apply Six Sigma in improving the quality of projects added expert system (Applied research)

تطبيق Six Sigma في تحسين جودة المشاريع بمساعدة نظام خبير (بحث تطبيقي)

أ.م. بتول عطية/ كلية الادارة والاقتصاد / جامعة بغداد
م.د. اوس حاتم
الباحث/ محمد عبد الرزاق محمد صالح

OPEN ACCESS
P - ISSN 2518 - 5764
E - ISSN 2227 - 703X

Received:3/1/2019
Accepted:24/1/2019

مستخلص البحث

تحتاج المشاريع الانشائية الى طرائق وتقنيات لضمان مستوى الجودة وبما يتناسب مع المستوى المطلوب والموثق في عقد المشروع. وتتأثر جودة المشروع المشاريع بجودة المدخلات والاجراءات المصاحبة في انشاء المشروع.

ووجد في مشروع الرميثة السكني ان مستوى جودة الخرسانة للسقوف في عينة البحث ((سقف طابق ثالث للأبنية A_{25} و A_{26}) و (سقف طابق ثاني للأبنية A_{27} و A_{28} وA_{29} و A_{30} و A_{31} و A_{32} و A_{33}) و(السطح للأبنية A_{15} و A_{16} و A_{19})) انها ليست بمستوى الجودة المطلوب.

جاءت فكرة البحث بعد ظهور حاجة الى اجراء عمليات تحسين في اداء مشروع الرميثة من اجل رفع مستوى جودته. اذ تم الكشف عن وجود بعض الانحرافات في قياس قوة الانضغاط للخرسانة المستخدمة في صب السقوف والتي تؤدي الى مستوى جودة دون المستوى الذي يطمح اليه المشروع.

يهدف البحث الى تحسين مستوى جودة الخرسانة في المشروع وتقليل التباين عن الجودة المستهدفة. وقد تم استخدام مقدرة العملية وتقنية الـ Six Sigma والمتمثلة بمنهجية DMAIC كمنهجية تحسين. كذلك تم الاخذ بمبدأ تجزئة المشروع للقيام بتحسين كل مرحلة على حدا اينما تطلب ذلك.

فضلا عن ذلك تم تصميم نظام خبير يساهم في تسهيل العمل بمنهجية DMAIC لتحسين الجودة اذ يتم انشاء برنامج لتطبيق المرحلة الاولى والثانية والثالثة من منهجية DMAIC (التعريف والقياس والتحليل)اما المرحلة الرابعة (التحسين) فيكون عن طريق الاقتراحات والتغييرات التي ترفع كفاءة العمل وان المرحلة الخامسة فهي مراقبة التحسينات والسيطرة عليها للحفاظ على مستوى الـ Sigma الذي تم الوصول اليه.

وكذلك امكانية تطبيق Six Sigma يتميز بإعطاء نتائج دقيقة وجيدة لتحسين جودة المشروع. فضلا عن امكانية توثيق البيانات والمعلومات الخاصة بالفحص مما يوفر قاعدة بيانات يمكن اللجوء اليها من الخلال النظام الخبير الذي تم تصميمه لتحسين جودة المشروع.

ويستنتج البحث ان مؤشر الـ Six Sigma يساهم في جعل مستوى الجودة للخرسانة ثابت و فق نطاق الكلفة المحددة. اما في حال تم اللجوء الى رفع مستوى الجودة للخرسانة الى اعلى ما يمكن. فان مؤشر مقدرة العملية C_{pk} يكون هو الانسب في ذلك.

المصطلحات الرئيسة للبحث/ الـ Six Sigma, جودة المشروع, النظام الخبير.

Journal of Economics and Administrative Sciences
2019; Vol. 25, No.114
Pages: 168-193

المقدمة

الزيادة في الكثافة السكانية في العراق تحفز دائرة الاسكان التابعة الى وزارة الاعمار والاسكان والبلديات والاشغال العامة الى ان تكون سباقة في تنفيذ مشاريع سكنية لكي تسد مستوى الطلب المرتفع بسبب زيادة السكان وخدمة للصالح العام

ومن الناحية الادارية تكون ادارة المشروع هي الاسم اللامع من بداية فكرة انشاء مشروع عمراني ولحين اكتماله و تسليمه حسب المواصفات المتفق عليها من المنظور العلمي والعملي بين طرفي العقد. وبناءا على ذلك جاء عنوان البحث والذي هو تصميم نظام خبير لتطبيق Six Sigma في تحسين جودة المشاريع.

تعد الجودة جانب مهم من التمايز التنافسي وفي جميع اوجه الانتاج. وبات الزبون يقدر اهمية الجودة بتفاصيلها لما لها من تأثير على مستواه الاقتصادي في الامد القريب والبعيد. ومن اوجه الانتاج الذي تظهر فيه اهمية الجودة هو الصناعات الانشائية والعمرانية, وان انخفاضها وارتفاعها في المشروع يؤدي الى اعطاء صورة واضحة حول مستوى تقانة المشروع.

لذا تعتبر الجودة هدف رئيسي لأي مشروع وانها مؤشر حرج لنجاح او فشل المشروع. وفي المشاريع الانشائية تكون الحاجة الى السيطرة على مستوى الجودة من البداية جدا مهم والسبب هو استحالة تطوير جودة المشروع الانشائي بعد اتمامه على العكس من مشاريع البرمجيات التي تتمتع بقابلية تغيير صيغ الانشطة المكونة لها.

وقد تم تقسيم البحث الى اربعة فصول:

الفصل الاول: والذي يتكون من مبحثين هما

المبحث الاول: منهجية البحث

المبحث الثاني: دراسات سابقة

الفصل الثاني: الجانب النظري ويتكون من

المبحث الاول: الـ Six Sigma

المبحث الثاني: ادارة المشروع

المبحث الثالث: النظام الخبير

الفصل الثالث: الجانب العملي ويتكون من

البحث الاول: نبذة تعريفية عن المشروع

المبحث الثاني: تصميم النظام الخبير لتحسين جودة المشروع

المبحث الثالث: تشغيل النظام الخبير لتحسين جودة المشروع

الفصل الرابع: الاستنتاجات والتوصيات

الفصل الاول/ المبحث الاول/منهجية البحث

اولا: مشكلة البحث

يعد نجاح او فشل اي مشروع معتمدا على نتائج القياس الخاصة به وفقا لعدة معايير في مجالات عديدة. ومن هذه المعايير هي تلك التي تخص جانب الجودة في المشروع. اذ يصاحب المشروع الانشائي الكثير من مشاكل الجودة. وعند الاطلاع على السجلات المثبتة لفحوصات مشروع الرميثة السكني والتي تخص بيانات فحص الانضغاط لخرسانة الصب للسقوف وجد ان بعض النتائج لا تصل الى مستوى الجودة المستهدف وهي احدى اسباب تلكؤ العمل هذا المشروع.

مما تقدم يمكن ان تلخص مشكلة البحث التساؤلات الاتية:

1- هل يتم استخدام اسلوب علمي بتطبيق اداة قياس مناسبة لفحص مستوى الجودة في ادارة المشروع.
2- هل يمكن استخدام تقنية الـ Six Sigma في رفع مستوى الجودة للمشروع.
3- هل هناك تغيير في مستوى الجودة للمشروع عند استخدام تقنية الـ Six Sigma.
4- هل يتيح النظام الخبير السرعة في انجاز الفحص والحسابات الخاصة بمستوى الجودة وحماية المعلومات من التلف.
5- هل ان تصميم واعداد نظام خبير يتيح الية استنتاج لاتخاذ القرار المناسب في الوقت المناسب.

ثانيا: اهمية البحث

تكمن اهمية البحث في الكشف عن مستوى الجودة للمشروع بالسرعة الممكنة والدقة في النتائج بالإمكانيات التي تتيح التعرف على جذور المشكلة الخاصة بانخفاض الجودة وتحديد المسببات الرئيسة لها ووضع الية التحسين. اذ ان رفع مستوى جودة المشروع ضرورة لا يمكن التغاضي عنها خاصتا ان المشاريع الانشائية تهدف الى نتائج ذات آفاق طويلة الامد تتعدا الخمسين عام. وعلى هذا الاساس تم تلخيص اهمية البحث بالنقاط الاتية:

1- ان تسليم الشركة للمشروع بجودة عالية يعني حصولها على ميزة تنافسية وهذا يؤدي الى استمرارها بالعمل, وبالتالي استمرار الشركات ذات الترابط العمودي مع الشركة الانشائية بالعمل ايضا, مما يؤدي الى ازدهار عجلة الاقتصاد الوطني.
2- تقديم تطبيق عملي لكيفية استخدام الـ Six Sigma كأسلوب علمي في تحسين جودة المشروع الانشائي ويستخدم من قبل دائرة المهندس المقيم لغرض متابعة ومراقبة العمل في المشروع عن طريق برنامج نظام خبير.
3- الارتقاء بمستوى اداء ادارة المشروع في تنفيذ المشاريع السكنية على نظام محوسب يوضح متطلبات اداء المشروع ضمن المواصفات المطلوبة.

ثالثا: اهداف البحث

تبنى البحث اهداف رئيسا يكمن في تحسين جودة المشروع باستخدام الـ Six Sigma كما ويمتاز بالأهداف الآتية:

1- انشاء برنامج نظام خبير يساهم في الرقابة والسيطرة على المشاريع من اجل تحسين جودة المشروع الانشائي.
2- زيادة جودة المشروع عن طريق رفع مستوى الاداء باستخدام الـ Six Sigma.
3- الوقوف على ادق التفاصيل التي تؤدي الى انخفاض مستوى الجودة للمشروع وتقليل التشتت عن الجودة المستهدفة.
4- الكشف عن الانحرافات بالسرعة الممكنة و تقليل التشتت عن الجودة المستهدفة لتلافي الانحرافات في المراحل المقبلة.

رابعا: مجتمع و عينة البحث

1- مجتمع البحث: تم اختيار مشروع الرميثة السكني الواقع في محافظة المثنى كمجتمع بحث. ويعد مشروع الرميثة احد مشاريع دائرة الاسكان العراقية وهو ضمن برنامج التنمية السكنية الذي تهدف الى الدائرة.

2- عينة البحث: تم اختيار مادة الخرسانة كعينة للبحث. والتي تم سحبها من ((سقف طابق ثالث للأبنية A25 و A26) و (سقف طابق ثاني للأبنية A27 و A28 وA29 و A30 و A31 و A32 و A33) و (السطح للأبنية A15 و A16 و A19). علما ان صب الخرسانة لجميع السقوف يمتاز بنفس المواصفات لقوة الانضغاط.

خامسا: الادوات المستخدمة في البحث

1- استخدام لوحة ضبط الجودة للمتوسط و المدى
2- استخدام مقدرة العملية ونسبة مقدرة العملية والتي من خلالهما يتم استخراج مستوى السكما والذي يعد مؤشر للجودة.
3- استخدام المدرج لتحديد المشكلة.
4- استخدام مخطط اشيكاوا لتحليل المشكلة.
5- استخدام الانظمة الخبيرة لتطبيق الـ Six Sigma في تحسين جودة المشروع

المبحث الثاني /الدراسات السابقة

الدراسات الاجنبية و تظهر كما في الجدول (1-2)

الجدول (1-2) الدراسات السابقة الاجنبية

1- اسم الباحث والسنة	Ali Amer M. Hasan (2011)
مكان الدراسة	the College of Engineering of the University of Baghdad.
عنوان الدراسة	Quality Evaluation of Construction Factories by Using 'Six Sigma' Approach
جزء من المستخلص	تم إجراء مسح ميداني يتضمن جزأين (استبيان مفتوح ومغلق) يهدف إلى الحصول على البيانات والمعلومات المطلوبة لتحقيق البحث. تضمنت قائمة الاستبيان عددًا من العناصر التي تغطي الأبحاث الحالية الشاملة وتم توزيعها على 36 مهندسًا من ذوي الخبرة في تخصص إنتاج الخرسانة. تم استخدام برنامجين في البحث. أول، برنامج ذاتي الإعداد "يحسب مستوى السيكما" وهو ما يقترحه ويصوغه الباحث لقياس الأداء الحالي للعملية (DPMO ، العائد ، مستوى السيكما، إلخ). ثانيًا، " QI Macros Six Sigma SPC Software for Excel" باستخدام الأدوات الإحصائية لمنهجية Six Sigma DMAIC للأغراض التالية: تحديد الأسباب الجذرية للعيوب ، وتحليل البيانات، وتحديد القدرة واستقرار العمليات.
هدف الدراسة	الهدف من هذا البحث هو تقييم جودة مصنع الخرسانة المركزي لدراسة الحالة باستخدام منهج Six Sigma واقتراح نظام تحسين لمراقبة وإدارة وتحسين إنتاج الخرسانة في شركة الرشيد.
الادوات المستخدمة	تم إجراء مسح ميداني يتضمن جزأين (استبيان مفتوح ومغلق) يهدف إلى الحصول على البيانات والمعلومات المطلوبة لتحقيق البحث. تضمنت قائمة الاستبيان عددًا من العناصر التي تغطي الأبحاث الحالية الشاملة وتم توزيعها على 36 مهندسًا من ذوي الخبرة في تخصص إنتاج الخرسانة. تم استخدام برنامجين في البحث. أول، برنامج ذاتي الإعداد "يحسب مستوى السيجما" وهو ما يقترحه و يسوغه الباحث لقياس الأداء الحالي للعملية (DPMO ، العائد ، مستوى الـ Sigma ، إلخ). ثانيًا ، (QI Macros Six Sigma SPC Software for Excel) باستخدام الأدوات الإحصائية لمنهجية Six Sigma DMAIC
ابرز النتائج	

