# استخدام تحليل الانحدار لتحديد سلوك التكاليف الصناعية غير المباشرة
# Using regression Analysis to determine the behavior of the factory overhead costs

| المدرس الدكتور الاء شمس الله الخزعلي | المدرس الدكتور حيدر عبد الحسين المستوفي |
|---|---|

المستخلص: -

أن تركيزنا على التكاليف الصناعية غير المباشرة يكمن في كون الأهمية النسبية لهذه التكاليف قياساً بعناصر التكاليف الأخرى قد ازدادت بشكل ملحوظ وكبير في البيئة الصناعية الحديثة وتعدد بنودها بسبب الاعتماد على المكننة العالية في الإنتاج والتي ادت إلى انخفاض كلف العمالة كنتيجة طبيعية لاستخدام الآلات والمعدات ذات التقنية العالية المبرمجة والذي يتطلب ضبط واحكام الرقابة على هذا النوع من التكاليف محاولة من المسؤولين في تخفيضها إلى حدودها الممكنة شرط المحافظة على الجودة والنوعية.

ويعتبر أسلوب الانحدار الخطي البسيط والمتعدد ، احد الاساليب الكفوءة والفعالة لتحقيق هذه الاهداف في ظل الظروف البيئية الحديثة والذي اهمل استخدامه من قبل اغلب منشآتنا الصناعية حيث يمثل الطريقة المناسبة لتحديد سلوك عناصر التكاليف الصناعية غير المباشرة

## Abstract:

**That our focus on cost industrial indirect lies in the fact that the relative importance of these costs compared with elements other costs have increased significantly and in the environment of modern industrial and multiple clauses due to reliance on mechanization high in production and that led to lower cost labor as a natural result of the use of machinery and equipment of high-tech programmed, which requires control and tighten control on this type of an attempt by officials costs reduced to its borders possible requirement to maintain quality.**

**The method is simple linear regression and multiple, one efficient and effective methods to achieve these goals in the light of modern environmental conditions and neglected used by most of our industrial facilities, where is the appropriate way to determine the behavior of industrial indirect costs.**

## المقدمة :

اتسمت العقود الاخيرة من القرن العشرين بمميزات خاصة جعلت من الظروف البيئية المحيطة بالصناعة بالغة التعقيد كنتيجة طبيعية للتطورات السريعة في مجال الاعتماد على الاتمتة الكاملة في بعض هذه الصناعات وان هذه الخصائص والسمات كانت لها انعكاسات

ذات اثر واضح وبالغ الاهمية على النظم الداخلية والخارجية للمنظمات الصناعية الحديثة بشكل عام ونظم التكاليف بشكل خاص التي تحتل مكانة هامة وتلعب دوراً بارزاً من بين مجموعة النظم المستخدمة، حيث اصبح تكيفها وتلائمها للمتغيرات البيئية الجديدة امرا محتوماً لمواكبة التطور الحاصل، حيث انعكست تأثيراتها على الهياكل التنظيمية والأساليب المستخدمة مما جعل الأساليب الكلفوية المستخدمة في تحديد الكلف بشكل عام والكلف الصناعية غير المباشرة بشكل خاص غير مواكبة لهذه التطورات وبالتالي بات من الضروري اللجوء إلى أساليب اكثر كفاءة وفاعلية والتي تحقق الدقة والموضوعية في مجال تحديد هذه الكلف في ظل هذه الظروف البيئية الحديثة للصناعة ومن هنا جاء بحثنا هذا الذي يركز على استخدام احد النماذج الكمية الرياضية والاحصائية في محاولة لتحقيق الأغراض المنشودة من الرقابة الشاملة على الكلف الصناعية غير المباشرة.

أن تركيزنا على التكاليف الصناعية غير المباشرة يكمن في كون الأهمية النسبية لهذه التكاليف قياساً بعناصر التكاليف الأخرى قد ازدادت بشكل ملحوظ وكبير في البيئة الصناعية الحديثة وتعدد بنودها بسبب الاعتماد على المكننة العالية في الإنتاج والتي ادت إلى انخفاض كلف العمالة كنتيجة طبيعية لاستخدام الآلات والمعدات ذات التقنية العالية المبرمجة والذي يتطلب ضبط واحكام الرقابة على هذا النوع من التكاليف محاولة من المسؤولين في تخفيضها إلى حدودها الممكنة شرط المحافظة على الجودة والنوعية.

أن هدف احكام الرقابة وزيادة فاعليتها يتطلب حتماً استخدام الاسلوب الذي يأخذ بنظر الاعتبار كل العوامل المؤثرة على هذا النوع من التكاليف الصناعية وبالتالي فان تقدير وتحديد التكاليف الصناعية غير المباشرة تعتبر الخطوة الاولى في الرقابة عليها من اجل أن تكون الادارات عادلة في المحاسبة على الانحرافات التي تحدث اثناء عملية التنفيذ وتشخيص المسؤولين عنها بدقة وتطبيق محاسبة المسؤولية بشكل كفوء وفاعل. ويعتبر أسلوب الانحدار الخطي البسيط والمتعدد ، احد الاساليب الكفوءة والفعالة لتحقيق هذه الاهداف في ظل الظروف البيئية الحديثة والذي اهمل استخدامه من قبل اغلب منشآتنا الصناعية حيث يمثل الطريقة المناسبة لتحديد سلوك عناصر التكاليف الصناعية غير المباشرة والذي هو محور بحثنا هذا.

ويتضمن البحث المباحث التالية:-

المبحث الاول:- منهجية البحث

المبحث الثاني:- نموذج الانحدار الخطي البسيط والمتعدد

المبحث الثالث:- نموذج اعلى – ادنى كلفة مقدرة (HLV).

المبحث الرابع:- الانحدار الخطي المتعدد.

المبحث الخامس:- الاستنتاجات والتوصيات / يتبعها المصادر والمراجع المستخدمة

قائمة بالرموز المستخدمة في البحث ومعانيها:-

| | |
|---|---|
| OLS : | طريقة المربعات الصغرى |
| DLH : | ساعات العمل المباشرة |
| OC : | التكاليف الصناعية |
| $\hat{Y}$ : | التكاليف الصناعية المقدرة |
| Y : | التكاليف الصناعية الفعلية (المتغير التابع) |
| $\overline{Y}$ : | الوسط الحسابي للتكاليف الصناعية الفعلية |
| X : | المتغير المستقل |
| $r^2$ : | معامل التحديد |
| Se : | الخطأ المعياري للتنبؤ |
| Sb : | الخطأ المعياري لميل معامل الانحدار |
| $b_1$ : | التكاليف المتغيرة للوحدة في معادلة الانحدار |
| $b_0$ : | التكاليف الثابتة في معادلة الانحدار |
| HLV : | نموذج اعلى –ادنى مستوى النشاط |
| DMC: | كلفة المواد المباشرة |
| $\alpha$ : | مستوى المعنوية |
| K : | عدد المتغيرات المستقلة |

## المبحث الاول/منهجية البحث

**تم اعداد البحث وفق المنهجية التالية:-**

### اولاً : مشكلة البحث:-

تعتبر الأساليب والنماذج المعتمدة حالياً* من قبل اغلب المنشآت الصناعية في البيئة العراقية تحديد الرقابة على التكاليف الصناعية غير المباشرة غير مواكبة للتطورات البيئية الحديثة واصبحت عاجزة على توفير المعلومات اللازمة لغرض تحديد هذه الكلف والرقابة عليها لما تتسم به من عيوب يجعلها قاصرة في مساعدة المدراء على التقدير العادل والسليم للكلف والرقابة عليها واهمالها بشكل خاص التمييز ما بين الانحرافات التي تسببها عوامل عشوائية وتلك الانحرافات العائدة لعوامل سببية والذي يتطلب اجراءاً تصحيحياً في الوقت المناسب،

* (مثال ذلك طريقة اعلى وادنى نقطة، طريقة تحليل الحسابات، طريقة رسوم الانتشار،الطريقة الهندسية).

ناهيك عن ما اضافته الصناعة الحديثة من تطورات زادت من عدم ملائمة هذه الاساليب في ظل الظروف البيئية الجديدة للصناعة والتي اشير اليها في مقدمة البحث.

**ثانياً : هدف البحث:-**

يهدف بحثنا هذا اساساً إلى اقتراح استخدام طريقة الانحدار الخطي البسيط والانحدار الخطي المتعدد في تحديد معادلة التكاليف الصناعية غير المباشرة لكون هذه النماذج الرياضية ذات قدرة عالية في مساعدة الإدارة في توفير المعلومات الملائمة ذات المصداقية والتي تزيد من ثقتهم في عملية تقدير وتحديد وتحليل هذا النوع من الكلف وبالتالي ممارسة وظائفهم على افضل وجه ممكن وخاصة في ظل الظروف البيئية للصناعة الحديثة.

**ثالثاً : فرضية البحث:-**

يستند هذا البحث على الفرضية الاساسية الآتية:

أن استخدام طريقة الانحدار الخطي البسيط والمتعدد كوسيلة لتقدير وتحديد التكاليف الصناعية غير المباشرة يؤدي إلى تجاوز القصور في الاساليب التقليدية الاخرى من خلال قدرته العالية في ضبط عناصر التكاليف وزيادة ثقة المدراء بالتقديرات الناتجة عن استخدامها.

