# الفصل الخامس

# حساب التكاليف المتغيرة

# Estimating Variable Costs

# حساب التكاليف المتغيرة

## مقدمة :

تسمى التكاليف المتغيرة أحيانا بالتكاليف المباشرة و هذه التكاليف تتغير قيمتها نتيجة لتغير الاستعمال و تضاف الى التكاليف الثابت التى تم شرحها مسبقا و مجموعهما معا يحدد التكاليف الكلية السنوية بالإضافة الى تكاليف عدم التوقيت.

و تشتمل التكاليف المتغيرة على :

- تكاليف الوقود و الزيوت و التشحيم Fuel , Oil and Lubrication.
- تكاليف الصيانة و الإصلاحات . Repairs and Maintenance
- تكاليف العمالة. Labor

# حساب التكاليف المتغيرة

و هذه التكاليف تتغير مع الاستعمال و هى تكاليف الصيانة و الوقود و الزيت و العمالة. فى بعض الأحيان قد تصل قيمة التكاليف المتغيرة أعلى من الثابتة. و هذا يختلف بالنسبة لأنواع الآلات ففي حالة الجرارت نجد أن التكاليف المتغيرة بما فيها أجر السائق ٦٤% من التكاليف الكلية . و فى آلات أخرى مثل self-propelled combine تصل فقط ٣٨% من التكاليف الكلية .

و جدير بالذكر أن التكاليف المتغيرة ترتبط ارتباطا وثيقا و مباشرا بحجم العمل المؤدى و كميته بواسطة الآلة فيما عدا بند الإصلاحات فعل الرغم من ارتباطه بكمية العمل المنفذة بواسطة الآلة ، إلا أنه قد تحدث أعطال فى الآلة لم تكن متوقعة و قد تحدث بصورة مفاجئة أو عشوائية.

# حساب التكاليف المتغيرة

هذا و من المعروف أنه عند حساب التكاليف المتغيرة و تقديرها تراعى نوعية المعدات أو الآلات الزراعية ففي حالة جميع أنواع الجرارات يلزم حساب تكاليف جميع بنود التكاليف المتغيرة أما فى حالة الآلات الزراعية فالأمر يختلف قليلا حيث قد يكون ملحقا بالآلة الزراعية محرك أى أن الآلة ذاتية الحركة مثل ( آلات الحصاد و الدراس و التذرية ) فان بنود التكاليف المتغيرة لها توضع فى الحسبان . أما اذا كانت الآلات لا يوجد بها محرك مثل المحاريث و لا تحتاج الى عمال لتشغيلها فانه يلزم حساب تكاليف الصيانة و الإصلاحات و التشحيم فقط كتكاليف متغيرة لأن البنود الأخرى من التكاليف المتغيرة لا تحسب مع هذه الآلات ( المحاريث) لأنها ترتبط بمحرك الآلة.

و الشكل التالي (٥ - ١) يوضح الأهمية النسبية لكل من التكاليف الثابتة و المتغيرة لجرار ذو محرك ديزل ، آلة حصاد و دراس علما بأن العمالة شكلت ٤٢.٣٥% من التكاليف المتغيرة للجرار ، أما في حالة الحاصدة فكانت تكاليف الاندثار قد شكلت أكبر نسبة من التكاليف الثابتة حوالي ٣٧.٦٤% .

# صورة

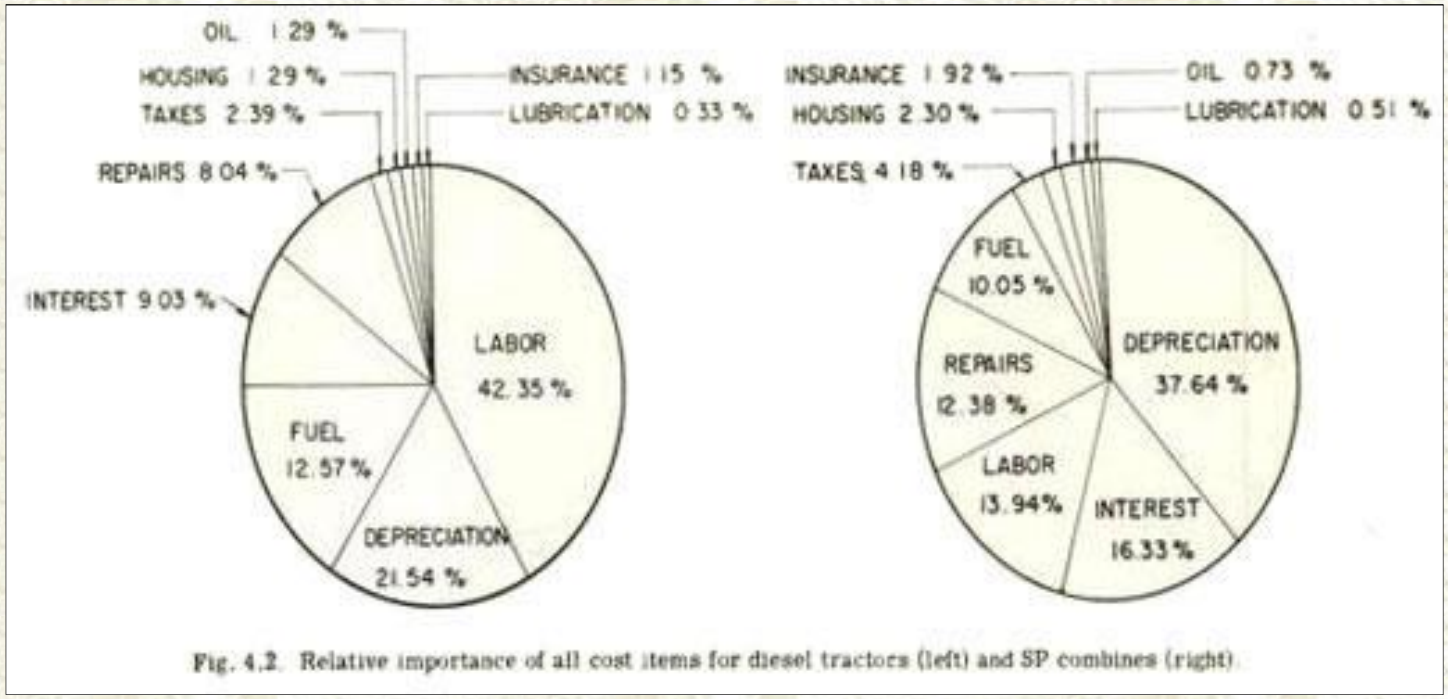



Fig. 4.2. Relative importance of all cost items for diesel tractors (left) and SP combines (right).

## حساب تكاليف الوقود و الزيوت

تحدد التقديرات الفعلية للتكاليف المتغيرة على أساس ساعات التشغيل الفعلية للآلات و تعتبر تكاليف الوقود و الزيوت من العوامل الهامة بالنسبة لحساب التكاليف المباشرة لاستخدام الجرارات و الآلات.

و هناك جداول خاصة يمكن منها حساب تقدير تكاليف الوقود و الزيوت المستهلكة و ذلك بالنسبة للآلات المتشابهة و العمليات الزراعية المختلفة و مع هذا فانه سواء توافرت تلك الجداول لحساب استهلاك الوقود و الزيوت أم لم تتوفر فانه يفضل حساب التكاليف الفعلية من واقع حسابات العملية الزراعية المنفذة .

و الجدول التالي ( ٤-٥ ) يوضح نموذجا لحساب تكاليف تشغيل الجرار . علما بأن تكاليف العمالة غير محسوبة ضمن التكاليف .

**جدول ( ٤ – ٥ ) تكاليف تشغيل الجرار**

| التكاليف | معدل الاستخدام السنوى / ساعة | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ٤٠٠ ساعة | ٦٠٠ ساعة | ٨٠٠ ساعة | ١٠٠٠ ساعة |
| وقود وزيوت | ٢١ % | ٢٥ % | ٢٧ % | ٢٨ % |
| تكاليف ثابتة | ٦٧ % | ٥٥ % | ٥١ % | ٤٩ % |
| واصلاحات | ١٢ % | ٢٠ % | ٢٢ % | ٢٣ % |

# حساب التكاليف المتغيرة

## أ- حساب تكاليف الوقود :

تختلف كمية الطاقة اللازمة ( معدلات استهلاك الوقود ) لكل وحدة مساحة لإنجاز عمل زراعي ما ، أو بمعنى آخر كمية الوقود المستهلكة بواسطة الآلة على عدد من العوامل منها :

١- قدرة محرك حصان / ساعة ٢- نوع الوقود ٣- نسبة التحميل

يقصد بقدرة المحرك الآلة بأنها القدرة المستفادة من الآلة و المأخوذة من عمود مأخذ القدرة للآلة أو الجرار ( عمود الإدارة الخلفي ) . أما نوع الوقود فقد يكون وقود ديزل أو الكيروسين أو البنزين . علما بأن كمية الوقود التي تتطلبها وحدة المساحة لأداء عملية زراعية معينة تكون أكثر بالنسبة لاستخدام محرك بنزين عنها فى حالة استخدام محرك كيروسين و يكون أقلهما استهلاكا هو محرك الديزل علما بأن قدرة المحركات الثلاثة متساوية حصان / ساعة و لمزيد من التفصيل فان محركات الديزل تستهلك ٧٠% من كمية الوقود التي تستخدمها محركات الكيروسين بينما تحتاج محركات البنزين إلى ٢٠% وقود أكثر من محركات الكيروسين .

و بالرجوع إلى محركات الجرارات و المعدات الزراعية يتبين أن الغالبية العظمى منها يستخدم الوقود من نوع الديزل و يحتاج كل حصان من قدرة المحرك الى ٢٠٠ جرام / ساعة فعلى سبيل المثال اذا كانت ساحبة ذات محرك قدرته ٨٠ حصان من النوع Diesel .

تكون كمية الوقود المستهلكة / ساعة = ٨٠ 16 = 0.2 x كجم وقود/ساعة

و يجب الإلمام بأن هذا الاستهلاك عند استغلال الجرار على تحميل ١٠٠ % من قدرة المحرك.