الفصل الثاني/ الجانب النظري

المبحث الاول/ الـ Six Sigma

اولا: المفهوم

يمكن التعرف على ماهية الـ Six Sigma من خلال التطرق الى التعاريف الواردة في الجدول (2-1)

جدول رقم (2-1) التعاريف

Rumane,2011	Six Sigma في الأساس هدف لجودة العملية. إنها تقنية جودة عملية التي تركز على تقليل التباين في العملية ومنع أوجه القصور في المنتج. في العملية التي حققت قدرة Six Sigma يكون الانحراف صغيرًا مقارنة بحدود المواصفات (Rumane,2011:59).
Knowles,2011	Six sigma: هي نظام شامل ومرن لتحقيق واستدامة وتعظيم نجاح الأعمال. اذ يتم التحكم ببرنامج الـ Six Sigma بشكل فريد من خلال الفهم الدقيق لاحتياجات الزبائن والاستخدام المنضبط للحقائق والبيانات والتحليل الإحصائي والاهتمام الدؤوب لإدارة عمليات الأعمال وتحسينها وإعادة ابتكارها (Knowles,2011:13).
MBA Student Text, 2012	Six Sigma هي استراتيجية إدارة الأعمال وضعت أصلا من قبل موتورولا في عام 1986. وأصبحت معروفة بعد أن جعلها Jack Welch التركيز الرئيسي لاستراتيجيته في شركة جنرال إلكتريك في عام 1995. واليوم تستخدم على نطاق واسع في العديد من قطاعات الصناعة اذ نشأت الـ Six Sigma كمجموعة من الممارسات المصممة لتحسين عمليات التصنيع والقضاء على العيوب ولكن تم توسيع تطبيقها لاحقًا ليشمل أنواعًا أخرى من العمليات التجارية أيضًا. و في الـ Six Sigma يتم تعريف الخلل بأنه أي ناتج عملية لا يفي بمواصفات الزبون أو يمكن أن يؤدي إلى إنشاء مخرجات لا تتوافق مع مواصفاته (MBA Student Text,2012:65).
LSS 6002-DIS, 2016	وتعرف منظمة الـ Lean Six Sigma العالمية (LSS): اذ يمكن وصفها طريقة منظمة لتحسين جميع العمليات باستخدام منهجية DMAIC. كما تشير إلى نهج شامل لتنفيذ عملية تحسين العملية على مستوى المنظمة. ففي الإحصائيات يمكن أن تمثل الـ six sigma ستة انحرافات معيارية لمجتمع ما ويمكن استخدامها أيضًا لوصف القدرة على عملية تكون فيها المواصفات الأقرب هي ستة انحرافات معيارية بعيدًا عن متوسط العملية بحيث يكون من غير المحتمل أن تحدث عيوب. وان مستوى الجودة عند المستوى السادس للـ Six Sigma يعادل 3.4 عيوب لكل مليون فرصة (LSS 6002-DIS, 2016: 63).
Bridge, 2016	يتم تعريف مستوى Sigma على أنه عدد الانحرافات المعيارية التي تقع بين متوسط العملية وحدود مواصفات العميل. ومع زيادة مستوى Sigma تلبى المزيد من مخرجات العملية والمنتجات والخدمات متطلبات الزبائن، مما يؤدي إلى تقليل العيوب. وان عملية الـ Six Sigma الحقيقية هي 99.9997٪ من الفحوصات الخالية من العيوب – اي بالقرب من الكمال(Bridge, 2016:14).

المصدر: من إعداد الباحث

ثانيا: فريق عمل الـ SIX SIGMA

تنفيذ Six Sigma هو التزام كبير و في الواقع يتطلب نجاح برامج الـ Six Sigma في كل من شركة، Motorola الى GE إلى DuPont إلى Texas Instruments ، التزامًا كبيرًا بالوقت خاصة من الإدارة العليا. و يتعين على هؤلاء القادة صياغة الخطة وربط المدخلات مع أهداف المنظمة والقيام بدور واضح في تحديد المثال للآخرين. حيث ترتبط مشاريع Six Sigma الناجحة بشكل واضح بالاتجاه الاستراتيجي للمنظمة. بسبب إنها نهج موجه من الإدارة يعتمد على الفريق ويقوده الخبراء (heizer et al,2017:222)

ثالثا: مراحل تطبيق ال SIX SIGMA (DMAIC)

تتوفر الكثير من المعلومات حول منهجية DMAIC (التعريف والقياس والتحليل والتحسين والتحكم). يستخدم DMAIC في الغالب للعمليات الحالية. هذا النهج لا يستخدم فقط الأدوات والتقنيات المختلفة ، بل يشمل أيضًا مفاهيم أخرى مثل التحليل المالي وتطوير جدول المشروع.

تعد منهجية DMAIC ممتازة عند التعامل مع عملية قائمة حيث يؤدي الوصول إلى مستوى محدد من الأداء إلى الفوائد المتوقعة(aized,2016:254).

هناك خمس مراحل أو مراحل أساسية في تطبيق منهج Six Sigma لتحسين الأداء في العملية: تعريف، قياس، تحليل، تحسين ومراقبة (DMAIC). تشكل هذه دورة تحسين مستندة في الخطة الأصلية لـ (PDCA)Plan, Do ,Check, Act في منهج Six Sigma ، تقدم DMAIC استراتيجية اختراق وأساليب منضبطة لاستخدام جمع البيانات الصارمة والتحليل القائم على الإحصائية لتحديد مصادر الأخطاء وطرق القضاء عليها (Oakland,2014:296):

المبحث الثاني/ ادارة المشروع

تعتبر إدارة المشاريع في الوقت الحاضر ذات أولوية عالية للغاية حيث أن جميع المنظمات، سواء كانت صغيرة أو كبيرة ، تشارك في وقت أو آخر في تنفيذ مشاريع وابتكارات وتغييرات جديدة.

اولا: المفهوم

المشروع هو مسعى مؤقت يتخذ من أجل إنشاء منتج فريد أو نتيجة فريدة. وتشير الطبيعة المؤقتة للمشروعات إلى أن المشروع يكون له بداية ونهاية محددة. ويتم الوصول إلى نهاية المشروع عندما تتحقق أهدافه أو قد يتم إنهاء المشروع لأن أهدافه لن يتم تحقيقها أو لا يمكن تحقيقها، أو عندما لا تكون هناك حاجة إلى المشروع. ويمكن أيضا أن يتم إنهائه إذا كان الزبون، أو راعي المشروع يرغب في الإنهاء. وكلمة "مؤقت" لا تعني بالضرورة أن مدة المشروع قصيرة. فهي تشير إلى المشاركة في المشروع وطول عمره. ولا تنطبق كلمة "مؤقت/مؤقتة" عادة على المنتج أو الخدمة أو النتيجة التي أنشأها المشروع؛ حيث يتم القيام بمعظم المشروعات من أجل إنشاء نتائج دائمة.. ويمكن أن ينشئ المشروع ما يلي(project management institute,2013:1):

1- منتجًا يمكن أن يكون إما مكونًا لسلعة أخرى، أو تحسينًا لسلعة، أو سلعة نهائية في حد ذاتها.
2- خدمة أو قدرة على أداء خدمة على سبيل المثال، وظيفة تجارية تدعم الإنتاج أو التوزيع.
3- تحسينًا تم في المنتج الموجود بالفعل أو خطوط الخدمات القائمة على سبيل المثال، مشروع الـ Six Sigma أقيم للحد من الخلل.
4- نتيجة، كمُخرَج أو وثيقة على سبيل المثال، مشروع بحثي يطور معرفة يمكن استخدامها لتحديد ما إذا كان هناك اتجاه ما قائم أو عملية جديدة سوف تعود بالفائدة على المجتمع.

ثانيا: اهداف المشروع

تشترك المشاريع بثلاث اهداف رئيسية و (الوقت والكلفة والجودة) وتختلف الأهمية النسبية لكل هدف لمشاريع مختلفة. بعض مشاريع الفضاء الجوي، مثل تطوير طائرة جديدة، والتي تؤثر على سلامة الركاب، سوف تركز بشكل كبير على أهداف الجودة. مع مشاريع أخرى، على سبيل المثال مشروع بحثي يتم تمويله من خلال منحة حكومية ثابتة ، قد تكون التكلفة هي السائدة. وتؤكد مشاريع أخرى الوقت: على سبيل المثال، يجب تنظيم مهرجان للموسيقى في الهواء الطلق في تاريخ معين إذا كان المشروع سيحقق أهدافه. في كل من هذه المشاريع ، على الرغم من أن أحد الأهداف قد يكون ذا أهمية خاصة إلا أن الأهداف الأخرى لا يمكن نسيانها تمامًا (Slack et al,2013:504-505).

ثالثا: خصائص المشروع

توجد للمشروع مجموعة من الخصائص تتمثل بالاتي (Wysocki,2009:6-8):

1- نشاط فريد: تكون الأنشطة في المشروع فريدة من نوعها. اذ لم يحدث أي مشروع على الإطلاق بنفس الطريقة من قبل، ولن يحدث مرة أخرى تحت نفس الظروف. هناك شيء مختلف دائمًا في كل مرة تتكرر فيها أنشطة المشروع. عادة ما تكون الاختلافات عشوائية في طبيعتها.

2- التعقيد: الأنشطة التي يتكون منها المشروع ليست أعمالًا بسيطة ومتكررة ، مثل قص العشب ، أو طلاء المنزل، أو غسل السيارة، أو تحميل شاحنة التوصيل. انما هي انشطة معقدة. على سبيل المثال فان تصميم نافذة في الحاسوب وجعلها ضمن تطبيق مبرمج يعد نشاط معقد

3- الأنشطة المتصلة: يعني الارتباط اي أن هناك علاقة منطقية أو تقنية بين الأزواج من الأنشطة. اذ يوجد أمر بالتسلسل الذي يجب أن تكتمل فيه الأنشطة التي تشكل المشروع. وهي تعتبر متصلة لأن الناتج من أحد الأنشطة هو الإدخال إلى نشاط آخر.

4- هدف واحد: يجب أن يكون للمشروع هدف واحد و يمكن تقسيم المشاريع الكبيرة أو المعقدة إلى عدة مشاريع فرعية، كل منها مشروع بحد ذاته. هذا التقسيم يجعل من السيطرة على الإدارة أفضل.

5- وقت محدد: المشاريع لها تاريخ انتهاء محدد. يمكن فرض هذا التاريخ من قبل الإدارة أو تحديده خارجيًا بواسطة زبون أو وكالة حكومية. و لكن الموعد النهائي هو خارج عن سيطرة أي شخص يعمل في المشروع.

6- ضمن الميزانية: تتضمن المشروعات أيضًا حدودًا للموارد مثل عدد محدود من الأشخاص أو المال أو الآلات المخصصة للمشروع. يمكن تعديل هذه الموارد من قبل الإدارة أو خفضها ولكنها تعتبر موارد ثابتة من قبل مدير المشروع.

