مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (4) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (4) 2013

مقاربة لضبط كلفة الجسور البيتونية في مراحل التصميم

الدكتورة ابتسام حمد*
الدكتور عماد الدين كنجو**
لما سعود***

(تاريخ الإيداع 19 / 3 / 2013. قُبِل للنشر في 13/ 5 / 2013)

∇ ملخّص ∇

يتناول هذا البحث موضوع ضبط كلفة مشاريع الجسور البيتونية خلال مرحلة التصميم المبكر. يندرج البحث ضمن إطار تنظيم مشاريع الجسور الطرقية حيث تم استخدام ضبط الكلفة بوصفها أداة للمساعدة على التصميم واتخاذ القرار.

تعتمد المنهجية المقترحة لضبط الكلفة على نمذجة عناصر المنشأ وعلى اقتراح طريقة لتقدير الكلفة تستند إلى تقدير الكميات انطلاقا من بارامترات عامة للمنشأ وأسعار يجري تحديثها بشكل دوري.

تقوم المنهجية المقترحة بدراسة مختلف الحلول التقنية التي يختارها المصمم وتقييمها من الناحية الاقتصادية.

تم عرض مختلف النماذج الضرورية لتصميم هيكلية قاعدة بيانات والتي تم إغناؤها بالمعلومات التي جُمعت من مشاريع جسور مختلفة.

الكلمات المفتاحية: التقدير البارمتري، ضبط الكلفة، مراحل التصميم، الجسور البيتونية.

*أستاذ مساعد – قسم هندسة وإدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية –سورية.
** مدرس – قسم هندسة وإدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية –سورية.
***طالبة دراسات عليا (ماجستير) – قسم هندسة وإدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية –سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (4) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (4) 2013

An approach to cost controlling of Concrete Bridges in Design Phase

Dr. Ibtesam Hamad*
Dr. Imad Alldeen Kinjo**
Lama Saoud***

(Received 19 / 3 / 2013. Accepted 13 / 5 / 2013)

∇ ABSTRACT ∇

This researchdeals with the topic of controlling the cost of concrete bridge projects in the early design phase. The research aims at using cost controlling as an auxiliary tool for designing and decision making.Cost control methodology has been proposed based on modeling the elements of structure, and proposing a method forcost estimate. This method based on estimating of quantitiesfrom the general parameters of the structure and prices are being updated periodically.The proposed methodology studiesmany available alternatives that werechosen by the designer andevaluate thesealternativeseconomically.

Keywords:Parametric Estimate,CostControl, Design Phase, concrete bridge.

* **Associate Professor ,Engineering and Construction Management Department , Faculty of Civil Engineering , Tishreen University ,Lattakia , Syria .**
** **Assistant Professor ,Engineering and Construction Management Department , Faculty of Civil Engineering , Tishreen University ,Lattakia , Syria .**
*** **Postgraduate Student , Engineering and Construction Management Department , Faculty of Civil Engineering , Tishreen University ,Lattakia , Syria.**

مقدمة:

تشكل مشاريع الجسور جزءاً من مشروع أكبر هو مشروع الطريق، وتستند في تصميمها إلى نوعين من المعطيات معطيات طبيعية تستمدها من البيئة التي تنتمي إليها ومعطيات وظيفية تستمدها من المشروع الأم الذي تشكل جزءاً منه (المقطع الطولي، المقطع العرضي،...).

غالبا ما يتم التركيز على مشروع الطريق وإهمال العناصر الأخرى الأمر الذي يفسر جزءاً من انحرافات الكلفة التي تحصل أثناء تنفيذ مشاريع الطرق ولاسيما في حال تضمن مشروع الطريق أعداداً وأنواعاً مهمة من الجسور.

أثناء تصميم مشروع الطريق مع ما يتضمنه من مشاريع جزئية (جسور وأنفاق)، لا يتم إعطاء ضبط الكلفة المكانة التي تستحق ضمن مسار التصميم سواء فيما يتعلق بالمرحلة الزمنية أو بماهية هذه العملية. في الواقع غالبا ما يتم اختزال ضبط الكلفة إلى عملية تقدير سريع للكلفة يتم عشية طرح المناقصة مما يطرح علامات استفهام كثيرة حول مدى صحة القرارات التي يتم اتخاذها وخاصة على صعيد الأعمال الجزئية مثل الجسور والأنفاق.

يحاول هذا البحث إعطاء الجسور المكانة التي تستحق ضمن مشروع الطريق، واقتراح مقاربة لضبط الكلفة تسهم في تحسين القرارات التي تتخذ من قبل المصمم والتي يجب أن تواكب التصميم منذ المراحل الأولى وحتى إنجاز مختلف التصاميم.

أهمية البحث وأهدافه :

تأتي أهمية البحث من معالجتهلمشاريع الجسور الطرقية والتركيز على ضبط الكلفة التي هي واحدة من أهم ركائز تنظيم المشاريع. بالنسبة للجسور الطرقية وجدنا سابقا أنها تشكل جزءاً مهماً من مشروع الطريق وأنها تعاني من الإهمال الأمر الذي يفسر وجود انحرافات في الكلفة تتناسب مع عدد وحجم مشاريع الجسور. يحاول هذا البحث إعادة التوازن ضمن مشروع الطريق ومحاولة لفت النظر إلى ضرورة الأخذ بالحسبان مشاريع الجسور أثناء تصميم مشاريع الطرق وخاصة خلال المراحل المبكرة للتصميم.

فيما يخص ضبط الكلفة التي يجب أن تواكب جميع مراحل المشروع ، تم التركيز على ضبط الكلفة خلال مراحل التصميم المبكر لما لهذه المراحل من أهمية قصوى في تحديد الملامح الأساسية للجسر مثل (نوع الجسر، نوع الركائز، نوع البلاطة، نوع تجهيزات الحماية للعربات ...) كما تم توظيف ضبط الكلفة ضمن مقاربة شاملة للمساعدة على التصميم واتخاذ القرار.

