وضع مؤشرات لتخمين كلف مشاريع مباني المنشآت المخزنية

الدكتور رائد سليم عبد علي* الدكتور ابراهيم عبد محمد* السيد ساجد مهدي عمران*
مـــــدرس مـــــدرس مدرس مساعد
*قسم هندسة البناء والانشاءات –الجامعة التكنلوجية

Abstract

The estimating of the preliminary costs of any suggested project is the essential base to determine the required budget which needs an experience and some previous data about the projects which constructed in the past but these data are not available for the Iraqi contracting companies , they depending on a few simple storage building .

This research consists of study and analysis of fifty different size of storage building which had been built during (1994-2003).

The differences in cost between these building are studied too, by comparing the cost between every building against other building.

Depending on the available data and field study, the storage building is classified according to proposed conditions.

As result there are suggested cost indices for the storage building, also the researcher use mathematical equations

to determine the indices and the preliminary cost.

The results of applying evaluation show the great ability in determining the preliminary cost.

الخلاصة :

تعتبر توقعات الكلفة الأولية لأي مشروع مقترح ركيزة مهمة في تحديد الميزانية اللازمة لتمويل المشروع .يتطلب تخمين الكلف الأولية إن يكون لمساح الكميات خبرة في مجال تنفيذ المشاريع الإنشائية إضافة إلى بيانات سابقة عن مشاريع مشابهة منفذة وموثقة بصورة يمكن الاستفادة منها في صياغة تخمينات الكلفة الأولية، ولانعدام وجود مثل هذه البيانات لدى شركات المقاولة العراقية إضافة إلى ضعف في الخبرات المتوفرة التي تقتصر على إنشاء بعض الورش الصناعية الصغيرة والأبنية المخزنية البسيطة.تناول البحث دراسة وتحليل عينة متكونة من (50) بناية مخزنيه خلال الفترة من (1994 – 2003) بمواصفات وإحجام مختلفة، كما تم دراسة أسباب الاختلاف في كلف تنفيذ الأبنية المخزنية المنفذة قبل وبعد سنة تنفيذ المنشأ ، تم تصنيف الأبنية المخزنية (عينة البحث) حسب حجومها بموجب تحديدات اقترحها الباحث اعتماداً على البيانات المتوفرة والمسوحات الموقعية لبعض الأبنية المخزنية.

وكنتيجة لتحليل البيانات والمسوحات الموقعية تم اشتقاق مؤشرات لكلف تنفيذ الأبنية المخزنية مع صياغة عدد من المعادلات الرياضية لاعتمادها في حساب كلف التنفيذ الأولية اعتماداً على مؤشرات الكلف المقترحة. بينت نتائج التقويم ألاستبياني والتطبيقي لاستخدام المؤشرات وتطبيق المعادلات الرياضية دور المؤشرات في تسهيل حساب توقعات الكلف الأولية ومتابعتها والسيطرة عليها.

1- المقدمة

يتطلب كل مشروع إنشائي أعداد تخمين أولى للكلفة التي تعتمد على معلومات أولية وبسيطة مثل أهداف المشروع الموثقة لدى صاحب العمل إضافة إلى التصاميم الأولية.

يقوم صاحب العمل بأعداد تخمينات أولية لكلفة تنفيذ بناية مخزنيه مقترحة لغرض أعداد ميزانية أولية لتنفيذ المشروع وللقرار على الكلفة الامثل وذلك في حالة وجود خبرة لدى صاحب العمل في تنفيذ المباني المخزنية أما في حالة عدم وجود خبرة سابقة يلجأ صاحب العمل إلى التعاقد مع شركات المقاولة ذات الخبرة في مجال تشييد هذا النوع من المنشآت وذلك بأسلوب تسليم المفتاح، في حالة كونها منشآت مخزنية ضخمة.

توجهت شركات المقاولة العراقية لاكتساب الخبرة في مجال تشييد الابنية المخزنية مما دفع العديد من شركات المقاولة الى الدخول في هذا المجال ابتداءً من اعداد التصاميم وحساب الكلف والتنفيذ، ويعتبر اعداد الكلف الاولية للمنشأ المقترح من المشاكل الرئيسية التي تواجه مساحي الكميات لعدم توفر مؤشرات الكلفة الخاصة بالابنية المخزنية لغرض اللجوء اليها في اعداد تخمينات الكلف الاولية، وقد تمثلت هذه المشكلة بشكل رئيسي لدى الشركات المنفذة لمثل هذه المشاريع.

يتضمن البحث الجانب النظري والجانب العملي، حيث يتناول الجانب النظري مراجعة الادبيات التي تناولت الاساليب المعتمدة حالياً في تخمينات الكلفة الاولية للمشاريع الانشائية.

اما الجانب العملي فقد تناولة دراسة عينة من (50) بناية مخزنية منفذة خلال الفترة من (1994 – 2003) وقد تم تحليل بيانات كلف التنفيذ لهذه المشاريع واعتمدت في اشتقاق مؤشرات الكلف المقترحة. كما تم خلال هذا الجانب استنباط معادلات رياضية لتطبيق هذه المؤشرات في تخمين كلف التنفيذ.

تتميز المؤشرات المقترحة بالدقة في تخمين الكلف الاولية للابنية المخزنية اضافة الى سهولة التطبيق والشمولية لكافة الابنية المخزنية.

2- الجانب النظري

عرّف young (1) مصطلح التخمين بأنه القرار حول مقدار الزمن والكلفة والموارد المطلوبة لتنفيذ كل جزء من العمل وفق معايير مقبولة من الانجاز والداء .

تناولت العديد من المصادر العلمية أساليب التخمين الأولية التي تعتمد على معلومات بسيطة عن شكل المشاء وحجمه ونوع الخدمة كما أشار كل من dean(2) ، Ashwrth(3) karsheyas(4) الى بعض الطرق التقريبية في تخمين الكلف الأولية:

أ- طريقة المساحة السطحية.

ب- الطريقة الحجمية.

جـ- طريقة محتوى الطوابق.

د- طريقة وحدة الخدمة.

هـ- طريقة العناصر البنائية.