المبحث الثالث/ النظام الخبير

تعتبر الانظمة الخبيرة من اكثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي استخداما و رواجا. فمنذ ظهور اول نظام خبير في ألسبعينيات من القرن العشرين و الذي حقق نجاحا كبيرا إذ اصبحت تستخدم الانظمة الخبيرة في مجالات الطب والهندسة وبعد ذلك امتد ليشمل العديد من المجالات الاخرى كالعلوم الادارية (الدويك والسالم, 2013: 25)

خلال العقد الماضي ازداد الاهتمام بنتائج بحوث الذكاء الاصطناعي بصورة كبيرة جداً تحديداً في مجال النظم القائمة على المعرفة والتي تعتبر واحدة من أولى زوايا الذكاء الاصطناعي التي ازدهرت تجارياً ولفتت إليها الكثير من الانتباه، وبصورة عامة. فإن لفظ (النظام القائم على المعرفة) يتم استخدامه للإشارة إلى نظم المعلومات من خلال التمثيل الرمزي للمعرفة البشرية المطبقة والتي عادة تتم بطريقة تشبه العقل البشري حتى أصبحت هذه النظم القائمة على المعرفة نظماً خبيرة من أنجح الأنظمة المستخدمة في وقتنا الحاضر وترجع بدايات ظهور النظم الخبيرة إلى عام 1965 عندما ظهر في جامعة ستانفورد Stanford

University بالولايات المتحدة الأمريكية أول نظام خبير بجهود من متخصص الكمبيوتر Edward A. Feigenbaum وأستاذ علم الوراثة Joshua Lederberg وهو نظام متخصص في مجال الكيمياء. ويطلق عليه اسم DENDRAL . وفي مطلع السبعينات نتج عن الجامعة نفسها نظام MYCIN المتخصص في مجال الطب وهو من أشهر النظم الخبيرة في وقتنا الحاضر وكان ظهوره بداية لاستخدام أسلوب الشرح والتفسير في النظم الخبيرة. وعلى الرغم من أن كل نظام خبير كان يظهر بمميزات جديدة لم يشهدها سابقه. إلا أن التطور الحقيقي في مجال النظم الخبيرة كان مع بداية الثمانينات من القرن العشرين عندما ظهر في اليابان الجيل الخامس من أجيال الكمبيوتر القادرة على القيام ببعض أعمال المحاكاة لأعمال البشر وقد دفع ذلك الولايات المتحدة الأمريكية إلى زيادة الاهتمام بالذكاء الاصطناعي عموماً وبالنظم الخبيرة على وجه الخصوص (ابو زايد, 2017: 18)

الفصل الثالث/ الجانب التطبيقي

المبحث الاول /نبذة تعريفية عن المشروع

اولا: مشروع الرميثة السكني

تم اختيار مشروع الرميثة كمجتمع بحث اذ يمكن التعرف الى المشروع من خلال النقاط الاتية:

1- مشروع الرميثة السكني يقع في محافظة المثنى بمساحة 34 دونماً وبكلفة بلغت 30 مليار دينار.
2- المجمع يحتوي على42 بناية بواقع ثلاثة طوابق يحتوي كل طابق على شقق عدد اثنين وان عدد الشقق السكنية 252 شقة. وان مساحة الشقة الواحدة 150 متر مربع.
3- المجمع يتضمن أنشاء:

أ- مدرسة واحدة سعة 12 صف.
ب- مبنى اداري واحد
ت- غرفة بدالة واحدة
ث- غرفة حارس عدد 2
ج- الشبكات خدمية (الماء الصافي – الحريق – شبكة تصريف مياه الامطار – شبكة تصريف مياه المجاري الثقيلة مع وحدة معالجة المياه الثقيلة).
ح- الشبكات الكهربائية الخارجية والداخلية وشبكة الهاتف.
خ- اعمال الموقع الخارجي من السياج الخارجي وشوارع وارصفة ومماشي ومواقف سيارات.
د- اعمال الساحات و فضاءات الاستراحة وتنظيم الحدائق والتشجير والآثاث.. والخ.

2- المجمع بدئ العمل فيه منذ شهر نيسان 2012، وأن اللجنة المشرفة على المشروع حددت 28 شهرا لإنجازه.
3- الكوادر الفنية المتخصصة في وزارة الإعمار والإسكان تعمل على انجاز مجمع الرميثة السكني الذي وصلت نسبة الانجاز فيه 33% وبكلفة إجمالية تجاوزت الثلاثة مليارات دينار عراقي بعد منتصف سنة 2013.
4- تم افتتاح جزء من المشروع في عام 2013.

تعرض المشروع الى تلكؤا بسبب الازمة المالية في عام 2014 وتوقف خلال سنة 2015 وادى هذا التوقف الى حدوث اندثار في الانشطة والمراحل الغير مكتملة مما تطلب اعادة حساب كلفة الاندثار والصيانة بعقد جديد مع الشركة المنفذة.

ثانيا: الخرسانة

وهي خليط من عدة مواد تنتج لغرض بناء الهيكل المعماري وتكون المدخلات والعمليات في انتاجها ذات اثر واضح في نتائج جودتها. وفي مشروع الرميثة السكني تقاس جودة الخرسانة بفحص الانضغاط. وبوحدة قياس نيوتن/ ملم.

والخرسانة هي مخلوط من مواد اولية مكونة من الرمل والحصو او (كسر الحجر) والإسمنت مع إضافة الماء اليهما. وعند خلطهم جيدا تتم عملية تماسك بينهم تسمى زمن الشك **Setting time**.

وللخرسانة خصائص كثيرة تمتاز بها عن المواد الأخرى. فهي تأخذ شكل صلد ومتين مع الزمن تدريجيا وتبدأ بالشك الابتدائي **Initial setting** وتنتهى بالشك النهائي **Final setting**. كذلك فهي شديدة المقاومة للضغط **Compression** ولكنها في نفس الوقت ضعيفة جدا في مقاومتها للشد **Tension** لذلك فالخرسانة العادية (غير المسلحة) لا تستخدم ابدا في الأماكن التي تحدث فيها إجهادات الشد. وللتغلب على هذه المشكلة يوضع الحديد وهو مقاوم ممتاز لقوى الشد وقوى الضغط وان أسياخ الحديد الطويلة يمكن ان تتحمل قوى الشد كلها و الخرسانة لا تتحمل قوى الضغط كلها. لذلك نجد ان مركب الخليط من الخرسانة والحديد يعطى مادة مثالية لمقاومة الإجهادات المختلفة المؤثرة عليها . وهذا المركب هو ما يعرف باسم الخرسانة المسلحة **Reinforced concrete**.

يعتبر الرومان هم أول من استعمل الخرسانة العادية **Plain Concrete** في التاريخ من حوالي الفى عام وقد استعملت في معظم مبانيهم لسهولة تشكيلها وإمكان تنفيذها بعمالة مدربة تدريبا بسيط

ثالثا: مفاهيم المصطلحات التي تدور حول الجانب التطبيقي

1- المهندس المقيم: هو الشخص المرسل من دائرة الاسكان بتنسيب رسمي الى موقع المشروع وهو يمثل دائرة الاسكان في مكان العمل ويقوم بواجباته على اتم وجه وهو المتصل الاول مع الشركة المنفذة.
2- دائرة المهندس المقيم: وهي الهيكل التنظيمي المصمم للمهندس المقيم وهي فرع مؤقت من دائرة الاسكان.
3- قسم الذرعات: وهو مسؤول عن تقدم عمل المشروع ضمن الجودة المتعاقد عليها.
4- دليل المهندس المقيم: وهو كتاب مصمم من قبل وزارة الاسكان والصادر في سنة 2015 ويحتوي على الاقسام الاتية:
أ- دليل المهندس المقيم في الاشراف على التشييد
ب- الدليل القياسي الموحد للمسح الكمي للأعمال المباني والهندسة المدنية.
ت- شروط المقاولة لأعمال الهندسة المدنية
ث- شروط المقاولة لأعمال الهندسة الميكانيكية والكهربائية والكيماوية.
ج- دليل الفحوص المختبرية.
ح- مواصفات المواد والأعمال الانشائية.
خ- النمذجة.
د- اعمال الطرق والجسور.
5- فحص العينات والرقم الحقلي: الفحص يتم وفق مواصفات و تقنيات لكل نوع من العينات وان كل عينة ترسل الى جهاز الفحص تمتلك رقم خاص بها يميزها عن اي عينة اخرى
6- الغرامات: في حالة وجود عينة خارج الفحص و تم قبولها ضمن شروط محددة فتترتب غرامات تقع على المقاول تكون بنسب محدد مسبقا من قبل دائرة الاسكان.

المبحث الثاني/ تصميم النظام الخبير لتحسين جودة المشروع

يتكون النظام من عدة مراحل وكما في الاتي

المرحلة الاولى وتتضمن

1- تحديد وتعريف المشكلة: ان فكرة تصميم النظام جاءت من التعرف على منهجية تطبيق الـ Six Sigma والتي تتكون من خمسة مراحل وهي تحديد المشكلة والقياس والتحليل والتحسين ومن ثم السيطرة. ان فكرة النظام تضمنت ثلاث مراحل وهي التحديد (التعريف) للمشكلة ثم القياس واخيرا التحليل. وان المرحلة الرابعة هي مرحلة التحسين وان المرحلة الخامسة تسهم في المحافظة على النتائج دون انحرافات عن ما تم الوصول اليه وذلك من خلال إعادة قياس ما تم تحديده في السابق والكشف عن اتجاه التغيير الحاصل.

و يهدف النظام الى
1- تسهل عمل المهندس المقيم في خزن البيانات
2- يستخدم منهجية DMAIC للمساهمة في تحسين المشروع.
3- سهولة في تنفيذ حسابات مرحلة القياس و اعطاء نتائج دقيقة
2- لغة البرمجة: صمم النظام باستخدام برمجيات شركة مايكروسوفت باستخدام (لغة visual Basic و برنامج Access). و لبناء النظام تم الاعتماد على انشاء النوافذ و التي بدورها تعتبر علامات ارشادية للمستخدم و التي تحتوي على امكانية تعبئة معلومات المشروع و كذلك استخدام الجداول لتعبئة بيانات الفحص من الواقع الفعلي و كذلك تم استخدام قواعد البيانات و ربطها مع مدخلات العملية الحسابية لإظهار النتائج بالشكل المطلوب.

المرحلة الثانية وتتضمن الاتي:

1- اكتساب المعرفة:

بعد الاطلاع على سير عمل دائرة الاسكان وجد انها تمتلك الكثير من المشاريع الانشائية السكنية. وان تنفيذ هذه المشاريع عادتاً ما يتم من قبل شركات يحال لها المشروع. وهذه الشركات قد تكون (حكومية او خاصة), (محلية او اجنبية). وان اتصال دائرة الاسكان بالمشاريع التي تُحيلها يكون بواسطة المهندس المقيم والذي هو مهندس ضمن ملاك دائرة الاسكان. وينظم ضمن المشروع بتنظيم مؤقت بتوقيت المشروع يسمى دائرة المهندس المقيم.

يتم ارسال تدفق عمل المشروع من قبل دائرة المهندس المقيم الى دائرة الاسكان لمراقبة سير عمل المشروع. وكذلك يتم ارسال بيانات كافة الفحوصات ذات النتائج الغير مطابقة التي تجري على المشروع الى قسم الجودة في دائرة الاسكان لاتخاذ القرار فيها. اما بيانات الفحوصات ذات النتائج المقبولة فإنها ترسل الى قسم الذرعات ومن ثم الى القسم المالي لاطلاق مبالغ السلف المالية الى شركات المقاولة.

وان جميع المعلومات التابعة الى عينة البحث والمتحصلة من تدفق عمل المشروع يتم ادخالها في النظام ليتم معالجتها بمساعدة معلومات مدخلة مسبقا تشمل الثوابت الاحصائية.

2- لغة البرمجة

صمم النظام باستخدام برمجيات شركة مايكروسوفت باستخدام (لغة visual Basic وبرنامج Access). ولبناء النظام تم الاعتماد على انشاء النوافذ والتي بدورها تعتبر علامات ارشادية للمستخدم والتي تحتوي على امكانية تعبئة معلومات المشروع وكذلك استخدام الجداول لتعبئة بيانات الفحص من الواقع الفعلي وكذلك تم استخدام قواعد البيانات وربطها مع مدخلات العملية الحسابية لإظهار النتائج بالشكل المطلوب. وتوفر لغة البرمجة للنظام المميزات الاتية:

1- يمكن تنصيبه على جهاز الحاسوب دون الحاجة الى تنزيل برامج مساعدة. ما عدا قاعدة البيانات الخاصة بالبرنامج والتي تكون في برنامج Access
2- سهولة استخدامه وذلك لأنه يحتوي على نوافذ واضحة ترشد المستخدم الى كيفية المرور بالبرنامج حيث انها مبسطة.

3- يمكن خزن البيانات المدخلة في عملية الفحص

المرحلة الثانية وتتضمن الاتي:

1- اكتساب المعرفة:

بعد الاطلاع على سير عمل دائرة الاسكان وجد انها تمتلك الكثير من المشاريع الانشائية السكنية. وان تنفيذ هذه المشاريع عادتاً ما يتم من قبل شركات يحال لها المشروع. وهذه الشركات قد تكون (حكومية او خاصة), (محلية او اجنبية). وان اتصال دائرة الاسكان بالمشاريع التي تُحيلها يكون بواسطة المهندس المقيم والذي هو مهندس ضمن ملاك دائرة الاسكان. وينظم ضمن المشروع بتنظيم مؤقت بتوقيت المشروع يسمى دائرة المهندس المقيم.