نطمح من خلال هذا البحث إلى تحقيق الأهداف التالية:

1-تطوير منهجية لضبط كلفة مشاريع الجسور الطرقية خلال مراحل التصميم المبكر تستند إلى نمذجة صحيحة للمشروع وأدوات لتقدير الكلفة.

2- اقتراح منهجية للمساعدة على التصميم واتخاذ القرار من خلال استثمار قاعدة البيانات بوساطة أداة برمجية.

طرائق البحث ومواده:

تناولت العديد من الدراسات موضوع ضبط وتقديركلفة الجسور في مراحل التصميم، وقد تطرقت هذه الدراسات إلى موضوع ضبط الكلفةمن زاوية أمثلة أبعاد عناصر المنشأ حيث تم تطوير العديد من الأدوات البرمجية التي تسمح بالحصول على التصميم المثالي.

تتم أمثلة كلفة الجسور البيتونيةعلى ثلاثة مستويات (Mostafa,2003) :

1-أمثلة العناصر(Component optimization):وهي الأمثلة الأكثر انتشارا نظرا لسهولتها (أمثلة أبعاد المقاطع العرضية لبلاطة الجسر والجوائز, أمثلة التسليح السلبي والإيجابي، أمثلة مقاطع البروفيلات، .....).

2-أمثلة الشكل العام للجسر (Configuration or layout optimization) : هي إيجاد التركيبة المثالية لمكونات المقطع العرضي للجسر مع المقطع الطولي (عدد الفتحات، توضع الركائز الوسطية، نوع الاستناد بسيط أم مستمر..) هذه الأمثلة أقل انتشارا من سابقتها.

3-أمثلة نظام الجسر(Systemoptimization): تتضمن أمثلة العناصر المكونة لنظام الجسر ككل.تتضمن نوع المواد والشكل العام للجسر بالإضافة إلى حجم المكونات. يشكل هذا المحور المجال البحثي الأقل تعرضا من قبل الباحثين نظرا لصعوبته وتعقيده.

في مجال أمثلة نظام الجسر،طور(Aparicio et al, 1996) نظام تصميم بمعونة الحاسب للجسور الطرقية البيتونية المسبقة الإجهاد يزود بدءا من بيانات الهندسة الأساسية بأبعاد هندسية كاملة، كميات المواد وكلفة كل مكونات الجسر.

كما اقترح (Cohnet al, 1993) نظام تصميم البنية الفوقية لجسور الطرق ذو الفتحة الصغيرة والمتوسطة باستخدام طرائق البرمجة اللاخطية للحصول على الكلفة الأقل للبنية الفوقية للجسر كمعيار للأمثلة.

أما بالنسبة لموضوع تقدير الكلفة الأولية للجسور التي هي أداة من أدوات ضبط الكلفة، فقد اعتمدت دراسات قام بها (Fragkakis&Lambropoulos, 2004)(Menn, 1990)على الطرق الإحصائية لإيجاد موديل لتقدير كميات وكلفة الجسور البيتونية،وكذلك استخدمت طرق الذكاء الصنعي في تقدير الكلفة حيث قام (Creese et al 1995) باستخدام الشبكة العصبونية في تقدير كلفة الجسور الخشبية.

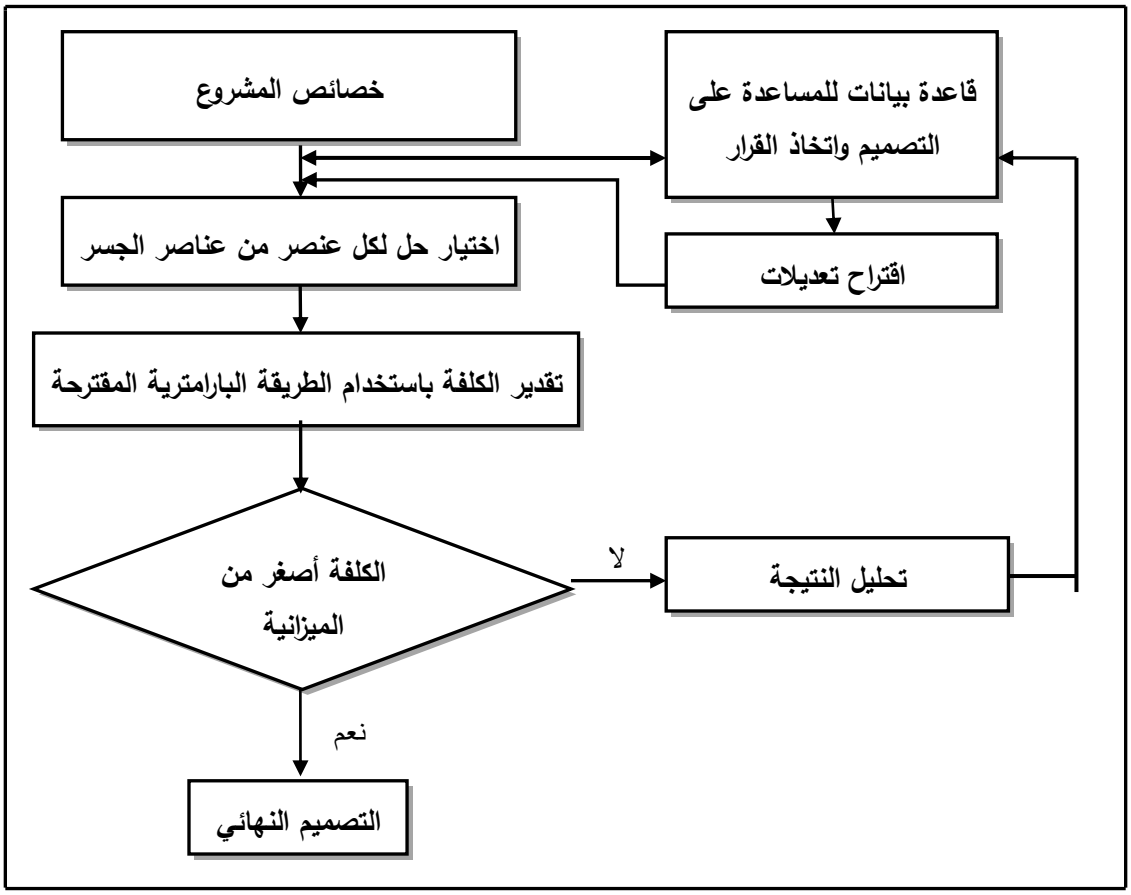
سنحاول ومن خلال هذا البحث اقتراح مقاربة لضبط الكلفة تتدرج ضمن إطار أمثلة نظام الجسر ككل. تستند هذه المقاربة على طريقة الأسعار الواحدية(UP) لتقدير الكلفة حيث تقدَّر الكميات بارامتريا بينما يتم تحديد الأسعار انطلاقا من دليل يتم تحديثه دوريا. تجدر الإشارة إلى أن مجال الدراسة هو الجسور البيتونية المسلحة والمسبقة الإجهاد من نوع بلاطات.