بينت العديد من المصادر العلمية الحاجة الى المؤشرات والمعايير لدراسة متغيرات الكلفة والانتاجية والزمن على ان تتميز هذه المؤشرات بالعلميةوالواقعية والوضوح والثبات وهناك طرق عديده في وضع المؤشرات اشار اليها المركز القومي للتخطيط الاداري (5) ،و Ostwald(6) ،و Hiar (7) ، والسامرائي (8) كما اهتم الداهري (9) بالمؤشرات الربحية واهتم سامونا (10) في وضع تعاريف لمؤشرات الكلفة كما اعتمد Ostwald معادلة لتحديد نسبة الخطاء بين الكلفة التخمينية والكلفة الحقيقية .

$$E= \{(Ce \backslash Ca) -1\}*100$$

حيث:

E : نسبة الخطاء

Ce : الكلفة التخمينية

Ca : الكلفة الحقيقية

عرف المركز القومي للتخطيط الاداري مؤشرات الكلفة " انها نوع من انوع التكاليف المحددة مسبقاً، تنطوي على مجموعة من الحقائق العلمية والفنية، يتم التوصل اليها عن طريق الدراسة الفنية والتجارب وهي ناتج جهود وتفكير الادارة والمهندسين والمحاسبين مجتمعاً وكتعريف حديث لمؤشرات الكلفة اشار اليه "Ostwald هي عبارة عن ارقام غير بعدية تعطي الكلفة في وقت نسبة الى سنة معينة كأساس بدون الدخول في حساب تفصيلي للكلفة وتستخدم لمقارنة الاختلاف بين الكلف او الاسعار لكمية ثابتة من البضائع والخدمات اي ان مؤشرات الكلفة تعبر عن التغيير في مستوى الاسعار بين فترتين من الزمن.

3- الجانب العملي

3-1 المسح الميداني

من خلال الدارسة الميدانية لعدد من الابنية المخزنية المنفذة من قبل شركة الفاو الهندسية العامة، وشركة رمضان مبارك، والاطلاع على بيانات الكلفة لعدد من الابنية المخزنية تم اختيار (50) بناية مخزنية منفذة خلال الفترة (1994-2003) تم حساب وتحليل مقاييس التوسط والتشتت لكلف عينة البحث وتبين ان هناك بعض الابنية المخزنية عبارة عن مخزن كبير واقسام مخزنية مضافة الى مجموعة مخازن منفذة مسبقاً لاغراض التوسع او لاغراض التنوع في المواد المخزنية، وبذلك تم التعامل مع تلك الابنية كابنية مخزنية مستقلة ضمن عينة البحث.

3-2 صفات عينة البحث

شملت العينة ابنية مخزنية متعددة الصفات الانشائية واساليب التشييد، والمواد الداخلة في التشييد، فهناك صفات عامة وصفات خاصة لهذه العينة كما يلي:

1- انها مشيدة من طابق واحد تستخدم لخزن المعدات او المواد الصناعية او المواد المخزنية.

2- تمتاز الابنية المخزنية لعينة البحث انها مخازن مختلفة الحجوم فمنها الكبيرة والصغيرة وهذا التصنيف تم اعتماده على اساس تحديدات خاصة بالابنية المخزنية.

3- طرق الانشاء الشائعة في تنفيذ الابنية المخزنية التي شملتها العينة عبارة عن ما يلي:

أ- هيكل من الخرسانة المسلحة (جسور او اعمدة)

ب- الاسس او الارضيات منفذة من الخرسانة المسلحة.

جـ- جدران حاملة وقواطع طابوق او الالمنيوم للتقطيع الداخلي.

د- السقف اما من الخرسانة المسلحة او من الهيكل المعدني المغطى بصفائح معدنية مغلونة .

شملت البيانات التاريخية التي تم الاعتماد عليها من عينة البحث التفاصيل التالية:

اولا- الكلفة الكلية لكل بناية مخزنية منفذة سابقاً.

ثانيا- سنة التشييد لكل بناية مخزنية سابقاً.

تختلف احجام الابنية المخزنية اعتماداً على بعض المتطلبات التي تم التوصل اليها من خلال تحليل البيانات لعدد من الابنية المخزنية وكما يلي :

1- عدد الوحدات البنائية

بعض المخازن عبارة عن وحدة بنائية واحدة تضم كافة الاقسام مثل (المخزن، والادارة، والخدمات، وحتى الاستعلامات) وغيرها.ولكن بعض المخازن عبارة عن مجموعة من

الوحدات البنائية المتفرقة، كل وحدة تؤدي غرض معين وهذا ما يزيد من متطلبات الطرق والساحات التي تربط بين الوحدات البنائية وهذا يزيد من حجم الابنية المخزنية.

2- المساحات والارتفاع

تصل مساحة بعض الابنية المخزنية الى (22000 م^2) كمجموع من الوحدات البنائية المتقاربة، وهناك مخازن تقدر مساحتها بـ(12000 م^2) كسقيفة واسعة بارتفاع معدله (10 م^2). ان زيادة المساحة والارتفاع يزيد من متطلبات عدد الاعمدة الداخلية الخرسانية او الحديدية كذلك زيادة عدد الجسور الرابطة، وزيادة الحاجة الى الرافعات الجسرية وحتى الرافعات الشوكية ويؤثر زيادة الارتفاع على تحديد نوع المواد الانشائية اللازمة لتشييد البناية المخزنية وعلى ابعاد مقاطع الجسور والاعمدة الخرسانية المسلحة او الحديدية.

3- أساليب التشييد

يختلف اسلوب تشييد الابنية المخزنية اعتماداً على مساحة المخزن والحجم ونوع مكائن النقل والحمل وحجمها ووزنها ويلاحظ من اساليب التشييد ان الخرسانة المسلحة تستخدم في تنفيذ الاسس والارضيات اضافة الى الجدران كهيكل خرساني مقطع بالطابوق او مغطى بالواح معدنية، اما السقف فينفذ من الخرسانة المسلحة كصب موقعي او قطع خرسانية مسبقة الصب كاسلوب شائع في تنفيذ سقوف المنشآت المخزنية (عينة البحث) او الجسور الخرسانية مسلحة مغطاة بالواح معدنية.اعتماداً على اهمية الخرسانة المسلحة كمادة انشائية رئيسية استخدمت في تشييد المنشآت المخزنية تم الاعتماد على الاختلاف الحاصل في اسعار تنفيذها خلال عشرة سنوات (1994-2003) في عملية اشتقاق مؤشرات الكلفة المقترحة للابنية المخزنية.

4- الكلفة الاجمالية للمخزن

تعتبر الكلفة مؤشر مالي يعطي صورة عن حجم المخزن، بغض النظر على نوع التجهيزات الخاصة المطلوبة ضمن عقد المقاولة والتي تزيد من الكلفة فكلما زادت كلفة المخزن دل ذلك على كبر جحمه مثل زيادة عدد الوحدات البنائية وزيادة المساحة والارتفاع، والعكس صحيح، مع اخذ سنة التشييد للمخازن القديمة محور الدراسة بنظر الاعتبار، حيث ان كلف التشييد للمخازن عام (1994 م) تختلف عن كلف التشييد عام (1995م) و(1996م) وهكذا.يتبين مما ورد اعلاه انه كلما قلت عدد الوحدات البنائية وقلت المساحة والارتفاع يأخذ

المخزن تصنيف (صغير الحجم)، مع اخذ مدة التشييد بالحساب فان زيادة المدة تعني انه زيادة التعقيدات خلال مرحلة التنفيذ كثيرة وهذا يزيد من الكلفة الغير مباشرة وبالتالي الكلفة الكلية بالرغم من صغر حجم المخزن .يمكن من خلال المتطليات اعلاه اقتراح تصنيف خاص بحجم الابنية المخزنية كما في الجدول (1) الذي يبين التحديدات التي تم الاعتماد عليها في وضع التصنيف.