**رابعاً : اهمية البحث :-**

أن تزايد الاهمية النسبية للتكاليف الصناعية غير المباشرة كنتيجة لاعتماد المكننة العالية في الصناعة الحديثة دعا إلى ضرورة توجيه اهتمام الإدارة إلى الأهمية البالغة في تحديد هذه الكلف واحكام الرقابة والسيطرة عليها ومحاولة تخفيضها إلى ادنى حد ممكن باتباع النماذج الرياضية التي تفوق مميزاتها الطرق التقليدية المستخدمة في هذا المجال، كذلك تبرز اهمية بحثنا هذا من خلال توفير دراسة نظرية وتطبيقية تبرز دور هذه النماذج واهميتها في الوقت الحاضر وبالتالي اغناء المكتبة العلمية ومحاولة سد النقص الحاد في هذا المجال، اضافة إلى أن وعلى الرغم من الصعوبات في تطبيق هذه النماذج الا اننا نرى أن التوسع في اعتماد الكمبيوتر من قبل هذه المنشآت يساعدها في اعتماد هذه النماذج بشكل كفوء وفعال.

**خامساً : منهج البحث:-**

تبنى الباحثان في انجاز بحثهما هذين الاسلوبين من المناهج البحثية اخذاً منهما القدر الذي يحقق اهداف البحث وينسجم مع متطلباته وهما المنهج الاستقرائي والذي استخدم لاستقراء وتحليل اهم الدراسات والبحوث ذات العلاقة بموضوع البحث هذا من اجل وضع الصياغات

المتعلقة بالكيفية التي من خلالها يتم تطبيق طريقة الانحدار الخطي البسيط والمتعدد وبناء الفروض المنطقية والاركان والمقومات التي ترتكز عليها صياغة وتطبيق هذه الطريقة في تقدير وتحديد التكاليف الصناعية غير المباشرة، ومنهج دراسة الحالة والتي عن طريقها سيتم تطبيق الطريقة المقترحة ميدانياً ومن ثم تقييم النتائج لغرض التوصل إلى الاستنتاجات المنطقية التي ستظهر بهدف اثبات أو دحض صحة فرضية هذا البحث ومن بعدها اعطاء التوصيات المنطقية القابلة للتطبيق والتي من المفضل تبنيها من قبل منشآتنا الصناعية العراقية بشكل عام وتلك التي تعتمد المكننة العالية بشكل خاص.

## المبحث الثاني / نموذج الانحدار الخطي البسيط والمتعدد

أن تقدير وتحديد وتحليل التكاليف الصناعية غير المباشرة إلى عناصرها الثابتة والمتغيرة بدقة عالية يساعد بشكل فعال الإدارة في المجالات التالية ( الربيعي واخرون، ٢٠٠٨،٦٩):-

١. التحديد المسبق لنسب تحميل هذا النوع من التكاليف وتحليل الانحرافات.
٢. اعداد الموازنات المرنة وتحليل انحرافاتها.
٣. تطبيق نظرية التكاليف المباشرة والنظرية المتغيرة بشكل اكثر كفاءة وفعالية.
٤. تحليل العلاقات ما بين الكلفة–الحجم–الربح.
٥. تحديد الكلف التفاضلية بشكل دقيق.
٦. تعظيم الربحية وتخفيض التكاليف على المدى القصير.
٧. اعداد الموازنات الاستثمارية.
٨. تحليل الربحية على مستوى المناطق أو المنتجات وحتى الزبائن.

من هذا نرى الاهمية البالغة لهذه المهمة وبالتالي كان من الواجب اتباع الطرق الإحصائية في هذا المجال ولما تتمتع به من دقة وكفاءة عالية حيث نلاحظ أن نموذج تحليل الانحدار ((وهو نموذج رياضي يسهل عملية قياس معدل التغير في المتغيرات التابعة كنتيجة لمتغير واحد أو اكثر من المتغيرات المستقلة)).

وبالتالي فان تم مقارنة نماذج الانحدار مع النماذج التقليدية، على سبيل المثال طريقة اعلى وادنى نقطة فاننا نرى أن نماذج الانحدار تأخذ في الحسبان عند تحديد دالة الكلفة كافة المتغيرات وعدم اهمال بعضها كما يحدث بالاساليب التقليدية المشار اليها وهذا ما ينعكس

بشكل مباشر على دقة النتائج لكلا الاسلوبين ، اضافة إلى ذلك أن التقديرات المحسوبة بطرق الانحدار الإحصائية تزداد دقة وثقة عند استخدام مقاييس الاختبار التي تجعل من المدراء قادرون على تحديد الكيفية التي من خلالها تكون معادلة الانحدار المقدرة أن تصف العلاقة بين التكاليف وحجم النشاط ( العناتي، ٢٠٠٠، ١١١).

١-١ الانحدار الخطي البسيط:-

أن عملية تحديد العلاقة الخطية بين متغيرين احدهما متغير تابع والاخر متغير مستقل تعرف بالانحدار الخطي البسيط والهدف منها هو تقدير القيم العددية لمعالم النموذج أي تقدير قيم كل من $b_1$ و $b_0$ * كذلك يهدف تحديد الخط المستقيم الذي يمثل العلاقة العشوائية لبيانات النموذج بمعنى اخر تحديد قيم $b_1$ و $b_0$ التي تحدد بشكل دقيق شكل واتجاه الخط المستقيم ومن اهم الوسائل التي تساعد في تحديد اتجاه وشكل هذا الخط هي طريقة المربعات الصغرى (OLS ) والتي عن طريقها يتم تحديد قيمة $b_1$ و $b_0$ بالصيغة التي تجعل مجموع ابعاد النقاط المنتشرة اقل ما يمكن عن هذا الخط المستقيم.

وبتطبيق الـ( OLS) لغرض تحديد سلوك التكاليف الصناعية غير المباشرة فلابد اولاً أن نحدد عنصر الكلفة المراد التنبؤ بها والتي تعتبر متغيراً تابعاً (y) ومن ثم اختيار المتغير المستقل (x) الذي يمكن التحكم فيه، وبعدها تحديد المدى الملائم للنشاط وهو ذلك المدى الذي تكون ضمنه علاقات دالة الكلفة ذات معنى يمكن تفسيره.

ومن الجدير بالذكر أن المتغيرات المستقلة يمكن أن تشمل وحدات الانتاج، قيمة أو كمية المواد المباشرة أو المبيعات، ساعات أو تكلفة العمل المباشر، ساعات اشتغال المكائن وغيرها وبالتالي فهناك اكثر من خيار والذي يتطلب أن يتم انتقاء ذلك المتغير المستقل الذي يكون له اكبر تأثير على المتغير التابع.

**١-٢ نموذج الانحدار الخطي البسيط:-**

من اجل زيادة الايضاح للنموذج وكيفية تطبيقه على التكاليف الصناعية غير المباشرة محور بحثنا هذا كان لابد من اعطاء فكرة موجزة عن الانموذج.

من الممكن تحويل معادلة التكاليف الكلية الخاصة بتحليل الكلفة-الحجم-الربح إلى صيغة عامة وكما يلي (القباني، ٢٠١٠، ٤٤):-

* يتطلب أن يتم انتقاء ذلك المتغير المستقل الذي يكون له اكبر تاثيراً على المتغير التابع.

**TC=F+VQ** $y = b_0 + b_1 x$

**حيث أن :-**

**TC =y = مجموع التكاليف (المتغير التابع)**

**F = $b_0$ = التكاليف الثابتة**

**V= $b_1$ = التكاليف المتغيرة للوحدة من المتغير المستقل**

**Q= x = حجم النشاط (وحدات المتغير المستقل)**

من المعادلة السابقة يمكن ايجاد التقديرات الإحصائية المتمثلة بالخط المستقيم والذي تكون مربعات الاختلافات بين التكاليف الفعلية والمقدرة اقل ما يمكن أي بمعنى :

$$\sum (y - \hat{y})^2$$

**حيث أن :-**

**y= التكاليف الفعلية**

**$\hat{y}$ = التكاليف المقدرة**

من هذا نرى أن معادلة الخط المستقيم تصف لنا العلاقة بين التكاليف والمتغيرات المؤثرة عليها بموجب نموذج الانحدار الخطي البسيط يقتصر على متغير مستقل واحد فقط، أي انه عند التفكير بالانحدار فاننا نهتم بالعلاقة بين المتغيرات ، من اجل تحديد العلاقة العملية التي توضح اهمية تطبيق الوسائل للحصول على صيغة صحيحة تحقق بواسطتها هذه الاهداف.

ومن الجدير بالاشارة اليه هنا أن المقصود بالخطية في معادلة الخط المستقيم انها خطية في المعاملات وليس في المتغير أي بمعنى عدم وجود معاملات على شكل تربيعي $b_1^2 ، b_0^2$ ، كذلك أن المتغير x هو متغيراً مستقلاً استقلالاً احصائياً أي بمعنى اننا نشاهد قيمة بدون اية اخطاء.

ووفقاً لنموذج الانحدار الخطي البسيط (والتي غالباً ما تسمى بطريقة المربعات الصغرى OLS) يمكن استخدام المعادلتين الآتيتين:

$$b_1 = \frac{\sum yx - n\bar{x}\,\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} \qquad \text{....(1)}$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x}$$

**حيث أن : - $\bar{x}$ = الوسط الحسابي لقيم** $\frac{\sum x}{n} = x$

$\bar{y}$ =الوسط الحسابي لقيم $\frac{\sum y}{n} = y$ n =عدد المشاهدات

بموجب هذه الطريقة يتم الاعتماد على البيانات التاريخية للتوصل إلى تقديرات لعنصري التكاليف الثابتة والمتغيرة المستقبلية، حيث أن الطرق التقليدية تفترض القدرة التامة على تصنيف الكلف إلى هذين النوعين (ثابتة ومتغيرة) اما في الحياة التطبيقية أو العملية فنلاحظ أن المدراء يواجهون بيانات أو عناصر تكاليف من الصعوبة بمكان تبويبها حسب هذين التصنيفين وبالتالي كانت هناك ضرورة لاتباع النماذج الإحصائية لتحديد سلوك هذه العناصر من التكاليف بدقة وفاعلية، ومن الجدير الاشارة اليه انه على الرغم من تقدم الطرق الإحصائية في تقدير وتحديد سلوك التكاليف قياساً بالاساليب التقليدية الا أن نتائجها لايمكن وصفها لكونها دقيقة للغاية وعليه يتم اعتماد مقاييساً احصائية اخرى لغرض التاكد من دقة النتائج التي تم التوصل اليها مثال ذلك معامل التحديد $r^2$ ، الخطا المعياري للتنبؤ Se والخطأ المعياري لمعامل الانحدار $b_1$ والثابت $b_0$ (Ernst& others,2000,148) .

