مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (38) العدد (1) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (38) No. (1) 2016

# اقتراح مؤشر كلفة خاص بمشاريع الأبنية المدرسية التابعة لمحافظة اللاذقية

**رنا خربوطلي***

**(تاريخ الإيداع 19 / 10 / 2015. قُبِل للنشر في 11/ 1 / 2016)**

## □ ملخّص □

تعتبر مؤشرات الكلفة من الأدوات الهامة التي تساعد كلاً من المالك والمقاول على تحديد القيمة التقديرية الأولية لمشروع اعتماداً على كلفة مشروع مماثل سابق بشكل سريع وسهل، وكذلك من أهم الطرق المستخدمة من قبل الباحثين في إجراء عملية تحديث للتكاليف السابقة بأقصر وقت وأقل جهد.

تم اعتماد منهجية تساعد في تصميم مؤشرات للكلفة تأخذ بعين الاعتبار أوزان مجموعات مختارة بدلاً من أوزان بنود. بحيث تم اقتراح ثلاثة مؤشرات للكلفة خاصة بالأبنية المدرسية التابعة لمحافظة اللاذقية، عن طريق دراسة عينة مؤلفة من 32 مدرسة شيدت بين عامي 2001-2012 ومن ثم تم اختيار المؤشر الأفضل بينها والذي يفسر أكبر نسبة من التغيرات التي تحدث في كلفة المتر المربع والناتجة عن التضخم، كما تم اقتراح موديل يربط بين كلفة المتر المربع ومؤشر الكلفة المصمم عند سنة معينة، وذلك من خلال البرنامج الإحصائي SPSS.

**الكلمات المفتاحية** :مؤشر الكلفة، التضخم، الارتباط، تحليل الانحدار.

* مشرفة على الأعمال– قسم هندسة وإدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية –سورية

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (38) العدد (1) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (38) No. (1) 2016

# Suggestion of Cost Index For School Building Projects in Lattakia

**Rana Khrbotly***

**(Received 19 / 10 / 2015. Accepted 11 / 1 / 2016)**

## □ ABSTRACT □

Cost indices are considered as important tools which help both the owner and the contractor to identify the primary evaluation of project depending on the cost of previous and similar project in easy and quick form, and the most important using ways by researchers in process modernization previous cost in shortest time and least effort.

Methodology was adopted to help in designing cost index taking into account weights of chosen groups instead of weights of items, so It has been suggested three cost indices for school building in Lattakia by studying a sample consists of 32 schools were constructed between 2001-2012, and then The best cost index between them which explains the biggest portion of square meter cost variations due to escalation was selected, also it has been suggested a model that reflect the relationship between cost of square meter and developed cost index for corresponding year through statically program spss.

**Keywords**: Cost Index, Escalation, Correlation, Regression Analysis.

***Work Supervisor, Engineering and Construction Management Department, Faculty of Civil Engineering , Tishreen University, Lattakia, Syria**

## مقدمة:

بالرغم من انتشار مؤشرات الكلفة في كثير من الدول المتقدمة، وبعض الدول العربية التي بدأت بإنشاء مراجع وأبحاث في الكلفة، إلا أننا مازلنا نعاني من مشكلة عدم الاهتمام بموضوع المؤشرات في الكثير منها رغم الأهمية التي تتمتع بها في توفير وسائل ملائمة لتحديد تقديرات الكلفة الأولية الحالية والمستقبلية باستخدام المعلومات السابقة، فمن خلالها يمكننا تقدير كلفة منشأة ما في وقت ومكان ما استناداً إلى كلفة منشأة مماثلة في وقت ومكان آخر، وذلك عن طريق حساب النسبة بين قيم مؤشرات الكلفة في وقت ومكان معين إلى وقت ومكان آخر، حيث تعتبر هذه النسبة معاملاً يمكن بواسطته تقدير كلفة أحدهما إذا كانت كلفة الآخر معروفة، وذلك من خلال العلاقة التالية:

$$C_2 = C_1 * \frac{I_2}{I_1} \qquad (1)$$

$C_1, C_2$ : الكلفة في الوقت والمكان (1) و (2).

$I_1, I_2$ : قيمة مؤشرات الكلفة في الوقت والمكان (1) و (2).[1]

وهنا لابد من الإشارة إلى أن قيمة مؤشر الكلفة تحت حالة معينة بحد ذاتها لايعني شيئاً، وذلك حتى يتم التعرف على قيمة المؤشر تحت حالة أخرى، حيث أن النسبة بينهما فقط هي التي لها معنى وتستخدم لتقدير الكلفة.

## أهمية البحث وأهدافه:

### أهمية البحث:

تعتبر مؤشرات الكلفة من الأدوات الهامة التي تساعد كلاً من المالك والمقاول على تحديد القيمة التقديرية الأولية لكلفة مشروع اعتماداً على كلفة مشروع مماثل سابق بشك ل سريع وسهل، والتي يشكل تحديدها بالنسبة للعديد منهم تحدياً حقيقياً لهم نظراً لأن إعدادهم لهذا التقدير بأقصر وقت مسموح به وباستخدام أقل الموارد يحتاج إلى جهد وتحليل لبيانات مشاريع سابقة، ونظراً لأنه ومن خلال قيامنا باستطلاع أولي لواقع مشاريعنا المحلية، كخطوة أولية تساعد في قراءة هذا الواقع وتقييمه بشكل أفضل، قد تبين لنا عدم وجود مجموعات إحصائية تهتم بتصميم مؤشرات الكلفة، وتطويرها لتتضمن التغيرات التي تطرأ على اليد العاملة والمواد وخلافه، لهذا بقيت الحاجة إلى ضرورة وجود هذه الأداة الداعمة لاتخاذ القرار والتي تساعد كلاً من المالك والمقاول في تحديد القيمة التقديرية لكلفة المشروع بحيث تقترب بشكل كاف من القيمة النهائية لتصب ح قراراتهم المتخذة قرارات موضوعية وليست قرارات ذاتية عشوائية، كما انها ستساعد الباحثين في إجراء عملية تحديث للتكاليف السابقة والمعروفة بأقصر وقت وأقل جهد ممكن، والتي تعتبر خطوة أساسية تعتمد عليها معظم أبحاث الكلفة، وذلك للأخذ بعين الاعتبار الفروق الناجمة عن التضخم، نظراً لكون معظم المشاريع المستخدمة كعينة للبحث تكون عادة قد شيدت في فترات زمنية مختلفة، وأن هذا الاختلاف الزمني قد رافقه تضخم اقتصادي لابد أن يؤخذ بعين الاعتبار قبل إجراء عملية تحليل لهذه التكاليف.

### أهداف البحث:

يقوم البحث بتقديم أداة داعمة لاتخاذ القرار، وذلك من خلال اقتراح مؤشر لكلفة مشاريع الأبنية المدرسية التابعة لمحافظة اللاذقية بحيث يمكننا من خلاله تحقيق مايلي:

- تقدير كلفة أي مشروع مدرسي في وقت ما استناداً إلى معرفة كلفته في وقت آخر.

- تمكين الباحث ضمن مجال الكلفة من وضع جميع السجلات الفردية لقاعدة البيانات في نفس الفترة الزمنية قبل إجراء عملية التحليل عليها بشكل سهل وسريع.
- حساب قيمة تزايد الكلفة المحتملة مع الزمن.
- تقدير كلفة المتر المربع للمشروع المدرسي استناداً إلى معرفة قيمة مؤشر الكلفة فقط، وذلك من خلال نموذج إحصائي يربط بينهما، تم التوصل إليه من خلال هذا البحث.

## طرائق البحث ومواده:

### مقدمة:

يعبر مؤشر الكلفة عن كلفة مجموعة محددة من المواد والعمال والتي تؤثر تأثيراً كبيراً على الأسعار [2]، ويتم اختيارها لتقديم دلالة جيدة على التغير في أسعار المنشآت المنجزة، بغرض تقدير كلفة المشروع الجديد باستخدام البيانات المتوفرة عن مثيله السابق المعروف بياناته. وبالتالي فإن أساس إنشاء وتطوير مؤشر الكلفة هو اختيار مجموعة قليلة محددة من العناصر المؤثرة على الكلفة والتي تمثل بدقة المتغيرات المتوقع حدوثها في كلفة الإنشاء النهائية، بحيث يكون التغيير في أسعارها ينعكس مباشرة على التغير في أسعار باقي مواد التشييد، مع مراعا ة إمكانية تحديد كلفة هذه العناصر بسهولة في مختلف الأماكن والأزمنة[3].يوجد العديد من الهيئا ت التي تعطي مؤشرات للكلفة وأكثرها شيوعاً واستخداماً في الولايات المتحدة مؤشر ENR، الذي أنشأ عام 1909 ويعتبر من أقدم المؤشرات التي تستخدم حالياً من قبل المهندسين،[4] وتتكون مدخلاته في أعمال الطرق والمطارات وأعمال الري من الخشب والحديد والإسمنت واليد العاملة العادية، أما في مشروعات المباني الإنشائية فيستعاض فيها عن اليد العاملة العادية بالنجارين والحدادين والبنائيين، وذلك لتمثيل اليد العاملة الماهرة التي تعمل في أعمال المباني.[1]

يتم تصميم مؤشرات الكلفة وفقاً لمجموعة من الخطوات الأساسية، وقد حددت منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية EUROSTAT& OECD(1997) هذه الخطوات على النحو التالي:

- اختيار عينة من أحد أنواع مشاريع الأبنية المشيدة حالياً.
- تحديد مجموعات أعمال مشاريع العينة، وذلك من خلال المخططات المعمارية و دفتر المواصفات.
- اختيار عدد من مجموعات أعمال المشروع وذلك وفقاً لكلفة المجموعة وللبنو د المتضمنة في كل منها، ويفضل هنا اختيار المجموعات التي تغطي على الأقل 70% من الكلفة الكلية للمشروع.
- توسيع مواصفات كل مجموعة لتشمل الكميات، وأسعار الوحدة في سنة الأساس. وهنا لابد من التأكيد على أهمية أن تكون هذه المواصفات دقيقة.
- اختيار مجموعة من المتعهدين والمتعهدين الثانويين ليتم جمع الأسعار المطلوبة منهم.
- جمع تقارير دورية لمجموعات الأعمال المختارة من المتعهدين الثانويين.
- حساب قيمة مؤشر كلفة التشييد، من خلال إجراء عملية جمع مثقل لأسعار بنود مختارة من هذهالمجموعات، عن طريق إيجاد مجموع حاصل ضرب وزن كل بند مختار بنسبة سعره في سنة معينة إلى سعره عند سنة الأساس.
- تصميم وتطوير مؤشرات جديدة، وذلك من خلال إجراء تعديل على عينة المشاريع، الأوزان، البنود المختارة من المجموعات، وغيرها من التعديلات.