جدول (1) تحديدات الحجم للمنشآت المخزنية (عينة البحث)

ت	حجم المنشأ	التحديدات			
		المساحة (متر المربع)	عدد المنشآت	حدود الكلفة للمنشآت للفترة(1994-2003) (مليون دينار)	حدود كلفة المنشآت بعد عام 2003 (المليون دينار)
1	كبير جداً	اكثر من 10000	اكثر من 4	(100 –2000)	اكثر من (2000)
2	كبير	(6000-10000)	(3-4)	(100 –1700)	اكثر من (1700)
3	متوسط	(2000 – 6000)	(2-3)	(70 – 1200)	اكثر من (1200)
4	صغير	(1000 – 2000)	2	(40 – 850)	اكثر من(850)
5	صغير جداً	اقل من 1000	1	(10 – 450)	اكثر من (450)

يلاحظ ان عينة البحث شملت كلفة منشآت مخزنية مختلفة الحجم قام الباحث بترتيبها على اساس الحجم كما في الجدول (2).

جدول (2) تصنيف كلف المنشآت المخزنية (عينة البحث) على أساس الحجم

السنة	كلف تنفيذ المنشآت المخزنية (مليون دينار) لكل حجم				
	كبير جدا"	كبير	وسط	صغير	صغير جدا"
1994	120	100	72	45	15
1995	145	120	87	60	29
1996	180	140	104	63	30
1997	250	204	146	72	44
1998	295	222	127	108	47
1999	420	300	197	140	48
2000	690	884	612	480	180
2001	1680	1080	780	420	248
2002	2200	1990	1380	900	480
2003	2135	1710	1200	840	420

3-3 تأثير فقرات المشروع على الكلفة الكلية

يتطلب تشييد أي مشروع هندسي انجاز الفقرات التالية :-

1. االاعمال المدنية (اعمال البناء والانهاءات) .
2. الاعمال الكهربائية .
3. الاعمال الميكانيكية .
4. الاعمال الصحية .
5. اعمال مختبرية .

بينت تحليلات الكلفة للمنشآت المخزنية عينة البحث ان نسبة كلفة الاعمال المدنية الى الكلفة الكلية للمنشأ المخزني تتراوح بين (35% - 78%) ، وان النسبة الاكثر شيوعا" هي (60%) ، اما النسب الواطئة للفقرات الانشائية أي اقل من (50%) فذلك بسبب وجود بعض المعدات والتجهيزات الخاصة المطلوب من المقاول تجهيزها ، وهي تزيد من الكلفة الكلية للمنشأ المخزني وبذلك تقل نسبة كلفة الاعمال المدنية .

يلاحظ من الجدول(1) في الملحق (1) ان الخرسانة المسلحة والخرسانة غير المسلحة واعمال الطابوق قد سجلت نسب كبيرة مقارنة مع الأعمال المدنية الأخرى فمثلا مخزن (A) كانت نسبة الخرسانة المسلحة فيه (61.98%) واعمال الطابوق (6.84%) كذلك بالنسبة لمخزن(B) كانت نسبة كلفة الخرسانة المسلحة (28.58%) واعمال الطابوق (9.1%) من مجموع (54.62%) من الأعمال المدنية.

تبين النسب الكلفوية أعلاه أهمية الخرسانة المسلحة كمادة إنشائية رئيسة تؤثر على كلف الاعمال المدنية بصورة خاصة وذلك يبرر قيام الباحث بوضع مؤشرات للاختلاف في أسعار تنفيذ الخرسانة المسلحة ساعدت على اشتقاق مؤشرات كلفة خاصة بالمنشآت المخزنية تستخدم في تخمين الكلف الأولية والاعتماد عليها في المتابعة والسيطرة على الكلف الموقعية .

اما الاعمال الكهربائية في مخزن صغير الحجم شكلت نسبة (15%) من الكلفة الكلية وهي نسبة مقاربة لمخزن كبير الحجم حيث شكلت الاعمال الكهربائية نسبة (16.38%) .

يلاحظ ان الخدمات الكهربائية تشكل عامل مهم في المخزن وقد تدخل هذه الخدمات في تبريد المخزن مهما كان حجم المخزن فمثلا" مخزن اغذية صغير الحجم ولكن يحتاج الى معدات كهربائية كبيرة لذلك زادت نسبة كلفة الاعمال الكهربائية الى الكلفة الكلية مقارنة مع مخزن كبير الحجم لكن حاجته للخدمات الكهربائية اقل لذلك لم يعتمد الباحث على الخدمات الكهربائية في اشتقاق المؤشرات.

تؤثركلفة الاعمال الميكانيكية لبعض المنشآت المخزنية ايضاً فيلاحظ ان مخزن صغير لكنه يحتوي معدات وتجهيزات ميكانيكية شكلت كلفتها نسبة (61.7%) من الكلفة الكلية

ولكن ذلك لاينطبق على مخزن الكبير الحجم حيث شكلت نسبة كلفة الاعمال الميكانيكية (17.6%) من الكلفة الكلية رغم كونه كبير الحجم.

اما الاعمال الصحية فهي تشكل نسبة كلفة تتراوح بين (1-5%) من الكلفة الكلية.

هناك بعض المنشآت المخزنية تحتاج الى معدات وتركيب مختبرية ضرورية لتشغيل هذه المنشآت وعلى المقاول تجهيزها ضمن فقرات العمل، تم الاطلاع على نموذج منها في مخزن (C) ويلاحظ انها شكلت نسبة كلفة (18.77%) من الكلفة الكلية وذلك لاهميتها.