سوف ناخذ المثال الآتي لايضاح عملية تقدير التكاليف المتغيرة والثابتة :-

جدول -A-

| Observation | DLH Direct Labor Hours(x) | Overhead cost. (y) $ | $yx$ | $y^2$ | $x^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٥٠٠ | ٤٦٠٦ | ٢٣٠٣٠٠٠ | ٢١٢٥٢٣٦ | ٢٥٠٠٠٠٠ |
| ٢ | ٣٥٠ | ٣٦١٨ | ١٢٦٦٣٠٠ | ١٣٠٨٩٩٢٤ | ١٢٢٥٠٠ |
| ٣ | ٥٩٠ | ٥٣٢٥ | ٣١٤١٧٥٠ | ٢٨٣٥٥٦٢٥ | ٣٤٨١٠٠ |
| ٤ | ٥٨٥ | ٥٥٥٦ | ٣٢٥٠٢٦٠ | ٣٠٨٦٩١٣٦ | ٣٤٢٢٢٥ |
| ٥ | ٤٢٥ | ٣٨٠٩ | ١٦١٨٨٢٥ | ١٤٥٠٨٤٨١ | ١٨٠٦٢٥ |
| ٦ | ٤٠٠ | ٣٨٣٢ | ١٥٣٢٨٠٠ | ١٤٦٨٤٢٢٤ | ١٦٠٠٠٠ |
| ٧ | ٤٥٠ | ٣٩٨٨ | ١٧٩٤٦٠٠ | ١٥٩٠٤١٤٤ | ٢٠٢٥٠٠ |
| ٨ | ٤٧٦ | ٥٣٢٩ | ٣٠٦٩٥٠٤ | ٢٨٣٩٨٢٤١ | ٣٣١٧٧٦ |
| ٩ | ٥٦٥ | ٤٧٧٧ | ٢٦٩٩٠٠٥ | ٢٢٨١٩٧٢٩ | ٣١٩٢٢٥ |
| ١٠ | ٣٣٤ | ٣٣٢٦ | ١١١٠٨٨٤ | ١١٠٦٢٢٧٦ | ١١١٥٥٦ |
| ١١ | ٤٩٠ | ٤١٧٦ | ٢٠٤٦٢٤٠ | ١٧٤٣٨٩٧٦ | ٢٤٠١٠٠ |
| ١٢ | ٣٨٥ | ٣٧٣٣ | ١٤٣٧٢٠٥ | ١٣٩٣٥٢٨٩ | ١٤٨٢٢٥ |
| ١٣ | ٥٣٠ | ٤٣٩٦ | ٢٣٢٩٨٨٠ | ١٩٣٢٤٨١٦ | ٢٨٠٩٠٠ |
| ١٤ | ٥٦٧ | ٤٩٥٧ | ٢٣١٠٦١٩ | ٢٤٥٧١٨٤٩ | ٣٢١٤٨٩ |
| ١٥ | ٤٧٢ | ٤١٦٩ | ١٩٦٧٧٦٨ | ١٧٣٨٠٥٦١ | ٢٢٢٧٨٤ |
| **Total** | $\sum x = 7219$ | $\sum y = 65597$ | $\sum xy = 32378640$ | $\sum y^2 = 32389087$ | $\sum x^2 = 3582005$ |

الوسط الحسابي $\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{7219}{15} = 481\ hours$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{65597}{15} = 4373\,\$$$

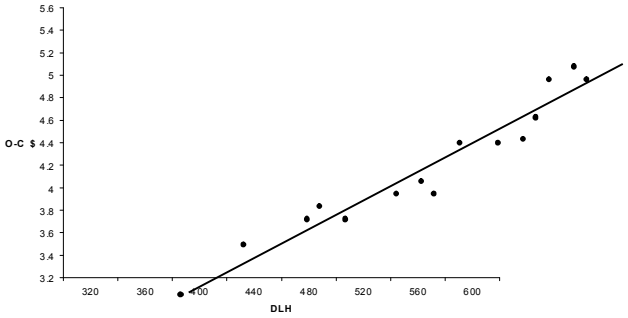
$$b_1 = \frac{32389087 - (15)(481)(4373)}{3582005 - (15)(481)^2} = 7.50866393\,\$$$

$$b_0 = 4373 - (7.5087)(481) = 759.4636\,\$$$

**لذلك تصبح معادلة تقدير التكاليف كما يلي:-**

$$\hat{y} = 7.5087x - 759.46$$

**يمكن تمثيل هذه المعادلة كما في الشكل (١) :-** $\hat{y} = 7.5087x - 759.46$




نلاحظ من الرسم أن نصف المشاهدات تكون أسفل خط الانحدار والنصف الاخر اعلى منه وهذا ناتج عن تطبيق طريقة المربعات الصغرى التي تجعل مربعات الانحرافات بين التكاليف الفعلية والتكاليف المقدرة اقل ما يمكن.

في طريقة الانحدار البسيط نحن نبدأ من فكرة أن التكاليف المتغيرة والثابتة تكون معروفة ويمكن ايجاد مجموع التكاليف الكلية أي يجب توفر البيانات التاريخية لكي تستخدم في التوصل إلى تقديرات لعناصر التكاليف الثابتة والمتغيرة، حيث أن المدراء اصبحوا يواجهون بمجموعة بيانات من غير السهل تحويلها إلى عناصر التكاليف هذه، بينما الطرق البسيطة الاخرى مثل طريقة اعلى وادنى مستوى أو رسوم الانتشار تكون ملائمة، لذلك فان العديد من المدراء لهم ثقة بالطرق الإحصائية لتقدير التكاليف مثل طريقة المربعات الصغرى.

أن الطرق الإحصائية المستخدمة وان كانت من افضل الطرق الموجودة لتقدير عناصر التكاليف الا أن هذا لايعني أن هذه التقديرات دقيقة جداً. لذلك يتم استخدام بعض المقاييس

الإحصائية التي تبين أن التقديرات التي تم التوصل اليها جيدة. ومن هذه المقاييس: معامل التحديد $r^2$ ،الخطأ المعياري للتنبؤ Se،الخطأ المعياري لمعامل الانحدار $b_1$ والثابت $b_0$ ( الجبوري، ٢٠١٠،١٢٨).

**١-٣ حسن المطابقة Goodness of fit:-**

أن معامل التحديد $r^2$ هو مقياس يستخدم للتأكد من أن التقديرات التي تم التوصل اليها جيدة ومقبولة كذلك يمكن استخدامه لتوضيح مقدار ما يفسره المتغير المستقل (x) من تذبذب في المتغير التابع (y) أي بمعنى درجة مساهمة (x ) في التغير الحاصل في (y ) وهذا ما يسمى بالانحراف المفسر، اما نسبة مجموع المربعات التي لاتفسره العلاقة الخطية بين(x) و(y) والتي تعزى إلى الخطأ العشوائي الذي هو ($1- r^2$) ويسمى الانحراف غير المفسر ولاجراء هذا العمل لابد من امتلاك قدراً مناسباً من المعلومات لاحتساب ($r^2$ ).

ولفهم معامل التحديد ($r^2$ ) فانه يجب امتلاك قدر مناسب من المعلومات التي توضح كيفية التوصل اليه، اذا كانت البيانات متوفرة كما في الجدول رقم (A) ولكن DLH ( أو أي متغير مستقل اخر) كان له تأثير قليل أو معدوم فان الطريقة المعقولة لتقدير التكاليف الصناعية غير المباشرة ستكون بجمع التكاليف الصناعية وقسمتها على عدد المشاهدات للحصول على الوسط الحسابي (Atkinson& others ,2001,373 )

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} \qquad ....(2)$$

**أن تشتت القيم (التكاليف) عن وسطها الحسابي يدعى الانحراف المعياري ويتم احتسابه كما يلي وان مربع هذا الانحراف هو التباين** $(\sigma)$ .

$$\sigma^2 = \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n} \qquad \textbf{...(3)}$$

في طريقة OLS اذا اخذ المدراء معدل اخر فانهم سوف يتوقعون بعض التغيرات حول الانحدار فاذا اعتبرنا أن $(\hat{y})$ هو المعدل المستخدم هنا فان الانحراف سيكون :-

$$\sigma^2 \hat{y} = \frac{\sum (y - \hat{\bar{y}})^2}{n} \qquad \textbf{...(4)}$$

ومما يلاحظ أن الصيغة (٣) تعطي انحرافات التكاليف الفعلية عن الوسط الحسابي المستخرج من الصيغة (٢) اما الصيغة (٤) فانها تعطي انحراف التكاليف الفعلية عن التكاليف المقدرة، أي يمكن تعريف جزئين من الانحرافات هما:-

التكلفة الفعلية – معدل التكلفة (الوسط الحسابي)

