الباب الرابع

إدارة معدات التشييد

Management Of

Construction Equipment

٤-١ مقدمة Introduction

إن التطور السريع في صناعة التشييد والزيادة الكبيرة في حجم المشروعات، واستخدام كثير من معدات التشييد التي تساهم إلى حد كبير في إنجاز الأعمال بدقة وجودة عالية ، أدي كل ذلك إلى ضرورة الاهتمام بدراسة السبل الكفيلة بالإدارة الناجحة لهذه المعدات والتحكم فيها ، وذلك بغرض رفع كفاءة استخدامها ، وبالتالي زيادة الإنتاجية وتقليل التكلفة .

ونري أن يتم ذلك من خلال التعرض للعناصر التالية:

- دراسة العوامل التي تؤخذ في الاعتبار عند اختيار معدات التشييد (وذلك بغرض مساعدة المهندس على سهولة اختيار المعدة المناسبة للقيام بعمل معين).
- كيفية تقدير إنتاجيات معدات التشييد (وذلك من خلال دراسة كيفية حساب زمن الدورة للمعدات المختلفة ، وبالتالي سهولة حساب الإنتاجية، مع الأخذ في الاعتبار كفاءة التشغيل).
- كيفية حساب تكلفة وحدة الزمن لمعدات التشييد في حالتي الاستئجار والشراء (وذلك لمساعدة المهندس أو صاحب القرار على سهولة اتخاذ قرار الشراء أو الاستئجار، من خلال المقارنة المبنية على أسس علمية).

٤-٢ اختيار معدات التشييد Selection of Construction Equipment

أولا: العوامل التي تؤخذ في الاعتبار عند اختيار معدات التشييد :

إن اختيار المعدات اللازمة لإنجاز أي من مشروعات التشييد تعد من العوامل التي يتعرض لها كل مقاول عند بدء دراسة المشروع وعمل البرنامج التنفيذي ، تمهيدا لاتخاذ قرار دخول العطاء وحتى أثناء التنفيذ.

ويعتبر **العامل المادي** أهم هذه العوامل ، حيث إن المقاول يفكر جيدا في العائد المادي قبل الإقبال على شراء أو استئجار المعدة ، فإذا كان العائد أكبر من التكلفة بالقدر الذي يحقق نسبة ربح مرضية للمقاول فإن القرار يكون إيجابيا ، وإلا فالبحث عن بديل أولي بالاتباع.

والعامل الثاني الذي يؤخذ في الاعتبار عند تقدير تكلفة المعدة : هو مدي حاجة المقاول لهذه المعدة ، فليس من المنطقي ولا المعقول أن يملك المقاول جميع أنواع وأحجام المعدات التي يستخدمها ، ولكن على المقاول وبناءاً على طبيعة المشروعات التي يقوم بتنفيذها تحديد نوعية وحجم المعدات التي يجب اقتناؤها (شراؤها) لتكون تحت طلب المشروعات في أي وقت ، وأي منها يفضل استئجاره، حيث إن الحاجة إليها ليست دائمة ، ولكنها تستخدم استخداما موسميا ، وفي بعض المشروعات ولفترات بسيطة لا تستدعي الحاجة إلى شراء المعدة ، حيث إن شراءها في هذه الحالة يعد مكلِّفاً تكلفة أكبر من العائد منها.

وبصفة عامة يمكن القول : إن شراء المعدة أو استئجارها مرتبط ارتباطا وثيقا بمدي الاستفادة منها ، لتعويض التكلفة وإضافة بعض الربح للاستفادة من حجم المبلغ المستثمر في هذه المعدة.

وهناك بعض أنواع المعدات التي تعد ضرورية بالنسبة لبعض المقاولين ، وتعد غير ضرورية لآخرين ، فمثلا مقاولو تشييد الطرق تعد الهراسات من المعدات الأساسية بالنسبة لهم ، وكذلك معدات الكشط (Graders) بينما مقاولو أعمال الحفر تعد المعدات الرئيسة الأساسية بالنسبة لهم هي الحفارات والشاحنات .

وهناك تقسيم من وجهة نظر أخري وهي اعتبار أن بعض المعدات معدات خاصة (Special Equipment) واعتبار معدات أخري قياسية (Standard Equipment) فالمعدات الخاصة هي المعدات النادرة الاستخدام نظرا لحجمها أو طبيعة عملها ، أو المعدات التي يوضع لها مواصفات خاصة ، لتناسب مشروعاً

بعينه وتعد هذه الأنواع من المعدات ذات التكلفة العالية جدا ، مقارنة بالمعدات القياسية والتي تستخدم بكثرة في معظم المشروعات .

ومن أمثلة المعدات الخاصة : الحفارات التي تستخدم في حفر الأنفاق وتبطين جدران النفق في نفس الوقت ، أو الحفارات الضخمة التي قد يصل حجم أحدها إلى ٤٠ ياردة مكعبة. ومن أمثلة هذه المعدات الخاصة ، معدات الحفر التي تقوم بحفر الترع والمصارف والمجاري المائية وأعمال التبطين في نفس الوقت ، وكذلك السيور المتحركة التي تنقل نواتج الحفر إلى عدة كيلو مترات عبر الجبال والأودية والمجاري المائية الضحلة.

أما المعدات القياسية (Standard Equipment) فهي معظم المعدات الشائعة الاستخدام مثل : معدات الحفر العادية ذات الأحجام المتوسطة ، أو الشاحنات متوسطة الحجم ، أو اللودر، وغيرها من معدات التشييد الشائعة الاستخدام ، حيث تعد اقتصادية جدا في كثير من أعمال التشييد ، وخصوصاً بسبب توافر قطع الغيار الخاصة بها ، وسهولة بيعها بعد الاستفادة منها ، وسهولة أعمال الصيانة، وكثرة الاستخدام في كثير من المشروعات في نفس الوقت

ومن الأمثلة التي يتعرض لها صاحب القرار عند التفكير في اختيار بعض البدائل ما يلي :-

مثال (١)

عند نقل أتربة من مكان أحد المشروعات إلى المنطقة المخصصة للتخلص من أعمال الردم يمكن في هذه الحالة المقارنة بين استخدام عدد من الشاحنات أو استخدام السيور في نقل هذه الأتربة ، حيث لكل منها تكلفة للشراء وتكلفة للتشغيل وعائد من بيع المعدات بعد الاستغناء عنها ، و من هذا المنطلق يمكن حساب تكلفة وحدة نقل الأتربة ، ومن ثم اختيار الأرخص منهما.

مثال (٢)

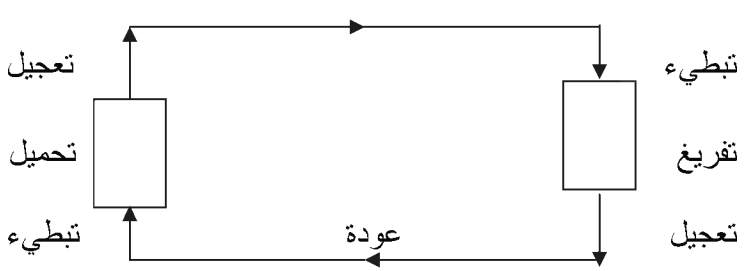
عند حفر وتبطين أحد مجاري المياه يمكن المقارنة بين استخدام الحفارات العادية ووحدات نقل نواتج الحفر من الموقع ثم تبطين المجري المائي بالطرق التقليدية ، وبين استخدام أحد المعدات الحديثة التي تقوم بأعمال الحفر والتبطين. وفي هذه الحالة تتم المقارنة بعد حساب تكلفة حفر وتبطين المتر المربع من هذا المجري المائي.