3-4 المتطلبات التصميمية المؤثرة على كلف المنشآت المخزنية

تبين من خلال دراسة البيانات وتحليل كلف الابنية المخزنية (عينة البحث) بان كلف المنشآت المخزنية تتاثر بعدد من المتطلبات التصميمية وكما يلي :

1. تزداد كلفة المنشأ المخزني مع زيادة مساحة الاقسام التي يتكون منها المنشأ وذلك لزيادة متطلبات الاسس والارضيات وعدد الاعمدة الخارجية والداخلية وعدد الجسور .
2. ان تنظيم وتنسيق مواقع اقسام المخزن يساعد على سهولة الحركة والمناولة خلال مراحل التنفيذ وهذا يؤدي الى قلة تكاليف النقل والمناولة للمواد وسهولة حركة الاليات والمعدات وبالتالي السرعة في الانجاز والتقليل في الكلفة .
3. يوجد نوع من الارضيات تحتاج الى مضافات خاصة بمتطلبات مقاومة التآكل والتشقق والاحمال العالية والصدمات حيث تحتاج بعض المنشآت المخزنية الى ارضيات معدنية وهذا يزيد من كلفة المنشأ المخزني.
4. يتم تحديد نوع الجدران الخارجية والداخلية اعتمادا" على نوع المكائن المستخدمة في المخزن وعلى نوع المادة المخزونة اضافة الى الظروف الجوية المحيطة بالمخزن من ناحية درجة الحرارة والرطوبة فهناك جدران خرسانية مسلحة وبعضها من الطابوق او من الالواح المعدنية وبذلك فكلما زادت متطلبات المتانة والمقاومة للجدران كلما زادت كلفة المنشأ المخزني .
5. تعتبر الاضاءة داخل وخارج المخزن ضرورية ولتقليل الكلفة يتم اللجوء الى الاضاءة الطبيعية التي تعتمد على زيادة عدد الفتحات والنوافذ في الجدران والسقوف وذلك لتقليل متطلبات الاضاءة الصناعية التي تحتاج الى مآخذ وقابلوات واسلاك كهربائية ذات اسعار عالية تزيد من كلفة المنشأ.
6. تمتاز المنشآت المخزنية المتعددة الطوابق بانها اقل كلفة من المنشآت المخزنية ذات طابق واحد والتي تشغل مساحة اكبر لانتشار وحداتها البنائية على مساحة واسعة وهذا يزيد من متطلبات الطرق والخدمات الكهربائية والميكانيكية والصحية

7. تزداد كلفة المنشآت المخزنية مع زيادة الحاجة الى ابنية ادارية منفصلة لذلك يفضل انشائها داخل البناية المخزنية لتقليل الحاجة الى انشاء وحدات بنائية اضافية كأبنية ادارية .
8. تحتاج بعض المنشآت المخزنية الى مختبرات خاصة ومهمة للعملية الخزن وهذا يزيد من كلفة المنشأ لحاجة المختبرات الى خدمات كهربائية وميكانيكية وصحية خاصة اضافة الى متطلبات السلامة الصناعية التي تحدد نوع الابواب والارضيات ومنافذ الهروب والسلالم وغيرها .
9. يختلف اسلوب التسقيف من منشأ مخزني الى آخر اعتمادا" على مساحة المنشأ وارتفاعه ونوع الرافعات الجسرية المستخدمة اضافة الى متطلبات اخرى ، فاذا كان السقف من الخرسانة المسلحة وبصب موقعي تزداد الكلفة كونه يحتاج الى سيطرة موقعية ومعالجات خاصة ، اما اذا كان السقف خرساني مسبق الصب فهذا يقلل من الكلفة لسهولة التنفيذ وتمتاز السقوف المغطاة بالواح معدنية بكونها سهلة وسريعة التنفيذ عدا انه ارتفاع اسعار الهيكل المعدني قد يزيد من الكلفة .
10. تحتاج بعض المنشآت المخزنية الى تراكيب واجهزة خاصة ضرورية لتشغيل المنشأ المخزني مثل تراكيب الانارة الخاصة واجهزة الفحص ومتطلبات كهربائية ضد الانفجاروغيرها من الاجهزة التي تزيد من كلفة المنشأ المخزني والتي على المقاول دراسة امكانية تجهيزها ونصبها لتجنب المجازفة .

يتبين مما ورد اعلاه ان المتطلبات التصميمية يزداد تاثيرها على الكلفة مع زيادة حجم المنشأ المخزني وان كلف تنفيذها تزداد مع زيادة اسعار الموارد (المواد والعمال والمعدات) اللازمة لتنفيذها.

3-5 اشتقاق مؤشرات كلفة لتخمين الكلفة الأولية للمنشآت المخزنية

تمكن الباحث من اشتقاق مؤشرات كلفة لتخمين الكلف الأولية للمنشآت المخزنية اعتمادا" على المعطيات التالية :

1. الدراسة النظرية للمؤشرات الشائعة الاستخدام في مجال الإدارة الإنشائية التي تضمنت تعريف المؤشرات وأنواعها واستخداماتها وطرق حسابها .
2. دراسة وتحليل البيانات الخاصة بعينة البحث التي تمخض عنها الحصول على المعلومات التالية :
   أ. كلف تشييد المنشآت المخزنية (عينة البحث) والعوامل المؤثرة عليها .
   ب. تحديد الفقرات المهمة ضمن الأعمال المدنية.
   ج. تحديد نسبة كلفة أعمال الخدمات والانهاءات والتجهيزات الخاصة.

د. الاختلاف في كلف تشييد المنشآت المخزنية خلال فترة عشرة سنوات (1994 – 2003) .

هـ. الاختلاف في أسعار تنفيذ الخرسانة المسلحة وتأثيرها على كلفة المنشأ المخزني.

و. تصنيف المنشآت المخزنية إلى أحجام مختلفة اعتمادا" على تحديدات اعتمد عليها الباحث في التصنيف في الجدول رقم(1) .

تم إيجاد مقاييس كلفوية للمنشآت المخزنية عينة البحث اعتماداً على مقارنة الكلفة لكل منشأ ضمن عينة البحث مع كلف المنشآت المخزنية المنفذة خلال الفترة (1994- 2003)وضمن عينة البحث أيضاً وتبين الجداول التالية من الملحق رقم (2) مقاييس الكلفة لكل حجم من أحجام المنشآت المخزنية عينة البحث .

1. جدول (1) يبين مقاييس الكلفة للمنشآت المخزنية من نوع (كبير جدا") .
2. جدول (2) يبين مقاييس الكلفة للمنشآت المخزنية من نوع (كبير) .
3. جدول (3) يبين مقاييس الكلفة للمنشآت المخزنية من نوع (وسط) .

إضافة الى مقاييس الكلفة التي تبين اختلاف الكلف للمنشآت المخزنية خلال عشرة سنوات (1994 – 2003) تم إيجاد مقاييس تبين الاختلاف في أسعار تنفيذ الخرسانة المسلحة لتلك المنشآت كما في الجدول (4) .

تمثل الأرقام بصور عمودية على يمين جداول مقاييس الكلفة المقترحة سنوات التنفيذ للمنشآت المخزنية المطلوب أيجاد مقاييسها الكلفوية أما أرقام السنين الأفقية فتمثل سنوات التنفيذ للمنشآت المخزنية التي تم الأعتماد عليها كمصدر لإيجاد مقاييس الكلفة ، ولإيجاد مقياس الكلفة لمخزن كبير جداً منفذ عام (2000) بالمقارنة مع مخزن مماثل منفذ عام (1995) فان مقياس الكلفة هو (6,62) .