تناولت دراسات عديدة موضوع تصميم مؤشر الكلفة باستخدام طرق عديدة، معتمدة في تصميميها إما عل ى تحليل بيانات كلف مشاريع سابقة، أو على تحليل قيم لمؤشرات كلفة منشورة ومعتمدة من قبل هيئات حكومية معينة وذلك للتنبؤ بقيم مستقبلية لهذه المؤشرات، وسنستعرض من خلال بحثنا بعضاً من هذه الدراسات، فقد أجريت دراسة من قبل Pintelon and Geeroms (1996) لتصميم مؤشر كلفة للمصانع الكيميائية في بلجيكا اعتمادا على بيانات إحصائية أمريكية، وذلك من خلال تحليل بيانات لكلف مواد ويد العاملة جمعت بين عام 1965-1994 ومن ثم مقارنته مع مؤشر كلفة خاص بالمصانع الكيمائية الأمريكية (CEPC)، وقد صمم الباحثان ثلاثة موديلات لمؤشر الكلفة بمتغيرين وثلاثة وأربع متغيرات وهي على الترتيب، سعر الفولا ذ الكربوني واليد العاملة ومؤشر التضخم وسعر النفط الخام، وقد تبين لهما أن الموديل الذي يحوي ثلاثة متغيرات هو الأفضل بينها، وقد تم صياغته كمايلي:

$$Index = 0.27 * I_{steel} + 0.38 * I_{product-adj-lab} + 0.35 * I_{inflation} \quad (2)$$

حـ يث: $I_{\text{steel}}$ : مؤشر سعر الفولاذ، $I_{\text{product-adj-lab}}$: مؤشر كلفة اليد العاملة، $I_{\text{inflation}}$: مؤشر التضخم

وقد توصل الباحثان إلى المؤشر من خلال تقسيم الكلفة الفعلية للمتغير المختار فـي سنة معينة على كلفته في سنة الأساس مضروباً ب 100، وذلك بعد أن تم حساب الكلفة الفعلية في سنة معينة استنادا إلى حساب متوسط كلف الوحدة خلال هذه السنة، والأوزان وفقاً لمتوسط قيم أوزان المتغير.كذلك أنجزت دراسة من قبل **Kahraman** (2005) لتصميم مؤشر كلفة خاص بمشاريع الأبنية في تركيا، وذلك اعتماداً على تحليل بيانات 23 مشروع شيد بين عامي 1994-2004 وذلك بهدف مقارنة مؤشرات كلفة منشورة من قبل المعهد الإحصائي الحكومي (CPI, PPI, CI, BCI) مع أربعة مؤشرات كلفة تم تصميمها من خلال هذه الدراسة، والتي اعتمد الباحث فيها على كلفة البنود التالية: الحديد، البيتون، أعمال الهيكل، الدهان، أعمال الاكساء، العزل الحراري، مواد الدهان، مواد العزل، الزجاج، الأجزاء المعدنية للنوافذ والأبواب، لتصميم مؤشراته الأربعة، وقد توصل الباحث إلى أن المؤشر الرابع والذي يملك الصيغة التالية هو الأفضل بينها.

$$PBPI_4 = 0.372 * \left(I_{paint,pol,ins\,mat}\right)_i + 0.244 * \left(I_{glazing\,mat}\right)_i + 0.348 * \left(I_{door\&wind,met}\right)_i \quad (3)$$

حيث: $I_{paint,pol,ins\,mat}$: مؤشر كلفة مواد الدهان والعزل، $I_{glazing\,mat}$: مؤشر كلفة الزجاج، $I_{door\&wind,met}$: مؤشر كلفة الأجزاء المعدنية للأبواب والنوافذ.اعتمد الباحث في تصميمه للمؤشرات على حساب مؤشر كلفة كل بند وعلى متوسط وزنه، فحسب مؤشر كلفة كل بند عند سنة معينة من خلال تقسيم كلفة الوحدة للبند عند هذه السنة على كلفة وحدته عند سنة الأساس.كما استخدمت دراسات أخرى طريقة تحليل السلال الزمنية لتقدير نموذج رياضي يمكنه أن يحاكي تقريباً التدرج الزمني لمؤشر الكلفة، بحيث يمكننا من خلاله أن نقدر قيم المؤشر ونتنبأ بالقيم المستقبلية له، وتعتبر مجموعة النماذج العامة للتنبؤ التي اكتشفها Box-Jenkins عام 1970 والتي يطلق عليها اسم نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المتكاملة ARIMA(p,d,q) من أهم الأساليب المستخدمة لبناء النماذج المختلفة في تحليل السلاسل الزمنية. فقد قدمت دراسة Koppula (1981) تحليلاً لبيانات مؤشر (BCI) للأعوام 1962-1978 في الولايات المتحدة الأمريكية، نتج عنها موديل ARIMA (0, 0, 2) , الذي أخذ الشكل:

$$\mathbf{lnP_t = e_t + 0.102e_{t-1} - 0.854e_{t-12}} \quad (4)$$

حيث: $lnP_t$ لوغاريتم مؤشر الكلفة في الزمن t، $e_{t-1}$، $e_{t-12}$ :الخطأ في الزمن t-1و t-12.كما توصلت دراسة Wang and Mei (1998) أجريت على بيانات سلسلة الزمنية لمؤشر كلفة التشييد في تايوان للأعوام 1991-1995 إلى أن سكون هذه سلسلة قد تحقق بعد تطبيق طريقة الفروق مرة واحدة، فتحسن النموذج وحذفت الأخطاء للفترات السابقة من النموذج الجديد ARIMA

(1,1,0)الذي أخذ الصورة التالية: $\mathbf{dP_t = 0.1916 + 0.423dP_{t-1} + e_t}$ (5) ، حيث: $dP_t = P_t - P_{t-1}$، $dP_{t-1} = P_{t-1} - P_{t-2}$، في حين لم تعتمد دراسة ل Touran and Lopez (2006) في تحليلها لبيانات مؤشر (BCI) للأعوام 2000-2004 على نماذج Box-Jenkins بل عمدت إلى تحويل قيم السلسلة الزمنية إلى قيم لوغاريتمية، ثم طبقت عليها طريقة الفروق لمرة واحدة، فتوصلت إلى علاقة ارتباط قوية بين القيمة في الفترة t والقيمة السابقة لها، تم التعبير عنها بالموديل التالي: ARIMA (1,1,0) ، $\mathbf{dlnP_t = dlnP_{t-1} + e_t}$ (6) حيث: $dlnP_t = \ln P_t - \ln P_{t-1}$، $dlnP_{t-1} = \ln P_{t-1} - \ln P_{t-2}$

كما توصلت دراسة ل Hwang (2011) أجريت على بيانات مؤشر (CCI) للأعوام 1960-2006إلى أن موديل ARIMA (5,2,5) هو الأفضل من بين عدة موديلات مقترحة، وقد حاول الباحث إزالة عدم السكون الموسمي لسلسلة البيانات من خلال أخذ سلسلة الفروق لفترة lag-12 (Pt – Pt-12)، لكن مع ذلك لم يتحقق السكون للسلسلة، إلا بعد إعادة تطبيق سلسلة الفروق لمرة واحدة [(Pt – Pt-12) - (Pt-1 – Pt-13)] ، فكان الموديل التالي:

$$\mathbf{dR_t = -2.33dR_{t-1} + 0.33dR_{t-2} + 0.36dR_{t-3} - 0.18dR_{t-4} - 0.53dR_{t-5} + e_t + 0.27e_{t-1} - 0.46e_{t-2} - 0.49e_{t-3} + 0.21e_{t-4} + 0.97e_{t-5}} \quad (7)$$

حيث: $R_t = P_t - P_{t-12}$. تم أيضاً استخدام الشبكات العصبية في نمذجة مؤشرات كلفة التشييد ولكن بشكل محدود، [10] فقد طورت دراسة ل Williams (1994) جمعت فيها بيانات مؤشر (ENR) للأعوام 1967-1991موديلان للشبكة العصبية للتنبؤ بمؤشر كلفة التشييد (ENR)، صمم الموديل الأول للتنبؤ بتغيرات مؤشر(ENR) شهرياً، في حين صمم الموديل الثاني للتنبؤ بتغيراته كل ستة أشهر. وقد استخدم ت متغيرات عديدة كمدخلات للشبكة، وذلك بغرض احتواء أكبر عدد من العوامل الهامة المسببة لتغيرات كلف التشييد، وقد توصل Williams إلى أن موديلات الشبكة العصبية قدأعطت تنبؤ ضعيفاً. في المقابل أظهرت دراسة ل Wilmot and Mei (2005) أعادت فيها تحليل بيانات دراسة ل Wilmot and Cheng (2003) طبقت تحليل الانحدار على بيانات مؤشر كلفة الطرق العامة (LHCI) للأعوام 1984-1994في Louisiana، لاستخدامها في الشبكات العصبية وقد توصلت الدراسة إلى أن الشبكة العصبية قد أعطت نتائج أفضل من تحليل الانحدار، نظراً للمرونة التي تتمتع بها الشبكة العصبية. ويبقى اختيار نوع الطريقة المتبعة في تصميم المؤشر مرتبطاً بطبيعة البيانات المتوفرة، وبرؤية الباحث حول سهولة تطبيق ومرونة كل طريقة.ونظراً لعدم توفر بيانات سابقة لمؤشر الكلفة، تم في البحث إتباع الخطوات المحددة من قبل OECD & EUROSTAT في تصميم مؤشر الكلفة، لكن مع وجود بعض الاختلاف، تم تلخيصه في الجدول ( 1) من خلال مكونات مؤشر الكلفة المصمم وأوزان ومؤشرات المكونات المشكلة لعلاقة مؤشر الكلفة المصمم.