2-1-المنهجية المستخدمة لضبط كلفة الجسور البيتونية:

تنص المنهجية المقترحة لضبط الكلفة على اختيار حل خاص بكل عنصر من عناصر المنشأ انطلاقا من مجموعة حلول ممكنة تقنيا (بدائل) وبالاستناد إلى المعطيات المتوافرة عن المنشأ(خصائص المشروع)

بعد أن يتم اختيار الحل التقني الخاص بالعنصر، يجري تقدير كلفته بالاستناد إلى طريقة التقدير البارامتري التي تم اعتمادها والتي تستند إلى تقدير الكلفة انطلاقا من كميات يجري تقديرها بارامتريا وإلى أسعار يجري اعتمادها وتحديثها بشكل دوري.

وهكذا يتم الانتقال من عنصر إلى آخر حتى الوصول إلى آخر عنصر من عناصر المنشأ. عندها تقارن الكلفة مع الميزانية الممكنة للمالك حشدها لإنجاز المشروع فإما أن تكون الكلفة أقل من الميزانية وبالتالي الخيارات التي تم تثبيتها لكل عنصر من العناصر هي خيارات صحيحة والتصميم مقبول أو أن تكون كلفة المنشأ أكبر من الميزانية، في هذه الحالة وبعد تحليل سبب تجاوز الكلفة للميزانية الموضوعة ومقدار هذا التجاوز تقترح تعديلات على التصميم الأولي والعودة إلى التقييم والمقارنة حتى التوصل إلى حل يحقق الشرط الاقتصادي. يوضح الشكل (1)المنهجية المقترحة.



الشكل (1) المنهجية المقترحة للمساعدة على التصميم من خلال ضبط الكلفة

يمكن تلخيص الخطوط العريضة لمنهجية ضبط الكلفة:

1. تعريف حلول تقنية (بدائل) لكل عنصر من عناصر المنشأ.
2. تقدير كميات البنود لكل عنصر من العناصر وذلك بحسب كل بديل من البدائل من خلال تطوير علاقات بارامترية تربط كمية البند مع البارامتر المناسب.
3. تعريف أسعار البنود.
4. تقدير الكلفة لكل بديل من البدائل.

النتائج والمناقشة:

تطبق المنهجية السابقة المقترحة للمساعدة على التصميم ثم اقتراح قاعدة بيانات تُغنى بالمعلومات التي جمعت من مشاريع جسور مختلفة.

1- تطبيق المنهجية المقترحة لضبط الكلفة:

1-1تعريف بدائل عناصر الجسر:

تشكل هذه المرحلة أولى الخطوات في منهجية ضبط الكلفة حيث تعرف حلول تقنية من أجل كل عنصر من العناصر وذلك بحسب كل نوع من أنواع الجسور المدروسة.

تجدر الإشارة إلى أن المستندات التي تم استخدامها خلال هذه المرحلة هي مراجع التصميم للجسور بالإضافة إلى ملفات التصميم لمجموعة الجسور التي تم تنفيذها ضمن مشروع طريق اللاذقية – أريحا (30 جسراً) وجسور تم تنفيذها ضمن محافظة دمشق(10 جسور).

على سبيل المثال تم تعريف أربعة بدائل لعنصر البلاطة الخاص بالجسور من نوع بلاطات:

- (S.01)بلاطة مصمتة ذات عطالة موزعة (Distributed inertia slab).
- (S.02)بلاطة مفرغة ومسبقة الإجهاد ذات عطالة موزعة.
- (S.03)بلاطة مفرغة ذات محور مركزي مع جانب مجنح (Central–spinewith sidecantilevers).
- (S.04)بلاطة ذات جوائز طولية مربوطة ببلاطة مستمرة (longitudinal girder linked by continuous slab).

يوضح الشكل(2) المقطع العرضي لهذه الأنواع الأربعة من البلاطات.

بلاطة (S.01) مصمتةبلاطة (S.02) مفرغة مسبقة الإجهاد

بلاطة (S.03) مفرغة بلاطة (S.04) مصمتة

الشكل (2) بدائل البلاطة المدروسة

1-2 تطوير أأنموذج لتقدير كمية أعمال الجسر:

تهدف هذه المرحلة إلى تطوير نماذج رياضية لتقدير كمية كل بند من البنود الخاصة بعنصر من عناصر المنشأ. تربط هذه النماذج بين كمية البند وبارامترات تدعى محددات الكمية، تم اعتماد بارامترات عامة تشكل المعطيات المتوافرة خلال التصميم المبكر(طول الجسر، عرض الجسر، الارتفاع الحر، عدد الفتحات، طول الفتحة الأعظمية، ارتفاع الركيزة الطرفية) كما تم تعريف بارامترات أخرى مشتقة من البارامترات العامة(مساحة الجسر، ارتفاع الركيزة الطرفية *عرض الجسر، ارتفاع الجسر*عرض الجسر، ...).