3-6 اشتقاق مؤشرات لحساب الكلفة الأولية للمنشآت المخزنية المقترحة اعتمادا" على مقاييس الكلفة المقترحة .

تم اشتقاق مؤشرات لحساب الكلفة الأولية للمنشآت المخزنية المقترحة اعتمادا" على مقاييس الكلفة المشار أليها في الجداول (1) و (2) و (3) و(4) من الملحق رقم (2) بموجب الخطوات التالية :

- تحديد رقم سنة الأساس لكلف المنشآت المخزنية (عينة البحث) وأسعار تنفيذ الخرسانة المسلحة لكل متر مكعب ونرمز لها بالحرف (أ) وكما يلي :

أ. تحديد عام (1994) كسنة أساس لكلف المنشآت المخزنية المنفذة للفترة من (1994 – 1998) .

ب. تحديد عام (1999) كسنة أساس لكلف المنشآت المخزنية المنفذة للفترة من (1999 – 2003) .

- إن سنوات الأساس أعلاه تم تحديدها على أساس الارتفاع الكبير في كلف تشييد المنشآت المخزنية خلال عام (1998) فصاعدا" ، أما كلف التشييد للفترة (1994 – 1998) كان اختلافها قليلا وارتفاعها تصاعديا" بصورة منتظمة .
- نرمز لرقم السنة التي شيد فيها المنشأ المشابه للمنشأ المقترح بالرمز (ب).

في حالة عدم وجود بيانات تاريخية عن المنشأ المخزني المنفذ سابقاً المشابه للمنشأ المخزني المقترح يتم الاعتماد على أي منشأ مخزني آخر مقارب في حجمه ومساحته إضافة الى أسلوب ونوع التشييد المشار أليه في الجدول (1) .

- نرمز لرقم السنة التي سيشيد فيها المنشأ المخزني المقترح بالرمز (ج).
- اختيار مقياس الكلفة الملائم للمنشأ المخزني المنفذ سابقا" (المشابه للمنشأ المقترح) وكلفة المنشأ في سنة الأساس وذلك من جداول مقاييس الكلفة أعلاه التي تم إعدادها.

$$ق_1 = \frac{ك_ب}{ك_أ} \quad \text{.....} \quad (1)$$

حيث :

ق1: مقياس الكلفة لكل منشأ صناعي منفذ سابقا" في (عينة البحث)

$ك_ب$: كلفة المنشأ الصناعي المنفذ سابقا" من عينة البحث (دينار) .

$ك_أ$: كلفة المنشأ الصناعي المماثل المنفذ سابقا" في سنة الأساس (دينار) .

- اختيارمقياس التغير في أسعار تنفيذ الخرسانة المسلحة ($ق_2$) اعتمادا" على سعر تنفيذ الخرسانة المسلحة لكل متر مكعب للمنشأ المنفذ سابقا" (مشابه للمقترح) وسعر تنفيذ الخرسانة المسلحة لكل متر مكعب للمنشأ المنفذ في سنة الأساس وذلك من الجدول (4) الذي تم إعداده بتطبيق المعادلة التالية :

$$ق_2 = \frac{\text{سعر الخرسانة المسلحة للمنشأ المنفذ سابقا"}}{\text{سعر الخرسانة المسلحة في السنة الأساس}} \quad \text{.....} \quad (2)$$

نفرض ان المنشأ المقترح سيشيد خلال عام (2004) مثلاً

فيتم مقارنة اسعار تنفيذ الخرسانة المسلحة السائدة عام (2004) مع اسعار تنفيذ الخرسانة المسلحة في سنة الاساس

- في حال ا ق3 =– سعر الخرسانة المسلحة للمنشأ و السائد عام / سعر الخرسانة المسلحة في السنة الأساس ..... (3)

فيتم مقارنة اسعار تنفيذ الخرسانة المسلحة السائدة حالياً بالاضافة الى التضخم مع اسعار تنفيذ الخرسانة المسلحة في سنة الاساس المنتخبة كما في المعادلة التالية:

$$\bar{ق}_3 = \frac{\text{سعر الخرسانة المسلحة للمنشأ السائد حالياً (1 + نسبة التضخم)}}{\text{سعر الخرسانة المسلحة في السنة الأساس}} \quad \textbf{(4)}$$

- أيجاد مؤشر كلفة المنشأ المقترح حاليا" اي خلال عام 2004 (م) من علاقة النسبة والتناسب بموجب المعادلة التالية :

$$\textbf{م} = \frac{\textbf{ق3 ق1}}{\textbf{ق2}} \quad \textbf{(5)}$$

- إيجاد مؤشر الكلفة للمنشأ المقترح اذا كان سيشيد بعد عام (2004) من المعادلة التالية:

$$\bar{\textbf{م}} = \frac{\bar{\textbf{ق}}\textbf{3 ق1}}{\textbf{ق2}} \quad \textbf{(6)}$$

- حساب الكلفة الاولية المتوقعة للمنشأ (كچ) المقترح لكل من الحالتين التاليتين :

– في حالة وجود منشأ منفذ سابقا" ومماثل بنسبة (100%) للمنشأ المقترح الذي سينفذ حاليا" بموجب المعادلة التالية :

$$\textbf{كچ} = \textbf{م كأ} \quad (7)$$

- في حالة عدم وجود منشأ منفذ سابقا" مماثل بنسبة (100%) للمنشأ المقترح الذي سينفذ حاليا"

$$\text{ك}_{\text{ج}} = \frac{\text{م ك}_{\text{أ}}}{\text{ن}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(8)}$$

يتم اختيار منشأ مقارب للمنشأ الصناعي المقترح بموجب المعادلة التالية :

حيث :

ن : نسبة التقارب بين المنشأ المنفذ سابقا" والمنشأ المقترح (%)

4- تقويم المقاييس و المؤشرات والمعادلات المقترحة على أساس تطبيقي واستبيان تقويمي .

لتقويم المقاييس والمؤشرات المقترحة لحساب الكلف الأولية للمنشآت المخزنية تم اعتماد أسلوبين هما :

- التطبيق العملي للمقاييس والمؤشرات المقترحة على منشآت منفذة سابقا" وأخرى تنفذ " خلال عام 2003 .
- الاستبيان التقويمي الذي شمل عدد من المهندسين في شركة الفاو الهندسية العامة من ذوي الاختصاص في مجال تشييد المنشآت المخزنية .