**جدول (1) : مقارنة بين الدراسات السابقة والدراسة الحالية.**

| | | الدراسات السابقة | الدراسة الحالية |
|---|---|---|---|
| مكونات مؤشر الكلفة المصمم | | مكونات مؤشر الكلفة المصمم هي بنود مختارة | مكونات مؤشر الكلفة المصمم هي مجموعات مختارة، تم تمثيل كل منها ببند معين، وذلك بعد أن تم توزيع بنود كلفة العمل ضمن مجموعات. |
| علاقة مؤشر الكلفة المصمم. | أوزان مكونات مؤشر الكلفة المصمم | $W_m$: وزن البند المختار | $W_m$: وزن المجموعة المختارة |
| | مؤشر المكونات | $(I_m)_n$: مؤشر الكلفة للبند m في السنة n | $(I_m)_n$: مؤشر الكلفة للبند m الممثل للمجموعة المختارة في السنة n |

بغية إسقاط الدراسة النظرية السابقة على الواقع والاستفادة منها في اقتراح مؤشر للكلفة خاص بمشاريع الأبنية المدرسية التابعة لمحافظة اللاذقية، تم إتباع الخطوات التالية:1- تحديد المشكلة Problem Definition

2- جمع البيانات Data Collection، 3- تصميم مؤشر الكلفة Determination of a cost Index

**تحديد المشكلة:**

تحتاج عملية تحديث قيم تكاليف مشاريع سابقة إلى سرعة في التطبيق وذلك لكسب الوقت، إضافة إلى أهمية أن تكون هذه القيم دقيقة بشكل كاف، لأن المبالغة في التقدير ستؤدي إلى نتائج عكسية تؤثر على القرار المتخذ وذلك في حال الزيادة أو النقصان. يقدم البحث منهجية لتصميم مؤشرات للكلفة تساعد في حل مشكلة قلة توفر الأدوات اللازمة لإجراء عملية تحديث للتكاليف بسهولة وسرعة، بحيث يتمكن المالك من خلالها من تقدير كلفة مشروعه في وقت ما اعتماداً على كلفة مشروع مماثل سابق، وبالتالي يستطيع تحديد ميزانيته الواجب عليه رصدها لتغطية التكاليف بشكل سريع، كما أنها ستساعد المقاول في تقدير حجم العطاء بطريقة سريعة، وذلك قبل أن يبدا بدراسته تفصيلياً أو قبل اتخاذه قرار المشاركة به، وستمكن أيضاً الباحثين من إجراء عملية تعديل على بيانات العينة قبل إجراء عملية التحليل عليها، بشكل سريع وسهل، ونظراً لكو ن كل نوع من أنواع المنشآت يشكل شريحة منسجمة بخصائصها المعمارية والإنشائية، فإنه من الصعب إن لم يكن من المستحيل استخدام مؤشر فردي مناسب لجميع أنواع المنشآت، وبالتالي كان لابد من اختيار أحد أنواع مشاريع الأبنية، وقد تم اختيار مشاريع الأبنية المدرسية نظراً لأهمية هذا النوع من المشاريع ولكونها من أكثر المشاريع تكراراً وانتشاراً وبالتالي توافر أكبر للبيانات، إضافة إلى سهولة الحصول على بياناتها من قبل الجهات الرسمية المعنية مقارنة بباقي أنواع المشاريع، كما أن المنافسة الشديدة عليها من قبل المقاولين بسبب سهولة تنفيذها يمكن أن يساعد عدد كبير منهم في الاستفادة من البحث.

**جمع البيانات:**

تضمنت هذه الخطوة مرحلتين أساسيتين :2-3-1- مرحلة جمع البيانات، 2-3-2- مرحلة إعداد البيانات.

**مرحلة جمع البيانات:**

تم في هذه المرحلة الحصول على البيانات الأولية من مديرية الخدمات الفنية باللاذقية، وقد تضمنت الكشوف الفعلية والمخططات الخاصة ب 32 مدرسة شيدت خلال الفترة الممتدة بين عام 2012 -2001 حيث أجريت الدراسة الإحصائية عليها في جامعة تشرين ـ كلية الهندسة المدنية في الفترة بين 15/11/2013 و1/10/2015.

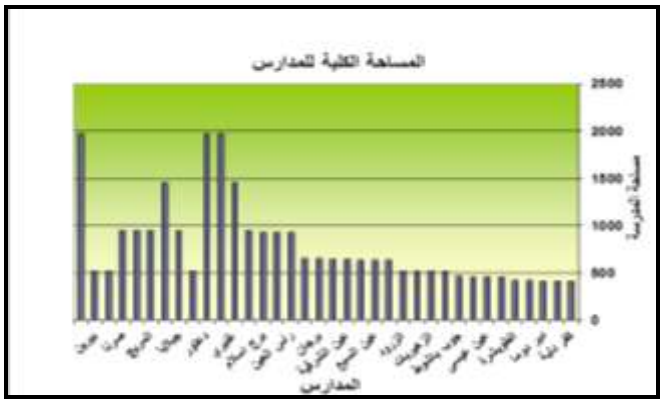
**مرحلة إعداد البيانات:**

قبل إدخال البيانات في مرحلة التحليل، لابد من إعدادها وقد تضمنت هذه المرحلة الخطوات التالية :

1- إعادة تنظيم الكشوف الفعلية: تم في هذه الخطوة استخدام برنامج اكسل لإعادة تنظيم الكشو ف الخاصة بـ 32 مدرسة وفقاً لبنية تقسيم كلفة العمل CBS المعتمدة من قبل مديرية الخدمات الفنية ضمن جداول تحليل الأسعار الخاصة بها، والتي تضمنت كلف الأعمال التالية: الأعمال الترابية، الأعمال البيتونية، أعمال الاكساء، أعمال الطينة، أعمال المنجور، أعمال الطرش، أعمال الصحية، أعمال الكهرباء، أعمال العزل، وأعمال الباحة.

**2-** حساب المساحة الكلية الخاصة بكل مدرسة، وذلك بالاعتماد على المخططات الخاصة بها والتي جمعت من مديرية الخدمات الفنية كمايلي: المساحة الطابقية =( مساحة الطابق * عدد الطوابق) +مساحة المظلات.

يبين الشكل (1) المساحة الكلية لكل مدرسة من المدارس وقد تراوحت قيمها بين $m^2$ [1975-415] .




**الشكل (1) : المساحة الكلية الخاصة بكل مدرسة من مدارس عينة البحث**

**3-** حساب كلفة المتر المربع لكل مدرسة من المدارس: تم الاعتما د في هذه الخطوة على الخطوتين السابقتين، وهنا لابد من الإشارة إلى أن الكلفة الكلية للمدرسة في البحث تشمل كلفة جميع الأعمال باستثناء كلفة الأعمال الترابية، وقد تم استثناءها نظراً لارتباطها بموقع العمل وبالتالي اختلافها من مشروع لآخر.

يبين الجدول(2) كلفة المتر المربع الخاصة بمجموعة جزئية من مجموعة مشاريع الأبنية المدرسية الكلية .

**جدول (2): كلفة المتر المربع الخاصة بمجموعة من مشاريع الأبنية المدرسية.**

| اسم المدرسة | ياسنس | باب جنة | الكوم | جوب ياشوط | عين السبع | ضهر بركات | البصة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| كلفة المتر المربع $(SYP/m^2)$ | 6301 | 6925 | 6149 | 7548 | 10929 | 12411 | 10086 |

**تصميم مؤشر الكلفة** يمكن إنشاء المؤشرات لبند مفرد أو لبنود متعددة، فقيمة المؤشر لبند مفرد عبارة عن نسبة كلفة البند عند السنة الحالية إلى كلفة نفس البند عند السنة المرجعية مضروبة بعامل السنة المرجعية(عادة 100). يجري إنشاء المؤشر المركب عن طريق إيجاد وسطي نسب كلف بنود مختارة في سنة معينة إلى كلف نفس البنود عند السنة المرجعية أو سنة الأساس. ويمكن لمنشئ المؤشر إعطاء تثقيل مختلف للبنود ضمن المؤشر وذلك حسب مساهمة كل منها في الكلفة الكلية، فمثلاً يعطى المؤشر المثقل بشكل عام بالعلاقة التالية:

$$I_n = \frac{W_1(C_{n1}/C_{k1}) + W_2(C_{n2}/C_{k2}) + \cdots + W_m(C_{nm}/C_{km})}{W_1 + W_2 + \cdots + W_m} * I_k \qquad (8)$$

حيث : $m$ : العدد الكلي للبنود المتضمنة في المؤشر. $C_{nm}$ : كلفة الواحدة للبند m في السنة n. $C_{km}$ : كلفة الواحدة للبند m في السنة k. $W_m$ : الثقل (الوزن) المعطى للبند m. $I_k$ : قيمة المؤشر المركب في السنة k.