والتكلفة الفعلية – التكلفة المقدرة

وبالرجوع إلى بيانات المثال السابق وعند مستوى ٤٠٠ ساعة عمل مباشر نحصل على :-

$$(y-\hat{\bar{y}}) = 3832 - 3763^{*} = 69$$

$$(y-\bar{y}) = 3832 - 4373 = -541$$

*** احتسبت كما يلي :-**

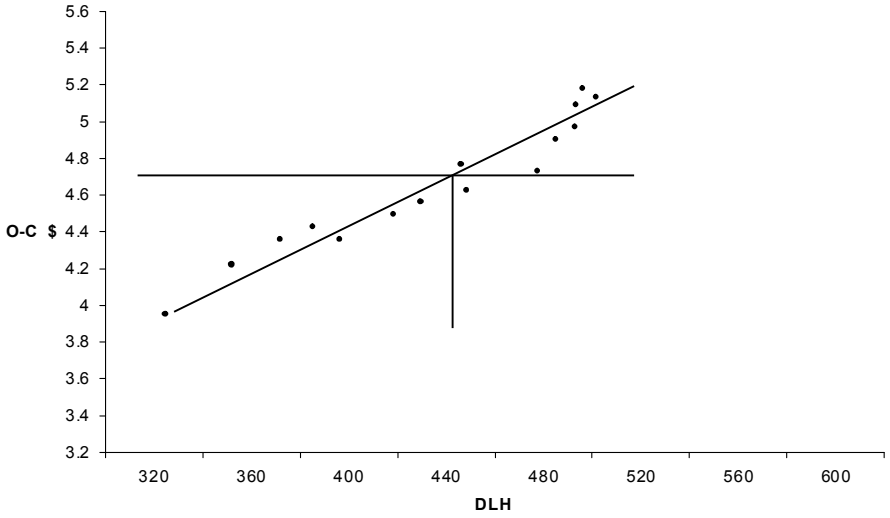
$$\hat{y} = 7.5087(400) + 759.46$$
$$= 3763\ \$$$

**يمكن بعد ذلك ايجاد قيمة $(\hat{y}-\bar{y})$ والتي تساوي :-**

$$(\hat{y}-\bar{y}) = 3763 - 4373 = -610$$

**ويمكن تمثيل المعادلات اعلاه بالرسم البياني رقم (٢) :-**

$$\hat{y} = 7.5087x + 759.46$$




**أن الاسم الشائع المعطى للعناصر الثلاثة السابقة $(\hat{y}, y, \bar{y})$ عندما تربع هو مجموع الانحرافات.**

$$Total\ Variance = \frac{\sum (y-\bar{y})^2}{n} \qquad \text{...(5)}$$

$$Explained\ \text{var}iance = \frac{\sum(\hat{y}-\bar{y})^2}{n} \quad \text{...(6) (الانحراف المفسر)}$$

$$unexplained\ \text{var}iance = \frac{\sum(y-\bar{y})^2}{n} \quad \text{...(7) (الانحراف غير المفسر)}$$

$$r^2 = 1 - \frac{\frac{\sum(y-\hat{y})^2}{n}}{\frac{\sum(y-\bar{y})^2}{n}} \quad \text{...(8)}$$

$$r^2 = 1 - \frac{\sum(y-\hat{y})^2}{\sum(y-\bar{y})^2}$$

**في المثال الموضح سابقاً فان معامل التحديد يساوي** $(r^2 = 0.9074)$ **وقد تم استخراج هذا الرقم وفق معادلة الانحدار السابقة** $\hat{y} = 7.5087 + 759.46$ **، حيث تم استخراج قيم** $(\hat{y})$ **وايجاد المقدار** $\sum(\hat{y}-y)^2$ **والذي يساوي** $619642.1457 **والمقدار** $\sum(y-\bar{y})^2$ **والذي يساوي** $6694080 **وبالتالي فانه :-**

$$r^2 = 1 - \frac{619642.1457}{6694080} = 0.9074$$

معامل التحديد يمكن أن يأخذ أي قيمة بين (٠-١) كما يظهر من الصيغة رقم (٨) معنيان يمكن أن يتعلقان بهذا المقياس، الأول نحن يمكن أن نقول انه حوالي ٩١% من المتغيرات في التكاليف الصناعية ترتبط بالمتغيرات في ساعات العمل المباشر، هذا يعني أن ٩%هي متغيرات غير مفسرة ترتبط بحوادث عشوائية تحدث أو لايمكن أن يشخصها المتغير المستقل المعنى الثاني هو أن طريقة OLS هي افضل تنبؤ للتكاليف الصناعية غير المباشرة من استخدام الوسط الحسابي $\bar{y}$ ( ابو نصار، ٢٠١٠، ٩٤).

أن معامل $r^2$ لايعني ضمنا أن هناك علاقة سببية (سبب ونتيجة) بين المتغير التابع والمتغير المستقل ، انه فقط يعني أن العلاقة الإحصائية (الخطية) موجودة.

## ٤-١ الخطأ المعياري للتنبؤ : Standard error of the Forcastes

كما ذكرنا سابقا أن $\hat{y}$ في معادلة خط الانحدار هي افضل تقدير للتكاليف الصناعية غير المباشرة وغالباً ما يتوقع المدراء بعض الاختلافات حول هذا التقدير، سوف نستخدم الرمز Se للتعبير عن الخطأ المعياري للتنبؤ، والذي يحتسب بالصورة الاتية:-

$$Se=\sqrt{\frac{\sum(y-\hat{y})^2}{n-2}} \qquad \text{...(9)}$$

والسبب في استخدام (n-2) والتي تعرف بدرجة الحرية Degree of freedom أن معادلة الانحدار فيها معاملين هما m و b (عدد الثوابت المقدرة من البيانات).

المدراء اكثر اهتماماً بالمدى الذي يحتمل أن تقع التكاليف الفعلية فيه فانهم يضعون ٩٥% مستوى ثقة confidence interval ، أن التكاليف الصناعية غير المباشرة تتغير بين قيمتين عليا ودنيا لاتتعدى حدود الثقة الموضوعة مسبقاً، ويمكن ايجاد حدود الثقة بالمعادلة الاتية:-

$$\hat{y}\pm t\frac{\alpha}{2}Se$$

**أولاً : يتم احتساب Se حيث انه يساوي :-**

$$Se=\sqrt{\frac{619642.1457}{13}}=218.32\$$$

$t\frac{\alpha}{2}$ يطلق عليها اسم t المجدولة والتي يتم استخراجها من جداول تعرف بجداول اختبار t الموجودة في اغلب الكتب الإحصائية. ($\alpha$) يطلق عليها اسم الفا ويعرف بانه مستوى المعنوية أو درجة الاختبار أو مستوى الدلالة والذي يعني درجة الاحتمال الذي ترفض به فرضية معينة (فرضية العدم) عندما تكون هي الفرضية الصحيحة وفرضية العدم هي الفرضية التي يضعها الباحث على امل ان يرفضها عند توفر المعلومات المناسبة، أن الفا ($\alpha$) هنا تساوي ٠,٠٥ لذلك:-

$$2.16=t\frac{0.05}{2}=t\frac{\alpha}{2}$$

**يمكن الان ايجاد حدود الثقة لمستوى معين من DLH وليكن ٣٩٠ ساعة عمل مباشر حيث أن $\hat{y}$ تساوي :-**

$$\hat{y} = 7.5087\ (390) + 759.46 = 3688\ \$$$

$$3688 \pm 2.16 \times 218.32$$

$$= \begin{bmatrix} 3217\ \$ \\ 4159\ \$ \end{bmatrix}$$

**وهذا يعني أن التكلفة الفعلية عند مستوى ٣٤٠ ساعة ستكون بين الحد الأعلى ٤١٥٩$ والحد الأدنى ٣٢١٧$.**

## ١-٥ الخطأ المعياري لميل معامل الانحدار The Standard error of the slope

يستخدم هذا المقياس لاختبار فيما اذا كان $b_1$ تقدير جيد للكلفة المتغيرة وهل ان التكاليف المتغيرة تتغير بتغير DLH ، اذا لم يكن الامر كذلك فان هناك شك بان التكاليف المتغيرة تتغير بتغير ساعات العمل ارتفاعاً او انخفاضاً، يمكن ايجاد قيمة الخطأ المعياري لميل معامل الانحدار والذي سنرمز له بالرمز $Sb_1$ كما يلي:

$$Sb_1 = \frac{Se}{\sqrt{\sum x^2 - n\bar{x}^2}}$$

**اننا لازلنا نتذكر ان قيمة Se هي ٢١٨,٣٢ وان $\sum x^2$ هو ٣٥٨٢٠٠٥ وان $\bar{x}$ هو ٤٨١ لذلك فان** $Sb_1 = 0.665$ .

**ان الاختبار المستخدم هنا هو اختبار t (يمكن استخدام اختبار F) لمقارنة مدى ابتعاد قيمة b عن الصفر ويتم مقارنة قيمة t المستخرجة مع t المجدولة (٢,١٦) بدرجة حرية (n-2) فنحصل على :-**

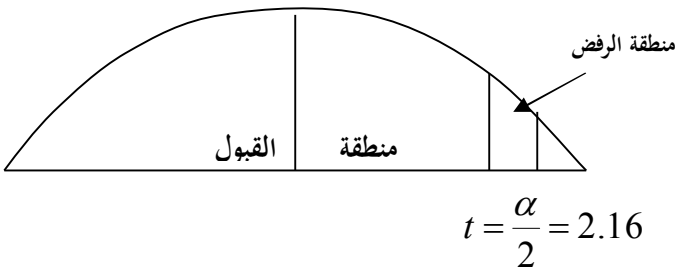
**المستخرجة** $t^* = \frac{b_1 - b_0^*}{Sb}$

$$= \frac{7.5087 - 0}{0.665} = 11.3$$

**طالما ان قيمةt المستخرجة اكبر من قيمة t المجدولة فهذا يعني اننا نرفض الفرضية القائلة ان** $b_1 = 0$ **ونقبل الفرضية القائلة ان** $b > 0$ **ويمكن صياغة هاتين الفرضيتين كما يلي:-**

**فرضية العدم** $H_0 : b_1 = 0$

**الفرضية البديلة** $H_1 : b_1 > 0$




$$t = \frac{\alpha}{2} = 2.16$$

* وهنا لايقصد به $b_0$ الثابت في معادلة الانحدار وانما يقصد به قيمة معينة معلومة.