تم اختيار تقنية تحليل الانحدار من أجل إيجاد الصيغ الرياضية كونها تعتبر طريقة جيدة لصياغة العلاقة ما بين كمية بنود العناصر وبين بارامترات المشروع.

نلخص فيما يلي المحطات الأساسية لتطوير أنموذج كمية أعمال الجسر:

1-افتراض شكل أنموذج الانحدار:

تم افتراض الشكل الخطي لأنموذج الانحدار يأخذ الشكل العام له الصيغة التالية $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i$

y_i : كمية العمل (مثلاً كمية أعمال بيتون البلاطة المصمتة)

x_i : محدد كمية العمل رقم i (i=1,2,3,.....12) ويطلق عليه المتغير المفسر أو المتنبأ منه.

β_0 : ثابت يعبر عن الجزء المقطوع (intercept) من المحور الرأسي، وهو عبارة عن قيمة متوسط متغير التابع عندما x_i =0.

β_1 : هو ميل الخط المستقيم،ويعبر عن مقدار التغير في كمية العمل إذا حدث تغير في محدد الكمية بوحدة واحدة، ويطلق عليه أيضاً معامل الانحدار، ونوع إشارته تدل على ما إذا كان هناك تأثير طردي أو عكسي لمحدد الكمية على كمية العمل.

2-استخدام طريقة المربعات الصغرى Ordinary Least Squares (OLS) في تقدير معالم الأنموذج β_1 ، β_0ومن ثم تقدير الأنموذج $\hat{y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_i$.

3-استخدام الإحصاء الاستدلالي في اختبار مدى صلاحية الأنموذج في تمثيل العلاقة بين كمية العمل ومحدد كمية العمل الخاص بها، وكذلك في اختبار معنوية معاملات الأنموذج .

تم الاعتماد على قيمة معامل التحديد R^2 كمؤشر لجودة الأنموذج، الذي يقيس شدة العلاقة بين كمية العمل ومحددات الكمية الخاص به وهو عامل موجب دائما ويوضح نسبة التغيرات في المتغير y التي يمكن ردها إلى الانحدار. فإذا كان هذا المعامل كبيرا دل ذلك على جودة الأنموذج.

فمن أجل اختبار صلاحية الأنموذج ، أي اختبار فرضية وجود علاقة خطية حقيقية بينالمتغيرات، تستخدم عادة دالة الاختبار F والتي تمثل النسبة بين متوسط المربعات الذي يعزى للانحدار إلى متوسط مربعات الأخطاء، لذلك ولكي تكون العلاقة الخطيةحقيقية ومعنوية يجب أن تكون قيمة F كبيرة وقيمة(P-Value) Sig صغيرة جداً،وذلك حسب مستوى المعنوية الذي يحدده الباحث، وأكثر مستوى معنوية استخداماً هو ($\alpha = 0.01, \alpha = 0.05$) .

أما من أجل اختبار معنوية معاملات الأنموذج، فقد تم اعتماد معيار القرار التالي :

$P - Value \leq 0.05$ يتم رفض الفرض الصفري

$P - Value \succ 0.05$ يتم قبول الفرض الصفري

لابد من الإشارة هنا إلى أن القاعدة التي يتم على أساسها اختيار متغيرات الأنموذج يجب أن لا تعتمد فقط على المنطق الإحصائي، بل لابد من أخذ المسائل المنطقية والنظرية بالحسبان(PHAOBUNJONG,2002).

تم تطبيق الخطوات السابقة باعتماد البرنامج الإحصائي SPSS بوصفه برنامجاً متخصصاً وسباقاً في هذا المجال (الحكيم، 2004).حيث تم إدخال مجموعة البيانات الخاصة بكمية بنود عناصر 34 جسراً مع بيانات محدد الكمية الخاص بكل كمية بند إلى هذا البرنامج ، وعلى اعتبار أن قيمة كمية العمل تأخذ القيمة صفر عندما تكون قيمة محدد الكمية معدومة، لذلك فقد تم اعتماد الأنموذج الخطي البسيط المار من المبدأ ، وهذا ما يمكن تحقيقه من خلال

برنامج SPSS وذلك بجعل قيمة الثابت β_0 في الأنموذج معدومة ،ومن ثم تم الحصول على القياسات الإحصائية الخاصة بكل أنموذج من النماذج R^2 ، P–Value أو Sig .

تم الحصول على المخرجات الموضحة في الشكل(3) والخاصة بمجموعة بيانات كمية بيتون البلاطة S.01 ومساحة الجسر.

Linear

Model Summary a

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.997	.994	.993	35.040

The independent variable is مساحة الجسر.

a. The equation was estimated without the constant term.

ANOVAa

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	3113580.606	1	3113580.606	2535.831	.000
Residual	19645.348	16	1227.834		
Total	3133225.954	17			

The independent variable is مساحة الجسر.

a. The equation was estimated without the constant term.

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
مساحة الجسر	.728	.014	.997	50.357	.000

الشكل (3) : مخرجات التحليل باعتماد البرنامج الإحصائي SPSS والخاصة بكمية بيتون البلاطة S.01.

يبين الجدول (1) النماذج الناتجة عن البرنامج الإحصائي SPSS والتي تربط كمية العمل بمحدد كمية العمل، وذلك من أجل بدائل عنصر البلاطة.