يمكن أن تؤخذ عوامل التثقيل $W_m, \dots \dots, W_2, W_1$ بحيث تجمع لتساوي أي عدد موجب عادة 1 أو 100.[14] تم في البحث تبسيط العلاقة السابقة(8) لتصبح على الشكل التالي:

$$I_n = W_1 * (I_1)_n + W_2 * (I_2)_n + \cdots + W_m * (I_m)_n \qquad (9)$$

وذلك باعتبار:

$(I_1)_n = \left(\frac{C_{n1}}{C_{k1}}\right) * I_k$ مؤشر الكلفة للبند الأول في السنة n

$(I_2)_n = \left(\frac{C_{n2}}{C_{k2}}\right) * I_k$ مؤشر الكلفة للبند الثاني في السنة n

.....

$(I_m)_n = \left(\frac{C_{nm}}{C_{km}}\right) * I_k$ مؤشر الكلفة للبند m في السنة n

كما تم تعويض مجموع عوامل التثقيل $W_1 + W_2 + \cdots + W_m$ بالقيمة المساوية للواحد. يمكننا أن نلاحظ من خلال العلاقة ( 9) أن قيمة أي مؤشر كلفة مصمم $I_n$ تتطلب منا حساب مجموعتين من القيم:الأولى: قيم أوزان البنود المتضمنة في المؤشر المصمم $(W_i: i = 1,2, \dots m)$ والثانية: قيم مؤشرات هذه البنود $(I_i: i = 1,2, \dots m)$. من أجل تطبيق العلاقة السابقة(9)على الواقع والاستفادة منها في تصميم مؤشر للكلفة خاص بمشاريع الأبنية المدرسية التابعة لمحافظة اللاذقية، تم في البحث إتباع الخطوات التالية:

- تقسيم بنود الأعمال إلى مجموعات Categories بحيث تصنف جميع البنود إلى تلك المجموعات، وذلك حسب ارتباطها بباقي بنود أعمال المجموعة، وقد وجد من خلال التجارب أن تقسيم بنود الأعمال إلى مجموعتين حتى خمس مجموعات هو الأجدى من حيث الوقت والجهد[3]، حيث إن المطلوب هنا هو قيمة تقديرية وليس قيمة حقيقية، ومن الطبيعي أنه كلما زاد عدد المجموعات زادت دقة التقدير، لكن يزداد بالمقابل الوقت والجهد المبذولين في عملية التقدير، وهنا يترك عادة للمهندس اختيار عدد المجموعات حسب رؤيته وخبرته وحاجته ومدى الدقة المطلوبة.

تم في البحث تقسيم بنود كلف الأعمال إلى مجموعات وفقاً لبنية تقسيم كلفة العمل CBS المعتمدة من قبل مديرية الخدمات الفنية ضمن جداول تحليل الأسعار الخاصة بها، ومن ثم تم حساب نسبة كلفة كل مجموعة إلى الكلفة الكلية وذلك من أجل كل مشروع، ليتم بعدها أخذ متوسط النسب لكل مجموعة، وبالتالي الحصول على متوسط النسب لكلف مجموعات الأعمال، وقد تم ذلك بالاستعانة ببرنامج إكسل. يبين الجدول( 3) النسب المئوية لكلف مجموعات الأعمال الخاصة بمشاريع الأبنية المدرسية، حيث يظهر لنا أن أعلى نسبة كلف هي لمجموعة الأعمال البيتونية 62% تليها على الترتيب مجموعة أعمال المنجور، الطينة، الإكساء ثم الصحية والكهربائية بنسبة 2% لكل منهما، ونسبة 1% لكل من أعمال الطرش، العزل، الباحة.

**جدول (3) النسب المئوية لكلف مجموعات الأعمال الخاصة بمشاريع الأبنية المدرسية .**

| مجموعة الأعمال | البيتونية | الاكساء | الطينة | المنجور | الطرش | الصحية | الكهرباء | العزل | الباحة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| النسبة المئوية لكلف مجموعة الأعمال | 62% | 8% | 11% | 12% | 1% | 2% | 2% | 1% | 1% |

- تمثيل كل مجموعة بأحد بنود الكلفة التابع لها، بحيث تكون التغييرات في كلفته دليلاً على التغييرات في كلفة المجموعة التي ينتمي إليها، مع مراعاة أن يكون هذا البند شائع الاستخدام ويسهل الحصول على أسعاره ومتابعة تغيرها في أي وقت. يبين الجدول(4) البنود الممثلة للمجموعات المختارة في الخطوة

السابقة، وقد تم اختيار البنود ذات الكلفة الأعلى ضمن كل مجموعة، والتي تتوافر فيها الشروط السابقة

- حساب الوزن النسبي (W) الذي يمثله كل بند مختار من قيمة المؤشر الكلية، وذلك من خلال حساب نسبة إجمالي كلفة المجموعة التي ينتمي إليها ذلك البند إلى إجمالي كلف المجموعات المختارة في تصميم المؤشر.
- إعطاء زمن مرجعي ومكان محدد وكذلك تحديد قيمة اختيارية للمؤشر الخاص بالسنة المرجعية. تم في البحث إعطاء المؤشر القيمة 100 في مدينة اللاذقية وذلك سنة 2001 حيث تم اختيارها كسنة أساس،

نظراً لثبات كلف واحدة البنود فيها (استقرار الأسعار فيها).

- تحديد سعر الواحدة (C) لكل بند كلفة ممثل للمجموعة وذلك من خلال الكشوف المتوفرة من عام 2012 –

2001 وتنظيمها ضمن ملف اكسل خاص بها، للاستفادة منها في حساب مؤشر الكلفة الخاص بكل بند في سنة معينة $[(I_1)_n, (I_2)_n, \dots\dots (I_m)_n]$

- تطبيق العلاقة (9) للحصول على قيمة المؤشر I في سنة معينة.

**جدول (4) : البنود المختارة لتمثيل عناصر بنية تقسيم العمل(المجموعات).**

| عناصر بنية تقسيم كلفة العمل (المجموعات) | بنود عناصر بنية تقسيم كلفة العمل |
|---|---|
| الأعمال البيتونية | تقديم وصب بيتون مسلح عيار 350كغ اسمنت /م3 مع حديد التسليح حسب المخططات |
| أعمال الاكساء | تقديم وتلبيس حجر صوري سماكة 3 سم مع التكحيلة |
| أعمال الطينة | تقديم وتركيب بلاط موزاييك وطني |
| أعمال المنجور | تقديم وتركيب حديد مشغول مع الدهان والقفل للنوافذ والأبواب الرئيسية |
| أعمال الطرش | تقديم وطرش بلاستيكي داخلي على ثلاث وجوه |
| أعمال الصحية | تقديم وتركيب قساطل إسمنتية قطر 30 سم مع الحفر والردم والبيتون والرمل تحتها مع كافة اللوازم |
| أعمال الكهرباء | تقديم وتركيب جهاز إنارة فلوريسانت |
| أعمال العزل | تقديم وفرش طبقة عزل للأسطحة نوع إسبل للمبنى وسقف بيت الدرج |
| أعمال الباحة | تقديم وفرش حجر مكسر للباحة سماكة 10سم بعد الدحي |

تم في البحث تصميم ثلاثة مؤشرات للكلفة، وقد اعتمدنا بحسب EUROSTAT &OECD على اختيار المجموعات التي تغطي كحد أدنى70%من الكلفة الكلية، وأنه بزيادة عدد المجموعات تزداد دقة التقدير، لذلك فقد تم اختيار مجموعة الأعمال البيتونية، أعمال الطينة، أعمال المنجور، لتصميم المؤشر الأول، كونها تشكل أعلى ثلاث نسب كلف مجموعات، كما أنها تغطي مجتمعة نسبة تصل إلى حوالي85% من الكلفة الكلية (الجدول3). ليتم بعدها إدخال المجموعة التي تغطي أعلى نسبة من بين المجموعات المتبقية(أعمال الاكساء) لتشارك في تصميم المؤشر الثاني، ونظراً لكون المجموعات المتبقية تمتلك نسب قليلة تصل إلى حوالي 1-2%) من الكلفة الكلية، فإضافتها بشكل فردي ومتتالي سيؤدي إلى تحسن بسيط في دقة التقدير في كل مرة، لذلك كان من الأجدى إضافتها مجتمعة إلى المؤشر الثالث.

- **مؤشر الكلفة الأول $(I_1)$** :تم تصميم مؤشر الكلفة الأول وفقاً للخطوات السابقة، حيث تم :

أولاً: اختيار ثلاث مجموعات للأعمال لتصميم مؤشر الكلفة الأول، وقد اختيرت الأعمال البيتونية، أعمال الطينة، أعمال المنجور.ثانياً: تمثيل كل مجموعة من المجموعات الثلاث بأحد بنود كلفتها، وذلك وفقاً لما ورد في الجدول(4)، لتصبح علاقة مؤشر الكلفة الأول (العلاقة 9)على الشكل التالي:

$$(I_1)_i = \begin{bmatrix} (W_{\text{الأعمال البيتونية}})_{ave} * (I_{\text{بيتون350}})_i + (W_{\text{أعمال الطينة}})_{ave} * (I_{\text{بلاط موزاييك}})_i + \\ (W_{\text{أعمال المنجور}})_{ave} * (I_{\text{حديد مشغول}})_i \end{bmatrix} \quad (10)$$

يمكن أن نلاحظ من خلال العلاقة (9) أن حساب مؤشر الكلفة الأول عند السنة i يتطلب منا:

أولاً: حساب متوسط أوزان كلف المجموعات الثلاثة:

$(W_{\text{الأعمال البيتونية}})_{ave}$ ، $(W_{\text{أعمال الطينة}})_{ave}$، $(W_{\text{أعمال المنجور}})_{ave}$.