يتم ارسال تدفق عمل المشروع من قبل دائرة المهندس المقيم الى دائرة الاسكان لمراقبة سير عمل المشروع. و كذلك يتم ارسال بيانات كافة الفحوصات ذات النتائج الغير مطابقة التي تجري على المشروع الى قسم الجودة في دائرة الاسكان لاتخاذ القرار فيها. اما بيانات الفحوصات ذات النتائج المقبولة فإنها ترسل الى قسم الذرعات ومن ثم الى القسم المالي لاطلاق مبالغ السلف المالية الى شركات المقاولة.

وان جميع المعلومات التابعة الى عينة البحث والمتحصلة من تدفق عمل المشروع يتم ادخالها في النظام ليتم معالجتها بمساعدة معلومات مدخلة مسبقا تشمل الثوابت الاحصائية.

2- قاعدة المعرفة:

ان قاعدة معرفة النظام المستخدم في مشروع الرميثة السكني تتميز بالاتي:

أ- يعتبر اداة للتوثيق والتي توثق ما يأتي:

- عقد المشروع: اذ تم اضافة أيقونة تحتوي على خاصية استقبال البيانات لتوثيق عقد المشروع.
- توثيق الواقع الحقيقي الناتج من بيانات الفحوصات والتي تعبر عن جودة العنصر الخاضع للفحص.

ب- ان النظام مخصص لقياس مستوى الـ Sigma الى اي عنصر قابل للقياس (اي ان هناك عدة عينات وتحتوي على الاقل ثلاثة مشاهدات)

ت- ان النظام المبرمج صمم لتطبيق منهجية DMAIC لتحسين اي مشروع انشائي.

ث- ان النظام يحتوي على آلية ارشفة جيدة اذ ان له امكانية تمييز المشروع عن المشاريع الاخرى وكذلك تمييز البيانات الخاصة للمشروع الواحد بشكل سلس. فانه يخزن البيانات على شكل رزم مبوبة.

ج- يحتوي نظام حماية من المستخدمين الاخرين لجهاز الحاسوب بإدخال اسم المستخدم و كلمة المرور.

ح- ان القيمة الغير مذكورة في خلية تعبئة البيانات يقرئها البرنامج (صفر) لذلك لا يمكن رفع مستوى الجودة في حال وجود قيمة متدنية و العزوف عن تسجيلها.

خ- ان المعلومات التي تتوافر في قاعدة المعرفة هي نتيجة ادخال بيانات الفحص من قبل المستخدم فضلا عن الجداول الاحصائية التي تستخدم في الاستنتاج.

وتحتوي قاعدة المعرفة على مجموعة من الحقائق و القواعد التي تخص تحسين المشروع باستخدام الـ Six Sigma.

3- ماكنة الاستنتاج: تتكون من مجموعة من الإجراءات المبرمجة التي تتحكم في عملية الاختيار الفعال للمعارف وقواعد الإنتاج وتبحث في الاحتمالات الممكنة التي يمكن ان تقود الى الحل المطلوب من خلال ربط القواعد و الحقائق المعنية. و تتمثل القواعد بالجداول الاحصائية و قوانين الـ Six Sigma. اما الحقائق فتتمثل بالمدخلات التي هي مشاهدات عينات الفحص. اذ تم ادخال مجموعة من البيانات المتعلقة بتحديد المشكلات التي ترافق الخرسانة و رسم المدرج التكراري على ضوء المعلومات المستخدمة فضلا رسم لوحات ضبط المتوسط و المدى و استخراج نسبة مقدرة العملية و مؤشرها و مستوى السكما للخرسانة. لذا فتعمل ماكنة الاستنتاج في محاولة اثبات هدف النظام اذ يتم دمج بين الحقائق و القواعد لإنتاج قواعد جديدة تسهم في تحديد هدف النظام وهو تحسين جودة المشروع.

4- وحدة تفسير النتائج: وحدة تفسير الاستنتاج توفر للنظام إمكانية توضيح كيفية توصل النظام الى استنتاج معين في عملية اتخاذ القرار . فيتم البحث عن القاعدة الملائمة بالاعتماد على طبيعة البيانات التي يحصل عليها النظام من المستخدم فتقرر ماكنة الاستنتاج إمكانية التوصل الى الاستنتاج أو عدم كفاية البيانات وذلك

من خلال تطبيق القاعدة المختارة فيظهر الاستنتاج الذي توصلت إليه. و مثلا على ذلك ففي حالة تم تحديد عدد المشاهدات للعينات التي تم فحصها بخمسة مشاهدات فان النظام سوف يربط الثوابت الاحصائية للعملية على اساس خمسة مشاهدات.

5- واجهة المستخدم: يتم تشغيل النظام من خلال واجهات البرنامج الأساسية والمصممة بلغة Visual Basic وان واجهة المستخدم تعمل مع ماكنة الاستنتاج وقاعدة المعرفة كوسيلة اتصال بين النظام والمستخدم بأسلوب سهل وبسيط وبواجهات مفهومة وبسيطة الاستخدام وبلغة تخاطب من خلال الرسوم والإيضاحات والتي أعدها الباحث على وفق مبادئ أساسية تمكن المستخدم من الإجابة على أسئلة النظام الى ان يتم التوصل الى الهدف المطلوب.

6- مخطط النظام: صمم النظام ليظهر الى المستخدم بالشكل الذي يسهل استخدامه اذ يتكون تشغيل النظام من عدة خطوات و هي كالاتي:

أ- نافذة المستخدم الرئيسية: و فيها يتم التعرف على المستخدم و من ثم الدخول الى النظام.

ب- نافذة ادخال معلومات المشروع و كذلك معلومات الفحص.

ت- نافذة اختيار المشروع و الفحص.

ث-نافذة DMAIC : و تتفرع الى ثلاث نوافذ و في داخلها ايضا عدة نوافذ و هي: نافذة مرحلة التحديد و نافذة مرحلة القياس و نافذة مرحلة التحليل.

المبحث الثالث

تشغيل النظام الخبير لتحسين جودة المشروع

ان النظام الذي تم استخدامه في موقع البحث. قد صمم من خلال برمجة منهجية DMAIC في برنامج حاسوبي لتسهيل عملية التطبيق و الخروج بنتائج دقيقة. سيكون تطبيق منهجية DMAIC بشكل مبرمج والذي يشمل المراحل الثلاث الاولى. اما المرحلة الرابعة فتكون بتحديد اهم النقاط التي يجب اتباعها لإجراء عملية التحسين. والمرحلة الخامسة تكون بمتابعة التطويرات الحاصلة من خلال مراجعة المراحل السابقة.

معلومات العينة.

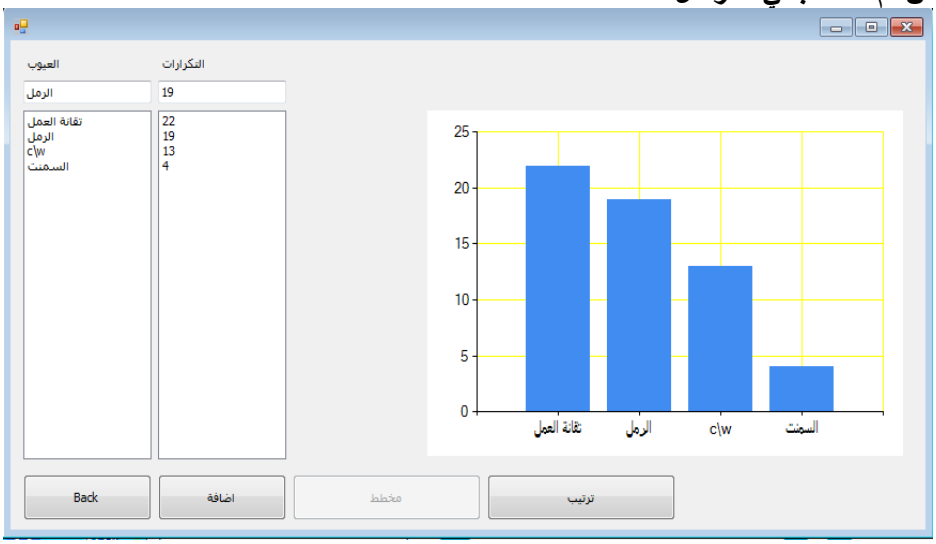
بعد الاطلاع على نماذج الفحص الواردة من مشروع الرميثة السكني الى دائرة الاسكان و تم الكشف بان بعض العينات ذات الجودة المتدنية هي تلك المجموعة المأخوذة بدفعة واحدة من صب السقف الثالث للعمارات من A_{25} و A_{26} و السقف الثاني للعمارات من A_{27} الى A_{33} و صب السطح للعمارات A_{15} و A_{16} و A_{19}. و التي ستكون اساس في تطبيق النظام و كما في الاتي.

بعد الدخول الى النظام تظهر لنا النافذة في الشكل (3-3) و التي تبين واجهة النظام

شكل(3-3) واجهة النظام الرئيسة

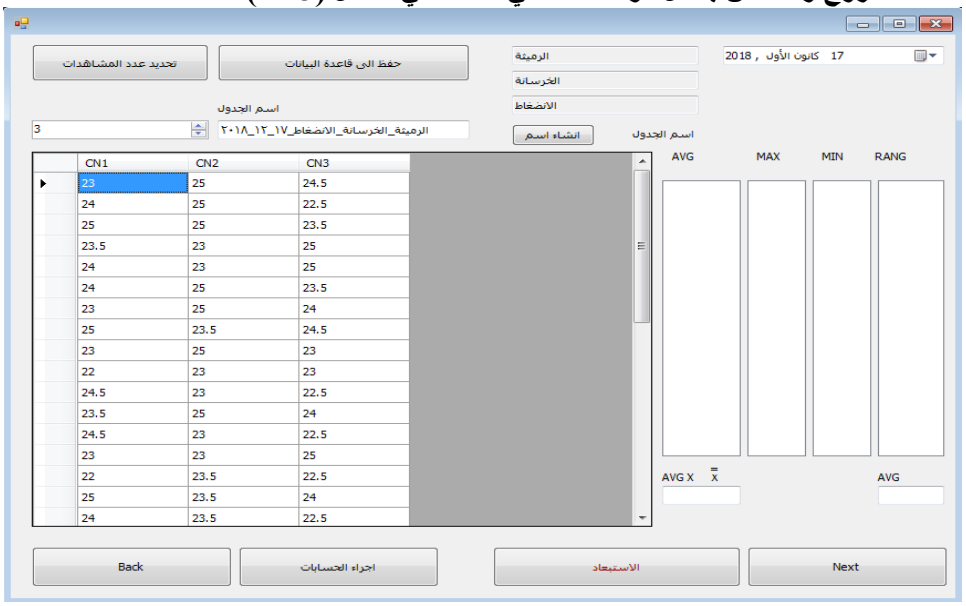
اذ تحتوي واجهة النظام الرئيسة معلومات تخص عنوان البحث و الباحث و المشرفين ومكان البحث. و بعد الضغط على زر ابدأ يتم الانتقال الى النافذة في الشكل (3-4) و هي نافذة تسجيل الدخول.