و حيث إن الجرار فى الغالب يستهلك حوالي ٨٠% من قدرتها القصوى

استهلاك الوقود للجرار السابقة = ١٦ × ٠.٨ = ١٢.٨ كجم / ساعة

# حساب التكاليف المتغيرة

و كما هو معروف فان أكثر عملية زراعية استهلاكا للطاقة فى المزرعة هى عمليات الحرث لذلك فغالبا ما تؤخذ هذه العملية أساسا لحسابات الوقود المستهلك فى أداء العمليات الزراعية و عليه فانه أثناء إجراء عملية الحراثة فهناك أوقات يعمل فيها الجرار في الحقل بدون تحميل أي حين تكون الآلة مرفوعة من التربة و هذه الحالة دائما و هذه الحالة دائما تحدث عند نهاية الحقل حيث يضطر السائق إلى رفع أسلحة المحراث حتى يتمكن من الدوران و الاستعداد لحرث مسافة جديدة من الحقل و قد قدر متوسط هذا الزمن فظهر أنه يصل الى حوالي ٢٥ % من الزمن الكلى .

استهلاك الوقود الفعلى للساحبة السابقة = ١٢.٨ × ٠.٧٥ = ٩.٦ كجم / ساعة

و كما ذكرنا بأن معظم الجرارات المستخدمة فى المجال الزراعي لها محرك ديزل لذا فالمعادلة المستخدمة بكثرة لحساب تكاليف الوقود هى ( جنيه/ ساعة) .

$$\text{تكاليف استهلاك الوقود} = \frac{\text{القدرة الفرملية للجرار} \times ٦٠ \times ٠.٢٥}{100} \times \text{سعر شراء لتر}$$

حيث أن :

٦٠ % = متوسط القدرة المستفادة من المحرك

٠.٢٥ = معدل استهلاك الوقود المتوسط باللتر / ساعة / حصان فرملى

علما بأن سعر لتر الوقود ٠.٦ جنيه / لتر

ويمكن الحصول على إستهلاك الوقود بإستخدام الكفاءة الحرارية للمحرك والطاقة الحرارية للوقود حيث تختلف طاقة الوقود حسب نوعه ، وقد يقوم محرك بحرق نوعين من الوقود ويستهلك كمية أقل من الوقود الأول ولكن الوقود الثانى أرخص من الأول ففى هذه الحالة قد يفضل إستخدام الوقود الأرخص ثمنا .

# حساب التكاليف المتغيرة

الإستهلاك الفعلى من الوقود يعبر عنه فى معظم الأحيان بالرطل أو الكيلو جرام لكل حصان ساعة أو ( كجم/ كيلووات.ساعة) ويلاحظ أن كمية الوقود المستهلكة بواسطة المحرك يختلف حسب الحجم . ولكن بإستخدام المقياس رطل/حصان .ساعة أو (كجم/كيلووات.ساعة)، نجد أن إستهلاك الوقود امحركان مختلفان تماما فى الحجم يعطيان نفس قيمة الإستهلاك تقريبا .

المحركات التى تستخدم وقود البنزين مع إختلاف أحجامها، نجد أنها تستهلك كمية ثابتة من الوقود لكل حصان .ساعة وذلك إذا كان الإستهلاك تقريبا عند حمل أقل من نصف التحميل الكلى وهذه المحركات تحرق فى المتوسط ٠.٦ ( رطل/حصان.ساعة ) ويصل المعدل أحيانا إلى ٠.٧ ( رطل/حصان.ساعة ) .

وبالنسبة لمحركات الديزل ذات نسبة الإنضغاط العالية نجد أن إستهلاك الوقود يتراوح مابين ٠.٤ : ٠.٥ رطل/حصان.ساعة ، وحساب إستهلاك الوقود بهذه الطريقة يسمى بالإستهلاك النوعى للوقود .

**Specific fuel consumption ( S.F.C( .**

**)S.F.C. ) = Kg of fuel / hour / I . Hp in KW**

**=Kg of fuel / hour / I . Hp in Hp**

**وعموما يمكن القول أن هناك بعض العوامل التى تجعل إحتراق الوقود داخل المحرك يتم بكفاءة وإقتصاديا ومنها :-**

**(١) ضغط تشغيل عادى للمحرك**

**(٢) حمل التشغيل خفيف – متوسط – ثقيل**

**(٣) الحالة الميكانيكية للمحرك**

**معادلة حساب إستهلاك الوقود**

$$h_{th} = \frac{BPHx75x60x60}{CVxFCx427}$$

**ηth=الكفاءة الحرارية الفرملية**

**Bph=القدرة الفرملية بالحصان الميكانيكى**

**CV =الفيمة الحرارية للوقود بالكيلو كالورى**

**FC =إستهلاك الوقود بالكيلوجرام/ساعة**

**427 =المكافئ الميكانيكى الحرارى (كيلوكالورى/كجم.متر)**

# حساب التكاليف المتغيرة

**مثال :-**

**إحسب إستهلاك الوقود باللتر/ساعة لمحرك ديزل قدرته الفرملية واحد حصان كفاءته الحرارية ٣٠ % والقيمة الحرارية للوقود ١٠.٠٠٠ كيلوكالورى/كجم وكثافة الوقود ٠.٨٥ كجم/لتر .**

**الحل**

**Thermal = B.Hp /Thermal energy of fuel *100**

**القيمة الحرارية للوقود(c.v.) = 10000 K.cal / Kg**

**B.Hp = 1 .Hp** **η Th = 0.30**

**كثافة الوقود =٨٥٠ Kg/Liter**

**1K . cal = 427 Kg . m of work or 1 B . Tu = 778 Ib .ft**

**30 / 100 = 1 * 75 * 60 * 60 / F.c. * 10000 * 427**

**Fuel consumption ( F.c. ) = 0.21 Kg / hr**

**Specific fuel consumption (S.F.C ) = 2.5 Kg/hr /1 Hp = ٢.٥ Kg/Hp.hr.**

**Fuel consumption ( Liter/hr ) = 2.5 / 0.85 = 0.225 Liter /hr**

# حساب التكاليف المتغيرة

**مثال :-**

**إحسب إستهلاك الوقود لمحرك بنزين قدرته الفرملية واحد حصان وكفاءته الحرارية ٢٠ % والقيمة الحرارية للوقود ١٠.٠٠٠ كيلو كالورى/ كجم وكثافة الوقود ٠.٧٢ كجم / لتر .**

**20 / 100 = 1 * 75 * 60 * 60 / F.c. * 10000 * 427**

**Fuel consumption = 0.316 Kg/hr**

**Fuel consumption = 0.316 / 0.72 = 0.43 Litre/hr**

## بعض الطرق الدقيقة لحساب تكاليف الوقود:

تحسب الوقود لمعظم المعدات عن طريق استخدام أجهزة أو عن طريق استخدام المخابير و إعادة ملئ الخزان بعد فترات تشغيل معينة ثم يضرب بعد ذلك معدل استهلاك الوقود فى ثمن وحدة الحجم فى الوقود . كثير من الباحثين قد حاولوا تقدير استهلاك الوقود كقيمة متوسطة بالنسبة للجرار من العلاقة ( ASAE ) .

**Av. Gasoline consumption, ( L/hr) = 0.305 × max. Pto kw**

و لحساب استهلاك الوقود للجرارت الديزل فهى تعتبر ٧٣% من القيمة الناتجة للمعادلة السابقة . و اذا كانت max.pto. غير معروفة فيمكن إحلالها

و تستخدم المعادلة السابقة بصرف النظر عن العملية الزراعية أو تحميل الجرار الذى اختلف فيه الباحثين فبعض الباحثين مثل weber 1968 قد استخدم بيانات ٤٨ جرار و منها حدد أن الجرار يتم تحميله طوال عمره الزراعى بقيمة مساوية ٥٠% من القدرة الكلية و لكن بعد ذلك قد رفع هذه النسبة الى ٧٠% أى أن متوسط تحميل الجرار حوالي ٧٠% من الحمل الكلى أثناء العمر الكلى للجرار .

# حساب التكاليف المتغيرة

و هناك بالطبع طرق أكثر دقة من السابقة و هى تستخدم كثيرا لتحديد تكلفة الوقود للجرار عند عمليات محددة حيث يجب فى هذه الطريقة أن نحدد نسبة التحميل التى يحمل بها الجرار نتيجة شده أو تشغيله لهذه الألة . و لأجراء ذلك يجب الحصول على المقاومة النوعية لكل اله و الحصول على ما يطلق عليه مقاومة الجر (Draft) للحصول على هذه القيم يمكن الاستعانة بالجداول التالية

# حساب التكاليف المتغيرة

SECTION 4—DRAFT AND POWER REQUIREMENTS

**4.1** Draft data are reported as the force required in the horizontal direction of travel. Only functional draft (soil and crop resistance) is reported. Rolling resistance of transport wheels may have to be added to get total implement draft.

**4.1.1 Tillage**

**4.1.1.1 Moldboard plows.** Draft per unit cross-section of furrow slice is for bottoms equipped with high-speed moldboards, coulters, and landside. Draft in $N/cm^2$ [$lb/in.^2$], speed (S) in km/h [mph].

| | |
|---|---|
| Silty clay (South Texas) | $7 + 0.049\ S^2$ [$10.24 + 0.185\ S^2$] |
| Decatur clay loam | $6 + 0.053\ S^2$ [$8.77 + 0.2\ S^2$] |
| Silty clay (N. Illinois) | $4.8 + 0.024\ S^2$ [$7 + 0.09\ S^2$] |
| Davidson loam | $3 + 0.020\ S^2$ [$4.5 + 0.08\ S^2$] |
| Sandy silt | $3 + 0.032\ S^2$ [$4.4 + 0.21 S^2$] |
| Sandy loam | $2.8 + 0.013\ S^2$ [$4 + 0.05\ S^2$] |
| Sand | $2 + 0.013\ S^2$ [$3 + 0.05\ S^2$] |

# حساب التكاليف المتغيرة

Multiply equations by 1.07 for an added jointer or coverboard. An increase of 1 soil moisture percentage point can decrease draft 10 percent. An increase in apparent specific gravity of 0.1 can increase draft 10 percent. A C.V. of 0.13 is common in plow unit draft measurements.