أما الأسلوب المتبع لحساب هذه التكلفة فسوف يتم شرحه في الجزء الثالث من هذا الباب تحت عنوان (تكلفة معدات التشييد)

٤-٣ إنتاجية معدات التشييد Production Of Construction Equipment

إن إنتاجية أي من معدات التشييد يعتمد إلى حد كبير على أمرين أساسيين :

أولهما : ما يطلق عليه زمن الدورة ، وهو الزمن الذي تستغرقه المعدة في إنجاز عملية معينة لدورة واحدة ، فمثلا زمن دورة الحفار تبدأ مع غرس سلاح الحفار في التربة وامتلائه ثم الرفع والدوران ثم التفريغ في الشاحنة أو في مكان الردم ثم العودة إلى بداية الدورة التالية ، والتي تبدأ مع غرس سلاح الحفار مرة ثانية في التربة ، ويمكن تمثيل زمن دورة الشاحنة أو آلة الكشط (Scraper) مثلا كما هو في الرسم التالي:



حيث زمن الدورة = زمن التحميل + زمن التفريغ + زمن التعجيل + زمن التبطيىء + زمن الذهاب + زمن العودة.

وبصفة عامة فإن زمن الدورة ينقسم إلى زمن ثابت للمعدة ، وزمن متغير ، حيث الزمن الثابت هو مجموع أزمنة التحميل والتفريغ والتعجيل والتبطيء وهذا الزمن يتم تقديره لكل معدة ، ويكون ثابتا تقريبا للمعدة الواحدة وللظروف المتشابهة، ويعطي هذا الزمن مع كتالوج المعدة ، والجدول التالي يبين مثالا لهذا الزمن الثابت لأحد معدات الكشط (Scraper)

	السرعة المتوسطة للنقل بالكيلو متر في الساعة								
	٨-١٣			١٣-٢٤			٢٤-٤٨		
ظروف التشغيل	جيد	متوسط	سيئ	جيد	متوسط	سيئ	جيد	متوسط	سيئ
زمن التحميل	٠,٨	١,٠	١,٤	٠,٨	١,٠	١,٤	٠,٨	١,٠	١,٤
زمن التفريغ	٠,٤	٠,٥	٠,٦	٠,٤	٠,٥	٠,٦	٠,٤	٠,٥	٠,٦
زمن التعجيل والتبطيء	٠,٣	٠,٤	٠,٦	٠,٦	٠,٨	١,٠	١,٠	١,٥	٢,٠
الزمن الكلي	١,٥	١,٩	٢,٥	١,٨	٢,٣	٣	٢,٢	٣,٠	٤,٠

ملاحظة : الزمن المبين في هذا الجدول بالدقيقة وهو زمن تقديري قد يتغير طبقًا لظروف المشروع.

أما الزمن المتغير فهو الزمن الذي يعتمد على عوامل متغيرة من موقع إلى آخر ومن ظروف إلى أخري ، مثل مسافة الذهاب ومسافة العودة ، وسرعة الذهاب وسرعة العودة ، فمثلا

زمن الذهاب = مسافة الذهاب ÷ سرعة الذهاب.

زمن العودة = مسافة العودة ÷ سرعة العودة.

والمثال التالي يوضح كيفية حساب زمن الدورة لأحد معدات التشييد:

احسب زمن الدورة لمعدة التشييد التي لها زمن ثابت مقداره دقيقتين ومسافة الذهاب تقدر بحولي ٢ كيلو متر ، ومسافة العودة هي نفسها وسرعة الذهاب = ٢٠ كم/الساعة ، وسرعة العودة = ٤٠ كم/ الساعة .

الحل

زمن الدورة = الزمن الثابت + الزمن المتغير

= ٢ + الزمن المتغير

= ٢ + (مسافة الذهاب ÷ سرعة الذهاب + مسافة العودة ÷ سرعة العودة)

= ٢ + (٢٠÷٢ × ٦٠ + ٢ ÷ ٤٠ × ٦٠)

= ٢ + ٦ + ٣ = ١١ دقيقة

بالنسبة لمسافة الذهاب ومسافة العودة فيمكن قياسها ، أما بالنسبة لسرعة الذهاب وسرعة العودة فكل منهما مرتبط بعدة عوامل مثل وزن المعدة ، ومقاومة الحركة ، ومقاومة الانحدار ، ومعامل الجر ، الذي يعتمد بدوره على طبيعة الأرض ونوع العجلات، وكذلك هناك علاقة بين السرعة وقوة سحب الموتور . ولقد تم تصميم منحنيات لمعدات التشييد تربط هذه المتغيرات مع بعضها البعض، ويستعان بها في تحديد سرعات المعدات في الظروف المختلفة وتسمى

(Performance Chart) وهذه المنحنيات غالباً ما تكون مصممة مع المعدة وتعطي للمالك ضمن مستندات الشراء.

كفاءة تشغيل المعدات efficiency of Usage

إن تشغيل معدات التشييد وإنتاجيتها يعتمد إلى حد كبير على ما يطلق عليه كفاءة التشغيل ، وهو نسبة زمن التشغيل الفعلي إلى الزمن الكلي .

فمثلا: إذا كانت المعدة تعمل ٦٠ دقيقة في الساعة فإن كفاءة التشغيل تصبح ١٠٠% ولكن هذا الفرض غير واقعي ، بل قد يكون من المستحيلات ، وذلك نظرا لظروف التشغيل التي تختلف من موقع إلى آخر ومن ظروف إلى أخري من ناحية (جودة المعدة- مهارة السائق- كفاءة الإدارة- ظروف التشغيل- طبيعة الموقع ...) فكل هذا يؤثر في كفاءة التشغيل فإذا فرضنا أن المعدة تعمل فعلا ٥٠ دقيقة في الساعة فإن كفاءة التشغيل = (٥٠ ÷ ٦٠) × ١٠٠ = ٨٣%. وإذا كانت المعدة تعمل ٤٥ دقيقة في الساعة فإن كفاءة التشغيل = (٤٥ ÷ ٦٠) ×١٠٠ = ٧٥% وهكذا.

ويمكن الحصول على كفاءة التشغيل الفعلية لأي معدة بعمل قياسات متكررة وفي فترات وظروف متغيرة لزمن التشغيل الفعلي للمعدة ، باستخدام ساعات الإيقاف (Stop Watch) وهناك دراسات كثيرة في هذا الموضوع يمكن الرجوع إليها ، ويمكن عمل جداول لكل معدة تمثل كفاءة التشغيل لهذه المعدة في الظروف المختلفة ، كما هو مبين في الجدول التالي:

ظروف التشغيل	زمن التشغيل الفعلي بالدقيقة	معامل التشغيل
ممتازة	٥٥	%٩٢
متوسطة	٥٠	%٨٣
سيئة	٤٥	%٧٥
سيئة جدا	٤٠	%٦٧

ويمكن حساب إنتاجية أي من معدات التشييد بعد حساب زمن الدورة كما سبق بيانه ، ومعرفة زمن التشغيل الفعلي ، من العلاقة التالية:

عدد الدورات في الساعة = زمن التشغيل الفعلي ÷ زمن الدورة.