ان النتيجة اعلاه تبين لنا ان $b_1 = 7.5087$ هي تقدير معقول للتكاليف المتغيرة بموجب ساعات العمل المباشرة، فيما لو حصل العكس وكانت قيمة t المستخرجة اصغر من ٢,١٦ فان المدراء سيرفضون تقدير الانحدار ويستخدمون تقدير الوسط الحسابي او أي اختبار اخر للمتغير المستقل (Hilton,2008,218 ).

**١-٦ الخطأ المعياري للثابت $b_0$ (Y-Intercept):**

لايمكن ان ننسى الجزء الاخر المهم من معادلة التكاليف الصناعية غير المباشرة وهو الجزء الثابت لذلك يتم استخدام اختبار t ايضاً للتحقق من مدى قبول او رفض تقدير التكاليف الصناعية الثابتة ولهذا فان :-

$$Sb_0 = Sb_1\sqrt{\frac{\sum x^2}{n}}$$

$$Sb_0 = 0.665\sqrt{\frac{3582005}{15}} = 325\ \$$$

$$t = \frac{759.46}{325} = 2.337$$

ان قيمة t المستخرجة اكبر من قيمة t المجدولة (٢,١٦) لذلك فان تقدير $b_0$ هو تقدير مقبول، ان المقدار ٢,٣٣٧ تعني ان $b_0$ سيهبط بمقدار ٢,٣٣٧ خطأ معياري لتصل قيمته الى الصفر.

**١-٧ استخدام كل المقاييس والاختبارات:- يمكن اظهار النتائج التي حصلنا عليها سابقاً نتيجة تطبيق معادلة الانحدار الخطي البسيط في الجدول الاتي :-**

**جدول (B)**

| | |
|---|---|
| $\hat{y}$ | **Total O.C=7.5087+759.46** |
| $r^2$ | **Coefficient of determination=0.9074** |
| **Se** | **Standard error of the estimate=218$** |
| $Sb_1$ | **Standard error of the regression coefficient=0.665$** |
| $Sb_0$ | **Standard error of the intercept=325$** |

يتفق الباحثان مع الرأي القائل بأن على الادارة ان تستخدم كل المقاييس والاختبارات الممكنة للتأكد من صحة التقدير. فمثلاً من المناسب استخدام الخطأ المعياري للثوابت $b_0$، $b_1$ للحصول على اختبارات احصائية مقبولة حيث ان معامل التحديد $r^2$ يعطينا قياس لمدى جودة توافق معادلة خط الانحدار مع القيم المشاهدة ولكنه لايعطينا قياس احصائي مناسب لقبول او رفض تقديرات الانحدار، ومن المناسب ان نقول ان هذه المقاييس تكمل بعضها البعض الاخر.

**١-٨ متطلبات البيانات Data Requirements :**

بالرغم من ان طريقة الانحدار تقدير جيد للتكاليف، الا ان هناك بعض المتطلبات التي يجب ان تتوفر في البيانات واغلب هذه المتطلبات تتعلق بطريقة تنظيم وتسجيل البيانات في السجلات المحاسبية وهذه المتطلبات هي (Horngern& others,2009,127 ):-

١. دقة سجلات التكاليف Accurate Cost Records :

ربما واحدة من المشاكل الكبيرة لتوفير سجلات محاسبية دقيقة تعكس عملية تسجيل التكاليف بشكل كامل، مثلا أي مواد اولية صادرة للانتاج لكنها غير مستخدمة واعيدت الى المخزون يجب ان تظهر في السجلات هذه العملية.

٢. الفترة الزمنية Time Periods :

يجب ان تكون الفترات الزمنية المختارة من الطول بحيث تسمح لاجراءات مسك الدفاتر من ربط انتاج كل فترة بما يخصها من تكاليف، مثلاً اذا كان التسجيل في سجل المواد غير المباشرة المستخدمة في العملية الانتاجية على اساس اسبوعي فانه لايمكن تحليل كلفة المواد لفترات تقل عن اسبوع ويفضل عادة لاغراض تحليل الانحدار ان تكون البيانات اسبوعية او شهرية ولاتكون طويلة جداً مثلاً عشر سنوات او خمسة سنوات وذلك بسبب وقوع عوامل كثيرة مهمة تؤثر في تغيرات الكلفة مثل التضخم والتقدم الفني.

٣. عدد المشاهدات Number of Observations:

حتى يمكن القول بان العلاقة المقدرة على اساس عينة المشاهدات المختارة تعكس العلاقة الحقيقية يجب ان يزيد عدد المشاهدات عن عدد المتغيرات المستقلة بواحد على الاقل يطلق عليه درجة الحرية، ولايجب ان تكون كبيرة جداً لانه لايمكن اعتبار كل البيانات مفيدة.

٤.اخطاء القياس Leads and Lags :

من الشائع مثلاً ان قوائم اجور الماء والكهرباء تكون لفترة ثلاثة او ستة ايام بعد الاستخدام لذلك عند تقدير هذه التكاليف كدالة للانتاج، على المدراء ان يهتموا بمقابلة التكاليف الصحيحة بالانتاج.

## المبحث الثالث

## نموذج اعلى-ادنى كلفة مقدرة :High-Low Cost Estimates (HLV)

من المناسب قبل الدخول في الانحدار المتعدد ان نعرض بصورة سريعة طريقة من طرق تقدير التكاليف الصناعية غير المباشرة الثابتة والمتغيرة وهي طريقة اعلى ادنى كلفة مقدرة، وكذلك امكانية اجراء الاختبارات على المعادلة الناتجة بهذه الطريقة، بالعودة الى المثال في الجدول (١-١) نفرض ان المدراء لديهم سبب معقول للاعتقاد بان التكاليف الصناعية مرتبطة بساعات العمل المباشر لذلك فان اسرع طريقة لتقدير التكاليف هي طريقة اعلى وادنى نقطة وكما يلي( Atkinson& others,2007,312 ):

| | Volume (hours) | Cost |
|---|---|---|
| Highest Volume | ٥٩٠ | ٥٣٢٥ |
| Lowest Volume | ٣٣٤ | ٣٣٢٦ |

$$Variable\,Cost\ per\ DLH\ (b_1) = \frac{Cost\ at\ highest\ volume - Cost\ at\ lowest\ volume}{Highest\ volume - Lowest\ \ volume}$$

$$= \frac{5325 - 3326}{590 - 334} = 7.81\$$$

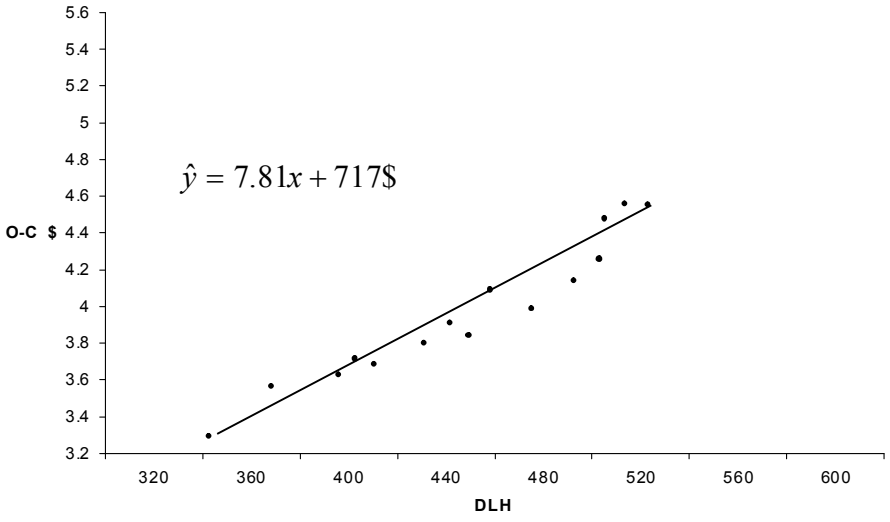
$$5325 = 7.81(590) + b_0$$

$$b_0 = 717\$$$

$$\hat{y} = 7.81x + 717$$

**معادلة تقدير التكاليف الصناعية غير المباشرة بطريقة اعلى وادنى كلفة مقدرة**

**يمكن تمثيل هذه المعادلة بالمخطط البياني الاتي :-**



سوف نقوم الان باستخدام المقاييس والاختبارا ت السابق استخدامها في المبحث الثاني لتاكيد فرضيتنا القائلة بان اسلوب OLS هو افضل تقدير للتكاليف الصناعية غير المباشرة من الطرق الاخرى.