ثانياً: حساب مؤشرات البنود الممثلة للمجموعات الثلاث عند السنة i، وقد تم حساب ذلك من خلال ما يلي:

**حساب متوسط أوزان كلف المجموعات الثلاثة:**

- تحديد قيمة الكلفة الكلية لكل مجموعة من المجموعات الثلاث التي تنتمي إليها البنود الثلاثة $\left[\left(C_{\text{الأعمال البيتونية}}\right)_j, \left(C_{\text{أعمال الطينة}}\right)_j, \left(C_{\text{أعمال المنجور}}\right)_j\right]$ من أجل كل مشروع j، وذلك من خلال كشوف المشاريع المتوفرة لدينا.
- تقسيم الكلفة الكلية لكل مجموعة على مجموع كلف المجموعات الثلاث وذلك من أجل كل مشروع، توضح العلاقات التالية عملية الحساب السابقة.

$$\left(W_{\text{الأعمال البيتونية}}\right)_j = \frac{\left(C_{\text{الأعمال البيتونية}}\right)_j}{\left(C_{\text{الأعمال البيتونية}}\right)_j + \left(C_{\text{أعمال المنجور}}\right)_j + \left(C_{\text{أعمال الطينة}}\right)_j} \quad (11)$$

$$\left(W_{\text{أعمال الطينة}}\right)_j = \frac{\left(C_{\text{أعمال الطينة}}\right)_j}{\left(C_{\text{الأعمال البيتونية}}\right)_j + \left(C_{\text{أعمال المنجور}}\right)_j + \left(C_{\text{أعمال الطينة}}\right)_j} \quad (12)$$

$$\left(W_{\text{أعمال المنجور}}\right)_j = \frac{\left(C_{\text{أعمال المنجور}}\right)_j}{\left(C_{\text{الأعمال البيتونية}}\right)_j + \left(C_{\text{أعمال المنجور}}\right)_j + \left(C_{\text{أعمال الطينة}}\right)_j} \quad (13)$$

حيث: j: رقم المشروع، $\left(W_{\text{الأعمال البيتونية}}\right)_i$:وزن الكلفة الكلية لمجموعة الأعمال البيتونية في المشروع j، $\left(W_{\text{أعمال الطينة}}\right)_i$ : وزن الكلفة الكلية لمجموعة أعمال الطينة في المشروع j، $\left(\mathbf{W}_{\text{أعمال المنجور}}\right)_j$: وزن الكلفة الكلية لمجموعة أعمال المنجور في المشروع j، $\left(C_{\text{الأعمال البيتونية}}\right)_j$: الكلفة الكلية لمجموعة الأعمال البيتونية في المشروع j، $\left(C_{\text{أعمال الطينة}}\right)_i$: الكلفة الكلية لمجموعة أعمال الطينة في المشروع j، $\left(C_{\text{أعمال المنجور}}\right)_i$: الكلفة الكلية لمجموعة أعمال المنجور في المشروع j . يمكننا أن نلاحظ من خلال العلاقات ( 5)و(6)و(7) أن مجموع أوزان كلف الأعمال الثلاث لكل مشروع j يساوي إلى الواحد كما موضح في العلاقة(8).

$$\left(W_{\text{الأعمال البيتونية}}\right)_j + \left(W_{\text{أعمال المنجور}}\right)_j + \left(W_{\text{أعمال الطينة}}\right)_j = 1 \quad (14)$$

- حساب متوسط أوزان كلف المجموعات الثلاث من العلاقات التالية:

$$\left(W_{\text{الأعمال البيتونية}}\right)_{ave} = \frac{\sum\left(W_{\text{الأعمال البيتونية}}\right)_i}{n} \quad (15)$$

$$\left(W_{\text{أعمال الطينة}}\right)_{ave} = \frac{\sum\left(W_{\text{أعمال الطينة}}\right)_i}{n} \quad (16)$$

$$\left(W_{\text{أعمال المنجور}}\right)_{ave} = \frac{\sum\left(W_{\text{أعمال المنجور}}\right)_i}{n} \quad (17)$$

حيث: $n$: عدد المشاريع، $\left(\mathbf{W}_{\text{الأعمال البيتونية}}\right)_{AVE}$: متوسط أوزان كلف مجموعة الأعمال البيتونية، $\left(W_{\text{أعمال الطينة}}\right)_{AVE}$: متوسط أوزان كلف مجموعة أعمال الطينة، $\left(W_{\text{أعمال المنجور}}\right)_{AVE}$: متوسط أوزان كلف مجموعة أعمال المنجور، i : رقم المشروع. تم تطبيق خطوات حساب متوسط أوزان المجموعات السابقة من خلال برنامج اكسل، لنحصل من خلاله على النتائج الموضحة في الجدول (5).

**جدول (5) : قيم متوسط أوزان كلف المجموعات الخاصة بمؤشر الكلفة الأول.**

| $I_1$ | $(W_{\text{الأعمال البيتونية}})_{ave}$ | $(W_{\text{أعمال المنجور}})_{ave}$ | $(W_{\text{أعمال الطينة}})_{ave}$ |
|---|---|---|---|
| | 0.724 | 0.132 | 0.144 |

**حساب مؤشرات الكلفة للبنود الثلاثة عند كل سنة i :**

- تم تنظيم ملف إكسل خاص بسعر الواحدة C لكل بند من البنود المختارة لتمثيل المجموعات، وذلك من عام 2001إلى عام 2012 للاستفادة منها في حساب مؤشرات الكلفة لكل بند في كل سنة.
- تم تطبيق العلاقات التالية في عملية الحساب من خلال برنامج إكسل:

$$(I_{\text{بيتون 350}})_i = \frac{(C_{\text{بيتون 350}})_i}{(C_{\text{بيتون 350}})_{\text{سنة الأساس}}} \quad (18)$$

$$(I_{\text{بلاط موزاييك}})_i = \frac{(C_{\text{بلاط موزاييك}})_i}{(C_{\text{بلاط موزاييك}})_{\text{سنة الأساس}}} \quad (19)$$

$$(I_{\text{حديد مشغول}})_i = \frac{(C_{\text{حديد مشغول}})_i}{(C_{\text{حديد مشغول}})_{\text{سنة الأساس}}} \quad (20)$$

أي أن مؤشر كلفة بند عند سنة i يساوي حاصل قسمة سعر الواحدة للبند عند السنة i على سعر الواحدة لنفس البند عند سنة الأساس(2001). يوضح الجدول(6) قيم مؤشرات الكلفة للبنود الخاصة بمؤشر الكلفة الأول.

**جدول (6) : قيم مؤشرات الكلفة للبنود الخاصة بمؤشر الكلفة الأول.**

| السنوات | بيتون 350 $I$ | حديد مشغول $I$ | بلاط موزاييك $I$ |
|---|---|---|---|
| 2001 | 1 | 1 | 1 |
| 2002 | 1.015 | 1.053 | 1 |
| 2003 | 1.02 | 1.132 | 1.033 |
| 2004 | 1.224 | 1.184 | 1.067 |
| 2005 | 1..52 | 1.447 | 1.233 |
| 2006 | 1.633 | 1.579 | 1.283 |
| 2007 | 1.715 | 1.632 | 1.3 |
| 2008 | 1.908 | 2.105 | 1.55 |
| 2009 | 2.214 | 2.368 | 1.933 |
| 2010 | 2.282 | 2.763 | 2.1 |
| 2011 | 2.598 | 3.289 | 2.1 |
| 2012 | 3.426 | 5.263 | 2.75 |

**-مؤشر الكلفة الثاني $(I_2)$:** تم تصميم مؤشر الكلفة الثاني وفقاً لنفس خطوات تصميم مؤشر الكلفة الأول، لكن باختيار أربع مجموعات للأعمال، وهي البيتونية، المنجور، الطينة، الإكساء ، ومن ثم تم تمثيل كل مجموعة بأحد بنودها، وذلك وفقاً للجدول(4)، لتصبح علاقة مؤشر الكلفة الثاني (العلاقة 9)على الشكل التالي:

$$(I_2)_i = \begin{bmatrix} (W_{\text{الأعمال البيتونية}})_{ave} * (I_{\text{بيتون 350}})_i + (W_{\text{أعمال المنجور}})_{ave} * (I_{\text{حديد مشغول}})_i \\ + (W_{\text{أعمال الطينة}})_{ave} * (I_{\text{بلاط موزاييك}})_i + (W_{\text{أعمال الاكساء}})_{ave} * (I_{\text{حجر 3سم}})_i \end{bmatrix} \quad (21)$$

حيث: $(W_{\text{الأعمال البيتونية}})_{ave}$: متوسط أوزان كلفة مجموعة الأعمال البيتونية، $(W_{\text{أعمال الطينة}})_{ave}$: متوسط أوزان كلف مجموعة أعمال الطينة، $(W_{\text{أعمال المنجور}})_{ave}$: متوسط أوزان كلف مجموعة أعمال المنجور، $(W_{\text{أعمال الاكساء}})_{ave}$: متوسط أوزان كلفة مجموعة أعمال الاكساء، $(I_{\text{بيتون 350}})_i$، $(I_{\text{حديد مشغول}})_i$، $(I_{\text{بلاط موزاييك}})_i$، $(I_{\text{حجر3سم}})_i$ : مؤشرات الكلفة للبنود الأربعة التالية على التوالي عند السنة i، تقديم وصب بيتون مسلح عيار 350كغ اسمنت/م 3 مع حديد التسليح حسب المخططات، تقديم وتركيب حديد مشغول مع الدهان والقفل للنوافذ والأبواب الرئيسية، تقديم وتركيب بلاط موزاييك وطني، تقديم وتلبيس حجر صوري سماكة 3 سم مع التكحيلة.

