف الأساسي من هذا البحث هو تحديد المؤشرات التي تقيس جودة التصميم ويتم تطبيق طريقة القياس على دراسة حالة حيث تم دراسة كيفية القياس لأكثر المؤشرات أهمية وهو "صحة مخططات التصميم" واقتراح المنهجية الملائمة لتحسين صحة مخططات التصميم مع الأدوات اللازمة.

وبشكل محدد ستكون الأهداف كما يلي:

1. تعريف مؤشرات جودة التصميم التي تحدد مستوى جودة عمليات مرحلة التصميم .
2. تحديد قيمة "مؤشر صحةمخططات التصميم" للحالة المدروسة .
3. تحليل المعطيات من أجل اقتراح الحلول المناسبة .
4. دراسة الأهمية النسبية للحلول المقترحة .
5. النتائج والتوصيات .

منهجية البحث :

لقد اعتمدنا في البحث على الركائز الأساسية للبدء بتطبيق أنظمة الجودة من خلال نتائج الدراسات والتجارب العالمية حيث يجب البدء بقياس الجودة الحالية من أجل تحديد الأولويات في تطبيق الحلول المقترحة ويتم ذلك من خلال المراحل التالية :

1. اقتراح مؤشرات لقياس الأداء من خلال دراسة التجارب العالمية ومعرفتنا بواقع الظروف المحلية .
2. اعتماداً على دراسة سابقة لأسباب زيادة كلفة ومدة المشاريع في سوريا حيث تشير الدراسة إلى أن أخطاء التصميم تؤثر بنسبة 34%في الزيادة المذكورة، واعتماداً على نتائج بعض الدراسات التي تعتبر مؤشر صحة التصميم المؤشر الأساسي للحكم على جودة التصميم بالإضافة لكونه محتوي ضمناً لجزء من مؤشرات أخرى مثل التنسيق وقابلية البناء والتشغيل والصيانة، قمنا باختيار مؤشر صحة مخططات التصميم لأجل تحليل أسباب الأخطاء ووضع الحلول المناسبة وذلك لمشروع تصميم عقدة مرورية .
3. تمت دراسة تصنيف الأخطاء بحسب نوعها باستخدام المدرج التكراري Histogram حيث تم تحديد نوع الخطأ وتكرار الخطأ وذلك اعتماداً على كشوف تدقيق المخططات الذي أجري على الدراسة من قبل مكتب متخصص.
4. تطبيق تقنيات حل المشاكل باستخدام تحليل باريتو وذلك لإعطاء الأولوية للمشاكل المدروسة .
5. دراسة الأسباب الجذرية (root causes) لأكثر الأخطاء تكراراً المحدد في تحليل باريتو
6. تحليل هذه الأسباب واقتراح الحلول المناسبة لها .
7. اقتراح حل آني ريثما يتم تطبيق الحل المقترح وهو Quality control (QC) نظام لضبط الجودة وتحديد المنهجية لتطبيق QC مع الأدوات اللازمة .
8. دراسة الأهمية النسبية لعناصر المنهجية المقترحة من خلال تطبيق مصفوفة "House of Quality" في حالة الدراسة وذلك من أجل زيادة التركيز على العوامل الأكثر أهمية أثناء تطبيق الحل المقترح .

تعريف مؤشرات الأداء لتحديد جودة عمليات التصميم لمشروع الإنشاء:

تعد القياسات أحد أساسيات إدارة الجودة حيث نرتكز عليها لتحديد الأسباب الجذرية للمشكلة من أجل عمل الإجراءات التصحيحية اللازمة ، فهي تزودنا بمعلومات واقعية تمكننا من إجراء التحسين المستمر للعملية ولا يمكن أن تنجح العمليات الإدارية بدون قياس الأداء الذي يزودنا بالمعلومات الضرورية لضبط العملية ،حيث أن معظم الإداريين يتخذون القرارات عشوائياً بدون تفكير نظامي (Systematic) معتمدين في ذلك على خبراتهم الفردية ومعتمدين على القياسات المالية التي لم تعد كافية في البيئة التنافسية حالياً ، أو معتمدين على الفحص النهائي للمنتجات أو الخدمات المقدمة، والذي يعتبر المفهوم التقليدي لأنظمة ضمان وضبط الجودة ويقول ديمنغ (أحد مؤسيين علم الجودة)عندما نعتمد على الفحص فقط كأننا نخطط لحدوث الأخطاء لأننا من خلال عملية الفحص لا يمكن أن نجري العملية بشكل صحيح فالجودة لا تأتي من خلال الفحص ولكن من خلال تحسين العملية وبالتالي بذل جهد أكبر لمنع المشاكل ، لأننا عن طريق الفحص نكون اكتشفنا الأخطاء بعد أن وقعت أي دفعنا من أجل حدوثها وسندفع من أجل إزالتها وسنعيد العمل، وبالتالي من الأفضل التركيز على الفحص أثناء

القيام بالعمل في كل المراحل وفي كل العمليات ومن قبل جميع العاملين بحيث نصل إلى المرحلة النهائية بأقل عدد من الأخطاء .

تعتمد أنظمة الجودة علىالاكتشاف المبكر للأخطاء وحلها وهذا الأمر مهم جداً في مشاريع التصميم حيث إن شركات التصميم تصرف 25–40% من التكاليف الكلية للمشروع على إعادة العمل وتحتاج فقط إلى 2.5% لإجراء مراجعات الجودة أي منع الأخطاء [10] وبالتالي إن إزالة الأخطاء لا يحقق الجودة المطلوبة فقط بل ينقص التكاليف. حيث أن هناك قاعدة في مشاريع التصميم وهي"1$–10$–100$" ومفهوم القاعدة إن المشكلة التي تحتاج إلى منعها كتكاليف لمراجعات الجودة1$ تحتاج لإزالتها إذا اكتشفت أثناء التدقيق النهائي للدراسة 10$حيث أن تعديل خطأ واحد يحتاج إلى عدة تعديلات في مخططات مختلفة وإذا لم يتم تعديل إحدى هذه النتائج وبقي خطأ في مكان ما من الدراسة واكتشف أثناء التنفيذ حينئذٍ سنحتاج إلى 100 $ من أجل تصحيحه لأنه ربما أثناء ذلك نحتاج لمواد إضافية هذا عدا عن أجور العاملين والمدة الإضافية التي زادت كنتيجة لتصحيح الخطأ[10] ولكن إذا لم تكتشف على الإطلاق حتى أثناء التنفيذ فلا يمكن عندها حصر الكلفة والنتائج الكارثية التي قد تحصل وبالتالي من أجل حل المشاكل يلزمنا تطوير نظام لقياس الأداء الذي يبدأ باختيار مجموعة من القياسات ، فاختيار القياسات الكافية والملائمة له تأثير كبير على الاستراتيجية وعلى تطوير برنامج التحسين مما سيجعل أصحاب القرار يعتمدون في عملهم ليس على خبرتهم الشخصية فقط بل على مجموعة مهيكلة (stractured) من الأدوات والمعطيات. وعملية القياس ليس فقط جمع المعلومات بل يجب معالجة وتقييم هذه المعلومات ولا نستفيد من القياسات خلال وقت قصير بل تظهر أهميتها بعد تطبيق التحسينات وإجراء القياسات مرة أخرى لمعرفة فاعلية عملية التحسين ،إن استخدام المؤشرات ستجعل الأمور غير المرئية،مرئية حيث ستزيد مستوى الشفافية في النظام المعتمد للعمل [11] .