الإنتاجية في الساعة = عدد الدورات في الساعة × حجم إنتاج الدورة الواحدة.

أمثلة محلولة :

مثال (١)

احسب إنتاجية لودر في الساعة ، إذا كانت سعة المغرفة ٣ ياردة مكعبة ، ومسافة الذهاب تساوي مسافة العودة تساوي ١٠٠ قدم ، وسرعة الذهاب تساوي ٢ ميل\ ساعة ، وسرعة العودة تساوي ٤ ميل\ساعة ، والزمن الثابت لهذه المعدة قد تم تقديره بنصف دقيقة مع اعتبار أن زمن التشغيل الفعلي = ٥٠ دقيقة.

الحل

أولا: لإيجاد زمن الدورة = الزمن الثابت + الزمن المتغير

= ٠,٥ + زمن الذهاب + زمن العودة

= ٠,٥ + (١٠٠)÷ (٨٨×٢) + (١٠٠)÷ (٨٨×٤).

ملاحظة: السرعة بالميل في الساعة = ٨٨ قدم في الدقيقة

= ٠,٥ + ٠,٧٥ + ٠,٢٨ = ١,٣٥ دقيقة

ثانيا: عدد الدورات في الساعة = ٥٠ ÷ ١,٣٥ = ٣٦,٩ دورة / الساعة.

ثالثا: الإنتاجية في الساعة = ٣٦,٩ × ٣ = ١١٠,٧ ياردة مكعبة / الساعة.

مثال (٢)

احسب إنتاجية آلة كشط (Scraper) من البيانات التالية:

سعة الآلة ٢٠ ياردة مكعبة.

مسافة الذهاب = ٣٠٠٠ قدم.

مسافة العودة = ٣٠٠٠ قدم.

سرعة الذهاب = ١٢ ميل\الساعة.

سرعة العودة = ٢٠ ميل\الساعة.

الزمن الثابت للمعدة (التحميل والتفريغ والتعجيل والتبطيء) = ٢ دقيقة.

كفاءة التشغيل = ٥٠ دقيقة في الساعة.

الحل

أولا: حساب زمن الدورة = الزمن الثابت + الزمن المتغير

= ٢,٠ + زمن الذهاب + زمن العودة

= ٢,٠ + (٣٠٠٠) ÷ (٨٨×١٢) + (٣٠٠٠) ÷ (٨٨×٢٠)

= ٢,٠ + ٢,٨٤ + ١,٧٠ = ٦,٥٤ دقيقة

ثانيا: حساب عدد الدورات في الساعة = ٥٠ \ ٦,٥٤ = ٧,٦٤ دورة في الساعة.

ثالثا: حساب الإنتاجية في الساعة = ٧,٦٤ × ٢٠ = ١٥٢,٨ ياردة مكعبة في الساعة.

مثال (٣)

المطلوب حساب إنتاجية خلاطة خرسانة سعة ١٦ ياردة مكعبة في الساعة ، إذا كانت كميات المواد اللازمة لخلط ياردة مكعبة طبقا للمواصفات هي كما يلي:

- ٥,٨ شيكارة أسمنت.
- ١٤٠٠ رطلٍ رمل.
- ١٨٠٠ رطلٍ زلط.
- ٤٠ جالونا ماء.
- كفاءة التشغيل للخلاطة تقدر بحوالي ٥٠ دقيقة في الساعة.

الحل

أولا: حساب زمن الدورة

بفرض أن زمن تحميل الخلاطة بالمواد يستغرق ٠,٢٥ دقيقة.

بفرض أن زمن الخلط يستغرق ١,٠ دقيقة.

بفرض أن زمن التفريغ يستغرق ٠,٢٥ دقيقة.

بالجمع نحصل على زمن الدورة الواحدة بحوالي ١,٥ دقيقة.

ثانيا: حساب عدد الدورات في الساعة = ٥٠ ÷ ١,٥ = ٣٣,٣ دورة في الساعة.

ثالثا: لحساب الإنتاجية في الساعة الواحدة نتبع الخطوات التالية:

١ – ضبط الكميات اللازمة للخلطة لتناسب سعة الخلاطة بمعني أن احتياج الياردة المكعبة (٢٧ قدم مكعب) من الأسمنت هو ٥,٨ شيكاره ، فإن احتياج الخلاطة ذات سعة ١٦ ياردة مكعبة هو ١٦ ÷ ٢٧ × ٥,٨ = ٣,٤٤ شيكارة.

٢ – ضبط كميات الأسمنت لتكون عددا صحيحا أي ٣,٠ شكائر من الأسمنت

٣ – باستخدام النسبة والتناسب نحصل على الكميات اللازمة من باقي المواد كما يلي:

١٦ قدم مكعب يحتاج إلى ٣,٤٤ من شكائر الأسمنت.

فإن ٣,٠ شكائر من الأسمنت تخلط كمية قدرها = (٣ ÷ ٣,٤٤) × ١٦ = ١٤ ياردة مكعبة.

وبنفس الطريقة يمكن حساب كمية الرمل = (١٤ ÷ ٢٧) × ١٤٠٠ = ٧٢٦ رطلاً رمل.

وبنفس الطريقة يمكن حساب كمية الزلط = (١٤ ÷ ٢٧) × ١٨٠٠ = ٩٣٣ رطلاً زلط.

وبنفس الطريقة يمكن حساب كمية الماء = (١٤ ÷ ٢٧) × ٤٠ = ٢١ جالوناً ماء.

وتصبح الإنتاجية = ١٤ × ٣٣,٣ = ٤٦٦,٢ قدم مكعب / الساعة.

= ٤٦٦,٢ ÷ ٢٧ = ١٧,٢٧ ياردة مكعبة / الساعة.

ثالثاً : تكلفة معدات التشييد Cost of Construction equipment

هناك طريقتان للحصول على معدة التشييد و استخدامها ، وهما أسلوب استئجار المعدة من أحد الشركات المتخصصة في ذلك ، وأسلوب شراء المعدة وامتلاكها من قبل المقاول لتكون تحت تصرفه أينما رغب ، وعند حاجة المقاول

لأي من معدات التشغيل يبدأ التفكير في استئجار المعدة أو شراءها ، و هذا طبعا يعتمد كثيرا على حجم العمل المطلوب له المعدة ، ويعتمد أيضا على مدى توافر سيوله مادية لدى المقاول ، غير أن هناك عوامل أخري ترتبط ارتباطا وثيقا بقرار الشراء أو الاستئجار ، وبصفة عامة فهناك بعض المميزات والعيوب لكل من القرارين.

أولا: في حالة الاستئجار :

مميزات الاستئجار :

١ – عدم تحمل المقاول لاستثمارات أولية كبيرة.

٢ – تجنب تكلفة الصيانة وقطع الغيار.

٣ – عدم تحمل المقاول لعناصر تكلفة الامـــتلاك (الاضـــمحلال– رأس المـــال– الضرائب).

٤ – الحصول على تقنية عالية ومتقدمة.