جدول(1)التابع y الخاصة بكمية بيتون البلاطة لمشاريع الجسور البيتونية

المتغير التابع y	بديل التصميم	المتغير المستقل x محدد الكمية	معادلة الانحدار $y = \beta_1 x$
كمية بيتون البلاطة (m^3)	S.01	مساحة الجسر (m^2)	$y = 0.728\ x$
كمية حديد البلاطة (kg)	S.01	مساحة الجسر (m^2)	$y = 157.644\ x$
كمية بيتون البلاطة (m^3)	S.02	الفتحة الأعظمية*مساحة الجسر (m^3)	$y = 0.027\ x$
كمية حديد البلاطة(kg)	S.02	الفتحة الأعظمية*مساحة الجسر (m^3)	$y = 6.138\ x$
كمية كابلات البلاطة(kg)	S.02	الفتحة الأعظمية*مساحة الجسر (m^3)	$y = 0.861\ x$
كمية بيتون البلاطة(m^3)	S.03	مساحة الجسر (m^2)	$y = 0.693\ x$
كمية حديد البلاطة (kg)	S.03	مساحة الجسر (m^2)	$y = 205.617\ x$
كمية بيتون البلاطة(m^3)	S.04	مساحة الجسر (m^2)	$y = 0.827\ x$
كمية حديد البلاطة (kg)	S.04	مساحة الجسر (m^2)	$y = 207.995\ x$

1-2-1 وضع حدود الأنموذج:

يتم إعداد الأنموذج عادة من خلال مجموعة محددة من البيانات، ويعتبر هذا الأنموذج صحيحاً من أجل مجال البيانات المستخدمة، وبالتالي استخدام الأنموذج لإجراء عملية الاستقراء extrapolation لابد أن يتم بحذر شديد خارج مجال البيانات.في الواقع لا يمكن معرفة فيما إذا كان سيحافظ خط الانحدار على مساره خارج مجال البيانات أم أنه سيأخذ منحى آخر. يوضح الجدول(2) مجال البيانات الخاص بنماذج بدائل عنصر البلاطة، والذي يعتبر الأنموذج صحيحاً من أجله .

جدول (2) : مجال البيانات الخاص بنماذج بدائل عنصرالبلاطة

المتغير التابع y	بديل التصميم	المتغير المستقل x محدد الكمية	معادلة الانحدار $y = \beta_1 x$	مجال البيانات [x1,x2]
كمية بيتون البلاطة (m^3)	S.01	مساحة الجسر (m^2)	$y = 0.728\ x$	[916−310]
كمية حديد البلاطة (kg)	S.01	مساحة الجسر (m^2)	$y = 157\ .644\ x$	[916−310]
كمية بيتون البلاطة (m^3)	S.02	الفتحة الأعظمية*مساحة الجسر (m^3)	$y = 0.027\ x$	[30079−7083]
كمية حديد البلاطة(kg)	S.02	الفتحة الأعظمية*مساحة الجسر (m^3)	$y = 6.138\ x$	[30079−7083]
كمية كابلات البلاطة(kg)	S.02	الفتحة الأعظمية*مساحة الجسر (m^3)	$y = 0.861\ x$	[30079−7083]
كمية بيتون البلاطة(m^3)	S.03	مساحة الجسر (m^2)	$y = 0.693\ x$	[2221−324]
كمية حديد البلاطة (kg)	S.03	مساحة الجسر (m^2)	$y = 205\ .617\ x$	[2221−324]
كمية بيتون البلاطة(m^3)	S.04	مساحة الجسر (m^2)	$y = 0.827\ x$	[3240−1056]
كمية حديد البلاطة (kg)	S.04	مساحة الجسر (m^2)	$y = 207\ .995\ x$	[3240−1056]

1−3 تعريف أسعار البنود:

تم تعريف الأسعار الخاصة بكل بند من بنود عناصر الجسر بالاستعانة بدليل تحليل أسعار الطرق والجسور الصادر عن وزارة الإسكان والتعمير عام 2009،ولابد من الإشارة بأن هذه الأسعار قابلة للتحديث بشكل دوري.

1−4 تقدير الكلفة:

اعتمدت طريقة الأسعار الواحدية(UP) كطريقة لتقدير كلفة الجسور حيث تقدر الكميات بدءاً من النماذج البارامترية التي تم استنباطها واعتماد أسعار" دليل تحليل أسعار الطرق والجسور" الصادر عن وزارة الإسكان والتعمير بآخر نسخة له.

بهدف التثبت من مصداقية هذه الطريقة ومن دقة النماذج التي تم تطويرها، قمنا بتجريب هذه الطريقة على عينة من الجسور(6 جسور) لم تستخدم بياناتها أثناء تطوير النماذج البارامترية لتقدير الكميات.

في الواقع تتعلق دقة الطريقة المستخدمة لتقدير الكلفة بحجم ونوع البيانات المستخدمة أي بتعبير آخر بالمرحلة التي وصل إليها تعريف المشروع(Creedy,2006).يوضح الجدول (3) دقة تقدير الكلفة بحسب مرحلة التصميم.

جدول (3) : دقة تقدير الكلفة بحسب مرحلة التصميم

نوع التقدير (Estimate Type)	تطور المشروع (Project Development)	نسبة الخطأ المتوقع (Expected Percent Error)
تمهيدي (Conceptual)	البرمجة والتصميم الأولي Programming and Schematic) (Design	[−10, +40]%
نصف تفصيلي (Semi−Detailed)	تطور التصميم (Design Development)	[−5, +25]%
تفصيلي (Detailed)	التصميم النهائي والتشييد (Final Design)	[−3, +10]%

توضح الجداول (4)، (5)، (6) معطيات ونتائج تقدير الكلفة ودقة تقدير الطريقة البارامترية التي تم تطويرها ضمن إطار هذا البحث.

جدول (4) :معطيات الجسور الخاصة بعينة الاختبار

الجسر	طول الجسر m	عرض الجسر m	ارتفاع الجسر m	طول الفتحة الأعظمية m	عدد الفتحات	ارتفاع الركيزة1 m	ارتفاع الركيزة2 m
B51	54.85	6	6	17.6	4	7.32	7.32
B99	54.34	12.6	5.88	13	4	3.5	3.5
B85	59.4	12.5	6.58	20.05	4	10.1	11
B96	69.36	17.8	6	20.8	4	11.9	7.92
B121	18	18.75	6.7	18.75	1	8.44	8.44
B12	100	13	7	20	5	10.5	11.5