عند الدخول الى مرحلة التعريف يتم ادخال معلومات المشكلة. بعدها نضغط على زر مخطط و كما في النافذة (3-18) فيظهر لنا مخطط يوضح اي المشكلات اكثر تكرار اذ يتبين لنا ان اكثر خلل في الخرسانة ناتج بسبب تقانة العمل (والتي يقصد بها جودة المهام التي يقوم بتنفيذها العاملين الواقفين بشكل مباشر على العمليات الانشائية لصنع الخرسانة) و مادة الرمل. عندها تم معرفتها لأجراء المعالجات اذ يتم الضغط على زر Back ومن ثم تكملة باقي المراحل



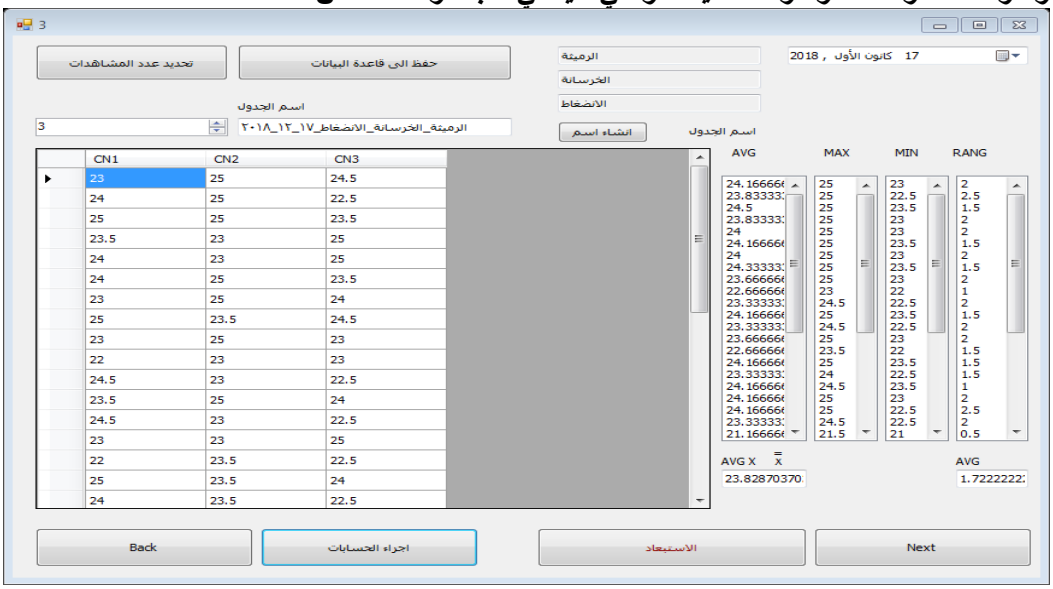
شكل (3-18) المدرج التكراري

وفي مرحلة القياس كما في النافذة الاتية نحدد عدد المشاهدات من خلال الضغط على زر تحديد عدد المشاهدات فيظهر جدول يتم ملئه بالحقائق الناتجة عن الفحص والبالغ عددها 36 عينة وكل عينة تحتوي ثلاث مشاهدات والتي يتم ادخالها يدويا بواسطة لوحة المفاتيح للحاسوب. بعدها نضغط على زر انشاء اسم فتدرج معلومات المشروع والفحص بشكل مؤتمت كما في النافذة في الشكل (3-21)



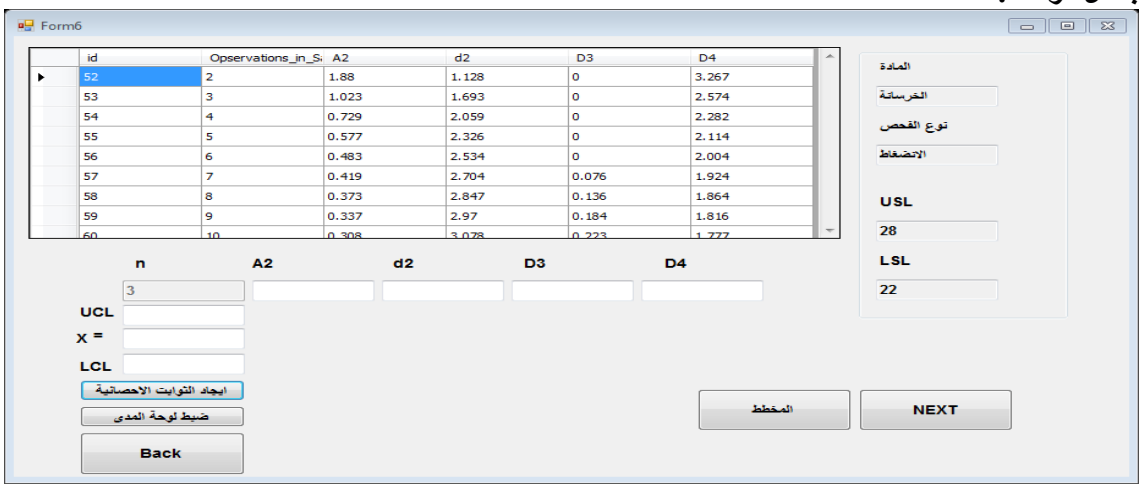
شكل (3-21) ادخال بيانات الفحص

وبعد ملء الجدول بالحقائق الناتجة عن الفحص والتي يتم ادخالها يدويا. نضغط على زر اجراء الحسابات فتملء الحقول و كما في النافذة في الشكل (3-22) والتي تحتوي على متوسطات ومديات العينات ومتوسط المتوسطات ومتوسط العينات والتي تفيد في ضبط لوحة الفحص



شكل (3-22) اجراء الحسابات

ثم نضغط على زر Next فتظهر النافذة في الشكل (3-24) و التي تحتوي على جداول الثوابت الاحصائية ومربعات الحوار المتمثلة بثابت الـ A_2 و d_2 و D_3 و D_4 والتي تستخدم في ضبط اللوحة وهناك مربعات تتمثل في اسم المادة ونوع الفحص و حدود المواصفة الفنية. ان جميع مربعات الحوار تملأ بشكل مؤتمت.



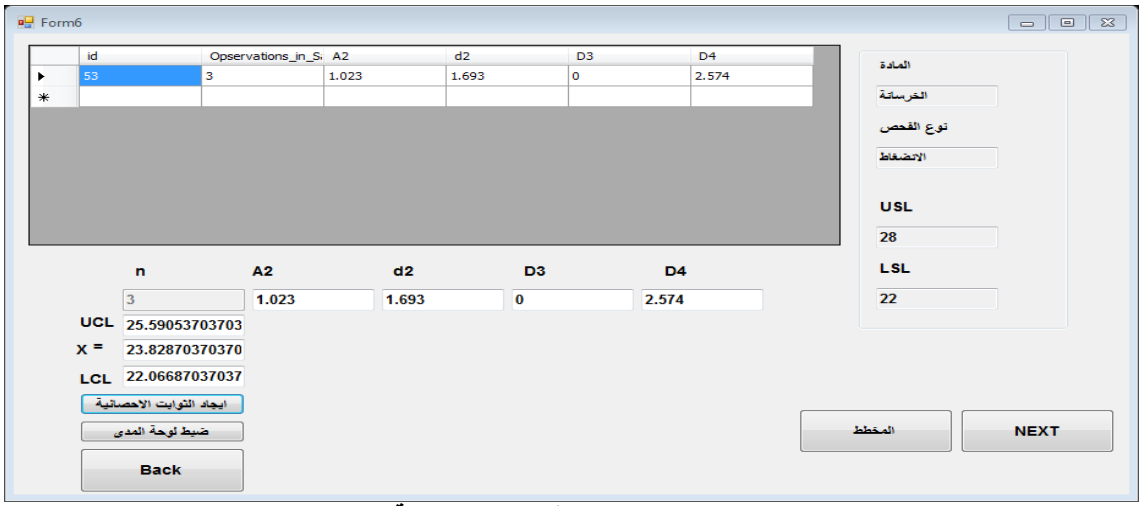
شكل (3-24) لوحة الثوابت الاحصائية

وعند الضغط على زر ايجاد الثوابت الاحصائية تملأ الفراغات في النافذة وحسب عنوان كل فراغ و كما في النافذة في الشكل (3-25) علما ان قيمة الثوابت الاحصائية يعتمد على عدد مشاهدات العينة وهذا تم برمجته في ذاكرة النظام. كذلك تملء الفراغات الخاصة بقيم حدود الضبط الاحصائي بالاعتماد على المعادلات الاتية

$$UCL_X = \bar{X}^{=} + (A_2 * \bar{R})$$

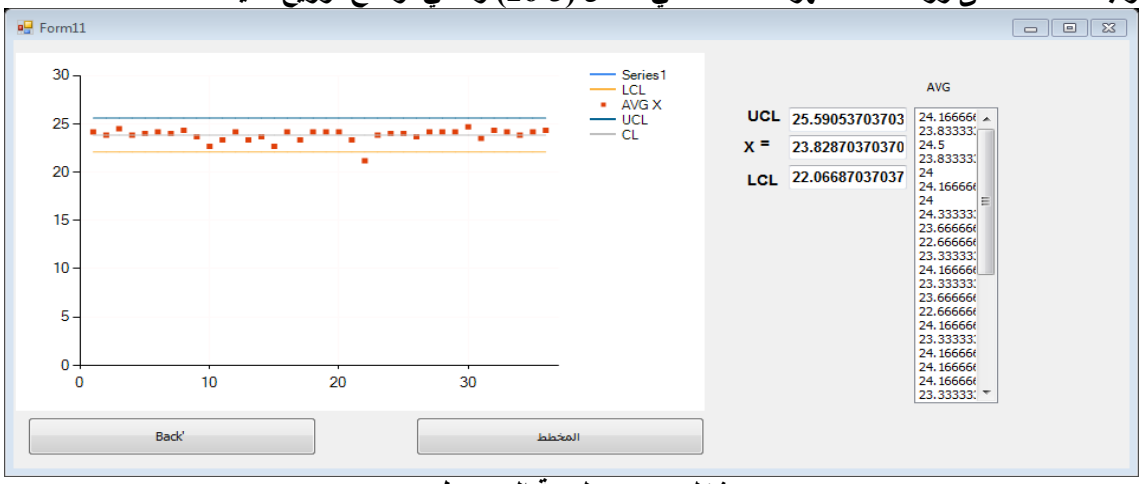
$$CL_X = \bar{X}^{=}$$

$$LCL_X = \bar{X}^{=} - (A_2 * \bar{R})$$



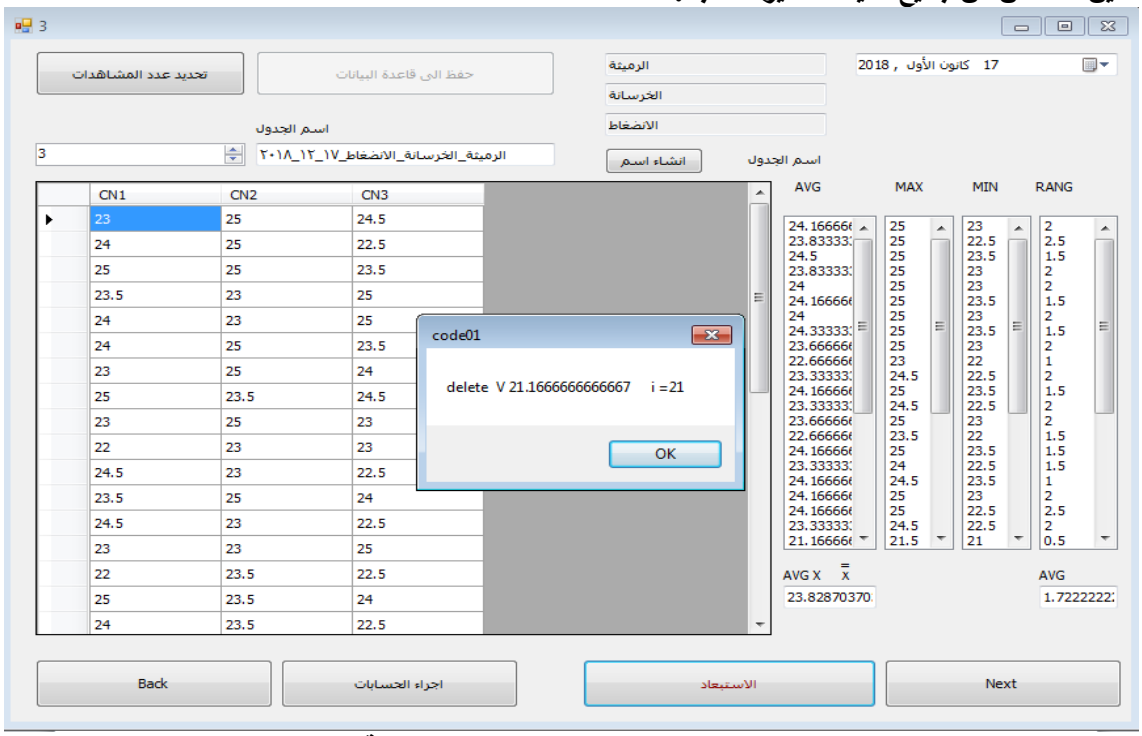
شكل (3-25) ايجاد الثوابت الاحصائية

و بعد الضغط على زر مخطط تظهر لنا النافذة في الشكل (3-26) و التي توضح توزيع العينات