٥ – توافر بدائل عند اختيار المعدة للاستئجار.

٦ – توافر عمالة على مستوي عالٍ من التشغيل مما يزيد من الإنتاج.

عيوب الاستئجار :

١ – عدم توافر المعدة في أي وقت وبخاصة في حالة المعدات النادرة.

٢ – تحمل زائد في التكلفة نتيجة بعض الربح للمؤجر.

٣ – هناك بعض القيود يفرضها المؤجر.

٤ – لا تعتبر هذه المعدات رصيدا جيدا للمقاول عند تقييم العطاءات.

٥ – قلة الخبرة في التعامل مع المعدات المستأجرة.

٦ – عدم الاستخدام الجيد للمعدة من قبل المقاول.

ثانيا : في حالة الشراء :

مميزات الشراء :

١ – توافر المعدة في أي وقت دون قيود مع وجود عمالة متخصصة للعمل على هذه المعدة.

٢ – رفع درجة تقييم المقاول عند التقدم للعطاءات ، نظرا لما يملكه من معدات.

٣ – الاستخدام الجيد للمعدة.

٤ – توفير نسبة الأرباح التي يتحملها المقاول للشركات المؤجرة.

٥ – تواجد الخبرات العالية في التعامل مع المعدة مع الولاء للشركة واستخدام المعدة بحرص.

٦– إمكانية بيع المعدة بعد انتهاء الحاجة إليها .

عيوب الشراء :

١ – استهلاك جزء من رأس مال المقاول في شراء المعدة.

٢ – تحمل نفقات الامتلاك (الاضمحلال – رأس المال – الضرائب).

٣ – تحمل نفقات الصيانة وقطع الغيار.

٤ – تحمل نفقات تدريب العمالة التي تقوم بتشغيل المعدة.

٥ – تحمل نفقات وجود المعدة دون عمل.

عناصر التكلفة عند شراء المعدة

قبل الإقدام على شراء المعدة يجب على المقاول أو من ينوب عنه دراسة عناصر التكلفة التي سوف يتحملها بمجرد امتلاك المعدة ، والعناصر الأخرى التي سوف يتحملها عند التشغيل ، مع الأخذ في الاعتبار العمر الافتراضي للمعدة ، أي الزمن الذي تصبح فيه المعدة لا قيمة لها ، أما إذا كان المفترض استخدام المعدة لزمن أقل من عمرها الافتراضي فإن على المقاول في هذه الحالة تقدير قيمة المعدة عند الاستغناء عنها سواء بالبيع أو بالاستخدام في نشاط آخر ، ولأهمية هذا الموضوع فسوف نتعرض بشيء من التفصيل فيما يلي:

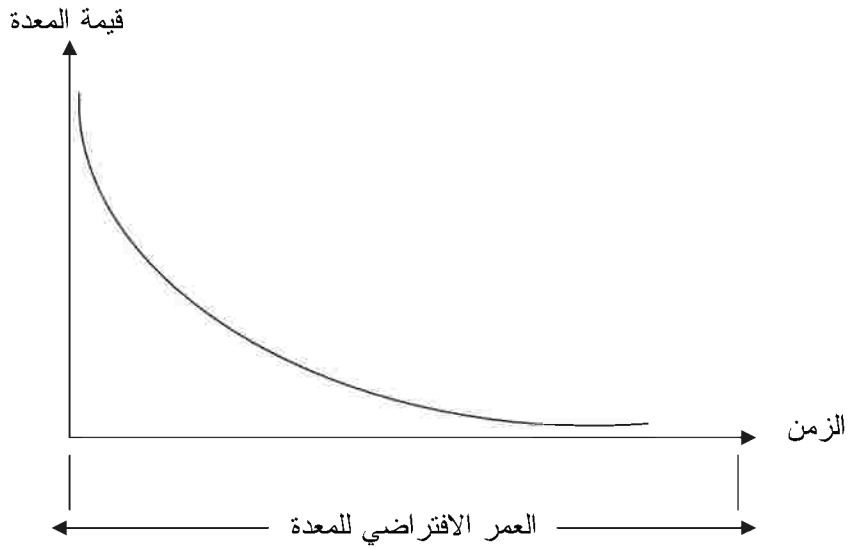
أولا : عناصر تكلفة الامتلاك ownership cost

وهي التكلفة التي يتحملها صاحب المعدة سواء استخدمت المعدة أو لم تستخدم وتتكون هذه التكلفة من العناصر الثلاثة التالية :

١ – تكلفة الاضمحلال Depreciation cost

"وهو المقدار الذي تقل به قيمة المعدة مع مرور الزمن"

حيث إنه من المعلوم أن قيمة المعدة عند زمن الشراء تكون أعلى ما يمكن ، ثم تقل هذه القيمة تدريجياً حتى تصل إلى الصفر بعد فترة من الزمن، ويطلق على هذه الفترة العمر الافتراضي للمعدة ، ويمكن تمثيل ذلك بالمنحني التالي:



ويلاحظ أن معدل الاضمحلال لأي معدة يكون سريعا جدا في البداية ، ثم يقل هذا المعدل تدريجيا ، حتى تصل قيمة المعدة إلى الصفر ، وبالتالي فإن طبيعة هذه العلاقة تكون في صورة منحنى يبدأ بهبوط سريع في أوله ، ثم يقل معدل هبوط المنحنى تدريجيا حتى يصل إلى الصفر ، أو تظل للمعدة قيمة صغيرة جدا

لفترة من الزمن ، وبالطبع فإن لكل معدة منحنى اضمحلال خاصاً بها ، وهو العلاقة التي تربط قيمة المعدة مع الزمن .

ويمكن حساب قيمة الاضمحلال لأي معدة سنويا ، باستخدام هذا المنحنى ، وذلك بعد تقدير العمر الافتراضي للمعدة ، وليكن خمس سنوات مثلا ، وهذا يعني أن متوسط اضمحلال المعدة السنوي هو ٢٠% وبمضاعفة هذه النسبة إلى ٤٠% وتقليل قيمة المعدة بهذه النسبة سنويا ، مع اعتبار أن قيمة المعدة متغيرة من سنة إلى أخرى ، والتدرج حتى تصل قيمة المعدة إلى الصفر أو أقرب ما يمكن من الصفر ، والمثال التالي يوضح هذه الطريقة والتي يطلق عليها (DBM) Declining-Balance Method .

مثال (١)

احسب تكلفة الاضمحلال لأحد معدات التشييد بطريقة (DBM) إذا كان ثمن المعدة ١٠٠٠٠٠ جنيه مصري ، والعمر الافتراضي لها خمس سنوات.

الحل:

أولا: حساب تكلفة الاضمحلال في نهاية العام الأول = ١٠٠٠٠٠× ٠,٤ =٤٠٠٠٠٠ جنيه.

قيمة المعدة في نهاية العام الأول وبداية العام الثاني = ١٠٠٠٠٠ – ٤٠٠٠٠ = ٦٠٠٠٠ جنيه.

ثانيا: حساب تكلفة اضمحلال المعدة في نهاية العام الثاني = ٦٠٠٠٠ × ٠,٤ = ٢٤٠٠٠ جنيه.

قيمة المعدة في نهاية العام الثاني وبداية العام الثالث = ٦٠٠٠٠ – ٢٤٠٠٠ = ٣٦٠٠٠ جنيه.