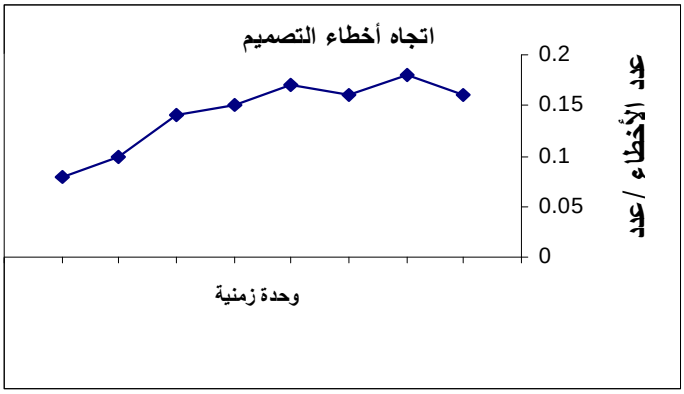
وبالتالي سنعرف المؤشرات المختلفة التي تحدد جودة عمليات التصميم وفق ما يلي:

1– مؤشرات كمية :

*** مؤشر صحة التصميم :**

يتم حساب مؤشر صحة المخططات بـ (عدد الأخطاء في المخططات / عدد المخططات) وتحسب صحة الوثائق بـ (عدد الأخطاء في الوثائق / عدد الوثائق).

حيث يتم قبل الإنتهاء من المراجعة النهائية للتصميم إحصاء لعدد الأخطاء الموجودة في المخططات (يحدد بنسبة معينة قبل الانتهاء مثلاً 70% من قبل مدير المشروع) ويتم استخدام قوائم مخصصة لذلك محدد فيها نوع الخطأ حيث يتم تسجيل عدد كل نوع من الأخطاء ويزود كل قسم بنتائج تدقيق الأخطاء وذلك من أجل تحديد أولوياته بالنسبة لتحسين الجودة .وبعد التحسين يتم أيضاً قياس مؤشر الصحة ومقارنته مع السابق لمعرفة كمية التحسين وتعاد هذه القياسات في كل مشروع وتحدد على مخطط لمعرفة الاتجاه في صحة التصميم فيما إذا كان يتحسن بالشكل المطلوب أم لا (الشكل 2) .

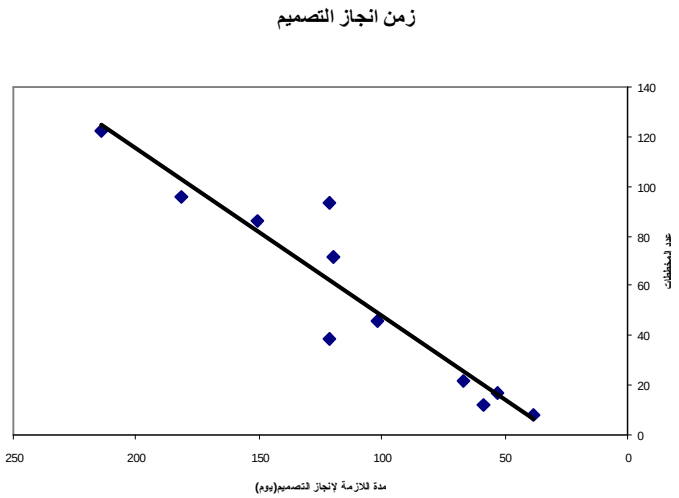


– شكل2–

*** مؤشر زمن الإنجاز :**

إن إحدى الأهداف الأساسيةلنظام TQM هو إنقاص زمن إنجاز كل عملية. حيث لكل تصميم وقت محدد يلزم لإنجاز مجموعة المخططات والمواصفات وبالتالي نقيس عدد الأيام اللازمة لإنجاز التصميم لعدة مشاريع ونرسم خط الانحدار (regression Analysis) الملائم لمجموعة النقاط الممثلة للمشاريع ونحدد عدة إجراءات وطرق لإنقاص هذا الوقت ونطبقها وبعد التطبيق نقيس الزمن اللازم لإنجاز عدة مشاريع فإذا كان اتجاه ميل خط الانحدار بإتجاه الأسفل تكون جهودنا فاعلة في التحسين (شكل 3) .

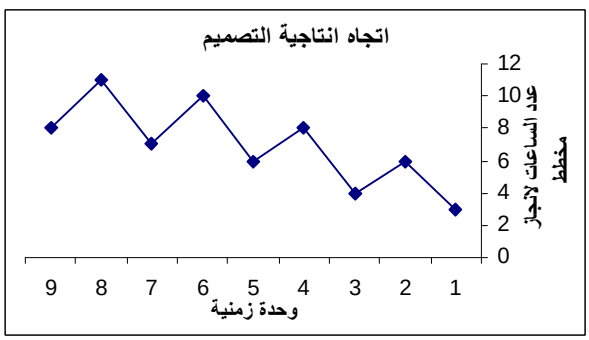
- شكل 3 -



*** مؤشر إنتاجية التصميم :**

إن تحسين إنتاجية التصميم يقاس بمعدل عدد ساعات العمل اللازمة لإنجاز مخطط أو صفحة، حيث يتم قياس ذلك وتمثل هذه الساعات على مخطط وتقاس خلال فترات متقاربة (كل أسبوع مثلاً) فإذا لم يكن مرضي تحدد الإجراءات اللازمة للتحسين (شكل 4) (مؤشر إنتاجيةالتصميم يطبق فقط على مشاريع ذات طبيعة متشابهة) يظهر الشكل زيادة عدد الساعات وبالتالي نقص الإنتاجية أي ضرورة البحث عن الأسباب وإيجاد الحلول.