تم حساب متوسط أوزان كلف المجموعات ومؤشرات كلفة بنود الأعمال الأربع بنفس الطريقة الواردة في مؤشر الكلفة الأول، لنحصل بعد تطبيق العلاقات السابقة على النتائج الموضحة في الجدول(7)، (8).

**جدول (7) : قيم متوسط أوزان كلف المجموعات الخاصة بمؤشر الكلفة الثاني.**

| $I_2$ | $(W_{\text{الأعمال البيتونية}})_{ave}$ | $(W_{\text{أعمال المنجور}})_{ave}$ | $(W_{\text{أعمال الطينة}})_{ave}$ | $(W_{\text{أعمال الاكساء}})_{ave}$ |
|---|---|---|---|---|
| | 0.68 | 0.14 | 0.12 | 0.06 |

**جدول (8) : قيم مؤشرات الكلفة للبنود الخاصة بمؤشر الكلفة الثاني.**

| السنوات | $I_{\text{بيتون 350}}$ | $I_{\text{حديد مشغول}}$ | $I_{\text{بلاط موزاييك}}$ | $I_{\text{حجر3سم}}$ |
|---|---|---|---|---|
| 2001 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2002 | 1.015 | 1.053 | 1 | 1.02 |
| 2003 | 1.02 | 1.132 | 1.033 | 1.05 |
| 2004 | 1.224 | 1.184 | 1.067 | 1.15 |
| 2005 | 1.52 | 1.447 | 1.233 | 1.2 |
| 2006 | 1.633 | 1.579 | 1.283 | 1.24 |
| 2007 | 1.715 | 1.632 | 1.3 | 1.26 |
| 2008 | 1.908 | 2.105 | 1.55 | 1.55 |
| 2009 | 2.214 | 2.368 | 1.933 | 1.97 |
| 2010 | 2.282 | 2.763 | 2.1 | 2.04 |
| 2011 | 2.598 | 3.289 | 2.1 | 2.04 |
| 2012 | 3.426 | 5.263 | 2.75 | 2.85 |

## - مؤشر الكلفة الثالث $(I_3)$:

تم تصميم مؤشر الكلفة الثالث على أساس اختيار جميع المجموعات المعتمدة من قبل مديرية الخدمات الفنية وفقاً لبنية تقسيم كلفة العمل CBS باستثناء مجموعة الأعمال الترابية، وذلك لاختلافها من مشروع لآخر. ومن ثم تم تمثيل كل منها بالبند الممثل لها وفقاً للجدول (4)، لتصبح علاقة مؤشر الكلفة الثالث على الشكل التالي:

$$(I_3)_i = \begin{bmatrix} (W_{\text{الأعمال البيتونية}})_{ave} * (I_{\text{بيتون 350}})_i + (W_{\text{أعمال المنجور}})_{ave} * (I_{\text{حديد مشغول}})_i \\ + (W_{\text{أعمال الطينة}})_{ave} * (I_{\text{بلاط موزاييك}})_i + (W_{\text{أعمال الاكساء}})_{ave} * (I_{\text{حجر 3سم}})_i + \\ (W_{\text{أعمال الطرش}})_{ave} * (I_{\text{طرش}})_i + (W_{\text{الأعمال الصحية}})_{ave} * (I_{\text{قساطل اسمنتية}})_i + \\ (W_{\text{الأعمال الكهربائية}})_{ave} * (I_{\text{انارة فلوريسانت}})_i + (W_{\text{أعمال العزل}})_{ave} * (I_{\text{طبقة عزل أسطحة}})_i \\ + (W_{\text{أعمال الباحة}})_{ave} * (I_{\text{حجر مكسر للباحة}})_i \end{bmatrix} \quad (22)$$

حيث: $(W_{\text{أعمال الطرش}})_{ave}$: متوسط أوزان كلفة مجموعة أعمال الطرش، $(W_{\text{الأعمال الصحية}})_{ave}$: متوسط أوزان كلفة مجموعة الأعمال الصحية، $(W_{\text{الأعمال الكهربائية}})_{ave}$: متوسط أوزان كلفة مجموعة الأعمال الكهربائية، $(W_{\text{أعمال العزل}})_{ave}$: متوسط أوزان كلفة مجموعة أعمال العزل، $(W_{\text{أعمال الباحة}})_{ave}$: متوسط أوزان كلفة مجموعة أعمال الباحة، $(I_{\text{طرش}})_i$، $(I_{\text{قساطل اسمنتية}})_i$، $(I_{\text{انارة فلوريسانت}})_i$ ، $(I_{\text{طبقة عزل أسطحة}})_i$ ، $(I_{\text{حجر مكسر للباحة}})_i$ :مؤشرات الكلفة للبنود التالية عند السنة i، تقديم وطرش بلاستيكي داخلي على ثلاث وجوه، تقديم وتركيب قساطل إسمنتية قطر 30 سم مع الحفر والردم والبيتون والرمل تحتها مع كافة اللوازم، تقديم وتركيب جهاز إنارة فلوريسانت، تقديم وفرش طبقة عزل للأسطحة نوع إسبل للمبنى وسقف بيت الدرج، تقديم وفرش حجر مكسر للباحة سماكة 10سم بعد الدحي.تم حساب متوسط أوزان ومؤشرات كلفة بنود الأعمال السابقة بنفس الطريقة الواردة في مؤشر الكلفة الأول، لنحصل بعد تطبيق العلاقات السابقة وبالاستعانة ببرنامج إكسل على النتائج الموضحة في الجدول(9)، (10).

**جدول (9) : قيم متوسط أوزان البنود الخاصة بمؤشر الكلفة الثالث.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| $I_3$ | $(W_{\text{أعمال الطينة}})_{ave}$ | $(W_{\text{أعمال الاكساء}})_{ave}$ | $(W_{\text{الأعمال البيتونية}})_{ave}$ |
| | 0.11 | 0.08 | 0.62 |
| | $(W_{\text{الأعمال الصحية}})_{ave}$ | $(W_{\text{أعمال الطرش}})_{ave}$ | $(W_{\text{أعمال المنجور}})_{ave}$ |
| | 0.02 | 0.01 | 0.12 |
| | $(W_{\text{أعمال الباحة}})_{ave}$ | $(W_{\text{أعمال العزل}})_{ave}$ | $(W_{\text{الأعمال الكهربائية}})_{ave}$ |
| | 0.01 | 0.01 | 0.02 |

**جدول (10) : قيم مؤشرات الكلفة للبنود الخاصة بمؤشر الكلفة الثالث.**

| السنوات | بيتون $I_{350}$ | حجر3سم $I$ | بلاط موزاييك $I$ | حديد مشغول $I$ | طرش $I$ | قساطل اسمنتية $I$ | فلوريسانت $I$ | طبقة عزل للأسطحة $I$ | حجر مكسر للباحة $I$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2001 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2002 | 1.015 | 1.02 | 1 | 1.053 | 1.233 | 1.016 | 1.016 | 1.068 | 1.021 |
| 2003 | 1.02 | 1.05 | 1.033 | 1.132 | 1.31 | 1.022 | 1.022 | 1.091 | 1.042 |
| 2004 | 1.296 | 1.15 | 1.067 | 1.184 | 1.333 | 1.29 | 1.29 | 1.182 | 1.083 |
| 2005 | 1.52 | 1.2 | 1.233 | 1.447 | 1.4 | 1.613 | 1.613 | 1.318 | 1.25 |
| 2006 | 1.633 | 1.24 | 1.283 | 1.579 | 1.5 | 1.952 | 1.813 | 1.409 | 1.333 |
| 2007 | 1.715 | 1.26 | 1.3 | 1.632 | 1.533 | 2 | 1.898 | 1.5 | 1.458 |
| 2008 | 1.908 | 1.55 | 1.55 | 2.105 | 2.4 | 2.643 | 1.958 | 2.068 | 2.5 |
| 2009 | 2.214 | 1.97 | 1.933 | 2.368 | 2.667 | 2.81 | 2.089 | 2.068 | 2.625 |
| 2010 | 2.282 | 2.04 | 2.1 | 2.763 | 2.833 | 2.857 | 2.366 | 2.068 | 3.083 |
| 2011 | 2.598 | 2.04 | 2.1 | 3.289 | 3 | 2.905 | 2.612 | 2.068 | 3.125 |
| 2012 | 3.426 | 2.85 | 2.75 | 5.263 | 4.667 | 3.643 | 2.919 | 2.068 | 3.667 |

**مؤشرات الكلفة الثلاث:** يبين الجدول(11) قيم مؤشرات الكلفة الثلاث الخاصة بمشاريع الأبنية المدرسية التابعة لمحافظة اللاذقية، والمصممة خلال الفترة الممتدة بين عام 2012– 2001وفقاً للخطوات السابقة.