**٢-١ معامل التحديد $r^2$ :**

**من المعادلة** $\hat{y} = 7.81x + 717\$$ **يتم ايجاد قيم** $\hat{y}$ **المقدرة وان المقدار** $\sum(y-\hat{y})^2 = 786289\$$ **اما المقدار** $\sum(y-\bar{y})^2 = 6694080\$$ **حيث ان** $\bar{y} = 4373\$$ **، لذلك فان معامل التحديد $r^2$ يساوي :-**

$$r^2 = 1 - \frac{\sum(y-\hat{y})^2}{\sum(y-\bar{y})^2}$$
$$= 1 - \frac{786289}{6694080} = 0.88$$

لاحظ انه بطريقة الانحدار البسيط فان $r^2$ كانت مساوية لـ ٠,٩٠٧٤ (حوالي ٠,٩١)
وهذا يعني ان معادلة الانحدار اكثر توافقاً مع القيم المشاهدة من طريقة اعلى وادنى نقطة

**٢-٢ الخطأ المعياري للتنبؤ Se :-**

$$Se = \sqrt{\frac{\sum(y-\hat{y})^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{786289}{13}} = 246\$$

عند مقارنة هذه القيمة مع القيمة الناتجة باسلوب الانحدار (٢١٨$) نرى ان الاخطاء المعيارية قد ازدادت ، وهذا ناتج عن استخدام حدين متطرفين في اشتقاق المعادلة.

**٢-٣ الخطأ المعياري لميل الانحدار $Sb_1$ :-**

$$Sb_1 = \frac{Se}{\sqrt{\sum xi - n\bar{x}^2}} = \frac{246}{\sqrt{2582005 - 3470415}} = 0.74$$

**عند تطبيق اختبار t لمعرفة مدى ابتعاد قيمة b عن الصفر فاننا نحصل على :-**

$$t = \frac{7.81}{0.74} = 10.55$$

لاحظنا انه بطريقة الانحدار فان قيمة t كانت ١١,٣ وهي اكبر من قيمة t في معادلة اعلى وادنى نقطة وهذا يدل على صحة $b_1$ بطريقة الانحدار وانه افضل من طريقة اعلى وادنى نقطة.

**٢-٤ الخطأ المعياري للثابت $b_0$ - $Sb_0$ :**

$$Sb_0 = Sb_1\sqrt{\frac{\sum x^2}{n}}$$

$$= 0.74\sqrt{\frac{3582005}{15}} = 362\$$$

$$t = \frac{717}{362} = 1.981$$

طالما ان قيمة t المستخرجة هي اقل من قيمة t الجدولية (٢,١٦) فأن هذا يقودنا الى قبول الفرضية القائلة بان قيمة $b_0$ هي اقرب ما تكون لمبلغ ٧٥٩,٤٦$ وليس ٧١٧$.

اما حدود الثقة بدرجة ٩٥% للمدى الذي يحتمل ان تقع قيمة التكاليف الصناعية الفعلية فانه :

$$\hat{y} = 7.81(390) + 717 = 3763\$$$

$$\hat{y} \pm t\frac{\alpha}{2}Se$$

$$3763 \pm 2.16(246)$$

$$= \begin{bmatrix} 3232\$ \\ 4294\$ \end{bmatrix}$$

اذا سمح المدراء بمثل هذه الحدود فقد يؤدي الامر الى زيادة الكلفة الفعلية وعدم امكانية السيطرة عليها. على الرغم من بساطة هذه الطريقة وسهولة تطبيقها الا انها تعاني من بعض اوجه القصور نتيجة اعتمادها فقط على نقطتين من نقاط التكاليف ومستوى النشاط وتتجاهل باقي المعلومات الاخرى المتاحة عن النقاط الاخرى لذا فمن الافضل عند تطبيق هذه الطريقة التاكد من ان نقطتي اعلى وادنى مستوى للنشاط تعتبران ممثلين للتكاليف ومستوى النشاط في الاحوال العادية للمنشأة ، وبالتالي يجب استبعاد الاخذ بالحسبان اية نقاط متطرفة لا تعكس الظروف المعتادة.

الا انه نظراً لشيوع استخدام الحاسبات الالكترونية فانه يمكن تقدير معادلة خط التكاليف بالوسائل الاحصائية الاكثر كفاءة ولذلك فمن المتوقع اندثار استخدام تلك الطريقة مستقبلاً ( زامل، ٢٠٠٠،٥٧).

## المبحث الرابع

## الانحدار الخطي المتعدد Multiple Linear Regression

يقوم تحليل الانحدار المتعدد اساساً على تقدير العلاقة الدالية بين التكاليف (المتغير التابع) والعوامل المسببة لحدوث هذه التكاليف (المتغيرات المستقلة) ، فنحن نعرف ان التكاليف

هي اساساً دالة لوحدات الانتاج، مع ذلك فان تعدد المنتجات، وزن كل منتج، هي عوامل مهمة في تأثيرها على التكاليف .

في المثال السابق بالجدول (A) من المبحث الاول كانت الادارة تحاول تقدير التكاليف الصناعية باستخدام DLH كمتغير مستقل ، بينما مثل هذا التحليل ربما يكون غير ذي فائدة بسبب وجود متغيرات اخرى مستقلة تؤثر على التكاليف، مثلاً اذا ارادت احدى الشركات تقدير تكاليف الشحن باستخدام معادلة الانحدار البسيط فان $r^2$ يكون مثلاً ٠,٧٥ للمتغير المستقل كمية المواد المستخدمة (pounds) كعلاقة مع التكاليف ، بعض الاسئلة سوف تقفز للذهن اهمها ان $r^2$ يعني ان نسبة ٧٥% من التغيرات في تكاليف الشحن يرتبط بالتغير في كمية المواد المستخدمة ، ولكن ماذا عن نسبة ٢٥% الباقية؟ هل يمكن تنسيبها الى الحوداث العشوائية؟ هل هناك متغيرات اخرى بحثتها الادارة يمكن ان تؤثر على تكاليف الشحن؟ هل يمكن ان نحسن قوة التنبؤ بالتكاليف من خلال ادخال واحد او اكثر من المتغيرات المستقلة الاضافية بجانب كمية المواد؟ اخيراً اذا اضفنا متغيرات مستقلة اضافية سينتج تحليل ينتهك أي افتراضات للانحدار الخطي المتعدد، لذلك فان المقاييس تصبح اقل فائدة او حتى عديمة الفائدة؟

## المقاييس المستخدمة لتقييم نموذج الانحدار الخطي المتعدد:-

نحن نتذكر ان المعادلة الاساسية والمقاييس المستخدمة لاختبارها في ظل تحليل الانحدار البسيط كانت:

**التكاليف المقدرة :** $\hat{y} = b_1 x + b_0$

**حسن المطابقة: $r^2$**

**الخطأ المعياري للتنبؤ: Se**

**الخطأ المعياري لميل الانحدار :** $Sb_1, Sb_0$ .

**اما في ظل تحليل الانحدار الخطي المتعدد فسيكون لدينا اكثر من متغير مستقل واحد، لذلك فان المعادلة واختباراتها تصبح:-**

**التكاليف المقدرة :** $\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + ..... + b_n x_n$

**حسن المطابقة: $r^2$ المعدل (Adjusted $r^2$)**

**الخطأ المعياري للتنبؤ: Se**

**الخطأ المعياري لميل معامل الانحدار :** $Sb_0, Sb_1, Sb_2, ...., Sb_n$

**في الحقيقة ان هذه المقاييس عدا $r^2$ المعدل يمكن تطبيقها بنفس الصورة ولاهمية معامل التحديد نبحث كيف يتم التوصل اليه (Tulsian,2008,285) .**

**٣-١ معامل التحديد المعدل $r^2$ (Adjusted $r^2$)** من الافضل تعديل معامل التحديد عندما يكون هناك اكثر من متغير مستقل، برامج الكمبيوتر المتوفرة تسمح للمدراء ان يستخدموا مئات من المتغيرات المستقلة وهذا الامر يشجع على دراسة تأثير عوامل اخرى قد تؤثر على التكاليف الصناعية. السؤال الاساسي هو في اذا تم اضافة متغيرات مستقلة فهل سيؤدي ذلك الى زيادة قوة التنبؤ لنتائج الانحدار، في الواقع هناك عامل واحد يحدد اضافة المتغيرات وهو ارتباط المتغيرات المستقلة، يتم حساب $r^2$ المعدل كما يلي:-

**المعدل** $$r^2 = 1 - \frac{\frac{\sum(y-\hat{y})^2}{n-k-1}}{\frac{\sum(y-\bar{y})^2}{n-1}} = 1 - \left(\frac{n-1}{n-k-1}\right)\left(1-r^2\right)$$

**حيث k= عدد المتغيرات المستقلة.**

بما ان k هو عدد المتغيرات المستقلة وهو يوضع في المقام بالنسبة للانحرافات غير المفسرة لذلك فان الانحرافات غير المفسرة تزداد كلما زاد عدد المتغيرات المستقلة (Cooper & others,2003,202).

نعود مرة اخرى الى مشكلة الارتباط بين المتغيرات المستقلة والتي تدعى (Collinearity or Multi Collinearity) الخطية المزدوجة حيث يكون لها تأثير خطير على تقدير معاملات الارتباط وبالتالي على تقديرات النموذج، ان اثر الارتباط بين المتغيرات المستقلة المتعددة انما يتمثل في زيادة مقياس الخطأ الخاص بالمتغيرات المرتبطة الامر الذي يخفض ثقتنا في اعداد قائمة تبين كيفية تغير اجمالي التكاليف الصناعية غير المباشرة مقابل التغيرات الحدية في هذه المتغيرات، كما ان اعتبار معاملات الانحدار تكلفة متغيرة فيه بعض الخطورة اذا كانت المتغيرات المستقلة مترابطة مع بعضها حيث يكون من الصعب او المستحيل عزل التاثير الفردي لكل متغير من المتغيرات ذات الارتباط المرتفع فيما بينها على المتغير التابع.