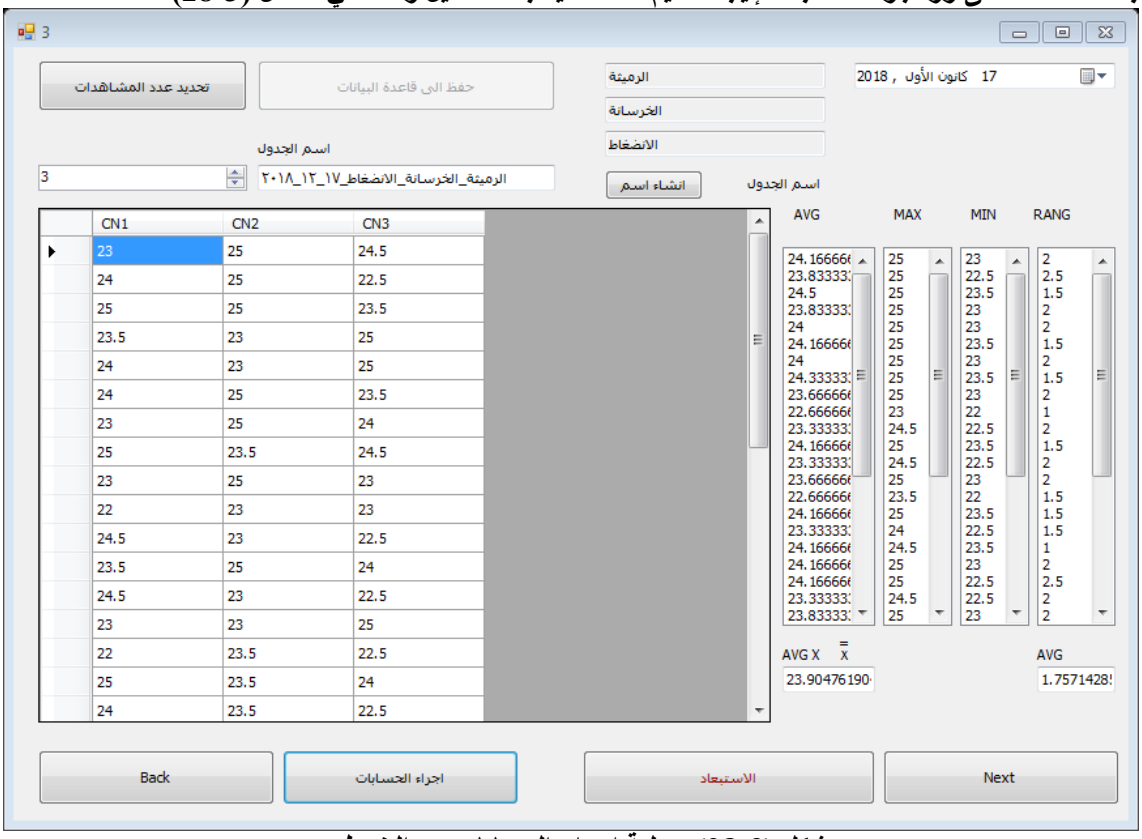
شكل (3-26) لوحة المتوسط

ويتبين ان اللوحة غير منضبطة و بالضغط على زر Back و الرجوع الى النافذة في الشكل(3-23) ثم الضغط على زر استبعاد وكما في الشكل (3-27) فتظهر رسالة مفادها ان العينة رقم(21) والتي قيمتها 20.833333 قد استبعدت وعلما ان النظام يحسب تسلسل العينات من الصفر. اي ان العينة رقم 21 هي بالأصل رقم 22. و انها ابعد عينة خارج حدود الضبط. اذ ان النظام مصمم لاستبعاد العينات الخارجة عن حدود الضبط الاحصائي بدءً بأبعد عينة خارجة عن حدود الضبط ومن ثم اجراء حسابات مرة اخرى وتستمر العملية لحين التخلص من جميع العينات الغير منضبط.



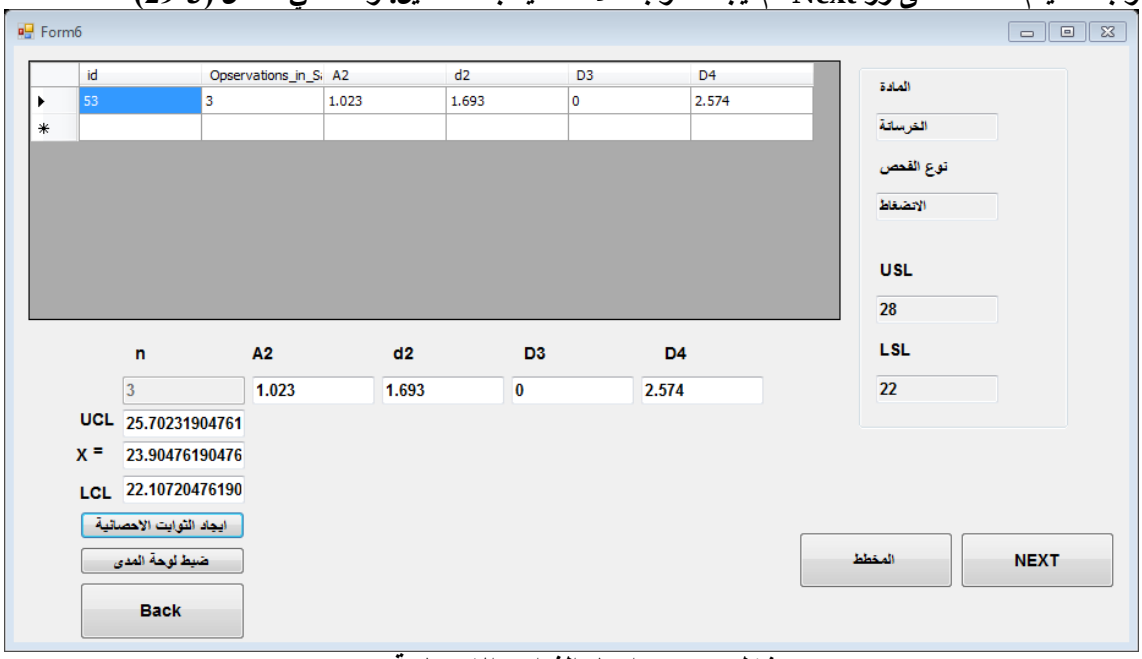
شكل (3-27) استبعاد العينات الغير منضبطة

بعدها نضغط على زر اجراء حسابات لإيجاد القيم الاحصائية بعد التعديل و كما في الشكل (3-28)



شكل (3-28) عملية اجراء الحسابات بعد الضبط

و بعدها يتم الضغط على زر Next ثم ايجاد الثوابت الاحصائية بعد التعديل. و كما في الشكل (3-29)



شكل (3-29) ايجاد الثوابت الاحصائية

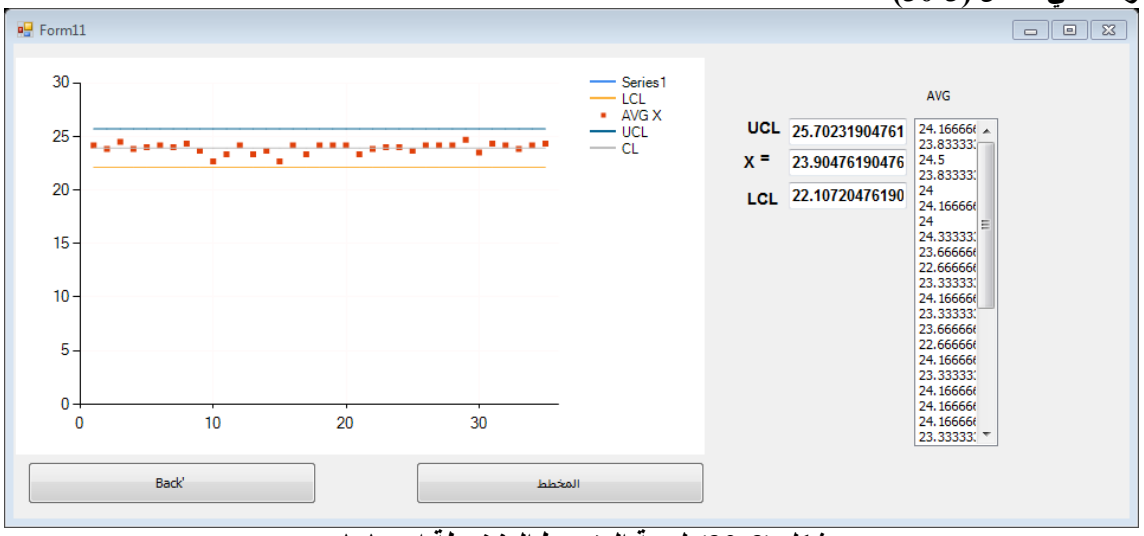
يتبين من الشكل (3-29) ان حدود الضبط هي

UCL = 25.702319047619

CL = 23.9047619047619

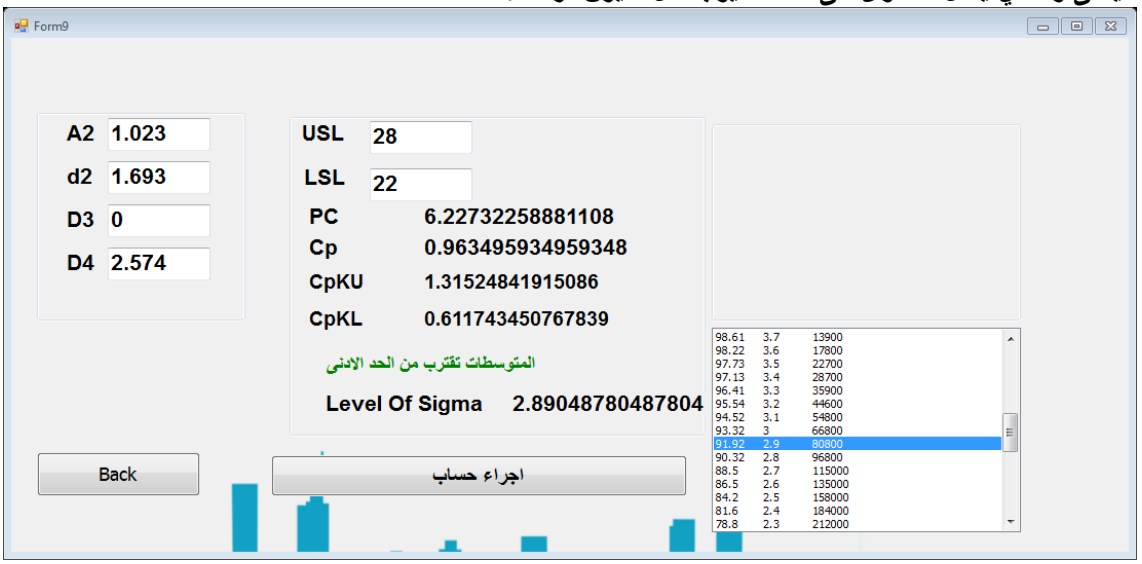
LCL = 22.1072047619048

بعدها نضغط على الزر مخطط فيظهر انه لا توجد عينات خارج حدود الضبط اي ان اللوحة منضبطة احصائيا و كما في الشكل (3-30)



شكل (3-30) لوحة المتوسط المنضبطة احصائيا

ثم نضغط على اجراء حسابات في النافذة الاتية فتظهر لنا قيم مقدرة العملية و نسبة مقدرة العملية و مؤشر مقدرة العملية و مستوى السكما كما في الشكل (3-34) و ان شريط القيم الظاهر في اسفل الجهة اليمنى و الذي يمثل مستوى الى عدد العيوب لكل مليون فرصة.

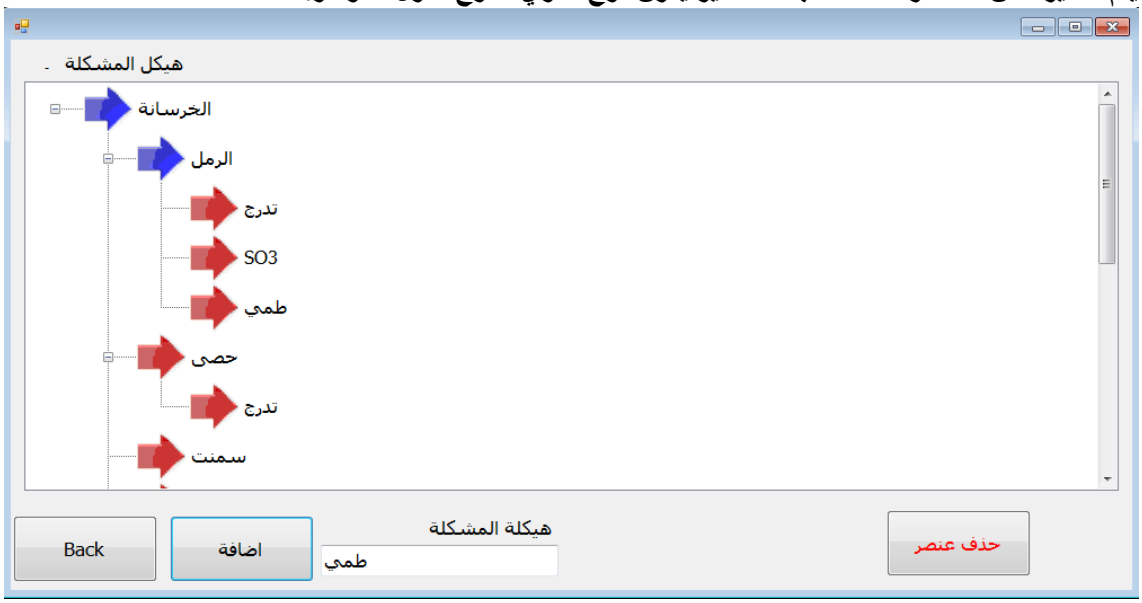


شكل (3-34) نتائج حساب المقدرة مستوى السكما

ومن خلال الجدول المتحرك فان مستوى السكما يقترب من 2.9 و الذي يمثل 80800 عيب لكل مليون فرصة. وهذا المستوى يعتبر جدا متدني قياسا الى المستوى الذي يطمح اليه نظام الـ DMAIC.