**4.1.1.2 Disk plows.** Draft per unit cross-section of furrow slice for 66 cm [26 in.] diameter disk, 0.38 rad [22 deg] tilt, 0.785 rad [45 deg] angle. Draft in N/cm² [lb/in.²], speed (S) in km/h [mph].

| | |
|---|---|
| Decatur clay | $5.2 + 0.039\ S^2$ <br> $[7.6 + 0.15\ S^2]$ |
| Davidson loam | $2.4 + 0.045\ S^2$ <br> $[3.4 + 0.17\ S^2]$ |

**4.1.1.3 Listers.** Draft per 36 cm [14 in.] bottom at 6.76 km/h [4.2 mph]. Draft in N/bottom [lb/bottom], depth (d) in cm [in.].

| | |
|---|---|
| Silty clay loam | $21.5\ d^2$ <br> $[31.2\ d^2]$ |

**4.1.1.4 Disk harrows.** Draft per mass [weight] at any speed, typical working depth. Draft in N [lb], Mass (M) in kg [lb].

| | |
|---|---|
| Clay | $14.7\ M$ <br> $[1.5\ M]$ |
| Silt loam | $11.7\ M$ <br> $[1.2\ M]$ |
| Sandy loams | $7.8\ M$ <br> $[0.8\ M]$ |

**4.1.1.5 Chisel plows and field cultivators.** Draft in firm soil per tool spaced at 30 cm [1 ft]. Includes wheel rolling resistance. Depth (d) = 8.26 cm [3.25 in.]. Draft (D) in N [lb] per tool, speed (S) in km/h [mph].

# حساب التكاليف المتغيرة

Loam (Saskatchewan) . . . . . 520 + 49.2 S
[117 + 17 S]

Clay loam (Saskatchewan) . . . . . 480 + 48.1 S
[108 + 16 S]

Clay (Saskatchewan) . . . . . 527 + 36.1 S
[118 + 12 S]

Draft at depth x ($d_x$) follows the relationship:

$$D_x = D_{8.26\ cm} \left(\frac{d_x}{8.26}\right)^2$$

$$\left[D_x = D_{3.25\ in.} \left(\frac{d_x}{3.25}\right)^2\right]$$

Variations in draft of 10 percent about the mean are common.

**4.1.1.6 Rotary tillers.** Effective draft per unit of cross-section of furrow slice, 45 cm [18 in.] diameter rotor, 10 cm [4 in.] depth, 6.7-11.7 r/s [400-700 rpm]. Unit draft in N/cm² [lb/in.²], bite length (b) in cm [in.].

Dry silt loam . . . . . $43.9\ b^{-0.46}$
$[41.8\ b^{-0.46}]$

Negative unit drawbar force for forward turning rotor
. . . . . 0.14 b
[0.5 b]

# حساب التكاليف المتغيرة

**4.1.1.7 One-way disk plow with seeder attachment.** Draft per unit width, 7.5 cm [3 in.] depth of tillage. Includes rolling resistance. Draft in kN/m [lb/ft], speed (S) in km/h [mph].

| | |
|---|---|
| Loam (Saskatchewan) | 1.6 + 0.13 S [110 + 14 S] |
| Clay loam (Saskatchewan) | 1.7 + 0.13 S [120 + 14 S] |
| Clay (Saskatchewan) | 2 + 0.17 S [140 + 18 S] |

Variations in draft of 10 percent about the mean are common. Increase draft 3.5 percent in loam, 7 percent in clay loam and 20 percent in clay for each cm increase in depth.

**4.1.1.8 Subsoiler.** Draft per shank per unit depth. Draft in N/shank [lb/shank], depth (d) in cm [in.].

| | |
|---|---|
| Sandy loam | 120-190 d [70-110 d] |
| Medium or clay loam | 175-280 d [100-160 d] |

**4.1.1.9 Minor tillage tools.** Draft per unit width, average for all soils. Draft in N/m [lb/ft].

| | |
|---|---|
| Land plane | 4400-11 600 [300-800] |
| Spike tooth harrow | 440-730 [30-50] |
| Spring tooth harrow | 1460-2190 [100-150] |
| Rod weeder | 880-1830 [60-125] |
| Roller or packer | 440-880 [30-60] |

# حساب التكاليف المتغيرة

**4.1.2 Seeding**

**4.1.2.1 Row planters.** Draft per row. Includes rolling resistance. Draft in N/row [lb/row], loam soils, good seedbed.

| | |
|---|---|
| Seeding only | 450-800/row [100-180/row] |
| Seed, fertilizer herbicides | 1100-2000/row [250-450/row] |

**4.1.2.2 Grain drills.** Draft per furrow opener. Includes rolling resistance. Draft in N/opener [lb/opener].

| | |
|---|---|
| Regular | 130-450 [30-100] |
| Deep furrow | 335-670 [75-150] |

**4.1.3 Cultivation.** All draft per unit effective width at typical field speeds. Draft in N/m [lb/ft], speed (S) km/h [mph], depth (d) in cm [in.].

| | |
|---|---|
| Row cultivator | 115-230 d [20-40 d] |
| Lister cultivator | 730-2200 d [50-150 d] |
| Rotary hoe | 440 + 21.7 S [30 + 2.4 S] |

**4.1.4 Fertilizer and chemical application**

| | |
|---|---|
| Anhydrous ammonia applicator | 1800 N per knife [400 lb per knife] |
| Fertilizer, pesticide distributors | Rolling resistance only |

# حساب التكاليف المتغيرة

**4.3** Rotary power data are reported as functional power required at the implement engine or tractor PTO shaft. Rolling resistance must be added to obtain total power requirements. Power in kW [hp] per unit given, S in km/h [mph]. Feed rate (F) typical material, wet basis (wb), in kg/s [lb/s].

| | |
|---|---|
| Cutterbar mower, alfalfa | 1.2/m [0.5/ft] |
| Cutterbar mower-conditioner, alfalfa | 3.7-4.9/m [1.5-2/ft] |
| Flail mower-conditioner, alfalfa | 8.2 + 2.13 F [11.0 + 1.3 F] |
| Conditioner only, alfalfa | 2.45/m [1/ft] |
| Side delivery rake | −0.186 + 0.052 S |
| 2.44 m width [8 ft width] | [−0.25 + 0.25 S] |
| Baler field, rectangular, normal hay or straw | 2.95 F [1.8 F] |

Multiply by 1.5 for tough crop, high density.

Forage harvester, flail, green forage. . . (see flail-mower conditioner)
Multiply by 2.0 for other forages.

Forage harvester, shear bar

| | |
|---|---|
| Corn | 1.5 + 3.3 F [2 + 2 F] |

# حساب التكاليف المتغيرة

Multiply by 1.33 for green alfalfa.
Multiply by 2.0 for low moisture forage and hay.
A recutter screen may double the above.

Combines, SP F, typical feed rate; based on 20 percent wb strawrack material.

| | |
|---|---|
| Soybeans & small grain | 7.5 + 7.5 F [10 + 4.6 F] |

For corn multiply by 3 (estimated).
Power peaks may be 100 percent greater than above.
For windrowed material, multiply by 0.9.

| | |
|---|---|
| Cotton pickers | 7.5-11.0/row [10-15/row] |
| Cotton strippers | 1.5-2.2/row [2-3/row] |
| Beet topper | 3.7-5.2/row [5-7/row] |
| Beet harvester (PTO) | 1.5-3.0/row [2-4/row] |
| plus draft, kN [lb] | 2.0-4.0/row [450-900/row] |
| Potato digger (PTO) | 0.75-1.5/row [1-2/row] |
| plus draft, kN [lb] | 2.2-3.5/row [500-800/row] |

فعلى سبيل المثال عند تحديد كمية الوقود المستهلكة بواسطة جرار يعمل مع محراث حفار تستخدم المعادلات التالية

$$D_X = D\left(\frac{dx}{8.26}\right)^2 \times number.of.tools$$

D = هو قوة الجر عندما يكون عمق الاسلحة ٨.٢٦سم بالنيوتن

S = السرعة الامامية كجم / ساعة

dx = العمق المرغوب للأسلحة بالسم

Dx= قيمة قوة الجر بالنيوتن

و من الجداول السابقة يمكن الحصول على القدرة على عمود الشد ثم القدرة على عمود الإدارة الخلفى ثم إيجاد نسبة التحميل و إستهلاك الوقود (الديزل) كما فى مجموعة المعادلات التالية

# حساب التكاليف المتغيرة

$$\text{DB HP} = \frac{D_x.S.1000}{75 \times 981 \times 3600}$$

$$\text{Equivalent P. T.O. HP} = \text{DB HP}/(0.96 \times \text{TE})$$

$$0.96\,(\text{Transmission eff.}) = \frac{axleHP}{P.T.O.HP}$$

$$\text{TE}\,(\text{tractive eff.}) = \frac{DBHP}{axleHP} = 0.92 - 0.93$$

$$\text{X} = \frac{EquivalentP.T.O.required.by.an.operation}{\max.available.fromP.T.O.}$$

$$\text{F.Cons} = (0.52 + 0.77\ \ (0.04\sqrt{738x + 173})Equivalent\quad PTO$$

$$\text{Fuel Cost} = R \times F.Cons.$$

# حساب التكاليف المتغيرة

**حيث أن :**

**DB HP = القدرة على عمود الشد بالحصان**

**DX = قوة الشد على عمود الجر بالنيوتن**

**S = السرعة الامامية ( كم / ساعة )**

**F. Cons = استهلاك الوقود بالجالون / ساعة**

**R =سعر الوقود بالجنيه للجالون**

**و هناك صورة أخرى لمعادلة F.Cons تختلف فيها فقط قيم الثوابت حسب الوحدات المستعملة بإختلاف نوع الوقود**

## ب- حساب تكاليف الزيوت:

من التعليمات الدورية و المتبعة لتشغيل معظم الجرارات والمعدات الزراعية ذاتية الحركة . يلزم تغير زيت محركاتها فى كل ١٠٠ الى ١٥٠ ساعة عمل . و حيث أن الزيوت المستهلكة فى الساحبات ليست فقط فى محركاتها و إنما يوجد الزيت فى أماكن أخرى فى الجرار مثل صندوق تغير السرعات و الجهاز الفرقى و أجهزة التوجيه هذا علاوة على بعض الأماكن الأخرى بالجرار و التى يجب تزيتها فى هذه الأماكن فهناك الكثير من الدراسات تقدر قيمتها بحوالى استهلاك لتر واحد زيت /١٠ ساعات عمل للساحبة. و بالتالي تكون قيمة تكاليف استهلاك الوقود مساوية لهذه القيمة مضافا إليها استهلاك الزيت فى المحرك . الا أنه و جد من السهولة و التجارب أن استهلاك الجرار للزيوت مرتبط بعدد ساعات التشغيل الفعلية و أن تشغيل الجرار الفعلي مرتبط باستهلاك الطاقة الناتجة من الوقود أو بمعنى آخر فان حركة الجرار هى فالنهاية استهلاك للوقود .