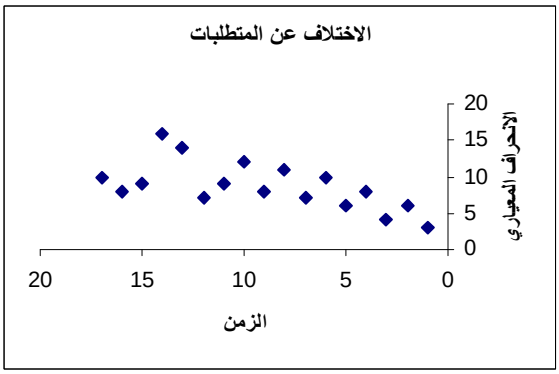
- شكل 4-



*** مؤشر تمام التصميم:**

إن مطابقة المشروع للمتطلبات العقدية هدف أساسي من المهم تحقيقه وللتأكد من إجراءه يتم تحديد عدد الانحرافات عن المتطلبات التي جاءت في العطاء لمجموعة من المشاريع ثم يتم حساب الإنحراف المعياري فإذا كان الإنتشار كبير يعني أن قيمة عدم المطابقة للمتطلبات كبيرة ويجب التركيز على تحديد وتعريف المتطلبات بدقة قبل البدء بعملية التصميم وتعاد عملية القياس بعد تطبيق طرق التحسين. يتم تمثيل الانحراف المعياري على مخطط لبيان حجم الانتشار حيث أن رؤية المخطط تعطينا واقع ومدى مطابقة المشاريع المنجزة للمتطلبات(شكل 5) .

شكل-5-



*** مؤشر درجة التنسيق والتداخل بين المشاركين في عملية التصميم :**

إن هذا المؤشر يعبر عن التداخل والتنسيق D_{oi} degre of interaction بين المصممين أثناء كافة مراحل المشروع حيث يتحسن أداء المشروع بزيادة درجة التداخل ولا نستطيع قياسه مباشرة بل يتم ذلك خلال المراحل المختلفة للمشروع حيث تقسم هذه المراحل بمرحلة التخطيط ثم مرحلة التصميم الأولي ، التصميم التفصيلي ، التعاقد ، الإنشاء ، التشغيل .

ويتم حساب درجة التنسيق وفق المعادلة :

$$D_{oi} = \frac{1}{CD} \times \sum_{k=1}^{n} p_k \times \left[\sum_{i=1}^{m_k} \left(\frac{t_{ik}}{160}\right) \times D_{ik} \right]$$

D_{oi} = درجة التنسيق ويعبر عنها بعد الساعات .

CD = مدة الإنشاء بالأشهر .

n = عدد مراحل المشروع (وافترضناها (6)) .

p_k = معامل التثقيل لكل مرحلة من المراحل.

t_{ik} = عدد الساعات التي صرفها الشخص الواحد للتنسيق في كل شهر

m_k= عدد الأشخاص المشتركين في التنسيق في كل مرحلة .

160= عدد ساعات العمل التقريبية بالشهر .

D_{ik}= مدة كل مرحلة (بالأشهر)

يمكننا أيضاً حساب التداخل في مرحلة التصميم فقط للعمل على تحسينه خلال مرحلة التصميم ومن المعروف لجميع الباحثين أن التنسيق في المراحل الأولى له تأثير أكبر منه في المراحل الأخيرة وبالتالي من الضروري تخصيص نسب تثقيل لتعكس القيمة للتداخل في كل مرحلة .

ويمكن توزيع الأثقال بالشكل التالي: مرحلة التخطيط 0.16 ، مرحلة التصميم الأولي 0.16 ، مرحلة التصميم التفصيلي 0.25 ، التعاقد 0.09، الإنشاء 0.22 ، التشغيل 0.06 .

نلاحظ من التثقيل المعطى أهمية التنسيق ضمن مرحلة التصميم. ومن خلال دراسة التنسيق لمجموعة مشاريع تبين أنه إذا كانت قيمة مؤشر التنسيق أقل من 0.4 عندئذٍ غير كافٍ وأداء المشروع غير مرضي حيث تزيد كلفة وزمن المشروع ويجب العمل على تحسين التنسيق من أجل تحسين أداء العمل [12] .

***مؤشر قابلية البناء Constructability :**

إن دراسة قابلية البناء هامة جداً حيث هناك الكثير من المشاكل التي تحدث أثناء التنفيذ بسبب مشاكل قابلية البناء ويعبر عنها(بعدد التعديلات التي أجريت أثناء التنفيذ بسبب قابلية البناء / كلفة × مدة المشروع) وتقارن لعدة مشاريع للتأكد من الجهود المبذولة للتحسين .

*** اقتصادية التصميم: Economy**

إن تقديم التصميم الأمثل ذو الكلفة الأقل يشكل أحد أهم أهداف إدارة مشروع التصميم ويتم ذلك عن طريق تطبيق مفهوم Value engineerig الهندسة القيمية ونستطيع حساب اقتصادية التصميم عن طريق(قيمة إنقاص الكلفة الناتجة عن هندسة القيمة / كلفة × زمن المشروع) وتقارن للمشاريع من نفس النوع .

*** مؤشر قابلية الصيانة:** من المفيد أثناء مرحلة التصميم دراسة وضع طرق صيانة المشروع المدروس لأن عدم المقدرة على الصيانة سيؤدي إلى مشاكل متعددة ويعبر عن مؤشر قابلية الصيانة بـ (عدد مشاكل قابلية الصيانة /كلفة× زمن المشروع)وتقارن لعدة مشاريع .

*** مؤشر قابلية التشغيل:** من الضروري أثناء مرحلة التصميم الأخذ بعين الاعتبار كيفية تشغيل المشروع وتعريفها ووضع الخصائص اللازمة وطرق التشغيل ويعبر عن مؤشر قابلية التشغيل بـ (عدد مشاكل قابلية التشغيل / كلفة × زمن المشروع).

إن المؤشرات السابقة تعطي كمية الجودة الحالية وكمية الجودة بعد التحسين في خصائص مختلفة لعملية التصميم ويمكن التعبير عن إجمالي هذه المؤشرات من خلال مؤشر مراجعة المصمم حيث يعبر عنه (بعدد مرات طلب المصمم للمعلومات أثناء التنفيذ / كلفة × زمن المشروع) إن مؤشر مراجعة المصمم يعطينا إجابة (نعم أو لا) وتعطينا نسبة معينة للتحسين ولكننا لا تمكننا من معرفة مكان الخطأ للعمل على إزالته وبالتالي يمكننا الاعتماد عليه بشكل أقل .

2- المؤشرات النوعية :

- **مؤشر تأثير الخطأ :**

يجب الانتباه إلى أن بعض الأخطاء يكون تأثيرها في زيادة الكلفة قليل وتعديلها يحتاج إلى إجراءات بسيطة لا تزيد الكلفة والمدة وهناك أخطاء تزيد الكلفة بشكل كبير وتعديلها يحتاج إلى إجراءات متعددة وبالتالي مؤشر صحة التصميم أي المؤشر الكمي لا يكفي للحكم على جودة التصميم فقد يكون عدد الأخطاء قليل جداً أو شبه معدوم ولكن تأثيرها كبير لذا تبرز ضرورة إيجاد مؤشر تأثير الخطأ للحكم على جودة التصميم ونحتاج لحسابه إلى وجود نظام لقياس زيادة التكاليف بسبب أوامر التغيير التي حصلت أثناء التنفيذ ونسبة مساهمة أخطاء التصميم في هذه الأوامر ، حيث إن هذه النسبة تعبر عن مؤشر تأثير الخطأ ويجب علينا قياسها والعمل على تخفيضها وإزالتها بحل المشاكل المسببة لها .