استطاع الباحث من خلال الأسلوبين أعلاه تقويم مؤشرات الكلفة والمقاييس المشتقة وبيان أهميتها ودقتها وسهولة استخدامها من قبل الجهة المستفيدة (شركة الفاو الهندسية العامة)

قام الباحث بانتخاب منشأين هما منشأ منجز متوسط الحجم مشابه لمنشأ آخر منفذ عام 1998 ومنشأ كبير الحجم (بنسبة إنجاز 50%) مشابه الى منشأ آخر منفذ عام 2000 وتم حساب الكلفة الأولية لكل من المنشأين أعلاه اعتمادا" على مؤشرات الكلفة المقترحة والمقاييس المشتقة كما في الجدول رقم (3) الذي يبين الكلف المتوقعة والكلف الحقيقية والمقاييس للابنية المخزنية المتوسطة الحجم وكانت نتائج حسابات الكلفة الأولية مقاربة بنسبة (77%) للكلفة التخمينية التعاقدية المحسوبة من قبل الشركة المقاولة المنفذة .

- تمكن الباحث من بناء برنامج حاسوبي بلغة (Visual Basic) لمعالجة حسابات الكلفة الاولية وتسجيل عملية ادخال البيانات التاريخية والبيانات الحالية للتوصل الى الكلفة الاولية التقريبية.

جدول (3) تطبيق عملي لمؤشرات الكلفة للابنية المخزنية متوسطة الحجم

سنة التشييد للمنشاء المقترح	سنة الاساس	مؤشر الكلفة	الكلفةالحقيقية مليون دينار(y)	الكلفة المتوقعة مليون دينار(x)
1995	1994	1,21	87	87,12
1996	1994	2,17	104	156,6
1997	1994	2,69	146	193,6
1998	1994	1,98	127	142,5
1999	1994	3	197	216
2000	1999	3,74	612	737,3
2001	1999	4,84	780	945,6
2002	1999	9,69	1380	1908,9
2003	1999	7,64	1200	1506,6

5-التحليل الاحصائي لتطبيقات المؤشرات المقترحة

تم الاعتماد على ايجاد معامل الارتباط الخطي البسيط الذي يمثل القيمة العددية للعلاقةبين متغيرين ويرمز له بالرمز r_{xy} وتم اعتماد الصيغة الاحصائية المناسبة لحساب معامل الارتباط الخطي على اساس ان النتائج المشار اليها في الجدول رقم (3) غير مبوبة وكما يلي:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})(y_i - \overline{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2 \sum_{i=1}^{n} (y_i - \overline{y})^2}}$$

حيث:

r_{xy}: معامل الارتباط الخطي بين الكلف الحقيقية والكلف المتوقعة المشار اليها في الجدول (3).

X: تمثل قيم الكلف المتوقعة للابنية المخزنية في الجدول رقم (3)

Y: تمثل قيم الكلف الحقيقية للابنية المخزنية في الجدول رقم (3)

$\overline{x}$: الوسط الحسابي لقيم الكلف المتوقعة في الجدول رقم (3)

$\overline{y}$: الوسط الحسابي لقيم الكلف الحقيقية في الجدول رقم (3)

n : عدد القيم في الجول رقم (3)

تم خلال جدولة الحسابت الاحصائية الحصول على القيم التالية :

أ- مجموع قيم $(y-y)^2$ =2037085.93

ب- مجموع قيم $(x-x)^2$ =2627866.81

ج- مجموع حاصل ضرب (y-y) (x-x) =2709610.32

اعتمادا على النتائج في (أ ،ب،ج) اعلاه تم تطبيق معادلة ايجاد معامل الارتباط الخطي r_{xy} وكما يلي:

$$r_{xy} = \frac{2709616.32}{\sqrt{2627866.81 - 2037085.93}}$$

وبذلك يكون مقدار r_{xy} = 1.17

تتراوح قيمة معامل الارتباط البسيط بين (+1و -1) فاذا كانت (+1) يدل ذلك على وجود ارتباط قوي موجب بين قيم (x,y) واذا كانت القيمة(-1) يدل على وجودارتباط قوي سالب بين تلك القيم وبذلك يتبين لنا من خلال التحليل الاحصائي لقيم الكلف المتوقعة مقارنة مع الكلف الحقيقية ان هناك ارتبط خطي قوي وموجب وهذا يعزز دور المؤشرات الكلفوية التي اقترحها الباحث.

قام الباحث بايجاد الخط المستقيم الذي يوضح العلاقة بيين الكلف الحقيقية والمتوقعة بايجاد قيمة كل من ($\bar{a}, \hat{b}$) التي تحدد شكل واتجاه هذا المستقيم ، حيث تم الاعتماد على المعادلة او الدالة ($\bar{a} = \bar{y} - \hat{b}\,\bar{x}$) حيث تمثل (a) في الحقيقة مقطع خط النحدار مع المحور الصادي وتسمى ($\hat{b}$) معامل النحدار اي مقياس يوضح مقدار (y) اذا ما تغيرت(x) بوحدة واحدة.

اذا كانت قيمة ($\hat{b}$) موجبة تعني ان العلاقةبين (x,y) موجبة والقيمة السالبة لها تعني ان العلاقة عكسية.

$$\hat{b} = \frac{\sum x_i\, y_i - n\,\bar{x}\,\bar{y}}{\sum x_i^2 - n\,\bar{x}^2}$$

$$= \frac{5743778.54 - 9(337129.42)}{7488076.07 - 9(428894)}$$

= 0.746

وبذلك نستطيع حساب قيمة $\bar{a}$ من المعادلة التالية :

$$\bar{a} = \bar{y} - \hat{b}\,\bar{x}$$

= 514.78 – 0.746 (654.9)