# حساب التكاليف المتغيرة

لذلك فقد وجد ان أنسب الطرق لحساب تكاليف استهلاك الزيوت ربطها باستهلاك الوقود و يمكن حسابه من المعادلة السابقة لحساب استهلاك الوقود و اعتبار أن معدل استهلاك الزيوت يمثل ٠.٠٣ من استهلاك الوقود.

تكاليف استهلاك الزيت ( جنيه/ساعة ) =

القدرة الفرملية للجرار × ٦٠% × ٠.٢٥ × ٠.٣ × سعر لتر الزيت

وهذه المعادلة من أنسب المعادلات لحساب استهلاك وتكاليف الزيت للساحبة بناءا على معدلات استهلاك الوقود

و قد اصطلح بعض الباحثين و أتفقوا على جعل تكاليف الزيت حوالي ١٥ % من تكاليف الوقود .

# حساب التكاليف المتغيرة

**و هناك طريقة أكثر دقة لحساب تكاليف الزيوت يمكن إقتباصها من الكتاب السنوى للجمعية الأمريكية للهندسة الزراعية كما يلى :**

**Oil consumption is defined as the volume per hour of engine crankcase oil replaced at the manufacturer's recommended change interval . Consumptions is in L/h [gal/h] where P is the rated engine power in KW(hp. (**

**Gasoline ……0.00056p + 0.02487**

**[0.00011p + 0.00657]**

**Diesel ……0.00059p + 0.02169**

**[0.00021p + 0.00573]**

## حساب تكاليف الصيانة و الإصلاحات

ان الهدف من الصيانة و الإصلاحات هو الحفاظ على الآلات و المعدات بحالة صالحة للعمل لأطول فترة زمنية. و عادة تعتبر تكاليف الإصلاحات جزءا من التكاليف المتغيرة و هى بمثابة تكلفة هامة من تكاليف الآلات فكلما استخدمت الآلة أكثر ازداد و عظم احتياجها للإصلاحات . و تعتمد تكاليف الصيانة و الإصلاح على مدى الاهتمام بالآلة من حيث تطبيق بنود الصيانة عليها فى أوقاتها و مواعيدها المحددة و ظروف العمل التي تعمل فيها الآلة و عمرها الافتراضي و سعر شراء الآلة .

و تشتمل تكاليف الإصلاحات و الصيانة على :

١ ـ سعر الأدوات الاحتياطية ( قطع الغيار).

٢ ـ أجرة العمال القائمين بعملية الصيانة و الإصلاح.

وعملية الصيانة و الإصلاحات إما أن تكون تبديل و تركيب أجزاء جديدة تحل محل ما يتلف من أجزاء أو إعادة إصلاح الأجزاء العاطلة أو التالفة . و مما هو جدير بالذكر فان تكاليف الإصلاحات و الصيانة من التكاليف التى يصعب التنبؤ بقيمتها . علما بأن عمليات الإصلاح و الصيانة تعد ضرورية للحفاظ على مستوى أداء الآلات عاليا.

## أنواع الإصلاحات

**تنقسم الإصلاحات الى أربعة أنواع رئيسية :**

**١- إصلاحات التلف الاعتيادي .**

**٢- الإصلاحات نتيجة التلف الحوادث.**

**٣- إصلاحات ناتجة عن إهمال المشغل .**

**٤- العمرة الاعتيادية.**

**و كما ذكرنا سابقا فان التنبؤ بقيمة التكاليف يصعب حسابه و خاصة بالنسبة لتكاليف إصلاحات تلف الحوادث و لكن من التجارب و الممارسة العملية لاستخدام الآلات و الساحبات و المعدات الزراعية نفهم أن هناك نسبا مئوية يمكن الاعتماد عليها فى حساب تكاليف الصيانة و الإصلاحات. و تحسب هذه النسبة من ثمن الشراء الأساس للآلة أو المعدة و تتراوح هذه النسبة بين ٢.٢ % من ثمن شراء الآلة حتى ٧.٤% من ثمن شراء الآلة و تشتمل هذه النسبة على ( ثمن شراء الأدوات الاحتياطية ، أجور العمال القائمين بالصيانة ، بعض التكاليف الأخرى مثل تكاليف نقل المعدة الى مكان الصيانة و غيرها) .**

**و سوف تتم مناقشة كل قسم من الأقسام الأربعة للإصلاحات فيما يأتى :**

**١ـ إصلاحات التلف الاعتيادي :**

**من أمثلة إصلاحات التلف الاعتيادي في الآلات و المعدات الزراعية :**

**أـ التلف الحادث فى أسلحة المحاريث و هذا التلف لابد من حدوثه سواء أجريت الصيانة الدورية بانتظام أو لم تجر و ذلك لأن أسلحة المحاريث لابد من تآكلها أثناء إجراء عملية الحرث . و تعتبر طبيعة التربة و نوعها العامل المحدد لنسبة حدوث ذلك التآكل.**

**بـ تلف البطاريات و الإطارات و يحدث هذا التلف أيضا نتيجة التشغيل و لكن الزيادة في عمرها التشغيلي يعتمد على مدى كفاءة و إتباع الصيانة اللازمة لهذه الأجزاء .**

**٢- التلف و الكسر الناتج عن الحوادث:**

و هذا التلف يمكن أن تتعرض له الآلات و المعدات نتيجة الحوادث أو التصادم أو انقلاب الآلات حتى لو كانت تحت قيادة و تشغيل مشغل ماهر و لكن من المعروف أن الحوادث الناتجة عن الإهمال و التسرع ينتج عنها أضرار جسيمة و مكلفة جدا مثل كسر محاور الآلات أو هيكلها أو أى جزء آخر فى الآلة يصعب تبديله مما يعتبر تلفا كاملا للألة ، و يجب العلم بأنه الاستخدام الصحيح و الضبط الدقيق للآلات يخفض من الكسور و التلف المفاجئ لها.

**٣- التلف الناتج عن إهمال المشغل:**

إهمال صيانة الأعطال البسيطة و إصلاحها يؤدى دائما الى تضخم هذه الأعطال و تصبح معقدة وأكثر تكلفة مما لو تم الإصلاح فى حين وقوع العطل و من جهة أخرى فان إتباع نظام صيانة دقيق قبل مواعيد مواسم العمل مع الخدمة و الصيانة اليومية للالة يساعد على تقليل و تخفيض الإصلاحات المكلفة.

## ٤- التعمير الدوري :

تجرى عملية التعمير الدورية للآلات من أجل استبدال الأجزاء التالفة و المعطوبة بأجزاء أخرى جديدة حتى يمكن الحصول على أداء جيد من الآلات . لأنه من المعروف أن إهمال الصيانة الدورية يؤدى الى الإسراع بعمل هذه التعميرات الدورية بنسبة قد تصل الى أكثر من ١٠٠ % مما لو طبقت التعليمات فى مواعيدها المقررة .

تكاليف الصيانة هى التكاليف أو ثمن الأجزاء التى تم تركيبها فى الآلة بدل من التالفة و التشحيم و التزييت و غيرها و كذلك تكاليف العمل البشرى اللازم للتركيب و الإصلاح . و تكاليف الصيانة لا يمكن تقديرها أو تخمينها بدقة . فأسلحة المحاريث مثلا تستهلك من التشغيل و تحتاج الى تغيير على فترات معروفة و لكن أجزاء مثل الجنازير و السيور و غيرها تحتاج الى إحلال بطريقة عشوائية و غير منتظمة و تختلف التكاليف لنفس الالى من منطقة الى أخرى و حتى فى نفس المنطقة يمكن أن يكون هناك اختلاف كبير .

# حساب التكاليف المتغيرة

و قد تحسب تكاليف الصيانة كمعدل صيانة ثابت الجنيه / ساعة تشغيل و هذا شائع الاستخدام مع كل من الجرارت و الآلات على السواء و يعيب على هذه الطريقة انها لا تدخل حجم الآلات فى الاعتبار و لا الاستعمال التراكمي لها و لا تأثير للتضخم من سنة الى أخرى.

و قد تحسب تكاليف الصيانة بطريقة أخرى و هى بالجنيه / فدان و هذه الطريقة أفضل من الطريقة السابقة لأن الصيانة تعتبر ثابتة بالنسبة للمساحة بصرف النظر عن حجم الآلة .

و لكن يوجد مقياس آخر لتكاليف الصيانة أفضل من الاثنين السابقين و هى حساب التكاليف على أساس عمر و ثمن الآلة معا . و هذه الطريقة يتلاشى تأثير حجم الآلة حيث أنه كلما زاد حجم الآلة زاد ثمنها و كذلك يتلاشى تأثير التضخم حيث أن فترة تجمع البيانات تعتبر ممثلة للتضخم فى الأوقات التالية لها .

# حساب التكاليف المتغيرة

و يجب على العاملين فى مجال الميكنة الزراعية و محطات الخدمة الآلية أن يسجلوا بيانات الصيانة و الإصلاح لمعداتهم لعدة سنوات و بعدها يمكن عمل معادلات انحدار بين accumulated usage لهذه الآلات و تكاليف الصيانة لها و تستخدم هذه المعادلات فى حساب تكلفة تشغيل الآلات المماثلة بعد ذلك .