3- مؤشرات مالية :

إن المؤشرات المالية مثل الربحية وزيادة فرص العمل بسبب تكرر الزبائن تعبر عن تحسين العمل بشكل عام ولكنها لا تزودنا بالمنهجية اللازمة للحل وبالتالي تعطي مؤشر عن التحسين ولكنها لا تمكننا من تحديد الطريقة الملائمة من أجل تحسين أفضل فيما إذا لم تكن النسبة مرضية أو فيما إذا تراجعت النسبة، بمعنى أنه لا يوجد تحسين ،عندها لا نستطيع تحديد الطريقة الملائمة لتدارك المشاكل الناجمة وبالتالي لا يمكن الاعتماد عليها من أجل التحسين المستمر.

دراسة حالة:

إن الحالة المدروسة هي لمشروع تصميم عقدة مرورية تتألف من نفق وجسر مرور للسيارات في منطقة الريفيرا مركز مدينة اللاذقية / سوريا ، وقام بدراسة المشروع مكتب دراسات المنطقة الساحلية لمؤسسة الإسكان العسكرية .

وقد اعتمدنا في الدراسة على نتائج كشوف التدقيق التي قامت بها الوحدة الهندسية لدراسات النقل وتخطيط المواصلات في جامعة تشرين كلية الهندسة المدنية ،لتحديد الأخطاء التي كانت في الدراسة ونوعها

1- تحليل المعطيات لتحسين مؤشر صحة التصميم :

عند دراسة تقارير التدقيق لمشروع تصميم عقدة الريفيرا تبين انه تم تدقيق هذه الدراسة وفق ثلاث مراحل لأنه لم يتم تسليم كامل المخططات الوثائق في وقت واحد.

إن نتيجة تدقيق مخططات عقدة الريفيرا أظهرت أن هناك أخطاء لا يمكن أن تسمح بقبول الدراسة كما هي حيث أنها لا تلبي متطلبات المواصفات والمقاييس المعتمدة عالمياً ولأجل ذلك تم تنظيم اجتماعات عمل مشتركة بين الجهة الدارسة وفريق التدقيق تم خلالها تعديل بعض أجزاء الدراسة ووضع الحلول لها وفق الأسس العالمية المعتمدة AASHTO -1994 وذلك نظراً لشمولية هذه التعليمات وانتشارها الدولي إضافة إلى اعتمادها الضمني من قبل وزارة المواصلات في دراسة المنشآت الطرقية التابعة للوزارة .

إن التعديلات السابقة فرضت منعكسات جديدة لتنفيذ المشروع فيما يتعلق بـ الشوارع والأرصفة الجانبية لمنطقة الدراسة مما استدعى إلى ضرورة الإتفاق من قبل الجهات المختلفة المسؤولة عن (تصميم وتنفيذ والإشراف على التنفيذ والتدقيق) على المنعكسات الجديدة للتعديل والذي استلزم إلى إجراء 8 اجتماعات بين الأطراف السابقة للاتفاق على الحلول المعدلة مما تقدم نلاحظ أن التصميم لم يكن مطابق للأسس العالمية المعتمدة للتصميم وهذا

مؤشر كبير لغياب الجودة في مشروع التصميم المدروس ومن أجل تحديد أسباب مشاكل التصميم سنقوم بحساب مؤشر صحة التصميم في المخططات للمراحل الثلاثة لتدقيق المشروع وذلك بعد إجراء التعديلات المذكورة :

المرحلة الأولى: $م_{ص1}$ = عدد الأخطاء/عدد المخططات = $\frac{59}{45} = 1.31$

المرحلة الثانية: $م_{ص2}$ = عدد الأخطاء/عدد المخططات = $\frac{44}{48} = 0.92$

المرحلة الثالثة: $م_{ص3}$ = عدد الأخطاء/عدد المخططات = $\frac{23}{52} = 0.44$

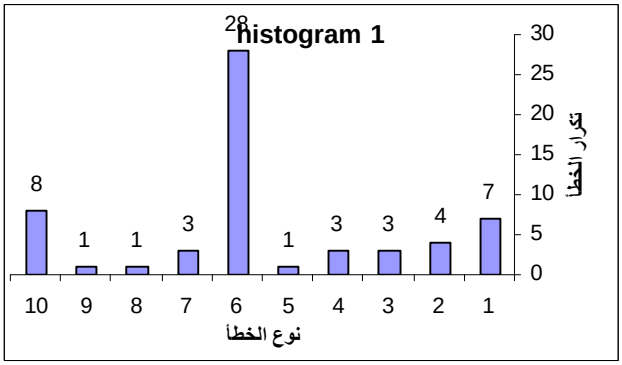
نلاحظ زيادة عدد المخططات من 45 ← 52 حيث تدل على نقص الدراسة المقدمة وفرض المدقق تقديم بقية المخططات التي تتمم الدراسة .مما تقدم تبين أن عملية التصميم الحالية غير صحيحة وتحتوي على الكثير من الأخطاء ونحن نسعى لتحقيق (zero defects) ولأجل ذلك سنقوم بتحليل أسباب مشاكل التصميم ووضع أولوية للمشاكل التي يجب أن تحل من أجل تحسين صحة التصميم.

تطبيق تحليل باريتو :

إن باريتو يحدد بأن 20% من الأسباب تؤدي إلى 80% من النتائج فأسباب قليلة تؤدي إلى حدوث مشاكل كثيرة وبالتالي يجب إيجاد هذا الأسباب والعمل على إزالتها وهكذا نكون أزلنا أكبر عدد من المشاكل[13].

وللقيام بتطبيق تحليل باريتو قمنا بدراسة الأخطاء في حالة الدراسة وتصنيفها بحسب نوعها كما يلي ثم إيجاد النسبة المئوية لكل نوع من الأخطاء لتحديد أكثرها أهمية ليكون له أولوية الحل .

تدقيق المرحلة الأولى: إن نتيجة المرحلة الأولى والتي تتضمن45 مخطط بينت وجود الأخطاء وفق المدرج التكراري



Histogram 1 وكانت النسبة المئوية للأخطاء :

1- أخطاء نقص الدراسة 11.80%

2- أخطاء تنظيمية 6.78% .

3- وجود تناقضات بين المخططات 5.08% .

4- عدم مطابقة التصميم للأسس التصميمية المعتمدة 5.08%

5- لا يوجد دراسة لتقييم البدائل الهندسية 1.7%.