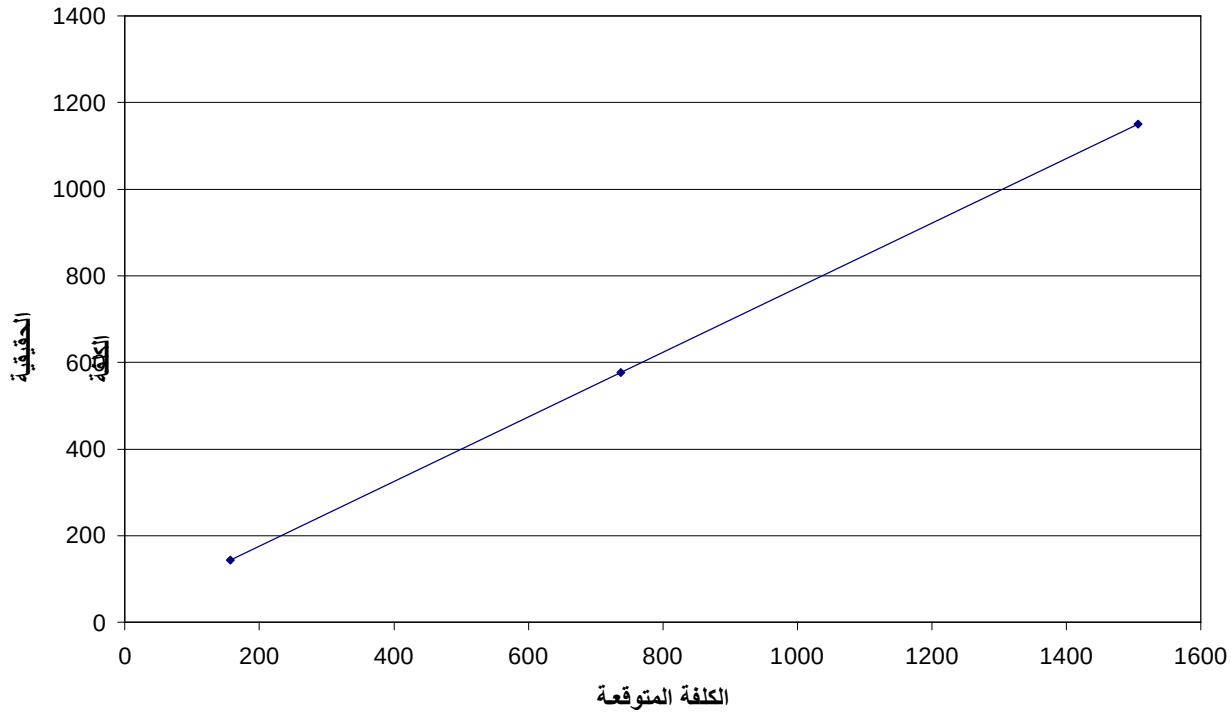
= 26.23

وبذلك نستطيع تحديد معادلة النحدار المطلوبة وهي ($\hat{y}=\overline{a}-\overline{b}\ \overline{x}$) ثم نرسم المعادلة من خلال اختيار ثلاثة قيم الى (x) ونعوضها في المعادلة اعلاه ،حيث كانت القيم التي اختارها الباحث من الجدول رقم (3) هي الكلف المتوقعة (1506,6 و737,3 و156,6) لغرض ايجاد ($\hat{y}$) لكل منها وكما يلي:

$\hat{y}_1 =$ 26.32 + 0.746x

26.32+0.74*1506.6 =1150.22

وبذلك نستطيع رسم المعادلة مالشكل الانتشاري كما في الشكل (1) ونستطيع بذلك التنبؤ بقيمة (X) اذا علمت قيمة (Y) اعتمادا على الشكل (1) وهذا يعزز امكانية المؤشرات المقترحة في توقع الكلف الاولية للابنية المخزنية.



الشكل (١) يبين رسم معادلة الانحدار الخطي

9 – 2 الاستنتاجات

أدناه مجمل الاستنتاجات المستنبطة وحسب ورودها خلال مراحل البحث :

1. من خلال استعراض أنواع الطرق التقريبية الشائعة في تخمين الكلف الأولية وتحديد مواطن الضعف في كل طريقة تم التوصل الى حقيقة صعوبة تطبيق هذه الطرق في حساب الكلف الأولية للمنشآت المخزنية وذلك لخصوصيتها كونها مختلفة الأنواع والارتفاعات والمساحات والحجوم وأساليب التشييد ونوع المواد الإنشائية اعتمادا" على متطلبات خاصة لكل منشأ مثل (نوع المكائن ، عدد العمال ، أسلوب مناولة المواد الاولية والمنتجة ...الخ) .
2. ان المنشآت المخزنية لها خصوصية تختلف عن الأبنية الإدارية والسكنية والمشاريع الهندسية الأخرى ، فالأرضيات للمنشآت المخزنية لها متطلبات خاصة لحمايتها وزيادة تحملها ، كذلك الجدران لها مواصفات خاصة تتعلق بمخاطر الانفجار او الإشعاع .
3. تبين من خلال دراسة كلف المنشآت المخزنية (عينة البحث) حصول ارتفاع في كلف التشييد خلال عشرة سنوات (1994 – 2003) حيث تختلف كلف عام (1994) عن كلف عام (2003) وخصوصا" الارتفاع الحاصل في الكلف خلال
عام (1998) وذلك بسبب عوامل عديدة منها اقتصادية وسياسية ومالية واهمها الحصار المفروض على قطر العراق .
ان التزايد في اختلاف الكلف المشار اليها أعلاه دفع الباحث الى دراسة امكانية ايجاد مؤشرات كلفة مبنية على أساس علاقة كلف المنشآت المخزنية مع الزمن .
4. تم من خلال الاستبيان التقويمي الحصول على تأييد وقناعة عدد من المهندسين العاملين في شركة الفاو الهندسية العامة (عينة الاستبيان) حيث حصل النظام المقترح على درجة (ممتاز وجيد جدا") بنسبة (44%) وعلى درجة (جيد) بنسبة (46%) أي بنسبة قبول مقدارها (90%) حيث شمل الاستبيان شرح اسلوب حساب الكلف الاولية من خلال تطبيق مؤشرات الكلفة والمعادلات المشتقة اضافة الى السيطرة على الكلف الموقعية .
5. تبين للباحث ان معامل الارتباط الخطي بين الكلف الحقيقية والكلف المتوقعةللابنية المخزنية اعتمادا على المؤشرات المقترحة هو 1,17 وهو ترابط قوي موجب.
6. يستطيع مستخدم المؤشرات ان يعتمد على الشكل رقم (1) في التنبؤ في كلفة الابنية المخزنية المقترحة حيث يمثل الخط الستقيم الانحدار الخطي للعلاقة بين الكلف المتوقعة والكلف الحقيقية للابنية المخزنية.

9 – 3 التوصيات

ادناه التوصيات التي يقترحها الباحث على الاستنتاجات التي توصل اليها خلال البحث :

1. يجب ان يكون في متناول يد مساح الكميات معلومات عن اساليب التشييد ومواد البناء الشائعة للمنشآت المخزنية وذلك من خلال التوثيق الصحيح للمعلومات التاريخية الخاصة بالمنشآت المخزنية المنفذة سابقا". ويجب الاشارة الى المشاكل والمعوقات الانشائية التي واجهت الشركة خلال تنفيذ بعض الاجزاء الخاصة والتي لايتلائم حجمها مع كلفتها لغرض اخذها بالحساب عند مقارنة كلفة منشا صناعي مع آخر .
2. تحتاج مؤشرات الكلفة التي اشتقها الباحث الى تحديث مستمر وذلك مع استمرار تشييد منشآت المخزنية حديثة لغرض الدقة في استخدام مؤشرات الكلفة ، وهو اسلوب متبع من قبل المؤسسات ذات الاهتمام بمؤشرات الكلفة حيث تقوم بتحديث واضافة أي كلف جديدة مع تثبيت علاقتها مع كلف سنة الاساس .