و قد صممت كثير من المعادلات لحساب تكاليف الصيانة لمعظم الآلات تحت ظروف التشغيل الأوروبية و الأمريكية و التى لا تماثل من قليل أو من بعيد ظروف التشغيل المصرية .و يعض هذه المعادلات فى صورة خط مستقيم على الصورة

$$R\% = a\,h + b$$

حيث أن

a,b ثوابت

%R الصيانة كنسبة مئوية من ثمن الشراء

# حساب التكاليف المتغيرة

**R Cost = R % . P/h**

**حيث أن :**

**h = عدد ساعات تشغيل الآلة السنوى**

**R Cost = الصيانة بالجنيه / ساعة**

**P = ثمن شراء الآلة بالجنيه**

**و يمكن الحصول على قيمة R% من الجداول التالية:**

# حساب التكاليف المتغيرة

صورة

**Table A.3. Estimated Annual Cost of Spares and Repairs as a Percentage of Purchase Price* at Various Levels of Use**

| | Approximate Annual Use (hours) | | | | Additional use per 100 hours |
|---|---|---|---|---|---|
| | 500 | 750 | 1000 | 1500 | ADD |
| | % | % | % | % | % |
| *Tractors* | 5 | 6·7 | 8·0 | 10·5 | 0·5 |

| | Approximate Annual Use (hours) | | | | Additional use per 100 hours |
|---|---|---|---|---|---|
| | 50 | 100 | 150 | 200 | ADD |
| | % | % | % | % | % |
| *Harvesting Machinery* | | | | | |
| Combine Harvesters, self-propelled and engine driven | 1·5 | 2·5 | 3·5 | 4·5 | 2·0 |
| Combine Harvesters, p.t.o. driven, metered-chop forage harvesters, pick-up balers, potato harvesters, sugar-beet harvesters | 3·0 | 5·0 | 6·0 | 7·0 | 2·0 |
| *Other Implements and Machines* | | | | | |
| Group 1: Ploughs, Cultivators, Toothed harrows, Hoes, Elevator potato diggers (Normal soils) | 4·5 | 8·0 | 11·0 | 14·0 | 6·0 |
| Group 2: Rotary cultivators, Mowers, Binders, Pea-cutter-windrowers | 4·0 | 7·0 | 9·5 | 12·0 | 5·0 |
| Group 3: Disc harrows, Fertilizer distributors, Farmyard manure spreaders, Combine drills, Potato planters with fertilizer attachment, Sprayers, Hedge-cutting machines | 3·0 | 5·5 | 7·5 | 9·5 | 4·0 |
| Group 4: Swath turners, Tedders, Side-delivery rakes, Unit drills, Flail forage harvesters, Semi-automatic potato planters and transplanters, Down-the-row thinners | 2·5 | 4·5 | 6·5 | 8·5 | 4·0 |
| Group 5: Corn drills, Milking machines, Hydraulic loaders, Simple potato planting attachments | 2·0 | 4·0 | 5·5 | 7·0 | 3·0 |
| Group 6: Grain driers, Grain cleaners, Rolls, Hammer mills, Feed mixers, Threshers | 1·5 | 2·0 | 2·5 | 3·0 | 0·5 |

* When it is known that a high purchase price is due to high quality and durability, or a low price corresponds to a high rate of wear and tear, adjustments to the figures should be made. See p. 37.

# حساب التكاليف المتغيرة

**و يمكن تحويل الجداول السابقة الى معادلات يسهل إستخدامها بتطبيق طريقة إيجاد معادلات الإنحدار فى علم الإحصاء و بعض من هذه المعادلات كما يلى:**

**R%= 0.06 . h + 2.0 (chisel, Ridger, and scrapers)**

**R%= 0.04 . h + 1.5 (Disc harrow)**

**R%= 0.04 . h + 0.5 (grain drills and planters)**

**وهناك صورة اخرى من المعادلات صممت بواسطة ASAE وهى تؤخذ عدد ساعات التشغيل التراكمى للآلة فى الاعتبار وتوجد هذه المعادلات فى الصورة التالية :**

# حساب التكاليف المتغيرة

**T.A.R. 1 = a n b**

**T.A.R. 1 = a ( h + n )b**

**حيث أن**

**a,b** ثوابت

**h** عدد ساعات التشغيل التراكمية للآلة

**TAR1** = الصيانة التراكمية للآلة بعد عدد **n** من السنين

**TAR2** = الصينة التراكمية بعد زمن **h+n** من السنين

**R . Cost 1 = T.A. R. 1 p**

**R . Cost 2 = T.A. R. 2 p**

$$\text{Repair Cost Hour} = \frac{RCost\ 2 - RCost\ 1}{n}$$

**و الجداول التالية يمكن الإستعانة بها لإيجاد قيم الثوابت a, b و تختلف بالطبع بإختلاف نوع الألة**

# حساب التكاليف المتغيرة

صورة

TABLE 1—REPAIR AND MAINTENANCE COSTS

| 1970 Midwest | | Earlier Nationwide | |
|---|---|---|---|
| Tractors | | Crawler, 4-wheel drive tractors | $0.024(X)^{1.5}$ |
| gasoline | $0.0183\ X^{1.159}$ | | |
| diesel | $0.0120\ X^{1.033}$ | | |
| LPG | $0.0131\ X^{1.132}$ | Power units, 2-wheel drive tractors | $0.029(X)^{1.5}$ |
| SP combine | $0.052\ X^{1.122}$ $[0.0076\ X^{1.122}]$ | SP combines, cotton pickers, forage harvesters, pull-type cotton strippers, rotary stalk cutters and pickup trucks | $0.23(X)^{1.4}$ |
| Corn pickers | $0.686\ X^{1.248}$ $[0.0820\ X^{1.248}]$ | Floats and scrapers, land plane, front end loaders, balers with engines, manure spreaders, feed trucks | $0.17(X)^{1.4}$ |
| Moldboard plows | $0.360\ X^{1.810}$ $[0.0700\ X^{1.810}]$ | Mounted cotton pickers and corn pickers, forage harvesters and blowers, flail harvesters, farm trucks and SP sprayers | $0.30(X)^{1.4}$ |
| Disk harrows | $0.012\ X^{1.714}$ $[0.0025\ X^{1.714}]$ | PTO balers, sugarbeet and potato harvesters | $0.22(X)^{1.4}$ |
| Chisel plows and field cultivators | $0.037\ X^{1.408}$ $[0.0103\ X^{1.408}]$ | PTO combines and corn heads for SP combines | $0.38(X)^{1.4}$ |
| Row planters | $0.093\ X^{1.137}$ $[0.0134\ X^{1.137}]$ | | |

# حساب التكاليف المتغيرة

## صورة

| | | | |
|---|---|---|---|
| Grain drills | $0.089\,X^{2.826}$ $\left[0.0359\,X^{2.826}\right]$ | SP swathers, rakes, hay conditioners, feed wagons | $0.28(X)^{1.4}$ |
| Row cultivators | $0.023\,X^{2.207}$ $\left[0.0094\,X^{2.207}\right]$ | Seeding equipment, mounted sprayers | $0.78(X)^{1.4}$ |
| Rotary hoes | $0.012\,X^{1.769}$ $\left[0.0049\,X^{1.769}\right]$ | Wagons with boxes | $0.11(X)^{1.4}$ |
| PTO windrower-conditioners | $0.063\,X^{1.785}$ $\left[0.0254\,X^{1.785}\right]$ | Fertilizer distributing equipment | $0.49(X)^{1.3}$ |
| PTO forage harvesters | $0.158\,X^{0.785}$ $\left[0.0640\,X^{0.785}\right]$ | Cutterbar mowers and all tillage equipment | $0.36(X)^{1.3}$ |
| Stalk choppers | $2.120\,X^{0.904}$ $\left[0.8570\,X^{0.904}\right]$ | | |

# حساب التكاليف المتغيرة

**عند تطبيق المعادلات أعلاه يقسم X (عدد ساعات التشغيل التراكمى)على ١٠٠٠**
**و فى حالة المعدات الزراعية تقسم X (المساحة التراكمية) على ١٠٠**

## حساب أجور عمال التشغيل

تختلف أجور العمالة الزراعية و القائمين على تنفيذ العمليات الزراعية كل حسب طبيعة عمله و مهارته حيث يحتاج تشغيل الآلات و المعدات و الساحبات الزراعية الى عمالة متخصصة و ذات خبرة فى التشغيل تتفاوت من عملية لأخرى و من تشغيل الة الى تشغيل الة ثانية. لذلك فهناك بعض المعايير المحددة لأجور العمالة الزراعية ، و دائما يقصد بالعمالة الزراعية بتلك العالة لمختصة بتشغيل الساحبات الآلات الزراعية .

و من البديهي أن تختلف أجور القائمين على تشغيل هذه الآلات حسب نوع الآلة و طبيعة عملها و ثمن شرائها و خبرة و مهارة تشغيلها و العملية الزراعية المنفذة بها . ذلك أن تشغيل الآلة لا يعتمد فقط على قيادتها و لكن يرتبط أيضا بإجراء بعض الصيانة التى قد تطرأ عليها أثناء تشغيلها فى الحقل.

# حساب التكاليف المتغيرة

لذلك فأجور العمال تعتبر بند ا هاما جدا من بنود التكاليف المتغيرة و الخاصة بتشغيل المعدات و الآلات الزراعية لأنها مرتبطة بعدد ساعات التشغيل الفعلية للآلة ارتباطا وثيقا و أحيانا تحسب هذه التكاليف كأجر شهري للمشغل أو أجر يومي على عدد ساعات التشغيل اليومية و فى المتوسط فان أجرة تشغيل معظم الآلات و المعدات الزراعية حوالي جنيه/ ساعة أى حوالي ٨-١٠ جنيه/ لليوم ( باعتبار يوم العمل ٨ ساعات ) أى أن تكاليف العمالة متغيرة من مكان لآخر و آخر المعلومات عنها كانت الإحصائيات التي جمعتها وزارة الزراعة عن طريق المشروع القومي للميكنة الزراعية و كان حوالي ٤٦ قرش/ ساعة . و هذا تغيير فى الوقت الحالي و قد يصل الى جنيه / ساعة أو أكثر .