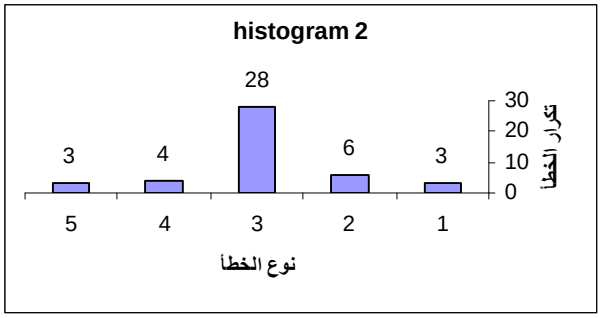
6- غموض ونقص المخططات 47.46% .

7- أخطاء معمارية 5.08% .

8- عدم إدارة الصيانة 1.7% .

9- عدم الإنتباه للناحية الجمالية 1.7% .

10- أخطاء إنشائية وظيفية 13.50% .



تدقيق المرحلة الثانية: إن نتيجة المرحلة الثانية التي تتضمن48 مخطط بين وجود 44 من الأخطاء وفق المدرج التكراري histogram 2 وكانت للنسب المئوية للأخطاء فيما يلي :

1- أخطاء نقص الدراسة 6.81%.

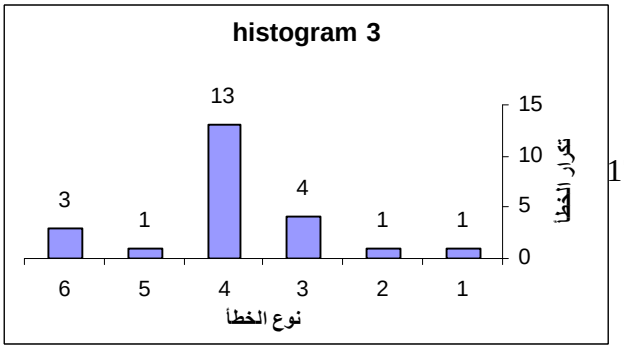
2- عدم مطابقة التصميم للأسس المعتمدة 13.63% .

3- غموض ونقص المخططات 63.63% .

4- أخطاء معمارية 9.09% .

5- أخطاء وظيفية 6.81% .

تـدقيق المرحلـة الثالثـة: أن نتيجـة تـدقيق المرحلـة الثالثـة والأخيـرة أظهـرت وجـود 23 مـن الأخطـاء فـي 52 مـن المخططات (histogram 3) وكانت النسبة المئوية.



1- أخطاء نقص الدراسة 4.35% .

2- أخطاء تنظيمية 4.35% .

3- عدم مطابقة التصميم للأسس التصميمية 17.39%

4- غموض ونقص المخططات 56.52% .

5- أخطاء معمارية 4.35% .

6- أخطاء وظيفية 13.04% .

نلاحظ من خلال نتائج تحليل باريتو أن غموض ونقص المخططات هو الخطأ الأكثر تكراراً (55.87% معدل الخطأ في المراحل الثلاثة في كافة مراحل التدقيق) وبالتالي إذا درسنا الأسباب الجذرية لهذا الخطأ وقمنا بالإجراءات التصحيحية المناسبة نكون حسنا صحة المخططات بنسبة كبيرة ونلاحظ أن فريق التدقيق خفض مؤشر صحة التصميم من 1.31 إلى 0.44أي بنسبة 0.34% كخطوة أولى وتم قبل التنفيذ تعديل 90% من الأخطاء التي حددها فريق التدقيق في المرحلة الأخيرة وبالتالي تظهر ضرورة وأهمية إجراء التدقيق الداخلي ضمن الشركة وذلك من أجل تجنب التكاليف الإضافية بسبب التعديلات المتعددة التي ستجري وزيادة الكلفة والزمن الذي سيلزم للتعديل .

ومن أجل معرفة تكرار الأخطاء وتحليل أسبابها للعمل على إزالتها من أجل التحسين المستمر ومن خلال دراسات سابقة لأسباب أخطاء التصميم والمقابلات التي أجريناها مع المسؤولين والمشاركين في عملية التصميم تم تحديد أسباب غموض ونقص المخططات كما يلي :

1- غياب أنظمة الجودة

1 – عدم وجود تعريف واضح ومحدد لمراحل عملية التصميم .

2 – نقص الإهتمام بتعريف المعلومات والوثائق التي يجب أن تتوفر في بداية عملية التصميم

3–عدم وجود معلومات محددة (معايير) لمخرجات عملية التصميم وذلك من أجل تجنب المنسيات والأخطاء للتغيرات المستمرة .

4 – عدم تطبيق تقنيات حل مشاكل الجودة (تحديد الأسباب الجذرية والعمل على إزالتها)

5 – عدم وجود آلية ضبط التغييرات والتعديلات لمنع التعارضات.

2- نقص في التدريب والتطوير المستمر	1- نقص المعلومات التقنية لدى المصممين 2-عدم الثقة بضرورة التخطيط المسبق قبل البدأ بعملية التصميم Pre-planing . 3- التوزيع غير المدروس للمهام والوظائف . 4-المفاهيم الخاطئة حول الجودة .

3- نقص الفحص والتدقيق	1-عدم وجود ضبط لعملية التصميم أي عدم التأكد أن المعايير المحددة لعملية التصميم طبقت بالشكل المطلوب وذلك لتجنب وصول أخطاء التصميم إلى المدقق الخارجي أو المتعهد . 2- ضعف التدقيق الداخلي للدراسة ضمن المؤسسة والذي ظهر في الأخطاء الكثيرة والمتعددة التي وجدها المدقق الخارجي وفي التعديلات الأساسية التي أجريت لقبول الدراسة

2- الحلول المقترحة لتحسين عملية التصميم:

المجالات التالية تمثل الحلول المقترحة من قبلنا لتحسين عملية التصميم:

1.نشاطات الجودة:

من خلال جملة الأسباب التي ذكرناها فيما سبق والتي تؤدي الى عجز ونقص التصميم نرى بأن هذه المشاكل كثيرة وخطيرة ويجب البدأ حالاً بالتحسين لذلك نقترح تطبيق أنظمة إدارة الجودة التي لا تركز فقط على نشاطات الفحص والتدقيق لضمان الجودة للمخططات والوثائق المقدمة بل يتعدى ذلك ليشمل ضمان تنفيذ المشروع ضمن الخطة المحددة والكلفة المقررة وضمان رضا الزبون بدرجة عالية ورضا العاملين فيه وبالتالي إدارة الجودة تشمل كل الخدمات التقنية المطلوبة بحيث يتم تحقيق المتطلبات عن طريق برنامج مخطط للتحسين المستمر للعمليات وتقنيات إدارة التصميم

والمقصود بتحقيق رضا الزبون بدرجة عالية هو تقديم الخدمات الأمثل مثل عمل خالي من الأخطاء إنتاج أسرع ،أفكار أفضل وإنتاج العمل بطرق فعالة مالياً وهذه االعناصر ستنعكس بتحقيق الفوائد للزبون مثل إنقاص المشاكل أثناء التنفيذ والتشغيل وبالتالي توفير المال وإنقاص الجدولة الزمنيةولن يكون تحقيق رضا الزبون هو الهدف النهائي لأنظمة إدارة الجودة والتي تهدف الى التحسين المستمر بل سيكون الهدف تقديم خدمات تفوق التوقعات حيث يقول خبراء الجودة "مهما كان النظام جيد فهناك إمكانية لتحسينه"

بالتالي سيكون الحل لمشاكلنا الحالية البدء بتطبيق نشاطات الجودة (جدول1).