ثالثا: حساب تكلفة اضمحلال المعدة في نهاية العام الثالث = ٣٦٠٠٠ × ٠,٤ =١٤٤٠٠ جنيه.

قيمة المعدة في نهاية العام الثالث وبداية العام الرابع = ٣٦٠٠٠ – ١٤٤٠٠ = ٢١٦٠٠ جنيه.

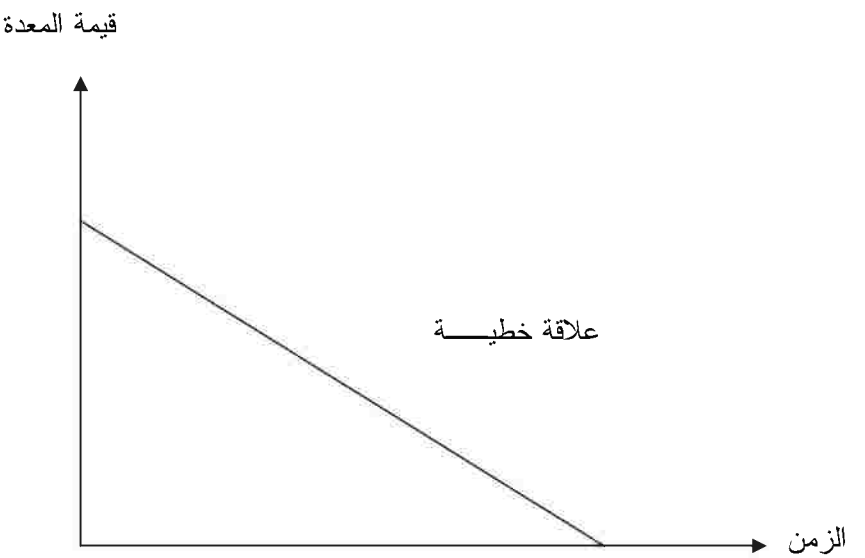
رابعا: حساب تكلفة اضمحلال المعدة في نهاية العام الرابع = ٢١٦٠٠×٠,٤ = ٨٦٤٠ جنيها.

قيمة المعدة في نهاية العام الرابع وبداية العام الخامس = ٢١٦٠٠– ٨٦٤٠ =١٢٩٦٠ جنيها.

خامسا: حساب تكلفة اضمحلال المعدة في نهاية العام الخامس = ١٢٩٦٠ ×٠,٤ = ٥١٨٤ جنيها.

قيمة المعدة في نهاية السنة الخامسة وبداية السنة السادسة = ١٢٩٦٠ – ٥١٨٤ = ٧٧٧٦ جنيها.

وهكذا يمكن حساب قيمة المعدة في نهاية كل عام ورسم العلاقة بين قيمة المعدة والزمن ، ويلاحظ أن تكلفة الاضمحلال في العام الأول كانت ٤٠٠٠٠ جنيه بينما هذه التكلفة في العام الخامس كانت ٥١٨٤ جنيها أي أن نسبة الاضمحلال بين العام الخامس والعام الأول كنسبة ٨:١ تقريبا ، وهذا هو الواقع فعلا من خلال دراسة المعدات ، ولكن نظرا إلى صعوبة حساب تكلفة الاضمحلال بهذه الطريقة والتي تعتمد على معدل متغير ، فقد تم افتراض أن معدل الاضمحلال ثابتا خلال فترة استخدام المعدة ، وذلك كقيمة متوسطة ، أي أن العلاقة بين الزمن وبين اضمحلال قيمة المعدة علاقة خطية كما هو في الرسم التالي



وهو ما يطلق عليه (straight line Depreciation).

ومع أن هذه العلاقة غير حقيقية إلا أنها كثيرا ما تستخدم ، نظرا لسهولة حساب تكلفة الاضمحلال من العلاقة التالية:

قيمة الاضمحلال السنوي = (ثمن شراء المعدة – ثمن بيع المعدة) ÷ عـــدد السنوات .

مثال :

احسب تكلفة اضمحلال أحد معدات التشييد التي تم شراؤها بمبلغ ١٥٠٠٠٠ جنيه وبعد خمس سنوات تم بيع المعدة بمبلغ ٥٠٠٠٠ جنيه.

الحل:

تكلفة الاضمحلال = (١٥٠٠٠٠ – ٥٠٠٠٠) ÷ ٥

= (١٠٠٠٠٠ ÷ ٥)

= ٢٠٠٠٠ جنيه \ العام

فإذا فرض أن المعدة تعمل في العام ٢٠٠٠ ساعة

فإن تكلفة الاضمحلال في الساعة = ٢٠٠٠٠ \ ٢٠٠٠

= ١٠ جنيهات في الساعة.

٢ – تكلفة رأس المال Investment Cost

وهي التكلفة الناتجة عن استهلاك جزء من رأس مال مالك المعدة في شرائها ، سواء تم استخدام المعدة أو لم تستخدم .

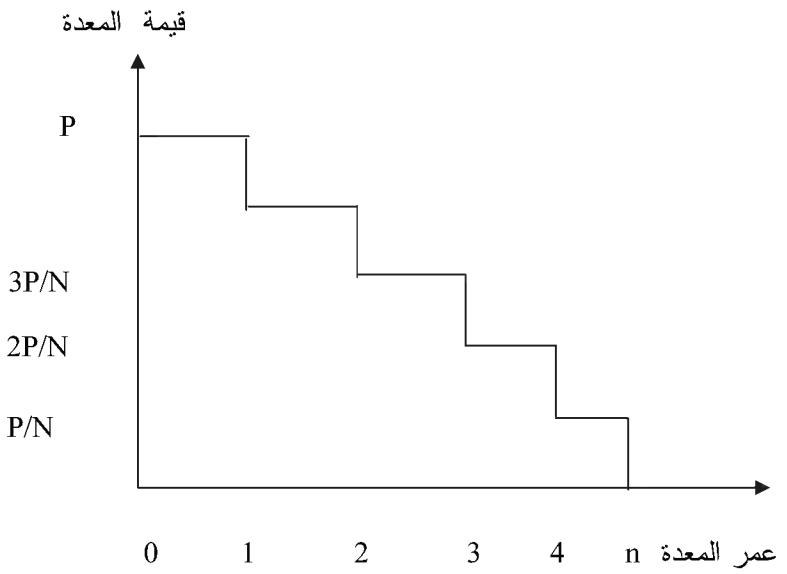
ويمكن تعريف هذه التكلفة بأنها الجزء من المال الذي يفقده مشتري المعدة سنويا بسبب حجز جزء من رأس ماله في شراء المعدة ، وهذا الجزء من المال إذا استخدم في أي استثمار آخر فسوف يأتي بربح سنوي ، وهذا الربح المفقود هو تكلفة رأس المال السنوي ويطلق عليه Annual Investment Cost.

ولحساب هذه التكلفة يجب معرفة نسبة الربح السنوي في حالة استثمار المال ولتكن هذه النسبة (I).

وبضرب متوسط قيمة المعدة سنويا في هذه النسبة نحصل على التكلفة السنوية للاستثمار .

متوسط قيمة المعدة الســـنوي = (القيمة الابتدائية للمعدة) (عدد السنوات + ١) ÷ ضعف عدد السنوات.