جدول (5) : التقدير الأولي لكمية الأعمال الرئيسة لجسر B99 من عينة الاختبار

الجسر	البند	الكمية الفعلية	الكمية المحسوبة
B99	بيتون البلاطة S.01 (m^3)	528.94	498.45
	حديد البلاطة S.01 (kg)	110152.00	107936.32
	بيتون الركيزة الوسطية P.02 (m^3)	47.63	45.86
	حديد الركيزة الوسطية P.02 (kg)	6347.67	6006.38
	بيتون الركيزة الطرفية A.02 (m^3)	78.67	81.65
	حديد الركيزة الطرفية A.02 (kg)	12546.62	10181.20

	بيتون الركيزة الطرفية$A.02(m^3)$	74.42	83.35
	حديد الركيزة الطرفية $A.02(kg)$	13914.38	10393.31
	بيتون النظافة(m^3)	58.99	51.35
	بيتون الأساسات(m^3)	910.57	513.51
	حديد الأساسات(kg)	76168.00	55886.65
	كمية الحفر (m^3)	1717.00	2197.84

جدول (6) : درجة دقة التقدير الأولي لكلفة الأعمال الرئيسة لجسور عينة الاختبار

الجسر	الكلفة الناجمة عن الكميات التقديرية(SY.P)	الكلفة الناجمة عن الكميات الفعلية(SY.P)	درجة الدقة% ∓
B51	9808577.37	10739437.73	−9.49%
B99	24241114.92	20279306.92	16.34%
B85	25314111.59	21776758.67	13.97%
B96	34083905.48	35240919.58	−3.39%
B121	19089681.4	15657489.32	17.98%
B12	44881877.25	48521382.84	−8.11%

يمكن أن نلاحظ من خلال الجدول(6) أن النماذج المقترحة لتقدير الكلفة الأولية، قد أعطت نتائج جيدة ضمن درجة دقة%[40+ ,10−].

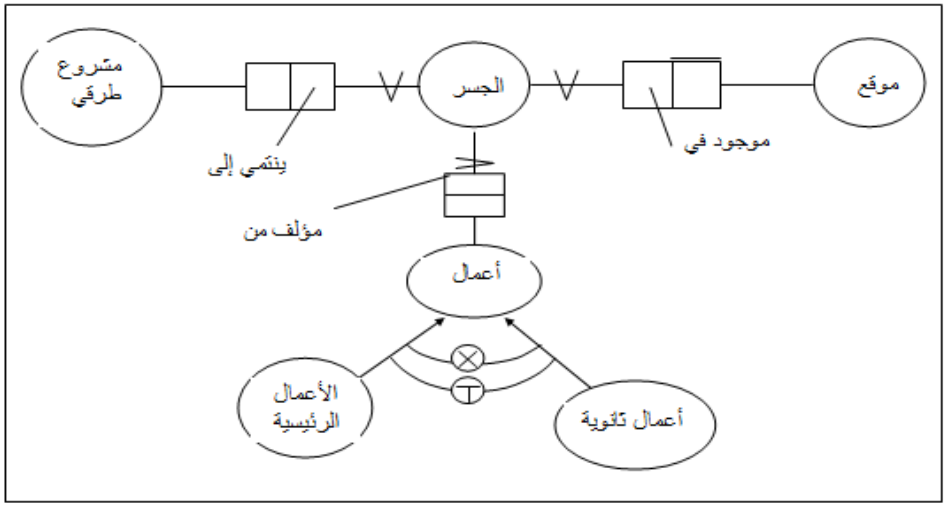
3-2 اقتراح قاعدة بيانات لضبط الكلفة:

يمكن تقسيم المراحل التي يمر بها تصميم قاعدة بيانات إلى ثلاث مراحل: نمذجة المعارف، تصميم هيكلية قاعدة البيانات، تزويد القاعدة بالمعلومات.

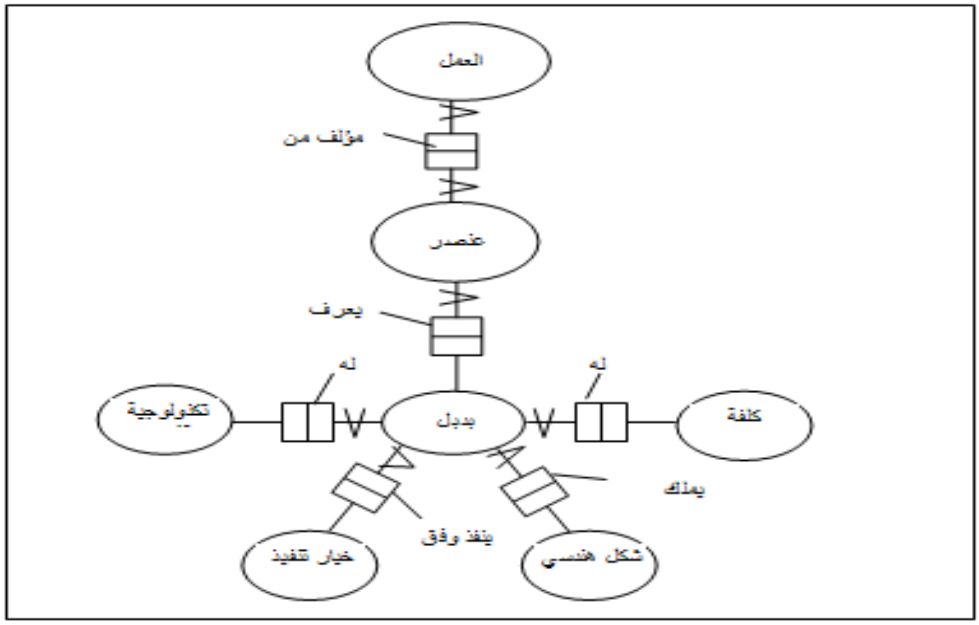
3-2-1 نمذجة المعارف:

تقود النمذجة إلى وضع نماذج لتقدير كلفة الجسور البيتونية وإلى تكريس وتجميع الخبرة ضمن هذا المجال بدل أن تبقى ضمن أذهان بعض الكوادر والخبراء العاملين ضمن شركات التنفيذ.