-جدول 1 – نشاطات الجودة

النشاط	الوصف
أنظمة الجودة	نشاطات لتطوير أنظمة الجودة والبرامج والمعايير والأهداف · تدريب الموظفين على أنظمة الجودة

	· (QPMS) أنظمة قياس أداء الجودة بحيث يتم جمع المعطيات اللازمة مع القياس والنتائج . · إعداد وثائق النظام دليل الجودة ، دليل الإجراءات ، دليل تعليمات العمل
تأهيـــل العاملين،تـــدريب الجودة	حيث يتم اختبار العاملين لإنجاز أعمال الجودة وفق معايير محددة والتدريب لإنجاز نشاطات الجودة · Craft certification · التدريب الشخصي على نشاطات أنظمة ضبط وضمان الجودة QC/QA · تحفيز العاملين واشراكهم في اتخاذ القرارات
الاختبارات الداخلية	وهي التدقيق والمراجعات والاختبارات ضمن الشركة من قبل أشخاص غير الذين أنجزوها . · المراجعة ضمن الأقسام . · فحص الوثائق والمخططات . · اختبار ضبط الجودة

يجب الإنتباه إلى أنه تم تطبيق أنظمة إدارة الجودة في العديد من البلدان النامية والتي تتميز غالباً بالظروف والمشاكل المتشابهة في العمل الإستشاري ولكن لم يلق تطبيق الجودة النجاح المطلوب [14] ، لأنه لم يتم مراعاة الظروف الاجتماعية والقوانين الخاصة وبيئة العمل الموجودة لديها والتي تختلف عن ظروف البلدان التي طورت فيها هذه الأنظمة ولكي يتم تطبيق هذه الأنظمة بشكل فعال يجب دراسة الظروف المحلية الموجودة وإجراءات التعديلات الملائمة حتى يتم نجاح هذا التطبيق.

إن النشاطات السابقة لتحقيق الجودة ضمن المؤسسات الاستشارية أثناء مرحلة التصميم تحتاج إلى فترة زمنية لتطبيقها حيث يرافق تطبيقها بعض التغييرات التنظيمية والثقافية ضمن المؤسسة ولتحسين جودة المخططات ريثما تكون طبقت أنظمة إدارة الجودة نقترح تطبيق ضبط الجودة (QC) للمخططات حيث أن حجم وتنوع مهام التصميم يفرض حدوث أخطاء ومنسيات والهدف من ضبط الجودة هو إيجاد وتصحيح هذه الأخطاء قبل أن يتم ذهابها إلى الموقع وكلما طبق ضبط الجودة في المراحل المبكرة من التصميم أدى إلى تحسين أكبر للعملية وتوفير في التكاليف بسبب سهولة إجراء التغيير الناتجة عن تصحيح الأخطاء عندما تكتشف في المراحل المبكرة من التصميم.

2.خطة ضبط الجودة(QC):

إن خطة ضبط الجودة يجب أن تحدد وتعرف بشكل دقيق العناصر التالية :

- أي الوثائق سوف يتم مراجعتها(تدقيقها) .
- من الأشخاص الذي سيقومون بالمراجعة .
- أنواع الأخطاء التي تم اكتشافها .
- الكلفة المحددة لإجراء المراجعة .
- المدة والكلفة الزمنية لإجراء التصحيحات .

- في أي المراحل قبل انتهاء التصميم ستتم المراجعات .

إن إحدى الأخطاء الشائعة التي تحدث أثناء ضبط الجودة عندما نقول للمدقق خذ هذه الوثائق دققها وضع إشارة على الأخطاء التي تجدها إن مثل هذه التعليمات الغامضة عاجزة عن تقديم إرشادات واضحة لأي نوع من المراجعة سيتم القيام بها .

وسنوضح فيما يأتي المراجعات الأساسية التي يجب أن تجرى في مشاريع التصميم :

***مراجعة فكرة التصميم :**

إن الأفكار الأساسية للتصميم توضع في مرحلة مبكرة من المشروع ويتم تطبيقها أثناء عملية التصميم ولكن يجب التأكد أن هذه الأفكار تم تطبيقها بشكل صحيح حيث يخصص شخص أو أكثر للتأكد بأنه يتم تطبيق هذه المبادئ بشكل صحيح وبحيث لا يتعارض مع المدة والكلفة المحددة .

***المراجعة ضمن الأقسام:**

عند تقسيم المشروع إلى أقسام مختلفة لإنجاز التصميم كل قسم يصبح مسؤول عن تحقيق الجودة للمنتجات الخاصة به فالمهندس الكهربائي يختار أحجام الأسلاك بحيث تستطيع تحمل الحمولة الكهربائية المطلوبة ومهندس الصحية يجب أن يختار التصريف المناسب للموقع إن المراجعة ضمن الأقسام يتم فيها التأكد أن المهندسين ضمن الأقسام فحصوا المخططات والمواصفات الخاصة بقسمهم. ويجب أن تجري المراجعة ضمن الأقسام من قبل أشخاص غير الذين أعدوها ولكن يستحسن أن يكونوا من نفس القسم وذلك من أجل اختصار الكلفة حيث أنهم في نفس القسم يكونوا بدراية بكافة تفاصيل المشروع ويختصرون الجهد الإضافي لتزويدهم بها.

***المراجعة بين الأقسام:**

على الرغم من إجراء المراجعات ضمن الأقسام والتأكد من عدم وجود أخطاء ولكن قد تنشأ مشاكل بسبب عدم التنسيق بين الأقسام المختلفة مثلاً المهندس الكهربائي صمم إنارة لسقف ارتفاعه 280 سم وبعد ذلك أضطر المهندس المعماري لتغيير ارتفاع السقف إلى 320 سم وبالتالي ستصبح الإضاءة غير كافية ومن أجل اكتشاف مثل هذه المشاكل يخصص شخص واحد أو أكثر يقوم بالمراجعات بين الأقسام وذلك لضمان التنسيق بين الأقسام .

***مراجعة (تقاطع المواصفات مع المخططات) :**

كما يمكن أن يحصل تعارض بين المخططات فهناك غالباً تعارض بين المخططات والمواصفات ويمكن أن نكتشف هذا الشيء عندما يقوم شخص بمراجعة المواصفات صفحة صفحة بحيث يحدد المعلومات التي يمكن أن تظهر في المخططات ، مثلاً يلاحظ المراجع في المواصفات مضخة استطاعتها 15 حصان وبالتالي يعلم بأنه يجب أن يوضع مخطط خاص بخط المضخة ضمن المخططات الكهربائية وإذا لم يتوافق هذا المخطط مع المواصفات سيلاحظ المدقق ذلك .