ومن الرسم التالي يمكن إدراك معني هذه المعادلة



حيث إن القيمة المتوسطة (P) = (القيمة الابتدائية (P) + أقل قيمة) ÷ ٢

$$P = \frac{P + P/n}{2}$$

$$= \frac{Pn + p}{2n}$$

$$= \frac{p(n+1)}{2n}$$

مثال :

احسب التكلفة السنوية لرأس مال معدة تشييد تم شراؤها بمبلغ ٥٠٠٠٠ جنيه إذا كان العمر الافتراضي للمعدة هو خمس سنوات ونسبة الربح (I) ١٠ %.

الحل

القيمة المتوسطة للمعدة = ٥٠٠٠٠ (١+٥) ÷ (٢×٥)

= ٣٠٠٠٠ جنيه

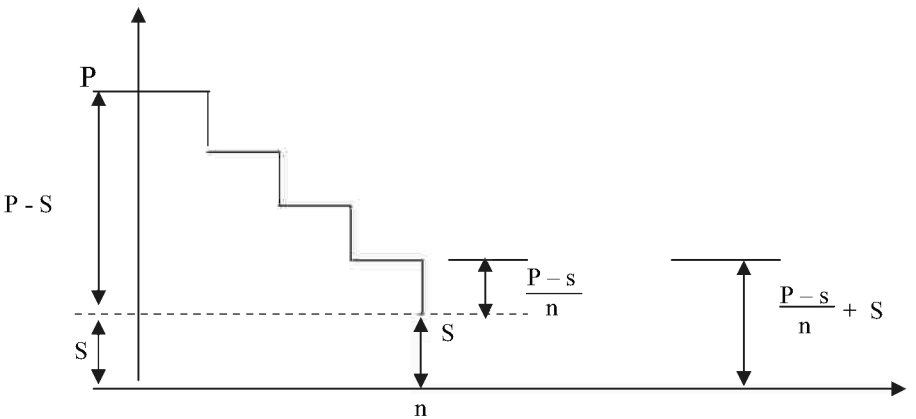
التكلفة السنوية لرأس المال = ٣٠٠٠٠ × (٠,١٠) = ٣٠٠٠ جنيه

ويلاحظ أن هذا القانون السابق يستخدم فقط في حالة ما إذا كان ثمن بيع المعدة بعد فترة زمنية معينة يساوي صفراً ، أي أن هذه الفترة الزمنية هي العمر الافتراضي للمعدة ولكـــن في حالة وجود قيمة لبيع المعدة فإن قانون القيمة المتوسطة يصبح في الصورة التالية:

$$\bar{P} = \frac{p + (p-s)/n+s}{2}$$

$$= \frac{pn + (p-s) + sn}{2n}$$

$$= \frac{p(n+1) + s(n-1)}{2n}$$



مثال

المطلوب حل المثال السابق إذا افترض أن ثمن بيع المعدة بعد خمس سنوات هو ١٠٠٠٠ جنيه.

الحل

يمكن استخدام المعادلة البسيطة التالية لحساب تكلفة رأس المال أو ما يطلق علية أحيانا تكلفة الاستثمار.

$$\frac{(\text{Initial cost} \times \text{capitol recovery factor} \times \text{Number of years}) - (\text{Initial cost})}{\text{Time}}$$

Interest On Finance =

$$= \frac{(\text{I. C} \times \text{C.R.F} \times \text{NO. of years}) - (\text{I.C.})}{\text{No. of years}}$$

حيث C.R.F $= \frac{I\,(1+I)^n}{(1+I)^n - 1}$

حيث : عدد السنوات = n

نسبة الربح السنوي = I

فتصبح هذه المعادلة كما يلي:

$$\text{تكلفة رأس المال} = \frac{(\text{الثمن الأصلي للمعدة} \times \text{معامل الربحية} \times \text{عدد السنوات}) - \text{الثمن الأصلي للمعدة}}{\text{عدد السنوات}}$$

ففي المثال السابق وباستخدام هذه العلاقة يمكن حساب تكلفة رأس المـــــال كما يلي :

$$\text{تكلفة رأس المال} = \frac{(٥٠٠٠٠ \times ٠,٢٧ \times ٥) - ٥٠٠٠٠}{٥} = ٣٥٠٠ \text{ جنيه/العـــام}$$

حيث معامل الربحية (٠,٢٧) تم الحصول عليه من الجداول الخاصة بذلك على أساس عدد السنوات (٥) ونسبة الربح السنوي ١٠% .

١- تكلفة الضرائب والتأمينات Taxes And Insurance

وهي التكلفة التي يدفعها صاحب المعدة سنويا في صورة ضرائب للدولة التي تستخدم فيها المعدة ، أو في صورة تأمينات لشركات التأمين وذلك للتأمين ضد بعض أو كل المخاطر التي قد تتعرض لها المعدة.

ويتضح من تعريف تكلفة الاضمحلال وتكلفة رأس المال وتكلفة الضرائب والتأمينات أن الصفة المشتركة بينها هي تحمل مالك المعدة لها ، حتى لو لم تستخدم المعدة ، وذلك بعكس تكلفة التشغيل التي لا يتحملها المالك إلا في حالة تشغيل المعدة .

مثال :

احسب تكلفة الامتلاك لأحد معدات التشييد إذا كان ثمن الشراء ١٥٠٠٠٠ جنيه وثمن البيع بعد عشر سنوات هو ٣٠٠٠٠ جنيه ومعامل الربحية (C.R.F) يساوي ٠,٢٢ وتتكلف المعدة مبلغ ٢٥٠٠ جنيه في العام للضرائب والتأمينات.

الحل

(١) تكلفة الاضمحلال = (١٥٠٠٠٠ – ٣٠٠٠٠) ÷ ١٠ =١٢٠٠٠ جنيه / العام.

(٢) تكلفة رأس المال =((١٥٠٠٠٠ ×٠,٢٢× ١٠) – ١٥٠٠٠٠) ÷ ١٠ = ١٨٠٠٠ جنيه / العام.

(٣) تكلفة الضرائب والتأمينات = ٢٥٠٠ جنيه في العام.

تكلفة الامتلاك = ١٢٠٠٠ +١٨٠٠٠ + ٢٥٠٠ = ٣٢٥٠٠ جنيه / العام.

ثانيا : تكلفة التشغيل Operating Cost

وهي التكلفة التي يتحملها صاحب المعدة عند التشغيل فقط ، مثل تكلفة الوقود وتكلفة الزيوت والصيانة وقطع الغيار ، وتكلفة العمالة اللازمة لتشغيل المعدة ، ويمكن تناول هذه الأنواع بشيء من التفصيل فيما يلي:

١- تكلفة الوقود Fuel Consumed Cost

وهي قيمة ما تستهلكه المعدة من وقود أثناء التشغيل في وحدة الزمن ، وذلك بالطبع يتوقف على نوع المعدة وعمرها ، ونوع الوقود المستخدم ، وظروف التشغيل ، وثمن الوحدة من هذا الوقود ، وحجم الاستهلاك الذي يتوقف بالطبع على القدرة المطلوبة من المعدة أثناء العمل (تحميل- ذهاب - عودة - تفريغ) وتقدر هذه الطاقة بالحصان Flywheel Horsepower (hp).