**جدول (11) : قيم مؤشرات الكلفة الثلاث.**

| $I_3$ | $I_2$ | $I_1$ | السنوات |
|---|---|---|---|
| 100 | 100 | 100 | 2001 |
| 102.462 | 101.898 | 101.867 | 2002 |
| 104.572 | 103.93 | 103.812 | 2003 |
| 124.337 | 119.544 | 119.786 | 2004 |
| 145.328 | 145.651 | 147.2 | 2005 |
| 155.982 | 155.966 | 157.881 | 2006 |
| 162.595 | 162.643 | 164.843 | 2007 |
| 189.189 | 187.129 | 188.927 | 2008 |
| 219.891 | 243.332 | 219.94 | 2009 |
| 232.469 | 248.69 | 232.7 | 2010 |
| 259.194 | 270.069 | 263.181 | 2011 |
| 352.116 | 356.719 | 360.096 | 2012 |

## تحليل الانحدار:

تهدف الخطوة التالية لعملية التصميم إلى البحث عن طريقة لقياس مقدار ما تفسرهمؤشرات الكلفة المصممة من الاختلافات التي تحدث في كلفة المتر المربع، وذلك لاختيار مؤشر الكلفة الأفضل بينها والذي يفسر أكبر نسبة من هذه الاختلافات، وقد اختيرت طريقة تحليل الانحدار كونها تعطينا تلك النسبة وذلك من خلال قيمة مؤشر جود ة النموذج الذي يعرف ب $R^2$(معامل التحديد)، وبالتالي تم في هذه الخطوة من البحث دراسة وتحليل أثر كل مؤشر من مؤشرات الكلفة المصممة(كمتغير مستقل واحد)على كلفة المتر المربع وذلك وفقاً لمنهجية التحليل التالية:

1 - افتراض أن نموذج الانحدار يأخذ الشكل الخطي بمعنى أن : $Y = \beta_0 + \beta_1 X$

y : كلفة المتر المربع، x : مؤشر الكلفة. $\beta_0$ : ثابت يعبر عن الجزء المقطوع من المحور الرأسي، وهو

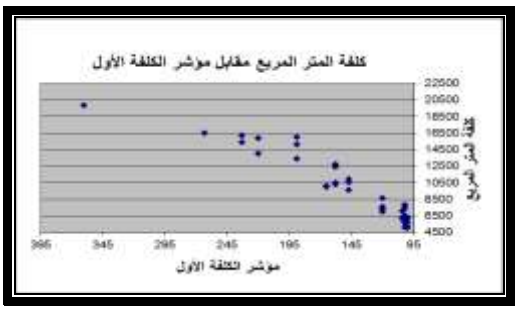
عبارة عن قيمة متوسط متغير التابع عندما $x_i$ =0 ، $\beta_1$ : هو ميل الخط المستقيم.

2 - استخدام طريقة التربيعات الصغرى ( OLS) في تقدير معالم النموذج $\beta_1$ ، $\beta_0$ ومن ثم تقدير النموذج $\hat{y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_i$ ومؤشرات جودة النموذج $\left(\mathrm{R}, \mathrm{R}^2, \mathrm{R}^2 \mathrm{Adjusted}\right)$

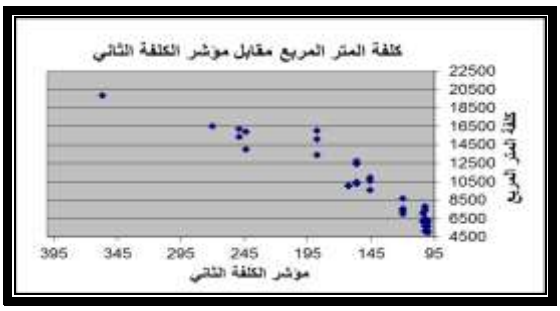
3-استخدام الإحصاء الاستدلالي في اختبار مدى صلاحية النموذج في تمثيل العلاقة بين كلفة المتر المربع ومؤشر الكلفة، وكذلك في اختبار معنوية معاملات النموذج.فمن أجل اختبار صلاحية النموذج، تستخدم عادة دالة الاختبار F والتي تمثل النسبة بين متوسط المربعات إلى متوسط مربعات الأخطاء، لذلك ولكي تكون العلاقة الخطية حقيقية ومعنوية يجب أن تكون قيمة F كبيرة وقيمة Sig (P-Value) صغيرة جداً، وذلك حسب مستوى المعنوية الذي يحدده الباحث. أما من أجل اختبار معنوية معاملات النموذج، فتستخدم دالة الاختبار t لكل منهما، وكل قيمة لهما يتبعها مستوى معنوية(P-Value) Sig خاص بها. تم اعتماد معيار القرار التالي من أجل التحقق من اختبار المعنوية : $P-Value \le 0.05$ يتم رفض الفرض الصفري، $P-Value \ge 0.05$ يتم قبول الفرض الصفري ،وذلك باعتماد مجال ثقة 95% وباختبار من طرف واحد.إذا ثبت أن النموذج جيد ومناسب، يمكن الاعتماد عليه بالتنبؤ، وإذا أثبتت الطريقة عدم صلاحية النموذج، فإنه يتم اقتراح شكل آخر غير الشكل الخطي وتكرر الخطوات من 2-4 حتى

يتم التوصل إلى أفضل النماذج.يمكننا قبل تطبيق منهجية التحليل السابقة التأكد من صحة افتراض وجود ترابط خطي بين كلفة المتر المربع وكل مؤشر من المؤشرات الثلاث عن طريق تمثيلها بيانياً وذلك باستخدام شكل الانتشار.

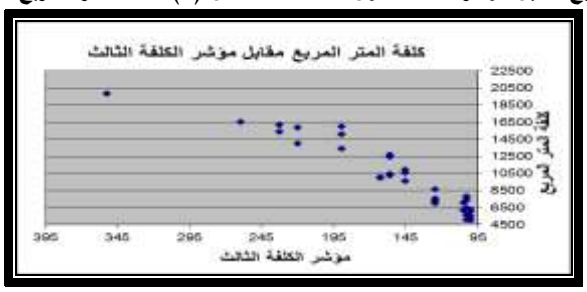
تُبين لنا أشكال الانتشار (2)،(3)،(4) صحة هذا الافتراض، فالبيانات في هذا الأشكال متدفقة في مجرى حول خط مستقيم، ولأن ميل هذه الخطوط المستقيمة موجب فالعلاقة طردية بينهما، وهي علاقة خطية قوية نتيجة قرب البيانات من الخط المستقيم. ولتمثيل هذه العلاقة تم تطبيق المنهجية السابقة من خلال البرنامج الإحصائي SPSS لنحصل على النتائج الموضحة في الشكل (5).




**الشكل(2):كلفة المتر المربع مقابل مؤشر الكلفة الأول.**




**الشكل (3):كلفة المتر المربع مقابل مؤشر الكلفة الثاني.**




**الشكل (4): كلفة المتر المربع مقابل مؤشر الكلفة الثالث.**

**Model Summary(b)**

| Std. Error of the Estimate | Adjusted R Square | R Square | R |
|---|---|---|---|
| 904.68172 | .827 | .832 | .912(a) |

a Predictors: (Constant), مؤشرالكلفةالأول
b Dependent Variable: كلفةالمترالمربع

**ANOVA(b)**

| Sig. | F | Mean Square | df | Sum of Squares | |
|---|---|---|---|---|---|
| .000(a) | 148.759 | 121751747.343 | 1 | 121751747.343 | Regression |
| | | 818449.012 | 30 | 24553470.357 | Residual |
| | | | 31 | 146305217.700 | Total |

a Predictors: (Constant), مؤشرالكلفةالأول
b Dependent Variable: كلفةالمترالمربع

**Model Summary**

| Std. Error of the Estimate | Adjusted R Square | R Square | R |
|---|---|---|---|
| 894.32721 | .831 | .836 | .914(a) |

a Predictors: (Constant), مؤشرالكلفةالثاني

**ANOVA(b)**

| Sig. | F | Mean Square | df | Sum of Squares | |
|---|---|---|---|---|---|
| .000(a) | 152.922 | 122310582.727 | 1 | 122310582.727 | Regression |
| | | 799821.166 | 30 | 23994634.973 | Residual |
| | | | 31 | 146305217.700 | Total |

a Predictors: (Constant), مؤشرالكلفةالثاني
b Dependent Variable: كلفةالمترالمربع

**Model Summary(b)**

| Std. Error of the Estimate | Adjusted R Square | R Square | R |
|---|---|---|---|
| 885.43860 | .834 | .839 | .916(a) |

a Predictors: (Constant), مؤشر الكلفةالثالث
b Dependent Variable: كلفةالمتر المربع

**ANOVA(b)**

| Sig. | F | Mean Square | df | Sum of Squares | |
|---|---|---|---|---|---|
| .000(a) | 156.613 | 122785172.230 | 1 | 122785172.230 | Regression |
| | | 784001.516 | 30 | 23520045.470 | Residual |
| | | | 31 | 146305217.700 | Total |

a Predictors: (Constant), مؤشر الكلفةالثالث b Dependent Variable: كلفةالمتر المربع

**الشكل (5): مخرجات التحليل باعتماد البرنامج الإحصائي spss والخاصة بكل مؤشر من المؤشرات الثلاث.**

يبين الشكل ( 5) نتائج تحليل الانحدار الخطي البسيط والخاصة بعلاقة كل مؤشر من المؤشرات الثلاثة (كمتغير مستقل) مع كلفة المتر المربع (كمتغير تابع)، وقد تضمن جدولين: جدول تحليل التباين ANOVA والذي يختبر صلاحية النموذج في تمثيل العلاقة بين المتغير التابع والمتغير المستقل، وذلك من خلال قيمة P-Value الخاصة بكل نموذج والموجودة في الخانة Sig ، والتي أعطت قيم ة 0.000 للنماذج الثلاث وهو مايدل على معنوية هذه النماذج، أي معنوية علاقة الانحدار الخطية ( $P-Value \prec o.o5$ ). أما الجدول الآخر فهو جدول الـ Model Summary والذي يحوي على أهم مؤشرين لجودة النموذج، المؤشر الأول: معامل التحديد Coefficient Of Determination ويرمز له $R^2$ والذي يعتبر مقياساً لجودة توفيق النموذج وقد تراوحت قيمه بين 0.832-0.839 للموديلات الثلاثة. والمؤشر الثاني: الخطأ المعياري للتقدير Standard Error Of Estimate والذي يقيس تشتت القيم المشاهدة عن خط الانحدار، والحصول على قيمة صغيرة لهذا المؤشر يعني صغر الأخطاء العشوائية وبالتالي جودة تمثيل خط الانحدار لنقاط شكل الانتشار. تظهر نتائج التحليل السابقة أن مؤشر الكلفة الثالث هو المؤشر الأفضل بين المؤشرات، وذلك لأنه يملك أعلى قيمة لمعامل التحديد ( 0.839) وأقل قيمة للخطأ المعيار ي (885.43)، وهذا يعني أنه يفسر 83.9% من التغيرات التي تحدث في كلفة المتر المربع والناتجة عن التضخم، أما النسبة الباقية (16.1%) فتعود إلى عوامل أخرى كالمساحة، الجودة، عدد الطوابق، الطرق المستخدمة بالإضافة إلى عوامل متعلقة بالإدارة وغيرها من العوامل التي لم تتضمن في النموذج، وأن مدى انحرافات القيم الفعلية عن القيم المقدرة هو بمقدار $\mathrm{syp/m^2}$ 885.43 .