## المصاريف الإدارية

يقصد بالمصاريف الإدارية تلك التكاليف التى تدفع أجورا للقائمين على إدارة المشروع من مهندسين و ملاحظين و فنيين إداريين نظير قيامهم بأعمال مختلفة متخصصة كل فى مجاله و تقدر هذه المصاريف بحوالى ١٠ % من مجموع التكاليف الثابتة و المتغيرة لتشغيل الآلات و المعدات الزراعية الموجودة فى المشروع و مم تقدم يمكن حساب التكاليف الكلية للتشغيل وفق الآتي :

حساب التكاليف الكلية ( جنيه / الساعة ) =

التكاليف الثابتة (جنيه / الساعة ) + التكاليف المتغيرة ( جنيه / ساعة ) +

المصاريف الادارية = ( التكاليف الثابتة + المتغيرة ) × ١.١٠

**Total Costs ( LE / hr ) = ( Fixed costs LE / hr ) ÷ Variable costs LE / hr × 1.10**

# حساب التكاليف المتغيرة

أبسط الطرق لحساب تكاليف المعدات الزراعية هو إستعمال طريقة الإهلاك المبسطة ( طريقة الخط المستقيم ) وحساب كل التكاليف الثابتة كقيمة ثابتة لكل سنة من عمر الآلة وتتضمن هذه الطريقة ضم تكاليف الإهلاك والفائدة على رأس المال والضرائب والمأوى والتأمين فى نسبة مئوية من ثمن شراء الآلة وتسمى **Annual Fixed Cost Percentage** وطريقة حساب هذه النسبة تكون كما يلى :-

Depreciation (straight line):

Let $S = 0.1P$ and $L = 10$ years

$$D = \frac{P - S}{L} = \frac{P - 0.1P}{10} = 0.09p / year$$

Interest on investment

$$I = (\frac{P + S}{2})i = (\frac{P + 0.1P}{2}).07 = 0.385P$$

# حساب التكاليف المتغيرة

| | |
|---|---|
| **Taxes** | **0.15 P** |
| **Insurance** | **0.0025 P** |
| **Shelter** | **0.01 p** |
| **Total Fixed Costs** | **0.1560 P/year or 16% P** |

**وكذلك يمكن التعبير عن التكلفة الكلية للموسم لآلة زراعية عن طريق المعادلة التالية :-**

$$AC = FC\%P + \frac{4.2A}{S.w.e}(RMP + L + O + F + T)$$

# حساب التكاليف المتغيرة

Ac =التكلفة السنوية الكلية لتشغيل الآلة جنيه/ سنة

Fc% =النسبة المئوية للتكاليف الثابتة ( نسبة )

P =تكلفة شراء الآلة الإبتدائية بالجنيه

A =الإستخدام السنوى بالفدان

S =السرعة الأمامية للآلة كم / ساعة

W=العرض الفعلى لتشغيل الآلة بالمتر

e=الكفاءة الحقلية ( نسبة )

RM=تكاليف الصيانة والإصلاح كنسبة مئوية من شراء الآلة / ساعة

L =أجر العامل بالجنيه / ساعة

O =تكلفة الزيت بالجنيه / ساعة

F =تكلفة الوقود بالجنيه / ساعة

T =تكلفة الجرار المستخدم بواسطة الآلة بالجنيه / ساعة( T=صفر حالة الآلات ذاتية الحركة )

**ومن المقبول أن يتم تغيير النسبة المئوية للتكلفة الثابتة حسب الظروف الخاصة .**

**ويمكن إستعمال المعادلة السابقة فى حالة التنبؤ بالتكلفة المستقبلية للآلات الجديدة أو المستعملة فى حالة الإستخدام العادى للآلات .**

## تكلفة عدم التوقيت المناسب :

و هذه التكلفة لا تهتم بها كثيرا المزارع المصري و ذلك لصغر الحيازات الزراعية من ناحية و من ناحية أخرى عدم قدرته على امتلاك الآلات الزراعية . و هذا الشق من التكلفة ذو أهمية كثيرة لمحطات الخدمة الالية عندما يكون معلوم المساحات التى يجب خدمتها وكذلك أيضا كبار المزارعين الذين يستخدمون الاتهم الخاصة فى خدمة أراضيهم . و هذه التكلفة باختصار هى عبارة عن الفقد في المحصول الناشئ عن عدم أداة الخدمة الزراعية أو العملية الزراعية فى وقتها المناسب و المثالى .

كثيرا من الباحثين قد اشتعلوا فى هذا الموضوع و منهم و هنالك عدة نماذج لهذه التكلفة قد تم اقتراحها و استخدامها فى حساب تلك التكلفة . فى النموذج الأول ( A) نجد أن العلاقة بين فقد المحصول و توقيت أداء العملية الزراعية يعطى شكل هرمي .حيث توجد نقطة تحدد الانتاج الأمثل و على كل جانبى هذه النقطة يكون الفقد فى المحصول متماثل و هذا النموذج مطابق للفاقد مع عمليات الرش و العزيق و ذلك عندما يمكن تحديد الوقت الأمثل للعملية بدقة كافية و عندما يكون التأخير و التبكير فى أداء العملية متماثل .

**للعملية بدقة كافية و عندما يكون التأخير و التبكير فى أداء العملية متماثل .**

**النموذج الثانى ( B) و تمثل به العمليات الزراعية التى لا تكون ذات حساسية كبيرة أثناءالموسم مثل عملية اعداد التربة .و النموذج الثالث يمثل العمليات التى يكون التبكير فيها ذو خطورة كبيرة عن التأخير و لا يوجد تماثل حول النقطة المثلى و يتبع هذه المنحنى معظم عمليات الحصاد .**

# حساب التكاليف المتغيرة

**صورة**

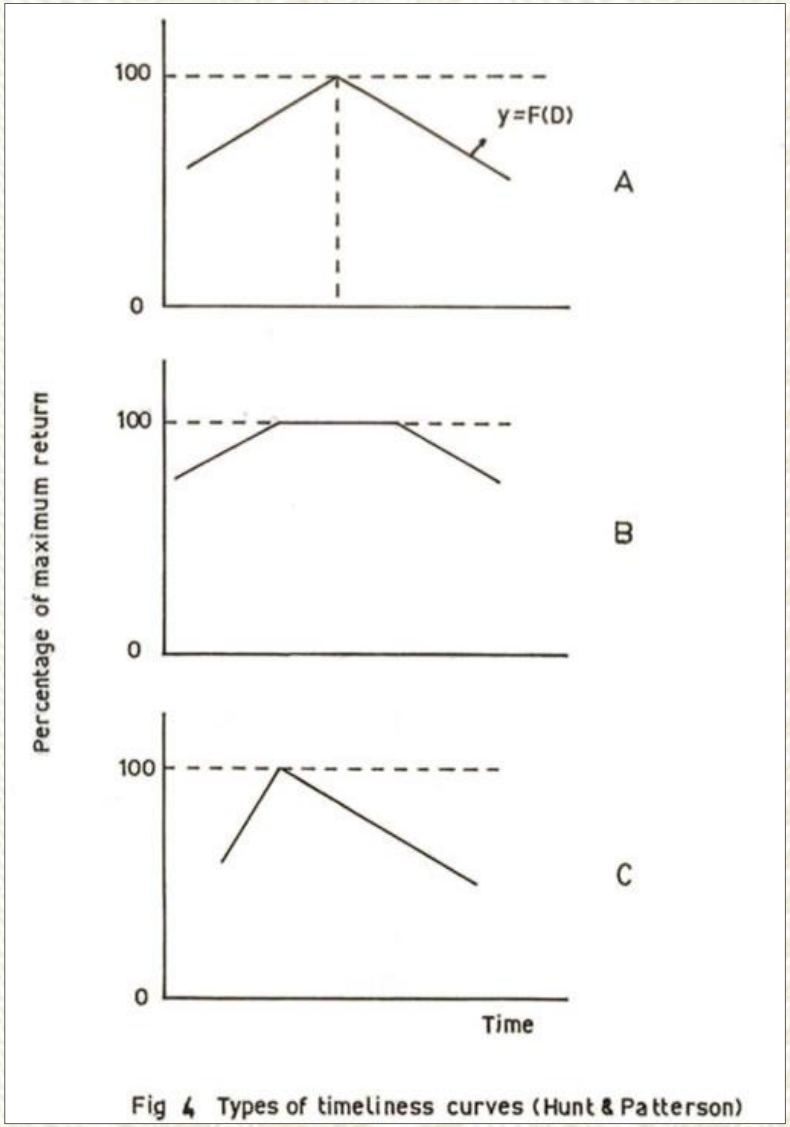



Fig 4 Types of timeliness curves (Hunt & Patterson)

و يلاحظ أن هذه المعادلات تكون فى صورة الخط المستقيم و قد إعترف كثير من الباحثين بهذا الأسلوب و منهم العالم **Hunt** الذى وضع الصورة التالية من المعادلات لحساب تكلفة عدم التوقيت

$$Tc = \frac{KYVA^2}{Xuz}$$

**Tc** =تكلفة عدم التوقيت بالجنيه / موسم

**K** =معامل الفقد (١/يوم)

**Y** =أعلى انتاجية للهكتار من الارض ( طن / هكتار )

**V** =قيمة المحصول ( جنيه / طن )

**A** =المساحة المزروعة من المحصول فى الموسم

**z** =سعة الآلة الحقلية ( هكتار / يوم )

**x** = ٢ للعمليات التى تتم قبل الميعاد الامثل أو بعده ، ٤ للعمليات التى يتخللها الميعاد الامثل

**u** =نسبة الايام التى يمكن اجراء العمليات الزراعية به

# حساب التكاليف المتغيرة

و يلاحظ أن نسبة الأيام الصالحة للعمل الزراعى تختلف من مكان الى آخر و من عملية أو آلة الى أخرى و عادة ما تكون رطبة التربة و رطوبة المحصول هى العوامل الرئيسية التى تحدد وقتالتشغيل . و يمكن تحديد نسبة الرطوبة للتربة الصالحة لعمل الالات و حساب كمية مياه الأمطار فى المواسم المختلفة و بالتالى تحديد نسبة الوقت الصالح للعمل على أساس كمية مياه الأمطار التى تحدث زيادة فى رطوبة التربة و تمنع من دخول الالات للحقل و يتم هذا عن طريق الاحتمالات . و عموما فى مصر لا تتوافر كمية الأمطار التى تؤثر على العمل الزراعى و تكون فى مصر عادة مساوى ٨٦% على أساس خصم أيام الجمع من أوقات العمل و يظن من المعادلة أهمية اختيار وقت ابتداء العمل المزرعى بحيث يكون قبل الوقت الأمثل و ينتهى بعد الوقت الأمثل حتى تكون قيمة x مساوية ل ٤ بدل من ٢ ، و بالتالى الفاقد . و يمكن كتابة المعادلة فى الصورة التالية يجعل الفقد بالجنيه / الساعة