فمثلا يلاحظ أن المعدة تحتاج إلى أقصي طاقة لها أثناء التحميل ، وفي بقية الدورة تحتاج إلى طاقة أقل ، فمثلا إذا فرض أن أحد الحفارات يحتاج إلى ١٦٠ حصانا أثناء فترة الحفر و التحميل ، وذلك لزمن ٥ ثوان من زمن الدورة والذي يبلغ ٢٠ ثانية ، فإنه في باقي الدورة وهي ١٥ ثانية لا يحتاج الحفار لكل هذه الطاقة ، فإذا فرض أنه يحتاج فقط لنصف الطاقة.

وإذا فرض أن استهلاك الوقود هو ٠,٤ جالون ديزل في الساعة إذا عمل الحفار بكامل طاقته (١٦٠ حصانا) ، وأن كفاءة التشغيل هي ٥٠ دقيقة في الساعة.

فتكون كمية الوقود المستهلك في الساعة = ١٦٠ × ٠,٤ × (٦٠/٥٠) ((٢٠/٥) + (٢٠/١٥)× ٠,٥) = ٣,٣٣ جالونات / الساعة.

حيث يطلق على القيمة (٥ ÷ ٢٠) + (١٥ ÷ ٢٠) × ٠,٥ = معامل الموتور Engine Factor.

ويطلق على القيمة ٥٠÷٦٠ = معامل الزمن Time Factor .

ويطلق على حاصل ضربهم (معامل التشغيل) Operating Factor.

ولذلك يمكن أن يعبر عن هذه القيم كما يلي:

engine Factor =(5/20) + (15/20)x0.5 = 0.625

Time Factor = 50/60 = 0.833

Operating Factor = 0.625 x0.833 = 0.520

وبالطبع فإن كل معدة مع ظروف التشغيل يكون لها معامل تشغيل مختلف ، وبضرب هذا المعامل في الطاقة القصوى × استهلاك الوقود في الساعة مع الطاقة القصوى ، يمكن الحصول على استهلاك الوقود والأمثلة التالية توضح هذه الفكرة.

مثال

احسب كمية الوقود اللازمة في الساعة لتشغيل معدة تشييد تعمل بالجازولين (استهلاك الجازولين ٠,٠٦ جالون في الساعة عند عمل المعدة بكامل طاقتها ١٦٠ حصاناً).

إذا كانت المعدة تعمل ٤٥ دقيقة في الساعة وزمن الدورة ٢٥ ثانية منهـــا ٥ ثوان تحتاج لكامل الطاقة والباقي (٢٠ثانية) تحتاج ٦٠% من الطاقة .

الحل

معامل الزمن = ٦٠\٤٥ = ٠,٧٥

معامل الموتور = ٢٥\٥ + (٢٥\٢٠ × ٠,٦٠) = ٠,٦٨

معامل التشغيل = ٠,٧٥ × ٠,٦٨ = ٠,٥١

استهلاك الوقود = ١٦٠ × ٠,٠٦ × ٠,٥١ = ٤,٩ جالوناً / الساعة.

(٢) تكلفة الزيوت Lubricating Oil Cost

من الطبيعي أن استهلاك زيوت التشحيم لأي معدة يعتمد على حجم الموتور، وظروف التشغيل ، والزمن المستغرق لتغيير الزيوت. وبصفة عامة يمكن فرض أن زيت المعدة يمكن تغييره كل ١٥٠ ساعة عمل ، وأن استهلاك الموتور تقريبا يقدر بحوالي ٠,٠٠٦ من الرطل لكل قدرة مقدارها واحد حصان تعمل لزمن ساعة واحدة.

والمعادلة التالية تعطي كمية الزيوت المستهلكة في الساعة بالجالون:

$$Q = (hp \times f \times (0.006 \text{ ib/hr})) / 7.4 \text{ Ib/gal.} + C/T$$

حيث Q = الزيوت المستهلكة بالجالون في الساعة Quantity consumed g/h

hp = قدرة الموتور بالحصان horsepower of engine

C = سعة خزان الزيت Capacity of crank case gal

f = معامل التشغيل Operating factor

T= الزمن المسموح به لتغيير الزيت Number of hours between changes

فإذا فرض أن معامل التشغيل ٧٠% وأن سعة الخزان ٤,٥ جالونا ويتم تغيير الزيت كل ١٥٠ ساعة فإن استهلاك معدة قدرتها ١٠٠ حصان يمكن تقديره كما يلي : ــ

$$Q =(100x\ 0.7 \times 0.006) / 7.4 + (4.5/150) =0.08676 \text{ GAL / HR}$$

وبضرب هذا الاستهلاك في ثمن جالون الزيت نحصل على تكلفة الزيوت في الساعة وفي بعض الحالات تؤخذ تكلفة الزيوت كنسبة مئوية من تكلفة الوقود وعادة تكون من ١٥-٢٥ % .

(٣) تكلفة الصيانة وقطع الغيار Maintenance and Repairing

وهي تكلفة مصروفات ما يتم تغييره أو إحلاله لأجزاء المعدات التي يحدث لها تآكل أو إخفاق في تأدية العمل ، وأيضا يدخل في هذه التكلفة أعمال الصيانة الرئيسة والثانوية التي تتم للمعدة خلال عمرها الافتراضي ، من أجل المحافظة عليها في حالة جيدة للعمل ، وقد تصل هذه التكلفة إلى ١٠٠% من قيمة المعدة.

ويلاحظ أن تكلفة الصيانة تعتمد على كثير من العوامل مثل:

- حالة المعدة.
- كفاءة وظروف التشغيل.
- برامج الصيانة الدورية والخدمات الخاصة.
- معدلات التشغيل.
- قطع الغيار المستعملة.
- احتياج المعدة إلى تصميم خاص.

وفي كثير من الأحيان يتم فرض تكلفة الصيانة وقطع الغيار كأنها نسبه من ثمن المعدة وهذه النسبة تتراوح بين ٢٠ –٣٠%.

أمثلة محلولة :

(١) المطلوب حساب تكلفة التشغيل لأحد معدات التشييد من البيانات التالية:

- الثمن الأصلي للمعدة = ١٠٠٠٠٠ جنيه.
- المعدة تعمل ١٦٠٠ ساعة في العام.
- قدرة المحرك = ١٦٠ حصانا.
- سعة خزان الوقود = ٦ جالونات.
- يتم تغير الزيت كل ١٠٠ ساعة.

- تكلفة الصيانة وقطع الغيار = ٢٠% من ثمن المعدة في العام.
- معامل التشغيل = ٦٠%.
- ثمن جالون الوقود = ٦ جنيهات.
- استهلاك الوقود = ٠,٠٤ من الجالون في الساعة.
- استهلاك الزيوت = ٠,٠٠٦ من الرطل في الساعة.

الحل

أولا: تكلفة الوقود

كمية الوقود المستهلك في الساعة = ١٦٠ × ٠,٦٠ × ٠,٠٤ = ٣,٨٤ جالونا في الساعة.

ثمن الوقود في الساعة = ٣,٨٤ × ٦ = ٢٣,٠٤ جنيها في الساعة.

ثمن الوقود في العام = ٢٣,٠٤ × ١٦٠٠ = ٣٧٤٤٠ جنيها في العام.