تم استخدام لغة النمذجة (NIAMNijssen's Information Analysis Method) في تمثيل المخططات (Bernus et. Al., 2006) بوصفها لغة بسيطة تعتمد على ثلاثة مفاهيم هي: الكيان (entité) الذي يُمثل بقطع ناقص أو دائرة يُكتب اسم الكيان داخله، العلاقة (relation) و هي عبارة عن رابط بين كيانين تُمثل بمستطيل مقسوم إلى قسمين: قسم يساري و قسم يميني بحيث يتبع كل قسم إلى الكيان الواقع جانبه، القيد (contrainte) الذي يحدد شرطية العلاقة بين الكيانات, نميز بين نوعين من أنواع قيود الكيانات هما قيد الشمولية (contrainte de totalité) و يرمز له بـ " V "، و قيد الوحدانية (contrainted'unicité) و يرمز له بـ " . ".يوضح الشكل(4) الأنموذج الخاص بأعمال الجسر المؤلفة من أعمال رئيسة وأعمال ثانوية.يوضح الشكل(5) الأنموذج الخاص بعناصر الجسر حيث لكل عنصر بديل له شكل وتكنولوجيا وخيار تنفيذ وكلفة.

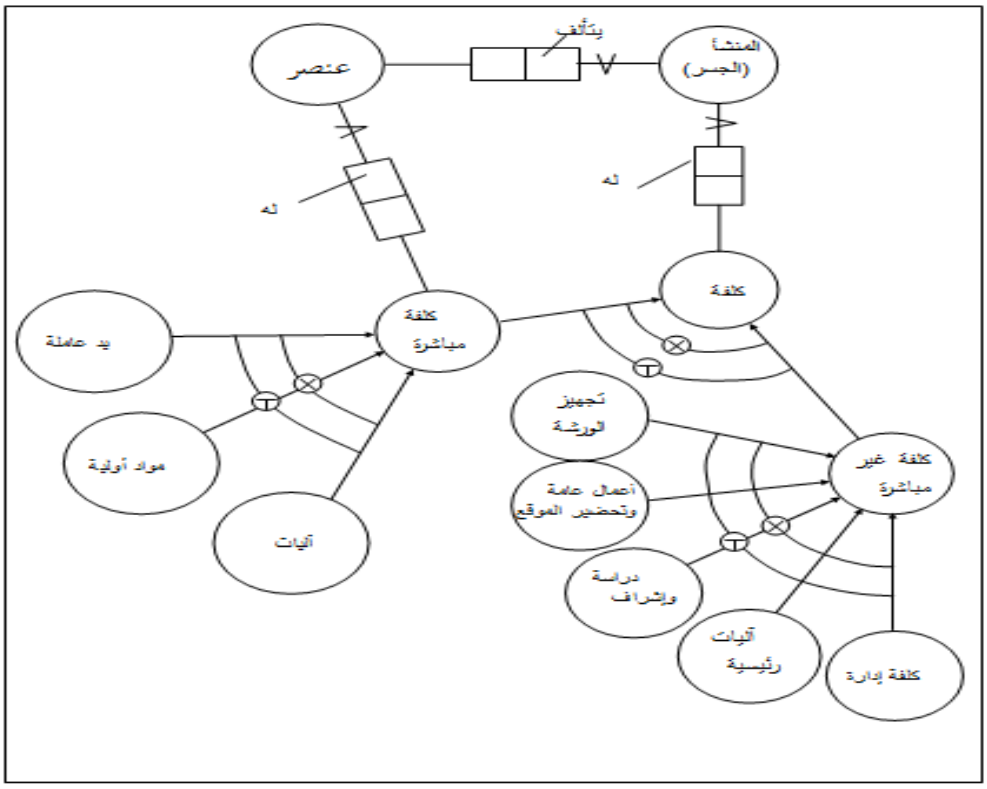


الشكل (4) أنموذج الأعمال



الشكل (5) أنموذج العناصر

يوضح الشكل (6) أنموذج الكلفة لمنشأة الجسر حيث تتألف الكلفة من كلفة مباشرة وكلفة غير مباشرة وبحثنا يهتم بالكلفة المباشرة للعنصر.



الشكل (6) أنموذج الكلفة

2-2 تصميم هيكلية قاعدة البيانات:

اعتماداً على النماذج التي تم عرضها سابقا تم تصميم هيكلية قاعدة بيانات لضبط كلفة مشاريع الجسور البيتونية تتألف هذه الهيكلية من مجموعة من الجداول ذات البعدين (خواص، قيم) تُترجِم الروابط الموجودة بين مجموعة من القيم.

يبين الشكل (7) الهيكلية المقترحة لقاعدة البيانات الخاصة بضبط كلفة مشاريع الجسور البيتونية.

جدول العناصر

العمل	العنصر	كود تعريف العنصر

جدول البدائل

العنصر	البديل	كود تعريف البديل

جدول البنود

البديل	البند	البارمتر المميز	الكمية	الواحدة	السعر الواحدي	كود تعريف البديل

الشكل(7)الهيكلية المقترحة لقاعدة البيانات

لتوضيح جداول قاعدة البيانات السابقة سيتم عرض مثال بسيط لنوع واحد من الأعمال:

جدول العناصر:يتضمن العناصر التابعة للأعمال الرئيسة في مشاريع الجسور البيتونية والمؤلف من الحقول التالية:

-العنصر:

يحدد هذا الحقل العناصر التي يتألف منها المشروع.

-كود تعريف العنصر:

تم ترميز كل عنصر من العناصر ليكون هذا الكود المرجعية للعنصر في الجدول اللاحق.

يبين الجدول (7)عناصر الأعمال الرئيسية للجسر

الجدول (7) جدول العناصر

العنصر	كود تعريف العنصر
البلاطات	S
الركائز الطرفية	A
الركائز الوسطية	P
الأساسات	F
الحفريات	E

جدول البدائل: يتضمن البدائل التابعة لعنصر معين ومؤلف من الحقول التالية:

-البديل:

يُحدد هذا الحقل خيارات التصميم المتاحة لكل عنصر من العناصر.