# حساب التكاليف المتغيرة

$$Tc = \frac{KYVA}{xuh}$$

**حيث أن :**

**h = عدد ساعات التشغيل اليومى**

**ويمكن حساب 1 ( k/يوم ) عن طريق حساب كمية المحصول بالكيلوجرامات المفقودة لكل فدان لكل يوم ثم تقسم هذه القيمة على كمية المحصول بالجنيه / فدان وكذلك قيمة الكجم من المحصول**

# حساب التكاليف المتغيرة

## صورة

TABLE 1—PROBABILITIES FOR A WORKING DAY

| Region | | Central Illinois | | State of Iowa | | South-eastern Michigan | | State of South Carolina | | Southern Ontario Canada | | Mississippi Delta | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Soil | | Prairie Soils | | State Average | | Clay Loam | | Clay Loam | | Clay Loam | | Clay | |
| Notes | | 18 yrs. data In early spring and late fall, pwd in Iowa and Illinois may be 0.07 greater in North and West and 0.07 less in South and East | | 17 yrs. data | | Simulation (tillage only) | | Simulation (tillage only) Sandy soils can be worked all months and have higher pwd | | Simulation (tillage only) Start 7-10 days earlier on sandy soils, 0.15 greater pwd | | Simulation (tillage only) Non-tillage field work pwd and pwd for sandy soils some greater in winter and early spring | |
| Ave. Date | Biweekly Period | Probability Level, Percent | | | | | | | | | | | |
| | | 50 | 90 | 50 | 90 | 50 | 90 | 50 | 90 | 50 | 90 | 50 | 90 |
| Jan. and Feb | —— | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.07 | 0.0 |
| Mar. 7 | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | — | — | 0.0 | 0.0 | | |
| Mar. 21 | 2 | 0.29 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.03 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.18 | 0.0 |
| Apr. 4 | 3 | 0.42 | 0.13 | 0.39 | 0.16 | 0.0 | 0.0 | — | — | 0.01 | 0.0 | | |
| Apr. 18 | 4 | 0.47 | 0.19 | 0.57 | 0.38 | 0.20 | 0.0 | 0.29 | 0.06 | 0.07 | 0.0 | 0.35 | 0.08 |
| May 2 | 5 | 0.54 | 0.31 | 0.66 | 0.48 | — | — | — | — | 0.62 | 0.02 | — | — |
| May 16 | 6 | 0.61 | 0.34 | 0.68 | 0.47 | 0.61 | 0.32 | 0.64 | 0.37 | 0.60 | 0.02 | 0.58 | 0.28 |
| May 30 | 7 | 0.63 | 0.40 | 0.66 | 0.47 | — | — | — | — | 0.79 | 0.16 | — | — |
| June 13 | 8 | 0.66 | 0.41 | 0.69 | 0.52 | 0.69 | 0.42 | 0.72 | 0.46 | 0.77 | 0.22 | 0.69 | 0.39 |
| June 27 | 9 | 0.72 | 0.53 | 0.74 | 0.57 | — | — | — | — | 0.80 | 0.23 | — | — |
| July 11 | 10 | 0.72 | 0.52 | 0.77 | 0.64 | 0.75 | 0.52 | 0.67 | 0.43 | — | — | 0.63 | 0.25 |
| July 25 | 11 | 0.72 | 0.54 | 0.80 | 0.67 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Aug. 8 | 12 | 0.78 | 0.64 | 0.80 | 0.68 | 0.74 | 0.53 | 0.74 | 0.51 | — | — | 0.72 | 0.45 |
| Aug. 22 | 13 | 0.86 | 0.74 | 0.86 | 0.79 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Sept. 5 | 14 | 0.81 | 0.66 | 0.79 | 0.64 | 0.70 | 0.35 | — | — | — | — | — | — |
| Sept. 19 | 15 | 0.65 | 0.42 | 0.69 | 0.46 | — | — | 0.72 | 0.46 | — | — | 0.80 | 0.58 |
| Oct. 3 | 16 | 0.72 | 0.52 | 0.71 | 0.48 | 0.59 | 0.26 | — | — | — | — | — | — |
| Oct. 17 | 17 | 0.76 | 0.58 | 0.79 | 0.64 | — | — | 0.61 | 0.23 | — | — | 0.76 | 0.42 |
| Nov. 1 | 18 | 0.72 | 0.50 | 0.75 | 0.55 | 0.42 | 0.06 | — | — | — | — | — | — |
| Nov. 15 | 19 | 0.67 | 0.47 | 0.73 | 0.54 | — | — | 0.33 | 0.02 | — | — | 0.43 | 0.0 |
| Nov. 29 | 20 | 0.54 | 0.43 | 0.82 | 0.70 | 0.07 | 0.0 | — | — | — | — | — | — |
| Dec. 13 | 21 | — | — | — | — | — | — | 0.02 | 0.0 | — | — | 0.10 | 0.0 |

Adjust for Sundays and holidays by multiplying pwd's above by 0.86, 0.82, 0.78 and 0.75 for months 0, 1, 2 and 3 holidays.

# حساب التكاليف المتغيرة

$$k = \frac{LE}{fedden \times day}$$

**و بعض قيم K التى حسبها Hunt تحت الظروف الأمريكية كانت كما يلى**

## Timeliness loss factors

| Operation | K Value |
|---|---|
| Tillage | 0.0001 – 0.002 |
| Seedling | 0.002 |
| Cultivation | 0.010 |
| Harvesting | |
| Corn | 0.003 |
| Cotton | 0.002 |
| Green Forage | 0.001 |
| Hay (alfalfa) | 0.010 |
| Small grain | 0.004 |
| Soybeans | 0.005 |

# حساب التكاليف المتغيرة

**و من الملاحظ أن معظم هذه المنحنيات تعطى علاقات خط مستقيم بين الوقت و الفقد و هذا غير دقيق كما وضحه كثير من الباحثين مثل link و أبو العيس و oskui و غيرهم و قد وجد كثير منهم بأن العلاقة بين الفقد و التوقيت عادة ما تكون تربيعية لمعظم العمليات الزراعية و أقترح أن يكون شكل المنحنى الذى يحدد شكل العلاقة على الشكل التالى :**

# حساب التكاليف المتغيرة

**صورة**

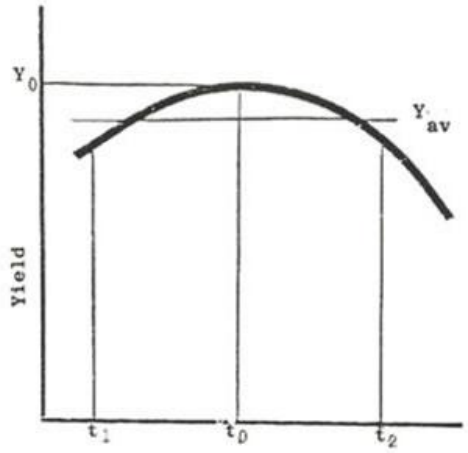



Figure 1 General form of the yield response curve, showing the peak yield, and the average yield for a timespan.

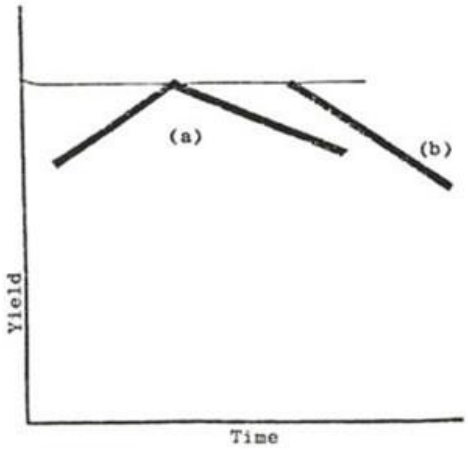



Figure 2 Linear yield responses

# حساب التكاليف المتغيرة

**صورة**

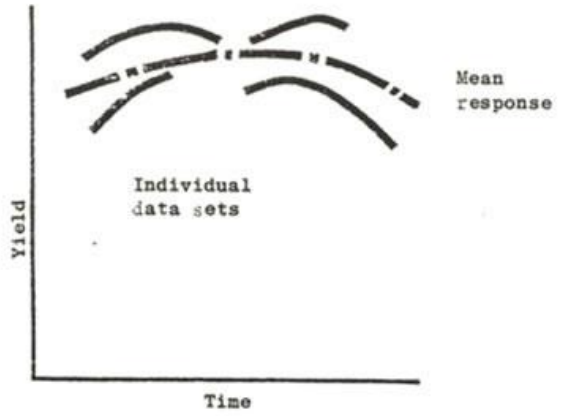



Figure 3 The flattening effect on the mean response curve by combining sets from different experiments.

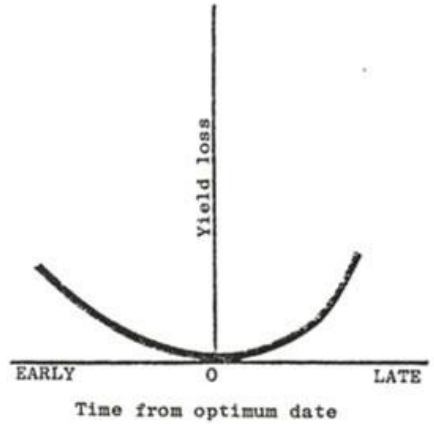



Figure 4 The general form of the yield loss curve normalised for time from the optimum date of establishment.