ثانيا: تكلفة الزيوت

استهلاك الزيوت في الساعة

$$Q = (hp \times f \times 0.006\ ib/hr) / 7.5\ Ib/gal + C/t$$

$$=(160 \times .60 \times 0.006)/7.5 + 6/100 = 0.138$$

فإذا كان ثمن جالون الزيت ١,٥ (جنيها ونصف الجنيه)

فإن تكلفة الزيوت في الساعة = ١,٥ × ٠,١٣٨ = ٠,٥٧ جنيها في الساعة

فإن تكلفة الزيوت في العام = ٠,٥٧ × ١٦٠٠ = ٢٢٠,٨ جنيها في العام

ثالثا : تكلفة الصيانة وقطع الغيار = ٠,٢٠ × ١٠٠٠٠٠ = ٢٠٠٠٠ جنيه في العام

تكلفة التشغيل في العام = ٣٧٤٤٠ + ٢٢٠,٨ + ١٠٠٠ = ٥٧٦٦٠,٨ جنيه في العام .

(٢) احسب التكلفة في الساعة لأحد الحفارات التي تعمل بالديزل، وذلك باستخدام البيانات التالية:

- ثمن شراء المعدة = ٤٨٠٠٠٠ جنيه.
- قوة الموتور = ١٦٠ حصانا.
- سعة خزان الوقود = ٦ جالونات .
- يتم تغيير الزيت كل ١٢٠ ساعة عمل.
- استهلاك الزيوت بمعدل ٠,٠٠٦ من الرطل في الساعة.
- معامل التشغيل = ٠,٧ .
- متوسط استهلاك الوقود = ٤ جالونات في الساعة.
- ثمن جالون الديزل = ٦ جنيهات.
- العمر الافتراضي للمعدة = ٥ سنوات.
- ثمن جالون الزيت = ١,٥ (جنيها ونصف الجنيه).
- المعدة تعمل ١٥٠٠ ساعة في العام.
- الضرائب والتأمينات السنوية تقدر ب ٥% من ثمن المعدة.
- نسبة الربح السنوي = ١٢ %.
- الصيانة وقطع الغيار = ٢٠ % من ثمن المعدة سنويا.

الحل

أولا: تكلفة الامتلاك Ownership cost

أ – تكلفة الاضمحلال = (ثمن الشراء – ثمن البيع) ÷ الزمن

= (٤٨٠٠٠٠ – صفر) ÷ ٥ = ٩٦٠٠٠ جنيه في العام

ب – تكلفة رأس المال :

القيمة المتوسطة للمعدة = ٤٨٠٠٠٠ × (٥ + ١) ÷ (٢ × ٥) = ٢٨٨٠٠٠ جنيه.

تكلفة رأس المال السنوي = ٢٨٨٠٠٠ × ٠,١٢ = ٣٤٥٦٠ جنيها في العام.

ج – الضرائب والتأمينات في العام = ٤٨٠٠٠٠ × ٠,٠٥ = ٢٤٠٠٠ جنيه في العام.

تكلفة الامتلاك = ٢٨٨٠٠٠ + ٣٤٥٦٠ + ٢٤٠٠٠ = ٣٤٦٥٦٠ جنيها في العام.

ثانيا : تكلفة التشغيل Operating cost

أ – تكلفة الوقود = ٤ × ١٥٠٠ × ٦ = ٣٦٠٠٠ جنيه في العام.

ب – تكلفة الزيوت:-

استهلاك الزيوت = ٦ ÷ ١٢٠ + (٠,٠٠٦ × ٠,٧ × ١٦٠) ÷ ٧,٤ = ٠,١٤ جالونا في الساعة

تكلفة الزيوت في العام = ٠,١٤ × ١٥٠٠ × ١,٥ = ٣١٥ جنيها في العام.

ج – تكلفة الصيانة وقطع الغيار = ٠,٢٠ × ٤٨٠٠٠٠ = ٩٦٠٠٠ جنيه في العام.

تكلفة التشغيل السنوي = ٣٦٠٠٠ + ٣١٥ + ٩٦٠٠٠ = ١٣٢٣١٥ جنيها في العام.

تكلفة الامتلاك والتشغيل في العام = ٣٤٦٥٦٠ + ١٣٢٣١ = ٤٧٨٨٧٥ جنيها في العام.

(١) احسب تكلفة معدة نقل في الساعة من البيانات التالية:

- ثمن شراء المعدة = ٣٥٠٠٠٠ جنيه.
- ثمن بيع المعدة بعد خمس سنوات = ٥٠٠٠٠ جنيه.
- الضرائب والتأمينات السنوية = ٢ % من ثمن شراء المعدة.
- معامل الربحية = ٢٦ %.
- المعدة تعمل ١٦٠٠ ساعة في العام.
- استهلاك الوقود = ٢٠ لترا في الساعة.
- ثمن لتر الوقود = ٠,٥٠ جنيه.
- استهلاك الزيوت يقدر بحوالي ٢٢ % من استهلاك الوقود
- الصيانة وقطع الغيار تقدر بحوالي ١٥ % من الثمن الأصلي للمعدة.
- تكلفة السائق شهريا = ٤٠٠ جنيه.
- تكلفة نقل المعدة في العام = ٢٠٠٠ جنيه.

الحل

أولا: تكلفة الامتلاك :

أ – تكلفة الاضمحلال = (٣٥٠٠٠٠ – ٥٠٠٠٠) ÷ ٥ = ٦٠٠٠٠ جنيه في العام.

ب – تكلفة رأس المال = (٣٥٠٠٠٠ × ٠,٢٦ × ٥) – ٣٥٠٠٠٠ = ٢١٠٠٠ جنيه في العام.

ج – تكلفة الضرائب والتأمينات = ٣٥٠٠٠٠ ×٠,٠٢ = ٧٠٠٠ جنيها في العام .

تكلفة الامتلاك = ٦٠٠٠٠ + ٢١٠٠٠ + ٧٠٠٠ = ٨٨٠٠٠ جنيه في العام.

ثانيا: تكلفة التشغيل:

أ – تكلفة الوقود = ٢٠ × ١٦٠٠ × ٠,٥ = ١٦٠٠٠ جنيه في العام.

ب – تكلفة الزيوت = ١٦٠٠٠ × ٠,٢٢ = ٣٥٢٠ جنيها في العام.

جـ– تكلفة قطع الغيار والصيانة = ٣٥٠٠٠٠ × ٠,١٥ = ٥٢٥٠٠ جنيه في العام.

د– تكلفة السائق = ١٢ × ٤٠٠ = ٤٨٠٠ جنيه في العام.

هـ– تكلفة التشغيل في العام = ١٦٠٠٠ + ٣٥٢٠ + ٥٢٥٠٠ + ٤٨٠٠ = ٧٦٨٢٠ جنيها في العام.

ثالثا : التكلفة المتغيرة = ٢٠٠٠ جنيه في العام

التكلفة الكلية في العام = ٨٨٠٠٠ + ٧٦٨٢٠ + ٢٠٠٠ = ١٦٦٨٢٠ جنيها في العام.

التكلفة الكلية في الساعة = ١٦٦٨٢٠ ÷ ١٦٠٠ = ١٠٤,٣ جنيها في الساعة.

تم بحمد الله