في بعض الحالات تكون الخطية المزدوجة واضحة ، مثلا اذا الماكنة تتطلب ثلاثة عمال لتشغيلها فانه لكل ساعة عمل مكائن سيكون هناك ثلاث ساعات عمل مباشر، هذا هو الارتباط الكامل بين المتغيرات المستقلة والخطية المزدوجة، اذا المدراء استخدموا ساعات العمل المباشر وساعات المكائن كمتغيرات مستقلة لتقدير التكاليف، فان النتائج يمكن ان تكون مشوشة ( Needles & others,2008,401).

سوف نأخذ المثال التالي لتوضيح عملية تقدير التكاليف المتغيرة والثابتة وكذلك استخدام المقاييس السابقة لاختيار مدى توافق المعادلة الخاصة بتحليل الانحدار المتعدد.

**جدول (C)**

| Observation | Y overhead costs | $Y^2$ | DLH $X_1$ | DMC $X_2$ | $X_2Y$ |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٢١٠٧ | ٤٤٣٩٤٤٩ | ٦٢ | ١٩٢٤ | ٤٠٥٣٨٦٨ |
| ٢ | ٢٠٤٠ | ٤١٦١٦٠٠ | ٦٢ | ١٨٥١ | ٣٧٧٦٠٤٠ |
| ٣ | ٢٩١٦ | ٨٥٠٣٠٥٦ | ١٢٠ | ٣٦١٥ | ١٠٥٤١٣٤٠ |
| ٤ | ٢٣٢٢ | ٥٣٩١٦٨٤ | ٧١ | ٢٩٠٢ | ٦٧٣٨٤٤٤ |
| ٥ | ١٨٩٦ | ٣٥٩٤٨١٦ | ٥٠ | ١١٣٦ | ٢١٥٣٨٥٦ |
| ٦ | ٢٤٧١ | ٦١٠٥٨٤١ | ٩٥ | ٢٣١٥ | ٥٧٢٠٣٦٥ |
| ٧ | ٣١٠٥ | ٩٦٤١٠٢٥ | ١٤٢ | ٥٠١٣ | ١٥٥٦٥٣٦٥ |
| ٨ | ٢٣١٦ | ٥٣٦٣٨٥٦ | ٨٦ | ٢٧٥١ | ٦٣٧١٣١٦ |
| ٩ | ٢٥٥٥ | ٦٥٢٨٠٢٥ | ١١٢ | ٢٨١٦ | ٧١٩٤٨٨٠ |
| ١٠ | ٢٧٨٠ | ٧٧٢٨٤٠٠ | ١٣٦ | ٣٤٦١ | ٩٦٢١٥٨٠ |
| ١١ | ٢٠٦١ | ٤٢٤٧٧٢١ | ٨٥ | ١٧٠٢ | ٣٥٠٧٨٢٢ |
| ١٢ | ٢٩١٠ | ٨٤٦٨١٠٠ | ١٠٣ | ٣٨١٩ | ١١١١٣٢٩٠ |
| ١٣ | ٢٨٣٥ | ٨٠٣٧٢٢٥ | ٩٦ | ٣٩٤٠ | ١١١٦٩٩٠٠ |
| ١٤ | ٢٧١٥ | ٧٣٧١٢٢٥ | ١٠١ | ٣٦١٣ | ٩٨٠٩٢٩٥ |
| ١٥ | ١٩٨٦ | ٣٩٤٤١٩٦ | ٥٣ | ١٧٤١ | ٣٤٥٧٦٢٦ |
| **Total** | ٣٧٠١٥ | ٩٠٢٢٦٢١٩ | | | ١١٠٧٩٤٩٨٧ |

**في الواقع كثيراً ما تستخدم الحاسبات الاكترونية في استخراج النتائج الخاصة بتحليل الانحدار المتعدد ومع ذلك فان هناك صيغة لاستخراج قيم $(b_2, b_1, b_0)$ ويمكن استخدام طريقة المصفوفات في عمل ذلك:-**

$$b_1 = \frac{(\sum X_1Y)(\sum X_2^2) - (\sum X_2Y)(\sum X_1X_2)}{(\sum X_1^2)(\sum X_2^2) - (\sum X_1X_2)}$$

$$b_2 = \frac{(\sum X_2Y)(X_1^2) - (\sum X_1Y)(\sum X_1X_2)}{(\sum X_1^2)(\sum X_2^2) - (\sum X_1X_2)}$$

**سوف نحصل على النتائج التالية لثوابت معادلة الانحدار** $b_0 = \bar{Y} - b_1\bar{x}_1 - b_2\bar{x}_2$:

**a =1334 $**
**$b_1$ =4.359 $**
**$b_2$ =0.258 $**

$$\hat{Y} = 4.359X_1 + 0.258X_2 + 1334$$

تبلغ قيمة معامل التحديد ٠,٩٤٤ وذلك يبدو تحسناً في القدرة التنبؤية للنموذج مقارنة بنموذج الانحدار البسيط وطريقة اعلى وادنى مستوى نشاط. تحسن النتائج ربما يعتبر لسببين: الأول : بعض التكاليف الصناعية ربما ترتبط بكلفة المواد المباشرة ولكنها لاترتبط بساعات العمل المباشر( مثلاً صيانة المخزن)، الثاني : تغيرات الاسعار قد تؤثر على كلفة المواد المباشرة والتكاليف الصناعية غير المباشرة ولكنها لاتؤثر على ساعات العمل المباشر.

لغرض تقدير التكاليف باستخدام المعادلة اعلاه فان الامر يتطلب بالاضافة إلى تقديرات ساعات العمل المباشر، تكاليف المواد المباشرة ايضاً، فلو فرضنا أن تكلفة المواد المباشرة هي ٠,٨$ للوحدة المنتجة على اساس التقديرات الهندسية للمواد اللازمة والتقديرات المحاسبية لتكاليف المواد المباشرة، الإنتاج المقدر ٤٦٠٠ وحدة فان كلفة المواد المباشرة هي (٠,٨*٤٦٠٠=٣٦٨٠$) المقدرة للفترة المقبلة، عند مستوى (DLH 115) فان التكاليف الصناعية المقدرة هي [*]:

$$\hat{Y} = 4.359(115) + 0.258(3680) + 1334$$
$$= 2784\$$$

**بالنسبة للخطأ المعياري لتقدير المعادلة سوف يحتسب كما يلي :**

$$Se = \sqrt{\frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{n-3}}$$

$$r^2 = 1 - \frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{\sum Y^2}$$

$$0.944 = 1 - \frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{90226219}$$

$$\sum (Y - \hat{Y})^2 = 5052668$$

$$Se = \sqrt{\frac{5052668}{12}} = 649\$$$

كما ذكرنا سابقاً ونؤكد هنا ايضاً ، أن المشكلة الاساسية هي ارتباط المتغيرات المستقلة فيما بينها، ففي وجود اكثر من متغير واحد فان معاملات الانحدار قد تكون غير معنوية

[*] هناك اكثر من صيغة لايجاد $r^2$ وقد استخدمنا هذه الصيغة للسهولة ولصعوبة احتساب $r^2$ بالصيغة الاصلية لعدم توافر الحاسبات الالكترونية.

احصائياً وقد تاخذ الاشارة الخطأ بالرغم من أن $r^2$ مرتفع واحياناً يستخدم $r^2$ البسيط بين المتغيرات كمقياس للتعدد الخطي ، وباستطاعتنا تفادي الارتباط بين المتغيرات المتعددة المستقلة ببساطة عن طريق استبعاد واحد أو اكثر من المتغيرات المستقلة المرتبطة، مع أن هذا الاجراء قد يخفض القدرة التنبؤية الشاملة لمعادلة التكاليف ويؤدي إلى تحيز أو خطأ في تحديد النموذج، واحياناً يمكن التغلب على هذه المشكلة بجمع بيانات اكثر وزيادة حجم العينة.

**٣-٢ اختيار افضل معادلة انحدار( Maher&,others,2006,344 ):-**

احد اصعب مسائل تحليل الانحدار هي اختيار افضل مجموعة من المتغيرات المستقلة المستخدمة في تحديد معادلة الانحدار، ويمكن اختيار المتغيرات المستقلة التي يعتقد انها تؤثر بشكل معنوي على المتغير المعتمد تحت الدراسة، فان بعض المتغيرات المستقلة المختارة يمكن أن تستعبد لاسباب عديدة منها:-

١. انها غير اساسية في العلاقة.
٢. يمكن أن يكون فيها اخطاء كبيرة في القياس.
٣. تاثيرها يمكن أن يكون مماثل لتاثير متغيرات اخرى في القائمة واكثر من ذلك فان العديد من هذه المتغيرات قد يكون لها ارتباط قوي فيما بينها مما يؤدي إلى جعل تأثيراتها غير معنوية وتضيف قوة تنبؤية قليلة للنموذج الامر الذي يجعل من المفيد استبعادها.
٤. قيد المنفعة/التكلفة في مجال اختيار عدد كبير من المتغيرات المستقلة.

المبحث الخامس/الاستنتاجات والتوصيات

من خلال الدراسة النظرية السابقة تم التوصل إلى اهم الاستنتاجات والتوصيات الآتية:-

اولاً : الاستنتاجات :

١. أن استخدام الطرائق التقليدية في تقدير التكاليف الصناعية غير المباشرة يعطي نتائج غير دقيقة اذا ما اخضعت للاختبار الاحصائي من جهة وللقصور الكبير فيها، حيث انها لا تاخذ بالاعتبار الكثير من العوامل المؤثرة على التكاليف الصناعية غير المباشرة.حتى عند استخدام أسلوب الانحدار الخطي البسيط فان افتراض تأثر التكاليف الصناعية بمتغير مستقل واحد هو افتراض غير واقعي حيث أن التكاليف الصناعية تتأثر باكثر من عامل (متغير) واحد مثل ساعات العمل المباشر وساعات اشتغال المكائن والفصول السنوية وكلفة المواد المباشرة وغيرها.