# حساب التكاليف المتغيرة

و كلما كان المنحنى مفلطحا كلما كانت العلاقة أو العملية الزراعية غير حساسة . و هنالك اقتراح آخر عن العمليات الزراعية الغير حساسة مثل أعداد التربة . هو أن يكون هناك فترة مثلى تمثل بخط موازى لمحور السينات بدل من نقطة و تختلف هذه الفترة حسب نوع المحصول و تكون العلاقة أو المنحنى فى صورة معادلات تربيعية على جانبى هذه الفترة .

و هناك الكثير من أشكال المعادلات التى يمكن استخدامها فى حساب تلك التكلفة مثل تلك المصممة بواسطة **oskui** فى صورة معادلة و استطاع أبو العيس من التوصل الى الصورة التالية لحساب

$$TC = (C - b^2/(4a) - at_1^2 - Dt_1 - Q)AP$$

حيث أن الجزء الذى بين القوسين يعطى الفرق فى انتاجية الفدان أ ( المساحة نتيجة **Timeliness** مضروب فى **A** وهى عبارة عن المساحة المزروعة و **P** هو عبارة عن ثمن الوحدة من الانتاج الزراعى بالجنيه / طن أو غيرها

# حساب التكاليف المتغيرة

**حيث أن**

**a,b,c = ثوابت**

$$D = aL + b$$

$$Q = aL2 / 3 + bL/2 + c$$

**L = t2-t1( وهى الفترة التى يتم فيها العملية الزراعية )**

**و عن طريق أجزاء عديد من التجارب و جمع البيانات عن المحاصيل المختلفة يمكن ان تحدد العوامل a,b,c لكل محصول و بالتالي يمكن تحديد هذه التكلفة .**

**و يمكن استخدام الجدول التالي و المعادلة بأعلى الجدول لحساب تكلفة عدم التوقيت بالطريقة التربيعية**

# حساب التكاليف المتغيرة

صورة

**APPENDIX 1** Timeliness coefficients for early and late establishment of 8 crops for a general yield loss equation of the form: $Y_L = K_1(t_o-t)^2 + K_2(t_o-t)$

| Crop | Establishment period | Timeliness coefficient x $10^{-3}$ [Standard error] x $10^{-3}$ $K_1$ | $K_2$ | Correlation coefficient | Degree of freedom |
|---|---|---|---|---|---|
| Winter barley | Both | 5.57 [0.41] | Suppressed | 0.53 | 195 |
| | Early | Suppressed | 320 [34.1] | 0.67 | 50 |
| | Late | Suppressed | -326 [23.8] | 0.75 | 145 |
| | Early | -5.74 [1.00] | 676 [68.9] | 0.76 | 50 |
| | Late | -3.38 [0.78] | -522 [58.6] | 0.78 | 145 |
| | Both | 3.37 [0.45] | -49.7 [28.2] | 0.54 | 195 |
| Winter wheat | Both | 4.37 [0.23] | Suppressed | 0.65 | 480 |
| | Early | Suppressed | 284 [22.5] | 0.59 | 161 |
| | Late | Suppressed | -318 [10.6] | 0.86 | 319 |
| | Early | -5.73 [1.15] | 553 [58.1] | 0.63 | 161 |
| | Late | -0.19 [0.41] | -306 [27.6] | 0.86 | 319 |
| | Both | 4.38 [0.25] | -2.88 [15.5] | 0.65 | 480 |
| Spring barley | Both | 10.80 [0.42] | Suppressed | 0.78 | 422 |
| | Early | Suppressed | 404 [27.0] | 0.76 | 94 |
| | Late | Suppressed | -565 [19.2] | 0.85 | 328 |
| | Early | -8.28 [1.93] | 691 [71.8] | 0.78 | 94 |
| | Late | -1.83 [1.29] | -649 [61.7] | 0.85 | 328 |
| | Both | 9.30 [0.57] | -101 [26.4] | 0.79 | 422 |
| Spring wheat | Both | 10.6 [0.99] | Suppressed | 0.79 | 68 |
| | Early | Suppressed | 425 [56.4] | 0.78 | 14 |
| | Late | Suppressed | -554 [49.8] | 0.83 | 54 |
| | Early | -15.2 [3.96] | 996 [157] | 0.85 | 14 |
| | Late | 3.17 [3.44] | -403 [171] | 0.84 | 54 |
| | Both | 9.93 [1.24] | -50.9 [59.4] | 0.79 | 68 |
| Oats | Both | 18.8 [0.56] | Suppressed | 0.82 | 556 |
| | Early | Suppressed | 564 [32.0] | 0.78 | 145 |
| | Late | Suppressed | -931 [24.2] | 0.88 | 411 |
| | Early | -15.2 [2.46] | 1060 [85.5] | 0.81 | 145 |
| | Late | -2.82 [1.81] | -1050 [81.9] | 0.89 | 411 |
| | Both | 15.5 [0.76] | -205 [33.2] | 0.83 | 556 |
| Potatoes | Both | 8.21 [0.36] | Suppressed | 0.75 | 404 |
| | Early | Suppressed | 374 [22.6] | 0.77 | 117 |
| | Late | Suppressed | -562 [19.5] | 0.86 | 287 |
| | Early | -5.55 [1.13] | 656 [61.3] | 0.80 | 117 |
| | Late | -3.80 [1.12] | -766 [63.2] | 0.87 | 287 |
| | Both | 7.34 [3.80] | -118 [21.1] | 0.77 | 404 |

**Where:**

**Yl= Yield loss**

**to = Starting Date**

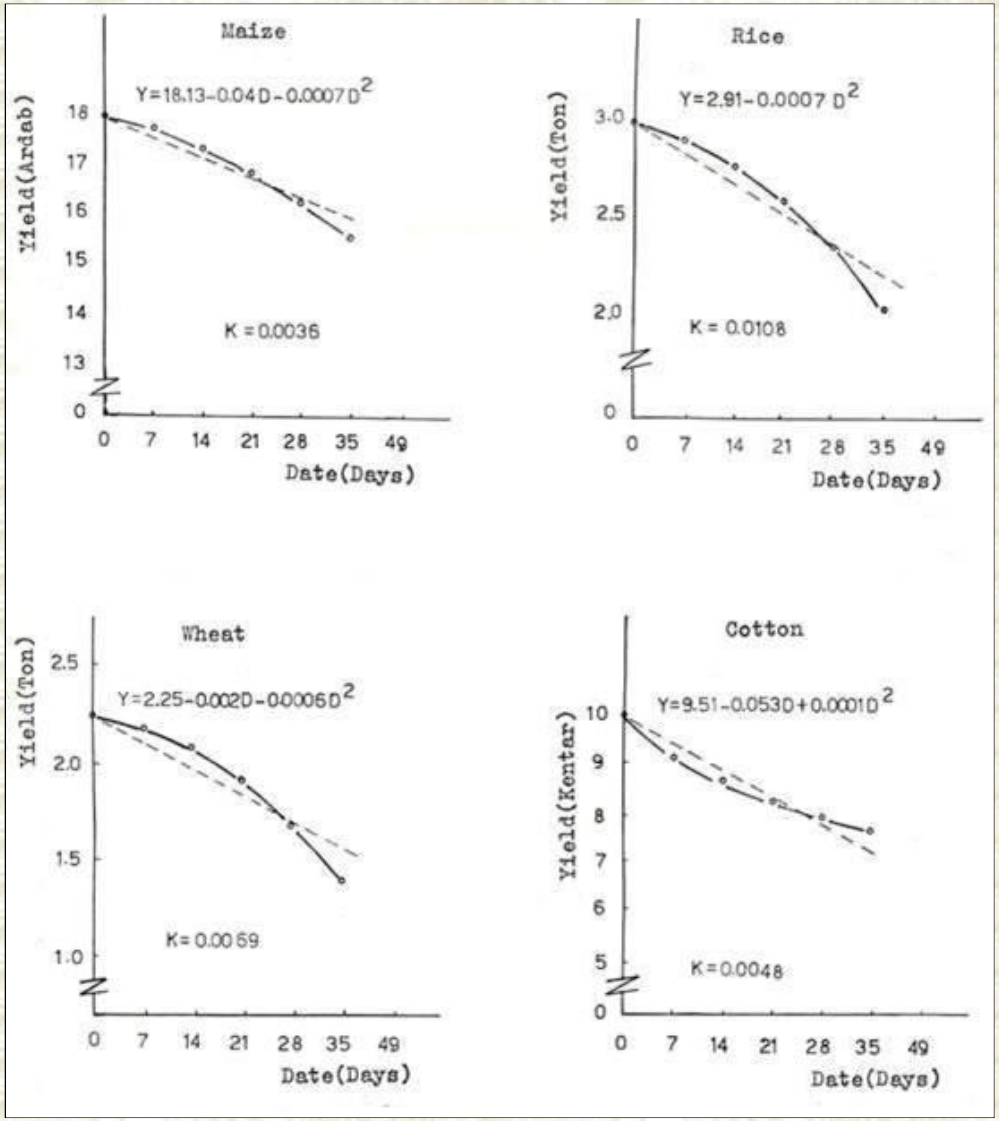
**t= Ending Date**

**K1,K2 = Timeliness Coefficients**

**و بعض البيانات المصرية التى يمكن الإستعانة بها فى الطريقتين الخطية و التربيعية كما يلى:**

# حساب التكاليف المتغيرة

**صورة**



و يلاحظ أن المعادلات المذكورة على المنحنيات تأخذ الصورة التربيعية و لإستخدام علاقات الخط المستقيم . و يجب هنا التنويه إنه إذا K يعطى أيضا قيمة كانت العملية الزراعية تمر على التاريخ المثالى (أى تبدأ قبل الوقت المثالى و تنتهى على ٢ .(YL) بعده) فيجب قسمة الفواقد فى المحصول

**Where**

**Y= Remaining crop after yield reduction (D=value)**

**Yo= Optimum yield (D=0)**

**D= Days of operation after optimum date**

**YL=Y-Yo**