لابد من الاشارة هنا الى أن عملية الاختيار السابقة للمؤشر الأفضل بين المؤشرات لم تقتصر في البحث على المقارنة بين قيم معاملي التحديد والخطأ المعيار ي في التقدير فقط بل تم أيضاً اختبار النماذج من حيث أدائها التنبؤي أو ما يعرف بطريقة التأكيد وذلك من خلال مايلي:

- تم تقسيم المشاريع بشكل عشوائي إلى مجموعتين تقديرية وتنبؤية، وبحيث تضمنت كل مجموعة منها مشاريع من مختلف مشاريع الشريحة الزمنية.
- تم إيجاد معاملات الانحدار الخاصة بالمجموعة التقديرية من خلال البرنامج الإحصائي SPSS .
- تم استخدام موديلات الانحدار الجديدة للتنبؤ بكلفة المتر المربع لمشاريع المجموعة التنبؤية.
- تم حساب معامل الارتباط بين قيم كلفة المتر المربع باستخدام موديلات الانحدار الجديدة وقيم كلفة المتر المربع للمجموعة التنبؤية، ومن ثم تم تطبيق اختبار المعنوية للتأكد من رفض فرض العدم، وبالتالي نجاح تأكيد معادلة الانحدار.

لابد من الإشارة إلى أن تطبيق عملية التأكيد يتطلب منا شرطان:

الأول: أن يكون عدد المشاريع n محققاً للعلاقة: $n \geq 2p + 25$ حيث p عدد معاملات موديل الانحدار وتساوي هنا 1 وبالتالي $n \geq 27$

الثاني : ألا يقل عدد مشاريع المجموعة التنبؤية عن 20% من عدد المشاريع(أي لايقل عن 7مشاريع)، وكلاهما محقق في البحث فعد د مشاريع عينة البحث 32 مشروع >27، أما عدد مشاريع المجموعة التنبؤية 9مشاريع>7.[15] . يبين الجدول (12) موديلات الانحدار للمجموعة التقديرية ومعام لات الارتباط بين قيم كلفة المتر المربع باعتماد موديلات الانحدار وقيم الكلفة التنبؤية، والذي يمكننا من خلاله ملاحظة أن مؤشر الكلفة الثالث يمللك أعلى قيمة لمعامل الارتباط (90.982) ، وهذا يؤكد أفضليته بين المؤشرات.

**الجدول(12): موديلات الانحدار للمجموعة التقديرية ومعام لات الارتباط**

| موديل الانحدار | المتغير المستقل | معامل الارتباط |
|---|---|---|
| Y=72.771X-1105.8 | مؤشر الكلفة الأول | 90.801 |
| Y=72.315X-1069.9 | مؤشر الكلفة الثاني | 90.643 |
| Y=83.197X-2456.9 | مؤشر الكلفة الثالث | 90.982 |

بعد أن تم تحديد مؤشر الكلفة الأفضل(مؤشر الكلفة الثالث)، تم إصلاح موديل الانحدار الذي يربط بين كلفة المتر المربع ومؤشر الكلفة الثالث وذلك عن طريق إدخال بيانات جميع المشاريع إلى البرنامج الإحصائي SPSS لنحصل من خلال جدول Coefficients الموضح في الشكل ( 6) ومن الخانة B التي تحوي على قيمة كلاً من الثابت ومعامل الانحدار على الموديل الجديد التالي:

$$\hat{Y} = -2775.721 + 85.993X$$

حيث: $\hat{Y}$ : كلفة المتر المربع. $X$ : مؤشر الكلفة الثالث.

يشير النموذج السابق إلى أن مؤشر الكلفة الثالث يؤثر طردياً على كلفة المتر المربع، كما يمكننا من خلال جدول Coefficients الشكل (6) أن نلاحظ أن قيمة P-Value لمعامل الانحدار تساوي 0.000 وهي أقل من 0.05 وأن P-Value للحد الثابت تساوي 0.003 وهي أقل من 0.05 ولهذا نرفض فرضيتا العدم لكل منهما أي أن كلاً من معامل الانحدار والحد الثابت يختلف جوهرياً عن الصفر.

**Coefficients (a)**

| Sig. | t | Standardized Coefficients | Unstandardized Coefficients | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Std. Error | B | Beta | Std. Error | B | |
| .003 | -3.237 | | 857.456 | -2775.721 | (Constant) |
| .000 | 12.515 | .916 | 6.871 | 85.993 | مؤشر الكلفة الثالث |

a Dependent Variable: كلفة المتر المربع

**الشكل (6):مخرجات البرنامج الإحصائي الخاصة بمؤشر الكلفة الثالث.**

## الاستنتاجات والتوصيات:

### الاستنتاجات:

- تم في البحث تقديم منهجية تساعد في تصميم وتطوير مؤشرات للكلفة، تأخذ بعين الاعتبار أوزان مجموعات البنود المختارة بدلاً من أوزان هذه البنود، بحيث يمكننا من خلالها تصميم مؤشر كلفة خاص بأي نوع من أنواع المشاريع الهندسية.
- تم في البحث اقتراح مؤشر للكلفة خاص بمشاريع الأبنية المدرسية التابعة لمحافظة اللاذقية، بحيث يشكل أداة علمية عملية متاحة للتطبيق المباشر تختزل على مستخدمها الوقت اللازم لإجراء عملية تحديث للتكاليف، والذي سيكون بدون أدنى شك أفضل من الاعتماد على التقديرات الشخصية ورأياً للاستدلال ورفع مستوى الموثوقية اتجاه القرارات التي ستؤخذ.
- تم تطوير موديل يربط بين كلفة المتر المربع ومؤشر الكلفة المصمم عند سنة معينة، وذلك من خلال البرنامج الإحصائي spss.

### التوصيات:

توصل البحث إلى مجموعة من التوصيات أهمها :

- اعتماد المنهجية المتبعة في البحث وذلك لتصميم وتطوير مؤشرات للكلفة خاصة بأنواع أخرى من المشاريع الهندسية غير المدارس، كالمباني السكنية والصناعية والسياحية وغيرها.
- ضرورة اجراء توثيق لجميع المشاريع المتعلقة بمشاريع المدارس وغيرها من المشاريع المنجزة في القطر من خلال انشاء قاعدة بيانات خاصة بكل منها، وذلك للاستفادة منها في أي عمل مستقبلي لاحق.
- اقتراح مؤشرات للكلفة خاصة بالمدارس التابعة لبقية المحافظات، وذلك من أجل اجراء عملية التحديث للتكاليف بسبب اختلاف المكان.

**المراجع :**


1- POPESCU,C.M;PHAOBUNJONG,K;OVARARIN,N. *Estimating Building Costs* .2nd.ed.,Marcel Dekker, Inc New York,2003,743.

2- WANG, S. H; MEI, Y. H. *Model for Forecasting Construction Cost Indices in Taiwan.* Journal of Construction Management and Economics, Vol.16, No.2, 1998, 147-157.

3- فريج، سامي محمد. إدارة العقود الهندسية وعقود التشييد (الكتاب الثالث) التخطيط الزمني وتقدير الكلفة – التحكم المالي والزمني للمشاريع. دار الكتب والوثائق القانونية، 2005 ، 314.

4- Grogan, T. *Cost history: Indexes hit by high lumber prices*, Eng. News Record 28, 1994, 46.

5- OECD; EUROSTAT, *Sources and methods construction price indeices, 1997*.

6- Pintelon, L. and Geeroms, K. "*Computational model for a Belgian chemical Engineering plant cost index*", International Journal of Production Economics, Vol.49, No.2, 1997, 101-115.

7- KAHRAMAN, S. *Determination Of a price* index *for escalation of building construction costs in Turkey*. A thesis submitted to the graduated school of natural and applied sciences of middle east technical university in partial fulfillment of the requirements for the degree of master of science in civil engineering. August 2005.

8- Koppula, S. D. *Forecasting Engineering Costs: Two Case Studies*. Journal of the Construction Division, Vol.107, No.4, 1981, 733-743.

9- Touran, A; Lopez,R . *Modelling Cost Escalation in Large Infrastructure Project*. Journal of Construction Engineering and Management, Vol.132, No.8, 2006, 853-860.

10- WANG, S.H. *Time Series Model For Forecasting Construction Costs Using Time Series Indexes.* Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Vol.137, No.9, 2011, 656-662.

11- Williams, T. P. *Predicting Changes in Construction Cost Indexes Using Neural Network*. Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 120, No.2, 2006, 853-860, 1994, 306-320

12- Wilmot, C. G; Mei, B. *Neural Network Modeling of Highway Construction Costs*. Journal of Construction Engineering and Management, Vol.131, No.7, 2005, 765-771.

13- Wilmot, C. G; Cheng, G. *Estimating Future Highway Construction Costs*. Journal of Construction Engineering and Management, Vol.129, No.3, 2003, 272-279.

14- د.نايفة، محمد؛ د.الجلالي، محمد؛ د.مسوح ، لبانة ؛ د.العوا ، محمد. *الاقتصاد الهندسي.* الطبعة 12، المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر بدمشق، 2004، 724.

15- SNEEL, R. Validation of Regression Models. Methods and Examples. Technometrics, Vol.19, No.4, 1977, 415-428.