٢. أن استخدام الطرائق الإحصائية يلفت نظر المدراء نحو الانحرافات الحاصلة في التكاليف الصناعية غير المباشرة الفعلية عند مقارنتها بالتكاليف المقدرة، وابعد من ذلك فانه باتباع هذه الطرائق يمكن التمييز بين الانحرافات العائدة لعوامل عشوائية وبين الانحرافات العائدة لعوامل مسببة.

٣. أن ما يزيد من دقة ارقام التكاليف الناتجة باسلوب الانحدار هو اخضاع هذه الارقام للاختبار باستخدام مقاييس احصائية تم تعريفها خلال البحث، هذه المقاييس تمنح المدراء مستوى جيد من الثقة بارقام التكاليف الصناعية الناتجة، ويفضل استخدام كل هذه المقاييس قدر الامكان، وبالاعتماد على الحاسبة الالكترونية فانه يمكن دراسة تأثير اكثر من متغير مستقل (قد تصل إلى مئات المتغيرات المستقلة) على التكاليف الصناعية غير المباشرة.

٤. يعاني أسلوب الانحدار البسيط من مشكلتين اساسيتين، المشكلة الأولى هي اعتماد النموذج على البيانات التاريخية لاستنتاج تقديرات التكلفة الصناعية وهذا يتطلب بيانات تفصيلية بشكل كاف عن الفترات السابقة قد لايمكن الحصول عليها من البيانات التي يوفرها النظام المحاسبي المستخدم في المنشأة ، الامر الذي يقود إلى اجراء تحليلات اضافية قد تفوق تكلفة اعدادها المنافع المتوقع الحصول عليها من هذه التحليلات ، ولكن الامر يسهل كثيراً مع استخدام الحاسوب الالكتروني حيث ستكون المنافع اعلى من التكاليف. والمشكلة الثانية هي افتراض أن التكاليف الصناعية تتأثر بمتغير واحد هو غير مقبول عملياً، الا انه يمكن دراسة اثر كل متغير مستقل على حدة منعاً لمشاكل عديدة.

٥. يتميز أسلوب الانحدار بانه مرن يسمح بادخال كافة المتغيرات الجارية عند حصولها لبيان النموذج الجديد الذي سيتم تقدير التكاليف الصناعية بموجبه، لذلك يجب مراجعة هذا النموذج بين فترة واخرى لبيان مدى ملائمته لتقدير واختبار التكاليف.

٦. اخترنا طريقة اعلى وادنى نقطة لدراستها بشيء من الايجاز وعند اخضاع معادلة التكاليف الناشئة بموجب هذه الطريقة للمقاييس والاختبارات الإحصائية ظهر بان النتائج التي تعطيها الطريقة غير دقيقة مقارنة بنتائج أسلوب الانحدار البسيط وللاسف لم يمكن اختيار المثال الوارد عن احدى الشركات الصناعية لاجراء دراسة تحليل الانحدار المتعدد حيث يتطلب الامر عمليات معقدة من الصعب اجراءها بدون توفر الحاسبة الالكترونية.

٧. أن النتائج التي نحصل عليها من تحليل الانحدار المتعدد هي اكثر دقة وملائمة من الانحدار البسيط وهذا يعود إلى انه في أسلوب تحليل الانحدار المتعدد تم اظهار اثر متغيرات اخرى على التكاليف الصناعية ولم يقتصر الامر على متغير واحد.

٨. ما اشرنا اليه في النقطة السابقة لايعني أن تحليل الانحدار المتعدد هو أسلوب خالي من المشاكل بل هناك مشاكل معينة تصيب هذا النموذج ومنها:-

أ- لازالت مشكلة الاعتماد على البيانات التاريخية قائمة في ظل هذا الاسلوب ايضاً.

ب- عند استخدام اكثر من متغير واحد سوف تظهر لدينا مشكلة الخطية المزدوجة والتي تنشأ بين المتغيرات المستقلة قيد الدراسة ومع الأسف قد نحصل على نتائج جيدة جدا في ظل الانحدار المتعدد الا أن مشكلة الارتباط بين المتغيرات المستقلة تؤدي إلى اضعاف فاعلية النموذج.

ج- يبنى نموذج تحليل الانحدار المتعدد على مجموعة فروض لايمكن مخالفتها أو تجاوزها.

٩. يتطلب أسلوب تحليل الانحدار قدراً من المعرفة لدى المدراء والمسؤولين عن ماهية النموذج وتحليلاته والمقاييس المستخدمة لاجراءات الاختبارات، وفي الحقيقة أن القليل جداً من المدراء والمسؤولين يتمتعون بقدر من المعرفة عن هذا الأسلوب

ثانياً: التوصيات:

١. نتيجة للمزايا التي يقدمها تحليل الانحدار يفضل اتباعه كاسلوب مناسب جداً لتقدير التكاليف الصناعية بدلاً من الطرائق الاخرى.

٢. يفضل مسك سجلات محاسبية تتوافر فيها درجة عالية من الجودة والملائمة لخدمة أسلوب تحليل الانحدار.

٣. يفضل قدر الامكان استخدام برامج الحاسبة الالكترونية لاجراء المزيد من التحليلات الاضافية واجراء الاختبارات الاخرى . ولاهمية الامر يفضل انشاء مركز متخصص في المنشآت الصناعية للقيام بذلك.

٤. يفضل اتباع أسلوب الانحدار المتعدد ومحاولة دراسة اثر كل متغير مستقل على التكاليف الصناعية غير المباشرة.

٥. ضرورة تعديل نموذج الانحدار بين فترة واخرى ليلائم التغيرات المستجدة في الواقع العملي والظروف المحيطة بالمنشأة.

٦. يفضل دائماً اختيار المتغيرات المستقلة الاكثر تأثيراً على التكاليف واستبعاد المتغيرات التي قد يكون لها اثر قليل جداً وكذلك المتغيرات التي يكون تأثيرها متماثل مع متغيرات مستقلة اخرى( مع افتراض عدم وجود الحاسوب الالكتروني).

## المصـــــــادر والمراجع

### أولا : المصادر العربية :


١. أبو نصار ، محمد ،(( محاسبة التكاليف )) . الطبعه الثانية دار وائل للنشر ، عمان ، ٢٠١٠.

٢. الجبوري ، نصيف جاسم محمد ، (( محاسبة التكاليف المتقدمة)) ، المستقبل للطباعة ، بغداد ، ٢٠٠٨.

٣. الربيعي ، كمال حسن جمعة ، الساقي ، سعدون مهدي ، (( محاسبة التكاليف الصناعية)) ، الطبعة الأولى ، دار اثراء للنشر والتوزيع ، عمان ، ٢٠٠٨.

٤. العادلي، يوسف عوض واخرون، ((اساسيات التكاليف والمحاسبة الإدارية ))، الطبعة الاولى، الكويت، منشورات ذات السلاسل، ١٩٩٠.

٥. العناتي، رضوان محمد، ((محاسبة التكاليف)) ، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، ٢٠٠٠.

٦. القباني ، ثناء علي ،(( إدارة التكاليف وتحليل الربحية ))، الطبعة الأولى ، دار صفاء للنشر والتوزيع ، عمان ، ٢٠١٠.

٧. حسين ،احمد حسين علي ، (( المحاسبة الإدارية المتقدمة )) ، الطبعة الأولى ، كلية التجارة جامعة الإسكندرية ، ٢٠٠٠.

٨. زامل ، احمد محمد، (( المحاسبة الإدارية )) ، مركز البحوث، السعودية، ٢٠٠٠.

٩. هورنجون، تشارلزت واخرون ، (( محاسبة التكاليف–مدخل اداري))، الجزء الأول والجزء الثاني، الرياض، دار المريخ للنشر، ١٩٩٦ .


### ثانيا : المصادر الاجنبية:–


**1. Atkinson., A.A., Banker, R.D., Kaplan، R.S.&Young ,S.M., ((Management Accounting)), 3rd Ed ., Upperr Saddle River:NJ:prentice Hall Inc., 2001.**

**2. Atkinson ,Anthonya.and Kaplan , Roberts . and Matsumura, ella and Young , mark, (( Management Accounting)) ,Fifth Ed., Parson Prentice Hall , new Jersey ,2007.**

**3. Cooper,R.&Slagmulder, R., ((Inter organizational Costing )) ,part 2, cost Management , November /December, 2003.**

**4. Ernst ,John &Young, S.Mark,((Total Cost Management)),John Wiley & Sons Inc., 2000.**

**5. Hilton, Ronald W. ((Managerial Accounting)) , sixth edition, Irwin/MC graw-Hill,2008.**

6. . Horngern, Charles T.and Datar srikant M.and Foster , George and Rajan,madhav and Ittner, Christopher,((Cost Accounting)), 13en ED.,person edution International,2009.
7. Maher ,Michael w.and lanen williamn. and Rajjan, madhave , ((Fundamen tals of Cost Accounting )), First Ed., Mcgraw- Hill Irwin , New York.2006.
8. Needles , Jr.,Bciverd E.and powers, marian and crosson ,susan. V, ((Financial and Managerial Accounting)), 8th Ed., Hougthon Mifflin, Co.,Boston, 2008.
9. Tulsian, p.c, ((Cost Accounting)) , chand and company Itd , First Ed. Newdelhi ,2008.