REFERENCES

1-Young, TL." How to be a better project manager " Copyr Licensing Agency ,London ,1997

2-Dean ,R.C"Estimating and Tendering for Building Work"Kent,1986

3-Ashworth , A."Building Economic and Cost Control" Butter Worth & CO,(Publisher)Ltd,Great Britan, 1983

4-Karsheyas ,S"Predesign Cost Estimating&Estimates" Orient Longman,new Dilhe 1979.

5-وزارة التخطيط ، المركز القومي للتخطيط والتطوير الاداري "تطبيقات الكلفة المعيارية في المنشآت الصناعية" دراسة رقم 163 ،بغداد ،1989 .

6-Ostwald , P .F"Construction Cost Analysis And Estimating" Printing Hall, new jersey,2001.

7-Haira,N.Ahuja "Successful Construction Cost Control" John Wiley & Sons, Inc,Canda,1980.

8- السامرائي، ماهر عبد المجيد عبد الرحمن " اشتقاق معادلات حساب الاوزان المعيارية للفقرات الانشائية لتقييم العمل لمشاريع المباتي " رسالة ماجستير، الجامعة التكنولوجية، 2000 ،بحث غير منشور.

9- الداهري، د.عبد الوهاب مطر "تقييم المشاريع ودراسات الجدوى الاقتصادية" دار الحكمة للطباعة والنشر، جامعة بغداد ،1991.

10- سامونا، نجيب انطوان والعزاوي محمد عبد الوهاب" المحاسبة الادارية ، التخطيط والرقابة" الجامعة المستنصرية ، بغداد ،1979.

الملحق رقم (1)

جدول (1) كلفة الاعمال المدنية لبعض الابنية المخزنية(عينة البحث)

نوع المخزن	الكلفة الكلية مليون دينار	تفاصيل الاعمال المدنية	الكلفة مليون دينار	نسبة كلفة الفقرة
مخزن نوع A	36,80	-اعمال الخرسانة المسلحة والهيكل	22,81	61,9
		-اعمال الطابوق	2,52	6,8
		-الانهاءات	4,35	9,3
مخزن B	770	-اعمال الخرسانة المسلحة	220,08	28,58
		-اعمال التقطيع بالطابوق	70	9,1
		-الانهاءات	75	9,8
		-طرق وساحات	54,8	7,14

الملحق رقم (2)/ جدول (1) مقاييس الكلفة للمنشآت المخزنية الكبيرة جدا"

السنة	مؤشرات الكلفة									
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1994	1	0.82	0.67	0.48	0.41	0.28	0.13	0.07	0.05	0.056
1995	1.21	1	0.81	0.58	0.49	0.34	0.15	0.08	0.06	0.07
1996	1.5	1.24	1	0.72	0.61	0.43	0.19	0.11	0.08	0.084
1997	2.1	1.7	1.40	1	0.85	0.59	0.26	0.15	0.11	0.12
1998	2.4	2	1.64	1.2	1	0.70	0.31	0.17	0.13	0.14
1999	3.5	2.89	2.34	1.68	1.42	1	0.44	0.25	0.19	0.19
2000	8	6.62	5.34	3.84	3.25	2.28	1	0.57	0.43	0.45
2001	14.1	11.58	9.72	6.72	5.69	4.00	1.75	1	0.76	0.78
2002	18.40	15.17	13.22	8.8	7.45	5.23	2.3	1.3	1	1.03
2003	17.8	14.72	11.8	8.54	7.23	5.1	2.2	1.27	0.97	1

جدول (2) مقاييس الكلفة للمنشآت المخزنية الكبيرة الحجم

السنة	مؤشرات الكلفة									
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1994	1	0.84	0.71	0.49	0.45	0.34	0.11	0.09	0.05	0.05
1995	1.2	1	0.86	0.59	0.54	0.40	0.13	0.13	0.06	0.07
1996	1.4	1.17	1	0.67	0.63	0.47	0.16	0.13	0.07	0.08
1997	2.04	1.7	1.45	1	0.92	0.68	0.23	0.19	0.10	0.12
1998	2.22	1.85	1.58	1.1	1	0.74	0.25	0.20	0.11	0.13
1999	3.00	2.5	2.14	1.47	1.35	1	0.34	0.28	0.15	0.17
2000	8.84	7.37	6.3	4.40	3.9	2.95	1	0.85	0.44	0.52
2001	10.8	9.00	7.7	5.29	4.86	3.6	1.22	1	0.54	0.63
2002	19.9	16.5	14.2	9.7	8.9	6.64	2.25	1.84	1	1.16
2003	17.1	14.3	12.2	8.4	7.7	5.7	1.93	1.58	0.86	1

الملحق رقم (2)

جدول (3) مقاييس الكلفة للمنشآت المخزنية المتوسطة الحجم

السنة	مؤشرات الكلفة									
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1994	1	0.83	0.69	0.49	0.56	0.36	0.18	0.09	0.05	0.06
1995	1.21	1	0.83	0.59	0.68	0.44	0.22	0.11	0.06	0.07
1996	1.45	1.20	1	0.70	0.71	0.53	0.27	0.14	0.07	0.09
1997	2.02	1.67	1.40	1	1.14	0.74	0.37	0.19	0.10	0.12
1998	1.76	1.45	1.22	0.86	1	0.64	0.32	0.16	0.1	0.11
1999	2.73	2.26	1.89	1.11	1.55	1	0.5	0.25	0.14	0.16
2000	5.4	4.48	3.75	2.67	3.1	1.97	1	0.5	0.28	0.32
2001	10.8	8.96	7.5	5.34	6.14	3.90	2.00	1	0.56	0.65
2002	19.16	15.81	13.26	9.45	10.8	7.00	3.53	1.79	1	1.15
2003	16.7	13.8	11.53	8.2	9.4	6.1	3.1	1.5	0.87	1

جدول (4) مقاييس التغير في أسعار الخرسانة المسلحة خلال الفترة (1992 –2001)

السنة	مؤشرات التغير في معدلات أسعار الخرسانة المسلحة									
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1994	1	0.25	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.011	0.012
1995	4	1	0.32	0.22	0.20	0.15	0.11	0.06	0.045	0.047
1996	12.5	3.13	1	0.72	0.63	0.5	0.33	0.20	0.13	0.15
1997	17.5	4.37	1.4	1	0.88	0.64	0.46	0.27	0.20	0.21
1998	20	5	1.6	1.14	1	0.73	0.53	0.31	0.23	0.24
1999	27.5	6.87	2.2	1.57	1.37	1	0.72	0.42	0.31	0.32
2000	38	9.5	3.04	2.17	1.9	1.9	1	0.58	0.43	0.44
2001	65	16.20	5.2	3.7	3.25	2.36	1.71	1	0.73	0.76
2002	90	22.5	7.2	5.14	4.5	3.27	2.36	1.38	1	1.05
2003	85	21.20	6.8	4.85	4.25	4.1	2.23	1.30	0.095	1