كما ان مؤشر الـ C_pk يبين ان متوسطات العينات تقترب الى الحد الادنى لحدود المواصفة و الذي قيمته 22 نيوتن\ملم^2. و هذا يتعارض مع قياس جودة الخرسانة و التي تزداد كلما اقتربت المتوسطات الى الحد الاعلى. وهذا لا يعني ان انخفاض مستوى الـ Sigma بسبب تشتت المتوسطات نحو الحد الاعلى للمواصفة بان جودة الخرسانة متدنية ما لم يؤثر ذلك على الكلفة التصميمية.

وسيتم في مرحلة التحليل ادراج جميع الاسباب المحتملة بشكل مخطط و على ضوء المخطط يتم التعرف على الاسباب الفعلية لتدني جودة الخرسانة. وان صياغة المخطط في البرنامج يكون من خلال ملأ مربع الحوار (هيكلة المشكلة) وان انضغط الخرسانة هو المشكلة الرئيسة. فيكتب في مربع الحوار انضغاط الخرسانة ثم نضغط على الزر اضافة. فيظهر لنا اول عنوان كما في النافذة في الشكل (3-37ب) ومن ثم نؤشر على السهم. اذ عند التأشير على السهم فان اي عنصر يتم اضافته يكون فرع للعنصر الرئيس (السهم). واي عنصر فرعي يتم تأشيره فان العنصر المضاف بعد التأشير يكون فرع ثانوي للفرع الاول المؤشر.



شكل (3-37ب)

و حسب التحليل الناتج من خلال المقابلات الشخصية تبين ان اكثر سبب الفشل للعينة رقم 21 هو بسبب اضافة كمية كبيرة من الماء في بداية عملية الصب. اذ ان الماء يضاف الى (الماكنة التي تضخ و توزع الخرسانة) في بداية العمل لتسهيل عملية ضخ الخرسانة و يعتبر هذا ضمن التهيئة و الاعداد للعملية. و ان العينة رقم 21 قد تم سحبها من الخرسانة التي تم ضخها في بداية العملية و كانت نسبة الماء الى السمنت W/C مرتفعة نسبياً مما ادى الى خروجها عن المواصفة المستهدفة

اما بالنسبة الى تشتت باقي العينات فان تقانة العمل و رداءة الرمل و التي تحتوي على نسبة عالية من مركب الـ SO_3 هي كانت السبب وراء التشتت. فمن الخلال المخطط الشبكي الذي يوضح الاسباب المحتملة لفشل الخرسانة تم الاستفسار من خلال المقابلات الشخصية مع المهندسين المختصين في الجودة و في ادارة المشروعات فوجد ان سبب فشل الخرسانة في العينة المأخوذة ناتج عن:

أ- تقانة العمل: فهي عادتا اخذت مسببات الاتية:

- نسبة الماء الى السمنت: وهي كمية الماء المضافة الى الخلط. وان السيطرة على هذه النسبة تكون مرتبطة بمدى مهارة والتزام العاملين بالمعايير المحددة لذلك.

- اضافة المواد المساعدة كالملدنات و المصلبات. و هذا يعتمد على مدى حاجة الخلطة الخرسانية الى تلك المواد. و الذي يكون مرتبط بدرجة حرارة الموقع بشكل اساسي. و ان السيطرة على النسب المضافة يعتمد على مهارة و التزام العاملين في هذه المهمة.
- تأخر و صول و توزيع مادة الخرسانة الى موقع الصب ادى الى تدني جودة بعض العينات.

ب- الرمل: و الذي عادتا ما يكون سبب فشله هو ارتفاع الاملاح و الكبريتات (SO_3)

بعد ان تطرقنا الى المراحل الثلاث الاولى و التي تم تطبيقها في برنامج النظام. فهنا سنذكر عمل المرحلة الرابعة و الخامسة:

المرحلة الربعة: مرحلة التحسين. و في هذه المرحلة من النظام يمكن ان نضيف الاجراءات التي تؤدي الى رفع مستوى السكما لفحص الخرسانة. و بناء على نتائج التحليل فان على الشركة المنفذة اخذ بنظر الاعتبار الاجراءات الاتية:

ج- التأكد من جودة الرمل اذ يجب ان لا تتجاوز الاملاح و الكبريت الحد الاعلى المسموح به و ان يكون الرمل مغسول و اذا تطلب الامر تغيير مصدر الرمل الداخل في عمل الخرسانة و من ثم اعادة تطوير نموذج خرسانة جديد ليكون معيار اساسي يمكن العمل به.

ح- فيما يخص تقانة العمل فعلى الشركة المنفذة تدريب العاملين في صناعة الخرسانة بان تكون اضافة الماء الى الخلطة الخرسانية بنسب ذات مدى ثابت على وفق المعايير الهندسية الخاصة بالخرسانة و التي تأخذ بنظر الاعتبار في هذا الجانب درجة الحرارة و الرطوبة و موقع الصب كأن (اساس او سقوف). اذ تكون هناك موازنة بين نسبة الماء في الخرسانة و الظروف المحيطة بالصب.

خ- و فيما يخص تقانة العمل ايضا فان على الشركة المنفذة تدريب العاملين في صناعة الخرسانة على الية وضع المواد المساعدة في الخرسانة و التي تعتمد على ظروف الصب. اذ يتم اضافة مسرعات التصلب في حالة الطقس رطب و بارد و على العكس في الجفاف و درجات الحرارة العالية. و افضل درجة حرارة للقيام بعملية الصب هي 35 درجة مئوية.

د- يتطلب من الشركة القائمة على العملية تنفيذ الاجراءات السابقة و اضافة الى ذلك زيادة اجراءات متابعة العمل لحين التأكد من ان التنفيذ على وفق الجودة المستهدف

المرحلة الخامسة: مرحلة السيطرة و المراقبة. وفي هذه المرحلة يتم اجراء التحصينات للحفاظ على مستوى الجودة الذي تم الوصول اليه. و اتخاذ الاجراء اللازم في حال هناك احراف عن مستوى الجودة الذي تم الوصول اليه.

و لنجاح تحسين المشروع من خلال تحسين جودة الخرسانة فعلى الشركة اتباع الاجراءات الاتية.

1- تصميم فريق من المختصين توازي مراتبه مراتب فريق الـ Six Sigma و المصنف الى حاملي الحزام الاسود و اخرين حاملي الحزام الاخضر اضافة الى رئيس التنفيذ و رئيس الفريق.

2- تدريب الفريق للقيام بتنفيذ مراحل DMAIC.

3- تجزئة الخرسانة الى مكوناتها و تحليل عملية الصنع الى اصغر الانشطة او المهام ليتم اجراء منهجية DMAIC اينما كان السبب في تدني الجودة المستهدفة.

الفصل الرابع/ الاستنتاجات و التوصيات

أولا: الاستنتاجات:

1- ان تقنية الـ Six Sigma تسعى الى استخدام المواد ذات العينات التي تقع ضمن حدود المواصفة اولا و من ثم تسعى الى تقليل التشتت عن الجودة المستهدفة الى اقل ما يمكن لحين الوصول الى المستوى المقارب الى الصفر.

2- ان الـ Six Sigma وجدت لإجراء التحسينات اينما تطلب ذلك.

3- تمتاز المشاريع بانها سلسلة من العمليات تبدأ من اول نقطة الى اخر نقطة تكون كل نقطة لاحقة معتمدة على نقطة سابقة و هذا يبين ان كلما كان مستوى الجودة في بداية المشروع مرتفع كلما ادى ذلك الى التأثير الايجابي في جودة المراحل المستقبلية للمشروع.

4- تم تجزئة المشروع الى مراحل يمكن السيطرة عليها و يكون التحسين لكل مرحلة على حدا.

5- امكانية لتطبيق منهجية DMAIC في تحسين جودة مشروع الرميثة من خلال تجزئة المشروع و التحقق من جودة مراحله.

6- يمكن استخدام نظام مبرمج حاسوبيا لخزن بيانات الفحص و كذلك اظهار لوحات ضبط الجودة اضافة الى ذلك معرفة مستوى السكما الواصل اليه المشروع.

7- من خلال فحص عينات عشوائية تبين ان مستوى السكما متدني جدا مقارنة مع ما تطمح اليه التكنولوجيا الحديثة.

8- يمكن ان يعبر استخدام الـ Six Sigma في جودة الخرسانة الى اتجاهين:

أ- من وجهة نظر المقاول و الذي يسعى الى تقليل الكلفة مع ثبات مستوى الجودة. و هنا يكون استخدام مؤشر مستوى الـ Sigma جدا مناسب و السبب ان احصائية الـ Six Sigma تسعى الى تقليل التشتت عن الجودة المستهدفة و في هذه الحالة يكون مستوى الجودة محدد بقوة انضغاط معينة.

ب- اما الاتجاه الثاني فيون من وجهة نظر الزبون و الذي يسعى الى رفع مستوى الجودة مع ثبات الكلفة. و هذا لا يتناسب فيه رفع مستوى جودة الخرسانة باستخدام مؤشر الـ Six Sigma. إنما يتطلب استخدام مؤشر الـ C_{Pk} و ذلك لان الخرسانة تكون الزيادة في جودتها بفحص الانضغاط هو باتجاه الحد الاعلى للمواصفة و ليس باتجاه المتوسط.

لذا ففي المشاريع يمكن استخدام منهجية DMAIC لتحسين العملية و لكن في مرحلة القياس يمكن في بعض الحالات استخدام مؤشر الـ Sigma لتقليل العيوب و في بعض الحالات يكون غير مناسب.

ثانيا: التوصيات

1- يوصي البحث الى ان تكون حقائق الفحص تخزن في برمجيات الحاسوب لكي يسهل التعامل معها. (اي ان تكون في برنامج Excel مثلا)

2- يوصي البحث بضرورة مراقبة مدى التشتت عن الجودة المستهدفة و السعي لقليل التشتت. و ذلك لان المشاريع التي تنفذها دائرة الاسكان هي مكلفة جدا و ذات نتائج طويلة الامد.

3- كذلك يجب مراعاة جودة المشاريع من قبل دائرة الاسكان بحيث تكون معوليه مخرجات المشروع كبيرة و ذلك لان نتائج المشروع في الغالب تباع الى اصحاب الدخل المحدود و بنظام الاقساط. فيجب ان لا تكون هناك عملية صيانة من قبل المشتري اثناء فترة التسديد.

يوصي البحث الى تكوين فريق يمتلك الوقت و القدرة على تطبيق منهجية DMAIC اينما تطلب ذلك.

المصادر

اولا المصادر العربية/ الكتب:

1- القزاز, اسماعيل ابراهيم و الحديثي, رامي حكمت و كوريل, عادل عبد الملك (2009), Six sigma واساليب حديثة اخرى في ادارة الجودة الشاملة, الطبعة الاولى، دار الميسرة, عمان.
2- باند, بيت وهولب, لاري(2005), الـ Six Sigma رؤية متقدمة في إدارة الجودة، ترجمة مسلم، أسامة احمد, دار المريخ للنشر, الرياض
3- الطيطي, خضر مصباح(2011), إدارة و صناعة الجودة: مفاهيم إدارية و تقنية و تجارية في الجودة, الطبعة الاولى, دار حامد للنشر والتوزيع, عمان.
4- نجم, عبود نجم(2010), ادارة الجودة الشاملة في عصر الانترنيت, الطبعة الاولى, دار صفاء للنشر والتوزيع, عمان.
5- النعيمي, محمد عبد العال وصويص, راتب جليل وصويص, غالب جليل(2009), إدارة الجودة المعاصرة: مقدمة في إدارة الجودة الشاملة للإنتاج والعمليات و الخدمات, دار اليازوري للنشر والتوزيع, عمان.