***مراجعة (تطابق مواصفات الأشياء المتكررة) :**

إن المشاريع الضخمة غالباً تحتوي على أبنية متعددة وعادة تصمم من قبل أفراد مختلفين ضمن فريق التصميم ومن الشائع في أخطاء التصميم لهذه المشاريع وجود تعارضات بين الأبنية الموجودة ضمن مجمع واحد. مثلاً أنبوب تزويد المياه لمجموعة مباني ضمن مجمع واحد فإذا وجدنا أن الخط الخارج من إحدى المباني 8inch ويصل إلى الأخرى بقطر ihch 6 من الواضح أنه خطأ تصميمي .

***مراجعة مزودين المواد:**

من الضروري الحصول على مراجعة من المزودين المتوقع التعامل معهم في شراء التجهيزات والمواد حيث يستطيع أن يحدد المزود المواد غير المتوفرة والمواد غير الملائمة ، ويمكن أن يزودنا بمعلومات أخرى مثل التكاليف وأوقات التسليم وعادة يسعد المزودين بإجراء مثل هذه المراجعة وذلك لأنها تجعلهم متأكدين أن معداتهم وموادهم موصوفة بدقة في المواصفات .

***مراجعة قابلية البناء:**

على الرغم من أن المخططات والمواصفات صحيحة تقنياً ولكن يمكن أن يكون من الصعب أو مستحيل تنفيذ التصميم من قبل المتعهد ، حيث يشكو المتعهدين من تصاميم بيتونية لا يمكن أن تنفذ إلا من قبل أقّزام وأحياناً في المواصفات قد توجد تجهيزات أو معدات لم تصنع منذ سنين هذه الشكاوى عادة تؤدي إلى أوامر تغيير مكلفة والغاية من مراجعة قابلية البناء تحديد مثل هذه المشاكل أثناء مرحلة التصميم وأفضل شخص لإجراء هذه المراجعة هو مهندس منفذ من قبل الشركة التي ستنفذ التصميم وإذا لم يوجد مثل هذا الشخص يمكن التعاقد معه كإستشاري لدراسة قابلية البناء .

***مراجعة قابلية التشغيل والصيانة:**

ربما تظهر المشاكل الجدية للجودة عندما نجد بأنه من الصعب تشغيل أو صيانة المنشأة حيث أن مشاكل التشغيل والصيانة على عكس مشاكل التصميم والإنشاء تظهر بعد سنوات عديدة من إنجاز التصميم ومع ذلك يتضرر المصمم بسبب السمعة السيئة ويكون الحل تكليف شخص مستقل ضمن مرحلة التصميم للتأكد من قابلية التشغيل والصيانة. كمثال لتلك المشاكل قد يضع المصمم صمامات بارتفاع 12 قدم بدون وضع طريقة لتشغيلها وصيانتها .

وبالتالي على مدير المشروع أن يقيم أي نوع من المراجعات السابقة تلزم للتصميم المدروس وفي أي مرحلة قبل انتهاء الوثائق سيتم مراجعتها ، للمشاريع الصغيرة والبسيطة مراجعة واحدة في النهاية يمكن أن تكون كافية أما في التصاميم المعقدة فإجراء مراجعات متعددة أمر ضروري لتجنب إعادة العمل والجدول–2– يوضح خطة جودة لمشروع صغير .

– جدول 2 – مثال لخطة ضبط الجودة لمشروع صغير

مراجعة قابلية التشغيل	مراجعة قابلية البناء	المراجعة بين الأقسام	المراجعة ضمن الأقسام	عدد الساعات	الوثائق التي ستراجع
×	×	×	×	4	المخططات الصحية، المواصفات الحسابات
		×	×	5	مخططات HVAC(تدفئة +تكييف) المواصفات ،الحسابات
			×	3	مخططات تخطط مراحل عملية التصميم
		×	×	4	المخططات الميكانيكية

،المواصفات الحسابات					
مخططـات المعـدات، المواصـفات الحسابات	4	×	×		
المخططات الكهربائية،الحسابات ، المواصفات	4	×	×		
المخططـــــات الإنشـــــائية المعمارية،المواصفات، الحسابات	5	×	×		
كل المخططات	3				×
كل المخططات	3			×	
كل المخططات والمواصفات	4		×	×	
كل المخططات والمواصفات	4				×
المخططات المعدة من قبل أقسام أخرى	4		×		
كل المخططات والمواصفات	4	×			

*انجزت جميع المراجعات السابقة خلال 3 أيام وحدد مسبقاً أسماء الأشخاص الذين سيقومون بها

3 –الأدوات اللازمة لخطة ضبط الجودة:

1.مواصفات العمل:

تهدف الى وضع معايير للعمل حيث تقدم نماذج جاهزة للعناصر المطلوب توافرها في المخططات من أجل تجنب المنسيات ونقص المعلومات حيث تحدد الحد الأدنى المطلوب توافره من المعلومات في المخططات والوثائق

2.مخطط تخطيط التصميم:

يحدد التعاقب النظامي للمعلومات بين الأختصاصيين المختلفين ويحدد الأولويات لتغييرات التصميم إن مثل هذا المخطط يساعد بشكل كبير في تخفيض التعارضات

3.قوائم الفحص:

تستخدم القوائم لضمان أن المصممين أنجزو كامل العمليات المطلوبة

4.إجراءات ضبط التغيير:

وذلك من أجل تقييم تأثير التغيير في المشروع وتحليل هذه التأثيرات

4 –تطبيق مصفوفة: " house of quality " لتحديد الأولوية لعناصر خطة ضبط الجودة:

لقد طبقت منهجية "house of quality "لاختيار العنصر الأكثر أهمية من عناصر خطة ضبط الجودة والذي سيكون أكثر فاعلية لتجنب أخطاء التصميم المحددة في حالة الدراسة ومصفوفة" house of quality "هي المصفوفة الأولى ل QFD (quality function deployment) والتي تحدد المتطلبات والاحتياجات للزبائن

والحلول التي تحقق الاحتياجات والمتطلبات توضع في الجزأ العلوي من المصفوفة ،حيث تحدد المتطلبات في حالة الدراسة بعناصر خطة ضبط الجودة التي ذكرناها في الفقرة السابقة ويعتبر المتعهد هو الزبون لعملية التصميم ومتطلباته الأساسية تتمثل في إنقاص مشاكل التصميم أي تطبيق عناصر خطة ضبط الجودة،ومنه ستصنف الأخطاء المدونة في الحالة المدروسة وفق نوع الخطأ والمسؤول عنه. إن العلاقة بين احتياجات الزبون والحلول المقترحة حسبت في المصفوفة وهي العلاقة بين أخطاء التصميم وعناصر خطة ضبط الجودة وعندما عرفت العلاقة استطعنا حساب الوزن(الأهمية النسبية) لكل عنصر من عناصر خطة ضبط الجودة،حيث اعتمد الحساب على الربط بين تكرار الخطأ للمشكلة ودرجة علاقته بالعنصر المحدد في الحل المقترح وبعد معرفة قيمة كل عنصر من عناصر الحل تم حساب النسب المئوية لها كما في (مصفوفة 1)