-كود تعريف البديل:

تم ترميز كل بديل من البدائل للعنصر ليكون هذا الكود المرجعية للبنود في الجدول اللاحق.

يبين الجدول (8) البدائل التابعة لعنصر الركيزة الطرفية

الجدول (8) جدول البدائل

العنصر	البديل	كود البديل
A	ركيزة طرفية كتلية	A.01
A	ركيزة طرفية أعمدة	A.02

جدول البنود: يتضمن البنود التي يتألف منها كل بديل عنصر معين و المؤلف من الحقول التالية:

- البند:

يُحدد هذا الحقل البنود التي يتألف منها العنصر.

- البارامتر المميز:

يعبر هذا الحقل عن البارامتر الأفضل الذي استخدم من أجل مقاربة كمية كل بند من بنود العنصر.

- الكمية:

يعبر هذا الحقل عن العلاقة البارامترية التي استنتجت في الفصل السابق اعتمادا على النمذجة الإحصائية للبيانات التي جمعت من أجل حساب كمية كل عنصر من العناصر.

- الواحدة:

يشير هذا الحقل إلى واحدة كمية كل عنصر من العناصر بالاستناد إلى العلاقة البارامترية.

- السعر الواحدي (ل.س):

يمثل هذا الحقل السعر الواحدي لكل بند من بنود العنصر وذلك بالليرة السورية.

يبين الجدول (9) البنود التي يتألف منها عنصر الركيزة الطرفية الكتلية.

الجدول (9) جدول البنود

البديل	البند	البارامتر المميز	الكمية	الواحدة	السعر الواحدي (ل.س)	كود تعريف البند
A.01	كمية البيتون	ارتفاع الركيزة*عرض الجسر	1.608* مساحة الجسر	$م^3$	9870	A.01.01
A.01	كمية الحديد	ارتفاع الركيزة*عرض الجسر	156.79* مساحة الجسر	كغ	47	A.01.02

2-3 تزويد القاعدة بالمعلومات: تزود قاعدة البيانات التي صممت سابقاً بالمعلومات الضرورية عن طريق جمع البيانات ثم تحليلها و معالجتها لتأهيلها بالشكل المناسب قبل إدخالها إلى القاعدة.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

تم التوصل في نهاية البحث إلى النتائج الرئيسة التالية:

- اقتراح نمذجة مناسبة لعملية ضبط كلفة أعمال الجسر خلال التصميم.
- اقتراح طريقة هجينة لتقدير الكلفة تدمج طريقة التقدير البارامتري مع طريقة الأسعار الواحدية.
- إجراء تصنيف لأعمال الجسر ضمن مجالات بحسب كلفة كل عمل بالنسبة لكلفة الجسر، يساعد هذا التصنيف المصمم على التركيز على الأعمال ذات الكلفة المرتفعة عند التصميم.

- تصميم هيكلية قاعدة بيانات لضبط كلفة مشاريع الجسور البيتونية.
- تزويد قاعدة البيانات بالمعارف.

التوصيات:

كما تم تحديد مجموعة من التوصيات لتطوير هذا البحث يمكن تلخيصها بالمحاور التالية:

- تحسين دقة البيانات الميدانية من خلال دراسة شريحة أكبر من مشاريع الجسور البلاطات.
- تعميم الدراسة السابقة على أنواع أخرى من مشاريع الجسور (الجسور ذات الجيزان المتصالبة،...) بغية الحصول على قواعد بيانات خاصة بكل نوع من أنواع الجسور.
- دراسة عدم التأكد في تقدير الكلفة الأولية لمشاريع الجسور.
- تطبيق نمذجة ضبط الكلفة والزمن معاً، وذلك بالاعتماد على تقدير الكلفة والزمن معا للبدائل المطروحة. فكثيراً ما يتساءل متخذو القرار أثناء عرض تحليل عدم التأكد في الكلفة عن احتمال تسليم المشروع ضمن كلفة وزمن معينين، وعن احتمال تجاوز القيمة المقدرة للكلفة ضمن الزمن المعطى.
- دراسة ضبط الكلفة لتشمل مختلف مراحل المشروع.
- دراسة تأثير مخاطر التنفيذ على كلفة المشروع خلال مرحلة التصميم.

المراجع:

1- الحكيم , إبراهيم , *spss المرجع في تحليل البيانات* . الطبعة الأولى , شعاع للنشر والعلوم , سورية، 2004, 527.

2- Aparicio, A.C. ; Casas, J.R. ; Ramos, G.*Computer Aided Design of PrestressedConcrete Highway Bridges*,Computers and Structures, Vol.60,No.6, 1996, 957–969.

3- Bernus, P.;Mertins,K.; Gunter, S.*Handbook on Architectures of Information System*,Business and Economics, U.S.A., 2006, 896.

4- Cohn, M.Z. ;Lounis, Z. *Optimal Design of Structural Concrete Bridge Systems*. ASCE Journal of Structural Engineering, Vol. 120, No. 9, 1994, 2653–2674.

5- Creedy, D. G. *Risk Factors Leading To Cost Overrun in The Delivery of Highway Construction Projects***.** Ph.D. Dissertation, University of Technology, Australia, 2006,244.

6- Fragkakis, N.P. ;Lambropoulos, S.*A Quantity and Cost Estimate Model forRoad BridgesConcrete*.Tech. Chron. Sci. J. TCG, I. 24, No. 2-3, 2004, 65–78.

7- Menn, C. ***Prestressed concrete bridges***, Birkhauser, 1990, p. 52-58.

8- Mostafa, A.H.; Robert, E.L. *Cost Optimization of Concrete Bridge*.Can. J. Civ. Eng., Vol. 30, No. 5, 2003, 841–849.

9- PHAOBUNJONG,K. *Parametric Cost Estimating Model for Conceptual Cost Estimating of Building Construction Projects*.In partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of philosophy, University of Texas,Austin, 2002 .203.