البحوث العربية:

1- أبو زيد, علي عبد الرحمن(2017), دور النظم الخبيرة في جودة اتخاذ قرارات الإدارة العليا في وزارة الصحة الفلسطينية, جامعة الاقصى, غزة.
2- بدن, حميد رشيد(2009), استعمال مخططي باريتو والسبب الاثر في تشخيص مشكلات عمليات تنفيذ المشاريع: دراسة حالة في مشروع جسر القاهرة- حي اور, الكلية التقنية الادارية / بغداد, بغداد.
3- الدويك, مصعب محمد زهير و السالم, محمد أكرم(2013) اثر استخدام الانظمة الخبيرة على تطوير الاداء في التدقيق الخارجي, كلية الاعمال, قسم المحاسبة, جامعة عمان العربية, عمان.
4- التميمي, اسيل موسى جاسم(2010), فحص متطلبات إدارة جودة المشروع وفق المواصفة (ISO 10006:2003) : دراسة حالة في مشروع المستشفى التعليمي لكلية طب الأسنان / الجامعة المستنصرية, كلية الادارة و الاقتصاد, الجامعة المستنصرية, بغداد.
5- حسين, قدير احمد عبد(2015), تشخيص وتحليل أسباب تلكؤ المشاريع الخدمية باستعمال أدوات الجودة: دراسة حالة في مديرية بلدية الهندية, كلية الإدارة والاقتصاد – جامعة بغداد/ بغداد.
6- رجب, عبد الحميد محمد(2004), مرشد طبي خبير متعدد الوسائط, المؤتمر الوطني السابع عشر للحاسب الآلي (المعلوماتية في خدمة ضيوف الرحمن)، جامعة الملك عبد العزيز، المدينة المنورة.
7- مبارك, بشرى خضر مهدي(2014), دور متطلبات إدارة الجودة الشاملة في أداء المشاريع الإنشائية, كلية الإدارة والاقتصاد جامعة بغداد.
8- محمد, أ.د حاكم محسن وعزوز, خيرالله هادي (2016) ضبط الجودة بإستخدام التحليل الأفقي والعمودي للوحات السيطرة الإحصائية دراسة تطبيقية في احدى شركات الاسمنت التابعة لوزارة الصناعة والمعادن العراقية, بغداد.
9- هلال, رونق عباس(2010), تقييم الاداء لعينة من المشاريع الاستثمارية لمجلس محافظة بابل للمدة (2012-2014), كلية الإدارة و الاقتصاد /جامعة بغداد, بغداد.
10- ياسين, مريم حامد(2012), إمكانية اعتماد تقنية Six Sigma لتحسين الأداء التشغيلي: دراسة تطبيقية مقارنة في الشركة العامة للصناعات الجلدية (معمل 7 ومعمل 9), الكلية التقنية الادارية, بغداد.

المجلات العربية:

1- اسماعيل, عمر علي (2011), six sigma مدخل متميز لتحسين جودة التعليم العالي: بالتطبيق في كلية الادارة و الاقتصاد جامعة الموصل, مجلة تكريت للعلوم الادارية و الاقتصادية, المجلد 7, العدد 21, ص ص31-48, جامعة تكريت, تكريت.

2- البشتاوي, سليمان حسين و البقمي, متعب عايش(2015), أثر تطبيق النظم الخبيرة في البنوك التجارية على اجراءات التدقيق الالكتروني من وجهة نظر المحاسبين القانونين الخارجيين: دراسة مقارنة في المملكة الاردنية الهاشمية والمملكة العربية السعودية, المجلة الاردنية في ادارة الاعمال, المجلد11, العدد1, ص ص 117-151عمان.

3- الخطبا, هند محمد و اللبن, محمد جمال و عمورة, عدنان(2006), قوة البرولوغ في بناء النظم الخبيرة, مجلة دمشق للعلوم الاساسية, المجلد22, العدد الثاني, ص ص 83-103, دمشق.

4- الدويك, مصعب محمد زهير و السالم, محمد أكرم(2013) اثر استخدام الانظمة الخبيرة على تطوير الاداء في التدقيق الخارجي, كلية الاعمال, قسم المحاسبة, جامعة عمان العربية, عمان.

5- رجب, عبد الحميد محمد(2004), مرشد طبي خبير متعدد الوسائط, المؤتمر الوطني السابع عشر للحاسب الآلي (المعلوماتية في خدمة ضيوف الرحمن)، جامعة الملك عبد العزيز، المدينة المنورة.

6- علي, سوسن صبيح عبد و صالح, سالم عبد الله و عبد الله, زهير حسن(2012), تحسين نوعية الإنتاج باستعمال تقنية الستة سيكما, مجلة تكريت للعلوم الهندسية, مجلد 9, العدد 4, ص ص 12-23, تكريت.

7- الموسوي, بتول عطية خلف(2004), تصميم نظام خبير لتوازن خطوط الانتاج: دراسة حالة في الشركة العامة للصناعات الكهربائية ببغداد, جامعة بغداد, كلية الادارة و الاقتصاد, بغداد.

8- الياامور، علي حازم (2010), تخفيض كلف الفشل باستخدام منهج الحيود السداسي في مواجهة العيوب: دراسة حالة في معمل الالبسة الولادية في الموصل, تنمية الرافدين, العدد100, المجلد 32, ص ص274-255, جامعة الموصل, الموصل.

المصادر الاجنبية

Books

1- **Aized,Tauseef(2016), Total Quality Management and Six Sigma, 2th edition.**

2- **Bizagi Suite(2014), Six Sigma Project Management.**

3- **Bridge, Chelsea(2016), Overview of Lean Six Sigma, PwC Public Sector Practice. [on-line] available. chelsea.t.bridge@us.pwc.com**

4- **Brue, Greg(2006), Six Sigma for Small Business, Six Sigma Consultants Inc., Library of Congress.**

5- **Burke, Rory(2003), Project Management: Planning And Control Techniques, Fourth Edition, Biddies Ltd, Guildford.**

6- **Eckes, George(2003),Six Sigma For Everyone, John Wiley & Sons, Inc.**

7- **Global Knowledge(2006), Effectively Managing Team Conflict, [on-line] available. www.globalknowledge.com**

8- **Gronwald , Klaus-Dieter(2017), Global Communication and Collaboration: Global Project Management, Global Sourcing, Cross-Cultural Competencies, Springer-Verlag GmbH Germany.**

9-**Gurjar, Nikhil(2017), A Forward Looking Approach To Project Management: Tools, Trends And The Impact Of Disruptive Technologies, Springer Nature, Singapore.**

10- **Gygi, Craig & Decalo, Neil &Bruce, Williams(2005),Six sigma for Dummies, 8th edition, Wiley Publishing, Inc., America.**

11- **Heizer, Jay & Render, Barry & Munson, Chuck(2017), Operations Management: Sustainability And Supply Chain Management, 12th Edition, Pearson education, Inc., USA**

12- **Heagney, Joseph(2012), Fundamentals Of Project Management, Fourth edition, Library Of congress Cataloging-in-Publication Date, USA.**

13- **Heerkens, Gary R.(2002), Project Management, Mc Graw-Hill, USA.**

14- **LSS 6002-DIS-1(2916), Lean six sigma Green Belt training, USA. [on-line] available. ISBN: 978-0-9862150-6-3**

15- **Kahraman, Cengiz & Yanık, Seda(2016), Intelligent Decision Making in Quality Management: Theory and Applications, Springer, Switzerland.**

16- **Knowles, Graeme(2011),Six Sigma, Ventus Publishing APS. [on-line] available. ISBN 978-87-7681-852-4**

17- **Knowles, Graeme(2012), Profit From Six Sigma: A Guide to Principles and Practice for Business Benefit, [on-line] available ISBN 978-87-403-0057-4.**

18- **Mauch, Peter D.(2010), Quality Management, Taylor and Francis Group, LLC.**

19- **Maylor, Harvey(2003), Project Management, 3th edition, Pushp Print Services, India.**

20- **MBA Student Text(2012), Six Sigma And Quality Management. [on-line] available. PDF generated at: Tue, 19 Jun 2012 19:05:43 UTC.**

21- **Montgomery, Douglas C.(2009), Introduction to Statistical Quality Control, 6th Edition, John Wiley & Sons, Inc., USA.**

22- **Oakland, John S.(2014) Total Quality Management And Operational Excellence, 4th Edition, Florence, Devon.**

23- **Omachonu, Vincent K. & Ross Joel E.(2004), principals of total quality, 3th Edition, CRC Press LLC.**

24- **Pande, Pete & Holpp, Larry(2002), What Is Six Sigma, Mc Graw-Hill, America.**

25- **Park, Sung H.(2003), Six Sigma for Quality and Productivity Promotion, Asian Productivity Organization.**

26- **Passenheim, Olaf(2009), Project Management, Ventus Publishing APS.**

27- **Project management institute(2013), project management body of knowledge, fifth edition, library of congress, USA.**

28- **Rumane, Abdul Razzaq(2011), Quality management in construction projects, CRC Press, Amireca.**

29- **Schwalbe, Kathy(2011), Information Technology Project management, Sixth Edition, USA. [on-line] available. permissionrequest@cengage.com**

30- **Slack, Nigel & Brandon-Jones, Alistair & Johnston, Robert(2013), Operation Management, Seventh Edition, UK.**

31- **Stern, Terra Vanzant(2017) Lean and Agile Project Management: How to Make Any Project Better, Faster, and More Cost Effective, Taylor & Francis Group, CRC Press, U.S. [on-line] available. http://www.crcpress.com/**

32- **Stevenson, William J.(2002), Operation Management, Seventh Edition, McGraw-Hill, North America.**

33- **Watt, Adrienne(2014), Project Management, [on-line] available. http://open.bccampus.ca/ Westland, Jason(2003), Project Management Guide Book, [on-line] available. www.method123.com**

34- **Westland, Jason(2003), Project Management Guide Book, [on-line] available. www.method123.com**

35- **Williams, Meri(2008), The Principles Of Project Management, First Edition, Sitepoint Ptd, Canada.**

36- **Wysocki , Robert K.(2009), Effective Project Management: Traditional, Agile, Extreme, Fifth Edition, Wiley Publishing, Inc., USA.**

Researches

1- Banawi, Abdulaziz Ali(2013), IMPROVING CONSTRUCTION PROCESSES BY INTEGRATING LEAN, GREEN, AND SIX-SIGMA, University of Pittsburgh.

2- Gupta, Swati & Singhal, Ritika(2013), Fundamentals and Characteristics of an Expert System, International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication, Volume 1, Issue 3. P.P. 110-113, india.

3-Hasan, Ali Amer M.(2011), Quality Evaluation of Construction Factories by Using 'Six Sigma' Approach, the College of Engineering, University of Baghdad, Bagdad.

4-Marnewick, Johann Fritz(2011), Implementing lean manufacturing and six sigma in a manufacturing environment, the degree Master of Business Administration at the Potchefstroom Campus of the North-West University

5-SJÖQVIST, OLOF & VRBANC, MICHAEL(2016), Exploring the Suitability of Six Sigma in Major Swedish Construction Companies, Department of Civil and Environmental Engineering Division of Construction Management, CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY Gothenburg, Sweden.

6- Gupta, Swati & Singhal, Ritika(2013), Fundamentals and Characteristics of an Expert System, International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication, Volume 1, Issue 3. P.P. 110-113, India.

7- Neyestani, Behnam(2017), Seven Basic Tools of Quality Control: An : Appropriate Tools for Solving Quality Problems in the Organizations.

apply Six Sigma in improving the quality of projects added expert system (Applied research)

By Mohammed Abdul Razzaq M. Salih
Under Supervision of Batool Atiah & Aws Hatam

Abstract:

Construction projects need methods and techniques to ensure the level of quality and commensurate with the level required and documented in the project contract. The quality of the project is affected by the quality of the inputs and accompanying procedures in the construction of the project.

Al-Rumaitha residential project found that the quality of the concrete for the ceilings in the research sample (the roof of the third floor of buildings A25 and A26) and (roof of the second floor of buildings A27, A28, A29, A30, A31, A32 and A33) and roof of buildings A15 and A16 A19)) is not the required quality level.

The idea of the research came after the need to improve the performance of Al-Rumaitha project in order to raise the quality. Some deviations have been detected in the measurement of compressive strength of the concrete used in casting ceilings, which lead to a level of quality below the level desired by the project.

The aim of the research is to improve the quality of the concrete in the project and reduce the variance from the target quality. The Process capability and the Six Sigma technique of the DMAIC methodology is used as an improvement methodology. The principle of fragmentation of the project has also been taken to improve each phase separately whenever required.

In addition, an expert system has been designed to facilitate the DMAIC quality improvement process as a program for the implementation of the first, second and third phases of the DMAIC methodology (definition, measurement and analysis) The fourth stage (improvement) is through proposals and changes that raise the efficiency of the work and the fifth phase is to monitor and control the improvements to maintain the level of Sigma reached.

As well as the possibility of the application of Six Sigma is characterized by giving accurate results and good to improve the quality of the project. In addition to the possibility of documenting data and information of the examination, which provides a database that can be used by the expert system, which is designed to improve the quality of the project.

The research concludes that the Six Sigma indicator contributes to making the quality of the concrete consistent and within the specified cost range. If the quality of the concrete is raised to the highest possible level, the CPk can be the most appropriate.

Keywords: Six Sigma, Project Quality, Expert System.