إن تحليل باريتو للعناصر المكونة لخطة ضبط الجودة وفق النتائج التي حصلنا عليها من مصفوفة "HOQ "يظهر بأن مراجعة الجودة ضمن الأقسام المختلفة من المحتمل أن يمنع أخطاء التصميم بنسبة 65.53% ثم يليه مراجعة قابلية التشغيل والصيانة بنسبة 18.13% ثم مراجعة قابلية البناء بنسبة 6.99% وبالتالي هذه المراجعات الثلاثة من المحتمل أن تمنع الأخطاء في مخططات التصميم بنسبة 90.65%.

الاستنتاجات:

إن الاهتمام بمفاهيم الجودة وأهميتها على مختلف المستويات أضحى أمراً هاماً وحيوياً وقد تبين لناضرورة البدء بتطبيق أسس الجودة ونظمها وطرق تحسينها في شركاتنا الاستشارية بشكل تدريجي وفق فترات زمنية مناسبة ، والذي يكفل تصحيح الأخطاء بشكل جيد وطرح فكرة التحسين المستمر كشعار من أجل تحسين الأداءكما توصلنا إلى أهمية الأخذ بالابعاد الاستراتيجية(مؤشرات الجودة) للتصاميم الهندسية عن طريق قياسها والعمل على تحسينها المستمر والذي يعتبر الهدف الأساسي من إدارة الجودة الشاملة إنطلاقاً من قاعدة أساسية "منع الأخطاء قبل وقوعها وليس اكتشافها وتصحيحها" من أجل تحسين التصاميم وبالتالي المشاريع الهندسية

مصفوفة 1 – " house of quality"

عناصر خطة ضبط الجودة QC / أخطاء التصميم DE	مراجعة فكرة التصميم	المراجعة ضمن الأقسام	مراجعة التقاطع بين الأقسام	مراجعة تقاطع المخططات مع المواصفات	مراجعة قابلية البناء	مراجعة قابلية التشغيل والصيانة	المجموع	النسبة المئوية	المجموع التراكمي
أخطاء نقص الدراسة	1	3			1	2	7	%11.86	%11.86
أخطاء تنظيمية		3	1				4	%6.78	%18.64
وجود تناقضات بين المخططات المختلفة			2		1		3	%5.08	%23.72
عدم مطابقة التصميم للأسس المعتمدة		2		1			**3**	%5.08	%28.8
عدم وجود دراسة لتقييم البدائل الهندسية	1						1	%1.7	%30.5

غموض ونقص المخططات	1	19	1		2	5	28	%47.46	%77.96
أخطاء معمارية		2	1				3	%5.08	%83.04
عدم إدارة الصيانة						1	1	%1.7	%84.74
عدم الإنتباه للناحية الجمالية		1					1	%1.7	%86.77
أخطاء انشائية وظيفية		5	1			2	8	%13.65	%100
$QC=\sum_{I}((DE*\sum_{J}DE)$ Iعددالأسطر،J عدد الأعمدة	36	618	49	3	66	171	943		
الوزن	%3.81	65.53 %	5.19 %	%0.31	6.99 %	%18.13			

التوصيات:

1-الاعتماد على مؤشرات الأداء المحددة من أجل قياس جودة عمليات التصميم بهدف التحسين المستمر

2-تطبيق تقنيات حل المشاكل وإيجاد الأسباب الجذرية لها بهدف تطوير الخطط والمنهجيات الملائمة للحل

3-التكرار المنتظم لعملية القياس من أجل ضبط عملية التحسين

4-البدأ بتطوير خطط الجودة وإجراء التغييرات اللازمة لتطوير أنظمة الجودة مع التركيز على إعطاء الأولوية للمشاكل الأكبر

5-تطبيق خطة ضبط الجودة ريثما تبدأ فعالية أنظمة الجودة مع التركيز على المراجعة ضمن الأقسام ومراجعة قابلية التشغيل والصيانة ومراجعة قابلية البناء حيث أظهر البحث في حالة الدراسة أنها من المحتمل أن تمنع حدوث 90.65% من الأخطاء في مخططات التصميم.

المراجع :

.....

[1]-SYED m.ahmed;SALMAN azhar;mauricio castillo:measurment of construction processes for continuous improvement, www.dca.state.fl.us/fhcd/fbc/committes/education/educaton-tac/bldg-research-reports/construction-management/128,2001

[2]-MILLER,r.m:quality:are we up to it, journal of florida engineering society, february, 1990,14-20p

[3]-ALBERT.p.c chan ;DAVIDS ;SCOTI ;and EDMOND w.m.lani: frame work of success criteria of design build projects, journal of management in engineering/july, 2002,120-128p

[4]-FIDIC:quality management found to be highly effective ,www.fidic.org/quality,1999

[5]–شعبان، محمد:أثر الأخطاء التصميمية لزيادة كلفة ومدة المشاريع في سوريا، منشورات المؤتمر السابع لهندسة الإنشاء،الكويت،24–26تشرين الثاني1997

[6]- زين الدين،وهيب:واقع العمل الاستشاري في سوريا وافاقه المستقبلية،المؤتمر الهندسي الاستشاري العربي الأول،دمشق،24–2001/9/26

[7]-BURATI,j.l;FARRINGTON,j.j;and LEDBETTER,w.b:causes of quality deviations in design and construction,journal of construction engineering and management ,118(1),1992,34-49p

[8]-PER-ERIK josephson;BENGT larsson;and HENG li:illustrative benchmarking rework and rework costs in swedish construction industry,journal of management in engineering ,april,2002,76-83p

[9]-PAULO andrey;CLAUDIA vanni;and GISELE borges:failure analysis applied to design optimaisation,www.lean construction.com

[10]-frank a.STASIOWSKI,aia david BURSTIEN,pe:total quality project management for the design firm, john wiley &sons ,1994, 405pp

[11]-KOSKELA :application of the new production philosophy to the construction industry, standford cife,technical report #72,1992

[12]-james b.POCOCK; liang y liu;wilson h.tang:prediction of project performance based on degree of interaction ,journal of management of engineering/ march/april/1997, 63-76p

[13]-stephen b. VARDEMAN;j.marcus jobe:statistical quality assurance methods for engineers ,john wiley &sons,inc,1999,561p

[14]-refaat H.ABDEL-RAZEK:quality improvement in egypt: methodology and implementation, journal of construction engineering and management, september/october 1998.